

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI AVOKADO(*Persea americana Mill.*)
ÇEŞİTLERİNDEN YAĞ ELDESİNDE UYGULANAN
ULTRASOUND, ULTRATURRAX VE MİKRODALGA ÖN
İŞLEMLERİNİN YAĞ VERİMİ ve YAĞIN ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

**Hazırlayan
Serdar GÜZEL**

**Danışman
Prof. Dr. Hasan YALÇIN**

Yüksek Lisans Tezi

**Mart 2018
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI AVOKADO(*Persea americana Mill.*)
ÇEŞİTLERİNDEN YAĞ ELDESİNDE UYGULANAN
ULTRASOUND, ULTRATURRAX VE MİKRODALGA ÖN
İŞLEMLERİNİN YAĞ VERİMİ ve YAĞIN ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

**Hazırlayan
Serdar GÜZEL**

**Danışman
Prof. Dr. Hasan YALÇIN**

**Bu Çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Projesi Birimi Tarafından
YLS-7953Proje Kodu İle Desteklenmiştir.**

**Mart 2018
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Serdar GÜZEL

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Serdar Güzel', is positioned below the printed name.

Farklı avokado(*Persea Americana Mill.*)çeşitlerinden yağ eldesinde uygulanan ultrasound, ultraturrax ve mikrodalga ön işlemlerinin yağ verimi ve yağın özellikleri üzerine etkisi adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

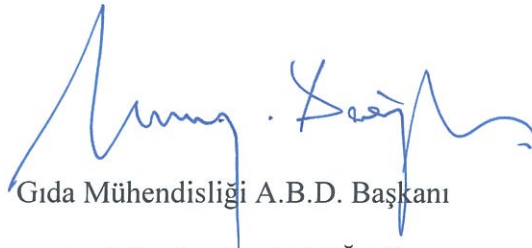
Hazırlayan

Serdar GÜZEL



Danışman

Prof. Dr. Hasan YALÇIN



Gıda Mühendisliği A.B.D. Başkanı

Prof. Dr. Mahmut DOĞAN

Prof. Dr. Hasan YALÇIN danışmanlığında Serdar GÜZEL tarafından hazırlanan “Farklı avokado(*Persea Americana Mill.*) çeşitlerinden yağ eldesinde uygulanan ultrasound, ultraturrax ve mikrodalga ön işlemlerinin yağ verimi ve yağın özellikleri üzerine etkisi” adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

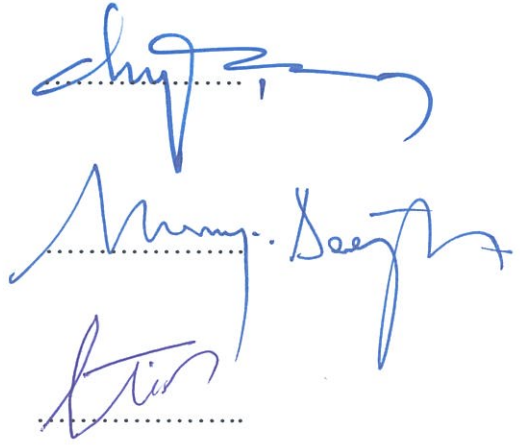
12/03/ 2018

JÜRİ:

Danışman :Prof. Dr. Hasan YALÇIN

Üye :Prof. Dr. Mahmut DOĞAN

Üye :Yrd. Doç. Dr. Tuğba AKTAR



ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 13/03/2018 tarih ve 218/12-06 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Prof. Dr. Mehmet AKKURT

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca farklı bakış açıları ve bilimsel katkılarıyla beni aydınlatan, yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve bu günlere gelmemde en büyük katkı sahibi sayın hocam Prof. Dr. Hasan YALÇIN 'a teşekkürü bir borç bilirim.

Deneysel çalışmalarım sırasında karşılaştığım zorlukları aşmamda yardımlarından dolayı Doç. Dr. Mustafa Çam ve Yrd. Doç. Dr. Oya Sipahioğlu hocalarıma ve istatistiksel analizlerimde yardımcı olan Uzm. Ahmet Evren Yetiman hocama teşekkür ederim. Materyal temininde yardımcı olan Alanya Ziraat Odası ziraat mühendislerinden Tahir Göktepeye teşekkür ederim.

Ayrıca; çalışmalarım süresince sabır göstererek beni daima destekleyen eşim Fatma Güzel ile beni yetiştirip bugünlere getiren bana doğruluğu dürüstlüğü ve karakterli bir insan olmayı öğreten bugünlerde hasta yatağında olan dedem Hasan Ali AKSU'ya teşekkürlerimi sunarım.

Serdar GÜZEL

Şubat 2018, KAYSERİ

**FARKLI AVOKADO (*Persea americana Mill.*) ÇEŞİTLERİNDEN YAĞ
ELDESİNDE UYGULANAN ULTRASOUND, ULTRATURRAX VE
MİKRODALGA ÖN İŞLEMLERİNİN YAĞ VERİMİ ve YAĞIN ÖZELLİKLERİ
ÜZERİNE ETKİSİ**

Serdar GÜZEL

**Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Mart 2018
Danışman: Prof. Dr. Hasan YALÇIN**

ÖZET

Çalışmamızda farklı ön işlemlerle elde edilen avokado (*Persea Americana Mill.*) yağının bazı özellikleri incelenerek farklı metodların sonuçlara etkisi incelenmiştir. Meyvelerin ham yağ verileri incelendiğinde en fazla yağa sahip çeşidin kuru meyvede %68.21±0.99 gr ile Fuerte çeşidi olduğu onu sırası ile Hass, Bacon, Zutano ve Duke çeşidinin izlediği görülmüştür. Metotlar arasında ultrasound ve mikrodalga uygulamanın soxhelet metoduna göre daha verimli sonuçlar gösterdiği, ultra-turrax uygulamanın ise benzerlik gösterdiği görülmüştür. Avokado çeşitlerinde en fazla bulunan yağ asidinin %57.44±1.53 ile oleik asit olduğu onu sırası ile palmitik, linoleik ve palmitoleik asidin izlediği görülmüştür. Ultrasound uygulama ile elde edilen yağın yağ asitlerinde, özellikle tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerinde bir artış görülürken, doymuş yağ asitlerinde minör azalmalar görülmüştür. Ultra-turrax uygulama ile elde edilen yağın yağ asidi verileri geleneksel standart soxhelet verilerine benzerken, mikrodalga uygulamanın tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerinde bir azalma meydana getirdiği görülmüştür. En fazla tokoferol içeriğine sahip avokado çeşidinin 572,3±1,74 mg/kg ile Fuerte çeşidi olduğu onu sırası ile Hass, Duke, Bacon ve Zutano çeşidinin izlediği görülmüştür. Ultrasound uygulama ile elde edilen yağın tokoferol miktarında önemli artış görülürken mikrodalga uygulama ile elde edilen yağın tokoferol miktarında önemli azalmalar görülmüştür. Ultra-turrax uygulama ile elde edilen tokoferol miktarının geleneksel soxhelet metodu miktarıyla benzer olduğu görülmüştür. Avokado meyvesinde hakim trigliseritlerin meyve çeşitlerine göre miktarı değişse de OOO, POO, POL, OOL, OLL, PPO ve OOS olduğu belirlenmiştir. Ultrasound uygulaması ile özellikle OOO, POO, OOL, OLL miktarlarında soxhelet metodu sonuçlarına göre bir

artış gözlenmiştir. Mikrodalga uygulaması sonucunda OOO, POO, OOL, OLL miktarlarında bir azalma ayrıca PPO, OOS miktarlarında bir artış görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Avokado(*Persea Americana Mill.*), Avokado yağı, Yağ ekstraksiyonu, Ultrasound, Mikrodalga, Ultraturax, Yağ asidi, Tokoferol, Trigliserit



**THE EFFECT OF ULTRASONIC, ULTRATURRAX and MICROWAVE
PRETREATMENT APPLIED TO OILS OBTAINED FROM DIFFERENT
AVACADO SPECIES ON OIL YIELD and OIL FEATURES**

Serdar GÜZEL

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

M.Sc. Thesis, March 2018

Supervisor: Prof. Dr. Hasan YALÇIN

ABSTRACT

This study, some characteristics of Avocado (*Persea Americana Mill.*) oil that was obtained by different pretreatment applied were investigated with respect to the results of different methods. When crude oil data of avocados were examined, the type which has the highest amount of oil was Fuerte with $68,21 \pm 0,99$ % at dry weight; and Hass, Bacon, Zutano, Duke follows Fuerte respectively in terms of oil amount. Among the methods, the ultrasound and microwave application showed more efficient results than the soxhelet method, where ultra-turrax application showed similar results with soxhelet method. Among avocado types, the most abundant fatty acid was oleic acid with $57,44 \pm 1,53$ % and it was followed by palmitic, linoleic, palmitoleic acid respectively. Fatty acids which were obtained by ultrasound application showed an increase in monounsaturated and polyunsaturated fatty acids, while saturated fatty acids showed minor decreases. While the fatty acid content obtained with the ultra-turrax application was similar to the traditional standard soxhelet application data, the microwave application has been shown to cause a reduction in monounsaturated and polyunsaturated fatty acids. The avocado variety with the highest content of tocopherol was Fuerte with $572,3 \pm 1.74$ ppm followed by Hass, Duke, Bacon and Zutano respectively. There was a significant increase in the amount of tocopherol in the oil obtained by ultrasound application, having a significant decrease in the amount of tocopherol in the oil obtained by microwave application. The amount of tocopherol obtained with the application of ultra-turrax has been found to be similar to the conventional soxhelet method. The amounts of triglycerides in the avocado, which may change according to type of avocado, were determined to be OOO, POO, POL, OOL, OLL, PPO and OOS. Ultrasound application showed an increase in the amounts of OOO, POO, OOL, OLL compared to the soxhelet method results. As a result of

microwave application, there was a decrease in the amounts of OOO, POO, OOL, OLL and an increase in the amounts of PPO, OOS.

Keywords: Avocado(*Persea Americana Mill.*), Avocado oil, Oil extraction, Ultrasound, Microwave, Ultraturax, Fatty Acid, Tocopherol, Triglyceride



İÇİNDEKİLER

FARKLI AVOKADO (*Persea americana Mill.*) ÇEŞİTLERİNDEN YAĞ ELDESİNDE UYGULANAN ULTRASOUND, ULTRATURRAX VE MİKRODALGA ÖN İŞLEMLERİNİN YAĞ VERİMİ ve YAĞIN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI	iii
KABUL VE ONAY	iv
TEŞEKKÜR	v
ÖZET	vi
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
TABLolar LİSTESİ	xvi

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1 Avokadonun Botanik Tanımı ve Tarihçesi	1
1.2. Dünyadaki Avokado Üretimi	7
1.3. Türkiye’deki Avokado Üretimi.....	10
1.4. Avokado Meyvesinin Besinsel İçeriği	12
1.5. Avokado Meyvesinin Raf Ömrü	16
1.7. Avokado Meyvesinden Yağ Eldesi.....	25
1.8. Avokado ve İnsan Sağlığı Arasındaki İlişki.....	28

BÖLÜM 2

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal	30
2.1.1. Örneklerin Hazırlanması.....	31

2.2. Yöntemler.....	32
2.2.1. Yağ Eldesi.....	32
2.2.1.1. Geleneksel Soxhelet Ekstraksiyonu ile Yağ Eldesi	32
2.2.1.2. Ultrasound Uygulaması ile Kombine Edilmiş Solvent Ekstraksiyonu ile Yağ Eldesi	33
2.2.1.3. Ultra-turrax Uygulaması ile Kombine Edilmiş Soxhelet Ekstraksiyonu ile Yağ Eldesi	33
2.2.1.4. Vurgulu Elektrik Alan(PEF) Uygulaması ile Kombine Edilmiş Soxhelet Ekstraksiyonu ile Yağ Eldesi.....	34
2.2.1.5. Mikrodalga Uygulaması ile Kombine Edilmiş Soxhelet Ekstraksiyonu ile Yağ Eldesi	34
2.2.2. Kimyasal Analizler	35
2.2.2.1. Toplam Yağ Miktarı Tayini (% Ham Yağ Tayini).....	35
2.2.2.2. Yağ Asitleri Kompozisyonu	36
2.2.2.3. Tokoferol Kompozisyonu	36
2.2.2.4. Trigliserit Kompozisyonu.....	37

BÖLÜM 3

BULGULAR TARTIŞMA

3.1. Avokado Çeşitlerinin Ham Yağ Sonuçları.....	39
3.1.1. Avokado Çeşitlerinin % Ham Yağ Miktarları	39
3.1.2. Uygulanan Farklı Ön İşlemlerin % Ham Yağ Miktarına Etkisi	41
3.2. Yağ Asidi Kompozisyonu Verileri	47
3.2.1. Avokado Çeşitlerinin Yağ Asitleri Kompozisyonları ve Miktarları.....	47
3.2.2. Uygulanan Farklı Ön İşlemlerin Yağ Asitleri Miktarına Etkisi.....	52
3.3. Tokoferol Kompozisyonu Verileri	65
3.3.1. Avokado Çeşitlerinin Tokoferol Kompozisyonları ve Miktarları.....	65
3.3.2. Uygulanan Farklı Ön İşlemlerin Tokoferol Miktarına Etkisi.....	66
3.4. Trigliserit Kompozisyonu Verileri.....	77

3.4.1. Avokado Çeşitlerinin Trigliserit Kompozisyonu ve Miktarı.....	77
3.4.2. Uygulanan Farklı Ön İşlemlerin Trigliserit Miktarına Etkisi	78

4. BÖLÜM

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

4.1. Sonuçlar	87
4.2. Öneriler	88
KAYNAKLAR	90
EKLER.....	104

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Aztekler tarafından avokado ağacı önünde tasvir edilen avokado güzellik iksiri.....	2
Şekil 1.2. Dünya üzerindeki avokado üretim alanları	3
Şekil 1.3. Türkiye şartlarına uyum sağlamış 5 avokado çeşidinin ağaç ve meyve görüntüsü.....	6
Şekil 1.4. Dünya üzerinde bulunan avokado üretim alanlarının enlem sınırları	7
Şekil 1.5. FAO verilerine göre 2016 yılına ait kıtaların avokado üretim oranları.....	8
Şekil 1.6. FAO verilerine göre 2015 yılına ait en büyük avokado ihracatçısı 5 ülke....	9
Şekil 1.7. FAO verilerine göre 2015 yılına ait en büyük avokado ithalatçısı 5 ülke.....	9
Şekil 1.8. TÜİK verilerine göre Türkiye'nin 2006-2016 yılları arasındaki avokado üretim miktarları ve üretim alanları	11
Şekil 1.9. Taze ve doku yapısı bozulmuş avokado görüntüleri	17
Şekil 1.10. Endüstriyel olarak Avokado'dan Üretilmiş Ürünler	19
Şekil 1.11. Avokado parankima hücresi içindeki yağ keseciklerinin elektron mikroskobu görüntüsü.....	26
Şekil 1.12. İdioblast hücreleri içindeki büyük yağ keseciklerinin elektron mikroskobu görüntüleri	27
Şekil 1.13. İdioblast hücresine ait özelleşmiş 3 katlı hücre duvarı elektron mikroskobu görüntüsü.....	27
Şekil 2.1. Alanya Ziraat Odası bahçesinde numaralandırılarak kontrol altına alınmış avokado ağaç görüntüleri	30
Şekil 2.2. Parçalayıcıda parçalanarak homojenize edilmiş avokado örnekleri	32
Şekil 3.1. Avakodo Cins ve Analiz metoduna göre yapılan tek yönlü ANOVA analizi Method-Cins gruplarının % ham yağ dağılım grafiği	47
Şekil 3.2. Doymuş yağ asitlerimizden palmitik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği	54
Şekil 3.3. Doymuş yağ asitlerimizden stearik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği	54

Şekil 3.4. Doymamış yağ asitlerimizden oleik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği	55
Şekil 3.5. Doymamış yağ asitlerimizden linoleik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği	55
Şekil 3.6. Doymuş yağ asitlerimizden Palmitik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği	58
Şekil 3.7. Doymuş yağ asitlerimizden Stearik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği	58
Şekil 3.8. Doymamış yağ asitlerimizden Oleik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği	59
Şekil 3.9. Doymuş yağ asitlerimizden Palmitik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği	60
Şekil 3.10. Doymamış yağ asitlerimizden Oleik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği	61
Şekil 3.11. Doymamış yağ asitlerimizden Linoleik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği	61
Şekil 3.12. Ultrasound uygulama ile elde edilen α - tokoferol verileri ile Geleneksel Soxhelet metodu ile elde edilen α - tokoferol verilerinin değişim grafiği	68
Şekil 3.13. Ultrasound uygulama ile elde edilen γ - tokoferol verileri ile Geleneksel Soxhelet metodu ile elde edilen γ - tokoferol verilerinin değişim grafiği	68
Şekil 3.14. Ultrasound uygulama ile elde edilen δ - tokoferol verileri ile Geleneksel Soxhelet metodu ile elde edilen δ - tokoferol verilerinin değişim grafiği	69
Şekil 3.15. Ultra-turrax uygulama ile elde edilen α - tokoferol miktarı ile Geleneksel Soxhelet metodu ile elde edilen α - tokoferol miktarının değişim grafiği	72
Şekil 3.16. Ultra-turrax uygulama ile elde edilen γ - miktarı ile Geleneksel Soxhelet metodu ile elde edilen γ - tokoferol miktarının değişim grafiği	72
Şekil 3.17. Ultra-turrax uygulama ile elde edilen δ - tokoferol miktarı ile Geleneksel Soxhelet metodu ile elde edilen δ - tokoferol miktarının değişim grafiği	73
Şekil 3.18. Mikrodalga uygulama ile elde edilen α - tokoferol miktarı ile Geleneksel Soxhelet metodu ile elde edilen α - tokoferol miktarının değişim grafiği	74

- Şekil 3.19. Mikrodalga uygulama ile elde edilen γ -tokoferol miktarı ile Geleneksel Soxhlet metodu ile elde edilen γ - tokoferol miktarının değişim grafiği..... 74
- Şekil 3.20. Mikrodalga uygulama ile elde edilen δ -tokoferol miktarı ile Geleneksel Soxhlet metodu ile elde edilen δ - tokoferol miktarının değişim grafiği..... 75
- Şekil 3.21. Bacon çeşidinin trigliserit kompozisyonuna farklı metotların etkisi 79
- Şekil 3.22. Fuerte çeşidinin trigliserit kompozisyonuna farklı metotların etkisi 80
- Şekil 3.23. Zutano çeşidinin trigliserit kompozisyonuna farklı metotların etkisi 81
- Şekil 3.24. Hass çeşidinin trigliserit kompozisyonuna farklı metotların etkisi 83
- Şekil 3.25. Duke çeşidinin trigliserit kompozisyonuna farklı metotların etkisi..... 84



TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. 2015 yılına ait dünyanın en büyük 10 avokado üretici ülkesi ve üretim miktarları	8
Tablo 1.2. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda ki Avokado'nun besinsel içeriği.....	12
Tablo 1.3. Avokado ve bazı meyve çeşitlerinin besinsel içerikleri (100gr taze meyvede)	13
Tablo 1.4. Avokado çeşitlerinin kuru ağırlık ve yağ içerikleri miktarı	14
Tablo 1.5. Avokado meyvesinin vitamin içerikleri(100gr meyve eti)	15
Tablo 1.6. Avokado meyvesinin mineral madde miktarı (mg/100 gr meyve eti)	16
Tablo 1.7. Avokado Yağının Lipid Kompozisyonu	23
Tablo 1.8. Fuerte Bacon ,Hass ve Zutano çeşitlerine ait yağlarının yağ asidi bileşimleri (%).....	23
Tablo 1.9. Avokado yağının yağ asidi kompozisyonu (%)	23
Tablo 1.10. Avokado ve Zeytinyağının yağ asidi kompozisyonu karşılaştırması.....	24
Tablo 1.11. Avokado yağının diğer yağlarla %PUFA,% MUFA ve %SFA yağ asidi karşılaştırılması.....	24
Tablo 2.1. Avokado çeşitlerinin hasat ve olgunlaşma tarihleri.....	31
Tablo 3.1. Farklı ekstraksiyon yöntemlerine göre avokado çeşitlerinin % ham yağ miktarlarının istatistiksel olarak gruplandırılması.....	40
Tablo 3.2. Farklı ekstraksiyon yöntemlerine göre avokado çeşitlerinin yağ asidi verilerinin istatistiksel olarak gruplandırılması.....	48
Tablo 3.3. Farklı ekstraksiyon yöntemlerine göre avokado çeşitlerinin tokoferol miktarlarının istatistiksel olarak gruplandırılması.....	65
Tablo 3.4. Farklı ekstraksiyon yöntemlerine göre Avokado çeşitlerinin trigliserit miktarlarının istatistiksel olarak gruplandırılması.....	78

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1 Avokadonun Botanik Tanımı ve Tarihçesi

AVOKADO (*Persea americana* Mill.)

Sistemde ki Yeri;

Familyası : *Lauraceae*

Cinsi : *Persea*

Türü : *Persea americana* Mill.

Alt Türü : - *Guatemala Irkı* (*P. nubiğena* var. *guatemalensis* Williams)

- *Meksika Irkı* (*P. americana* var. *drymifolia* Blake)

-*Batı Hint Irkı* (*P. americana* Mill var. *americana*)

Avokado (*Persea americana* Mill.) *Lauraceae* familyasından olup her mevsim yeşil, semitropik çok yıllık bir bitkidir. Anavatanı Orta Amerika olan avokado, Meksika'nın merkez bölgeleri ile doğu bölgelerinde bulunan dağlık alanlardan başlayarak Orta Amerika'nın Pasifik sahilleri boyunca tropik ve subtropik iklim kuşağındaki bölgeler başta olmak üzere geniş bir alanda yetişen poliformik (çok farklı görünüşte) bir ağaç türüdür[1,2].

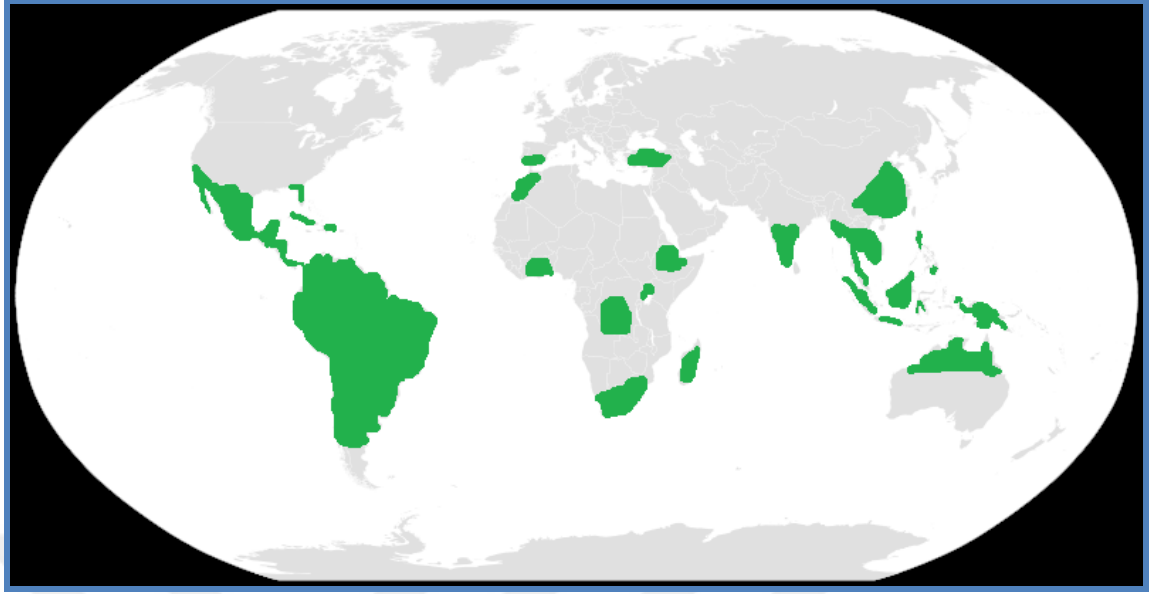
Yapılan çalışmalar avokadonun aslında çok eski bir geçmişi olduğunu göstermiştir. Arkeolojik kanıtlar avokado kullanımı ile ilgili en eski bilgilere Meksika'nın Puebla Eyaletinin batısında M.Ö. 10.000 yılına ait bilgileri içeren bir mağarada rastlamıştır. Yapılan çalışmalarda mağarada avokado meyvesine ait tohumlara rastlanılmış ve

tohumların büyüyerek arttığı gözlemlenmiş, bunun avokado meyvesinin uzun bir ıslah geçmişi olduğunun bir göstergesi olduğu değerlendirilmiştir. Yine yapılan kazılarda M.Ö. 900 yılına ait İnka öncesi Chan Chan şehrinde avokado şekli verilmiş sürahiler bulunmuştur. Avokado özellikle o tarihlerde üretim bölgelerinde yaşayan Aztek ve Maya kavimlerinin ana besin kaynaklarından birisi ve aynı zamanda tedavi edici madde olarak kullanılmıştır[3]. Avokadonun güzellik ve tedavi edici madde olarak kullanılmasına ait resimler tasvir edilmiştir. Şekil 1.1 de Azteklerin avokadodan yaptıkları güzellik iksiri tasvir edilmiştir.



Şekil 1.1. Aztekler tarafından avokado ağacı önünde tasvir edilen avokado güzellik iksiri

Avokado ismi İspanyolca'dan (aquacate veya ahuate) türemiştir ve genellikle 'Amerikan Armudu' olarak da adlandırılır. Avokado ismi ilk defa Kolombiya'nın Santa Marta bölgesinde yapılan gözlemlere dayanarak 1510 yılında İspanyol coğrafyacı Martin Fernandez De Enrisco tarafından 'Suma de Geografia' kitabında tanımlanmıştır[4]. Avokadonun besin değerinin bilinmesiyle birlikte İspanyollar 16. ve 17. yy'larda, avokadoyu Maya ve Azteklerin yaşadığı bölgelerden Venezualla, Batı Hindistan, Şili, Malezya ve Kanarya adalarına taşımışlardır. Ayrıca bitki 18.yüzyılın ilk yarısından itibaren Meksika'dan ABD'ye (Hawaii ve Kaliforniya), 19 yy. ortalarına doğru ise Güney Afrika ve Avustralya'ya geçmiştir[5]. Tüm bu süreçlerden sonra avokado dünyanın birçok bölgesine taşınarak yetiştirilmeye başlanmıştır. Şekil 1.2'de Dünya üzerinde avokado üretim alanları gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Dünya üzerindeki avokado üretim alanları

Avokado *Lauraceae* familyasına ait *Persea* cinsi içerisinde yer almaktadır. *Persea* cinsi *Eriodaphne* ve *Persea* olmak üzere iki alt cins ayrılmaktadır. Avokado *Persea* alt cinsi içerisinde yer almaktadır. Avokado botanik olarak üç grupta sınıflandırılmakta ve dünyada ticari olarak yetiştiriciliği yapılan çeşitlerde bu gruplar içerisinde yer almaktadır. Bu gruplar; Antil (West Indian) grubu (*P. americana* Mill. var. *americana*), Meksika grubu (*P. americana* Mill. var. *drymifolia*) ve Guatemala grubu (*P. nubigena* var. *guatemalensis*)'dur[4,6].

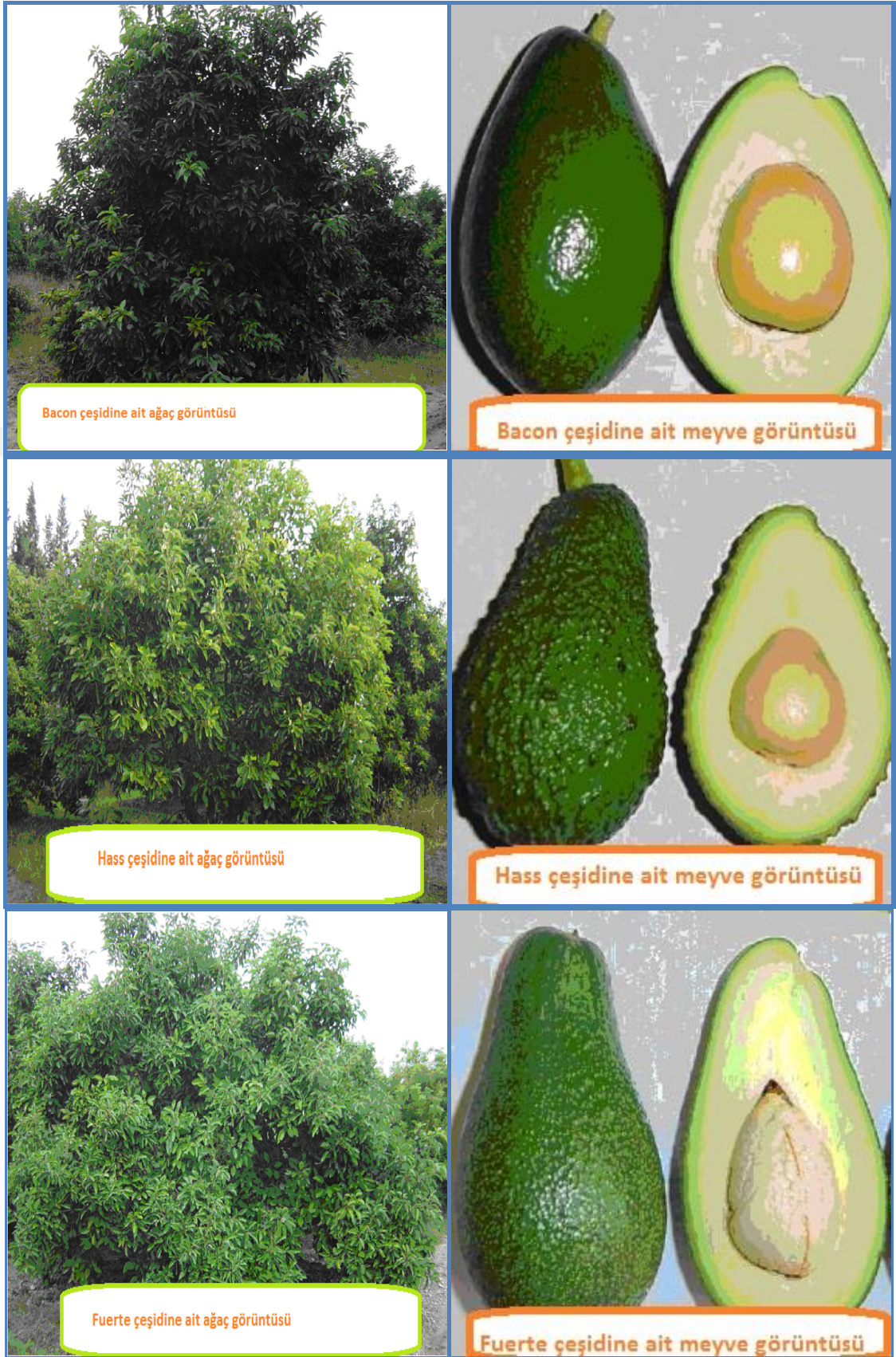
Meksika grubu Avokado çeşidinin doğal kökeni Meksika'nın yüksek bölgelerinde ki dağlık alanlardır. Bu grup daha çok erken meyve veren çeşitlerden oluşur. Eylül ve Aralık ayları arasında olgunlaşma dönemine sahiptirler. Meyveleri çok küçük ve orta irilikte (150-200 gr.) olup meyve kabuğu siyahımsı mor renktedir. Bu çeşidin kabuğu ince ve yağ oranı yaklaşık %30 ve üzerindedir. Yapraklarında anason kokusu bulunur. İklimsel olarak soğuğa en dayanıklı çeşit bu gruba ait meyvelerdir. Ancak tuzluluğa çok duyarlıdır. Guatemala grubunun orijini Guatemala dağlarıdır. Olgunlaşma zamanı Ocak-Mayıs ayları arasında olup geç çeşitlere sahiptir. Bu çeşitlerin meyveleri büyük(200-350 gr.) ve kabuk rengi siyah ya da yeşilimsidir. Kabukları kalın ve yağ oranı yaklaşık %10-20 arasındadır. Bu çeşidin yapraklarından Meksika grubu gibi anason kokusu yoktur. Soğuklara orta derecede dayanıklı, tuza duyarlıdır. Antil grubunun doğal kökeni ise tropik bölgelerde yer alan düzlüklerdir. Bu grubun meyvelerinin olgunlaşma zamanı

Şubat-Eylül ayları arasında olup orta-geç çeşitlere sahiptir. Meyveleri çok büyük olup yaklaşık 400-900 gr. civarında ve kabuk rengi soluk yeşil-sarı, kestane rengindedir. Kabuk kalınlığı orta ve yağ oranı yaklaşık %3-10 civarındadır. Yapraklarında anason kokusu yoktur. Tuza dayanımı çok yüksektir. Ancak, soğuklara çok duyarlıdır. Antil grubunun soğuğa olan dayanıksızlığından dolayı Türkiye’de yetiştirilebilme şansı çok düşüktür[4,7, 8].

Avokadolarda bugüne kadar yapılan melezleme çalışmaları ile bu üç farklı ekolojik ırkta 200 den fazla çeşit geliştirilmiştir. Meksika ırkı çeşitlerin küçük meyve yapısına sahip olmaları nedeniyle ticari önemi fazla bulunmamaktadır. Antil ırkı çeşitlerin meyveleri ise tropik iklimlerde yerel pazarlarda değerlendirilmektedir. Uluslar-arası ticarete Guatemala ırkı ile Guatemala x Meksika melez çeşitleri önem taşımakta ve yaygın şekilde yetiştiriciliği ve pazarlaması yapılmaktadır[9].

Hass, Lamb, Fuerte, Gwen, Bacon, Ettinger, Pinkerton, Edranol, Ryan, Zutano, Reed, Choquette, Nabal dünyada en fazla yetiştiriciliği ve pazarlaması yapılan çeşitlerdir[9]. Bunların içinden dünyada en fazla üretilen ve ticari değeri olanlar Fuerte ve Hass çeşitleridir. Bunları sırası ile Bacon, Zutano, Ettinger, Pinkerton çeşitleri izler. Ülkemizde en fazla bulunan ve ticari boyutta üretilen çeşitler Fuerte, Hass, Zutano, Bacon, Pinkerton, Redd çeşitleridir[8,10,11].

Avokado ağacı genellikle yayvan, bazen dikine gelişen, 6-20 metre yüksekliğe sahip yapraklı bir taca sahiptir. Yaprakları koyu yeşil renkte, oval eliptik ve mızrağımsı şekildedir. Genç sürgünler ise bakırımsı kırmızı renktedir. Meyveleri yuvarlak oval veya armut şeklinde olabilir. Meyve eti ise açık sarı ve yeşilimsi renktedir[6]. Şekil 1.3’de çalışmamızda kullanacağımız ve pilot olarak seçilmiş Türkiye şartlarına uyum sağlamış 5 çeşit (Fuerte, Hass, Zutano, Bacon ve Duke) avokadoya ait ağaç ve meyve resimleri verilmiştir.



Şekil 1.3. Türkiye şartlarına uyum sağlamış 5 avokado çeşidinin ağaç ve meyve görüntüsü



Şekil 1.4. (Devamı) Türkiye şartlarına uyum sağlamış 5 avokado çeşidinin ağaç ve meyve görüntüsü

Avokadonun iklimsel isteği ise kuzey yarım kürede ekvatorun 43 enlemine, Güney yarım kürede 49 enlemine kadar olan alanlarda yetiştirilebilmektedir. Avokadonun yetiştiriciliğinin yapılabildiği noktalar, İsrail ve Güney Kaliforniya’da bulunan hemen hemen çöl koşullarından başlamakta, Meksika’nın tropikal yüksek dağlık alanları ile Güney Afrika ve Avustralya’nın bazı serin-sisli kuşaklarındaki alanlara kadar devam etmektedir. Ancak çiçeklenme döneminde en fazla 19-20°C, en düşük 7°C olmalıdır. Avokado yılda 2300-2500 saat güneş ışığına ihtiyaç duymaktadır. Yılda 2000 saatten fazla güneş ışığı alan yerlerde avokado üretiminin oldukça uygun olduğu belirtilmiştir[5,11]. Şekil 1.4 ‘te Dünya üzerindeki avokado üretim alanlarının enlem sınırları gösterilmiştir.



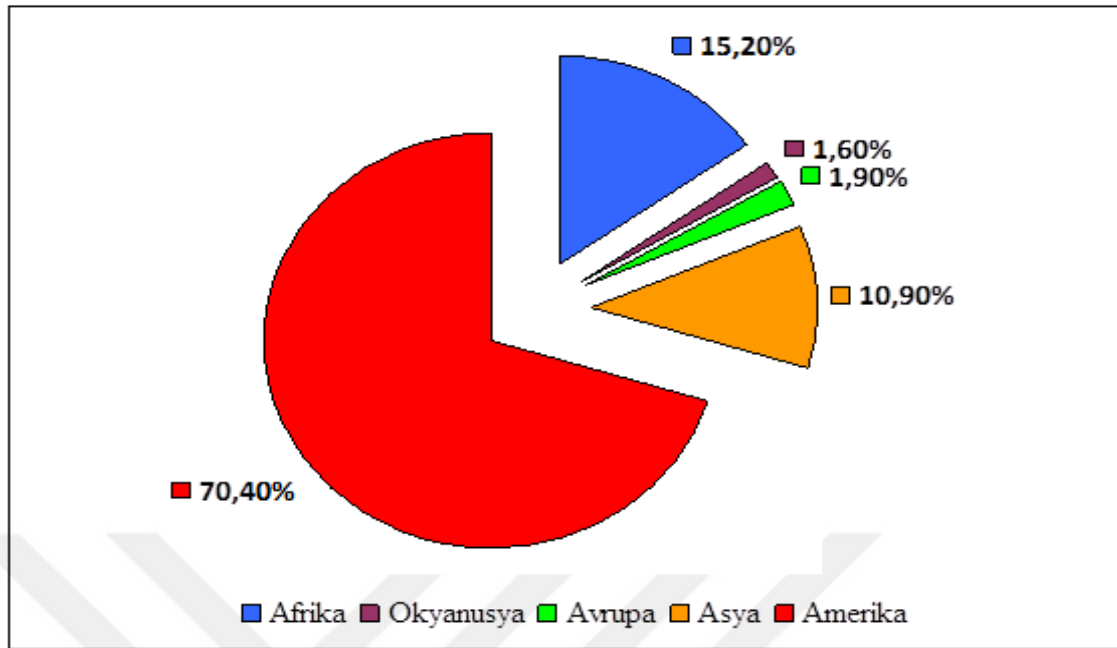
Şekil 1.5. Dünya üzerinde bulunan avokado üretim alanlarının enlem sınırları

1.2. Dünyadaki Avokado Üretimi

Anavatanı Orta Amerika ülkeleri olan bu meyvenin dünyadaki üretimi belirli bir alan içinde gerçekleştirilir. Özellikle 16. ve 17.yy.'dan itibaren İspanyol ve Portekizli denizciler vasıtası ile dünyanın birçok kıta ve ülkesine yayılmıştır[12]. Her zaman yeşil subtropik bir meyve türü olan avokadonun günümüzde 5 kıtada yaklaşık 70 ülkede tarımı yapılmaktadır[13]. Avokadonun yetiştiricilik alanının sınırlı olması nedeniyle birçok ülke avokadoyu dış alımla karşılamaktadır.

İhraç şansı oldukça yüksek olan bu türün tüketimi, özellikle ekonomik geliri yüksek olan birçok Batı Avrupa ülkesinde son yıllarda önemli artış göstermiştir[14,15,16]. Avokado yüksek besin değeri ve kendine özgü tadıyla pazarda yüksek fiyatla alıcı bulabilmektedir[17].

Avokadonun şu anki mevcut durumu hakkında Food and Agriculture Organization (FAO)'dan elde edilen verilere göre 2015 yılı itibarı ile yıllık dünya avokado üretimi 516.485 hektar alanda 4.717.102 ton olarak gerçekleştirilmiştir. 2015 yılında dünya üretiminin % 70.3' ünü Amerika kıtası sağlarken onu sırası ile % 15.2 ile Afrika , % 10.9 ile Asya, % 1.9 ile Avrupa ve % 1.6 ile Okyanusya kıtaları izlemektedir. Bu verilere avokadonun üretim merkezinin Amerika kıtası olduğu görülmektedir. 2015-2016 yılına ait kıtaların üretim oranları Şekil 1.5'de gösterilmiştir.



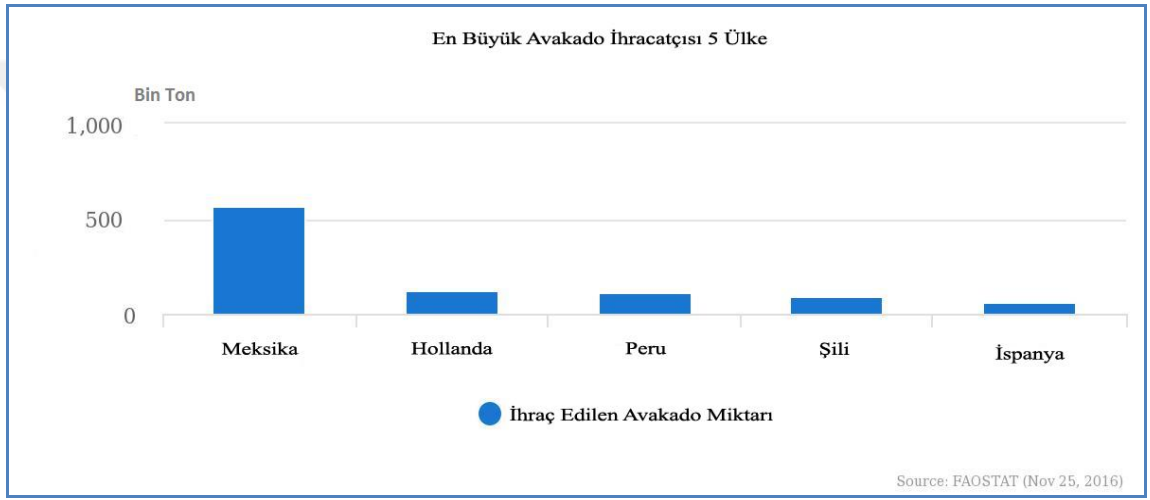
Şekil 1.6. FAO verilerine göre 2016 yılına ait kıtaların avokado üretim oranları

Avokadonun dünyadaki en büyük üreticisi konumunda Meksika yer almaktadır. 2015 yılı itibarı ile FAO verilerine göre sadece Meksika tek başına 1.467.837 ton üretimi ile dünya lideridir. Meksika bu haliyle dünya üretiminin yaklaşık %35-40'ını üretmektedir. Meksika'yı sırası ile 387.546 ton ile Dominik Cumhuriyeti, 303.340 ton ile Kolombiya izlemektedir. FAO'dan elde edilen verilerle 2015 yılına ait en büyük avokado üreticisi ülkelerin üretim alanları ve üretim miktarları ise Tablo 1.1 'de verilmiştir.

