

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ULTRASES VE MİKRODALGA DESTEKLİ
EKSTRAKSİYON YÖNTEMLERİ İLE KAYISI ÇEKİRDEĞİ
YAĞI ELDESİ VE BAZI PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ**

Muhammed Mustafa ÖZÇELİK

**Danışman
Prof. Dr. Erdoğan KÜÇÜKÖNER**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2017**



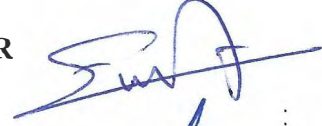
© 2017 [Muhammed Mustafa ÖZÇELİK]

TEZ ONAYI

Muhammed Mustafa ÖZÇELİK tarafından hazırlanan "**Ultras ve Mikrodalga Destekli Ekstraksiyon Yöntemleri ile Kayısı Çekirdeği Yağı Eldesi ve Bazı Parametrelerinin İncelenmesi**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Prof. Dr. Erdoğan KÜÇÜKÖNER
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Gülcan ÖZKAN
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Yrd.Doç. Dr. Şükran KULEAŞAN
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Prof.Dr. Yasin TUNCER

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Muhammed Mustafa ÖZCELİK



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	6
3. MATERYAL VE YÖNTEM	10
3.1. Materyal.....	10
3.2. Yöntem	10
3.2.1. Ekstraksiyon	10
3.2.2. Yağ Verimi	11
3.2.3. UV ışığında özgül absorbans değerlerinin (K_{232} , K_{270}) belirlenmesi	11
3.2.4. Serbest yağ asitlerinin belirlenmesi.....	12
3.2.5. Peroksit sayısının belirlenmesi	12
3.2.6. Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi	12
3.2.7. Serbest radikalleri yakalama aktivitesi tayini (DPPH).....	13
3.2.8. Yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi	14
3.2.9. Yağın hızlandırılmış raf ömrü analizi	14
3.2.10. İstatistiksel analizler	14
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	15
4.1. Kayısı Çekirdeklerinin Fiziksel Özellikleri.....	15
4.2. Kayısı Çekirdeği Yağlarının Verimi ve Fizikokimyasal Özellikleri.....	15
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	25
KAYNAKLAR	27
6. EKLER	30
EK A. Fotoğraflar	30
ÖZGEÇMİŞ	34

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ULTRASES VE MİKRODALGA DESTEKLİ EKSTRAKSİYON YÖNTEMLERİ İLE KAYISI ÇEKİRDEĞİ YAĞI ELDESİ VE BAZI PARAMETRELERİNİN İNCELENMESİ

Muhammed Mustafa ÖZÇELİK

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Erdoğan KÜÇÜKÖNER

Bu tez çalışmasında kısmen kuruyemiş olarak değerlendirilen veya atık olarak ayrılıp değerlendirilemeyen kayısı çekirdeklerinin ekonomik değeri yüksek bir forma dönüştürülmesi amaçlanmıştır. Bu amaç için farklı ekstraksiyon yöntemleriyle kayısı çekirdeklerinden yağ elde edilmiş ve bu yöntemler kıyaslanmıştır. Çalışmadaki farklı ekstraksiyon yöntemlerinin gerçekleştirilen fiziksel ve fizikokimyasal analizler açısından kayısı çekirdeği yağlarına etkisi belirlenmiştir.

Araştırmada çalışma materyali olarak “Hacıhaliloğlu” kayısı çeşidi kullanılmıştır. Çekirdekler ekstraksiyon verimini artırmak için kurutma fırınında kurutulmuştur. Kayısı çekirdeğinden yağ ekstraksiyonu mikrodalga ve ultrases destekli ekstraksiyon yöntemleriyle gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon verimleri Soxhlet ekstraksiyon yöntemiyle karşılaştırılmıştır. Ekstraksiyon parametrelerinden bazıları (süre, güç ve sıcaklık) araştırılarak en yüksek verim şartları tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen kayısı çekirdeği yağları kimyasal ve fizikokimyasal analizlere tabi tutulmuştur. Gerçekleştirilen analizler; yağ verimi, peroksit miktarı, serbest yağ asitleri miktarı, UV ışığında özgül absorpsiyon değerlerinin (K_{232} , K_{270}) belirlenmesi, toplam fenolik madde miktarı, yağdaki antioksidan aktivite, yağ asidi kompozisyonu ve fırın testleridir.