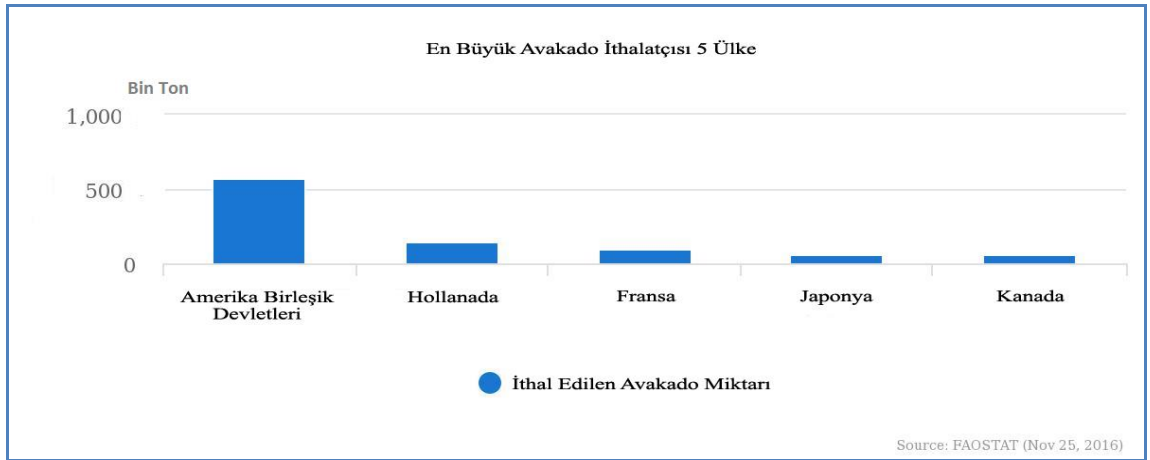
Tablo 1.1. 2015 yılına ait dünyanın en büyük 10 avokado üretici ülkesi ve üretim miktarları

Üretici Ülkeler	Üretim Alanları (Hektar)	Üretim Miktarları (Ton)
1. Meksika	144.244	1.467.837
2.Dominik Cumhuriyeti	12.922	387.546
3.Kolombiya	32.064	303.340
4.Peru	25.273	288.387
5.Endonezya	20.000	276.311
6.Kenya	11.000	191.505
7.A.B.D.	26.138	175.226
8.Şili	36.355	164.750
9.Brezilya	9.664	157.482
10.Ruanda	18.855	148.823

Dünya avokado ticaretinde ise yine ilk sırayı Meksika ve ABD almaktadır. Normalde hiç avokado üretimi yapmamasına rağmen Hollanda dünya avokado ticaretinde çok önemli bir yere sahiptir. 2015 rakamlarına göre en fazla avokado ihracat ve ithalatını yapan ikinci ülke konumundadır. Görüldüğü üzere Avrupa kıtasında avokadoya yoğun bir talep varken üretimde o derece azdır. Türkiye gerek iklimi gerekse pazarlara yakınlığı sebebiyle bu boşluğu doldurabilecek en elverişli ülke konumundadır. Şekil 1.6 ve 1.7 de sırasıyla 2015 yılının en büyük avokado ihracatçısı ve ithalatçısı olan 5 ülke verilmiştir.



Şekil 1.7. FAO verilerine göre 2015 yılına ait en büyük avokado ihracatçısı 5 ülke



Şekil 1.8. FAO verilerine göre 2015 yılına ait en büyük avokado ithalatçısı 5 ülke

1.3. Türkiye'deki Avokado Üretimi

Avokado yetiştiricilik alanının sınırlı olması ve iklim şartları nedeniyle birçok ülke avokado ihtiyacını dış alımla karşılamaktadır. Avokado yüksek besin değeri ve kendine özgü tadıyla, pazarda yüksek fiyata alıcı bulmaktadır. İhraç şansı çok yüksek olan bu meyvenin tüketimi özellikle ekonomik geliri yüksek olan Avrupa ülkelerinde çok fazladır[14,15]. Türkiye bu noktada avokado üretimine uygun iklimi olan bölgeleri ve pazarlara yakınlığı ile önemli bir potansiyele sahiptir[17].

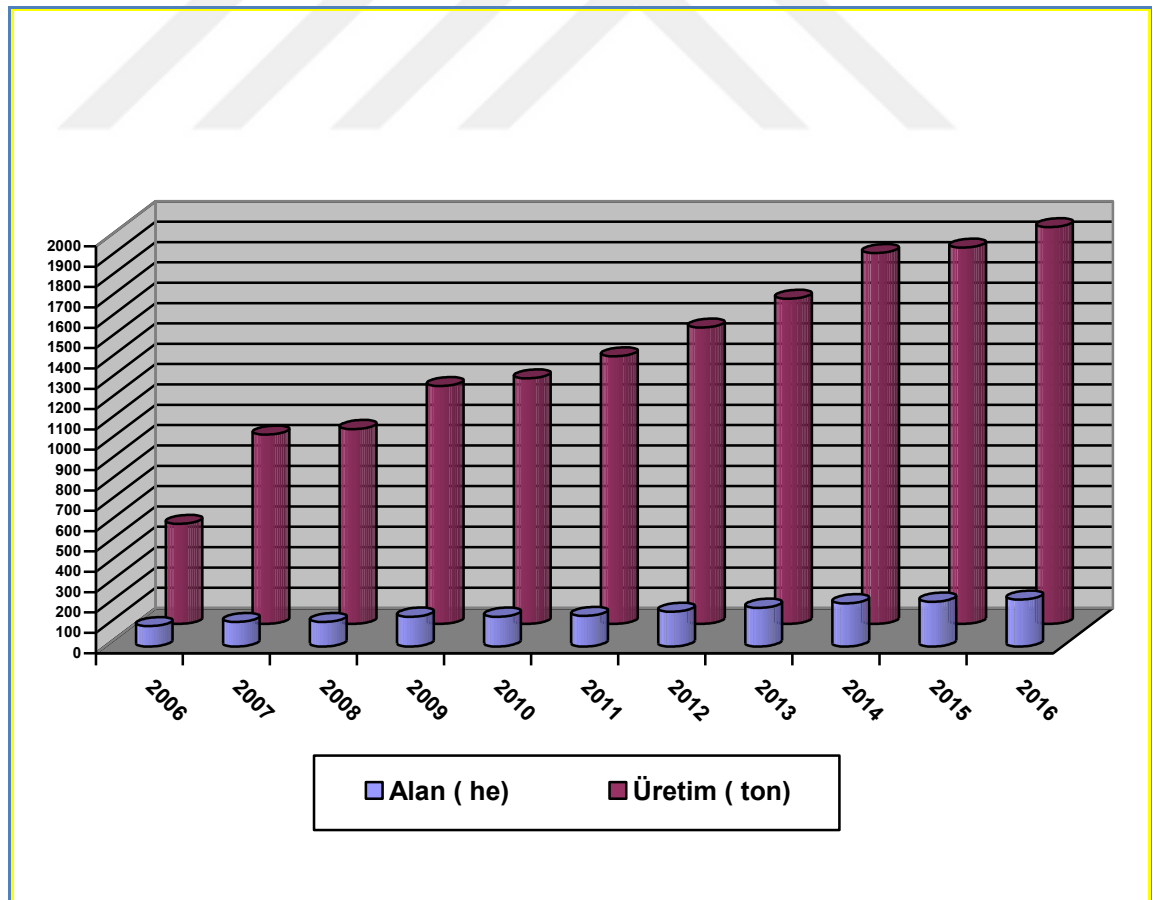
Avokadonun yetiştirilme koşullarına bakıldığında, Türkiye'nin Akdeniz sahil kuşağındaki bazı bölgelerin oldukça uygun olduğu görülür. Dünya avokado üretim ve ticaretinde ilk sıraları alan Meksika, Dominik Cumhuriyeti, ABD, Güney Afrika gibi ülkelerin coğrafi konumu ile tüketimin yoğun olarak yapıldığı ülkeler dikkate alındığında, ülkemizin tüketim pazarlarına yakınlığı ve ekolojik koşulları bu meyve türü üzerinde çalışmaların yoğunlaştırılması gerektiği gerçeğini ortaya çıkarmaktadır. Ülkemizde ticari avokado yetiştiriciliğinin yaygınlaşabilmesi için popüler ticari çeşitlerin ülkemize getirilerek denenmesi gerekmektedir[17]. Bu amaçla yapılan çalışmalara ait ilk bilgiler Demirkol[17-19], Bayram vd.[18], Kaplankıran ve Tuzcu[20] tarafından bildirilmiştir.

FAO aracılığıyla 1970'li yılların başında Kaliforniya'dan 4 çeşit (Fuerte, Hass, Zutano, Bacon) getirilerek Antalya, Dalaman, Adana, ve İskenderun Koşullarında denenmeye alınmıştır. Antalya-Alanya koşullarında 1969-1983 yılları arasında yapılan denemelerde Hass, Zutano, Fuerte, Bacon çeşitlerinin ticari yetiştiriciliğinin yapılabileceği sonucu elde edilmiştir[18]. Yine 1991-1997 yılları arasında 27 çeşit avokado meyvesi üzerinde yapılan denemelerde çiçek fenolojisi, meyve özellikleri ve verim durumuna göre yapılan sınıflandırmada çalışılan 27 çeşitten 12 tanesinin yapısının Türkiye de yetişmeye uygun olmadığı belirlenmiştir[17].

2007 yılında Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitü Müdürlüğü(BATEM) tarafından yapılan bir çalışmada avokadonun soğuğa ve sıcağa dayanımı gibi parametreler üzerine yapılan bir çalışmada Türkiye için ticari değere sahip avokado çeşitlerinin Hass, Fuerte, Zutano, Bacon, Pinkerton, Reed, Ettinger çeşitlerinden Antalya koşullarında Redd ve Pinkerton çeşitlerinin soğuktan etkilendiği Bacon, Fuerte, Zutano, Hass ve Ettinger çeşitlerinin soğuktan çok etkilenmediği sonucuna varılmıştır[22]. Ayrıca BATEM

tarafından yapılan melezleme çalışmalarıyla patenti BATEM'e ait olan Duke çeşidi üretilmiştir. Böylece bu çeşitlerin Türkiye koşulları için ticari olarak üretimi yapılabileceği sonuçlarına ulaşılmıştır.

Ülkemizde ticari avokado yetiştiriciliği çok yakın zamanda başlamış olmasına rağmen, dünya avokado üretimi ve ticaretinde ilk sıraları alan ülkelerle karşılaştırıldığında, ülkemizin tüketim pazarlarına yakınlığı ve uygun ekolojik koşulları ülkemiz için çok büyük bir avantajdır[17]. 2016 yılı TÜİK verilerine bakıldığında Türkiye'nin yıllık üretimi 1950 ton olarak bildirilmiştir. TÜİK'in avokado ile yaptığı diğer çalışmalara bakıldığında 2016 yılında meyve veren ağaç sayısının (40.000), meyve vermeyen yani daha yeni dikilmiş ağaç sayısının (49.000) olduğu bildirilmiştir. Bundan çıkarılacak sonuç ilerleyen yıllarda hasat edilen avokado miktarının minimum 2 kat artacağıdır. Şekil 1.8' de Türkiye'nin 2006-2016 yılları arasındaki avokado üretim miktarları ve üretim alanları verilmiştir.



Şekil 1.9. TÜİK verilerine göre Türkiye'nin 2006-2016 yılları arasındaki avokado üretim miktarları ve üretim alanları

1.4. Avokado Meyvesinin Besinsel İçeriği

Dünyada ve Türkiye’ de üretimi sürekli artmakta olan avokado meyvesinin yetiştirildiği bölge, iklim koşulları, toprak yapısı, hasat zamanı ve meyvenin çeşidi gibi pek çok faktöre bağlı olarak fiziksel ve kimyasal özelliklerinde önemli farklılar görülebilmektedir[4]. Nitekim daha önce yapılan çalışmalarda bunu doğrulamaktadır. Tablo 1.2 de 4 farklı çalışmacıya ait yapılan analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 1.2. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda ki Avokadonun besinsel içeriği.

Bileşen	Biale ve Young (1971)	Gomez Lopez (1998)	Knight (2002)	Özdemir vd. (2003)
Su (%)	65.70-83.50	84.24-87.41	73.6	73.75-78.12
Enerji (kkal)	-	-	171.0	-
Protein (gr)	0.90-1.80	-	2.2	1.63-2.42
Lipid(gr)	6.3-26.6	3.05-6.70	17.0	12.22-17.28
Karbonhidrat(gr)	1.52-7.80	-	6.0	-
Lif(gr)	-	-	1.5	-
Kül(gr)	0.64-1.60	-	1.0-1.4	0.94-1.27

Avokado biyolojik olarak bir meyve olmasına rağmen, tüketim şekli itibarı ile meyveden çok sebzeye benzemektedir. Avokadonun görünümü tatlı ve asidik bir meyve izlenimi vermekte iken tadına bakıldığında bir hayal kırıklığı yaratabilmektedir[23].

Avokado meyvesinin kimyasal bileşimi diğer meyvelere bakıldığında oldukça büyük farklılar göstermektedir. Meyvelerin genellikle yağ ve protein içeriği düşük, şeker içeriği ise yüksektir. Fakat avokadoda yağ ve protein oranları yüksek, şeker ve organik asit içeriği düşüktür. Avokado meyvesinde alışılmış diğer meyvelerdeki gibi sulu, gevrek bir yapı ve meyve denince akla gelen o tatlı lezzet ve aroma yoktur[24]. Tablo1.3 ‘de Avokado meyvesinin diğer meyvelerle içerik bakımından kıyaslanması gösterilmiştir.

Tablo 1.3. Avokado ve bazı meyve çeşitlerinin besinsel içerikleri (100gr taze meyvede)

Besin Maddesi	Su (%)	Yağ (gr)	Protein (gr)	Şeker (gr)	Vit A (µg)	Vit C (mg)	Vit E (mg)
Elma	84	0	0,4	11,8	2	15	0,5
Kayısı	87	0	1,0	8,0	420	5	0,3
Muz	76	0	1,2	20,4	3	10	0,3
Kiraz	86	0	0	13,0	40	10	0,1
İncir	80	0	1,0	19,0	10	3	-
Greyfurt	90	0	0,9	6,6	0	40	0,5
Üzüm	83	0	0,6	15,5	0	3	0,6
Limon	96	0	0	3,0	0	40	0,8
Mandarin	88	0	0,9	9,5	12	30	0,4
Portakal	87	0	1,0	10,6	2	49	0,1
Şeftali	89	0	1,0	7,9	15	7	0
Armut	86	0	0,3	11,5	0	4	0,1
Nar	82	0	1,0	17,0	10	7	-
Zeytin	75	14	1,0	3,0	50	0	2,0
Avokado	81	10	2,0	7,0	20	17	3,2

*Kaynak :1996,Nevo Foundation,Netherlands Nutrition Centre

Tablo 1.3'ten de görüldüğü gibi avokadonun diğer meyvelere göre daha yüksek oranda protein içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Meyvelerin protein içeriklerine bakıldığında ortalama %1 seviyesinin altında kaldığı görülür. Oysa avokadonun protein içeriği incelendiğinde bu seviyenin %2'nin üzerine çıktığı belirlenmiştir. Avokado meyvesi içersinde bulunan protein yapısı incelendiğinde ise yapısında tüm esansiyel amino asitleri içerdiği tespit edilmiştir. Avokado proteininde özellikle asparagin, aspartik asit, glutamin, ve glutamik asidin yüksek oranda bulunduğu tespit edilmiştir. Serin, alanin, valin, treonin, sistin amino asitlerinin diğerlerine nazaran daha az oranda olduğu bildirilmiştir[4].

Avokado diğer meyvelere göre oldukça yüksek oranda yağ içeriğine de sahip bir meyvedir. Avokadonun zengin yağ içeriği zeytin ile hemen hemen aynıdır. Meyvenin yağ içeriği hasat zamanına göre değişiyor olsa da %30 seviyesine kadar ulaşabilmektedir[2]. Ancak yine de meyvenin yağ içeriği çeşitler arasında çok değişkenlik gösterir. Türkiye'de ticari olarak yetiştirilen çeşitlerde yapılan çalışmada ise bu oran % 12.2 ile %27.3 arasında değişim göstermektedir[25]. Yapılan bir çalışmada 27 çeşit avokado meyvesinin % yağ miktarları Tablo 1.4'te verilmiştir. Bu çalışmadan görüldüğü üzere meyvenin yağ oranının çeşitten çeşide göre değiştiği ve ortalama % 15.70 civarlarında olduğu görülür [17].

Tablo 1.4. Avokado çeşitlerinin kuru ağırlık ve yağ içerikleri miktarı

Avokado Çeşitleri Cultivars	Kuru Ağırlık (%) Dry Weight	Yağ (%) Oil content
Anaheim	20,6	10,1
Bacon	27,0	16,5
Blake	25,7	20,1
Clifton	23,8	16,3
Corona	28,3	16,7
Dickinson	21,8	11,9
Duke	24,5	17,4
Edranol	25,8	15,8
Ettinger	27,7	17,7
Fuerte	32,9	21,1
Hass	28,7	16,5
Irving	25,5	14,8
Mesa	29,2	18,0
Mexicola	28,2	22,4
Nowels	27,1	20,8
Pincerton	26,0	15,8
Reed	20,4	9,2
Reed3432	25,5	20,3
Regina	26,8	16,4
Rincon	30,6	18,2
Stewart	19,0	11,4
Teaque	17,7	16,7
Topa Topa	21,3	15,0
T.T. 3446	20,9	12,9
Wurtz	29,7	17,1
Zutano	25,0	16,3

Avokadonun diğer meyvelere göre çok daha düşük düzeyde şeker ihtiva ettiği belirtilmiştir. Meyvenin toplam %8 civarında karbonhidrat ihtiva ettiği ve bu rakamın çok değişik faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterdiği bilinmektedir. Meyvenin karbonhidrat yapısının büyük bir miktarı sağlık açısından önemli bulunan çözünür (hemiselüloz ve pektin) ve çözünmez (selüloz ve lignin) özelliğe sahip olan diyet liflerinden oluşur. Diyet lif içeriği diğer meyvelere oranla yüksek düzeydedir[2,26].

Avokado diğer meyvelerden farklı bir şeker kompozisyonuna sahiptir. Glukoz, fruktoz ve sakarozun yanında D-mannı-heptüloz, D-glisero-D-manno-oktüloz, D-eritro-D-galakto-ositol, D-taloheptüloz, D-glisero-D-galakto-heptoz, D-glisero-L-galakto-oktüloz, D-eritro-L-gluko-nonüloz, D-eritro-L-galakto-nonüloz, perseitol gibi doğada yaygın olarak bulunmayan karbonhidrat içeriğine sahiptir[2].

Avokado meyvesinin diğer meyvelere oranla A, C ve K vitamini ile folik asit bakımından daha fakir olduğu, Piridoksin (B6 vitamini) ve E vitamini içeriği bakımından ise daha zengin olduğu belirlenmiştir[2,28]. Avokado meyvesine ait vitamin içerikleri ve miktarları Tablo 1.5 'de verilmiştir.

Tablo 1.5. Avokado meyvesinin vitamin içerikleri(100gr meyve eti)

Vitaminler	Biale ve Young (1971)	Favier vd (1995)	Knight (2002)
β-Karoten (µg)	130-510	185	370-750
Vitamin D (µg)	0.01	0	-
Vitamin E (mg)	13	19	16-24
Vitamin C (mg)	1.3-3.7	1.1	1.6-3.0
Tiamin B1 (mg)	0.08-0.12	0.07	0.06-0.24
Riboflavin B2(mg)	0.21-0.23	0.16	0.095-0.23
Niasin (mg)	1.45-2.16	2	1.4-3.5
Pantotenik asit(mg)	0.90-1.14	0.81	0.25-1.14
Vitamin B6 (mg)	0.45	0.28	0.22-0.62
Vitamin B12 (µg)	-	-	-
Folat (µg)	18-40	54	30.62
Vitamin K (µg)	8	-	1-8

Vinci et. al.[27] ham ve olgun avokado meyvesinin C vitamini seviyelerinde önemli farklılıklar gözlemlemişlerdir. Ham meyvede 10.23 ppm seviyesinde olan C vitamininin yeme olgunluğuna gelmiş avokado da % 72.8 oranında azalarak 2.80 ppm seviyesine kadar düştüğünü tespit etmişlerdir. Başlangıçta yüksek oranda C vitamini içermesine rağmen yeme olgunluğunda kayba uğradığı için C vitamini açısından önemli bir kaynak olarak gösterilemeyeceğini belirtmişlerdir.

Avokado mineral madde bakımından zengin bir meyvedir. Özellikle mangan, fosfor, potasyum ve demir bakımından zengindir. Avokadonun sodyum içeriği ise genel olarak diğer meyvelere oranla daha düşüktür[26]. Tablo1.6 de avokado meyvesine ait mineral madde içeriği ve miktarı verilmiştir.

Tablo 1.6. Avokado meyvesinin mineral madde miktarı (mg/100 gr meyve eti)

Mineral Madde	Favier vd (1995)	Ihli (1996)	Knight (2002)	Özdemir vd (2003)
Fosfor	44	-	20-80	-
Potasyum	522	296-424	340-723	440-588
Kalsiyum	16	9,4-14,1	10-15	7,3-10,0
Magnezyum	33	26,3-27,4	40-60	18-25,9
Sodyum	7	1,21-3,16	5-15	1,66-2,75
Demir	1	0,14-0,36	0,5-2	0,19-0,61
Bakır	-	0,14-0,36	-	0,22-0,34
Çinko	-	0,34-0,40	-	0,31-0,50
Mangan	-	0,11-0,18	-	0,07-0,12

Avokado meyvesinin polifenolik madde içeriği de oldukça dikkat çekicidir. Özellikle enzimatik esmerleşmede ki rolü ve sağlıklı beslenme açısından önemi ile polifenolik maddeler gıdalarda önemli bileşenlerdir. Yapılan bir çalışmada avokado meyvesinde 16 farklı fenolik bileşen tespit edilmiştir. Bunlar α -resorsilik asit, β -resorsilik asit, γ -resorsilik asit, p-hidroksibenzoik asit, o- pirokateşunik asit, protokateşuik asit, gallik asit, izo-vanillik asit, vanillik asit, siringik asit, o-kumarik asit, p-kumarik asit, m-kumarik asit kafeik asit, ferulik asit ve sinapik asit olarak belirlenmiştir [29]. 2006 yılında yapılan bir çalışmada 4 farklı avokado çeşidinin toplam fenolik madde içeriğinin 1.04–1.34 mg/g (taze ağırlık üzerinden) arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir[24].

Avokado'nun kendine has kokusu ve aroması üzerine yapılan bir çalışmada meyvenin hakim aroma bileşenlerinin hidrokarbonlardan terpenler olduğu belirtilmiştir. Meyvede en yüksek oranda bulunan uçucu bileşenlerin ise β -caryophyllene (% 60), α - humulen (% 5.9), caryophyllene oksit (% 4.8), α -copaene (%4.5) ve α -cubebene (% 3.6) olduğu bildirilmiştir. Ayrıca heptanal ve dekanal gibi aldehit bileşiklerin de avokado aroması üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir[30].

1.5. Avokado Meyvesinin Raf Ömrü

Avokado meyvesi dalından koparıldıktan sonra çok uzun süre özelliklerini koruyabilen bir meyve değildir. Dalından koparıldıktan sonra yeme olgunluğuna ulaşırken ya da ulaştıktan sonra yumuşama, kararırma, sulanma, büzüşme ve yapı kaybı gibi olumsuzluklar meydana gelir[31]. Nitekim yukarıda verilen çalışma örneklerinde dalından koparıldıktan bir süre sonra C vitamini içeriğinin başlangıçta duruma göre

%72.8 oranında azaldığı belirtilmiştir[27]. Avokado meyvesi genellikle ticari kar elde etmek amacıyla normal süresinden daha erken hasat edilerek pazara sunulmaktadır. Ancak bu şekilde hasat edilen meyvelerin yeme olgunluğuna ulaşması sırasında meyvede sulu, arzu edilmeyen aroma, kararmış bir yapı oluşmaktadır ki bu tüketici için kabul edilebilir bir özellik değildir[32,33]. Bu nedenle avokado meyvesi uygun hasat olgunluğuna geldiğinde dalından koparılmazdır[24]. Şekil 1.9'da taze ve yapısı bozulmuş avokado görselleri bulunmaktadır.



Şekil 1.10. Taze ve doku yapısı bozulmuş avokado görünüşleri

Meyvenin bilimsel olarak hasat olgunluğunu belirlemede Cutting et. al.[34] tarafından yapılan çalışmada hasat olgunluğunun belirleyici özelliklerinin, toplam kuru madde içeriği olduğunu bildirmiştir. Yaptığı çalışmada hasat olgunluğu için kabul edilebilir en az kuru madde oranının %20 yani meyvenin su içeriğinin en fazla %80 olabileceğini belirtmiştir. Bir başka çalışmacı Strauss [35] yaptığı çalışmada avokadonun hasat zamanı kriter limitini minimum %21 kuru madde ve minimum %8 yağ olarak bildirmiştir. Ancak bu parametreler avokado çeşidinden çeşidine, yetiştiği ülkeye vb. bazı çevresel faktörlere göre değişiklik gösterebilir.

Bilimsel olarak bu rakamlar ortaya konulsa da pratikte avokado meyvesinde hasat meyve sert bir yapıdayken dalından koparılmakta ve yeme olgunluğuna oda sıcaklığında gelmektedir. Avokado ihracatı yapan ticari şirketler kontrollü olgunlaştırma uygulamaları ile avokado meyvesini yeme olgunluğuna getirmektedir [36].

Avokado meyvesi günümüzde ağırlıklı olarak dalından kopartılıp yeme olgunluğuna ulaşınca taze meyve ya da salata meyvesi olarak tüketilmektedir. Ancak yukarıda da

bahsedildiği gibi avokado meyvesinin dalından koparıldıktan sonra çok uzun bir raf ömrü olmadığı görülmektedir. Özellikle en büyük sıkıntı meyve belli bir hasat döneminde on binlerce ton hasat edilirken meyveye aynı dönemde talebin çok düşük miktarda olmasıdır. Yani meyvenin hasat tarihi yılın belli bir dönemi olunca bir anda ortalıkta talep fazlası üretim ortaya çıkmaktadır. Avokado meyvesinin raf ömrü yüksek olmadığı için bu üretim fazlası ürünler büyük oranda ziyan olmaktadır. Aynı şekilde ticari olgunluk döneminde hasat edilen avokadonun taze olarak uzak mesafelerdeki pazarlara taşınması da çok önemlidir. Yukarıda da bahsettiğimiz gibi meyvenin gerek nakliyesi, gerekse depolanmasında çok büyük kalite kayıpları oluşmaktadır[34]. Bu sebeple meyvenin uzun süre özelliğini kaybetmemesi için raf ömrünü artırıcı çalışmalar ya da meyvenin yan bir ürüne işlenerek depolanabilmesi gerekmektedir. Uygun hasat döneminde koparılan avokado meyvelerinin uzun süre özelliklerini kaybetmeden muhafaza edilebilmesi amacıyla bir takım çalışmalar yapılmıştır.

Avokado meyvesini hasattan sonra bazı meyvelerde olduğu gibi dondurarak muhafaza etmek belki ilk başta aklımıza gelebilir ancak içerdiği yüksek su içeriğinden dolayı bu gıda muhafaza yönteminin uygun olmadığı bir gerçektir. Meyveye dondurma işlemi uygulanıp çözündürüldüğünde meyvenin dokusunun parçalandığı, doku yapısı, tat, renk ve aroma gibi önemli kalite parametrelerini kaybettiği görülmektedir.

Meyve ve sebzelerin depolanmasında solunum hızı önemli bir parametredir. Solunum hızı artıkça meyvenin raf ömrü kısalmaktadır. Avokado meyvesinin solunum hızına bakıldığında diğer meyvelere oranla hızlı bir yükseliş göstermektedir. Avokado'nun raf ömrünü artırmak amacıyla modifiye atmosfer uygulamaları da çalışılmıştır. Bu amaçla Hass çeşidine ait meyvede modifiye atmosfer uygulaması yapılmıştır. Yapılan çalışmada avokado meyvesinin 5°C' de 30-50µm polietilen torbalarda, %4 oksijen ve % 5 karbondioksit ortamında 9 hafta depolanabildiği belirtilmiştir. Ayrıca bu 9 haftalık periyotta depolanan örneklerde herhangi bir esmerleşme ya da ağırlık kaybı yaşanmamıştır[38].

Yapılan bir çalışmada da avokado için en ideal depolama sıcaklığı 5-13°C, ortamda ki oksijen ve karbondioksit konsantrasyonlarının da % 2-5 ve % 3-10 olduğu bildirilmiştir[39]. Demirkol [19], tarafından yapılan bir çalışmada Hass çeşidine ait

meyvenin 5°C’de 50 gün süreyle depolanabileceği ancak Fuerte çeşidinin 40 gün ve Bacon çeşidinin 30 gün depolanabileceği bildirilmiştir.

Başkaran vd.[37] tarafından yapılan bir çalışmada ise meyvenin raf ömrünü artırmak amacıyla avokado meyvelerini %6’lık mum çözeltisi ile kaplamış ve 8°C ‘de depolanmıştır. Bu şartlarda depolanan meyve soğuk zararlanmasına uğramadan 4-5 hafta depolanabilirken 27°C de yani oda sıcaklığında 3 gün dayanarak bozulmaya uğramıştır. Taze işlenmemiş meyvenin kısa raf ömründen dolayı, avokado meyvesi yan ürünlerine dönüştürülerek depolanması amaçlanmıştır. Özellikle yetiştiriciliğin yoğun yapıldığı ülkelerde yemeklik yağ [40,41,44] dilimlenmiş meyve, dondurma, püre [42,43,44, 46,47] kurutulmuş meyve ve konserve [48] gıda olarak üretimi üzerine çalışmalar yapılmıştır. Şekil 1.10’ de işlenmiş endüstriyel avokado ürünleri görülmektedir.



Şekil 1.11. Endüstriyel olarak Avokado’dan Üretilmiş Ürünler

Üzerinde çalışma yapılmış bu ürünlerden avokado'nun püre, sos ya da konserve olarak işlenmesinde en büyük sorun, meyvenin ihtiva ettiği enzimler ve yüksek su içeriğidir. Bu sebeple bu ürünlerin üretilmesinde ve depolanmasında karşılaşılan en büyük sorunlar mikrobiyolojik aktivite ve enzimatik reaksiyonlardır. Avokado meyvesini mikrobiyolojik bozulmalardan koruyabilmek amacıyla daha çok koruyucu maddeler kullanılır. Çünkü avokado meyvesine ısı işlem uygulayarak mikrobiyolojik bozulmalardan korunma sağlamak istense bile ısının etkisi ile meyvenin aromasında istenmeyen kayıplar olmaktadır. Bu yüzden en mantıklı seçenek olarak koruyucular tercih edilir. Bu amaçla avokado meyvesinde sorbik asit (E200) kullanıldığı belirtilmiştir. Ayrıca avokado da enzim aktivitesi de çok yüksek olduğu için sorbik asidin az da olsa enzimler üzerinde de inaktive edici etkiye sahip olduğu bildirilmiştir[49]. Avokado sosu üzerinde yapılan bir çalışmada sorbik asidin 300mg/kg dozunun avokado püresi üzerinde 4 ay boyunca mikrobiyolojik bozulmalara karşı etkili olduğunu göstermiştir[50].

Kullanılan koruyucu maddelerle mikrobiyolojik bozulmalar bir miktar önlense de püre ya da sos olarak işlenen avokado meyvelerinde büyük bir sorunda meyvedeki enzimlerin aktivitesidir. Avokado meyvesinde bulunan Polifenol oksidaz, Lipaz ve Peroksidaz gibi enzimler meyvenin enzimatik bozulmalarında en çok rol alan enzimlerdir. Gıda sanayinde enzimlerin inaktivasyonu için birçok uygulama olsa da her yöntem her meyve ve sebze için uygulanamaz. Avokado püresi, konserve ya da sos üretiminde en çok karşılaşılan enzimatik bozulma sorunu için Vinci et al.[27] tarafından 2006 yılında yapılan bir çalışmada püre haline getirilen örneklerin sorbik asit ,askorbik asit, ve pH'yı düşürmek için sitrik asit ilave edilerek karbondioksit gazı altında paketlere dolun yapılarak püreye işlenen üretim fazlası ürünlerin bu şartlar altında derin dondurucuda (-18) 6 ay süre ile, buzdolabı sıcaklığında (+4) 3 ay süre ile muhafaza edilebileceği bildirilmiştir.

Enzim aktivitesini durdurmak amacıyla işlenmiş avokado ürünlerinin püre, sos vb. ürünler soğukta ya da dondurularak muhafazası amacıyla yapılan çalışmalarda da çok ciddi başarılar sağlanamamıştır. Yüksek oranda su içeriğinden dolayı meyve dondurulup çıkarıldıktan sonra su salımı, aroma kaybı ve doku yapısında bozukluk meydana gelmiştir. Dondurularak muhafaza edilen gıdalarda özellikle lipaz,

lipoksigenaz ve polifenol oksidaz gibi enzimlerin pürenin beslenme değerinin yanında renk ve aromasında önemli değişikliklere neden olduğu bildirilmiştir[51].

Kurutma ile de enzim aktivitesi kontrol edilebilmektedir. Su enzim aktivitesi üzerinde oldukça önemli bir aktiviteye sahiptir. Kurutma işlemi ile ortamda reaksiyona giren maddelerin hareketliliği sınırlandırılarak aktif substrat ve enzim konformasyonu engellenmekte dolayısı ile enzimatik reaksiyonların hızı yavaşlamaktadır. Avokado gibi su içeriği yüksek gıdalarda enzimatik aktiviteyi engellemek amacıyla su aktivitesi kısmı kurutma veya poliol, şeker ve tuz gibi bağlayıcı ajanlarla kontrol edilebilmektedir[52]. Yine aynı şekilde püre üzerindeki enzim aktivitesini azaltmak amacıyla uygulanan ışınlamanın meyvede fizyolojik aktiviteyi yavaşlatarak enzim faaliyetlerini yavaşlattığı belirlenmiştir[52].

Gördüğümüz üzere avokadonun raf ömrünü artırmak amacıyla avokadonun yan ürünü olarak kullanılan avokado püresi, avokado sos, dilimlenmiş ve kurutulmuş avokado ürünlerindeki bu enzimatik ve mikrobiyolojik sorunlara tam anlamıyla bir çözüm bulunamamıştır. Ancak son yıllarda avokado püresi üzerine uygulanan yüksek basınç ve sıcaklık kombinasyonunun püre üzerinde etki olduğuna dair sonuçlara ulaşılmıştır. 2008 yılında Carlaa and Weemeas et. al.[53,54] tarafından yapılan çalışmalarda değişik basınç (300MPa-900MPa) ve sıcaklık (25°C-77°C) kombinasyonlarında enzimlerin 3 boyutlu yapısını bozarak büyük oranlarda enzimleri inaktive etmeyi başarmışlardır ve uygulanan bu yüksek basınç uygulamasının Avokado püresi üretiminde kullanılabilirliğinin oldukça uygun olduğunu ve bu yöntemin uygulanması ile avokadonun kendisine daha geniş pazarlar bulabileceğini vurgulamıştır[66]. Ancak bu yöntem birkaç ülkede uygulanmakta olup çok maliyetli ve zahmetli bir sistem olması sebebiyle gelişmemektedir.

Tüm bu çalışmalardan şunu anlıyoruz ki avokado meyvesi dalından koparıldıktan sonra çok fazla raf ömrü olmayan bir meyvedir. Kaliteli bir besinsel içeriğine sahip bu meyvenin raf ömrünün kısa olmasından dolayı büyük miktarda zayıt yaşanmaktadır. Yaşanan bu zayıtları önlemek amacıyla denenen gıda muhafaza metotlarında uzun süreli bir muhafaza yöntemi geliştirilememiştir. Aynı şekilde avokado meyvesinde üretilen sos, püre vb. ürünlerinde de meyvenin içerdiği enzimatik aktiviteden dolayı bu ürünlerinde kalite kaybı olmadan muhafazasında birkaç yöntem geliştirilse de çok

pahalı ve zahmetli sistemler olduğu için önemsenmemektedir. Tüm bunlara bakarak taze meyve üretimi dışındaki fazla üretimi olan avokado meyvelerinin yağ sanayinde kullanılabilirliğinin artırılarak meyvenin bu şekilde değerlendirilmesi düşünülebilir. Yapılan çalışmalarda avokado yağının kompozisyonun sağlık açısından da çok uygun olduğunu hatta zeytinyağıyla hemen hemen aynı kompozisyonun sahip olduğunu belirlenmiştir. Bu amaçla avokado yağının özelliklerinin incelenmesi faydalı olacaktır.

1.6. Avokado Yağının Bileşimi

Avokado diğer meyvelere göre oldukça yüksek oranda yağ içeriğine sahip bir meyvedir. Avokadonun yağ içeriği zeytinyağının içeriğine çok benzerdir. Meyvenin yağ miktarı hasat zamanına göre değişiyor olsa da %30'lar seviyesine kadar ulaşabilmektedir[2,45]. Türkiye'de ticari olarak yetiştirilen çeşitlerde yapılan bir çalışmada bu oran yağ meyvede %12.2 ile %17.3 arasında değişim göstermiştir[25].

1997 yılında Demirkol [19] tarafından yapılan bir çalışmada Türkiye şartlarında denemeye alınmış 27 çeşit avokado meyvesinin % yağ miktarları incelenmiş en yüksek %22,4 en düşük ise %9,2 olarak bulunmuştur, tüm çeşitlerin ortalaması alındığında ise Türkiye şartlarında denemeye alınmış türlerin ortalama %15,70 oranında yağ içeriğine sahip olduğu görülmüştür.

Avokado yüksek yağ içeriğinden dolayı enerji içeriği de yüksek bir meyvedir. Enerji içeriği yüksek olarak bilinen muzdan üç kat daha fazla enerji içermektedir. Ancak avokado yüksek lif içeriğinden dolayı tüketildiğinde tokluk hissi vermesi yüzünden dolayı az tüketilmekte, dolayısı ile vücuda fazla enerji alımını engellemektedir[55].

Biale et. al.[2] tarafından yapılan çalışmalarda avokado yağının %87.5 trigliserit, %5.65 digliserit, %3.42 monogliserit, %1.71 fosfolipid ve %0.44 serbest yağ asitlerinden oluştuğunu bildirmiştir. Tablo 1.7'de Avokado Yağının Lipid Kompozisyonu verilmiştir.

Tablo 1.7. Avokado Yağının Lipid Kompozisyonu

<i>Avokado Yağı Lipid İçeriği</i>	<i>Miktar (%)</i>
Trigliserit	87.54
Digliserit	5.65
Monogliserit	3.42
Fosfolipid	1.71
Diğerleri	1.22
Serbest Yağ Asitleri	0.44

Avokado yağının yapı bileşenleri olan yağ asitleri kompozisyonuna baktığımızda toplam yağ asidi içerisinde palmitik, palmitoleik, oleik ve linoleik asidin büyük çoğunluğu oluşturduğunu, bunun yanında az miktarda da stearik, linolenik ve araşidik asit bulunduğu bildirilmiştir. Tablo 1.8’de Gölükçü [24] tarafından yapılan Fuerte, Bacon, Hass ve Zutano çeşitlerine ait meyvelerin yağının yağ asidi kompozisyonu ve miktarı verilmiştir.

Tablo 1.8. Fuerte, Bacon, Hass ve Zutano çeşitlerine ait yağların yağ asidi bileşimleri (%)

<i>Avokado Çeşitleri</i>	<i>Yağ Asitleri</i>						
	<i>Palmitik (C16:0)</i>	<i>Palmitoleik (C16:1)</i>	<i>Stearik (C18:0)</i>	<i>Oleik (C18:1)</i>	<i>Linoleik (C18:2)</i>	<i>Linolenik (C18:3)</i>	<i>Araşidik (C20:0)</i>
Bacon	18.66	9.19	0.57	61.93	9.00	0.50	0.14
Zutano	20.07	7.86	0.67	61.88	8.77	0.62	0.13
Fuerte	14.51	5.54	0.63	70.14	8.76	0.28	0.14
Hass	18.52	7.89	0.40	57.82	14.46	0.77	0.14

Avokado yağının yağ asitleri bileşiminin belirlenmesi için birçok çalışma yapılmıştır[56,57,59]. Avokado yağının yağ asitleri üzerine yapılan bu çalışmalarda yağ asitlerinin geniş bir aralıkta dağılım gösterdiği görülmektedir. Bunun sebebi olarak kullanılan avokado çeşidi, hasat zamanı farkı, yetiştirildiği bölgeler gibi faktörlerin etkili olduğu görülmektedir. Nitekim Tablo 1.9’da farklı araştırmacılar tarafından tespit edilen yağ asidi kompozisyonları ve miktarları verilmiştir.

Tablo 1.9. Avokado yağının yağ asidi kompozisyonu (%)

<i>Yağ asidi Çeşidi</i>	<i>Özdemir vd.(2003)</i>	<i>Frega vd. (1990)</i>	<i>Kurlaender (1996)</i>
Palmitik	15.35-22.26	14.5-22.8	9.0-13.0
Palmitoleik	6.33-10.88	4.7-10.7	2.8-4.0
Stearik	0.09-0.30	0.5-0.7	0.4-1.0
Oleik	49.66-66.51	49.5-67.7	69.0-74.0
Linoleik	9.88-15.60	8.9-15.1	10.0-14.0
Linolenik	0.04-0.26	1.0-1.3	1.0-2.0
Araşidik	0.42-0.89	-	-

*Sonuçlar Fuerte çeşidine aittir.

Bu farklılıklara rağmen tüm çalışmalar avokado yağının en önemli yağ asidinin oleik asit olduğunu göstermektedir. Oleik asit, avokado yağının yağ asitlerinin %50'den fazlasını oluşturmaktadır. Oleik asidi miktarca sırasıyla palmitik, linoleik ve palmitoleik asit takip etmektedir. Bu dört yağ asidi avokado yağının yaklaşık % 98 'ini oluşturmaktadır.

Avokado meyvesi içerdiği yağ oranı ve yağ asitleri kompozisyonları ile zeytinyağına çok benzemektedir. Nitekim 2007 yılında Kuinimeri [58] tarafından yapılan çalışmada avokado yağ asidi bileşimi ile zeytinyağı yağ asidi bileşimi kıyaslanmıştır. Tablo 1.10'da Avokado ve Zeytinyağının yağ asidi kompozisyonu karşılaştırılması verilmiştir.

Tablo 1.10. Avokado ve zeytinyağının yağ asidi kompozisyonu karşılaştırması

Yağ Asitleri	Avokado Yağı	Zeytin Yağı
Palmitik Asit (C16:0)	12.5-14.0	8.6-12.9
Palmitoleik Asit(C16:1)	4.0-5.0	0.3-0.7
Stearik Asit(C18:0)	0.2-0.4	2.1-2.8
Oleik Asit(C18:1)	70-74	77.82.6
Linoleik Asit(C18:2)	9.0-10.0	4.6-7.5
Linolenik Asit(C18:3)	0.3-0.6	0.5-0.7
Araşidik Asit(C20:0)	0.1	0-0.6

Avokado yağının yağ asitleri bileşimi incelendiğinde doymamış yağ asitleri %80 seviyeleri önemli yer tutmaktadır. Doymamış yağ asitlerinin büyük bir bölümünü tekli doymamış yağ asitleri oluşturmaktadır[24]. Tablo 1.11 Avokado yağının diğer bazı yağlarla çoklu doymamış yağ asitleri(PUFA), tekli doymamış yağ asitleri(MUFA) ve doymuş yağ asitleri (SFA) yağ asidi karşılaştırılması verilmiştir.

Tablo 1.11. Avokado yağının diğer yağlarla %PUFA,% MUFA ve %SFA yağ asidi karşılaştırılması [Oil Statistic Flavour Website, 1999]

Yağ Çeşitleri	Farklı Yağların Yağ Asidi Çeşitleri		
	Çoklu Doymamış Yağ Asitleri (%)	Tekli Doymamış Yağ Asitleri (%)	Doymuş Yağ Asitleri (%)
Avokado Yağı	3.0	80.0	10.0
Mısır Yağı	43.5	43.0	11.0
Fındık Yağı	18.5	76.0	7.5
Zeytin Yağı	12.0	69.5	16.0
Soya Yağı	43.5	37.0	14.0
Ayçiçek Yağı	59.5	28.5	11.0
Ceviz Yağı	71.0	16.5	9.5

*Kaynak : (Oil Statistic Flavour Website, 1999).

Avokado yağı özellikle yüksek orandaki oleik asit içeriği ile kötü huylu kolestrol olarak bilinen düşük yoğunluklu lipoprotein(LDL) düşüşünü ve iyi huylu kolestrol olarak bilinen yüksek yoğunluklu lipoprotein(HDL) miktarının korunmasını sağlamaktadır[60]. Bu etki düşük yoğunluklu lipoproteinleri artırarak kan kolestrolü düşüşüne neden olan tekli doymamış yağ asitleri sayesinde sağlamaktadır[61].

Hierro et al.,[62] tarafından avokadonun trigliserit bileşimi üzerine bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada Fuerte ve Hass çeşitleri incelenmiş her iki çeşitte en yüksek oranda bulunan trigliseridin OOP olduğu onu sırasıyla miktarda OOO, LOO, LOS, LOP, PoOP, OPP trigliseritlerinin izlediği tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda avokadonun trigliserit kompozisyonunun çeşitten çeşide ve bölgeden bölgeye değişebildiği bildirilmiştir. Bazı çalışmalarda başlıca trigliseritlerin sırası ile OOO, POO, OOL, POL, OLL şeklinde olduğu bildirilmiştir.

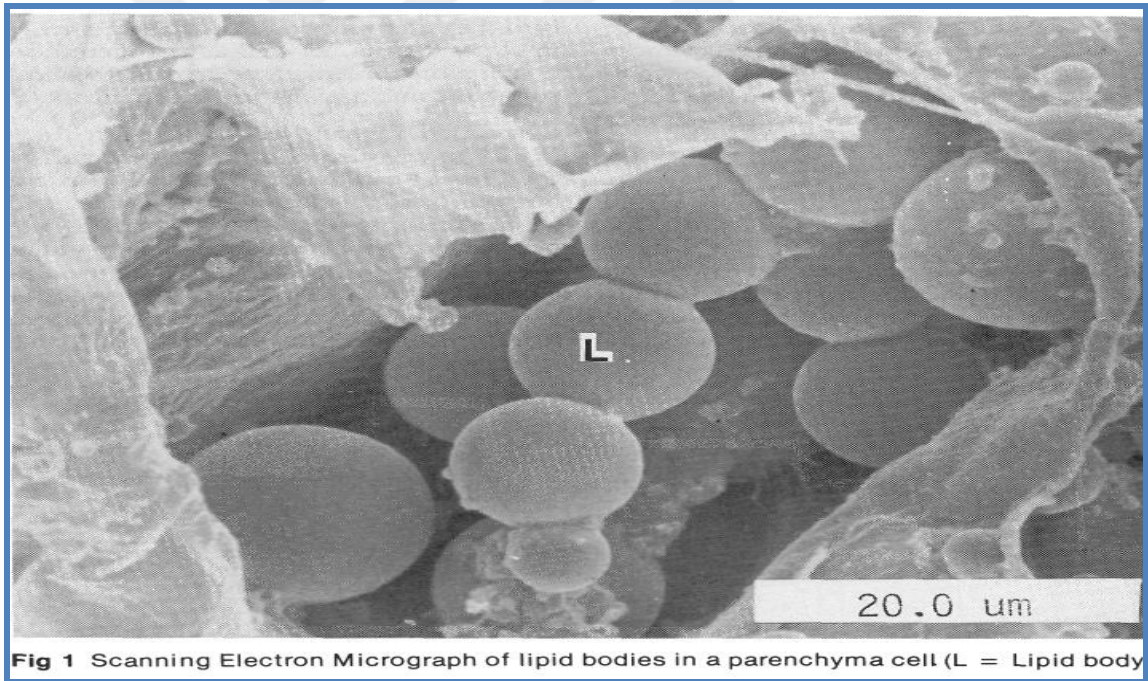
1.7. Avokado Meyvesinden Yağ Eldesi

Avokado yağının kimyasal kompozisyonuna bakıldığında zeytinyağı kadar değerli olduğu görülmektedir. Bu amaçla avokadodan tam verimle yağın alınarak işlenip endüstriyel boyutta kullanımı artırılmalıdır.

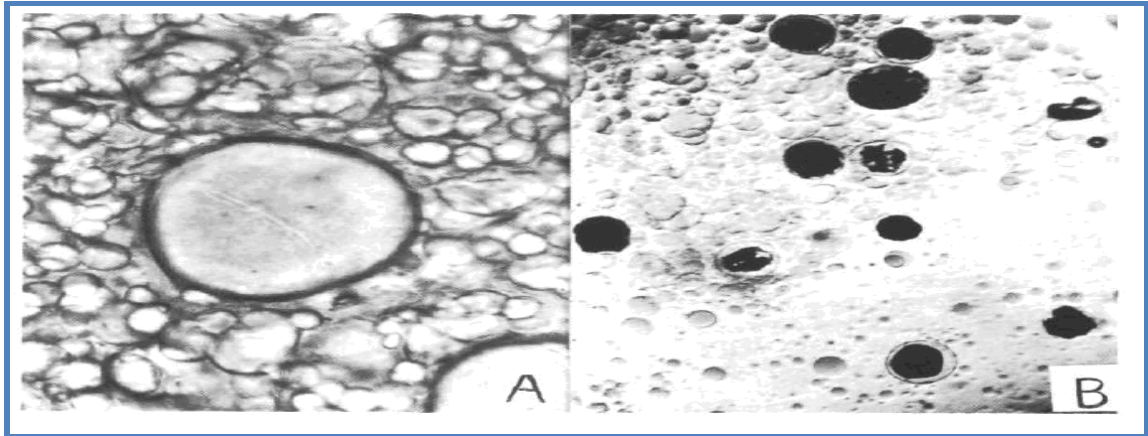
Geleneksel yağ elde etme metotlarında yağlı tohumlardan ya da meyvelerden yağ eldesinde yaygın olarak ham maddeye uygulanan bir takım ön işlemlerin (Basınç, Hamur haline getirme gibi) ardından çözgen ekstraksiyonu ya da press işlemi ile yağ alınır. Nitekim ısı uygulamadan avokado dilimlerinin neminin biraz uçurularak ardından 2000-3000 kg/inç² basınç uygulayarak yağ elde edilebileceği bildirilmiştir[63]. Ayrıca avokado hamurunun ısıtılarak, mezokarp içindeki nemin buharlaştırılması sonrası elde edilen kuru hamura hidrolik basınç uygulanarak yağ eldesi ya da kurutulmuş yada dondurularak kurutulmuş avokado hamuruna pres ve çözgen ile muamele edilerek yağın alınabileceğini bildirmiştir[64,65].

Literatüre bakıldığında avokado meyvesinden genelde yağ elde edilmesinde çeşitli metotların denendiği ancak ağırlıklı olarak hep geleneksel metotlar üzerine çalışıldığı görülmektedir. Meyveden yağ eldesinde ana amaç meyve hücreleri içinde depolanmış olan yağın, hücrelerin çeşitli uygulamalarla parçalanarak hücre dışına çıkarılıp yağın ortamdaki ayrılmasıdır. Avokado dokusu üzerinde yapılan bir çalışmada avokado

meyvesinin ekzokarp, nispeten kalın bir mezokarp, ince etli bir endokarp ve tohumdan oluştuğu bildirilmiştir. Yapılan çalışmada meyvenin ihtiva ettiği yağın büyük bir çoğunluğunun mezokarpta olduğu belirtilmiştir[2]. Avokado meyvesinin mezokarbında ağırlıklı olarak trigliserit yapıda olmak üzere lipidler homojen bir şekilde parankima ve idioblast adı verilen hücrelere dağılmıştır [69]. Bu hücrelerin mezokarp dokusu içinde dağılımı ise %85-89 arasında parankima ve %2-9 arasında idioblast hücreleri şeklindedir[70]. Bu iki hücre parankima ve idioblast hücreleri avokado meyvesinde ki yağ depolanan hücrelerdir[67,68]. Yağ, parankima hücreleri içinde dağılmış damlacıklar halinde bulunurken, idioblast hücrelerinde hücrenin tamamını doldurmaktadır. Şekil 1.11'te Parankima hücresi içinde dağılmış yağ keseciklerinin elektron mikroskobu görüntüsü, Şekil 1.12'de de idioblast hücreleri içindeki büyük yağ keseciklerinin elektron mikroskobu görüntüleri verilmiştir.



Şekil 1.12. Avokado parankima hücresi içindeki yağ keseciklerinin elektron mikroskobu görüntüsü



Şekil 1.13. İdioblast hücreleri içindeki büyük yağ keseciklerinin elektron mikroskobu görüntüleri

Lipitler idioblast hücrelerinde genelde alkoloidler, terpenler, trigliserit şeklinde bulunurken, parankima hücrelerinde ise genelde trigliserit yapı hakimdir. Yapılan bir çalışmada avokado meyvesinde bulunan ve yağ ihtiva eden bu hücrelerin diğer meyve hücrelerinden farklı olarak özelleştiği görülmüştür[73,74]. Yapılan çalışmalarda bu hücrelerin hücre zar ve duvarlarının çok kalın ve sert 3 katlı bir tabakadan oluştuğu görülmüştür. Üç kat şeklinde olan bu hücre duvarları şu şekilde sıralanır; Birincil selülozik duvar, ikincil suberin katmanı ve üçüncül duvar katmanı şeklindedir[71]. Şekil 1.13' de Elektron mikroskobu altında alınmış idioblast hücresinin 3 katmanlı hücre duvarı görüntüsü verilmiştir.

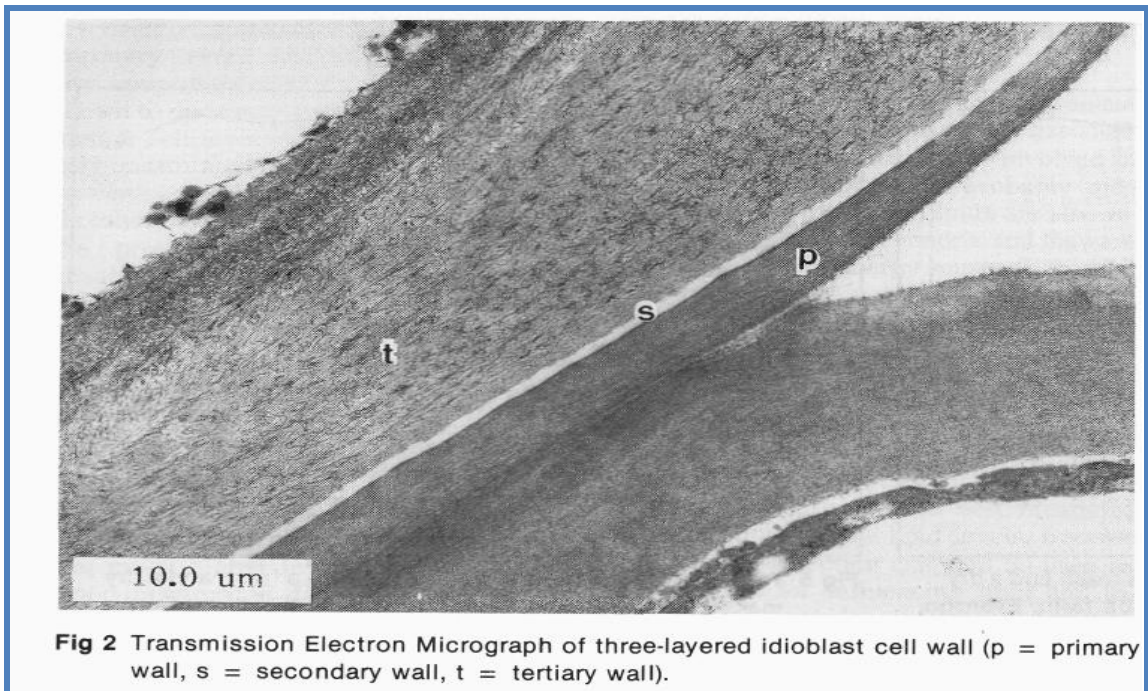


Fig 2 Transmission Electron Micrograph of three-layered idioblast cell wall (p = primary wall, s = secondary wall, t = tertiary wall).

Şekil 1.14. İdioblast hücresine ait özelleşmiş 3 katlı hücre duvarı elektron mikroskobu görüntüsü

Meyve olgunlaşma esnasında ve yağ elde etme esnasında uygulanan bazı işlemlerde birincil duvar olan selülozik katman kolayca parçalanabilmektedir. Bu şekilde parankima hücrelerinden yağ kolayca alınabilir. Ancak İdioblast hücreleri ile bazı hücrelerin duvarlarının olgunlaşma, ısı, enzim, kimyasal ve basınç gibi etkilerle kolay kolay parçalanmadığı belirtilmiştir[69,75].

Bu çalışmalara dayanarak meyvedeki bu hücre duvarlarını parçalamak için farklı uygulamalar denenebilir. Literatüre baktığımızda ise avokado meyvesinden genelde yağ elde edilmesinde çeşitli metodlar denenmiş ancak ağırlıklı olarak hep geleneksel (soxhelet, presleme vb.) metodlar üzerine çalışılmıştır. Tezimizde bu amaçla mikrodalga, ultrasound ve ultra-turrax ve vurgulu elektrik alan(PEF) gibi etkilere maruz bırakılarak alışlagelmiş ön işlemlerin dışında farklı ön işlemler uygulayarak örneklerimizden solvent ekstraksiyonu ile yağ eldesini deneyip farklı yöntemlerin % ham yağ verimi ile yağın kimyasal özelliklerine etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

1.8. Avokado ve İnsan Sağlığı Arasındaki İlişki

Avokado yağlı bir meyve olduğu için insanlar genelde onu tükettikleri zaman kilo alımına neden olacağını düşünmektedir. Ancak yapılan çalışmalarda diyetlerine avokado eklenmiş deneklerde az da olsa ağırlık kaybı olduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedeninin avokadonun yüksek yağ içeriğinden dolayı hızlı bir doyumluk hissi vererek aşırı gıda tüketimini önlemesi ve aynı zamanda bazal metabolizmayı hızlandırması olabileceği ileri sürülmektedir. Yine içerdiği diyet lifleri sayesinde doyumluk hissi vermesi sebebiyle diyetlerde daha az tüketim sağladığı düşünülmektedir[34].

Avokado meyvesinin yağ içeriğinin yüksek, şeker içeriğinin çok düşük olmasından dolayı, diyabetli hastalar için yüksek enerjili bir gıda olarak da kullanılabileceği bildirilmektedir[35].

Avokado, yüksek ve kaliteli protein içeriğiyle sağlık açısından önem arz etmektedir. Özellikle esansiyel aminoasit içeriği yüksek olan et ve ürünleri tüketimi yetersiz olan insanlar (vejeteryan vb.) için alternatif kaynaktır[36,3].

Yapılan çalışmalar avokado meyvesinin antioksidan maddelerce zengin bir kaynak olması sebebiyle sağlık üzerinde olumlu etkileri olduğunu bildirmektedir. İnsanların

yaşamları boyunca vücutlarında oluşan serbest radikallerin vücuda verdiği olumsuz etkileri ancak vücuda alınacak yeterli miktardaki antioksidan madde ile engellenebilir. Avokado meyvesi de antioksidan madde özelliği gösteren Tokoferoller, fenolik maddeler ve E, A ve C vitaminleri ile A vitamininin bir ön maddesi olan β -karoteni yüksek oranda içermesinden dolayı serbest radikallerin olumsuz etkilerinin önleminde önemli bir besin kaynağı olarak görülmektedir[36].

Yine avokado üzerine yapılan çalışmalarda avokado meyvesinin yüksek oranda potasyum ve düşük oranda sodyum minerallerini içermesinden dolayı kan basıncını ayarlamaya yardımcı olarak kalp krizini önlemede yardımcı olduğu bildirilmiştir. Aynı şekilde avokadonun yüksek demir içeriği ile kansızlığı önlemede yardımcı bir meyve olarak değerlendirilebileceği bildirilmiştir[36,37,38].

Avokado özellikle yüksek orandaki tekli doymamış oleik asit içeriği ile kötü huylu kolesterol olarak bilinen düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) düşüşüne ve iyi huylu kolesterol olarak bilinen yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) miktarının korunmasını sağlamaktadır[34]. Bu etki düşük yoğunluklu lipoproteinleri artırarak kan kolesterolü düşüşüne neden olan tekli doymamış yağ asitleri sayesinde sağlanmaktadır[29]. Avokado tüketimiyle cilt kırışması ve kemik kırılabilirliği azaltılmaktadır[39].

2001 yılında Japonya da Smitth et. al.[40] tarafından yapılan bir çalışmada avokado yağında bulunan bazı yağ asidi türevlerinin sağlık üzerinde olumlu etkileri olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada avokado ile beslenen farelerin kontrol deneklerine göre oldukça düşük düzeyde karaciğer zararlanmasına uğradığı tespit edilmiştir. Araştırmada bu etkinin avokado yağında bulunan ve yağ asidi türevleri olan (2E,5E,12Z,15Z)- 1-hydroxyheneicosa-2,5,12,15-tetraen-4-one, (2E,12Z,15Z) - 1-hydroxyheneicosa-2,12,15- trien-4-one ve (5E,12Z)- 2-hydroxy-4-oxoheneicosa-5,12-dien-1-yl acetate bileşiklerinden ileri geldiği düşünülmektedir.

BÖLÜM 2

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışmamızda kullanacağımız avokado meyveleri Alanya Ziraat Odası'nın Tropikal Bitkileri Araştırma bahçesinden temin edilmiştir. Bu bahçede Bacon, Fuerte, Zutano, Hass, Duke, Ettinger, Pinkerton çeşitlerine ait avokado üretimleri yapılmakta ve çiftçilere fide desteği sağlanmaktadır. Çalışmamızda bu türler arasından Türkiye şartlarına en iyi şekilde adapte olan ve ticari olarak üretilip ticari değere sahip olan Bacon, Zutano, Hass, Fuerte ve patenti BATEM'e ait yeni bir çeşit olan Duke çeşitleri kullanılmıştır. Ziraat Odasına ait bahçede bu çeşitlere ait birer tane avokado ağacı pilot olarak seçilmiştir. Yapacağımız analizlerde doğru sonuçların elde edilebilmesi için pilot olarak seçilen bu ağaçlar numaralandırılarak meyve verinceye kadarki bir senelik süreç boyunca kontrol altına alınmıştır. Numaralandırılan ağaçların meyve verme sürecine kadar hepsine aynı miktarda ve zamanlarda gübreleme, sulama ve çeşitli zirai işlemler uygulanmıştır. Şekil 2.1'de Alanya Ziraat Odası bahçesinde numaralandırılarak kontrol altına alınmış ağaçların görüntüleri verilmiştir.



Şekil 2.1. Alanya Ziraat Odası bahçesinde numaralandırılarak kontrol altına alınmış avokado ağaç görüntüleri

Farklı zamanlarda hasat edilen avokado meyvelerinin kimyasal bileşiminde farklılar olduğu bildirilmiştir[25]. Bu amaçla yapacağımız çalışmada homojen sonuçlar elde etmek amacıyla meyvelerinin olgunlaşma periyodu izlenerek aynı hasat döneminde hasat edilerek laboratuvara getirilmiştir.

Hasat edilen meyveler aynı gün içersinde yola çıkarılarak Erciyes Üniversitesi Gıda Araştırma Laboratuvarımıza getirilerek hepsi oda sıcaklığında depolanarak eşit sürede olgunlaştırma tarihine kadar bekletilmiştir. Tablo 2.1’de avokado çeşitlerinin hasat tarihi ve olgunlaşma tarihleri verilmiştir.

Tablo 2.1. Avokado çeşitlerinin hasat ve olgunlaşma tarihleri

Avokado Çeşitleri	Hasat Zamanı	Olgunlaşma Tarihi
Bacon	9 Kasım 2016	18 Kasım 2016
Zutano	9 Kasım 2016	18 Kasım 2016
Fuerte	9 Kasım 2016	18 Kasım 2016
Hass	9 Kasım 2016	18 Kasım 2016
Duke	9 Kasım 2016	18 Kasım 2016

2.1.1. Örneklerin Hazırlanması

Yapacağımız çalışma farklı ön işlemlerin uygulanmasıyla kombine edilmiş ekstraksiyon metotlarıyla elde edilen yağda, farklı ön işlemlerin yağın bazı kimyasal ve fiziksel değerleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Araştırmamızda bir tane yağımız kontrol amacıyla hiçbir ön işlem uygulanmadan geleneksel soxhelet metodu ile elde edilmiştir. Diğer metotlarımızda ise soxhelet ya da solvent ekstraksiyonu uygulamadan önce avokado çeşitlerine şu ön işlemler uygulanarak yağlar elde edilmiştir.

1. Geleneksel soxhelet ekstraksiyonu
2. Ultrasonic su banyosu uygulaması + Solvent ekstraksiyonu
3. Ultra-turrax uygulaması + Soxhelet ekstraksiyonu
4. Mikrodalga uygulaması + Soxhelet ekstraksiyonu
5. PEF uygulaması + Soxhelet ekstraksiyonu

Beş farklı avokado çeşidinden elde edeceğimiz yağlar üzerinde yapacağımız analizlerde kullanacağımız yağı elde ederken örneklerin hepsine aynı ön işlem uygulandıktan sonra

dört farklı etkiye maruz kalan örneklerimizden solvent ekstraksiyonu ile yağ eldesi gerçekleştirilerek analizler yapılmıştır. Bu amaçla olgunlaşan 5 çeşit avokado meyvemizde her grup için rastgele seçilmiş 6 adet avokado meyvesi ayrı ayrı paslanmaz bıçakla soyularak kabuk ve çekirdeklerinden ayrılarak, meyve eti parçalayıcıda (Arçelik K 8135) 2 dakika süreyle parçalanarak homojenize edilmiştir. Şekil 2.2’de parçalayıcıda parçalanarak homojenize edilmiş avokado örnekleri gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Parçalayıcıda parçalanarak homojenize edilmiş avokado örnekleri

2.2. Yöntemler

2.2.1. Yağ Eldesi

2.2.1.1. Geleneksel Soxhelet Ekstraksiyon Metodu ile Yağ Eldesi

Bu analizimiz Mageshni et. al. [76] tarafından yapılan çalışma örnek alınarak gerçekleştirilmiştir. Avokado örneklerimiz ön işleme Arçelik marka parçalayıcıda parçalanarak homojenize edilmiş ve parçalanmış avokado örnekleri kurutma kaplarına konularak vakumlu etüvde (NÜVE) 45°C’de 24 saat boyunca kurutulmuştur.

Kurutulmuş örneklerden 10 gr. kuru örnek tartılarak, bir selüloz kartuşa konularak ağzı kapatılmış ve ardından soxhelet cihazına yerleştirilmiştir. Ardından balona çözen olarak 250 ml. petrol eteri konularak ısıtma tablaları sabit sıcaklıkta (55°C) soxhelet cihazında 8 saat ekstrakte edilmiştir. Süre sonunda balon cihazdan çıkartılarak rotary evaporatörde (HEIDOLPH) 100 rpm dönüş hızı ve 40°C ‘de çözücü buharlaştırılarak karışımdan uzaklaştırılmış ve ham yağımız elde edilmiştir.

2.2.1.2. Ultrasound Uygulaması ile Kombine Edilmiş Solvent Ekstraksiyonu ile Yağ Eldesi

Bu analizimiz Mageshni et.al. [76]'nın çalışmalarında uyguladıkları yöntemler takip edilerek gerçekleştirilmiştir. Avokado örneklerimiz 2 dk boyunca Arçelik marka blendarda homojenize edilmiş ve parçalanmış avokado örneklerinden 100 gr. tartılarak 250 ml.'lik şişelere alınmıştır. Ardından 100W ve 50kHz çalışma şartlarında 30°C'de 1 saat boyunca ultrasonik su banyosunda ultrasound etkiye maruz bırakılmıştır. Su banyosunda suyun sıcaklığı sürekli termometre ile kontrol edilerek su sıcaklığının sabit kalması için ara ara değiştirilerek su sıcaklığı sabitlenmiştir. 1 saat boyunca ultrasound etkiye maruz bırakılmış avokado örnekleri su banyosundan çıkartılarak kurutma kaplarına konulup vakumlu etüvde 45°C 'de 24 saat boyunca kurutulmuştur.

Ardından kurutulmuş örnekten 10 gr. kuru örnek tartılarak 250 ml.'lik şişeye konulmuş ve üzerine 100 ml. petrol eteri konularak 100W ve 50kHz'de 50°C'de 1 saat boyunca ultrasonik su banyosunda bırakılmıştır. Su banyosunun suyun sıcaklığı sürekli termometre ile kontrol edilerek sıcaklığın sabit kalması sağlanmıştır. Süre sonunda şişe içindeki karışım kaba filtre kağıdın dan geçirilip bir balona süzülerek katı kısım ayrılmış balonda kalan çözgen yağ karışımı rotary evaporatör cihazına bağlanarak 100 rpm dönüş hızı ve 40°C çalışma şartları altında çözücü buharlaştırılarak karışımdan uzaklaştırılmış ve ham yağımız elde edilmiştir.

2.2.1.3. Ultra-turrax Uygulaması ile Kombine Edilmiş Soxhelet Ekstraksiyonu ile Yağ Eldesi

Bu analizimiz Mageshni et. al. [76]'nın çalışmalarında uyguladıkları yöntemler takip edilerek gerçekleştirilmiştir. Avokado örneklerimiz 2 dk boyunca Arçelik marka blendarda homojenize edilmiş ve parçalanmış avokado örneklerinden 100 gr. alınarak tartılmış ardından 250 ml.'lik beherin içine konularak 30°C'de 10 dakika boyunca 11000 rpm de ultra-turrax etkiye maruz bırakılmıştır. Süre sonunda elde edilen bulamaç alınarak kurutma kaplarına konulmuş vakumlu etüvde 45°C'de 24 saat kurutulmuştur.

Kurutulmuş örneklerden 10 gr. kuru örnek tartılarak, bir selüloz kartuşa konularak ağzı kapatılmış ve ardından soxhelet cihazına yerleştirilmiştir. Ardından balona 250 ml. petrol eteri konularak ısıtma tablaları sabit sıcaklıkta (55°C) soxhelet cihazında 8 saat

ekstrakte edilmiştir. Süre sonunda balon cihazdan çıkarılarak marka rotary evaporatörde 100 rpm dönüş hızı ve 40°C 'de çözücü buharlaştırılarak karışımdan uzaklaştırılmış ve ham yağ elde edilmiştir.

2.2.1.4. Vurgulu Elektrik Alan(PEF) Uygulaması ile Kombine Edilmiş Soxhelet Ekstraksiyonu ile Yağ Eldesi

Avokadolarımız ön işlemlerle Arçelik marka parçalayıcıda 2 dk süreyle parçalanarak homojenize edilmiş bu parçalanmış avokado örneklerinden 10 gr. tartılarak PEF cihazındaki iki elektrot arasında bulunan hazneye yerleştirilmiştir. Elektrotlar arasında ki kartuşumuz 10 gr. aldığı için bu işlem analiz için yeterli miktar sağlanana kadar devam ettirilmiştir. Örneğimiz 9 kV cm⁻¹, 720 Hz çalışma koşullarında 3 dakika boyunca elektrik alana maruz bırakılmıştır[77]. Süre sonunda örnekler haznedan alınarak kurutma kaplarına konulmuş ve vakumlu etüvde 45°C'de 24 saat boyunca kurutulmuştur.

Kurutulmuş örneklerden 10 gr. kuru örnek tartılarak, bir selüloz kartuşa konularak ağzı kapatılmış ve ardından soxhelet cihazına yerleştirilmiştir. Ardından balona çözücü olarak 250 ml. petrol eteri konularak ısıtma tablaları sabit sıcaklıkta (55°C) soxhelet cihazında 8 saat ekstrakte edilmiştir. Süre sonunda balon cihazdan çıkartılarak rotary evaporatörde 100 rpm dönüş hızı ve 40°C 'de çözücü buharlaştırılarak karışımdan uzaklaştırılmış ve ham yağımız elde edilmiştir. [Laboratuvarımızda bulunan PEF cihazımızın empadans değeri metotta belirtilene göre daha düşük olduğu için analizimiz gerçekleştirilememiştir.]

2.2.1.5. Mikrodalga Uygulaması ile Kombine Edilmiş Soxhelet Ekstraksiyonu ile Yağ Eldesi

Bu analizimiz Mageshni et. al.[76]'nın çalışmasında ki yöntemde bazı modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir.[76] tarafından yapılan çalışmada mikrodalga gücü olarak 1000W'lık bir güçte örnekler kurutulmuş iken biz analizimizde 600W kullandık. Öncelikle avokado örneklerimiz Arçelik marka blendarda parçalanarak homojenize edilmiş ve parçalanmış avokado örneklerinden alınarak mikrodalga fırının dönen yuvarlak plağı üzerine her yöne eşit olacak şekilde çok ince bir tabaka şeklinde 5 mm kalınlığında yayılmıştır. Avokadoyu fırın plağına yaydıktan sonra fırın 600W, 2450

MHz çalışma şartlarına ayarlanmış ve bu şekilde 11 dakika çalıştırılmıştır. Süre sonunda örnekler mikrodalga fırından alınıp petri kablarına konularak 45°C'de 24 saat boyunca kurutulmuştur.

Süre sonunda kurutulmuş örneklerden 10 gr. kuru örnek tartılarak, bir selüloz kartuşa konularak ağzı kapatılmış ve ardından soxhelet cihazına yerleştirilmiştir. Ardından balona çözen olarak 250 ml. Petrol eteri konularak ısıtma tablaları sabit sıcaklıkta (55°C) soxhelet cihazında 8 saat ekstrakte edilmiştir. Süre sonunda balon cihazdan çıkarılarak rotary evaporatörde 100 rpm dönüş hızı ve 40°C'de çözücü buharlaştırılarak karışımdan uzaklaştırılmış ve ham yağımız elde edilmiştir.

2.2.2. Kimyasal Analizler

2.2.2.1. Toplam Yağ Miktarı Tayini (% Ham Yağ Tayini)

Analiz AOAC 1990 [78] da belirtilen prensiplere göre gerçekleştirilmiştir. Örneklerin toplam yağ miktarı soxhelet ekstraksiyon düzeneği ile tayin edilmiştir. Bu amaçla 500 ml hacmindeki cam balonlar etüvde 105±2°C'de iki saat süreyle bekletilerek sabit tartıma gelmeleri sağlanmış ve desikatörde oda sıcaklığına gelmesi beklendikten sonra cam balonların daraları alınmıştır. Kurutulup öğütülen numunelerden 10gr. tartılmış ve önce kaba filtre kağıdına ve kaba filtre kağıdıyla birlikte selüloz bir kartuşa yerleştirilmiştir. Kartuşun üzeri yağsız bir pamukla çözgenin numuneyi dışarı taşımasını engelleyecek şekilde kapatılmıştır. Kartuşlar etüve konularak 103±2°C de iyice kurutulmuştur. Kartuş düzeneğe yerleştirilmiş ve 250 ml. çözen eklenerek ısıtıcı plakalar 55°C'ye ayarlanmıştır. Çözen olarak kaynama noktası çok düşük olan (30°C-50°C) petrol eteri kullanılmıştır. Analize 8 saat süreyle devam edilmiş ve bu sürenin sonunda analiz bitirilmiş, çözen rotary evaporatörde 100 rpm dönüş hızı ve 40°C'de çözücü buharlaştırılarak karışımdan uzaklaştırılmıştır. Balonların içinde çözen kalıntısı olmaması için çözgenin tamamen uzaklaştığından emin olmak için 105°C'de etüvde 1 saat süreyle bekletilmiştir. Ardından etüvdeki balonlar alınarak desikötöre konulmuş ve oda sıcaklığına kadar soğutulmuş ardından son tartım yapılmıştır. Ardından numunelerdeki toplam yağ miktarının hesaplaması aşağıda ki formülle gerçekleştirilmiştir.

$$\%Yağ = [(M1-M2) / m] * 100$$

M1 = Yağ + sabit tartıma getirilen cam balonun ağırlığı

M2 = Sabit tartıma getirilen cam balonun ağırlığı

m = Numune ağırlığı

2.2.2.2. Yağ Asitleri Kompozisyonu

Yağ asitleri analizi AOAC, 1990[78] da belirtilen prensiplere göre gerçekleştirilmiştir. Yağ asitleri niceliklerinin tespiti için; ilk olarak metilleştirme işlemi gerçekleştirilmiştir. 100mg yağ örneği, 3 ml hekzan ve 100 µL 2N metanolla hazırlanmış potasyum hidroksit santrifüj tüplerine alınmış ve 5000 rpm'de 5 dakika boyunca santrifüj edilmiştir. Süre sonunda santrifüj cihazından alınan tüplerin üst kısmındaki berrak kısımdan 1 ml alınarak viallere konulmuş ve Gaz Kromatografisi ile(Agilent GC, model 6890 N) analiz edilmiştir.

GC kolonu olarak Supelco HP 88 kapiler kolon (100m ×0.25mm ID, 0.2 µm HP 88) detektör olarak ta FID (Alev İyonlaştırıcı Detektör) kullanılmıştır. İnjektion hacmi 1µL ve enjektion sıcaklığı 250°C olarak ayarlanmıştır. GC fırın sıcaklığı için bir sıcaklık gradiyenti oluşturulmuş ve 130°C'de 1 dakika beklenmiştir. 170°C'ye 6.5°C/dk'lık artış yapılmış, 215°C' ye 2.75°C/dk'lık artış ve bu sıcaklıkta 12 dk. bekletilmenin ardından, 40°C/dk'lık sıcaklık artışıyla 230°C'ye çıkılmıştır ve bu sıcaklıkta 5 dakika bekletilmiştir. Toplam analiz süresi 40 dakika olarak kaydedilmiştir. Dedektör sıcaklığı 280°C, dedektör H₂ akış hızı 40 ml/dk, kuru hava akış hızı 450 ml/dk ve kolon H₂ akış hızı 1.3 ml/dk, 50/1 oranında split yapılmıştır[79,80,81].

2.2.2.3. Tokoferol Kompozisyonu

Avokado yağında tokoferollerin analizinde Gimeno et. al.[82] çalışmasında kullandığı analiz yöntemi referans alınarak çalışılmıştır. Daha önceden eşit şartlarda avokadoların parçalayıcıda parçalanma aşamasından itibaren hızlı bir şekilde ve karanlık ortamda muhafaza edilerek işlem basamakları yürütülmüştür. Tokoferol analizinde Agilent 1260 Series marka Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi (HPLC), 1260 Guat pompa ile birlikte ve maximum 500µL loop hacminde enjektion kullanılmıştır. Tüm solventler HPLC-grade olacak şekilde Sigma firmasından temin edilmiştir. Aynı şekilde tokoferol

standartları da Sigma firmasından temin edilerek (-20°C)'de soğuk zincirini kırmadan karanlıkta muhafaza edilerek kullanılmıştır. Avokado yağı örneklerimiz 1:10 oranında n-hekzanda seyreltilip filtre edilerek Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi cihazına enjekte edilmiştir. Alfa, beta, gama ve delta tokoferol miktarları, standart kalibrasyon eğrilerinin pik alanlarına dayanılarak hesaplanmıştır.

Çalışma Koşulları :

Cihaz : Agilent 1260 Infinity Series

Kolon : Age C18 reserved-phase coloumn (150cm × 4.4mm I.D., 5µm particle size)

Kolon sıcaklığı : 45°C

Dedektör : Photodiode-array dedection (DAD) , 292 nm ±4

Mobil Faz : Metanol : saf su (96:4 v/v)

Akış Hızı : 2 ml/dk

Enjeksiyon Hacmi : 50µl

2.2.2.4. Trigliserit Kompozisyonu

Avokado yağında trigliserit analizinde Fakhri et. al.[83] çalışmasında kullandığı analiz yöntemi referans alınarak çalışılmıştır. Trigliserit analizinde Agilent 1260 Series marka Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi (HPLC), 1260 Guat pompa ile birlikte ve maximum 500µL loop hacminde enjeksiyon bloğu ile 1260 series dedector cihazları ile birlikte kullanılmıştır. Tüm solventler HPLC-grade olacak şekilde Sigma firmasından temin edilmiştir. Trigliserit pikleri için aynı çalışma koşullarında zeytinyağı, ayçiçeği ve palm yağı cihazımıza verilerek elde edilen kromatogramlardan ayçiçek, zeytinyağı ve palm yağındaki hakim olan trigliseritlerinin yerleri belirlenmiştir. Aynı şartlarda avokado yağının cihaza verilmesiyle elde edilen pikler daha önceki ortaya çıkan trigliserit pikleriyle karşılaştırılarak avokado yağımızın trigliserit piklerinin yeri tespit edilmiştir. Avokado yağı örneklerimizden 0.2 gr. tartılarak bir tüpe konulmuştur. Daha sonra üzerine 10 ml. aseton eklenerek tüplerin ağzı kapatılmıştır. Tüplerdeki örneklerimiz 5000 rpm de 5 dk. boyunca santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örneklerimiz daha sonra 0.20µm'lik selüloz enjeksiyon filtrelerden geçirilerek viallere konulmuş ve cihazımıza enjekte edilmiştir. Trigliserit miktarları, toplam pik alanın, tespit edilen piklerin alanlarına bölünmesi ile (% alan) olarak hesaplanmıştır.

Çalışma Koşulları :

Cihaz : Agilent 1260 Infinity Series

Kolon : Age C18 reserved-phase coloumn (250cm × 4.6 mm I.D., 5µm particle size)

Kolon sıcaklığı : 30°C

Dedektör : Refrektif İndex Dedektör (RID)

Mobil Faz : Aseton : Asetonitril (70:30 v/v)

Akış Hızı : 1 ml/dk

Enjeksiyon Hacmi : 50µl



BÖLÜM 3

BULGULAR TARTIŞMA

3.1. Avokado Çeşitlerinin Ham Yağ Sonuçları

3.1.1. Avokado Çeşitlerinin % Ham Yağ Miktarları

Literatüre bakıldığında avokado meyvesinden genelde yağ eldesin de çeşitli metotlar denendiği ancak ağırlıklı olarak geleneksel metotlar üzerine çalışıldığı görülmüş, bu amaçla avokado meyvesinden farklı metotlarla yağ eldesi amaçlanmıştır. Bu çalışmayı yapmamızın ana sebebi, literatür taraması esnasında karşılaşılan avokado meyvesinin diğer meyvelerden farklılaşmış bir hücre yapısı olmasıdır. Maron, Postek ve Mariani, et. al.[72,73,74] tarafından verilen bilgilerde avokado meyvesinin özelleşmiş 3 katlı bir hücre duvarı katmanına sahip olduğunu ve Awad et. al.[75] tarafından belirtildiği gibi bu katmanlardan birincil katmanın olgunlaşma ve yağ eldesin de uygulanan bazı işlemlerde kolayca parçalandığı ancak idioblast hücreleri ile bazı hücrelerin duvarlarının geleneksel yöntemlerle yağ eldesi proseslerinde uygulanan sıcaklık, enzim, basınç, kimyasal madde gibi etkilerle kolay kolay parçalanmadığı belirtilmiştir.

Bu bilgiler ışığında çalışmamızda geleneksel yöntemlerle parçalanması zor olan bu özelleşmiş hücre duvarlarının parçalanması amaçlanmış ve farklı ekstraksiyon metotları ile elde edilen avokado çeşitlerine ait yağın % ham yağ verimine, farklı metotların etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır.

Yaptığımız çalışmalarda farklı metotların % ham yağ verimine etkisinin sonuçları incelendiğinde avokado çeşitlerine uygulanan her farklı metotta sonuçların değiştiği gözlemlenmiştir. Çalışmamızda kullandığımız Bacon, Fuerte, Hass, Zutano ve Duke çeşitlerinin hepsinde 3 paralelli olacak şekilde çalışılarak % ham yağ verileri elde edilmiştir. Tablo 3.1'de Ekstraksiyon yöntemlerinin her çeşide göre % ham yağ

verilerinin istatistiksel olarak gruplandırılmış tablosu verilmiştir. Tablo da gösterilen büyük harf semboller sütunsal farklılıkları ifade ederken küçük harfli semboller satırlar arasında ki farklılıkları ifade etmektedir.

Tablo 3.1. Farklı ekstraksiyon yöntemlerine göre avokado çeşitlerinin % ham yağ miktarlarının istatistiksel olarak gruplandırılması

Meyve Çeşitleri	Yağ ekstraksiyon metotları			
	Soxhelet	Ultraturrax+S.E.	Ultrasound+S.E.	Mikrodalga+S.E.
Bacon	58,02±1,33 ^{Aa}	59,20±0,47 ^{Ab}	62,33±1,25 ^{Ac}	63,88±0,17 ^{Ad}
Fuerte	65,77±0,58 ^{Ba}	66,96±0,78 ^{Bab}	68,21±0,99 ^{Bc}	67,87±0,28 ^{Bd}
Zutano	51,75±1,02 ^{Ca}	52,78±0,47 ^{Cab}	53,60±0,38 ^{Cc}	54,90±0,83 ^{Cd}
Hass	61,81±0,90 ^{Da}	62,98±0,83 ^{Dab}	63,69±0,45 ^{Ac}	66,15±1,13 ^{Dd}
Duke	31,89±0,29 ^{Ea}	32,20±0,43 ^{Eab}	33,28±0,45 ^{Ec}	34,08±0,82 ^{Ed}

*Sonuçlar 100gr kurutulmuş meyvedeki % Ham Yağ miktarıdır.

Tablo 3.1'den de görüldüğü üzere standart soxhelet metodu ile en fazla yağ oranına sahip meyve çeşidinin %65,77±0,58 ile Fuerte çeşidi olduğu tespit edilmiştir. Onu sırası ile %61,81±0,90 ile Hass, %58,02±1,33 ile Bacon ve %51,75±1,02 ile Zutano çeşidi izlemiştir. En az yağ oranına sahip çeşit ise %31,89±0,29 ile Duke çeşididir. Soxhelet metodu ile elde edilen % ham yağ miktarlarının sütunsal olarak yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında her çeşidin birbirinden farklı sonuçlar gösterdiği görülmüştür. Her çeşit arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (p<0.01). Çalışmamızda elde ettiğimiz % ham yağ verilerinin Gölükçü ve Mageshni et. al. [24,76] tarafından avokado yağında yapılan çalışmaların sonuçlarıyla benzer olduğu görülmüştür.

Tablo 3.1'den de görüldüğü üzere ultra-turrax metodu ile elde edilen en fazla yağ oranına sahip meyve çeşidinin %66,96±0,78 ile Fuerte çeşidi olduğu tespit edilmiştir. Onu sırası ile %62,98±0,83 ile Hass, %59,20±0,47 ile Bacon ve %52,78±0,47 ile Zutano çeşidi izlemiştir. En az yağ oranına sahip çeşit ise %32,20±0,43 ile Duke çeşididir. Ultra-turrax metodu ile elde edilen % ham yağ miktarlarının sütunsal olarak yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında her çeşidin birbirinden farklı sonuçlar gösterdiği görülmüştür. Her çeşit arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur (p<0.01). Çalışmamızda elde ettiğimiz % ham yağ verilerinin Mageshni et. al.[76] tarafından yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlarla benzer olduğu görülmüştür.

Tablo 3.1'de görüldüğü üzere ultrasound uygulama ile en fazla yağ oranına sahip meyve çeşidinin %68,21±0,99 ile Fuerte çeşidi olduğu tespit edilmiştir. Onu sırası ile

%63,69±0,45 ile Hass, %62,33±1,25 ile Bacon, %53,60±0,38 ile Zutano çeşidi izlemiştir. Bu yöntemle en az yağ oranına sahip meyve çeşidinin ise %33,28±0,45 ile Duke çeşidi olduğu görülmüştür. Ultrasound metodu ile elde edilen % ham yağ miktarlarının sütunsal olarak yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında her çeşidin birbirinden farklı sonuçlar gösterdiği görülmüştür. Her çeşit arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.01$). Çalışmamızda elde ettiğimiz % ham yağ verilerinin Mageshni et. al.[76] tarafından yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlarla benzer olduğu görülmüştür

Tablo 3.1’de avokado türlerine ait mikrodalga uygulama ile elde edilen % ham yağ verileri verilmiştir. Tablo 3.1’den de görüldüğü üzere en fazla yağ oranına sahip meyve çeşidinin %67,87±0,28 ile Fuerte çeşidi olduğu tespit edilmiştir. Onu sırası ile %66,15±1,13 ile Hass çeşidi, %63,88±0,17 ile Bacon çeşidi, %54,90±0,83 ile Zutano çeşidi izlemiştir. Bu yöntemle en az yağ oranına sahip meyve çeşidinin ise %34,08±0,82 ile Duke çeşidi olduğu görülmüştür. Mikrodalga metodu ile elde edilen % ham yağ miktarlarının sütunsal olarak yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında her çeşidin birbirinden farklı sonuçlar gösterdiği görülmüştür. Her çeşit arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

3.1.2. Uygulanan Farklı Ön İşlemlerin % Ham Yağ Miktarına Etkisi

Yapılan analizlerde her metot birbirinden bağımsız olarak değerlendirilerek sütunsal olarak istatistiksel analiz yapıldığında her yöntemde çeşitler arasındaki ham yağ miktarları arasında istatistiksel fark görülmüştür, buradan her avokado çeşidinin birbirinden farklı oranlarda yağ miktarına sahip olduğu görülmektedir.

Tablodaki veriler incelendiğinde ultrasound ve mikrodalga uygulamanın kombine edilmesiyle elde edilen ham yağ miktarlarının geleneksel soxhelet metodu yöntemi ile elde edilen yağ verilerine göre istatistiksel açıdan anlamlı bir artış gösterdiği, ultraturax metodu ile elde edilen verilerin ise istatistiksel açıdan hem geleneksel metoda hem de diğer metotlara benzerlik gösterdiği görülmüştür. Tüm sonuçlar incelendiğinde metotlar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0.01$).