Araştırma sonuçlarına göre; mikrodalga destekli ekstraksiyon (60dk, 40°C), ultrases destekli ekstraksiyon (75dk, 55 °C), %100 güç) ve Soxhlet ekstraksiyon (360dk) yöntemlerinde aynı solvent katı oranında (20:1) gerçekleştirilen işlemlerde elde edilen yağ verimi sırasıyla 43.66±0.20, 43.73±0.20, 43.65±0.84 (g ham yağ/100 g kuru çekirdek) olarak saptanmıştır. Peroksit miktarı en düşük düzeyde sırasıyla ultrases destekli ekstraksiyon, mikrodalga destekli ekstraksiyon ve Soxhlet ekstraksiyonuyla elde edilen yağlarda bulunmuştur. Serbest yağ asitleri miktarı Soxhlet ekstraksiyonuyla ve ultrases destekli ekstraksiyonla elde edilen yağlarda birbirine yakın bulunmuş ve mikrodalga destekli ekstraksiyonla elde edilen yağlardan daha düşük seviyelerde gözlemlenmiştir. Mikrodalga destekli ekstraksiyonda sıcaklık ve süre Soxhlet ve ultrases destekli ekstraksiyon yönteminden daha düşük olmasına rağmen serbest yağ asitleri miktarı yükselmiştir. Bu durumun mikrodalga enerjisinin kimyasal bağların yapısında değişikliğe sebep olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ultrases destekli ekstraksiyon ve mikrodalga destekli ekstraksiyon yöntemleriyle yağ eldesi, klasik Soxhlet ekstraksiyonuna göre daha düşük

sıcaklıklarda ve daha kısa sürelerde gerçekleştirilmiştir. Ultrases destekli ekstraksiyonla elde edilen yağların çalışmada gerçekleştirilen analizlerde diğer iki ekstraksiyon metoduyla elde edilen yağlara göre daha kaliteli olduğu tespit edilmiştir. Ultrases destekli ekstraksiyon yöntemiyle günümüzde ekstraksiyon için kullanılan diğer birçok yöntemden daha kısa sürelerde ve daha yüksek kalitede bitkisel yağların elde edileceği düşünülmektedir. Bulguların literatür ile karşılaştırılması sonucunda çalışılan materyal için fırın testi ve antioksidan aktivite analizlerine literatürde rastlanmamıştır. Çalışmada gerçekleştirilen yöntem denemeleri özgündür. Çalışmalara devam edilmesi, yöntemin geliştirilmesi ve endüstriye uygulanması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kayısı, Yağ verimi, Ekstraksiyon, Ultrases destekli ekstraksiyon, Mikrodalga destekli ekstraksiyon, Antioksidan aktivite, Toplam fenolik madde.

2017, 34 sayfa.



ABSTRACT

M.Sc. Thesis

APRICOT KERNEL OIL EXTRACTION WITH ULTRASOUND AND MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION METHODS AND INVESTIGATION SOME PARAMETERS

Muhammed Mustafa ÖZÇELİK

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering**

Supervisor: Prof. Dr. Erdoğan KÜÇÜKÖNER

The first aim of this study was to increase the economic value of the apricot kernel, which is used as snack or waste currently, by applying different extraction methods. The second aim was to compare different methods for extracting apricot kernel oil, to determine physical and physicochemical properties of these oils and to investigate their functional characteristics.

The kernels (pips) of “Hacıhaliloğlu” variety, was chosen as study material. The kernels were dried in the drying oven. The aim of the drying procedure was to extract the oil more efficiently. In the next step the oil extraction was made by ultrasound and microwave methods. Results were compared to Soxhlet extraction method and the most efficient method was investigated after some extraction parameters (time, power and temperature) defined. The apricot kernel oil obtained after these processes were subjected to physical and chemical analyses. Oil yield, peroxide amount, free acidity specific absorbance rate in UV beams, total phenolic matter, antioxidant activity, oil acid composition and AOCS oven tests were done.