Tüm avokado çeşitlerinde ultrasound ve mikrodalga uygulamasının ham yağ eldesin de bir verim artışı sağladığı, ultra-turrax uygulamanın ise hem geleneksel soxhelet hem de

diğer metotlar arasında kaldığı görülmüştür. Metotlar arası ve çeşitler arası farklılığa baktığımızda en verimli sonuçların $68,21 \pm 0,99$ ile Fuerte meyvesinden ultrasound uygulama ile kombine edilerek elde edilen yağda olduğu görülmektedir. Onu Fuerte meyvesinde mikrodalga uygulama ile kombine edilerek uygulanan yöntemle elde edilen yağ miktarı izlemiştir. En az verimin ise Duke çeşidinden geleneksel yöntemle elde edilen yağda görülmüştür. Fuerte çeşidinde en verimli ultrasound metodu olarak belirlenirken diğer tüm çeşitlerde en yüksek verim artışını mikrodalga uygulama ile kombine edilen soxhelet metodu yönteminin sağladığı görülmüştür. Tüm meyvelerin sonuçları incelediğinde verime en çok etki eden metotlar arası bir sıralama yapıldığında Mikrodalga uygulama>Ultrasound uygulama>Ultraturrax Uygulama \geq Geleneksel soxhelet metodu şeklinde bir sıralamanın elde edildiği görülmektedir. Çeşitler arası yüksek yağ içeriği sıralaması yapıldığında ise Fuerte>Hass>Bacon>Zutano>Duke şeklinde bir sıralama elde edildiği görülmektedir. Literatür çalışmaları incelediğinde Gölükçü [24] tarafından avokado yağı üzerine yapılan çalışmada geleneksel soxhelet metodu ile elde edilen yağ verilerinde aynı bu verim sırasının elde edildiği görülmektedir.

Tablo 3.1’de tek bir çeşidi ele alarak incelediğimizde ise sonuçları daha net olarak görebiliriz. Avokado çeşitlerimizden Fuerte çeşidine ait meyvenin sonuçlarını incelediğimizde soxhelet metodu ile elde edilen % ham yağ miktarı $65,77 \pm 0,58$ olarak belirlenmiştir. Aynı şekilde ultrasound su banyosu uygulaması ile kombine edilmiş solvent ekstraksiyonu ile elde edilen % ham yağ miktarı $68,21 \pm 0,99$ olarak saptanmıştır. Bu sonuçlar incelendiğinde bu yöntemle elde edilen yağ miktarında geleneksel soxhelet yöntemi ile elde edilen yağ miktarından %3,71 oranında verim artışı olduğu görülmüştür.

Kim et. al. [86] tarafından yapılan bir çalışmada ultrasound etkinin ısısal olmayan etkili bir ekstraksiyon metodu olarak kullanılabileceği ve ultrasound uygulamanın hücre duvarlarını mekanik olarak parçalayarak materyal aktarımı sağladığını bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada hücre duvarının yıkılmasıyla hücre içindeki sıvı ekstraktın ultrasound etkiyle hücre dışına kolayca çıktığı belirtilmiştir.

Ultrasound uygulama ile hücre duvarı ortadan kalktığından bu yöntemle yapılan ekstraksiyon işlemi diğer ekstraksiyon yöntemlerine göre daha hızlıdır. Ayrıca

ultrasound uygulama ile partikül çapının azalmasıyla, katı ve sıvı maddeler arasındaki etkileşim yüzey alanı artar. Ultrasound uygulamanın mekanik aktivitesi, solventin dokulara doğru olan dağılımını hızlandırmakta ve hücre duvarı yıkıldığı için hücre içi bileşenin çözücü solvente kolayca geçtiğini bildirilmiştir[87].

Yapılan başka bir çalışmada ultrasound etkinin, yağ damlacıklarının hücre içinde hareketlendirilmesine yol açtığı ve ultrasound uygulama ile hücre membran geçirgenliğine etki ederek hücre içindeki yağ damlacıklarının hareketlenerek tahrip olan hücre zarından hücre dışına çıktığı bildirilmiştir[88].

Ultrasound uygulama kolza, soya ve ayçiçeği gibi yağlı tohumlardan yağ ekstraksiyonunda kullanılmış ve ultrasound uygulama ile yapılan ekstraksiyonda, katı materyal üzerinde "sünger etkisi" denilen bir etki oluşturduğu ve ultrasonik titreşim hareketleri ile mekanik basınç dalgalarına neden olarak katının içindeki sıvının çıkmasına ve dış ortamdaki sıvının katının içerisine girmesine neden olarak, daha verimli bir ekstraksiyon işlemi gerçekleştirilebileceği bildirilmiştir[89].

Bimacr et. al.[90] tarafından yapılan bir çalışmada kış kavunu tohumundan ultrasound eşliğinde (500W, 20kHz aralığında 20-40 dk. aralığında değişen sürelerde 5gr tohum/50ml çözügen) yağ ekstrakte edilerek yağ verimliliği, yağ asitleri profili, antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde miktarı soxhelet ekstraksiyonu ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada soxhelet yöntemi ile elde edilen yağ veriminin daha düşük olduğu ancak diğer parametrelerin daha yüksek miktarlarda elde edildiği bildirilmiştir.

Zhang et. al.[91] tarafından yapılan çalışmada keten tohumundan ultrasound eşliğinde yağ ekstrakte ederek işlem verimliliğini ve yağ asidi profilini, mesarasyon yöntemi ile yağ eldesi ile kıyaslamışlardır. Yapılan çalışmada ultrasound uygulamanın bir verim artışı sağladığı bildirilmiştir.

Jimenez et. al.[92] zeytin ezmesine yüksek güçte doğrudan ($105W\text{ cm}^{-2}$, 24kHz, ultrasonic uç) ve dolaylı (150W, 25kHz, su banyosunda) ultrason uygulamasının zeytin yağı verimine ve karakteristik özelliklerine(peroksit, serbest asitlik, tokoferol vb.) etkisini araştırmışlardır. Her iki uygulamada oluşan verimin konvansiyonel malaksiyon uygulamasından daha verimli olduğu bildirilmiştir.

Aydar vd.[93] tarafından yapılan çalışmada ultrasound uygulamanın zeytin meyvesinden yağ eldesin de ekstraksiyon süresi, verimi, tokoferol vb maddelere etkisini incelemişlerdir. Zeytin meyvesindeki toplam yağ miktarından ekstrakte edilebilen yüzde zeytinyağı oranı ekstraksiyon verimi olarak tanımlamışlar ve zeytinyağı üretiminde ultrasound uygulanmasıyla yağ ekstraksiyonunda %1.2-3.6 arasında artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Çalışmamızda elde edilen %3,71'lik verim artışı, Kim,S., Dikilitaş,M. ve Pohlman,W.F. et. al. [86,87,88] tarafından belirtildiği gibi hücre duvarlarının ultrosund uygulamanın mekanik etkisiyle daha çok parçalandığı, geleneksel yöntemlerle kolay kolay parçalanmayan idioblast hücrelerine ait duvarların daha fazla hasar alarak parçalandığı, ultrasound etki ile hareketlenen yağ damlacıklarının tahrip olan hücre membranlarından hücre dışına çıkarak çözücü solvente karıştığı ve solventin dokulara daha hızlı ve yüksek oranda dağılmasından dolayı hücrelerden daha fazla yağ elde edilmesine neden olduğu düşünülmektedir. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında tüm avokado çeşitlerinde ultrasound su banyosu ile kombine edilmiş solvent ekstraksiyonu ile elde edilen yağ miktarının, geleneksel soxhelet metodu ile elde edilen yağ miktarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış gösterdiği bulunmuştur ($p<0.01$).

Aynı şekilde Fuerte çeşidimizin mikrodalga sonuçlarını incelendiğimizde mikrodalga uygulama ile kombine edilmiş solvent ekstraksiyonu ile elde edilen ham yağ miktarı %67,87±0,28 olarak bulunmuştur. Bu yöntemle elde edilen yağ miktarının geleneksel soxhelet metodu ile elde edilen yağ miktarından %3,19 oranında bir verim artışı sağladığı görülmüştür.

Mikrodalgalar 1 mm ile 1 m arasında dalga boyuna sahip 300 Mhz ile 300 Ghz frekans aralığında bulunan elektromanyetik dalgalardır. Mikrodalgalar magnetron tüpü adı verilen bir mekanizmadan üretilerek bir kanal yardımı ile fırın boşluğuna salınırlar ve gıdalar üzerinde bir ısı oluştururlar [94].

Nitekim bu ısının oluşmasında iki farklı mekanizmadan bahsedilmiştir. Oliveria et. al. [95] bir malzemenin mikrodalga ile ısıtılması uygulanan elektrik alan şiddetinin bir sonucu olarak iyonik bileşenlerin harekete geçmesi ile ya da uygulanan elektrik alanın genlik değişimine bağlı olarak moleküllerin önce polarize daha sonra depolarize olmaya

çalışırken ortaya çıkardıkları salınım hareketinin bir sonucu olarak gerçekleştiği bildirilmiştir.

Başka bir çalışmada gıda materyallerinin mikrodalga enerjisini direkt iç kısımlarına absorbe etmesi ve bu enerjiyi ısıya dönüştürmesi şeklinde açıklanmıştır. Vadivambal et. al. [96] çalışmasında mikrodalga uygulaması ile hücre içinde polar (H_2O) ya da ufak iyonik bileşiklerin (Na^+, Cl^-) değişen elektrik alan sayesinde sürekli yön değiştirdikleri bu yön değişmesi sonucu hücre içinde meydana gelen bu hareketliliğinin hücre içinde hızlı bir sıcaklık artışına sebep olduğu bildirilmiştir. Bu hızlı sıcaklık artışı ile hücre içinde bir anda yüksek derecelerde ısı oluşmakta ve bu ısı sebebiyle başta hücre duvarı olmak üzere hücre içindeki birçok yapı hızlı bir şekilde deforme olmaktadır[94].

Moreno et. al. [97] yapmış oldukları çalışmada mikrodalga enerjisi kullanılarak elde edilen avokado yağ veriminin, konvansiyonel soxhelet uygulamasından daha fazla olduğunu belirtirken; yağ ekstraksiyonu için sadece soxhelet yöntemi uygulandığında verimin %54 olduğunu, soxhelet ekstraksiyonu ve mikrodalga ön işlemleri birleştirildiğinde ise ekstraksiyon veriminin %97'ye çıktığını bildirmişlerdir. Bu sonuçlarında bizim verilerimizle uyduğu görülmüştür.

Kanitkar et. al. [98] soya fasulyesi yağı ekstraksiyon süresinin soxhelet yönteminde 12 saat iken mikrodalga destekli sistemde 20 dakika olduğunu ve mikrodalga destekli ekstraksiyon ile elde edilen soya yağı verimlerinin tüm zaman - sıcaklık kombinasyonlarında geleneksel soxhelet yöntemine göre daha yüksek olduklarını belirlemişlerdir.

Kanitkar et. al.[98] diğer bir çalışmaları olan pirinç kepeğinde yağ ekstraksiyon verimi içinde benzer sonuçlar bulmuşlardır.

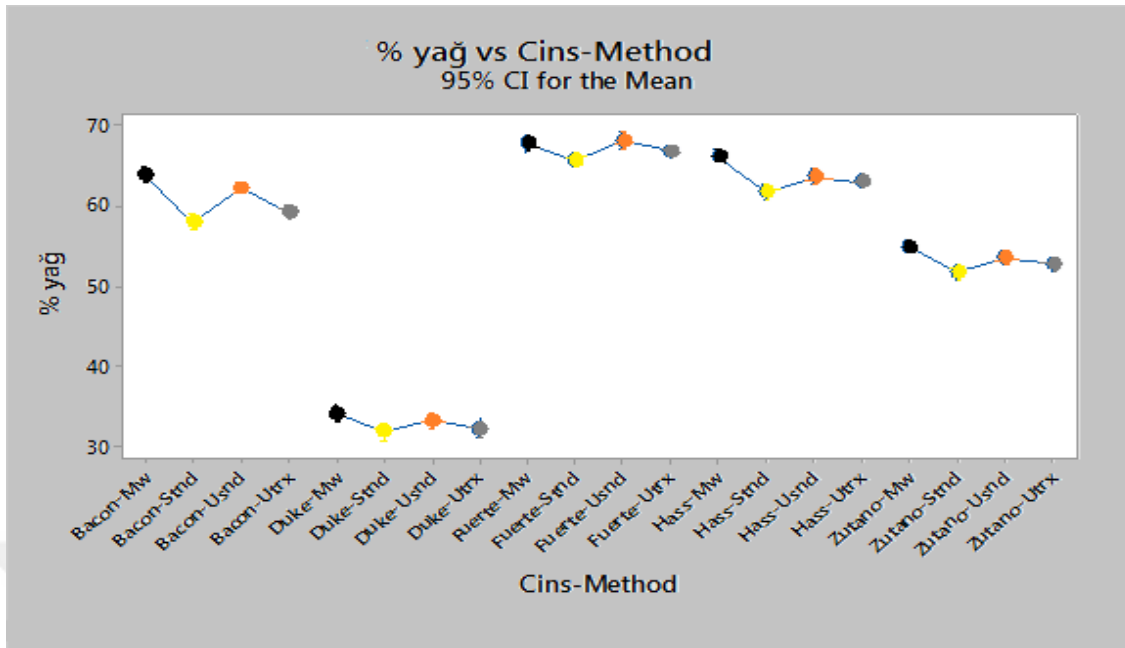
Kittiphoom et. al.[121] tarafından mango tohumundan yağ eldesinde mikrodalga uygulamanın elde edilen yağın verim ve bazı özelliklerine etkisini incelemiştir. Mango tohumlarına çeşitli güçlerde (110W-330W-550W) ve sürelerde(0sn.-30sn.-60sn.-90sn.-120sn.-150sn.) mikrodalga etkiye maruz bırakmıştır. Analiz sonucunda mikrodalga uygulamanın gücü ve süresi arttıkça yağ eldesinde başlangıç miktarına göre sürekli bir verim artışı sağladığı görülmüştür. 110Watt güçte ve 150sn. süreli bir mikrodalga uygulama sonunda yaklaşık %90 oranında bir verim artışı sağlandığı bildirilmiştir.

Çalışmamızda geleneksel soxhelet metodu ile yağ elde ederken avokado hücrelerinin parçalanmayan bir kısım hücre duvarının, mikrodalga hücre içinde oluşturduğu yüksek sıcaklık değerleri sayesinde parçalandığı ve daha fazla hücre içindeki yağın solvent yardımı ile hücre dışına alınması sonucu yağımızda bir verim artışına neden olduğu düşünülmektedir. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarında tüm avokado çeşitlerinde mikrodalga ile kombine edilmiş solvent ekstraksiyonu ile elde edilen yağ miktarının, geleneksel soxhelet metodu ile elde edilen yağ miktarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış gösterdiği bulunmuştur ($p < 0.01$).

Fuerte çeşidimizin ultra-turrax sonuçlarını incelediğimizde ultra-turrax uygulama ile kombine edilmiş solvent ekstraksiyonu ile elde edilen ham yağ miktarı $66,96 \pm 0,78$ olarak bulunmuştur. Bu yöntemle elde edilen yağ miktarının geleneksel soxhelet metodu ile elde edilen yağ miktarından $1,80$ oranında bir verim artışı sağladığı görülmüştür.

Mageshni et. al.[76] çalışmalarında belirttiği üzere ultra-turrax aslında bir homojinazatör olarak görev yapmaktadır. Ancak cihazın uç kısmına yerleştirilen bazı aparatlarla hücre parçalayıcı gibi özellikler kazandırılabilir. Bu amaçla avokado hücrelerinde bulunan özelleşmiş hücre duvarlarının ultra-turrax ile parçalanabileceği düşünülerek çalışmamızda ultra-turrax kullanılmıştır. Ancak avokado çeşitlerinin hepsinde istatistiksel olarak geleneksel soxhelet metoduna göre bir farklılık bulunamamıştır. Ultra-turrax sonuçlarının hem soxhelet hem de diğer metotlara benzerlik gösterdiği gözlemlenmiştir.

Tüm meyve çeşitleri ve metotlar arasında 95 güven aralığında Fisher LSD Metot tek yönlü ANOVA istatistiksel çalışması ile $\%$ ham yağın cins-metot ilişkisinin istatistiksel sonucu Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Grafikte verilen siyah renkler mikrodalga verilerini, sarı renkler standart soxhelet verilerini, turuncu renkler ultrasound verilerini ve gri renklere ultra-turrax verilerini temsil etmektedir. Bu renklere metotların her avokado çeşidinde yarattığı etki görülmektedir.



Şekil 3.1. Avakodo Cins ve Analiz metoduna göre yapılan tek yönlü ANOVA analizi Method-Cins gruplarının % ham yağ dağılım grafiği

3.2. Yağ Asidi Kompozisyonları

3.2.1. Avokado Çeşitlerinin Yağ Asitleri Kompozisyonları ve Miktarları

Avokado meyvesi içerdiği yağ oranı ve yağ asitleri kompozisyonları ile zeytinyağına çok benzemektedir. Çalışmamızda avokado yağındaki toplam yağ asitlerinin %98'ini oluşturan 7 farklı yağ asidi (Palmitik asit, palmitoleik asit, stearik asit, oleik asit, linoleik asit, linolenik asit ve arasidik asit) tespit edilmiştir. Farklı yöntemlerle elde ettiğimiz 5 çeşit avokado yağlarının içinde en fazla bulunan yağ asidinin tekli doymamış yağ asidi olan oleik asit (C18:1) olduğu görülmüştür. Oleik asidi sırasıyla palmitik asit (C16:0) , linoleik asit (18:2) ve palmitoleik asit (C16:1) takip etmektedir. Avokado meyvelerinin doymamış yağ asidi miktarları şu şekilde gözlemlenmiştir. Meyve çeşidine ve yağın elde edildiği metoda göre değişmekle birlikte oleik asit miktarı % 57,44±1,53 ile %34,46±0,41 arasında, linoleik asit miktarının %17,66±0,82 ile %10,60±0,49 arasında, linolenik asit miktarlarının %1,93±0,26 ile % 0,25±0,07 arasında, palmitoleik asit miktarının ise %14,30±0,23 ile %5,46±0,08 arasında değişim göstermektedir. Yine aynı şekilde meyve çeşidine ve yağın elde edildiği metoda göre değişmekle birlikte meyvelerin doymuş yağ asidi miktarları ise şu şekilde gözlemlenmiştir; palmitik asit %35,94±0,07 ile %16,15±0,56 arasında, stearik asit miktarı %5,65±0,16 ile %0,54±0,30 arasında, arasidik asit miktarı %0,76±0,26 ile

%0,08±0,02 arasında değişim göstermektedir. Avokado meyvelerindeki yağ asitleri miktarları incelendiğinde tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) miktarının ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarının, doymuş yağ asidi (SFA) miktarına göre oldukça fazla olduğu görülmüştür. Bunun da insan sağlığı açısından önemli olduğu bilinmektedir. Uygulanan farklı metotlar sonucunda elde edilen yağ asidi kompozisyonları her avokado çeşidi için ayrı ayrı ele alınarak uygulanan farklı işlemlerin yağ asidi kompozisyonu üzerine etkisi ortaya konmaya çalışılmıştır. Tablo 3.2'de Ekstraksiyon yöntemlerinin her çeşide göre yağ asidi verilerinin istatistiksel olarak gruplandırılmış tablosu verilmiştir. Tablo 3.2 de büyük harf ile gösterilen semboller sütunsal farklılıkları ifade ederken küçük harf ile gösterilen semboller satırlar arasında ki farklılıkları ifade etmektedir.

Tablo 3.2. Farklı ekstraksiyon yöntemlerine göre avokado çeşitlerinin yağ asidi verilerinin istatistiksel olarak gruplandırılması

Yağ Asidi	Metotlar	BACON	FUERTE	ZUTANO	HASS	DUKE
Palmitik Asit	Soxhelet	17,30±0,47 ^{Aa}	20,82±1,40 ^{Ba}	23,50±0,99 ^{Ca}	28,24±0,59 ^{Da}	32,02±0,53 ^{Ea}
	Ultrasound	16,15±0,56 ^{Ab}	19,84±1,22 ^{Bab}	19,04±0,95 ^{Bb}	24,65±0,37 ^{Cb}	28,45±0,31 ^{Db}
	Ultraturrax	17,37±0,66 ^{Aa}	20,65±1,03 ^{Ba}	22,74±0,50 ^{Ca}	26,32±0,74 ^{Dc}	33,19±0,75 ^{Ea}
	Mikrodalga	18,06±0,14 ^{Aac}	22,95±1,14 ^{Bc}	24,13±0,26 ^{Cc}	33,03±0,30 ^{Dd}	35,94±0,07 ^{Ed}
Palmitoleik Asit	Soxhelet	6,62±0,42 ^{Aa}	5,90±0,57 ^{Aa}	12,96±0,59 ^{Ba}	11,92±0,89 ^{Ba}	7,16±0,32 ^{Aa}
	Ultrasound	6,89±0,94 ^{Aa}	6,27±0,73 ^{Ab}	14,30±0,23 ^{Bab}	13,46±1,05 ^{BCa}	8,22±0,50 ^{Aa}
	Ultraturrax	6,23±0,38 ^{Aa}	5,64±0,45 ^{ABa}	12,87±0,76 ^{Cac}	12,39±0,66 ^{Ca}	7,22±0,74 ^{Aa}
	Mikrodalga	5,65±0,16 ^{Ab}	5,46±0,08 ^{Aa}	10,94±0,07 ^{Bad}	9,23±0,10 ^{BCb}	5,64±0,13 ^{Ab}
Stearik Asit	Soxhelet	1,27±0,43 ^{Aa}	2,03±0,20 ^{Ba}	1,14±0,14 ^{ACa}	1,63±0,08 ^{BDa}	1,36±0,19 ^{Aa}
	Ultrasound	0,91±0,25 ^{Aab}	1,32±0,40 ^{ABb}	0,80±0,14 ^{Aab}	0,88±0,1 ^{Ab}	0,54±0,30 ^{AEb}
	Ultraturrax	0,94±0,21 ^{Aac}	1,50±0,40 ^{Bc}	1,04±0,28 ^{ACac}	2,66±0,13 ^{Dc}	0,64±0,17 ^{AEc}
	Mikrodalga	2,94±0,23 ^{Ad}	5,09±0,18 ^{Bd}	5,65±0,16 ^{Cd}	5,22±0,13 ^{CDd}	4,53±0,11 ^{Ed}
Oleik Asit	Soxhelet	55,28±0,30 ^{Aa}	52,73±1,48 ^{Ba}	46,44±0,82 ^{Ca}	35,63±1,20 ^{Da}	37,25±1,60 ^{DEa}
	Ultrasound	57,44±1,53 ^{Ab}	54,94±0,64 ^{Bb}	48,01±0,34 ^{Cab}	38,81±0,62 ^{Db}	40,20±0,47 ^{DEb}
	Ultraturrax	55,57±0,17 ^{Aa}	52,87±0,41 ^{Ba}	47,69±0,69 ^{Ca}	36,27±0,85 ^{Dac}	38,84±0,38 ^{Eac}
	Mikrodalga	52,18±0,35 ^{Ac}	49,64±0,71 ^{Bc}	44,03±1,06 ^{Cc}	34,97±0,56 ^{Dad}	34,46±0,41 ^{Dd}
Linoleik Asit	Soxhelet	13,19±0,67 ^{Aa}	12,59±0,62 ^{ABa}	12,26±0,84 ^{Ba}	15,74±0,81 ^{Ca}	14,76±0,52 ^{CDa}
	Ultrasound	14,23±0,72 ^{Aab}	13,13±0,79 ^{Bab}	14,37±0,22 ^{Ab}	17,66±0,82 ^{Cb}	16,43±0,84 ^{Db}
	Ultraturrax	13,76±0,56 ^{Aac}	13,21±0,58 ^{ABac}	13,57±0,66 ^{ACac}	15,10±0,26 ^{Dac}	14,50±0,26 ^{DEac}
	Mikrodalga	10,72±0,25 ^{Ad}	10,79±1,11 ^{Ad}	10,60±0,49 ^{Ad}	13,34±0,45 ^{Bd}	12,82±0,63 ^{BCd}
Linolenik Asit	Soxhelet	0,52±0,11 ^{Aa}	0,59±0,16 ^{ABa}	1,44±0,40 ^{Ca}	1,01±0,24 ^{Da}	0,97±0,36 ^{DEa}
	Ultrasound	0,76±0,14 ^{Aab}	0,78±0,41 ^{Ab}	1,86 ±0,05 ^{Bb}	1,66±0,34 ^{Bb}	1,93±0,26 ^{Bb}
	Ultraturrax	0,65±0,07 ^{Aac}	0,71±0,09 ^{ABc}	0,81±0,12 ^{Cc}	1,07±0,15 ^{Dac}	0,90±0,16 ^{Cac}
	Mikrodalga	0,36 ±0,06 ^{Ad}	0,25±0,07 ^{ABd}	0,64±0,05 ^{Cd}	0,46±0,07 ^{Dd}	0,49±0,09 ^{Dd}
Araşidik Asit	Soxhelet	0,76±0,26 ^{Aa}	0,62±0,13 ^{ABa}	0,14±0,06 ^{Ca}	0,10±0,10 ^{Ca}	0,16±0,10 ^{CDa}
	Ultrasound	0,76±0,25 ^{Aa}	0,73±0,09 ^{Ab}	0,09±0,02 ^{Bb}	0,17±0,06 ^{Ba}	0,21±0,08 ^{BCab}
	Ultraturrax	0,75±0,11 ^{Aa}	0,59±0,08 ^{ABa}	0,22±0,03 ^{Ca}	0,14±0,07 ^{CDa}	0,41±0,13 ^{BEc}
	Mikrodalga	0,68±0,11 ^{Aa}	0,62±0,10 ^{Aa}	0,08±0,02 ^{Bb}	0,08±0,03 ^{Ba}	0,26±0,09 ^{BCd}
C16:0 Palmitik asit	C18:1 Oleik asit	C20:0 Araşidik asit	C16:1 Palmitoleik asit	C18:2 Linoleik asit		
C18:0 Stearik asit	C18:3 Linolenik asit					

Tablo 3.2'ye baktığımızda Fuerte çeşidine ait meyvenin yağında en fazla bulunan yağ asidinin metotlara göre değişmekle birlikte %54,94±0,64 ile %49,64±0,71 arasında, oleik asit olduğu görülmektedir. Bunu sırası ile palmitik, linoleik ve palmitoleik asit takip etmektedir. Bu çeşidin yağ asidi kompozisyonuna baktığımızda toplam yağ asidi kompozisyonu içinde ortalama %66 civarında doymamış yağ asitlerinin hakim olduğu görülmüştür. Avokado çeşitleri arasında Bacon çeşidi ile birlikte en yüksek oleik asit kompozisyonuna sahip çeşit olduğu görülmüştür.

Yapılan analiz sonuçlarında istatistiksel olarak ultrasound etki ile kombine edilmiş şekilde elde edilen yağ ile geleneksel standart soxhelet metodu ile elde edilen yağın stearik, oleik, linolenik ve araşidik asit dağılımlarında bir fark gözlemlenirken ($p<0,01$), palmitik, palmitoleik ve linoleik asit dağılımının ise hem soxhelet metoduna benzer hem de farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

İstatistiksel olarak ultra-turrax etki ile kombine edilmiş şekilde elde edilen yağ ile geleneksel standart soxhelet metodu ile elde edilen yağın Linolenik ve stearik asit dağılımlarında bir fark gözlemlenirken ($p<0,01$), araşidik, palmitik, palmitoleik ve oleik asit dağılımında istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir. Linoleik asit dağılımının ise hem soxhelet metoduna benzer hem de farklı özellik gösterdiği belirlenmiştir.

Mikrodalga etki ile kombine edilmiş şekilde elde edilen yağ ile geleneksel standart soxhelet metodu ile elde edilen yağın linoleik, linolenik, oleik ve stearik asit dağılımında bir fark gözlemlenirken ($p<0,01$), araşidik, palmitoleik ve palmitik asit dağılımları arasında istatistiksel olarak metotlar arasında bir fark gözlemlenmemiştir.

Tablo 3.2'de Hass çeşidine ait meyvenin yağında en fazla bulunan yağ asidinin metotlara göre değişmekle birlikte %38,81±0,62 ile %34,97±0,56 arasında, oleik asit olduğu görülmektedir. Bunu sırası ile palmitik, linoleik ve palmitoleik asit takip etmektedir. Bu çeşide ait meyvenin yağında toplam yağ asidi kompozisyonu içinde doymamış yağ asitlerinin hakim olduğu görülmüştür. Hass çeşidinin oleik asit verilerini incelediğimizde Fuerte, Bacon ve Zutano çeşitlerinden daha az miktarda oleik asit içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Hass çeşidi yağ asidi kompozisyonu bakımından Duke çeşidi ile benzer özellikler gösterdiği görülmüştür.

Yapılan analiz sonuçlarında istatistiksel olarak ultrasound etki ile kombine edilmiş şekilde elde edilen yağ ile geleneksel standart soxhelet metodu ile elde edilen yağın palmitik, stearik, oleik, linoleik, linolenik asit dağılımlarında bir fark gözlemlenirken ($p<0,01$), araşidik ve palmitoleik asit dağılımında istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir.

İstatistiksel olarak ultra-turrax etki ile kombine edilmiş şekilde elde edilen yağ ile geleneksel standart soxhelet metodu ile elde edilen yağın palmitik ve stearik asit dağılımlarında istatistiksel olarak bir fark gözlemlenirken ($p<0,01$), araşidik ve palmitoleik asit dağılımında istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir. Oleik, linoleik ve linolenik asit dağılımının ise hem soxhelet metoduna benzer hem de farklı özellik gösterdiği belirlenmiştir.

Mikrodalga etki ile kombine edilmiş şekilde elde edilen yağ ile geleneksel standart soxhelet metodu ile elde edilen yağın palmitik, palmitoleik, stearik, oleik, linoelik, linolenik ve araşik asit yani tüm yağ asitleri dağılımlarında bir fark gözlemlenmiştir ($p<0,01$).

Bacon çeşidine ait meyvenin yağında en fazla bulunan yağ asidinin metotlara göre değişmekle birlikte $\%57,44\pm 1,53$ ile $\%52,18\pm 0,35$ arasında, oleik asit olduğu görülmektedir. Bunu sırası ile palmitik, linoleik ve palmitoleik asit takip etmektedir. Bu miktara baktığımızda diğer avokado çeşitlerimiz arasında en yüksek oleik asit içeriğine sahip avokado çeşidi olduğu görülmüştür. Bacon meyvesinin içerdiği yağ asidi kompozisyonun, zeytinyağının yağ asidi kompozisyonu ile büyük ölçüde örtüştüğü görülmüştür.

Yapılan analiz sonuçlarında istatistiksel olarak ultrasound etki ile kombine edilmiş şekilde elde edilen yağ ile geleneksel standart soxhelet metodu ile elde edilen yağın palmitik ve oleik asit dağılımlarında bir fark gözlemlenirken ($p<0,01$), araşidik ve palmitoleik asit dağılımında istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir. Stearik, linoleik ve linolenik asit dağılımının ise hem soxhelet metoduna göre benzer hem de farklı özellik gösterdiği belirlenmiştir.

İstatistiksel olarak ultra-turrax etki ile kombine edilmiş şekilde elde edilen yağ ile geleneksel standart soxhelet metodu ile elde edilen yağın araşidik, palmitoleik, palmitik

ve oleik asit dağılımında istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir. Linoleik, stearik ve linolenik asit dağılımının ise hem soxhelet metoduna benzer hem de farklı özellik gösterdiği belirlenmiştir.

Mikroalg etki ile kombine edilmiş şekilde elde edilen yağ ile geleneksel standart soxhelet metodu ile elde edilen yağın palmitoleik, stearik, oleik, linoelik ve linolenik asit dağılımlarında bir fark gözlemlenirken ($p<0,01$), araşidik asit dağılımında bir fark gözlenmemiştir. Palmitik asit dağılımının ise hem soxhelet metoduna benzer hem de farklı özellik gösterdiği belirlenmiştir

Zutano çeşidine ait meyvenin yağında en fazla bulunan yağ asidinin metotlara göre değişmekle birlikte $\%48,01\pm0,34$ ile $\%44,03\pm0,35$ arasında, oleik asit olduğu görülmektedir. Bunu sırası ile palmitik, linoleik ve palmitoleik asit takip etmektedir. Zutano meyvesinin yağ asidi kompozisyonuna baktığımızda Duke çeşidinin yağ asidi kompozisyonu ile benzer bir kompozisyona sahip olduğu görülmüştür.

Yapılan analiz sonuçlarında istatistiksel olarak ultrasound etki ile kombine edilmiş şekilde elde edilen yağ ile geleneksel standart soxhelet metodu ile elde edilen yağın palmitik ve oleik asit dağılımlarında bir fark gözlemlenirken ($p<0,01$), araşidik ve palmitoleik asit dağılımında istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir. Stearik, linoleik ve linolenik asit dağılımının ise hem soxhelet metoduna göre benzer hem de farklı özellik gösterdiği belirlenmiştir.

İstatistiksel olarak ultra-turrax etki ile kombine edilmiş şekilde elde edilen yağ ile geleneksel standart soxhelet metodu ile elde edilen yağın linolenik asit dağılımında istatistiksel olarak bir fark gözlemlenirken ($p<0,01$), palmitik ve oleik asit dağılımında istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir. Palmitoleik, stearik, linoleik ve araşidik asit dağılımının ise hem soxhelet metoduna benzer hem de farklı özellik gösterdiği belirlenmiştir.

Mikroalg etki ile kombine edilmiş şekilde elde edilen yağ ile geleneksel standart soxhelet metodu ile elde edilen yağın palmitik, stearik, oleik, linoelik, linolenik ve araşidik asit dağılımlarında bir fark gözlemlenirken ($p<0,01$), palmitoleik asit dağılımının ise hem soxhelet metoduna benzer hem de farklı özellik gösterdiği belirlenmiştir.

Duke çeşidine ait meyvenin yağında en fazla bulunan yağ asidinin metotlara göre değişmekle birlikte $40,20 \pm 0,47$ ile $34,46 \pm 0,41$ arasında, oleik asit olduğu görülmektedir. Bunu sırası ile $35,94 \pm 0,07$ ile $28,45 \pm 0,31$ arasında palmitik, $16,43 \pm 0,84$ ile $12,82 \pm 0,63$ arasında linoleik ve $8,22 \pm 0,50$ ile $5,64 \pm 0,13$ arasında palmitoleik asit olduğu tespit edilmiştir. Duke meyvesinin yağ asidi kompozisyonuna baktığımızda Duke çeşidinin yağ asidi kompozisyonunun diğer avokado çeşitlerinden farklı olduğu görülmüştür. Duke çeşidinde doymamış yağ asidi olan palmitik asit miktarının diğer çeşitlere göre oldukça yükseldiğini hemen hemen oleik asit ile aynı seviyelerde olduğu görülmüştür.

Yapılan analiz sonuçlarında istatistiksel olarak ultrasound etki ile kombine edilmiş şekilde elde edilen yağ ile geleneksel standart soxhelet metodu ile elde edilen yağın palmitik, oleik, lioleik, linolenik ve stearik asit dağılımlarında bir fark gözlemlenirken ($p < 0,01$) palmitoleik asit dağılımında istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir. Araşidik asit dağılımının ise hem soxhelet metoduna göre benzer hem de farklı özellik gösterdiği belirlenmiştir.

İstatistiksel olarak ultra-turrax etki ile kombine edilmiş şekilde elde edilen yağ ile geleneksel standart soxhelet metodu ile elde edilen yağın araşidik ve stearik asit dağılımında istatistiksel olarak bir fark gözlemlenirken ($p < 0,01$), palmitik ve palmitoleik asit dağılımında istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir. Oleik, linoleik ve linolenik asit dağılımının ise hem soxhelet metoduna benzer hem de farklı özellik gösterdiği belirlenmiştir.

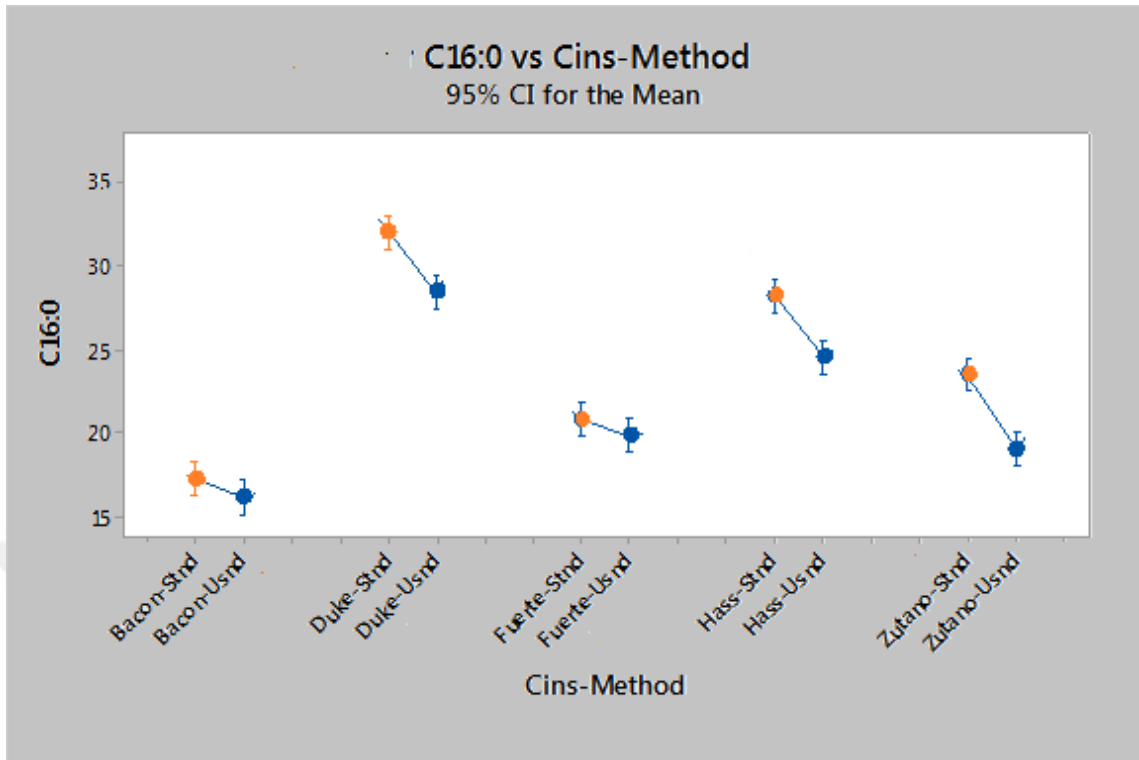
Mikrodalga etki ile kombine edilmiş şekilde elde edilen yağ ile geleneksel standart soxhelet metodu ile elde edilen yağın palmitik, palmitoleik stearik, oleik, linoelik, linolenik ve araşidik asit yani tüm yağ asidi dağılımlarında bir fark gözlemlenmiştir ($p < 0,01$).

3.2.2. Uygulanan Farklı Ön İşlemlerin Yağ Asitleri Miktarına Etkisi

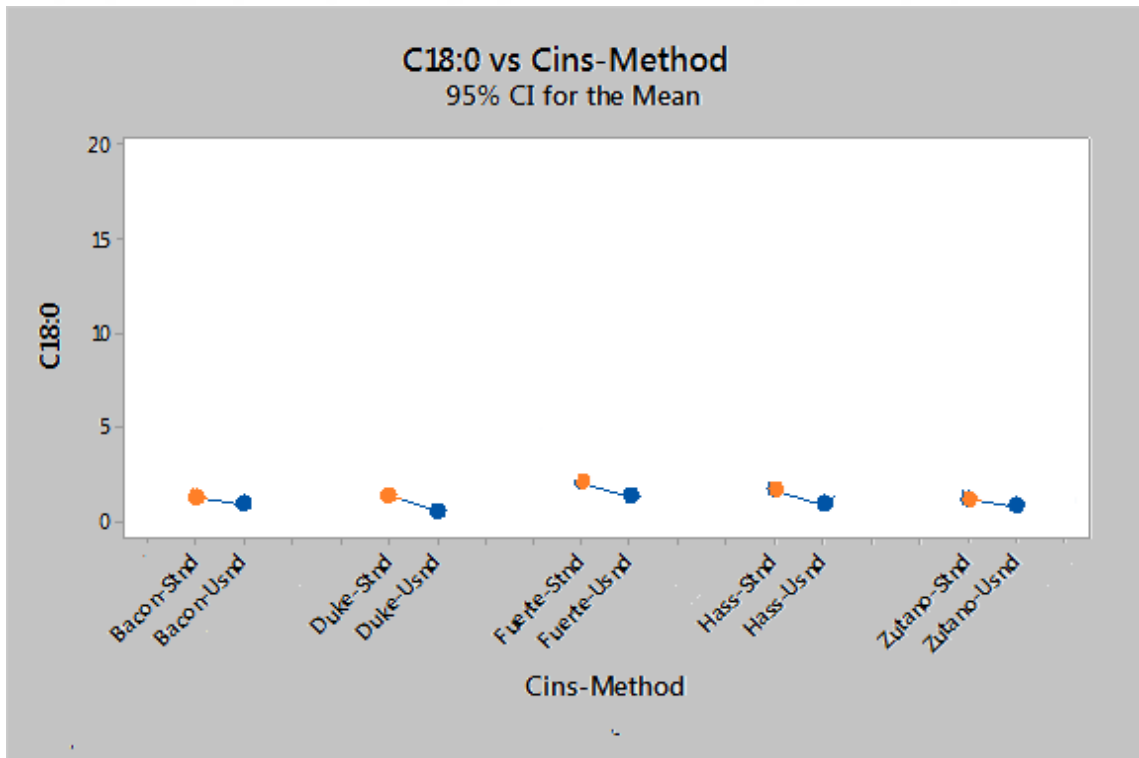
Yaptığımız analiz sonuçlarında her avokado çeşidi için yağ asidi kompozisyonlarını incelediğimizde her farklı metotta yağ asitleri kompozisyonlarının % yağ asidi dağılım miktarının minör oranlarda değiştiği gözlemlenmiştir. Bu değişimlerin bir kısmı istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Farklı metotların etkisiyle yağ asitlerinde

meydana gelen değişimler genel olarak tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri dağılımında yaşanmıştır. Her farklı metotun yağ asitleri dağılımına etkisi aşağıda ayrı ayrı verilmiştir.

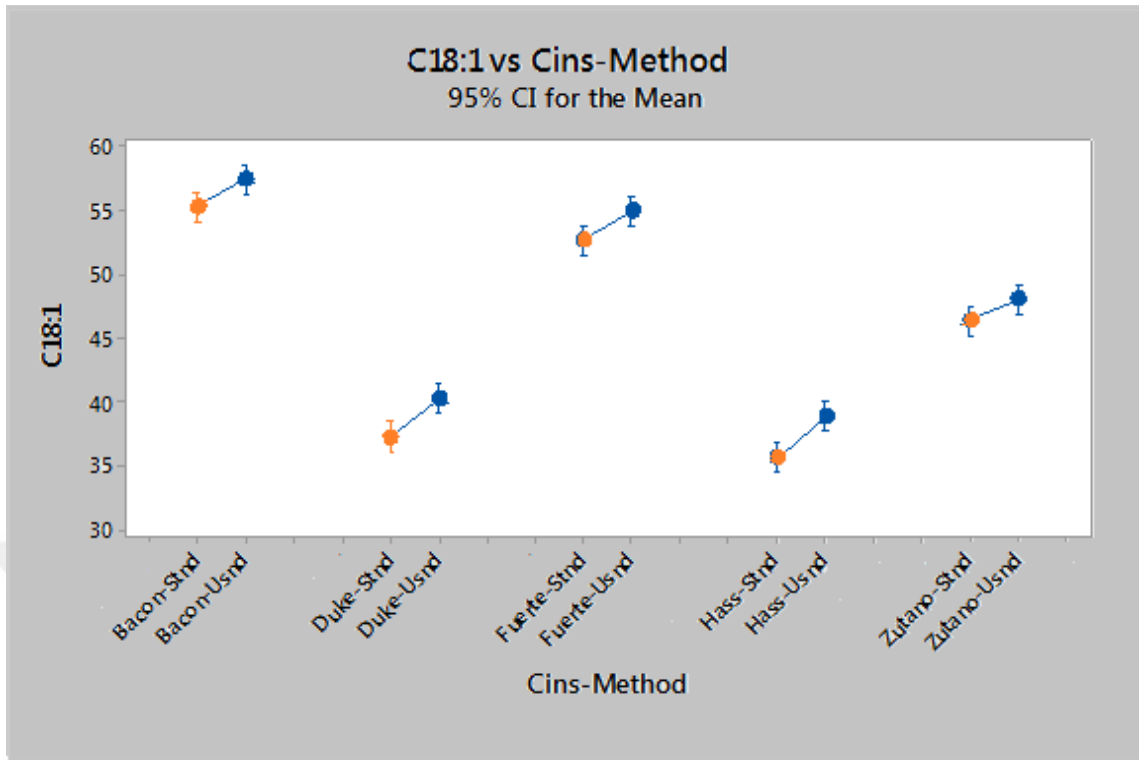
Tüm meyve çeşitlerimizde ultrasound uygulama ile kombine edilmiş solvent ekstraksiyonu ile elde edilen yağın % yağ asitleri dağılımı incelendiğinde, geleneksel standart soxhelet metoduna göre elde edilen yağın yağ asidi dağılımına kıyasla tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerinde bir artış görülürken, doymuş yağ asitlerinde azalmalar görülmüştür. Ultrasound etki ile en fazla değişim gösteren doymuş ve doymamış yağ asitlerimizden palmitik, stearik, oleik ve linoleik asidin dağılım grafikleri verilmiştir. Şekil 3.2’de doymuş yağ asitlerimizden palmitik asit (C16:0)’e ait istatistiksel fark dağılım grafiği verilmiştir. Şekil 3.3’te doymuş yağ asitlerimizden stearik asit (C18:0)’e ait istatistiksel fark dağılım grafiği verilmiştir. Şekil 3.4’te doymamış yağ asitlerimizden oleik asit (C18:1)’e ait istatistiksel fark dağılım grafiği verilmiştir. Şekil 3.5’de doymamış yağ asitlerimizden linoleik asit (C18:2) ait istatistiksel fark dağılım grafiği verilmiştir. Şekilde 3.2 de verilen turuncu renkler soxhelet (Standart) methoduna ait verileri gösterirken mavi renkler ultrasound metoduna ait verileri göstermektedir.



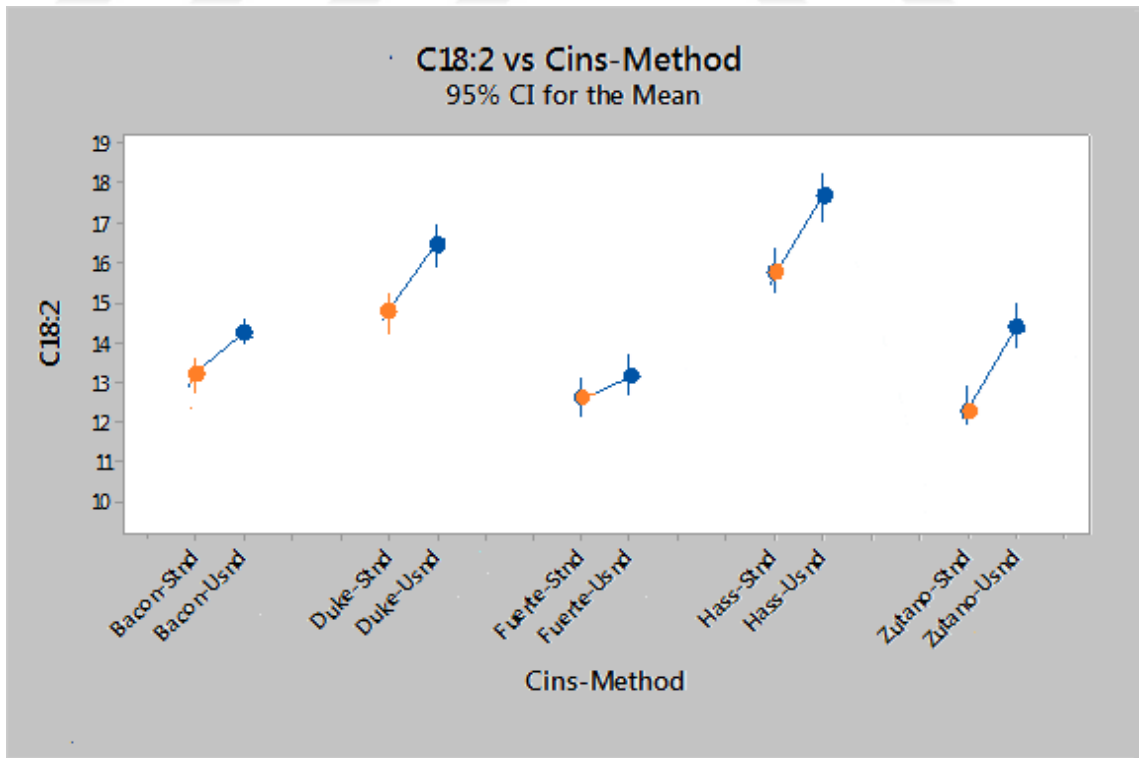
Şekil 3.2. Doymuş yağ asitlerimizden palmitik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği



Şekil 3.3. Doymuş yağ asitlerimizden stearik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği



Şekil 3.4. Doymamış yağ asitlerimizden oleik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği



Şekil 3.5. Doymamış yağ asitlerimizden linoleik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği

Sonuçlarımız arasında ki farkı daha net görmek için verilerimize %95 güven aralığında Fisher LSD metodu kullanılarak tek yönlü ANOVA analizi yapılmıştır. Bu analiz sonuçlarına göre istatistiksel olarak ultrasound etkinin bazı yağ asitleri dağılımında farkı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.01$).

Bu grafiklerden tüm meyve çeşitlerinde ultrasound yöntemle elde edilen yağın geleneksel standart soxhelet metodu ile elde edilen yağa kıyasla yağ asitlerinden palmitik ve stearik asit miktarında minör bir azalma görülürken, oleik ve linoleik asit miktarında bir artış olduğu istatistiksel grafiklerden görülmektedir. Ancak bu artış ve azalışların bir kısmı minör derecelerde olduğu için istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır.

Shadi, et. al.[100] tarafından papaya yağı üzerine yapılan bir çalışmada ultrasound etkinin yağ asitlerine etkisinde benzer sonuçlar gözlenmiştir. Ultrasound uygulama ile kombine edilerek elde edilmiş papaya yağında ki çoklu ve tekli doymamış yağ asitlerinde minör miktarda bir yükselme gözlenirken, doymuş yağ asitlerinde de aynı şekilde minör yükselmeler ve azalmalar olduğu bildirmiştir.

Krishna et. al.[101] tarafından keten tohumu yağının solvent ekstarksiyonu ve ultrasound etki ile kombine edilerek iki farklı şekilde yağı elde edilerek yağ verimi ve yağ asidi kompozisyonu üzerinde ki değişimi incelenmiştir. Yapılan çalışmada sonuçlar toplam doymuş yağ asidi, toplam doymamış tekli ve çoklu yağ asitleri miktarı olarak verilmiştir. Bu çalışma sonucunda toplam doymuş yağ asitlerinde bizim çalışmamızda ki gibi minör bir azalma tespit etmiştir. Tekli ve çoklu yağ asitlerinde minör artışlar görülmüştür. Metotlar arasında ki farka bağlı olarak değişen bu değerlerin ısı ve ultrasound etkinin mekanik yıkım etkisinden ileri geldiği bildirilmiştir.

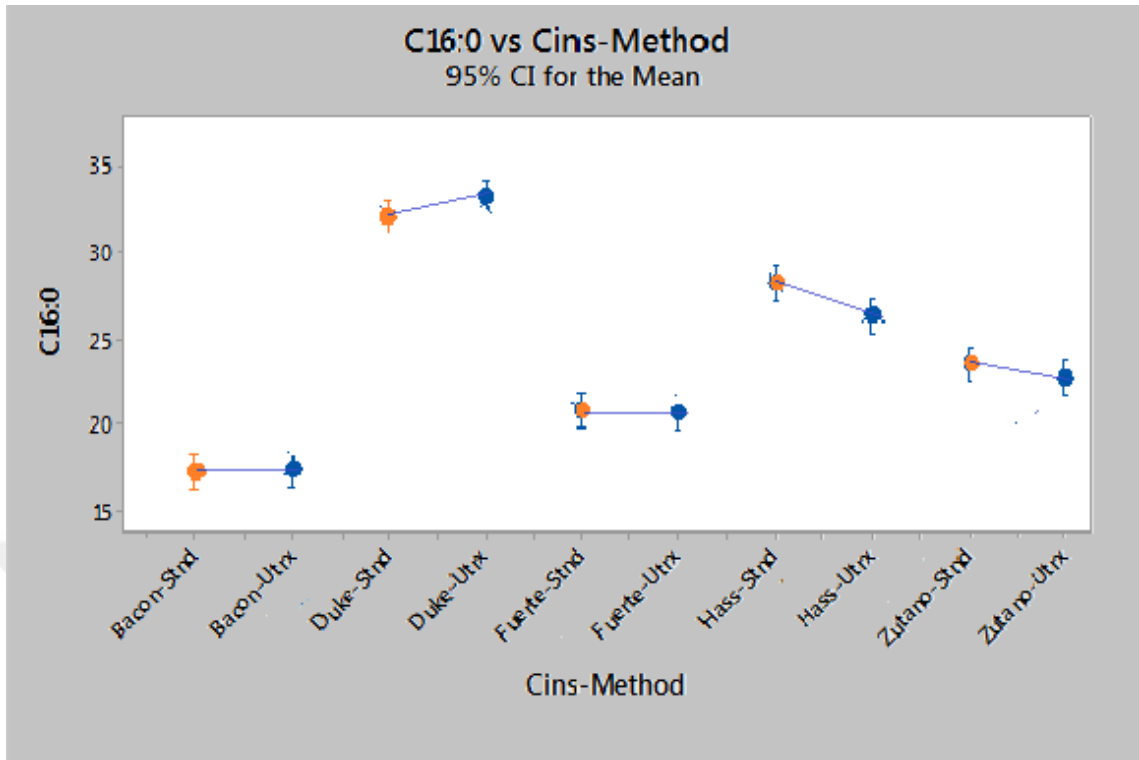
Zhang et. al.[91] tarafından yapılan çalışmada keten tohumundan ultrasound eşliğinde yağ ekstrakte ederek işlem verimliliğini ve yağ asidi profilini, mesarasyon yöntemi ile yağ eldesi ile kıyaslamışlardır. Yapılan çalışmada ultrasound uygulamanın ham yağ miktarında bir verim artışı sağladığı fakat yağ asidi bileşiminde minör değişiklikler olsa da istatistiksel bir fark bulunamamıştır.

Bimacr et. al.[90] tarafından yapılan bir çalışmada kış kavunu tohumundan ultrasound eşliğinde(500W, 20kHz aralığında 20-40 dk. aralığında değişen sürelerde 5gr

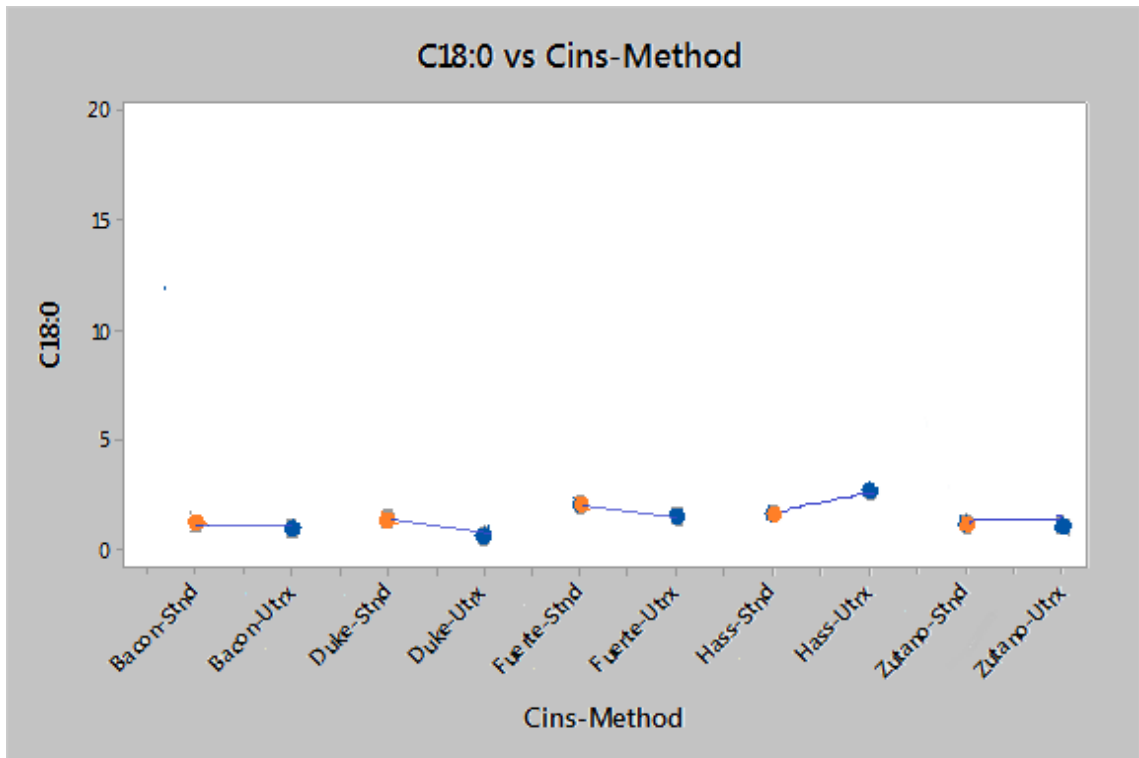
tohum/50ml çözgen) yağ ekstrakte edilerek yağ verimliliği, yağ asitleri profili, antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde miktarı soxhelet ekstraksiyonu ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonuçlarında doymamış yağ asitleri miktarında bir artış görüldüğü bildirilmiştir.

Bitkisel gıdalardan klasik yöntemle solvent ekstraksiyonu uygun solventin seçimine ve sıcaklık durumlarına dayanır. Ultrasound artan sıcaklıklar olmaksızın daha fazla miktarda ekstraksiyon sağlar. Artan sıcaklıklar olmadan etkili bir yağ sağlaması sonucunda hem daha verimli hem de düşük sıcaklıklarda elde edildiği için yağ asidi yapılarının daha az ısıya maruz kaldıkları için deforme olmadan elde edilmesini sağlar. Çalışmamızda özellikle geleneksel soxhelet metodunda yağ elde ederken uyguladığımız sıcaklık değerlerinin hem süre hem de sıcaklık değeri olarak ultrasound su banyosu ile kombine edilmiş yöntemden daha fazla olduğu görülmektedir. Uygulanan bu fazla ısının meyveden elde edilen yağ içinde ki özellikle çoklu ve tekli doymamış yağ asitlerinde ki çift bağları parçalayarak farklı bileşiklere dönüşmesine sebep olduğundan bu yağ asitlerinde bir azalma meydana getirdiği düşünülmektedir. Sonuç olarak ultrasound uygulaması ile kombine edilen sistemde klasik yöntemlere göre aşırı bir ısı uygulaması olmadığı için tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerindeki çift bağların aşırı derecede kırılmadığı sadece ultrasound etkiye bağlı olarak minör miktarda kırılmalar olduğu bu yüzden de geleneksel soxhelet metoduna göre daha fazla doymamış yağ asidi barındırdığı düşünülmektedir.

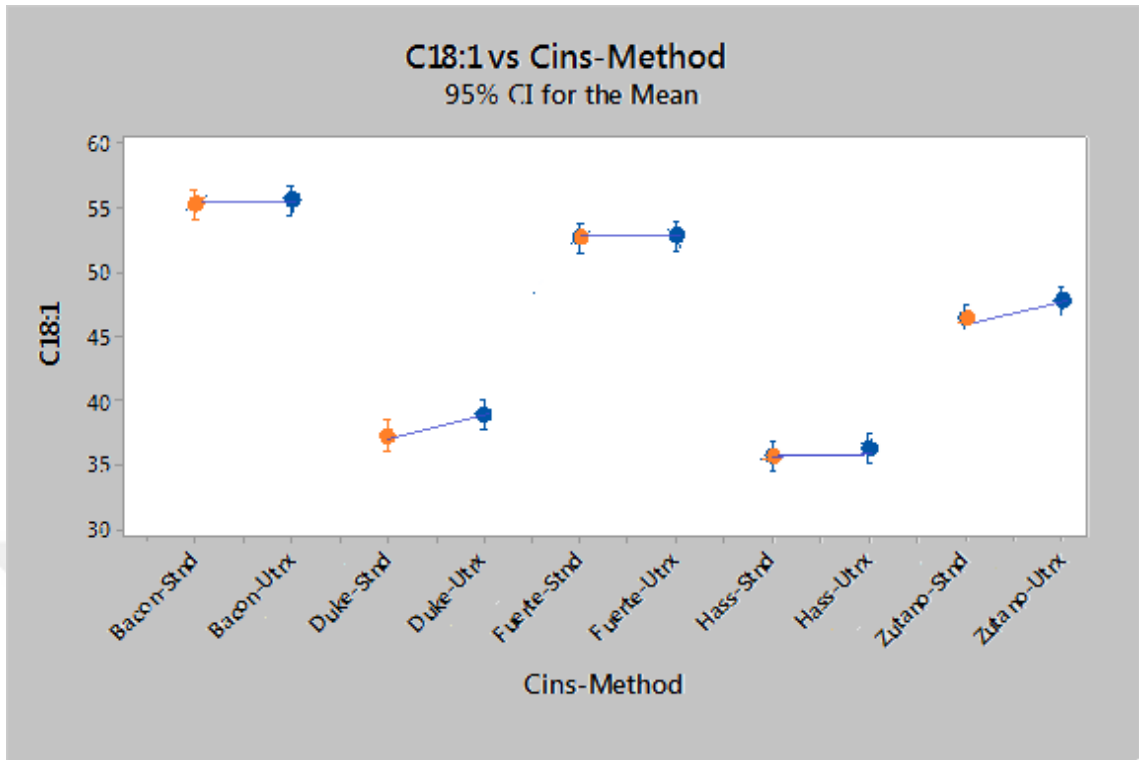
Tüm meyve çeşitlerimizde ultra-turrax uygulama ile kombine edilmiş soxhelet ekstraksiyonu ile elde edilen yağın yağ asitleri dağılımı incelendiğinde, geleneksel standart soxhelet metoduna göre elde edilen yağın yağ asidi dağılımına kıyasla çok önemli bir değişiklik olmadığı görülmüştür. Şekil 3.6'da Doymuş yağ asitlerimizden palmitik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği verilmiştir. Şekil 3.7'de Doymuş yağ asitlerimizden stearik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği verilmiştir. Şekil 3.8'de Doymamış yağ asitlerimizden oleik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği verilmiştir. Şekilde verilen turuncu renkler soxhelet(Standart) metoduna ait verileri gösterirken mavi renkler ultra-turrax uygulamaya ait yağ asidi verilerini göstermektedir.



Şekil 3.6. Doymuş yağ asitlerimizden Palmitik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği



Şekil 3.7. Doymuş yağ asitlerimizden Stearik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği



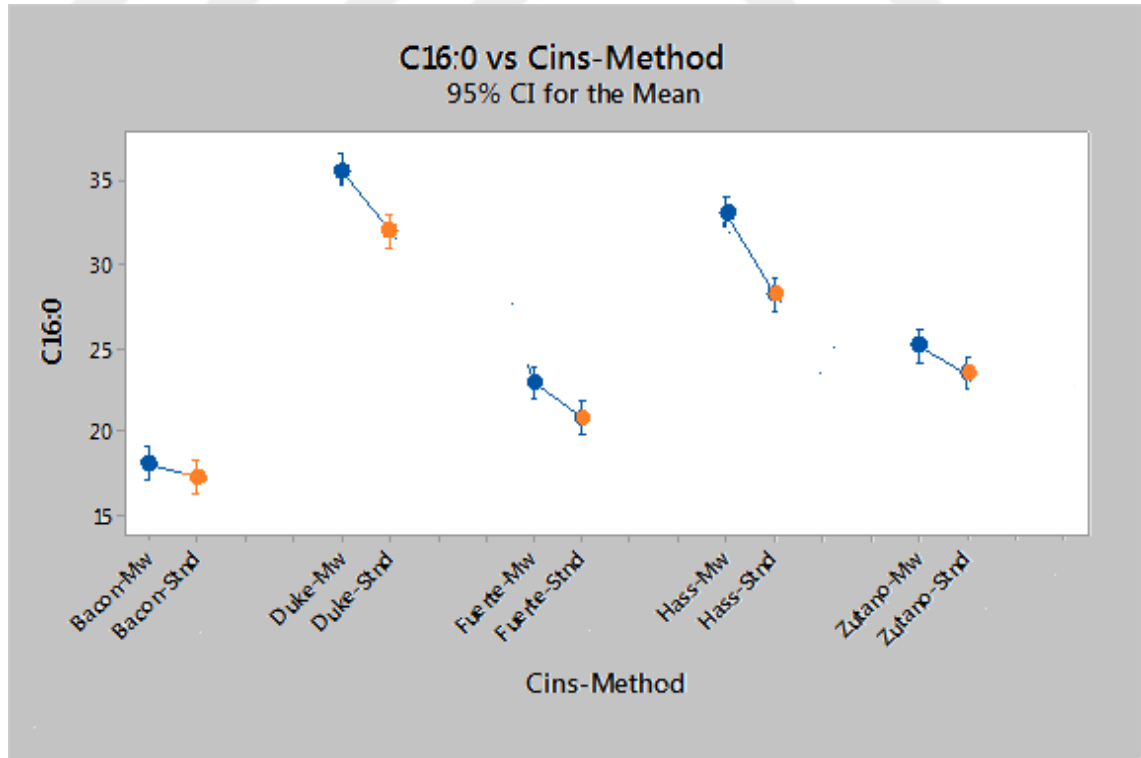
Şekil 3.8. Doymamış yağ asitlerimizden Oleik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği

Bu grafiklerden Palmitik asit değişimlerini incelediğimizde Hass çeşidimiz hariç diğer avokado çeşitlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Hass, Zutano ve Fuerte çeşitlerinde minör bir azalma görülürken diğer cinslerde minör artışlar görülmüştür. Bu artışlar istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır. Stearik asit dağılımını incelediğimizde ise Bacon, Hass ve Duke çeşitlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilirken Zutano ve Fuerte çeşitlerinin stearik asit sonuçları geleneksel metota hem benzer hem de farklı sonuçlar göstermiştir. Hass çeşidi hariç hepsinde soxhelet metoduna göre stearik asit miktarında minör azalmalar olmuştur. Aynı şekilde oleik asit değişimlerini incelediğimizde tüm çeşitlerimizde minör artışlar olmuş ancak istatistiksel olarak bir fark bulunamamıştır. Hass ve Zutano çeşitlerinde oleik asit sonuçlarının soxhelet metoduyla elde edilen sonuçlarla farklılığın yanında benzerlikte gösterdiği görülmüştür.

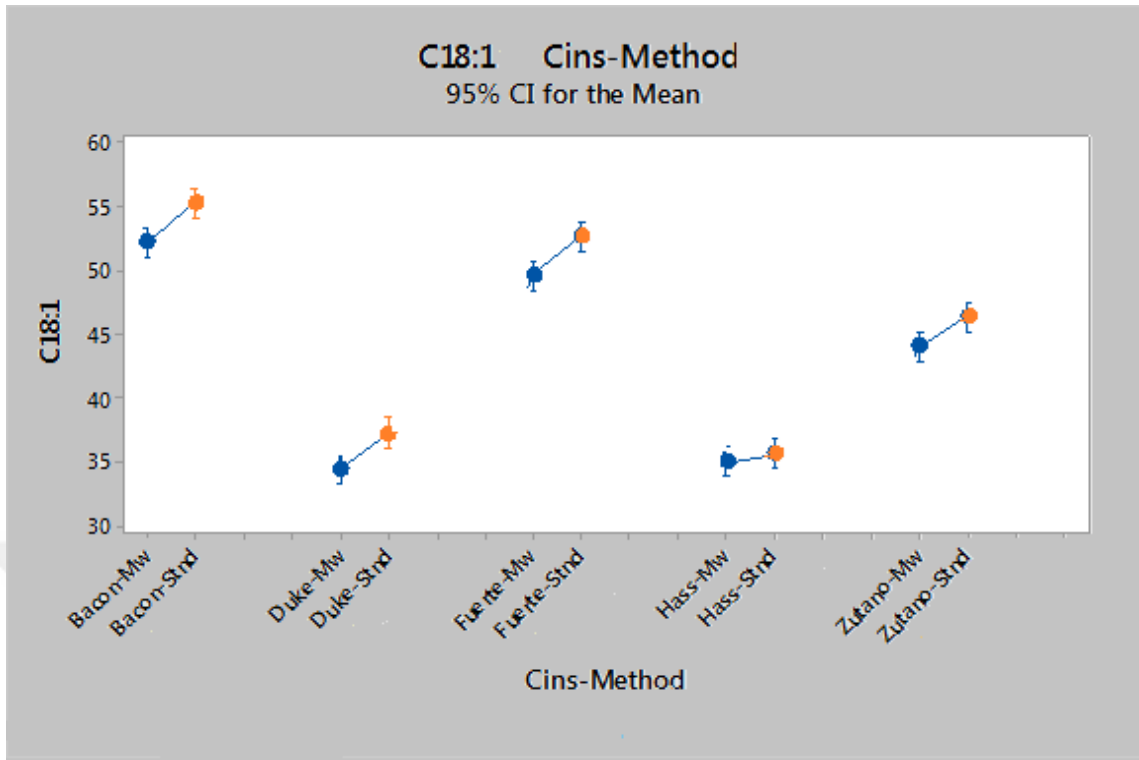
Mageshni et.al.[76] tarafından ultra-turrax etki ile kombine edilerek elde edilen Fuerte ve Hass çeşidine ait avokado yağının bazı özellikleri incelenmiştir. Bu çalışmada ultra-turrax'ın hücre duvarlarını parçalayıcı etkisinden bahsedilerek daha fazla yağ verimi sağladığı belirtilmiştir. Literatür çalışmaları ve kendi çalışmamız incelendiğinde de yağ

eldesin de ultra-turrax uygulamanın, geleneksel standart soxhelet metoduna göre yağ asitleri dağılımında bir fark yarattığı gözlenememiştir.

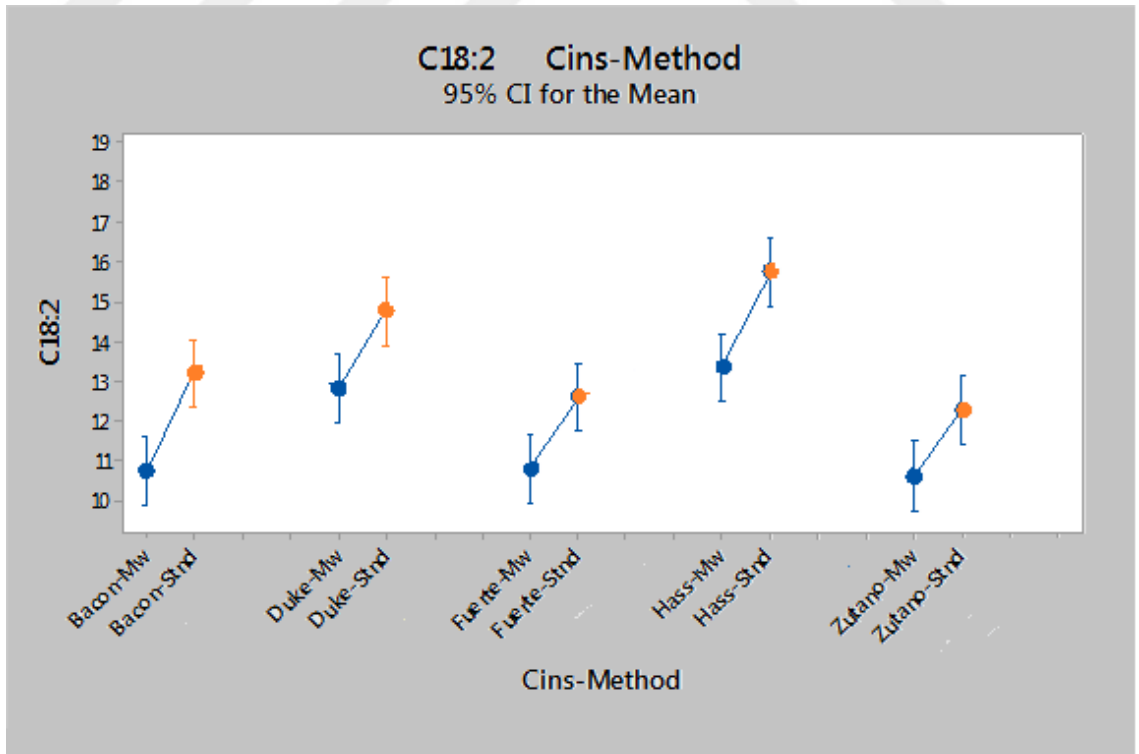
Mikrodalga uygulama ile kombine edilmiş yağın yağ asitlerinin dağılımı tüm meyve çeşitlerimizde, geleneksel standart soxhelet metoduna göre elde edilen yağın yağ asidi dağılımına göre önemli ölçüde farklılık göstermektedir ($p<0.01$). Tüm meyve çeşitlerimizde tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerinde önemli bir azalış görülürken, doymuş yağ asitlerinde bazı minör artışlar olmuştur. Mikrodalga etki ile en fazla değişim gösteren doymuş ve doymamış yağ asitlerimizden örnek olarak palmitik, stearik, oleik ve linoleik asidin dağılım grafiklerini incelediğimizde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Şekil 3.9'da doymuş yağ asitlerimizden palmitik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği verilmiştir. Şekil 3.10'da doymamış yağ asitlerimizden oleik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği verilmiştir. Şekil 3.11'de doymamış yağ asitlerimizden linoleik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği verilmiştir. Şekilde verilen turuncu renkler soxhelet (Standart) metoduna ait verileri gösterirken mavi renkler mikrodalga uygulamaya ait yağ asidi verilerini göstermektedir.



Şekil 3.9. Doymuş yağ asitlerimizden Palmitik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği



Şekil 3.10. Doymamış yağ asitlerimizden Oleik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği



Şekil 3.11. Doymamış yağ asitlerimizden Linoleik aside ait istatistiksel fark dağılım grafiği

Sonuçlarımız arasında ki farkı daha net görmek için verilerimize %95 güven aralığında Fisher LSD metodu kullanarak tek yönlü ANOVA analizi yapılmıştır. Bu analiz sonuçlarına göre istatistiksel olarak mikrodalga etkinin yağ asitleri dağılımında farkı olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.01$).

Tablo 3.2’de görüldüğü üzere tüm avokado çeşitlerinde mikrodalga yöntemle elde edilen yağın, geleneksel standart soxhelet metodu ile elde edilen yağa kıyasla yağ asitlerinde palmitik ve stearik miktarında bir artış görülürken oleik, linoleik ve linolenik asit miktarında bir azalış olduğu istatistiksel olarak grafiklerden görülmektedir. Her iki grup (doymuş ve doymamış) yağ asidi içinde tüm çeşitlerdeki azalmalar istatistiksel açıdan farklı bulunmuştur ($p < 0,01$).

Şekil 3.9, şekil 3.10 ve şekil 3.11 de görüldüğü üzere palmitik asit değişimine baktığımızda tüm çeşitlerde önemli miktarlarda artış olduğu ve bu artışların istatistiksel açıdan farklı olduğu sadece Bacon çeşidinin standart metoda hem benzerlik hem de farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Oleik ve linoleik aside ait grafikleri incelediğimizde ise soxhelet metoduna göre önemli derecede bu iki yağ asidinde azalmalar olduğu görülmüştür. Literatür çalışmalarına baktığımızda da aynı sonuçlar görülmektedir.

Gıdalarda mikrodalga ısıtma gıdaların pişirilmesi, kurutulması, pastörizasyonu ve muhafazası gibi gıda proseslerinde yaygın kullanım alanı bulmuştur. Mikrodalga ile gıdaların ısıtılmasında, mikrodalgalar malzemenin iç kısımlarına kadar ilerledikleri için hacimsel bir ısınma gerçekleşmez. Bir materyalin mikrodalga ile ısıtılması, uygulanan elektrik alan şiddetinin bir sonucu olarak dipolar bileşenlerin hareketi veya iyonik bileşenlerin hareket mekanizması ile gerçekleşmektedir. Dipolar ve iyonik bileşiklerin bu hareketlenmesi sonucunda hücre içinde ani bir ısı oluşmaktadır. Oluşan bu sonucunda da nitekim hücre içinde bazı maddelerin yapılarında değişimler olmaktadır. Nitekim hücre içinde oluşan bu ani sıcaklık değerleri ile bir kısım yağ asitlerinin de yapısı bozularak farklı yapılara dönüşmektedir.

Şimşek [102] tarafından yapılan bir tez çalışmasında bazı tohumlardan özellikle geleneksel metotla yağ eldesi için tohuma uyguladığımız ısı etkisiyle içindeki yağ asitlerinde meydana gelen değişimler üzerine çalışma yapılmıştır. Çalışmada yağ eldesin de susam tohumlarına uygulanan mikrodalga ısı miktarı arttıkça özellikle

doymamış yağ asitleri olan oleik asit, linoleik asit, linolenik asit ve palmitik asit miktarında bir azalma olduğunu belirtmiştir.

Farag et. al.[103] tarafından yapılan bir çalışmada yağ örneklerinin çeşitli ısıtma aralıklarında ve mikrodalga fırının çeşitli güç düzeylerine maruz kalması sonucu serbest yağ asitlerinin hidrolize uğramasına hidroksiperoksidaz başkalaşımının hızlanmasına ve ikincil oksidasyon ürünlerinin oluşumuna neden olduğunu tespit etmişlerdir. Uygulanan bu mikrodalga etkisiyle çoklu doymamış yağ asitlerinde bir miktar minör azalmalar olmuştur.

Özdemir vd. [104] tarafından yapılan bir çalışmada farklı güçlerde (399 ,665, 931, 1330 watt) ve her güçte farklı sürelerde (3-50dk. arasında değişen sürelerde) mikrodalga etkiye maruz bırakılan susam yağının yağ asitleri bileşimi ile geleneksel yöntemlerle (Kavurma+Solvent Ekstraksiyonu) üretilen susam yağının yağ asidi bileşimi karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda yağ asitleri bileşimde geleneksel metoda ve mikrodalga'nın farklı güçlerine göre değişim gözlemlendiği bildirilmiştir. Mikrodalga uygulamasında kullanılan süre ve güç arttıkça yağ asitlerinde özellikle tekli doymamış yağ asitlerinden palmitoleik ve oleik asit miktarından bir azalma olduğu görülmüştür.

Farag et. al.[105] tarafından yapılan bir çalışmada rafine edilmiş pamuk tohumu yağı ve hidrojenize edilmiş palm yağın mikrodalga enerjisi ile kavrulmuştur. Yapılan analiz sonuçlarına göre yağ örneklerinin mikrodalga'nın farklı güçlerine maruz kalması sonucu, yağ asitlerinin hidrolizine, hidroperoksidin formasyonunun hızlanmasına ve ikinci oksidasyon ürünlerinin oluşmasına neden olduğunu tespit etmişlerdir. Mikrodalga enerjisinin gücünün arttıkça bozulmaların daha fazla olduğu görülmüştür.

Yoshida et. al.[106] tarafından yapılan bir çalışmada mikrodalga enerjisi ile yağda çeşitli tepkimeler in başladığı bildirilmiştir. Bu tepkimeler sonucunda yağ asitleri zincirlerinde önemli kırılmalar ve yapı değişiklikleri olduğu belirtilmiştir. Bu değişikliğin mikrodalga etki ile oluşan ısı sonucunda meydana geldiği düşünülmektedir.

Meibner et. al.[107] tarafından yapılan bir araştırmada sütün mikrodalga ile pişirilmesi sonucunda sütte oluşan maillard reaksiyonlarını incelemişlerdir. Bu çalışmanın sonucunda mikrodalga enerjisine maruz bırakılan yağlarda çoklu doymamış yağ asitleri miktarının arttıkça yağların kalitesindeki bozulmalarında o oranda artışı bildirilmiştir. Yağda oluşan bu bozulmaların mikrodalga etkisiyle hücre içinde oluşan ani ısı sonucunda hücrede bulunan

yağların özellikle çoklu doymamış yağ asitleri zincirinde ki çiftli bağların kırılması sonucunda farklı yapılar oluştuğu bildirilmiştir.

Dimitror et. al. [108] kaşkaval peyniri üretiminde mikrodalga ısıtma uygulamanın, olgunlaşma esnasında peynirin yağ asidi profili ve duyuşal özellikleri üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada inek sütüne iki farklı yöntemle ısıtma işlemi uygulanmıştır. Kontrol grubundaki süt klasik ısıtma işlemi (62°C-67°C), diğer metot da ise (800W, 1250MHz) mikrodalga uygulanmış ve ardından her iki grupta 45 gün olgunlaşmaya bırakılmıştır. Araştırmacılar olgunlaşma evresi sonunda mikrodalga uygulanan peynirdeki palmitik asit miktarının klasik ısıtma işlemi uygulanan peynirden bir miktar daha az olduğunu, oleik asit miktarının ise daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Bunun sonucu olarak da klasik yöntemde ısıtma yapılırken daha fazla sürede bir ısıya maruz kaldığını, mikrodalga yöntemde ise daha kısa süre ani bir ısıya maruz kaldığından dolayı bu sonuçların alınabildiğini belirtmişlerdir.

Hassanein Minar M. et. al.[109] tarafından yapılan çalışmada ayçiçek yağı, soya yağı ve fıstık yağına 6dk. ,10dk ve 18 dk. olmak üzere üç farklı sürede mikrodalga uygulamaya maruz bırakılmıştır. Mikrodalga uygulamaya maruz bırakılan tohumlardan elde edilen yağlarda mikrodalga uygulama süresi arttıkça oleik, linoleik ve linolenik asit miktarlarının azaldığı görülürken, palmitik ve stearik asit miktarında minör artışlar olmuştur.

Kittiphoom et. al. [121] tarafından mango tohumundan yağ elde etmede mikrodalga uygulamanın elde edilen yağın verim ve özelliklerine etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda mikrodalga uygulanmış tohumlardan elde edilen yağlarda doymamış yağ asitlerinden oleik asit miktarında bir azalış olduğu, stearik asit miktarında ise bir artış olduğunu diğer asitlerinde ise minör miktarlarda önemsenmeyecek miktarlarda değişimler olduğunu bildirmiştir.

Literatür çalışmaları ile sonuçlarımızı yorumladığımızda mikrodalga etkinin hücre içerisinde oluşturduğu ani sıcaklık artışı sonucunda hücre içinde bulunan yağın kompozisyonu etkilendiği düşünülmektedir. Bu etkilenme sonucunda mevcut durumda ki yağ asitlerinin, sıcaklığın etkisiyle yapılarının bozulduğu özellikle çift bağ içeren doymamış yağ asitlerinin yapısının bozularak farklı formlara ya da çift bağ içeren bazı yağ asitlerindeki çift bağların kırılarak doymuş yağ asitlerine dönüştüğü bu yapı bozulmaları sebebiyle doymamış yağ asidi miktarlarında bir düşüş, doymuş yağ asidi miktarlarında bir

artış yaşandığı düşünülmektedir. Çalışmamızda sadece soxhelet metodu ile elde edilen yağ ile mikrodalga uygulamanın ardından soxhelet ile elde edilen yağ verileri karşılaştırıldığından mikrodalga+soxhelet metodun da yağımızın daha ani ısındığı ve daha fazla sürede ısıya maruz kaldığı için bu sonuçların elde edildiği düşünülmektedir.

3.3. Tokoferol Kompozisyonu Verileri

3.3.1. Avokado Çeşitlerinin Tokoferol Kompozisyonları ve Miktarları

Çalışmamızda farklı metotlar ile elde edilen yağlarımızda tokoferol miktarları incelenmiştir. Avokado çeşitlerimizde α -tokoferol, β -tokoferol, γ -tokoferol, δ -tokoferol çeşitleri ayrı ayrı incelenmiştir. β -tokoferol miktarları önemsenmeyecek miktarda az olduğu için sonuçlarda verilmemiştir. Ayrıca 5 farklı meyve çeşidi için elde edilen yağlarımızın hepsi analizimizin tüm işlem basamaklarında oksidasyonu önlemek amacıyla sürekli koyu renkli şişe ve kaplarda ağzı kapalı olarak işlem basamakları yürütülmüştür. Yapılan analizlerimizde elde edilen sonuçlarımız 1000 gr. avakado yağı içindeki mg tokoferol miktarı (ppm) olarak verilmiştir. Tablo 3.3'de Ekstraksiyon yöntemlerinin her çeşide göre tokoferol verilerinin istatistiksel olarak gruplandırılmış tablosu verilmiştir. Tablo da büyük harf ile gösterilen semboller sütunsal farklılıkları ifade ederken küçük harf ile gösterilen semboller satırlar arasında ki farklılıkları ifade etmektedir.

Tablo 3.3. Farklı ekstraksiyon yöntemlerine göre avokado çeşitlerinin tokoferol miktarlarının istatistiksel olarak gruplandırılması

Tokoferol çeşitleri	Metotlar	BACON	FUERTE	ZUTANO	HASS	DUKE
α -tokoferol	Soxhelet	251,1±0,45 ^{Aa}	494,4±0,77 ^{Ba}	204,2±0,86 ^{Ca}	469,9±1,07 ^{Da}	281,3±0,46 ^{Ea}
	Ultrasound	331,5±1,02 ^{Ab}	572,3±1,74 ^{Bb}	245,1±0,62 ^{Cb}	550,9±0,87 ^{Db}	319,2±0,77 ^{Ab}
	Ultraturrax	261,2±0,28 ^{Aac}	511,9±1,30 ^{Bc}	214,4±0,55 ^{Ca}	478,4±0,21 ^{Da}	302,7±0,74 ^{Ec}
	Mikrodalga	177,3±0,39 ^{Ad}	350,1±0,72 ^{Bd}	165,3±0,53 ^{Ac}	348,7±0,71 ^{Cc}	210±0,66 ^{Dd}
γ -tokoferol	Soxhelet	17,3±0,13 ^{Aa}	77,9±0,19 ^{Ba}	15,8±1,02 ^{Aa}	66,7±0,41 ^{Ba}	25,1±0,11 ^{Ca}
	Ultrasound	20,2±0,11 ^{Aab}	89,4±0,19 ^{Bb}	23,7±0,33 ^{Ab}	82,3±0,67 ^{Bb}	34,2±0,49 ^{Cb}
	Ultraturrax	21,8±0,11 ^{Aac}	83,1±0,35 ^{Ba}	17,4±0,09 ^{Ca}	60,9±0,58 ^{Dac}	25,5±0,76 ^{Aa}
	Mikrodalga	2,5±0,06 ^{Ad}	47,6±0,15 ^{Bc}	7,3±0,07 ^{Cc}	38,9±0,76 ^{Bd}	17,7±0,11 ^{Dc}
Δ -tokoferol	Soxhelet	5,53±0,23 ^{Aa}	4,75±0,17 ^{Ba}	1,94±0,13 ^{Ca}	9,68±0,19 ^{Da}	4,70±0,37 ^{Aa}
	Ultrasound	7,31±0,40 ^{Ab}	5,17±0,27 ^{Bb}	3,26±0,38 ^{Cb}	12,1±0,29 ^{Db}	5,96±0,22 ^{Bb}
	Ultraturrax	6,12±0,21 ^{Ac}	4,64±0,14 ^{Bac}	2,66±0,18 ^{Cc}	10,3±0,79 ^{Dc}	5,20±0,46 ^{Eac}
	Mikrodalga	4,33±0,30 ^{Ad}	3,41±0,12 ^{Ad}	1,03±0,21 ^{Bd}	6,78±0,39 ^{Cd}	3,49±0,11 ^{Ad}

*Sonuçlar ppm (mg/kg) olarak verilmiştir.

Tablo 3.3'den görüldüğü üzere metot ve meyve çeşidine göre değişmekle birlikte en fazla bulunan tokoferol çeşidin alfa tokoferol olduğu görülmüştür. Onu sırası ile gama ve delta tokoferol takip etmiştir. Alfa tokoferol miktarı avokado çeşidine ve uygulanan metota göre değişmekle birlikte $165,3 \pm 0,53$ ppm ile $572,30 \pm 1,74$ ppm arasında bulunmuştur. Tüm çeşitler arasında gama tokoferolün $89,4 \pm 0,19$ ppm ile $2,5 \pm 0,06$ ppm arasında, delta tokoferol'ün ise $12,1 \pm 0,29$ ppm ile $1,03 \pm 0,21$ ppm arasında miktara sahip olduğu görülmüştür. Avokado çeşitleri arasında en yüksek tokoferol miktarına ise Fuerte meyvesi sahip olduğu görülmüş ve onu sırası ile Hass, Duke, Bacon ve Zutano çeşitleri izlemiştir.