According to our observations in same solvent-solid ratio (20:1) Microwave assisted extraction at 60dk, 40°C, ultrasound assisted extraction power level of 100% at 75min, 55 °C and Soxhlet extraction for 360 min at 68°C were determined 43.66±0.20, 43.73±0.20, 43.65±0.84 (g raw oil/100 g dried kernel) respectively. The lower amount of peroxide value in the oils studied were found ultrasound assisted extraction, microwave assisted extraction and Soxhlet extraction methods respectively. Amount of free acidity in oil analysis using Soxhlet and ultrasound assisted extractions were found similar and lower than microwave assisted extraction. Although microwave assisted extraction has lower temperature and short time duration than Soxhlet and ultrasound assisted extractions, the amount of free acidity is increased. We think this is thought to be due to the fact that the microwave energy causes a change in the structure of the chemical bonds. The oils obtained by ultrasound-assisted extraction and microwave-assisted extraction methods are more effective than conventional Soxhlet extraction for extraction temperature and extraction time. In the oil quality analysis, ultrasound-assisted extraction was found to be better than the other two methods. When we compare our findings with literature, it is seen that the data and

study are original. It is recommended to develop the method and apply it to the industry.

Keywords: Apricot, Oil yield, Extraction, Ultrasound assisted extraction, Microwave assisted extraction, Antioxidant activity, Total phenolic compound.

2017, 34 pages.



TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan, her zaman desteğini gördüğüm değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Erdoğan KÜÇÜKÖNER'e teőekkürlerimi bir borç bilirim.

Araştırmanın yürütülmesinde yardımlarını benden esirgemeyen, çalışmanın yürütülmesinde her zaman bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren sayın hocam Doç. Dr. Gülcan ÖZKAN'a ve sayın hocam Yrd. Doç Dr. Erkan KARACABEY' e teőekkürlerimi sunarım.

Anabilim dalımızın imkanlarını kullanmama izin veren, bürokratik işleri yürüten anabilim dalı başkanımız sayın Prof. Dr. Zübeyde ÖNER'e ve emeği geçen tüm meslektaşlarıma içten teőekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar araştırmalarımnda yardımcı olan Arş. Gör. Sebahattin Serhat TURGUT'a teşekkür ederim.

Muhammed Mustafa ÖZÇELİK
ISPARTA, 2017

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Hacıhaliloğlu çeşidi kayısı	4
Şekil 3.1 Gallik asitten hazırlanan 765nm dalga boyunda ölçülen kalibrasyon eğrisi..	13
Şekil 4.1 Serbest radikalleri yakalama aktivitesi (% inhibisyon).	20
Şekil 4.2 Kayısı çekirdeği yağlarının toplam fenolik madde miktarları.	21
Şekil 4.3 Fırın testi peroksit miktarları değişimi.....	22



ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1 1980-2013 yılları arası Malatya ili kayısı verileri	2
Çizelge 4.1 Çalışmada kullanılan kayısı çekirdeklerinin fiziksel özellikleri.....	15
Çizelge 4.2 Ekstraksiyon süreleri, % yağ verimi ve sıcaklık bilgileri.....	16
Çizelge 4.3 Kayısı çekirdeği yağlarının peroksit ve serbest yağ asitleri miktarı.....	17
Çizelge 4.4 Kayısı çekirdeği yağlarının K ₂₃₂ ve K ₂₇₀ değerleri.....	18
Çizelge 4.5 Kayısı çekirdeği yağının fenolik madde ve radikal inhibisyon miktarları.....	19
Çizelge 4.6 Fırın testi peroksit miktarı değerleri.....	21
Çizelge 4.7 Fırın testi K ₂₃₂ - K ₂₇₀ ve Delta K değerleri.....	23
Çizelge 4.8 Kayısı çekirdeği yağlarının yağ asidi bileşenleri (%).	24



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AOAC	Resmi Analitik Kimyagerler Birliği
dk	Dakika
DPPH	2,2 difenil, 1-pikril hidrazil
g	Gram
GC	Gaz Kromotografisi
kg	Kilogram
KM	Kuru Madde
meq	miliekivalan
mg	Miligram
mm	Milimetre
MWE	Mikrodalga destekli ekstraksiyon
µm	Mikrometre
nm	Nanometre
Sa.	Saat
SXHE	Soxhlet ekstraksiyonu
USE	Ultrases destekli ekstraksiyon
UV	Ultraviyole ve görünür ışık absorpsiyon spektroskopisi
ΣMUFA	Toplam tekli doymamış yağ asidi
ΣPUFA	Toplam çoklu doymamış yağ asidi

1. GİRİŞ

Ülkemiz iklim özellikleri, topoğrafya vb. durumların etkisiyle bitki çeşitliliği bakımından dünyanın zengin ülkelerinden birisidir. Anadolu'nun uygun ekolojik koşullarında çok sayıda meyve ve sebzenin yetiştirilip ihraç edilmesi bunun en güzel kanıtıdır. Ülkemiz gerek meyve türü ve türlerde çeşit sayısı, gerekse üretim miktarı bakımından dünyanın önemli meyve üreticisi ülkelerindedir. Ülkemizde yetiştirilen ve ihraç edilen meyve türlerinden birisi de kayısıdır.

Kayısının ülkemizde Alyanak, Şekerpare, Hacihaliloğlu, Hasanbey, Kabaası, Soğancı, Şalak, Şam, İri bitirgen, İmrahor, Karacabey, Çiğli, Hacıkız, İsmailağa, Ethembey, Kurukabuk gibi çeşitleri bilinmektedir. Ancak toplam genetik çeşitliliği dünyada ve ülkemizde sayı olarak bilinmemektedir (Ünal, 2010).

Ülkemizde Karadeniz bölgesi hariç diğer bölgelerde kayısı ağaçlarına rastlanır. Kurutmalık kayısı tarımı Malatya, Elazığ, Sivas (Gürün) ve Kahramanmaraş (Elbistan) çevrelerinde; sofralık kayısı ise Mersin, Antalya, Isparta başta olmak üzere Akdeniz bölgesinde yoğunlaşmıştır (Asma 2011). Bu durum dünyada ilk yerleşim merkezi olarak bilinen mezopotamya uygarlığı ve ilk tarımı yapılan bitkilerin bu bölgede yapılması ile ilişkili olabilir.

Türkiye meyve ağaçları çeşitliliği bakımından çok zengin bir ülkedir. Meyve ağaçlarının çoğu gülgiller familyasındandır. Gülgiller (Rosaceae) familyasının gen merkezi de Akdeniz bölgesi olarak kabul edilmektedir. Kayısı da bu familyada yer alan meyve ağaçlarından birisidir (Davis, 1974).

Dünya yaş kayısı üretimi 3.5-4 milyon ton, kuru kayısı üretimi ise 150-200 bin ton arasındadır. Türkiye yıllık 500-800 bin ton yaş kayısı üretimi ile dünyada birinci sırada yer almaktadır. İran, Özbekistan, İtalya, Cezayir, Fransa ve İspanya diğer önemli kayısı üreticisi ülkelerdir (Anonim, 2015). Kayısı üretimi 2013 yılında dünyada 4.111.076 ton olarak kayıtlara geçmiştir. Aynı yılda Türkiye'nin üretimi 780.000 tondur. Türkiye bu üretim miktarıyla dünya kayısı üretiminin %19'luk payına sahiptir (Anonim, 2016). Türkiyedeki üretimin büyük çoğunluğu ise Malatya ilinde gerçekleştirilmektedir. Çizelge 1.1'de Malatya ilinin 1980-2013 yılları arasındaki

üretim ve satış verileri verilmiştir. Dünya nüfusu dikkate alındığında kişi başına düşen yaş kayısı miktarı yaklaşık 0.5 kg gibi çok düşük düzeydedir (Anonim, 2015).

Çizelge 1.1 1980-2013 yılları arası Malatya ili kayısı verileri (Selvi, 2014).*

Yıllar	Meyve veren ağaç (Adet)	Toplam YKÜ (Bin Ton)	Toplam KKÜ (Bin Ton)	Türkiye Geneli İhraç Edilen KKM (Bin Ton)	İhracat Getirisi (Milyon \$)	1Kg Kayısı OİF (\$)
1980			9	7	15	2.19
1985	2650295	78	21	11	31	2.86
1990	3326015	92	24	32	72	2.22
1995	4711400	132	35	53	100	1.90
2000	5643558	331	85	73	112	1.53
2005	6355700	500	128	95	180	1.90
2010	6912350	227	59	90	348	3.90
2011	6971800	562	142	90	365	4.07
2012	7068500	726	187	102	298	2.94
2013	7135350	412	116	118	315	2.68

*; YKÜ: Yaş kayısı üretimi, KKÜ: Kuru kayısı üretimi, KKM: Kuru kayısı miktarı, OİF: Ortalama ihrac fiyatı.