Elde edilen sonuçlar ile literatür taramaları karşılaştırıldığında Regvejo et.al.[84] tarafından yapılan çalışmalarında ki sonuçlarla örtüştüğü görülmektedir.

Serg et. al.[85] tarafından Hass çeşidine avokado yağında yapılan tokoferol analizinde α -tokoferol miktarının 162 ppm ile 356 ppm arasında değiştiğini bildirilmiştir.

Lozano et. al.[110] tarafından 4 çeşit avokado türüne ait (Zutano, Bacon, Fuerte ve Lula) çeşitlerine ait tokoferol verileri incelenmiştir. Bu çalışmaya göre avokado yağında ki toplam tokoferol miktarının 57 ppm ile 456 ppm arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Yaptığımız analiz sonuçlarına göre elde ettiğimiz tokoferol miktarları daha önceki çalışmalara benzer sonuçlar içermesine rağmen avokado meyvesinde bulunan tokoferol miktarının meyvenin olgunluk seviyesi, yetiştiği bölge, çeşit vb. farklılıklara göre değişik miktarlarda bulunduğu görülmüştür.

Metotlar arasında tokoferol verileri bakımından farklı sonuçlar ortaya çıktığı görülmüştür. Ultrasound uygulama ile kombine edilmiş yöntem elde edilen yağların tokoferol miktarlarının geleneksel Soxhlet yöntemi ile elde edilen yağın tokoferol miktarından daha fazla olduğu görülürken, ultra-turrax uygulamada çok önemli farklar ortaya çıkmamıştır. Ancak mikrodalga uygulamanın etkisi ile tüm avokado çeşitlerinde ki tokoferol miktarlarında önemli ölçüde azalmalar görülmüştür.

3.3.2. Uygulanan Farklı Ön İşlemlerin Tokoferol Miktarına Etkisi

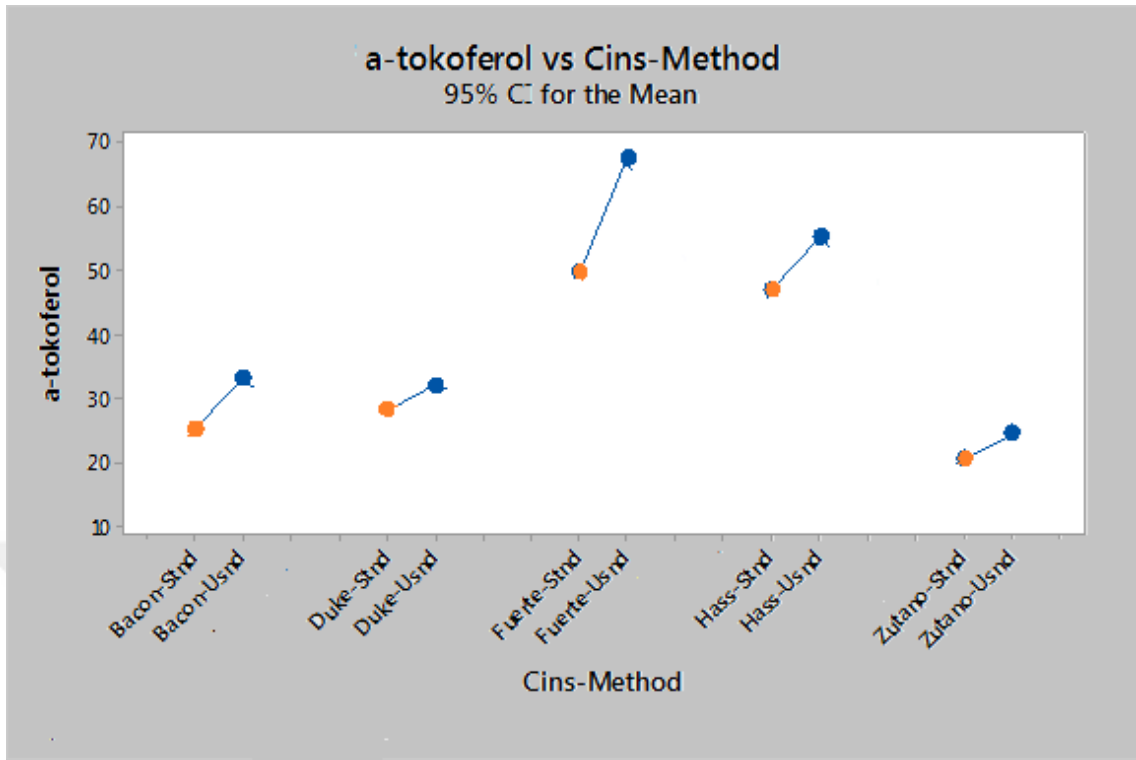
Tokoferollerin yağ gibi oksidasyona uğrama ihtimali yüksek olan gıdalardaki önemi oldukça fazladır. Tokoferoller kendileri oksidasyona karşı çok hassas olduklarından

içinde buldukları gıda maddesinin oksidasyona uğrama ihtimalini oldukça azaltırlar. Çalışmamızda avokado meyvesine ait kullandığımız tüm çeşitlerde ayrı ayrı α - tokoferol, γ -tokoferol, δ -tokoferol miktarlarına bakılmıştır. Yapılan çalışmamızda toplam tokoferol kompozisyonu içinde her avokado çeşidinde α -tokoferolün hakim çeşit olduğu görülmüştür. α -tokoferol'ün toplam tokoferol içersinde yaklaşık %80'nini oluşturduğu görülmüştür. En fazla tokoferol içeriğine sahip avokado çeşidinin ise Fuerte çeşidi olduğu onu sırasıyla Hass, Duke, Bacon ve Zutano çeşitlerinin izlediği görülmüştür.

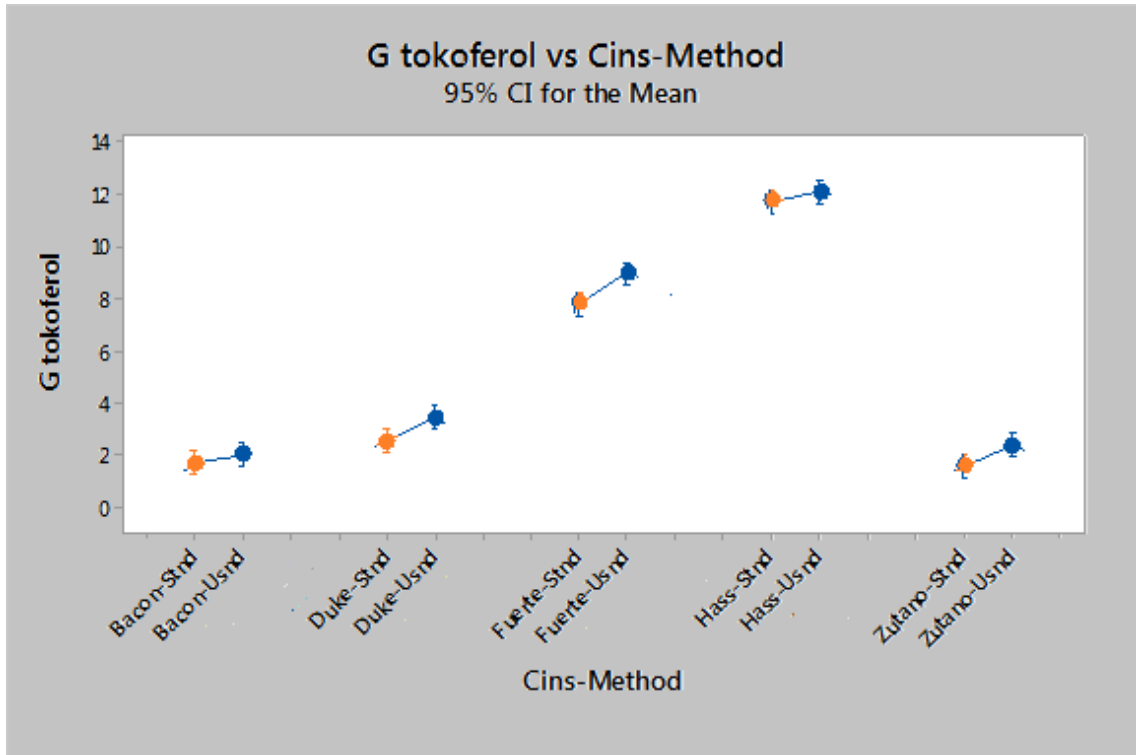
Ayrıca tüm avokado çeşitlerimizin tokoferol miktarında, geleneksel standart soxhelet metodu ile elde edilmiş yağın tokoferol miktarına kıyasla en fazla değişimin ultrasound ve mikrodalga uygulama ile kombine edilmiş yöntemle elde edilen tokoferol miktarında olduğu görülmüştür.

Sonuçlarımız arasında ki farkı daha net görmek için verilerimize %95 güven aralığında Fisher LSD metodu kullanılarak tek yönlü ANOVA analizi yapılmıştır. Bu analiz sonuçlarına göre ultrasound uygulama ile elde edilen tokoferol verilerin, geleneksel standart soxhelet metodu tokoferol verilerine göre istatistiksel olarak fark olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.01$).

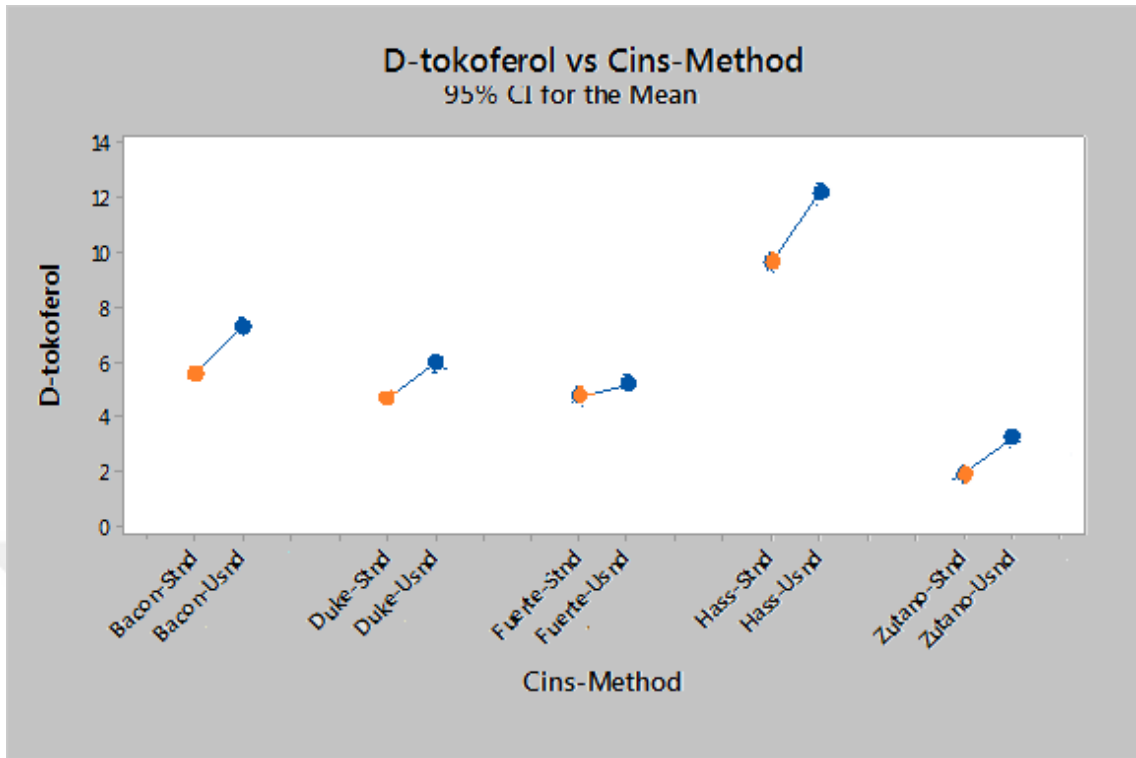
Tablo 3.3'den görüldüğü üzere her metodun ayrı ayrı tokoferol miktarına etkisini incelediğimiz de tüm meyve çeşitlerimizde ultrasound uygulama ile kombine edilmiş solvent ekstraksiyonu ile elde edilen yağın tokoferol miktarının, geleneksel soxhelet metoduyla elde edilen yağın tokoferol miktarına kıyasla bir artış gösterdiği görülmüştür. Bu artışın tüm tokoferol çeşitlerinde olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucunda ultrasound uygulama ile elde edilen tokoferol miktarının, geleneksel metoda göre tüm tokoferol çeşitlerinde istatistiksel olarak farklılık gösterdiği görülmüştür ($p < 0.01$). Şekil 3.12'de ultrasound etkinin her avokado çeşidinde geleneksel soxhelet metoduna göre α -tokoferol miktarında sağladığı artış görülmektedir. Aynı şekilde şekil 3.13 ve şekil 3.14 de ultrasound etkinin her avokado çeşidinde geleneksel soxhelet metoduna göre γ -tokoferol ve δ -tokoferol miktarında sağladığı artış görülmektedir. Grafiklerde turuncu renk geleneksel standart soxhelet miktarlarını gösterirken, mavi renk ultrasound uygulama ile elde edilen tokoferol miktarını göstermektedir.



Şekil 3.12. Ultrasound uygulama ile elde edilen α -tokoferol verileri ile Geleneksel Soxhlet metodu ile elde edilen α -tokoferol verilerinin değişim grafiği



Şekil 3.13. Ultrasound uygulama ile elde edilen γ -tokoferol verileri ile Geleneksel Soxhlet metodu ile elde edilen γ -tokoferol verilerinin değişim grafiği



Şekil 3.14. Ultrasound uygulama ile elde edilen δ -tokoferol verileri ile Geleneksel Soxhelet metodu ile elde edilen δ -tokoferol verilerinin değişim grafiği

Grafiklerden tüm avokado çeşitlerinde ultrasound uygulanan yöntemin, soxhelet uygulanan yöntemle kıyasla tüm tokoferol miktarlarında bir artış sağladığı görülmüştür.

Ultrasound teknolojisinde akustik enerji gıdanın bütününe hızlı bir şekilde yayılır ve aynı zamanda ortamdaki kütle transferi de hızlı bir şekilde gerçekleşir, moleküllerin titreşimi sonucu da üniform ısı enerjisi ortaya çıkar. İşlem süresinin kısalması, yüksek verim ve enerji tasarrufu sağlanmasının yanı sıra; gıda kalitesinin iyileşmesi ve vitaminlerin kısmen korunması nedeniyle gıdada daha az besin kaybına neden olması gıdalarda ultrasound uygulamanın sağladığı avantajlardandır[111,112,113].

Bayraktaroğlu ve Obuz [114] ile Ercan ve Soysal [115] tarafından yapılan çalışmalarda ultrasound uygulamanın hücre duvarını mekanik olarak parçalayarak, materyal aktarımını kolaylaştırdığını ve bu durumda hücre içi bileşenin solvente kolaylıkla geçip ve solventle temasının kolay olduğunu dolayısı ile ekstraksiyon işleminin diğer yöntemlere göre daha hızlı gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Literatür taramalarına baktığımızda, Bimakr et. al.[90] tarafından yapılan bir çalışmada kış kavunu tohumundan ultrasound eşliğinde (500W, 20kHz aralığında 20-40 dk. aralığında değişen sürelerde 5gr. tohum/50ml çözgen) yağ ekstrakte edilerek yağ verimliliği, yağ asitleri profili, antioksidan aktivitesi ve toplam fenolik madde miktarı soxhelet ekstraksiyonu ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada elde edilen antioksidan miktarlarının geleneksel soxhelet metoduna göre elde edilen verilere göre daha yüksek miktarda elde edildiği bildirilmiştir.

Jimenez et. al.[92] zeytin ezmesine yüksek güçte doğrudan ($105W\text{ cm}^{-2}$ ve 24kHz ultrasonic uç) ve dolaylı (150W ve 25kHz su banyosunda) ultrason uygulamasının zeytin yağı verimine ve karakteristik özelliklerine (peroksit, serbest asitlik, tokoferol vb.) etkisini araştırmışlardır. Her iki ultrasound uygulamasında da geleneksel yöntemle elde edilen tokoferol miktarından daha yüksek miktarlarda tokoferol içerdiği belirtilmiştir.

Flores et. al.[115] tarafından avokado yağının kompozisyonu ve oksidatif stabilitesi üzerine yaptıkları çalışmada farklı metotların avokado yağına etkisine baktıklarında ultrasound etkinin ile kombine edilerek solvent ekstraksiyonu ile yağ eldesinin, geleneksel soxhelet metoduyla elde edilen yağ eldesine göre daha az ısıl bir yöntem olduğu için yağ asidi ve tokoferol miktarlarında iki yöntem arasında farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir.

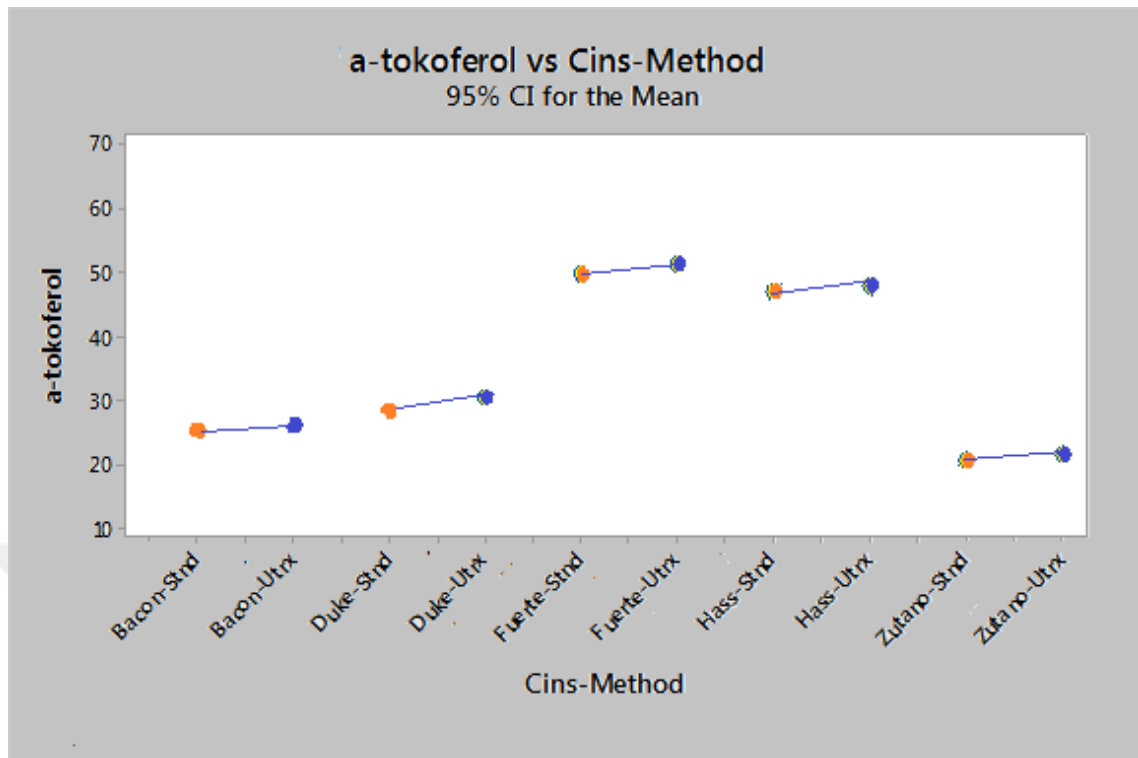
Qing-Yi Lu et. al.[116] tarafından yapılan çalışmada ultrasound uygulamanın avokado yağının kalite parametreleri, besinsel ve duyuşal karakterleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Ultrasound işlemi uygulanan yağlarda serbest yağ asitliğinin düştüğü, tokoferol, klorofil ve karotenoid açısından daha yüksek değerlerin tespit edildiği belirtilmiştir.

Literatür taramalarında yağlara uygulanan ısıl işleminin miktarına ve süresine göre yağdaki tokoferol oranlarında önemli ölçüde düşüşler görüldüğü belirtilmiştir. Fukuda et. al.[117] tarafından yapılan çalışmada kavrulmuş susam tohumu yağındaki antioksidan bileşikleri yüksek basınç sıvı kromatografisin de analizini yapmışlar ve sonuçları kavrulmamış susam tohumu yağındaki miktarlar ile kıyaslamışlardır. Çalışmada kavrulmuş yani sıcaklığa maruz kalmış çeşitlerin antioksidan madde özellikle tokoferol miktarlarında azalmalara rastlandığı bildirilmiştir.

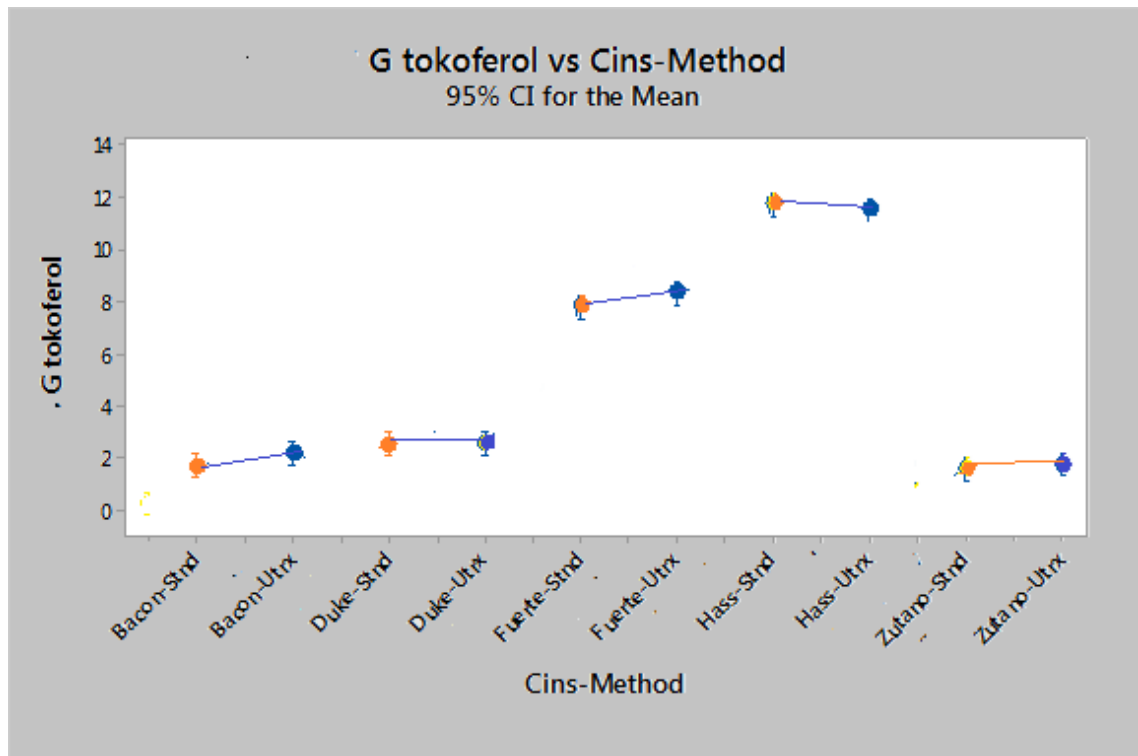
Literatür bilgileriyle çalışmamızı yorumladığımızda geleneksel soxhelet metoduyla avokadodan yağ eldesin de uyguladığımız sıcaklığın yüksekliği ve süresinin uzunluğundan dolayı yağın bünyesindeki bir miktar tokoferolün yapısının bozulması azaldığı düşünülmektedir. Ultrasound uygulama ile kombine edilen yöntemde ise avokadoların daha düşük sıcaklık değerlerinde ve daha kısa süreli ısıya maruz kaldığı için tokoferol ve diğer antioksidan maddelerin yapısının bozulmayarak özelliğini koruduğu düşünülmüştür.

Ultra-turrax uygulama ile kombine edilmiş yağın tokoferol verileri ile geleneksel soxhelet metodu ile elde edilmiş yağın tokoferol verileri incelendiğinde düzenli bir artış yada azalış gözlenmemiştir. Tablo 3.3'de Alfa tokoferol verilerine baktığımızda Fuerte ve Duke çeşitleri istatistiksel olarak bir farklılık gösterirken, Zutano ve Hass çeşidi farklılık göstermemiştir. Bacon çeşidinin sonuçları ise soxhelet metoduna göre hem farklılık hem de benzerlik göstermiştir. Gama tokoferol verilerine baktığımızda ise Bacon, Zutano ve Hass çeşidine ait meyvelerin tokoferol miktarları soxhelet metodu ile elde edilen miktarlara hem benzerlik hem de farklılık gösterirken, Fuerte ve Duke çeşitlerinin sonuçlarında bir fark görülmemiştir. Delta tokoferol verilerinde ise Hass, Bacon ve Zutano çeşidine ait sonuçlar, soxhelet metoduna ait sonuçlarla istatistiksel olarak farklılık gösterirken, Fuerte ve Duke çeşitlerinin sonuçları bir farklılık göstermemiştir.

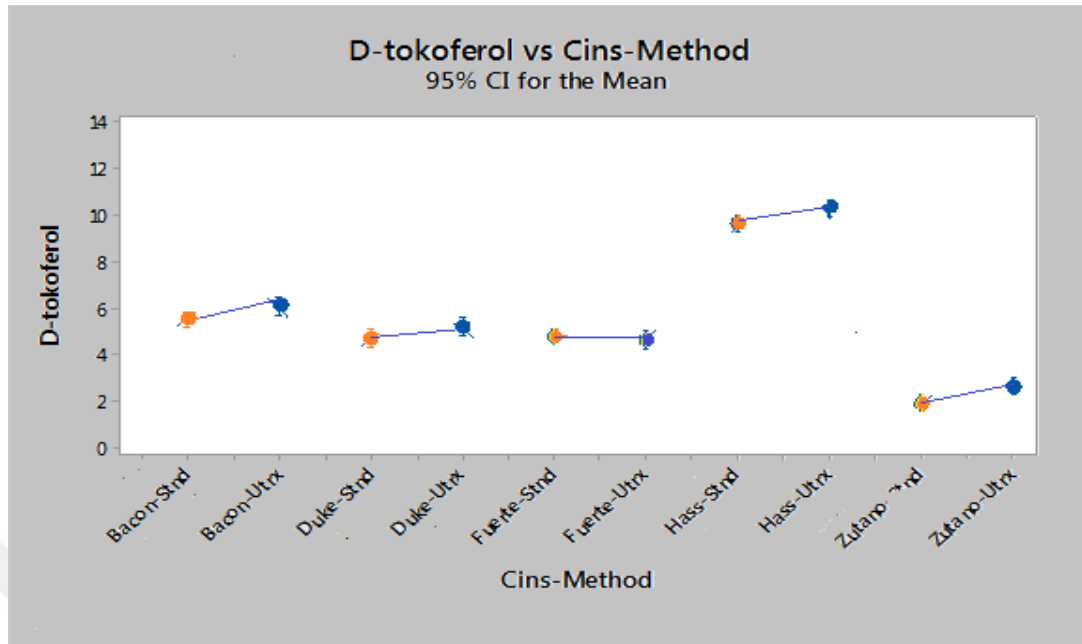
Aşağıda verilen grafiklerden tokoferol çeşitlerinin ultra-turrax uygulama ile nasıl bir değişim izlediği görülmektedir. Şekil 3.15'de ultra-turrax uygulama ile elde edilen α -tokoferol miktarı ile geleneksel soxhelet metodu ile elde edilen tokoferol miktarının değişim grafiği verilmiştir. Aynı şekilde Şekil 3.16'da ultra-turrax uygulama ile elde edilen γ -tokoferol miktarı ile geleneksel soxhelet metodu ile elde edilen γ - tokoferol miktarının değişim grafiği, Şekil 3.17'de ultra-turrax uygulama ile elde edilen δ -tokoferol miktarı ile geleneksel soxhelet metodu ile elde edilen δ - tokoferol miktarının değişim grafiği verilmiştir. Grafiklerde ki turuncu renkler standart soxhelet metoduna ait tokoferol miktarını gösterirken, mavi renk ultra-turrax uygulamaya ait tokoferol miktarlarını göstermektedir.



Şekil 3.15. Ultra-turrax uygulama ile elde edilen α -tokoferol miktarı ile Geleneksel Soxhelet metodu ile elde edilen α -tokoferol miktarının değişim grafiği



Şekil 3.16. Ultra-turrax uygulama ile elde edilen γ -miktarı ile Geleneksel Soxhelet metodu ile elde edilen γ - tokoferol miktarının değişim grafiği

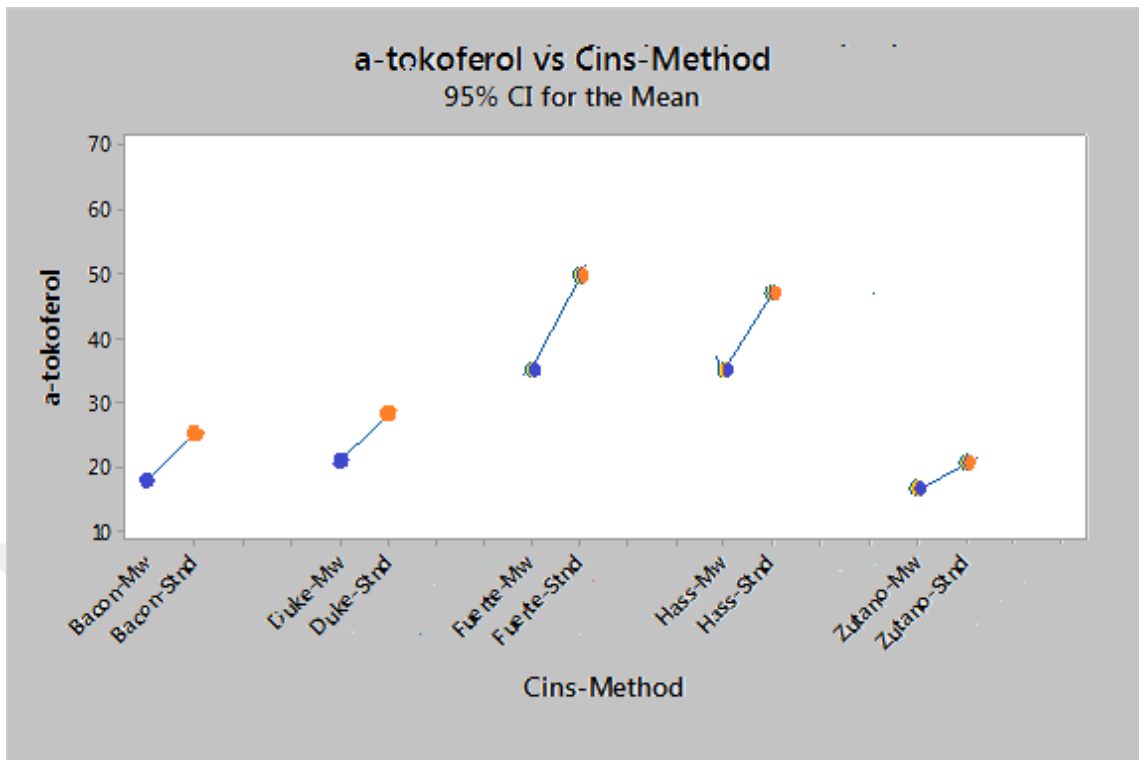


Şekil 3.17. Ultra-turrax uygulama ile elde edilen δ -tokoferol miktarı ile Geleneksel Soxhelet metodu ile elde edilen δ - tokoferol miktarının değişim grafiği

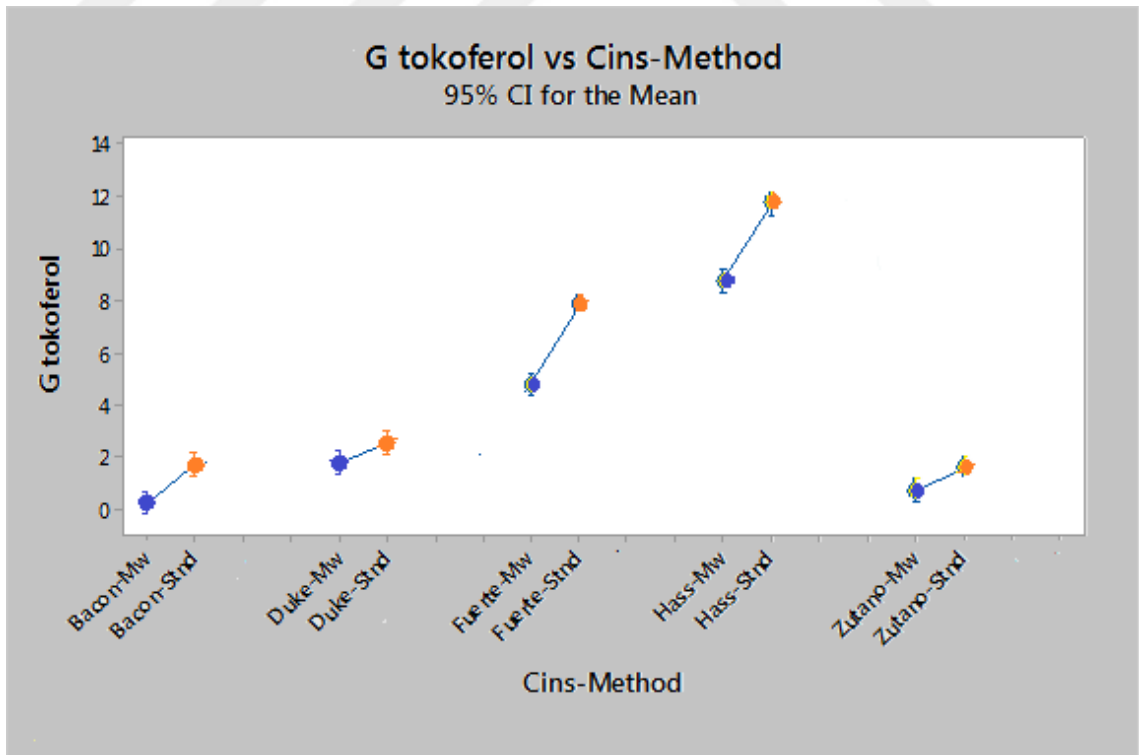
Grafiklere genel olarak baktığımızda tüm tokoferol çeşitlerinde ultra-turrax uygulama ile elde edilen yağın tokoferol miktarlarının, soxhelet metodu ile elde edilen tokoferol miktarından minör miktarda bir artış gösterdiği görülmektedir.

Mikrodalga uygulama ile kombine edilmiş yağın tokoferol miktarı ile geleneksel standart soxhelet metodu ile elde edilmiş yağın tokoferol miktarı incelendiğinde tüm avokado çeşitlerinde tokoferol miktarlarının azaldığı gözlenmiştir. Sonuçlarımız arasında ki farkı daha net görmek için verilerimize %95 güven aralığında Fisher LSD metodu kullanarak tek yönlü ANOVA analizi yapılmıştır. Bu analiz sonuçlarına göre mikrodalga etkinin geleneksel soxhelet metoduna kıyasla tokoferol miktarı açısından tüm avokado çeşitlerinde istatistiksel olarak farklılık tespit edilmiştir ($p < 0.01$).

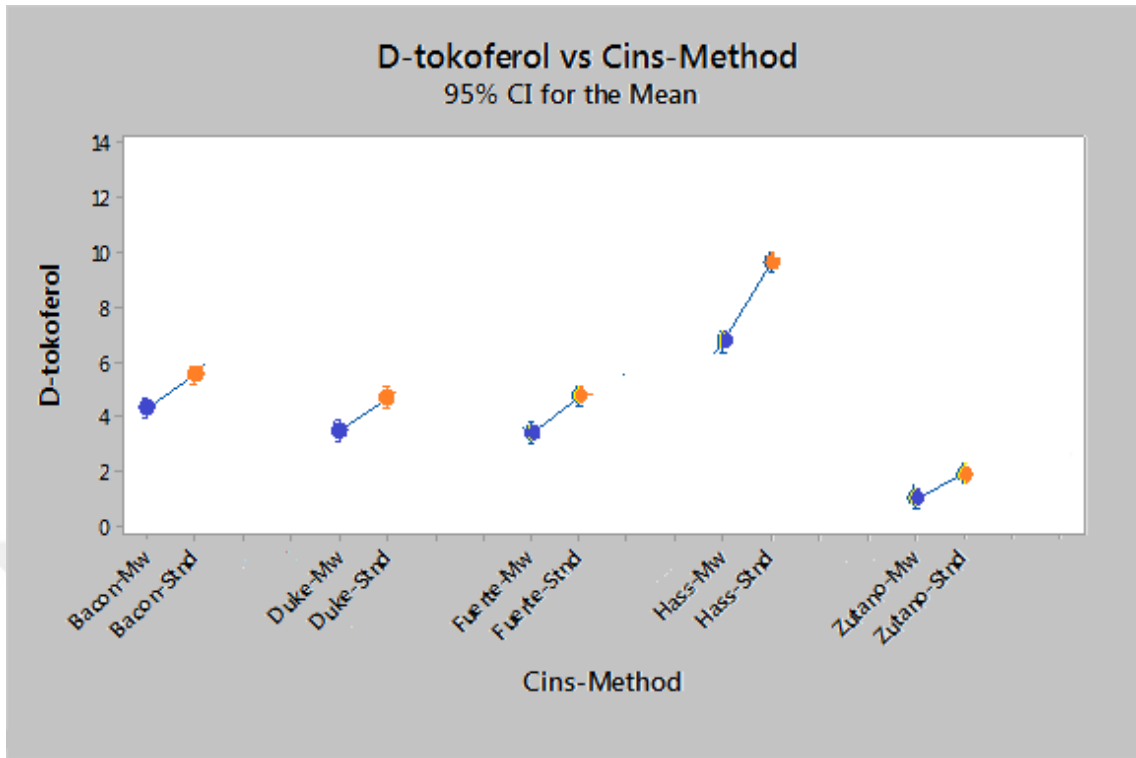
Aşağıda verilen grafiklerden tokoferol çeşitlerinin mikrodalga uygulama ile nasıl bir değişim izlediği görülmektedir. Şekil 3.18’de Mikrodalga uygulamanın her avokado çeşidinde geleneksel standart soxhelet metoduna göre α -tokoferol miktarında sağladığı azalış görülmektedir. Aynı şekilde şekil 3.19 ve şekil 3.20’de mikrodalga uygulamanın her avokado çeşidinde geleneksel standart soxhelet metoduna göre γ -tokoferol ve δ -tokoferol’e etkileri görülmektedir. Grafikler de turuncu renk standart soxhelet metoduna ait tokoferol miktarını gösterirken, mavi renk ise mikrodalga uygulanan metoda ait tokoferol miktarını gösterir.



Şekil 3.18. Mikrodalga uygulama ile elde edilen α -tokoferol miktarı ile Geleneksel Soxhelet metodu ile elde edilen α -tokoferol miktarının değişim grafiği



Şekil 3.19. Mikrodalga uygulama ile elde edilen γ -tokoferol miktarı ile Geleneksel Soxhelet metodu ile elde edilen γ - tokoferol miktarının değişim grafiği



Şekil 3.20. Mikrodalga uygulama ile elde edilen δ -tokoferol miktarı ile Geleneksel Soxhlet metodu ile elde edilen δ - tokoferol miktarının değişim grafiği

Tüm grafiklerden de görüldüğü üzere Mikrodalga uygulama ile tüm tokoferol çeşitlerinin önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. Bu azalmanın mikrodalga uygulama sonucunda oluşan ani sıcaklık artışı sonucu olduğu düşünülmüştür. Nitekim bu ani ısının oluşmasında iki farklı mekanizmadan bahsedilmiştir. Oliveriaet.al.[95] bir malzemenin mikrodalga ile ısıtılması ya uygulanan elektrik alan şiddetinin bir sonucu olarak iyonik bileşenlerin harekete geçmesi ile ya da uygulanan elektrik alanın genlik değişimine bağlı olarak moleküllerin önce polarize daha sonra depolarize olmaya çalışırken ortaya çıkardıkları salınım hareketinin bir sonucu olarak gerçekleştiği bildirilmiştir.

Başka bir çalışmada gıda materyallerinin mikrodalga enerjisini direkt iç kısımlarına absorbe etmesi ve bu enerjiyi ısıya dönüştürmesi şeklinde açıklanmıştır. Vadivambal et.al.[96] bu çalışmada mikrodalga uygulaması ile hücre içinde polar (H_2O) ya da ufak iyonik bileşiklerin (Na^+Cl^-) değişen elektrik alan sayesinde sürekli yön değiştirdikleri bu yön değişmesi sonucu hücre içinde meydana gelen bu hareketliliğinin hücre içinde hızlı bir sıcaklık artışına sebep olduğu bildirilmiştir. Bu hızlı sıcaklık artışı ile hücre

içinde bir anda yüksek derecelerde ısı oluşmakta ve bu ısı sebebiyle başta hücre duvarı olmak üzere hücre içindeki birçok yapı hızlı bir şekilde deforme olmaktadır [94].

Şimşek [102] tarafından yapılan bir çalışmada da çeşitli güçlerde (540, 720 ve 900 watt) kavrulan ayçiçeği, keten, haşhaş, susam ve soya fasulyesi tohumlarının tokoferol değişimlerine bakıldığında her tohumda tokoferol miktarlarının (α -tokoferol, β + γ tokoferol ve δ -tokoferol) miktarlarını başlangıç miktarına göre düzenli olarak azaldığı görülmüştür.

Yoshida et.al.[118] tarafından susam tohumlarının antioksidan bileşiklerinin ve lipit kalitesine mikrodalgada ısıtmanın etkisini araştırmışlardır. Antioksidan bileşikler için belirlenen miktarlar; gama, delta ve alfa tokoferoller sırayla 576, 18, ve 8 mg/kg; sesamin, sesamolin ve sesamol, sırayla 6824, 5642, ve 54 mg/kg olarak bulunmuştur. Mikrodalga uygulama sırasında tokoferoller ile, sesamin ve sesamolinin konsantrasyonu dereceli olarak azalmıştır ve 30 dakika ısıtmadan sonra antioksidan bileşiklerde %20 oranında kayıplar olduğu bildirilmiştir. Isıtma işleminden önce gama tokoferol (576 mg/kg) en yüksek miktarda bulunan tokoferoldür. Delta tokoferol (18 mg/kg) ve alfa tokoferol (8 mg/kg) minör bileşiklerken beta tokoferol tespit edilememiştir. Mikrodalga ısıtma ilerlerken tokoferol konsantrasyonu tohumlarda benzer bir şekilde düşmüştür. 12 dakika ısıtmada gama tokoferol kaybı % 3, 20 dakika ısıtmada % 6,5'dir. Mikrodalgaya maruz kalma süresi arttıkça kayıpta artmaktadır. Bu kayıpların oluşan ani sıcaklık değerlerine maruz kalan antioksidan bileşiklerin yapılarının bozulmasından olduğu düşünülmektedir.

Yoshida et.al.[119] tarafından yapılan araştırmada da çeşitli susam (*Sesamum indicum Linn*) türlerine (tohum renkleri: siyah, kahverengi ve beyaz) 2450 MHz frekansa 16 ve 30dakika boyunca mikrodalgada kavrularak yağların oksidatif stabilitesine antioksidanların etkisi araştırılmıştır. 30 dakika sonunda yanık ve acı bir tat oluşmasına rağmen tokoferoller ve lignanların %80 oranında orijinal seviyesinde kaldığı yaklaşık %20 oranında bir değişim yaşandığı belirtilmiştir. Yoshida et.al.[118] tarafından susam tohumlarının mikrodalga ısıtma sonucunda antioksidan bileşiklerinin değişimi üzerine yapılan çalışmada mikrodalga etki sonucunda antioksidan bileşiklerin aynı şekilde yaklaşık %20 oranında azaldığını bildirmiştir.

Yoshida et. al.[120] tarafından yapılan başka bir araştırmada da lipitlerin besin kalitesinde mikrodalga ısının etkisinin keten tohumu, zeytin ve palm yağında 8-10dk'lık bir mikrodalga uygulamadan sonra tokoferol oranında azalma meydana geldiğini rapor etmiştir.

Literatür taramaları ve çalışmamızın sonuçlarını kıyasladığımızda literatür taramaları ile sonuçlarımızın örtüştüğü görülmektedir. Mikrodalga etkisiyle azalan tokoferol miktarlarının mikrodalga uygulama sırasında oluşan ani sıcaklık artışı sonucunda hücre içinde yaşanan kimyasal bozulmalar sonucunda tokoferol değerlerinin azaldığı düşünülmektedir.

3.4. Trigliserit Kompozisyonu Verileri

3.4.1. Avokado çeşitlerinin trigliserit kompozisyonu ve miktarı

Çalışmamızda 5 farklı avokado çeşidimiz için hepsinin ayrı ayrı trigliserit kompozisyonları incelendi. Bu amaçla avokado meyvelerinde bulunan majör trigliserit yapılarına odaklanılmıştır. Avokado çeşitlerimizin yağ asidi analizi sonuçlarında elde ettiğimiz verilerde bu trigliserit tablosuna ışık tutmaktadır. Avokado yağında bulunan hakim yağ asitlerinin oleik asit, palmitik asit ve linoleik asit olduğu görülürse ve bunların toplam yağ asidi içinde yaklaşık %90'lık bir miktara karşılık geldiği düşünüldüğünde hakim trigliseritlerin triolein(OOO), palmitodiolein(POO), oleodiolein(OLL) ve palmitoolealinolein(POL) olduğu görülebilir. Daha önceki literatür çalışmalarında da görüldüğü üzere avokado meyvesinde çalışmadan çalışmaya ya da avokadonun çeşit ve yetiştiği bölgeye göre değişmekle birlikte hakim trigliseritlerin genelde en fazla olarak triolein(OOO), palmitodiolein(POO), linelodiolein(OOL), palmitoolealinolein(POL), oleodiolein(OLL), oleodipalmitin(PPO), sterodiolein(OOS) olduğu görülmektedir. Çalışmamız da her avokado çeşidi için farklı dağılım ve farklı miktarlar ile bu yüzde dağılımları elde ettik. Tablo 3.4'de Ekstraksiyon yöntemlerinin her çeşide göre trigliserit verilerinin istatistiksel olarak gruplandırılmış tablosu verilmiştir. Tablo 3.4 de büyük harf ile gösterilen semboller sütunsal farklılıkları ifade ederken küçük harf ile gösterilen semboller satırlar arasında ki farklılıkları ifade etmektedir. Tablo3.4'de görüldüğü üzere farklı metotlarla elde edilen yağların trigliserit dağılımına bakıldığında trigliserit yapılarında bir değişim olmaz iken sadece % olarak trigliserit dağılımında bazı minör değişimler gözlenmemiştir.

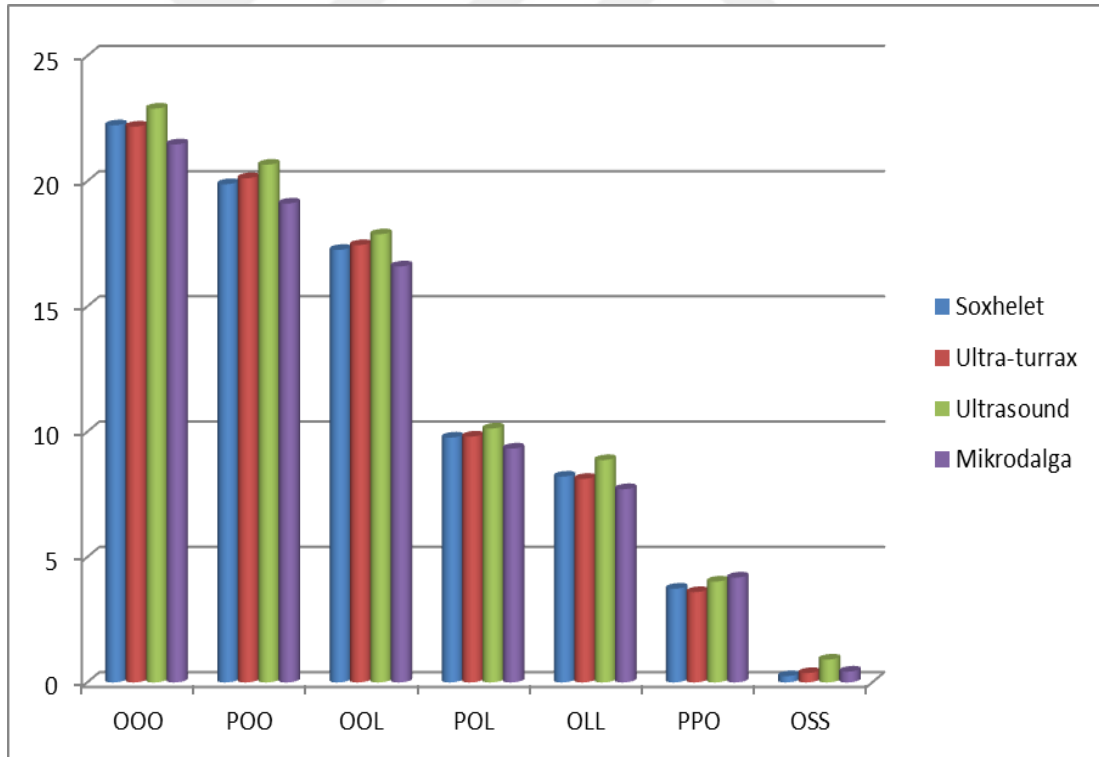
Tablo 3.4. Farklı ekstraksiyon yöntemlerine göre Avokado çeşitlerinin trigliserit miktarlarının istatistiksel olarak gruplandırılması

Trigliseritler	Metodlar	BACON	FUERTE	ZUTANO	HASS	DUKE
OOO	Soxhelet	22,23±0,31 ^{Aa}	21,51±0,79 ^{Aa}	18,12±0,78 ^{Ba}	15,60±0,27 ^{Ca}	14,95±0,31 ^{Ca}
	Ultrasound	22,90±0,26 ^{Aab}	22,73±0,51 ^{Aab}	19,27±0,35 ^{Bab}	15,87±0,69 ^{Ca}	15,48±0,70 ^{Cab}
	Ultraturrax	22,18±0,42 ^{Aa}	21,47±0,36 ^{Aa}	18,25±0,40 ^{Ba}	15,67±0,73 ^{Ca}	14,79±0,18 ^{Ca}
	Mikrodalga	21,47±0,55 ^{Aac}	19,03±0,12 ^{Bac}	17,48±0,67 ^{Cac}	14,55±0,42 ^{Db}	13,80±0,45 ^{Eac}
POO	Soxhelet	19,78±0,62 ^{Aa}	18,57±1,30 ^{Aa}	17,00±0,91 ^{Ba}	19,10±0,62 ^{Aa}	22,82±0,65 ^{Ca}
	Ultrasound	20,66±0,57 ^{Aab}	19,78±0,26 ^{Aab}	17,43±0,73 ^{Bab}	19,86±1,21 ^{Aab}	23,25±0,42 ^{Cab}
	Ultraturrax	20,12±0,48 ^{Aa}	18,04±0,93 ^{Ba}	16,89±0,59 ^{Ca}	18,97±0,50 ^{ABa}	22,76±0,50 ^{Ca}
	Mikrodalga	19,11±0,73 ^{Aac}	17,56±1,07 ^{Bac}	16,19±0,37 ^{BCac}	18,22±0,24 ^{ABac}	22,09±0,32 ^{Dac}
OOL	Soxhelet	17,26±0,44 ^{Aa}	17,70±0,65 ^{Aa}	14,34±0,43 ^{Ba}	11,33±0,19 ^{Ca}	10,91±0,74 ^{Da}
	Ultrasound	18,28±0,32 ^{Aab}	18,65±0,72 ^{Aab}	14,86±0,31 ^{Ba}	11,91±0,31 ^{Cab}	11,23±0,19 ^{Cab}
	Ultraturrax	17,45±0,21 ^{Aa}	17,73±0,19 ^{Ba}	14,01±0,62 ^{Ca}	11,65±0,88 ^{Da}	10,78±0,36 ^{DEa}
	Mikrodalga	16,60±0,58 ^{Aac}	16,34±0,44 ^{Aac}	13,68±0,57 ^{Bb}	10,83±0,29 ^{Cac}	10,21±0,48 ^{Cac}
POL	Soxhelet	9,77±0,45 ^{Aa}	13,71±1,07 ^{Ba}	15,90±0,41 ^{Ca}	13,80±0,76 ^{Ba}	20,02±0,37 ^{Da}
	Ultrasound	10,13±0,32 ^{Aab}	14,90±0,72 ^{Bab}	15,38±0,55 ^{Bab}	13,62±0,28 ^{BCa}	20,75±0,43 ^{Dab}
	Ultraturrax	9,81±0,71 ^{Aa}	13,53±0,34 ^{Ba}	15,69±0,81 ^{Ca}	13,50±0,70 ^{Bab}	19,88±0,60 ^{Da}
	Mikrodalga	9,33±0,48 ^{Aac}	13,14±0,89 ^{Bac}	15,07±0,20 ^{Cac}	13,15±0,21 ^{Bac}	19,22±0,21 ^{Dac}
OLL	Soxhelet	8,21±0,60 ^{Aa}	10,07±0,32 ^{Ba}	10,88±0,33 ^{Ba}	4,80±1,47 ^{Ca}	6,56±0,32 ^{Da}
	Ultrasound	8,87±0,43 ^{Aab}	11,76±0,19 ^{Bab}	11,37±0,61 ^{Cab}	5,07±0,93 ^{Da}	7,08±0,21 ^{Aab}
	Ultraturrax	8,12±0,27 ^{Aa}	10,21±0,57 ^{Ba}	11,02±0,29 ^{Ba}	4,66±1,21 ^{Ca}	6,75±0,59 ^{Da}
	Mikrodalga	7,71±0,29 ^{Aac}	8,85±0,47 ^{Bc}	9,95±0,52 ^{Cc}	4,17±0,92 ^{Dab}	6,13±0,72 ^{Eac}
PPO	Soxhelet	3,74±0,29 ^{Aa}	5,93±0,90 ^{Ba}	5,31±0,72 ^{Ba}	7,26±0,30 ^{Ca}	11,25±0,44 ^{Da}
	Ultrasound	4,02±0,41 ^{Aa}	5,87±0,41 ^{Ba}	5,72±0,63 ^{Ba}	7,21±0,56 ^{Ca}	11,87±0,58 ^{Dab}
	Ultraturrax	3,60±0,57 ^{Aa}	5,75±0,12 ^{Ba}	5,38±0,45 ^{Ba}	7,12±0,48 ^{Ca}	11,19±0,33 ^{Da}
	Mikrodalga	4,18±0,81 ^{Aab}	6,23±0,57 ^{Bb}	5,87±0,29 ^{Bab}	7,78±0,34 ^{Cab}	11,93±0,27 ^{Dab}
OOS	Soxhelet	0,25±0,09 ^{Aa}	1,17±0,30 ^{Ba}	0,97±0,17 ^{Ca}	1,48±0,21 ^{Ba}	1,90±0,43 ^{Da}
	Ultrasound	0,31±0,28 ^{Aa}	1,26±0,69 ^{Ba}	1,28±0,21 ^{Ba}	1,53±0,61 ^{Ba}	1,78±0,31 ^{Ca}
	Ultraturrax	0,37±0,13 ^{Aa}	1,40±0,43 ^{Ba}	1,13±0,34 ^{Ba}	1,33±0,30 ^{Ba}	2,01±0,25 ^{Ca}
	Mikrodalga	1,43±0,17 ^{Ab}	2,46±0,72 ^{Bb}	1,86±0,27 ^{Ab}	2,27±0,42 ^{Bb}	2,60±0,40 ^{Bb}

3.4.2. Uygulanan Farklı Ön İşlemlerin Trigliserit Miktarına Etkisi

Bacon çeşidimize ait trigliserit kompozisyonu sonuçlarına baktığımızda en fazla bulunan trigliserit kompozisyonu sırası ile OOO, POO, OOL, POL, OLL, PPO, OOS şeklinde sıralanmıştır. Farklı metotlar ile elde edilen yağlarda trigliserit kompozisyonuna baktığımızda tüm farklı metotlarda trigliserit kompozisyonunun değişmediği sadece yağda % trigliserit dağılımında minör miktarda değişimler olduğu

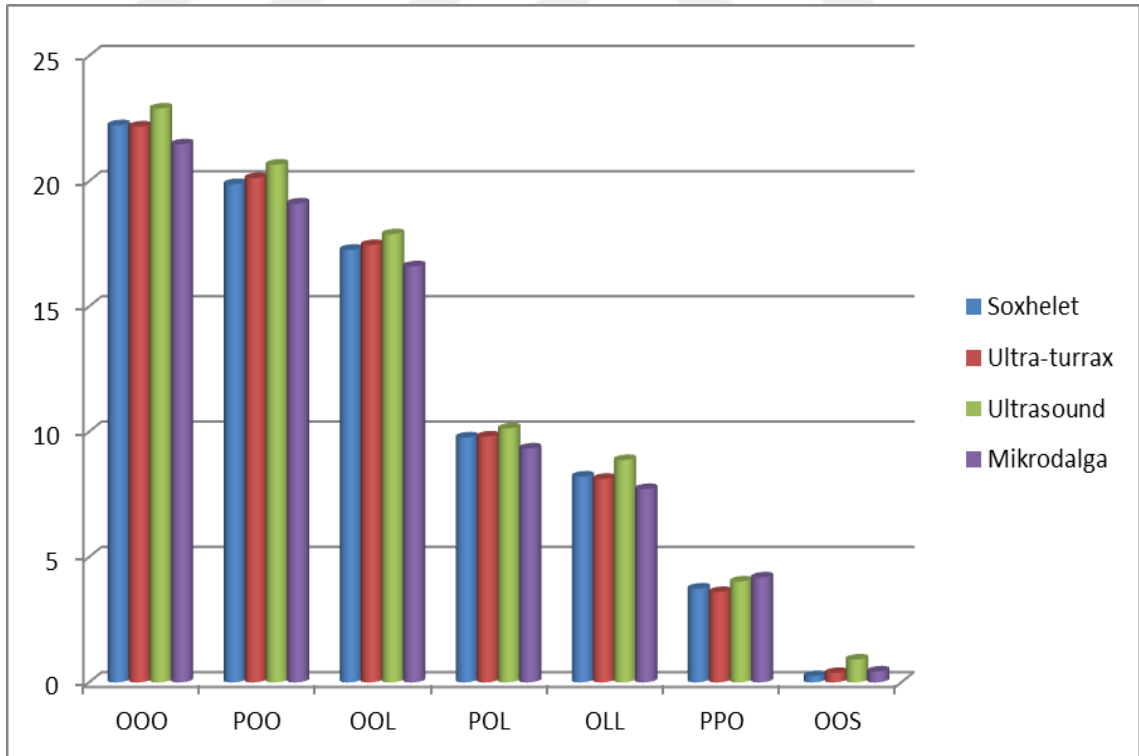
görülmüştür. Şekil 3.21’de verilen grafikte dört farklı yöntemle elde edilen yağın trigliserit kompozisyonları incelendiğinde mikrodalga uygulama ile elde edilen yağın trigliserit dağılımının, soxhelet ile elde edilen yağın trigliserit dağılımına göre OOO, POO, OOL, POL ve OLL trigliseritlerinde minör azalmalar görülürken PPO ve OOS trigliseritlerinde minör artışlar görülmüştür. Trigliserit miktarlarında ki bu değişimler istatistiksel olarak, soxhelet metoduna hem benzerlik hem de farklılık göstermiştir. Ultra-turrax uygulamanın sonuçlarına baktığımızda ise geleneksel soxhelet metodunun trigliserit dağılımıyla hemen hemen aynı sonuçlar elde edilmiş olup tüm trigliseritlerin miktarlarında soxhelet metoduna göre istatistiksel olarak bir farklılık gözlenmemiştir. Ultrasound uygulama da ise tüm trigliserit miktarlarında minör olarak bir artış gözlenirken PPO ve OOS trigliseritlerinde artış istatistiksel olarak farklı bulunmazken diğer trigliserit miktarlarındaki artışların soxhelet metodu sonuçlarıyla hem benzerlik hem de farklılık gösterdiği görülmüştür.



Şekil 3.21. Bacon çeşidinin trigliserit kompozisyonuna farklı metotların etkisi

Fuerte çeşidimize ait trigliserit kompozisyonu sonuçlarına baktığımızda en fazla bulunan trigliserit kompozisyonu sırası ile OOO, POO, OOL, POL, OLL, PPO, OOS şeklinde sıralanmıştır. Fuerte çeşidine ait farklı metotlar ile elde edilen yağların trigliserit kompozisyonuna baktığımızda tüm farklı metotlarda trigliserit

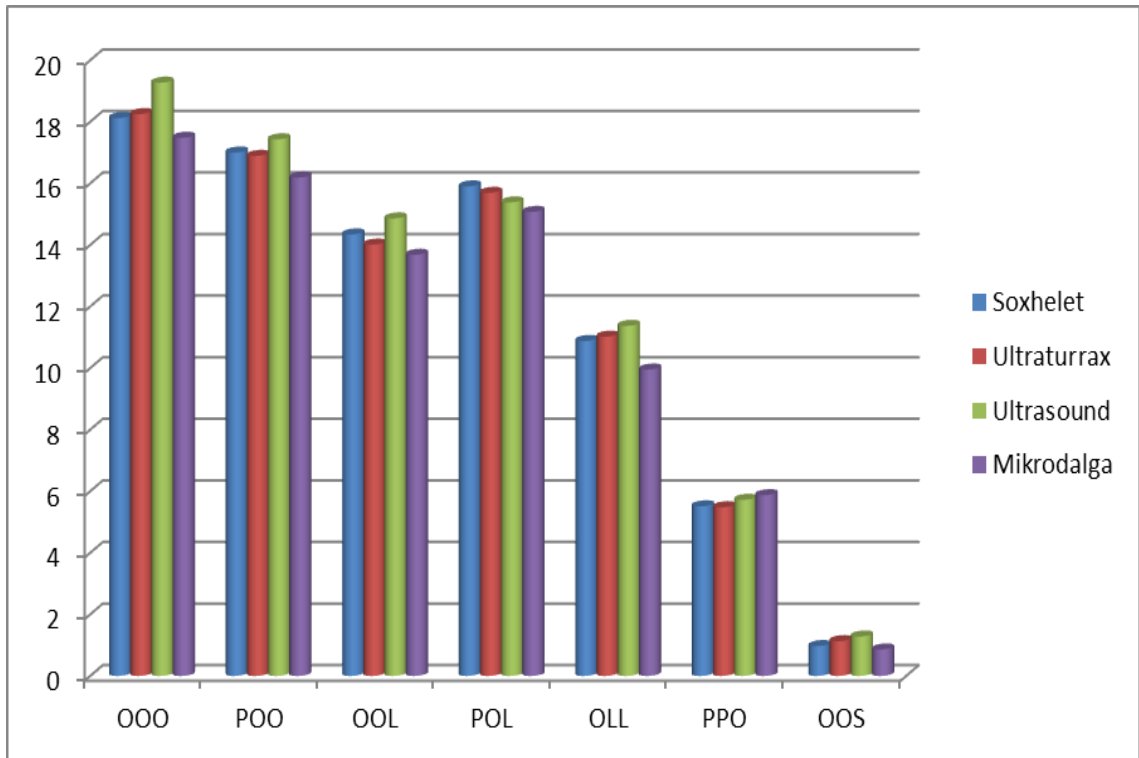
kompozisyonunun değişmediği sadece yağlarda % trigliserit dağılımında minör miktarda değişmeler olduğu görölmüştür. Şekil 3.22’de verilen grafikte Fuerte çeşidine ait dört farklı yöntemle elde edilen yağın trigliserit kompozisyonları incelendiğinde mikrodalga uygulama ile elde edilen yağın trigliserit dağılımında soxhelet ile elde edilen yağın trigliserit dağılımına göre OOO, POO, OOL, POL ve OLL trigliseritlerinde minör azalmalar görülürken, PPO ve OOS trigliseritlerinde minör olarak artışlar görölmüştür. Trigliserit miktarlarında ki bu değişimler istatistiksel olarak, soxhelet metoduna hem benzerlik hem de farklılık göstermiştir. Ultra-turrax uygulamanın sonuçlarına baktığımızda ise geleneksel soxhelet metodunun % trigliserit dağılımıyla hemen hemen aynı sonuçlar elde edilmiş olup tüm trigliseritlerin miktarlarında soxhelet metoduna göre istatistiksel olarak bir farklılık gözlenmemiştir. Ultrasound uygulama da ise tüm trigliserit miktarlarında minör olarak bir artış gözlenirken PPO ve OOS trigliseritlerinde artış istatistiksel olarak farklı bulunmazken diğer trigliserit miktarlarındaki artışların soxhelet metodu sonuçlarıyla hem benzerlik hem de farklılık gösterdiği görölmüştür.



Şekil 3.22. Fuerte çeşidinin trigliserit kompozisyonuna farklı metotların etkisi

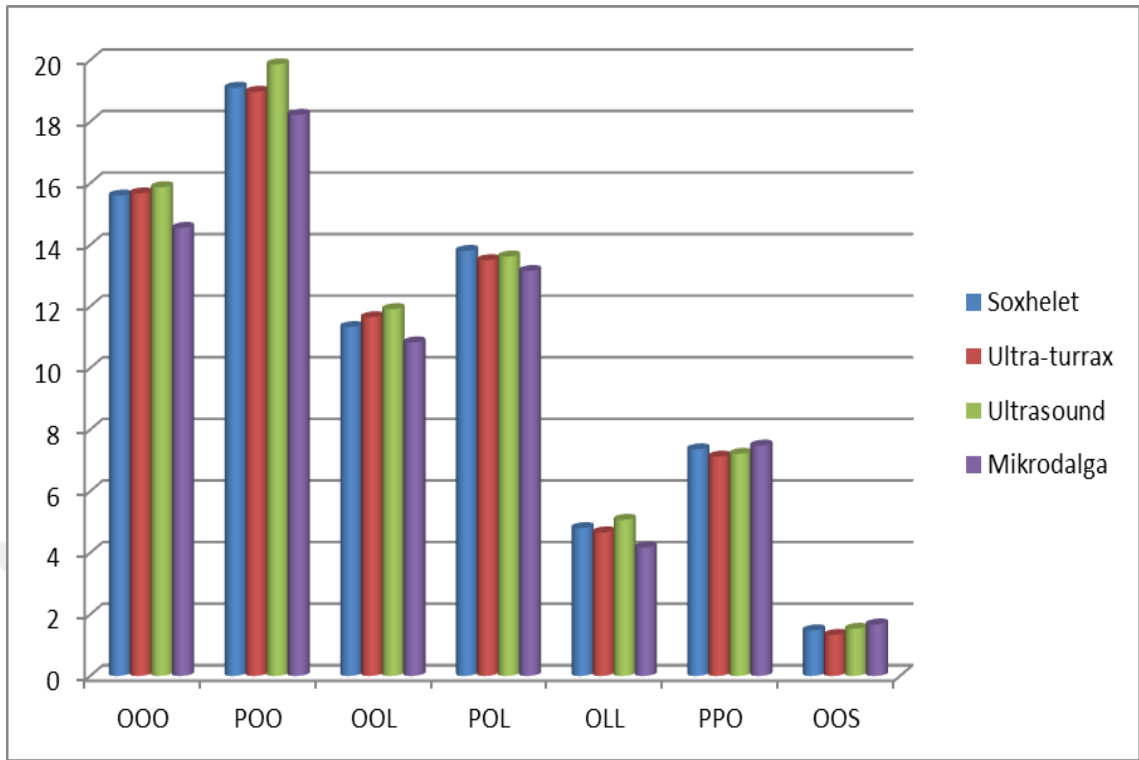
Zutano çeşidimize ait trigliserit kompozisyonu sonuçlarına baktığımızda en fazla bulunan trigliserit kompozisyonu sırası Bacon ve Fuerte çeşidinden farklı olarak OOO, POO, POL, OOL, OLL, PPO, OOS şeklinde sıralanmıştır. Zutano çeşidine ait farklı

metotlar ile elde edilen yağların trigliserit kompozisyonuna baktığımızda tüm farklı metotlarda trigliserit kompozisyonunun değişmediği sadece yağlarda % trigliserit dağılımında minör miktarda değişimler olduğu görülmüştür. Şekil 3.23’de verilen grafikte Zutano çeşidine ait dört farklı yöntemle elde edilen yağın trigliserit kompozisyonları incelendiğinde mikrodalga uygulama ile elde edilen yağın trigliserit dağılımında soxhelet ile elde edilen yağın trigliserit dağılımına göre OOO, POO, OOL, POL ve OLL trigliseritlerinde minör azalmalar görülürken, PPO ve OOS trigliseritlerinde minör olarak artışlar görülmüştür. PPO ve OOS trigliserit miktarlarında ki bu değişimler soxhelet metoduna göre istatistiksel olarak farklı bulunurken, diğer trigliserit sonuçlarının ise soxhelet metoduna hem benzerlik hem de farklılık gösterdiği görülmüştür. Ultra-turrax uygulamanın sonuçlarına baktığımızda ise geleneksel soxhelet metodunun % trigliserit dağılımıyla hemen hemen aynı sonuçlar elde edilmiş olup tüm trigliseritlerin miktarlarında soxhelet metoduna göre istatistiksel olarak bir farklılık gözlenmemiştir. Ultrasound uygulama da ise tüm trigliserit miktarlarında minör olarak bir artış gözlenirken OOL, PPO ve OOS trigliseritlerindeki artış istatistiksel olarak farklı bulunmazken diğer trigliserit miktarlarındaki artışların soxhelet metodu sonuçlarıyla hem benzerlik hem de farklılık gösterdiği görülmüştür.



Şekil 3.23. Zutano çeşidinin trigliserit kompozisyonuna farklı metotların etkisi

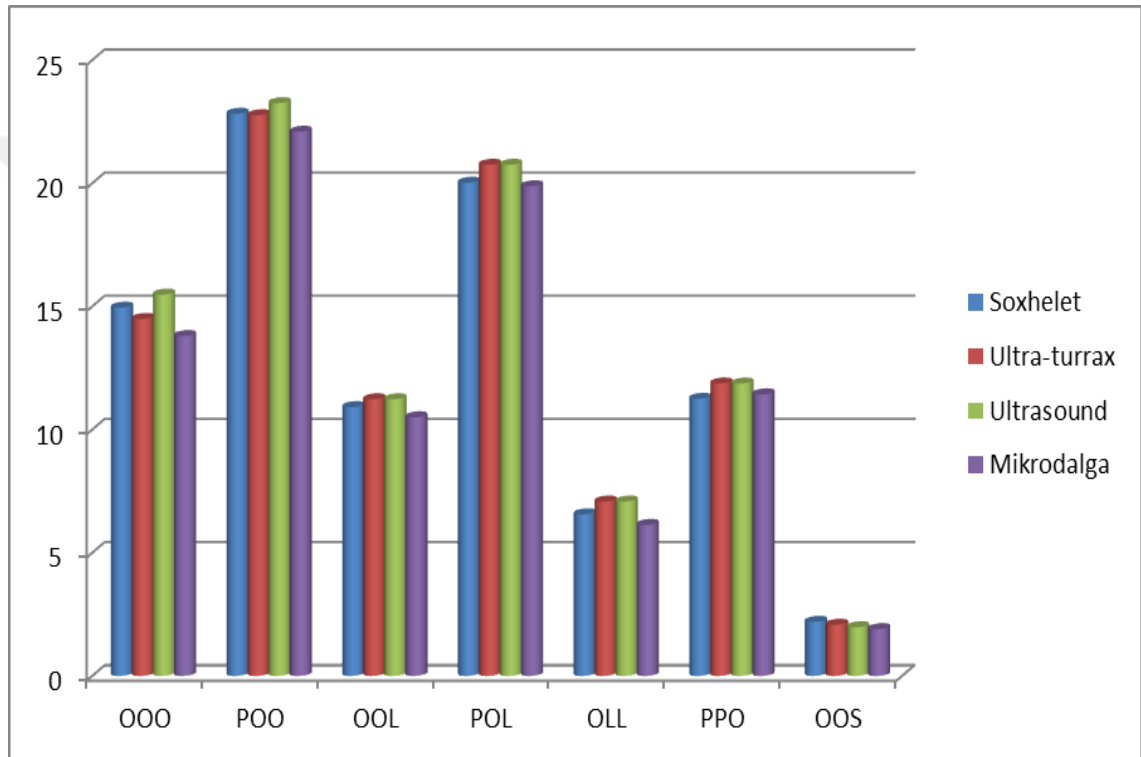
Hass çeşidimize ait trigliserit kompozisyonu sonuçlarına baktığımızda Bacon, Fuerte ve Zutano çeşitlerine göre miktar olarak daha farklı bir trigliserit sıralaması elde edilmiştir. Hass çeşidinde en fazla bulunan trigliserit kompozisyonu sırası POO, OOO, POL, OOL, PPO, OLL, OOS şeklinde sıralanmıştır. Hass çeşidinin trigliserit kompozisyonun Bacon, Fuerte ve Zutano çeşitlerinden farklı olarak doymuş yağ asitleri içeren trigliserit kompozisyonları açısından daha fazla olduğu görülmüştür. Hass çeşidine ait farklı metotlar ile elde edilen yağların trigliserit kompozisyonuna baktığımızda tüm farklı metotlarda trigliserit kompozisyonunun değişmediği sadece yağlarda % trigliserit dağılımında minör miktarda değişimler olduğu görülmüştür. Şekil 3.24’de verilen grafikte Hass çeşidine ait dört farklı yöntemle elde edilen yağın trigliserit kompozisyonları incelendiğinde mikrodalga uygulama ile elde edilen yağın trigliserit dağılımında soxhelet ile elde edilen yağın trigliserit dağılımına göre OOO, POO, OOL, POL ve OLL trigliseritlerinde minör azalmalar görülürken, PPO ve OOS trigliseritlerinde minör olarak artışlar görülmüştür. OOO, PPO ve OOS trigliserit miktarlarında ki bu değişimler soxhelet metoduna göre istatistiksel olarak farklı bulunurken, diğer trigliserit sonuçlarının ise istatistiksel olarak soxhelet metoduna hem benzerlik hem de farklılık gösterdiği görülmüştür. Ultra-turrax uygulamanın sonuçlarına baktığımızda ise geleneksel soxhelet metodunun % trigliserit dağılımıyla hemen hemen aynı sonuçlar elde edilmiş olup tüm trigliseritlerin miktarlarında soxhelet metoduna göre istatistiksel olarak bir farklılık gözlenmemiştir. Ultrasound uygulama da ise POO, OOO, OOL, OLL, OOS trigliserit miktarlarında soxhelet metodu sonuçlarına göre minör olarak bir artış gözlenirken POL ve PPO trigliseritlerinde bir azalış gözlenmiştir. Bu artışlardan OOO, POL, OLL ve OOS istatistiksel olarak farklı bulunmazken diğer trigliserit miktarlarındaki artışların soxhelet metodu sonuçlarıyla hem benzerlik hem de farklılık gösterdiği görülmüştür. POL ve PPO trigliseritlerinde ki azalış sonuçlarının soxhelet metodu sonuçlarına göre istatistiksel olarak farklı olmadığı görülmüştür.



Şekil 3.24. Hass çeşidinin trigliserit kompozisyonuna farklı metotların etkisi

Hass çeşidimize ait trigliserit kompozisyonu sonuçlarına baktığımızda ise özellikle Bacon, Fuerte ve Zutano çeşitlerinden farklı olarak tamamen doymuş yağ asitleri içeren trigliserit yapılarının daha fazla bulunduğu görülmüştür. Duke çeşidine ait elde edilen yağ asidi kompozisyonu sonucunun da bu sonucu desteklediği görülmüştür. Duke çeşidinde en fazla bulunan trigliserit kompozisyonu sırası POO, POL, OOO, PPO, OOL, OLL, OOS şeklinde sıralanmıştır. Duke çeşidine ait farklı metotlar ile elde edilen yağların trigliserit kompozisyonuna baktığımızda tüm farklı metotlarda trigliserit kompozisyonunun değişmediği sadece yağlarda % trigliserit dağılımında minör miktarda değişimler olduğu görülmüştür. Şekil 3.25’de verilen grafikte Duke çeşidine ait dört farklı yöntemle elde edilen yağın trigliserit kompozisyonları incelendiğinde mikrodalga uygulama ile elde edilen yağın trigliserit dağılımında soxhelet ile elde edilen yağın trigliserit dağılımına göre OOO, POO, OOL, POL ve OLL trigliseritlerin de minör azalmalar görülürken, PPO ve OOS trigliseritlerin de minör olarak artışlar görülmüştür. OOS trigliserit miktarlarında ki bu değişimler soxhelet metoduna göre istatistiksel olarak farklı bulunurken, diğer trigliserit sonuçlarının ise soxhelet metoduna hem benzerlik hem de farklılık gösterdiği görülmüştür. Ultra-turrax uygulamanın sonuçlarına baktığımızda ise geleneksel soxhelet metodunun % trigliserit dağılımıyla

hemen hemen aynı sonuçlar elde edilmiş olup tüm trigliseritlerin miktarlarında soxhelet metoduna göre istatistiksel olarak bir farklılık gözlenmemiştir. Ultrasound uygulama da ise POO, OOO, POL, OOL, PPO ve OLL trigliserit miktarlarında soxhelet metodu sonuçlarına göre minör olarak bir artış gözlenirken OOS trigliserit yapısında bir azalış gözlenmiştir. Bu artışların istatistiksel olarak soxhelet metodu sonuçlarıyla hem benzerlik hem de farklılık gösterdiği görülürken, OOS trigliseridinde ki azalmanın soxhelet metodu sonucuna göre istatistiksel olarak farklı olmadığı görülmüştür.



Şekil 3.25. Duke çeşidinin trigliserit kompozisyonuna farklı metotların etkisi

Yukarıda verilen grafikler den görüldüğü gibi yapılan istatistiksel analizlerde farklı metotlarla elde edilen yağların % trigliserit dağılım miktarının hemen hemen aynı olduğu sadece minör değişiklikler gözlendiği ancak genel olarak birkaç istisna dışında istatistiksel olarak bir fark gözlenmediği görülmüştür. Genel olarak baktığımızda ultrasound uygulamadan sonra özellikle doymamış yağ asitlerini içeren trigliserit yapılarında minör artışlar gözlenirken mikrodalga uygulama sonrasında ise özellikle doymuş yağ asitleri içeren trigliserit yapılarında bir miktar artış gözlenmiş, çoklu ve tekli doymamış yağ asitlerinin içeren trigliserit yapılarında bir miktar azalma

görülmüştür. Yapılan literatür çalışmalarını incelediğimizde de benzer sonuçlar gözlemlendiği görülmüştür.

Shadi .et.al. [122] tarafından papaya yağı tohumlarında yapılan bir çalışmada ultrasound etkinin papaya tohumu yağlarında ki % yağ verimine etkisi, yağ asidi kompozisyonuna etkisi ve trigliserit kompozisyonuna etkisi incelenmiştir. Yapılan analizlerde ultrasound etkinin yağ veriminde bir artış sağlarken, yağ asidi kompozisyonunda çeşitli farklılıklar ortaya çıkarmıştır. Ultrasound etkinin trigliserit kompozisyonlarına etkisine bakıldığında ise Ultrasound uygulama ile kombine edilmiş papaya tohumu yağlarının geleneksel solvent ekstraksiyonu ile elde edilen papaya tohumu yağının trigliserit miktarına göre minör artışlar gösterdiği belirtilmiştir.

Cossignani et. al. [123] tarafından yapılan bir çalışmada mikrodalga ısı uygulanan ve uygulanmayan zeytin yağların trigliserit, digliserit ve monogliserit fraksiyonları ile yağ asidi kompozisyonu incelenmiştir. Analiz sonuçlarında trigliserit yapıların yüzde miktarında bir düşüş gözlenmişken, digliserit ve monogliserit yapıların yüzde miktarlarında bir artış yaşandığı belirtilmiştir. Ayrıca genel olarak tüm doymamış yağ asitlerinde bir kayıp olduğu söylenmiştir.

Cossignani et. al. [123] mikrodalga uygulama esnasında zeytinyağı kompozisyonunda ki değişimleri araştıran çalışmasında da mikrodalga uygulanan yağlarda serbest yağ asitliği ve peroksit değerlerinin arttığı belirtilirken, mikrodalganın trigliserit kompozisyonuna çok ufak önemsiz değişikliklere sebep olduğu belirtilerek bu değişikliklerin önemli bir kısmının da trigliserit yapısında bağlı bulunan α ve β pozisyonlarında bağlı bulunan yağ asitlerinde meydana geldiği belirtilmiştir.

Yoshida et. al. [124] tarafından yapılan çalışmada Ayçiçek yağı eldesin de kavurmanın yağın bazı özelliklerine etkisi incelemişlerdir. 180°C ve 220°C sıcaklıkları arasında 5-25 dk. arasında ki sürelerde kavruan Ayçiçek tohumlarından elde edilen yağların 11 farklı trigliserit miktarları ve bazı diğer kalite parametreleri incelendiğinde 220°C de 10 dk. kavruan tohumların özellikle iki ya da üç çift bağ içeren doymamış yağ asidi ihtiva eden trigliserit miktarlarında önemli azalmalar olduğunu bildirmişlerdir.

Azadmard-Damirchi S. et. al.[125] tarafından yapılan bir çalışmada soxhelet metodu ile elde edilen sebze yağlarının yağ asidi ve trigliserit sonuçları ile mikrodalga

uygulamadan sonra elde edilen yağ asitleri ile trigliserit sonuçlarına bakıldığında özellikle çoklu doymamış yağ asidi ihtiva eden trigliserit miktarlarında bir azalma görülürken, digliserit ve monogliserit miktarlarında bir artış olduğunu belirtmiştir.

Anjum, F. et. al.[126] tarafından mikrodalga ısıtma ile kavurulmuş Ayçiçek tohumu yağının fiziko-kimyasal özellikleri ve oksidatif stabilitesi üzerine etkisini inceledikleri çalışmada oleik ve linoleik asidin, palmitik ve stearik aside göre oldukça daha fazla etkilendiği ve buna bağlı olarak oleik ve linoleik asit içeren trigliserit yapılarında bir azalış olduğunu belirtmişlerdir.

Literatür taramalarıyla sonuçlarımız kıyaslandığında sonuçlarımızın literatür bilgileriyle örtüştüğü görülmüştür. Sonuç olarak istatistiksel olarak çok önemli farklılıklar olmasa da mikrodalga uygulama ile elde edilen yağın trigliserit yapılarının bazılarında az miktarda azalmalar yaşanırken, ultrasound uygulama ile elde edilen yağın trigliserit yapılarının bazılarında az miktarda artışlar yaşanmış bu artış ve azalışların büyük bir kısmı istatistiksel olarak önemsiz sayılmıştır. Ultra-turrax uygulama ile elde edilen yağların trigliserit yapıların miktarı ise geleneksel soxhelet metodundan elde edilen yağın trigliserit miktarı ile büyük ölçüde örtüştüğü sonuçlarına varılmıştır. Mikrodalga uygulama ile doymamış yağ asitlerinin hakim olduğu trigliserit miktarında ki düşmenin mikrodalga etkinin özellikle çoklu doymamış yağ asitlerinin yapısının bozulmasıyla bu yağ asitleri miktarının azaldığı dolayısıyla bu yağ asitlerini içeren trigliserit yapılarında azalmasına sebep olduğu düşünülmektedir. Ultrasound etki ile özellikle doymamış yağ asitleri içeren trigliserit miktarında ki artışın ise ultrasound uygulamada yağ elde edilirken yüksek sıcaklıklara uzun süre maruz kalmamasından dolayı bu yağ asitlerinin korunduğu ve bunlarında dolayısı ile bu yağ asitlerini içeren trigliserit yapıların miktarında bir miktar artış sağladığı düşünülmüştür.

4. BÖLÜM

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

4.1. Sonuçlar

Bu çalışmada uygulanan farklı ön işlemler ile avokado meyvelerinden elde edilen yağın bazı özelliklerine, uygulanan farklı ön işlemlerin etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonunda önemli bilgilere ulaşılmış, ulaşılan bu bulguların değerlendirilmesi ve tartışılması sonucunda aşağıda sıralanan genel sonuçlara ulaşılmıştır.

- Avokado çeşitleri arasında en fazla yağa sahip çeşidin kuru madde de %68,21±0,99 ile Fuerte çeşidi olduğu onu sırası ile Hass, Bacon, Zutano ve Duke çeşitlerinin izlediği görülmüştür.
- Avokado çeşitlerinden % Ham Yağ eldesinde Ultrasound uygulanan yöntem ile Mikrodalga uygulanan yöntemin, Geleneksel Standart Soxhelet metoduna göre daha verimli sonuçlar verdiği görülmüştür. Ultra-turrax yöntemin ise geleneksel soxhelet verileri ile benzer sonuçlar gösterdiği görülmüştür.
- Avokado çeşitlerinin yağ asidi dağılımına bakıldığında tüm çeşitlerimizde hakim yağ asidinin %57,44±1,53 ile % 34,46±0,41 arasında değişen oranlara sahip tekli doymamış yağ asidi olan oleik asit olduğu görülmüştür.
- Avokado çeşitlerinin tamamında oleik asidi miktarca palmitik asit, linoleik asit ve palmitoleik asidin izlediği görülmüştür.
- Yağ asidi dağılımında mikrodalga uygulanan yöntemde özellikle tekli ve çoklu doymamış yağ asitlerinde azalışlar görülürken, ultrasound uygulanan yöntemde genel olarak yağ asitlerinde minör artışlar görülmüştür.

- Avokado çeşitlerinin tokoferol içeriklerine bakıldığında tüm çeşitlerde hakim tokoferolün α -tokoferol olduğu, en fazla tokoferol içeriğine sahip avokado çeşidinin Fuerte çeşidi olduğu onu da sırası ile Hass, Bacon, Zutano ve Duke çeşitlerinin izlediği görülmüştür.
- Ultrasound uygulanan yöntemin geleneksel soxhelet yöntemine göre tokoferol miktarında bir artış sağladığı, mikrodalga uygulanan yöntemde ise tokoferol verilerinde ciddi düşüşler yaşandığı görülmüştür.
- Ultra-turrax uygulanan yöntemin % ham yağ miktarı ve yağ asidi dağılımında olduğu gibi tokoferol verilerinde de geleneksel soxhelet metodu ile örtüşen sonuçlar verdiği görülerek sonuçlar arasında bir fark bulunamamıştır.
- Avokado çeşitlerinin trigliserit kompozisyonları dağılımına bakıldığında ise çeşitten çeşide miktarı değişmekle birlikte genel olarak hakim trigliseritlerin OOO, POO, OOL, POL, OLL, PPO VE OOS olduğu görülmüştür.
- Uygulanan farklı metodların trigliserit kompozisyonuna istatistiksel olarak çok bir etkisi olmamakla birlikte mikrodalga uygulanarak elde edilen yağın bazı trigliserit yapılarında minör azalışlar ortaya çıktığı görülmüştür.
- Tüm meyve çeşitleri içerisinde % ham yağ miktarı, yağ asidi ve tokoferol gibi besinsel kalite parametreleri göz önüne alındığında en kaliteli besinsel değere sahip avokado çeşidinin Fuerte olduğu görülmüştür.
- Yağın en kaliteli besinsel değerlere sahip sonuçlarına Ultrasound uygulama ile kombine edilmiş solvent ekstraksiyonu yöntemi ile ulaşıldığı görülmüştür.
- Ayrıca Ultrasound uygulama ile kombine edilmiş solvent ekstraksiyonu yönteminde daha az solvent kullanılarak yağ eldesi sağlanmıştır.

4.2. Öneriler

- Farklı ön uygulamalarla kombine edilmiş ekstraksiyon metotları denenerek avokado yağı üretiminde verim artışı sağlanabilir.
- Aynı şekilde farklı ön uygulamalarla kombine edilmiş ekstraksiyon teknikleri kullanılarak avokado yağının besinsel kalite parametreleri korunabilir.
- Avokado meyvesinden yağ eldesinde ısısal olmayan ekstraksiyon yöntemleri denenerek verim ve kalite artışı sağlanabilir.