Kayısı, A, B, C ve E vitaminleri , β -karoten gibi insan sağlığı için son derece önemli, antioksidan ve antikanserojen özellikleri olan bileşenleri ve yüksek miktarda potasyum, demir, kalsiyum, magnezyum gibi mineral maddeler içermektedir. Kayısı içerdiği bu önemli vitamin, protein ve mineral maddelere ilaveten % 40-50 oranlarında (çeşitlere göre değişmektedir) yenilebilir nitelikte yağ ihtiva eder. Kayısı çekirdeği yağı doymamış yağ asitlerini de yüksek miktarda bulundurmaktadır. Bu yağ asitlerinin ise büyük kısmını oleik ve linoleik yağ asitleri oluşturmaktadır. Oleik asit miktarı % 58-73 civarında ve linoleik asit miktarı ise % 19-32 civarında bulunmaktadır. Kayısı yağı besleyici özelliklerinin yanı sıra bazı fonksiyonel özelliklere de sahiptir. Astım, öksürük ve kabızlık tedavisinde kullanılmaktadır. Kozmetik sanayiinde ise masaj yağı olarak ve cildi besleyici, nemlendirici özelliğinden dolayı makyaj ürünlerinde değerlendirilmektedir (Nehir Demir, 2011).

Kayısı çekirdeği yağı, γ -tokoferolü yüksek oranda içerir ve bu antioksidan bileşiğin kayısı çekirdeği yağındaki oranı 475 mg/kg seviyelerine kadar çıkabilmektedir. γ -

tokoferole göre daha az miktarda olmakla birlikte kayısı çekirdeği yağı, α ve β -tokoferol de ihtiva eder (Durmaz, 2002).

Kalp-damar hastalıklarının önlenmesi için doymuş yağların tüketiminin azaltılıp, doymamış yağların tüketim oranlarının artırılması gereklidir. Kan kolesterol seviyesi ve kalp-damar sağlığı üzerinde faydalı etkilere sahip olduğu bilinen oleik asidin miktarı kayısı çekirdeğinde ortalama % 62 seviyesindedir. Bu özelliği ile fındık ve ceviz gibi tüketilen diğer yağlı tohumlarla benzerlik göstermektedir (Karabudak, 2001).

Kayısı çekirdeklerinin bileşiminde % 1-5 civarında selülozun bulunduğu bilinmektedir. Selülozun insan sağlığı üzerine bazı faydaları bilinmekle beraber özellikle sindirim sisteminde olumlu etkileri görülmektedir. Selüloz bağırsakların düzenli olarak çalışmasında rol oynar. Yapılan bazı araştırmalarda selülozun bağırsak kanserine karşı koruyucu etkileri bulunduğu belirtilmiştir (Açkurt, 1998).

Ayrıca kayısı çekirdeği demir (Fe) minerali açısından oldukça zengindir. Bu özelliğiyle iyi bir antianemik etkisi bulunmaktadır. Buna ilaveten içerdiği yağda çözünen vitaminler bakımından ve diğer mineraller bakımından zengin olduğu bilinmektedir. Ayrıca kayısı çekirdeği yağı kullanılarak losyon, krem gibi kozmetik sanayisi için üretilen ürünlerin, kasları güçlendirici, besleyici özelliğe sahip olduğu bildirilmiştir (Yılmaz, 2010).

Elzem yağ asitleri, protein, vitaminler ve mineralce zengin olan yağdan arta kalan posa kurutularak veya preslenerek gıda veya yem amaçlı olarak değerlendirilebilir (Fenercioğlu ve ark, 2014).