- Endüstriyel avokado yağı üretiminde ultrasound uygulama ile kombine edilmiş solvent ekstraksiyonu kullanılarak daha kaliteli bir yağ eldesi sağlanabilir.
- Yüksek sıcaklık uygulamaları ile yağ içinde yapısı bozulan antioksidan maddeler, çoklu doymamış yağ asitleri vb. yapıların çok fazla bozulmaya uğramadan eldesinde ultrasound uygulama ile kombine edilmiş solvent ekstraksiyonu yöntemi kullanılabilir.
- Ultrasound uygulama ile kombine edilmiş solvent ekstraksiyonu yönteminde daha az solvent kullanılarak daha kısa sürede yağ eldesi sağlandığından, bu yöntemle yağ ekstraksiyon işlemlerinde solvent ve zaman tasarrufu sağlanabilir.
- Farklı ekstraksiyon metotları denenerek çeşitli meyvelerden yağ üretiminde verim artışı sağlanabilir.
- Endüstriyel avokado ürünlerinin üretim işlemlerinde en kaliteli besinsel değerlere Fuerte ve Hass çeşidi kullanılarak sağlanabilir.
- Avokado meyvesi zengin yağ içeriğinden dolayı yağ hammaddesi sıkıntısı çeken ülkemiz için farklı bir yağ hammaddesi olarak alternatif olabilir.
- Kimyasal bileşimi ile dikkat çeken avokado yağı, zeytinyağına alternatif bir yağ olarak değerlendirilebilir.
- Sos ve salata yağı olarak kullanılabilme potansiyeli bulunabilir ve göz önüne alınabilir.
- Avokado yağı kozmetik ve kimya sanayisinde değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

1. Zentmeyer, G. A. 1987. Avocados Around the World. **California Avocado Society Yearbook** 71: 63–77
2. Biale, J.B and Young, R. E. 1971. The Avocado Pear pp. 1-60. In : Biochemistry of Fruits and Their Product. (Eds., Biale, J.B.) . Academic Press, London.
3. Baryy, P.C. 2011. Avocado : The early roots of Avocado history and Linda Stradley 2004. All about Avocados: History of the Hass Avocado **'<https://ipfs.io/ipfs/.../wiki/Avocado.html>**
4. Knight, R. J. 2002. History, Distribution and Uses pp.1:10. In: The Avocado: Botany, Production and Uses. (Eds. Whiley, A.W., Schaffer, B. and Wolstenholm, B.N. Cabi Publishing, Oxfordshire.
5. Anonymous 2006. FAO Production Yearbook **<http://faostat.fao.org/faostat/collections?version=ext&hasbulk=0&subset=agriculture>**
6. Morton, J.F., 1987. Avocado. In : Fruits of warm Climates, pp : 91-102 (Eds.. Morton J.F.). Miami, USA.
7. Campbell, C. W., Malo, S.E., 1976. A survey of avocado cultivars. Proceedings of the First International Tropical Fruit Short Course pp: 9-15. In: The Avocado. (Sauls, J.W., Philips, R.L., Jackson, L.K.) Fruit Crops Dept. , Florida Cooperative Extension Service. Institute Of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.
8. Demirkol, A., 1995. Avocado Growing in Turkey pp : 451-456. *Proceedings of The World Avocado Congress III*, 19-24 October, Tel Aviv, Israel.
9. Yılmaz C., Yıldırım B., (2015). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Avokado Yetiştiriciliği Mersin-Erdemli.
10. Demirkol, A., Bayram, S., Arslan, A., 2004. Antalya İlinde Avokado Adaptasyonu. **Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi**, 1(2):38-48

11. Bayram, S., 2009. ‘Dünyada ve Türkiyede Avokado Yetiştiriciliği ‘**Batı Akdeniz Araştırma Enstitü Müdürlüğü Web Sitesi.(Broşür)**
12. Chen, H., Morell, P., Asswort, V.E.T.M., De La Cruz, M., Cleeg, M.T., (2008). ‘Tracing the Georaphic Origins of Major Avocado Cultivars.’ **Journal of Heredity Edition.** 100 (1) : 56-65.
13. Anonymous, 2013. FAOSTAT Web Site: **<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>**
14. Blanke, M.M., 1998. Avocada appeal in Germany pp:467-470. *Proceedings of III. World Avocado Congress, 22-27 October 1995, Tel Aviv.*
15. Crane, A., 1989a. ‘Fields notes from abroad Israel’’. **California Avocado Society Yearbook.** 73: 137-139.
16. Anonim. 1984. Değişik ülkelerdeki T.C. Büyükelçilikleri ile yapılan yazışmalardan elde edilen bilgiler. Alıntı yapılan Kaynak : Demirkol, A., 2012. Bazı Avokado çeşitlerinin Antalya koşullarında gösterdiği fenolojik ve pomolojik özellikler ve verim durumları. **Anadolu Journal of AARI** pp:49-64
17. Demirkol, A., 2012. Bazı Avokado çeşitlerinin Antalya koşullarında gösterdiği fenolojik ve pomolojik özellikler ve verim durumları. **Anadolu Journal of AARI** 55 sayfa: 49-64
18. Bayram, S., Tepe, S., 2008. ‘Antalya Koşullarında bazı Avokado çeşitlerinin yetiştirilmesi üzerine düşük ve yüksek sıcaklıkların etkisi.’ **Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.** 21(1) ,97-104
19. Demirkol, A., 1997. Antalya ve Dalaman Koşullarında Avokado Çeşitlerinin Adaptasyonu Cilt I (Meyve) pp:761-766. *Türkiye II. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi.* Çukurova Ü.Z.F. Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana.
20. Kaplankıran, M. ve Tuzcu, Ö., 1994. Bazı avokado çeşitlerinin Adana koşullarında gösterdikleri özellikler. **Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi.** 9(2),103-112.

21. Toplu, C., Demirkese, T.H., Kaplankıran, M., Demirkol, A., Baturay, S.G. ve Yanar, M., (2017). Bazı Avokado Çeşitlerinin İskenderun Koşullarında Gösterdikleri Verim Durumları ve Kalite Parametreleriyle Büyüme Şekilleri. **Derim Dergisi**, **34** (1):11-22
22. Bayram, S., Arslan, M.A, 2007. Düşük ve Yüksek Sıcaklıkların Avokado Yetiştiriciliği Üzerine Etkisi. **Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi**. **24** (2) : 09-19 ISSN 1300-3496.
23. Higgness, J. E., Chester J.H., Valentine S.H., 1905. The Avocado In Hawaii.The Avocado, a salad fruit from the tropics. U.S. Department of Agriculture, Bureau of Plant Industry-Bulletin No: 77.
24. Gölükçü, M., 2006. Bazı Avokado Çeşitlerinin(*Persea americana Mill.*) Püre Üretimine Uygunluklarının Belirlenmesi ve Ürün Stabilitesi Üzerine Depolama Sıcaklığının Etkisi. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi., Antalya, Sayfa : 8
25. Özdemir, F. , Topuz, A. ,Demirkol, A. ve Gölükçü, M., 2004. Hasat zamanı ve Hasat Sonrası Olgunluğa Bağlı Olarak Bazı Avokado(*Persea americana Mill.*) Çeşitlerinin Bileşimindeki Değişmeler. **Gıda Dergisi**, **29** (2) : 177-183
26. Naveh, E. , Werman, M.J., Sabo, E. and Neeman, I., 2002. Defatted Avocado Pulp Reduces Body Weight and Total Hepatic Fat But Increases Plasma Cholesterol In Male Rats Fed Diets With Cholesterol. **Journal of Nutrition**, **132** (7): 2015-2018.
27. Vıncı, G., Botre, F., Mele, G. and Rugerri, G., 1995. Ascorbic acid in exotic fruits: A liquid chromatographic investigation. **Journal of Food Chemistry**, **53**(2) : 211-214.
28. Favier, J.C., Ripert, J.I. , Toque, C., Feinberg, M., 1995. Repertoire General Des Aliments. Second Edition, Paris, 879 pp.
29. Torres, A.M. , Mau-Lastovicka, T. and Rezaaryan, R., 1987. Phenolics and High Performance Liquid Chromatography of Phenolic Acids of Avocado Oil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **35**: 921-925.

30. Sinyinda, S. and Gramshaw, J.W., 1998. Volatiles of Avocado fruit. **Journal of Food Chemistry**, **62** (4) : 483-487.
31. Lee, S.K., Young, R.E., Schiffman, P.M. and Coggins, C.W., 1983. Maturity studies of avocado fruit based on picking dates and dry weight. **Journal of American Society for Horticultural Science**, **108** (3) : 390-394.
32. Kaiser, C., Wolstenholme, B.N. and Levin, J., 1995. Towards improved maturity standards for ‘Fuerte’ avocado (*Persea americana* Mill.) fruit in a cool subtropical climate pp : 277-284. *Proceedings of The World Avocado Congress III*, 21-26 April, Tel Aviv, Israel.
33. Hoffman, P.J. and Jobin-Decor, M., 1999. Effect of fruit sampling and handling procedures on the percentage dry matter, fruit mass, ripening and skin colour of ‘Hass’ avocado. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, **74** (3): 227-282.
34. Cutting, J.G.M. , Bower, J.P., Wolstenholme, B.N. and Hofman, P.J., 1990. Changes in aba, polyphenoloxidase, phenolic compounds and polyamines and their relationship with mesocarp discolouration in ripening avocado (*Persea americana* Mill.)fruit. **Journal of Horticultural Science**, **65**(4) : 465-471.
35. Strauss, S. 2004. *Processing Fruit* 749 pp. CRC Press, Florida , USA.
36. Lewis, C.A., 1978. The maturity of avocados : A general review, **Journal of the Science and Food Agricultural**, **29**: 857-866.
37. Başkaran, R., Puyed, S. and Habinnıssa, H., 2002. Effect of modified atmosphere packaging and waxing on the storage behaviour of avocado fruits (*Persea americana* Mill.). **Journal of Food Science and Tecnology Mysore**, **39** (3) : 284-287.
38. Meir, S., Naiman, D., Akerman, M., Hyman, J.Y., Zauberman, G. And Fuchs, Y. 1997. Prolonged storage of ‘Hass’ avocado fruit using modified atmosphere packaging. **Postharvest Biology and Technology**, **12** (1) : 51-60.

39. Raghavan, G.S.V., Alvo ,P., Garipey, Y. And Vigveneault, C., 1996. Refrigerated and controlled modified atmosphere storage pp: 135-167. In (Eds. Somogyi H.S., Ramaswamy Y.H.) **Processing Fruits : Science and Tecnology**, 1., Technomic Publ. Co., Lancaster. New York.
40. Smith, L.M. and Winter, F.H. 1970. Research on avocado processing at the University of California, Davis. **California Avocado Society**, **54**: 79-84.
41. Werman, M.J. and Neeman, I. , 1986. Avocado oil production and chemical characteristc. **Journal of American Oil Chemists’ Society**, **63(3)** : 352-354.
42. Stephens, T.S., Lime, B.J. and Griffits, F.P., 1957. Preparation of a frozen avocado mixture for guacamole. **Proceedings of the Rio Grande Valley Horticultural Society**, **11**: 82-89.
43. Stephens, T.S., Lime, B.J. and Griffits, F.P., 1958. The Effect of thickening agents in reducing the watery separation of frozen and thawed guacamole products. **Proceedings of the Rio Grande Valley Horticultural Society**, **12**: 81-87.
44. Valdivia, M.A., Bustos, M.E., Ruiz, J. and Ruiz, L.F. , 2002. The effect of irruidation in the quality of avocado frozen pulp. **Journal of Radition Physics and Chemistry**, **63**: 379-382.
45. Bızimina, V., Breene, W.M. and Csallany, A.S., 1993. Avocado oil extraction with appropriate technology for developing countries. **Journal of the American Oil Chemists Society**, **70** (8) : 821-822.
46. Bower, J.P. and Dennison, M.T., 2003. Progress in the development of avocado products. South African Avocado Growers ‘ Association Yearbook, 26:35-37, 39.
47. Gerdes, D.L. and Parrino-Love, V., 1995. Modified atmosphere packagind (MAP) of Fuerte avocado Halves. Lebensmittel –Wissenchafft and Technologie. **Journal of Postharvest Biology and Technology**, **28**: 12-16.
48. Cruess, W.V. and Mitra, S.K., 1916. Annual Report. **California Avocado Association.**, **2**: 16-19.

49. Cemeroğlu, B. , Yemencioğlu, A. and Özkan, M., 2001. Meyvelerin ve Sebzelerin Bileşimi Soğukta Depolanmaları. **Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları**. pp: 328ss.
50. Solivia-Fortuny, R.C., Elez, P., Sebastian, M. and Martin, O., 2003. Effect of combined methods of preservation on the naturally occurring microflora of avocado puree. **African Journal of Agricultural Research**, **15**(1):11- 17.
51. Cemeroğlu, B. , Yemencioğlu, A. and Özkan, M. ,2003. Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları. pp:690ss.
52. Marshall, M.R., Kim, J.M. and Wei, C.I., 2000. Enzymatic browning in fruits, vegetables and seafoods. pp:54 <http://www.fao.org/ag/ags/agsi/ENZYMEFINAL/Enzymatic%20Browning>.
53. Weemaes, C.A., Ludikhuyze L.R., Van den Broeck, I. , Hendrickx M.E., 1998. Kinetics of combined pressure-temperature inactivation of avocado polyphenoloxidase. **Biotechnol Bioeng**. **60**(3):292-300.
54. Weemaes, C.A., Ludikhuyze L.R., Van den Broeck, I., 1998. High Pressure Inactivation of Polyphenoloxidases. **Journal of Food Science**. **63** (5), 873–877.
55. Berrgh, B., 1992. The avocado and human nutrition, pp: 25-35. I. Some human health aspects of the avocado. *Proceedings of Second World Avocado Congress*. 21-26 April, Universty of California, Riverside, California.
56. Frega, N., Bocci, F., Lercker, G. and Bortolomeazzi, R., 1990. Lipid composition of some avocados cultivars. **Italian Journal of Food Science**, **3**: 197-204
57. Özdemir, F. and Topuz, A. 2004. Changes in dry matter, oil content and fatty acid composition of avocado during harvesting time and post-harvesting ripening period. **Food Chemistry**, **86**: 79-83.
58. Kuinemer, A.F., 2007. Scientific Researc Organasition of Somoa. **Journal of Plant and Food Technology**.
59. Kurlaender, A. 1996. Avocados pp: 445-458 (Eds. Somogyi, L.), **Processing Fruits Science and Technology**, **2**: Major Processed Products. CRC Pres, U.S.A.

60. Bergh, B. 1992. The avocado and human nutrition pp: 37-47. II. Avocados and Your Hearts. *Proceedings of Second World Avocado Congress*. 21-26 April, University of California, Riverside, California,
61. Colquhoun, D.M., Moores, D., Somerset, S.M. and Humphries, J.A. ,1992. Comparison of the effect on lipoproteins and apolipoproteins of a diet high monosaturated fatty acids, enriched with avocado and high carbohydrate diet. **American Journal of Clinical Nutrition**, **56** (4) : 671-677.
62. Hierro, M.T.G., Tomas, M.C., Fernandez, F. and Santa-Marina, G., 1992. Determination of the triglyceride composition of avocado oil by high-performance liquid chromatography using a light-scattering detector. **Journal of Chromatography**, **607**:329 -338.
63. Eaton & Ball, 1934. American Perfumer. South African Avocado Growers Association Yearbook 1987. 10:159-162. *Proceedings of the First World Avocado Congress*.
64. Love, HT, 1942. Puerto Rico Experimental Station, US Dept of Agric, 18-19.
65. Turatti, J.M., Santos, L.C., dos Tanqojs & Arima, K.K., 1985. Characterisation of Avocado oil extracted by various methods. Ins de Tecnologia de Alimentos, Campinas, São Paulo, Brazil. **Oletim do Institute de Tecnologia de alimentos Brazil**, **22**(2), 267-284.
66. Purroy Balda, F., Tonello C., Peregrina, R., Celis, C Hyperbaric, S.A., 2011. Industrial high pressure processing of Avocado products emerging trends and implementation in new market proceedings. *VII World Avocado Congress*. Cairns, Australia. 5 – 9 September 2011.
67. Schroeder , C.A., 1952 . Floral development sporogenesis and embryology in the Avocado(*Persea americana*). **International Journal of Plant Sciences**. **113**: 270-278.
68. Schroeder , C.A., 1953. Growth and development of the avocado fruit. California Avocado Society 1958 Yearbook 42: 114-118.

69. Platt-Aloia K.A., Thomson, W.W. and Roy Young, E. 1980. Ultrastructural Changes in the Walls of Ripening Avocados: Transmission, Scanning, and Freeze Fracture Microscopy. **Botanical Gazette**, **141**, 366-373.
70. Platt-Aloia, K. A. and Thomson, W.W., 1992. Ultrastructure of Avocados: Ripening, Chilling Injury, and Isolation of Idioblast Oil Cells. *Proc. of Second World Avocado Congress*. pp. 417-425.
71. Platt-Aloia, K.A., Thomson, W.W. and Young, R.E., 1980. Ultrastructure and development of oil cells in the mesocarp of avocado fruit. **Botanical Gazette**. **144**:49-55.
72. Maron, R., & Fahn, A., 1979. Ultrastructure and development of oil cells in *Laurus nobilis* L. leaves. **Botanical Journal of the Linnean Society**, **78**:31-40
73. Scott, F. M., Bystrom. B. G. and Bowler, E., 1963. *Persea americana*, mesocarp cell structure, light and electron microscope study. **Botanical Gazette**. **124**:423-428.
74. Platt K. A. and Thomson, W. W., 1992. Idioblast Oil Cells of Avocado: Distribution, Isolation, Ultrastructure, Histochemistry, and Biochemistry. **International Journal of Plant Sciences**. **153**:301-310
75. Awad, M., Young, R.E., 1979. Postharvest variation in cellulase, polygalacturonase, and pectinmethylesterase in Avocado (*Persea americana* Mill. cv. Fuerte) fruits in relation to respiration and ethylene production. Department of Botany and Plant Sciences, University of California, Riverside, **California Plant Physiol.** **64**, 306/308.
76. Mageshni R., Roshila M., Sreekanth Jonnalagadda B., 2012. Fatty acid profile and elemental content of avocado (*Persea americana* Mill.) oil –effect of extraction. **Journal of Environmental Science and Health, Part B. Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes**, **47**(6) 529-537.
77. Alberto J. Et. al. 2013. Effect of electric field treatment on avocado oil. **International Journal of Research In Agriculture and Food Sciences**. **14**.

78. AOAC 1990. Official Method of Analysis(15th ed.) Washington, DC, USA: Association Official Analytist Chemists.
79. Yalçın, H. , Öztürk, İ., Tulukçu, E., Sağdıç, O., 2011. Influence of the harvesting year and fertilizer on the fatty acid composition and some composition and some physicochemical properties of the linseed (*Linum usitatissimum* L.). **Journal of Consumer Protection and Food Safety**, **6**: 197-202.
80. Tulukcu, E., Yalçın, H., Öztürk, İ., Sağdıç, O.,2012. Changes in the fatty acid composition and bioactivities of clary sage seeds depending on harvest year. **Industrial Crops and Products**, **39**: 69-72.
81. Yalçın, H., Toker, O.S., Doğan,M., 2012. Effect of oil type and fatty acid composition on dynamic and steady shear rheology of vegetable oil. **Journal of Olen Science**, **61**: 181-187.
82. Gimeno E., Castellote A.I., Lamuela-Raventos R.M., de la Tore M.C., Lopez-Sabater M.C., 2000. Rapid determination of vitamin E in vegetable oils by reserved-phase high-performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography A**, **881**, 251-254.
83. Fakhri N. A and Qadir, H.K., 2011. Separation, Identification and Determination of Triglycerides in Vegetable Oil Samples. **Journal of Food Science and Engineering**, 183-190.
84. Regvejo Cecilia L. 1999. International Trends in Fresh Avocado and Avocado Oil Production and seasonal variation of Fatty Acid in New Zealand-Grown. *Tapia* pp: 50-52
85. Sergio López O., 2006. Health benefits of Avocado Oil. **Civil Biochemical Engineer Consultant Specialist in Edible Oils**. 7.
86. Kim, S. M., Zayas, J. F. 1989. Processing parameter of chymosin extraction by Ultrasound. **Journal of Food Science**. **54**:700.
87. Dikilitaş, M, Balak V., Karakaş,S., 2016. Ses Dalgalarının Tarımsal Ürünlerin Muhafazası ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri. **Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi**. **4**: 338-355.

88. Pohlman, W.F. 1994. Ultrasound uses for cokey, and to improve cooking, textural, sensory, and shelf life stability properties of beed muscle. Kansas State University, Manhattan, Kansas .
89. Tavman Ş., Kumcuoğlu S, Akaya Z., 2009. Bitkisel ürünlerin atıklarından antioksidan maddelerin ultrasound destekli ekstraksiyonu. **GIDA Derleme. 34** (3): 175-182.
90. Bimakr, M. , Rahman, R.A. , Taip, F.S. , Adzahan, N.M. , Sarker, Md.Z.I. , Ganjloo, A., 2012. Optimization of ultrasound-assisted extraction of crude oil from winter meio (*Benincasa hispida*) seed using response surface methodology and evaluation of its antioxidant activity, total phenolic content and fatty acid composition. **Molecules Journal. 17**: 11748-11762.
91. Zhang Z.S., Wang, L.J. ,Lİ, D. , Jiao, S.S. ,Chen, X.D. , Mao, Z.H., 2008. Ultrasound-assisted extraction of oil from flaxseed. **Separation and Purfication Technology, 62**: 192-196.
92. Jime'nez, A., Beltra'n G., Uceda, M., 2007. High power ultrasound in olive paste pretreatment, effect on process yield and virgin olive oil characteristic. **Ultrasonics Sonochemistry, 14**:725-731.
93. Aydar, A. Y. , Bağdathioğlu, N. , Köseoğlu, O. , 2017. Determination the effect of ultrasound on olive oil extraction and optimization of ultrasound- assisted extraction of extra virgin olive oil by response surface methodology (RSM). **Grasas y Aceites. International Journal of Fats and Oils. 63(2)** :189.
94. Banik,S., Bandyopadhyay, S., Ganguly, S. , 2003. Bioeffects of microwave a brief review. **Bioresource Technology Journal. 87**: 155-159.
95. Oliveira, M.E.C. and Franca, A.S. 2002. Microwave heating of food stuffs. **Journal of Food Engineering, 53**, 347-359.
96. Vadivambal, R. and Jayas, D.S. 2007. Changes in quality of microwave-treated agricultural products. **Journal of Biosystem Engineering, 98**, 1-16.

97. Moreno, A.O., Dorantes , L., Galindez, J., Guzman, R.I., 2003. Effect of different extraction methods on fatty acids, volatile compounds, and physical and chemical properties of avocado (*Persea americana* Mill.) Oil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, **51**: 2216–2221.
98. Kanitkar, A.V., Tech, B., 2007. Parameterization of Microwave Assisted Oil Extraction and Its Transesterification to Biodiesel. **University Department of Chemical Technology**, 3-8.
99. Gowen, A., Abu-Ghannam, N., Frias, J. and Oliveira, J. 2006. Optimisation of dehydration and rehydration properties of cooked chickpeas (*Cicer arietinum* L.) undergoing microwave-hot air combination drying. **Trends Food Sci Tech.** **17**, 177–183.
100. Shadi S., Hamed M. Chin-Ping T. ,Hasanh M.G., 2013. Ultrasound-Assisted Extraction (UAE) and Solvent Extraction of Papaya Seed Oil: Yield, Fatty Acid Composition and Triacylglycerol Profile. **Molecules**, **18**
101. Krishna B. Gutte, Akshaya K. Sahoo and Rahul C. Ranveer, 2015. .Effect of ultrasonic treatment on extraction and fatty acid profile of flaxseed oil. **Journal of Oilseed, Fat Crops and Lipids.** **22**(6) D606.
102. Şimşek E. 2009. Farklı kavurma tekniklerinden bazı yağlı tohum yağlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. s. 49-52.
103. Farag, R.S., Hewedi, F.M., Abu- Raha, S.H., ve El-Baroty, G.S., 1991. Comparative study on the deterioration of oils by microwave and conventional heating. **Journal of Food Protection**, **55**, (9), 722-72
104. Özdemir, F. Gölükçü, M., Erbaş, M., 2006. Influence of different microwave seed roasting processes on the changes in quality and fatty acid composition Tehina (Sesama Butter) Oil. **Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, **19** (2), 207-216.
105. Farag, R. S., Hewedi, F. M., Abu- Raha, S. H., ve El-Baroty, G. S., 1991. Comparative study on deterioration of oils by microwave and conventional heating. Biochemistry department and food science and technology department, Faculty of agriculture, Cairo University, Cairo, Egypt.

106. Yoshida, H., Shigezaki, J., Takagi, S., Kajimoto, G., 1995, Variations in the Composition of various Acyl Lipids, Tocopherols and Lignans in Sesame Seed Oils Roasted in a Microwave Oven. **Journal of Science Food and Agriculture**, **68**: 407 – 415.
107. Meibner, K., Erbersdobler, H. F. 1996. Maillard reaction in microwave cooking comparison of early Maillard products in conventionally and microwave-heated milk. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, **70**, 307-310.
108. Dimitrov, D., Simov, Z., Vlaseva, R., Ospanov, A., 2015. Fatty acid and sensory profile in the process of ripening of Kaschkaval cheese from cow's milk produced by microwave treatment. **Annals Food Science and Technology** **16**(1): 45-51.
109. Hassanein Minar M., El-Shami Safinaz M. , and Hassan El-Mallah M., 2003. Changes occurring in vegetable oils composition due to microwave heating. **Grasas y Aceites International Journal of Fat and Oils**. 343-349.
110. Y. F. Lozano C. Dhuique Mayer C. Bannon E. M. Gaydou 1993. Unsaponifiable matter, total sterol and tocopherol contents of avocado oil varieties. **Journal of the American Oil Chemists' Society** pp. 561-565.
111. Chemat, F., Grondin, I., Shum Cheong Sing, A., Smadja, J., 2004a. Deterioration of edible oils during food processing by ultrasound. **Ultrasonics Sonochemistry**, **11**: 13-15.
112. Chemat, F., Grondin, I., Costes, P., Moutoussamy, L., Shum Cheong Sing, A., Smadja, J., 2004b. Highpower ultrasound effects on lipid oxidation of refined sunflower oil. **Ultrasonics Sonochemistry**, **11**: 281-285.
113. Jahouach-Rabai, W., Trabelsi, M., Van Hoed, V., Adams, A., Verhe', R., De Kimpe, N., Frikha, M.H., 2008. Influence of bleaching by ultrasound on fatty acids and minor compounds of olive oil. Qualitative and quantitative analysis of volatile compounds (by SPME coupled to GC/MS). **Ultrasonics Sonochemistry**, **15**: 590-597.
114. Bayraktaroglu, G., Obuz, E., 2006. Ultrasound yönteminin ilkeleri ve gıda endüstrisinde kullanımı. *9. Gıda Kongresi*, 24-26. Mayıs. Bolu.

115. Ercan, S.Ş., Soysal, Ç., (2011). Ultrasound uygulamanın Gıdalarda ve Enzimlerin İnaktivasyonunda Kullanılması. **Journal of Food**. **36**(4).225-231.
116. Qing-Yi Lu, Yanjun Zhang, Yue Wang, David Wang, Ru-po Lee, Kun Gao, Russell Byrns and David Haber. 2009. California Hass Avocado: Profiling of Carotenoids, tocopherol, fatty acid, and fat content during maturation and from different growing areas. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. **57** (21):10408-13
117. Fukuda, Y., Nagata, M., Osawa, T. And Namiki, M., 1986. Chemical Aspects of the Antioxidative Activity of Roasted Sesame Seed Oil, and the Effect of Using the oil for Frying. **Agricultural of Biological Chemistry**. **50** (4), 857-862.
118. Yoshida, H. and Kajimoto G., 1994, Microwave Heating Affects Composition and Oxidative Stability of Sesame (*Sesamum indicum*) Oil. **Journal of Food Science**. **59**(3): 613-616.
119. Yoshida, H., Shigezaki, J., Takagi, S., Kajimoto, G., 1995, Variations in the Composition of various Acyl Lipids, Tocopherols and Lignans in Sesame Seed Oils Roasted in a Microwave Oven. **Journal of Science Food and Agriculture**, **68**:407 – 415.
120. Yoshida, H., Tatsumi, M., ve Kajimoto, G. 1991. Influence of fatty acids on the tocopherol stability in vegetable oils during microwave heating. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, **69**, 119–125.
121. Kittiphoom, S. and Sutasinee, S. 2015. Effect of microwaves pretreatments on extraction yield and quality of mango seed kernel oil. **International Food Research Journal** **22** (3): 960-964.
122. Shadi Samaram, Hamed Mirhosseini, Chin Ping Tan and Hasanah Mohd Ghazali. 2013. Ultrasound- Assisted Extraction (UAE) and Solvent Extraction of Papaya Seed Oil: Yield, Fatty Acid Composition and Triacylglycerol Profile. **Journal of Molecules**. pp:18.
123. Cossignani L., Simonetti M.S., Neri A., and Damiani P., 1997. Changes in Olive Oil Composition Due to Microwave Heating. **Journal of the American Oil Chemists' Society**. **75**(8), 931-937.

124. Yoshida , H., Hirakawa, Y, ve Abe, S. 2001. Roasting influences on molecular species of tryacglycerols in sunflower seeds. **Journal of Science Food and Agriculture. 80**: 1495-1502.
125. Azadmard-Damirchi S., Alirezalu K., and Fathi Achachlouei B., 2011. Microwave Pretreatment of Seeds to Extract High Quality Vegetable Oil. **World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Nutrition and Food Engineering. 5(9)**:508-511.
126. Anjum, F. Anwar, F. Jamil, A. . Iqbal, M., 2006. “Microwave roasting effects on the physico-chemical composition and oxidative stability of sunflower seed oil,” **Journal of American Oils Chemists Society**, vol. 83, pp. 777-784.

EKLER

Soxhelet Standart Method % Ham Yağ Verileri

Paralel	Bacon	Fuerte	Zutano	Hass	Duke
1.paralel	56,17	66,46	50,82	62,74	31,83
2.paralel	59,23	65,04	51,27	60,59	31,56
3.paralel	58,67	65,82	53,18	62,10	32,28
Ortalamalar	58,02±1,33	65,77±0,58	51,75±1,02	61,81±0,90	31,89±0,29

Ultrasound+Solvent Ekstraksiyonu % Ham Yağ Verileri

Paralel	Bacon	Fuerte	Zutano	Hass	Duke
1.paralel	60,89	68,10	53,92	63,87	33,81
2.paralel	63,17	69,25	53,17	64,03	32,96
3.paralel	62,93	67,28	53,72	63,17	33,09
Ortalamalar	62,33±1,02	68,21±0,80	53,60±0,31	63,69±0,37	33,28±0,37

Ultra-turrax+Solvent Ekstraksiyonu % Ham Yağ Verileri

Paralel	Bacon	Fuerte	Zutano	Hass	Duke
1.paralel	59,21	67,78	52,64	63,09	31,78
2.paralel	58,73	66,89	53,31	63,76	32,65
3.paralel	59,68	66,21	52,40	62,11	32,18
Ortalamalar	59,20±0,38	66,96±0,64	52,78±0,38	62,93±0,82	32,20±0,35

Mikrodalğa +Solvent Ekstraksiyonu % Ham Yağ Verileri

Paralel	Bacon	Fuerte	Zutano	Hass	Duke
1.paralel	63,77	67,93	54,18	65,23	33,24
2.paralel	64,08	67,56	54,71	65,82	34,13
3.paralel	63,80	68,13	55,82	67,42	34,89
Ortalamalar	63,88±0,13	67,87±0,23	54,90±0,68	66,15±0,92	34,08±0,67

Avokado çeşitlerinin methodlara göre % ham yağ dağılımı

Meyve Çeşitleri	Yağ ekstraksiyon methodları			
	Soxhelet Method	Ultrasound+S.E.	Ultraturrax+S.E.	Mikrodalğa+S.E.
Bacon	58,02±1,62	62,33±1,25	59,20±0,47	63,88±0,17
Fuerte	65,77±0,71	68,21±0,99	66,96±0,78	67,87±0,28
Zutano	51,75±1,25	53,60±0,38	52,78±0,47	54,90±0,83
Hass	61,81±1,10	63,69±0,45	62,98±0,83	66,15±1,13
Duke	31,89±0,36	33,28±0,45	32,20±0,43	34,08±0,82

Duke çeşidine ait yağ asidi verileri

Yağ Ekstraksiyon Yöntemleri				
Yağ Asitleri	Soxhelet Methodu	Ultrasound+S.E	Ultraturrax+S.E	Mikrodalga+S.E
C16:0	32,02±0,53	28,45±0,31	33,19±0,75	35,94±0,07
C16:1	7,16±0,32	8,22±0,50	7,22±0,74	5,64±0,13
C18:0	1,36±0,19	0,54±0,30	0,64±0,17	4,53±0,11
C18:1	37,25±1,60	40,20±0,47	38,84±0,38	34,46±0,41
C18:2	14,76±0,52	16,43±0,84	14,50±0,26	12,82±0,63
C18:3	0,97±0,36	1,93±0,26	0,90±0,16	0,49±0,09
C20:0	0,16±0,10	0,21±0,08	0,41±0,13	0,26±0,09

Hass çeşidine ait yağ asidi verileri

Yağ Ekstraksiyon Yöntemleri				
Yağ Asitleri	Soxhelet Methodu	Ultrasound+S.E	Ultraturrax+S.E	Mikrodalga+S.E
C16:0	28,24±0,59	24,65±0,37	26,32±0,74	33,03±0,30
C16:1	11,92±0,89	13,46±1,05	12,39±0,66	9,23±0,10
C18:0	1,63±0,08	0,88±0,10	2,66±0,10	5,22±0,13
C18:1	35,63±1,20	38,81±0,62	36,27±0,85	34,97±0,56
C18:2	15,74±0,81	17,66±0,82	15,1±0,26	13,34±0,45
C18:3	1,01±0,24	1,66±0,34	1,07±0,15	0,46±0,07
C20:0	0,10±0,10	0,17±0,06	0,14±0,07	0,08±0,03

Zutano çeşidine ait yağ asidi verileri

Yağ Ekstraksiyon Yöntemleri				
Yağ Asitleri	Soxhelet Methodu	Ultrasound+S.E	Ultraturrax+S.E	Mikrodalga+S.E
C16:0	23,50±0,99	19,04±0,95	22,74±0,50	24,13±0,26
C16:1	12,96±0,59	14,30±0,23	12,87±0,76	10,94±0,07
C18:0	1,14±0,14	0,80±0,14	1,04±0,28	5,65±0,16
C18:1	46,44±0,82	48,01±0,34	47,69±0,69	44,03±1,06
C18:2	12,26±0,84	14,37±0,22	13,57±0,66	10,60±0,49
C18:3	1,44±0,40	1,86 ±0,05	0,81±0,12	0,64±0,05
C20:0	0,14±0,06	0,09±0,02	0,22±0,06	0,08±0,02

Bacon Çeşidine Ait yağ asidi verileri

Yağ Ekstraksiyon Yöntemleri

Yağ Asitleri	Soxhelet Methodu	Ultrasound+S.E	Ultraturrax+S.E	Mikrodalga+S.E
C16:0	17,30±0,47	16,15±0,56	17,37±0,66	18,06±0,14
C16:1	6,62±0,42	6,89±0,94	6,23±0,38	5,65±0,16
C18:0	1,27±0,43	0,91±0,25	0,94±0,21	2,94±0,23
C18:1	55,28±0,3	57,44±1,53	55,57±0,17	52,18±0,35
C18:2	13,19±0,67	14,23±0,72	13,76±0,56	10,72±0,25
C18:3	0,52±0,11	0,76±0,14	0,65±0,07	0,36 ±0,06
C20:0	0,76±0,26	0,76±0,25	0,75±0,11	0,68±0,11

BACON çeşidine ait tokoferol verileri

Methodlar	Tokoferol çeşitleri		
	α -tokoferol	$\beta+\gamma$ -tokoferol	δ -tokoferol
Geleneksel Soxhelet	24,72	1,60	5,37
	25,61	1,69	5,80
	25,02	1,82	5,44
Ultrasound+S.E.	34,03	1,90	7,48
	31,78	2,05	7,61
	33,66	2,13	6,85
Ultraturrax+S.E	25,83	2,04	5,92
	26,14	2,31	6,12
	26,39	2,19	6,34
Mikrodalga+S.E	17,63	0,18	4,21
	18,16	0,26	4,10
	17,40	0,31	4,68

FUERTE çeşidine ait tokoferol verileri

Methodlar	Tokoferol çeşitleri		
	α -tokoferol	$\beta+\gamma$ -tokoferol	δ -tokoferol
Geleneksel Soxhelet	50,13	7,63	4,79
	48,64	7,75	4,91
	49,72	8,01	4,57
Ultrasound+S.E.	68,93	9,14	5,41
	65,46	8,76	4,88
	67,31	8,92	5,23
Ultraturrax+S.E	49,72	8,71	4,61
	52,18	8,02	4,52
	51,68	8,22	4,81
Mikrodalga+S.E	35,73	4,59	3,30
	34,28	4,83	3,54
	35,03	4,87	3,41

ZUTANO çeşidine ait tokoferol verileri

Methodlar	Tokoferol çeşitleri		
	α -tokoferol	β + γ -tokoferol	δ -tokoferol
Geleneksel Soxhelet	21,12	1,51	1,82
	20,68	1,54	2,09
	19,46	1,70	1,93
Ultrasound+S.E.	24,44	2,30	2,94
	23,92	2,08	3,69
	25,17	2,74	3,17
Ultraturrax+S.E.	22,03	1,65	2,66
	20,93	1,73	2,48
	21,37	1,84	2,84
Mikrodalga+S.E.	16,38	0,66	1,21
	16,09	0,81	1,08
	17,13	0,72	0,80

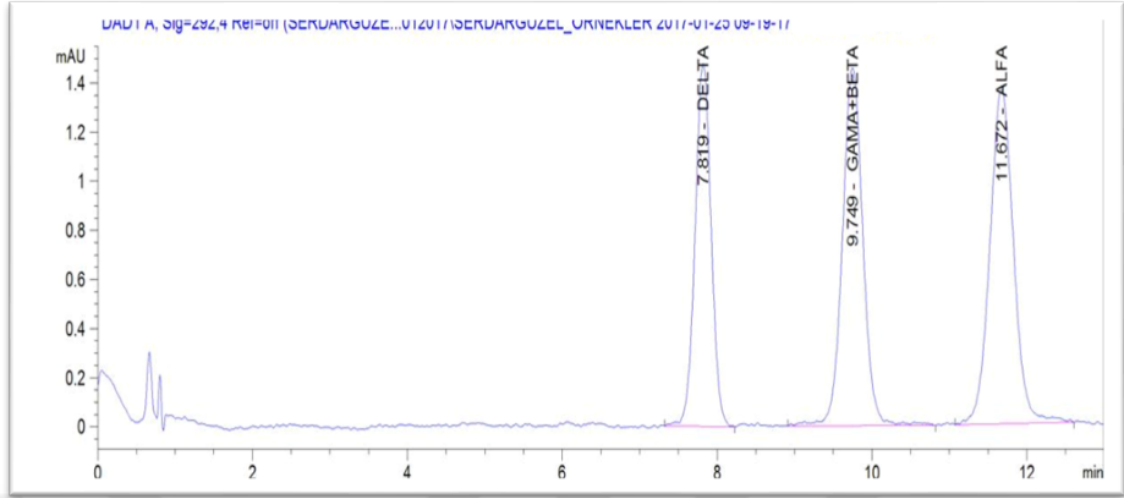
HASS çeşidine ait tokoferol verileri

Methodlar	Tokoferol çeşitleri		
	α -tokoferol	β + γ -tokoferol	δ -tokoferol
Geleneksel Soxhelet	45,78	11,27	9,87
	47,39	12,10	9,71
	47,81	11,71	9,48
Ultrasound+S.E.	55,87	11,25	12,13
	54,14	12,30	12,48
	55,28	12,51	11,90
Ultraturrax+S.E.	47,61	11,50	9,47
	48,03	10,91	10,53
	47,90	12,07	11,02
Mikrodalga+S.E.	34,20	7,94	6,41
	35,63	8,86	6,73
	34,78	9,45	7,20

DUKE çeşidine ait tokoferol verileri

Methodlar	Tokoferol çeşitleri		
	α -tokoferol	β + γ -tokoferol	δ -tokoferol
Geleneksel Soxhelet	28,34	2,40	4,39
	27,61	2,51	4,61
	28,46	2,63	5,12
Ultrasound+S.E.	31,04	3,81	5,78
	32,26	3,60	5,90
	32,47	2,87	6,21
Ultraturrax+S.E.	29,61	2,88	4,85
	30,14	2,94	5,04
	31,08	3,05	5,73
Mikrodalga+S.E.	20,38	1,68	3,47
	21,71	1,74	3,61
	20,93	1,90	3,39

Meyvelere ait tokoferol kromatogramı



Trigliserit Kompozisyonuna ait standart kromatogram oluşturma verileri

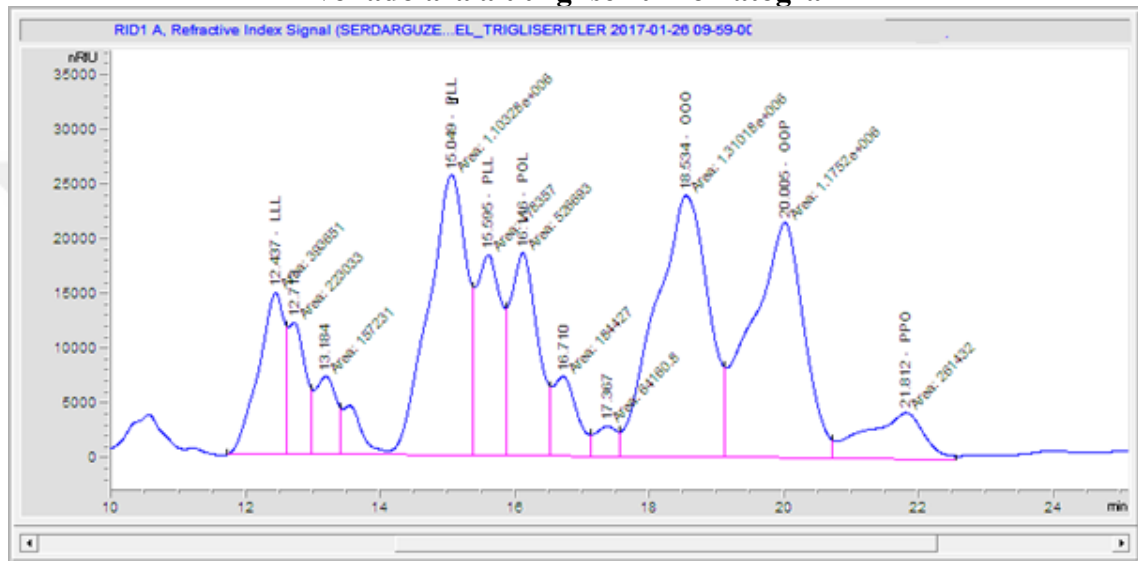
Zeytinyağına ait trigliserit kromatogram çıkış zamanları	
12.49 dk.	LLL
15.13 dk.	PLL
15.93 dk.	POL
17.43 dk.	OOL**
18.41 dk.	OOO*
20.00 dk.	OOP***
21.84 dk.	PPO
24.97 dk.	OOS

Ayçiçek yağına ait trigliserit kromatogram çıkış zamanları	
10.97 dk.	LLL _n
12.17 dk.	LLL*
13.47 dk.	OLL**
15.13 dk.	PLL***
16.23 dk.	POL
17.33 dk.	OOL****
18.96 dk.	OOO*****
19.90 dk.	OOP

Palm yağına ait trigliserit kromatogram çıkış zamanları	
13.57 dk.	OLL
14.12 dk.	PLL
15.62 dk.	OLO
16.07 dk.	POL***
19.48 dk.	OOO
20.68 dk.	OOP**
22.10 dk.	POP*
23.16 dk.	PPP
24.53 dk.	OOS

Standart Trigliserit Kromatogram Oluşturma	
13.47---15.57 arası	OLL
15.60---17.43 arası	OOL
15.93---16.23 arası	POL
18.41---19.48 arası	OOO
19.90---20.68 arası	POO
21.84---22.10 arası	PPO
24.53---24.97 arası	OOS

Avokadoları ait trigliserit kromatogramı



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Serdar GÜZEL
 Uyuğu: Türkiye (TC)
 Doğum Tarihi ve Yeri: 22.06.1989/ALANYA
 Medeni Durumu: Evli
 Tel: +90 531 636 40 45
 Email : serdarberk077@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü	2013-Devam ediyor
Lisans	Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği	2013
Lise	Alanya A. Fevzi Alaettinoğlu Lisesi	2006

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2013-2014	Alanya Gıda ve Çevre Laboratuvarı(Gıda Analizleri Laboratuvarı)	Gıda Mühendisi
2014-2015	Alan Xafira Delux Hotel (Department of Cooking)	Gıda Mühendisi

YABANCI DİL

İngilizce-Orta seviye