Endüstride farklı bitkisel kaynaklardan yağ eldesinde, çözgen, su, Soxhlet ekstraksiyon metodu, süper kritik akışkan metodu, mekanik presleme vb. gibi birçok farklı ekstraksiyon yöntemi bulunmaktadır. Bu yöntemlerden Soxhlet ekstraksiyonu uzun sürmekte, mekanik presleme yöntemi düşük ekstraksiyon verimine sahip, süper kritik akışkan ekstraksiyonu yatırım maliyeti yüksek ve kullanımı pahalı, basınçlı sıvı ekstraksiyonu ise yüksek enerji gerektiren ekstraksiyon yöntemleri olarak bilinmektedir (Tunç ve ark, 2014).

Bazı dezavantajları olsada, hidrolik presleme yöntemi ve çözgen ekstraksiyonları bugüne kadar yağ ekstraksiyonu için endüstriyel ölçekte en fazla kullanılan teknikler olarak kayda geçmiştir. Apolar yağ çözgenleri içerisinde hekzan en çok tercih edilen çözendir. Çözgen ekstraksiyonunun avantajı preslemeye göre kalıntı yağ içeriğinin düşük düzeyde olması ve ekstraksiyon hızının daha yüksek olmasıdır (Tunç ve ark, 2014).

Bu tez çalışmasında, fonksiyonel özellikleri yüksek olan Hacihaliloğlu kayısı türünün (*Prunus armeniaca* L.) çekirdek yağının mikrodalga ve ultrases destekli ekstraksiyon yöntemleri ile ekstraksiyonu, ekstraksiyon veriminin Soxhlet ekstraksiyon yöntemi ile karşılaştırılması ve bazı ekstraksiyon parametrelerinin (süre, güç, kesikli/sürekli ekstraksiyon uygulaması ve sıcaklık etkilerinin) belirlenmesi en yüksek verim şartlarının araştırılması amaçlanmıştır.

Hacihaliloğlu çeşidi Malatya'nın en önemli kurutmalık kayısı çeşidi olarak bilinmektedir. Malatya'daki kayısı ağaçlarının yaklaşık % 73' ünü bu çeşit oluşturmaktadır. 20. yüzyılın başında Malatya'nın 12 km kuzey doğusundaki Hacı Haliloğlu çiftliğinde bir seleksiyon sonucu bulunduğu tahmin edilmektedir. Şekil 1.1' de Hacihaliloğlu çeşidi kayısı gösterilmektedir (Gezer ve ark, 2009).



Şekil 1.1 Hacihaliloğlu çeşidi kayısı (Gezer ve ark, 2009).

Hacihaliloğlu tipi kayısı meyveleri orta iriliktir. Ortalama olarak 25-35 g gelmektedir. Oval şekilde, simetrik; meyve kabuk ve et rengi sarı, yanakları

kırmızımsıdır. Meyve kabuğu incedir. Meyve eti sert dokuludur. Meyve az sulu, çok tatlıdır. Çekirdek şekli ovaldir. Çekirdekler ortalama olarak 1.7-2.2 g ağırlığındadır. Çekirdekleri tatlı olup meyve etinden serbest olarak bulunmaktadır (Ünal, 2010., Gezer ve ark 2009).

Kayısı çekirdeklerinin bazıları acıdır. Bu acılık siyanogenik (siyanür içeren) bir madde olan amigdalin (Vitamin B17) maddesinin miktarıyla ilgilidir. Bu madde toksik özellikte olup, antimikrobiyal özellik göstermektedir (Alan ve ark., 2013). Özellikle acı kayısı çekirdeğindeki vitamin B17 maddesi ABD’de kanser önleyici bir madde olarak kullanılmaktadır. Vitamin B17’nin perakende satış fiyatı yaklaşık olarak 1 milyon \$/kg’dır. Kayısı üretiminin dünyadaki pazar değeri yaklaşık olarak 1.5 milyar \$; Türkiye’nin bu alandaki pazar payı ise 150 milyon \$ civarındadır. Kayısı çekirdek yağının dünyadaki pazar değeri yaklaşık 3.2 milyar \$ olmasına rağmen Türkiye’nin bu alanda payı yok denecek kadar azdır (Yaman, 2012).

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Kayısı (*Prunus armeniaca* L.) Rosales takımının Rosaceae (Gülgiller) familyasının *Prunus* cinsine girer. Bu tür, zerdalinin (*P. armeniaca* L.) aşısı ile çeşit halinde çoğaltılan bir kültür tipidir (Güner, 1998). Kuru kayısı dış satımında Türkiye ilk sıralarda yer almakta ve bu pazarın büyük kısmını elinde tutmaktadır.

Ülkemizde, kayısı yetiştiriciliği en başta Malatya (% 50) olmak üzere, Elazığ, Erzincan, Sivas, İçel (Mut), Antalya, Hatay, Kars, Iğdır gibi kayısı yetiştirmeye şartları uygun olan yörelerimizde yapılmaktadır. Isparta ilinde Eğirdir Gölü'nün kuzeyinde Yalvaç ve Senirkent ilçelerinde sofralık kayısı yetiştiriciliği yapılmaktadır (Koçal, 2011). Kayısı üretiminde önde gelen ülkeler Türkiye, İran, Pakistan, İtalya, Özbekistan, Fransa, İspanya, Japonya, Cezayir, Suriye ve Mısır'dır. Türkiye dünya kayısı üretiminde % 19 ile ilk sırada yer almasına karşın, kayısı ihracatında bu durum % 63.7'lik bir paya sahip olan Fransa, İspanya, İtalya, Yunanistan ve Özbekistan'dan sonra altıncı sırada yer almaktadır. Türkiye'nin kayısı üretiminin büyük bir kısmı iç talebi karşılamak için iç piyasaya arz edilmektedir. Ülke ekonomisine önemli bir katkı sağlayacak ve dış ticarete yönelik bir üretim modeli mevcut değildir (Topçu ve Uzundumlu, 2010).

Çevre koruma yasaları, gıda ve sağlık sektörlerindeki yasal zorunluluklar gibi bazı faktörlerin günümüzde hızla artması sebebiyle farmasötik, gıda ve kozmetik endüstrilerinde kullanılan sentetik ürünlerin yerine insanların doğal ürünlere talebi hızla artmaktadır. Bu talepler sonucunda son yıllarda endüstriyel öneme sahip olan doğal ürünlerin ayırma ve saflaştırma süreçlerinin incelenmesi yoğun araştırma konuları arasına girmiştir. Bu bağlamda düşünüldüğünde kayısı üretiminde yan ürün olan kayısı çekirdeği gıda, kozmetik ve farmasötik endüstrilerine yönelik doğal bileşenler açısından önemli hammaddeler içerisinde yer almaktadır (Çalıklı, 2007).

Kayısı çekirdeklerinin ağırlığı çeşitlere göre farklılık göstermekte olup, 1-4 g arasında değişmektedir. Çekirdek kabuğu açık veya koyu kahverengi renkte olup hafifçe pürüzlüdür. Tohumları tatlı, acı veya az acıdır. Çekirdekler meyve etine yapışık, yarı yapışık veya serbest şekilde bulunur. Çekirdekler genellikle tatlıdır. Kayısı çekirdeği kabuk ve iç olmak üzere iki kısımdan ibarettir. Çekirdek meyve ağırlığının yaklaşık olarak % 12'sini oluşturur. Bileşimi; % 15-20 protein, % 4-5 selüloz, % 52 yağdır. Yağ

asitlerinin % 8.27'si doymuş, % 91.73'ü doymamış yağ asitlerinden oluşur. Yağ asidi kompozisyonu ise; doymuş yağ asitlerinden palmitik asit % 5.62, stearik asit % 1.27, palmitoleik asit % 0.72, heptadesenoik asit % 0.09 miktarlarında mevcut iken, yağdaki doymamış yağ asitleri oleik asit % 67.31 (Omega 9), linoleik asit % 24.68 (Omega 6), linolenik asit % 0.08 (Omega 3), araşidik asit % 0.10 ve aykosenoik asit % 0.11 miktarında olduğu görülmektedir (Şenol ve Arda, 2011).

Oleik asit kolesterol seviyesini düşüren ve bitkisel yağların kararlılığını artıran doymamış yağ asidi olarak bilinmektedir. Sağlık açısından faydaları haricinde, bu yağ asitleri, doymuş yağlarla kıyaslandığında düşük viskozitelerinden dolayı margarin ve tereyağı üretiminde ürün kalitesini artırır (Şimşek ve Aslantaş, 1999).

Kayısı çekirdeğinin içi farklı şekillerde değerlendirilmek üzere ihraç edilmektedir. İhraç edilen kayısı çekirdekleri başta ilaç ve kozmetik sanayiinde kullanılmaktadır. Geri kalanı çerez olarak değerlendirilmektedir. Malatya ilinde 22 bin ton dolayında kayısı çekirdeği içi üretildiği tahmin edilmektedir. Ayrıca kayısı çekirdeği yağı da son yıllarda ihraç edilmeye başlanmıştır. 2005 yılında ülkemizden, ABD ve Avrupa ülkelerine yaklaşık olarak 12 bin ton tatlı, 3 bin ton acı kayısı çekirdeği içi ihracatının yapıldığı tahmin edilmektedir (Şenol ve Arda, 2011).

Kayısının iç çekirdeği badem yağı, benzaldehit, furfural, aktif karbon, aroma esansı, amigdalin (B17 vit.) ve hidrosiyamik asit üretiminde kullanılmaktadır (Ünal, 2010). Kayısı çekirdeği çerez olarak da sıklıkla kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada, kayısı çekirdeği yağının miyokardiyal hastalıklar üzerindeki etkisinin araştırılması için 5 farklı grupta (Sham operasyonu uygulanan, IR uygulanan, düşük doz kayısı yağı + IR, orta doz kayısı yağı + IR, yüksek doz kayısı yağı + IR uygulanan) ratlar üzerinde denenmiş ve üç grubunda önemli derecede iyileşmeye fayda sağladığı tespit edilmiştir. Bütün ratlar gıda ve su ile serbest yemleme yöntemiyle beslenmiştir. Düşük, orta ve yüksek dozda kayısı çekirdeği yağı uygulaması için sırasıyla günlük 2, 6 ve 10ml x kg⁻¹ olarak 14 gün boyunca kızılötesi ışın tedavisinden önce uygulanmıştır. Sonuç olarak kayısı çekirdeği yağının kardiyoprotektif etkiye sahip olduğu ve miyokardiyal hastalıkları önlemek için geliştirilebilecek bir gıda maddesi olduğu tespit edilmiştir (Zhang et al, 2011).

Yapılan bir çalışmada; kayısı ve badem yağı ekstraksiyonundan önce ultrases ön işlem uygulamasının sulu enzim destekli ekstraksiyon sistemindeki faydaları incelenmiştir. Sulu enzim destekli ekstraksiyon sisteminde kullanılan ticari preparatlar 3 farklı proteaz enzimi karıştırılarak, pH 4.0 da 18 saat 40 °C sıcaklıkta uygulanmıştır. 2 dakika süre ile 70W ultrases ön işlem uygulamasının ekstraksiyon verimini % 95'e yükselttiği ve ekstraksiyon süresini ise 18 saatten 6 saate düşürdüğü belirtilmiştir. Ultrases ön işlem uygulamasının, işlem süresi uzun olan bitkisel kaynaklı yemeklik yağların ekstraksiyonunda gerekli zamanı kısaltmak adına ticari üretim basamakları arasında yer alabileceği ifade edilmiştir (Sharma ve Gupta, 2005).

Farklı bir ekstraksiyon yöntemi olarak son dönemde süperkritik sıvı ekstraksiyonu yaygınlaşmaktadır. Yağ ve yağ karakterli bileşiklerin kaynaklarından ekstraksiyonunda ise süperkritik karbondioksit ekstraksiyonu kullanılmaktadır. Özkal (2004) çalışmasında kayısı çekirdeği yağının ekstraksiyonunda süperkritik karbondioksit uygulamasını incelemiştir. Kayısı çekirdeği yağının süperkritik akışkan ekstraksiyonunda ekstraksiyon hızlı ve yavaş ekstraksiyon bölgeleri olmak üzere iki ana bölgeye ayrılmaktadır. Yağ miktarının önemli kısmının hızlı ekstraksiyon bölgesinde ekstrakte edildiği ve yavaş ekstraksiyon bölgesinde elde edilen yağ miktarının ihmal edilebilecek kadar az miktarda olduğu tespit edilmiştir. Parçacık boyutunun etkisi ele alındığında boyut küçüldükçe ekstraksiyon veriminin arttığı tespit edilmiş, parçacık çapının 0.425 mm'nin altına düşürülmesiyle çekirdekdeki toplam yağ miktarının % 99'unun alınabileceği belirtilmiştir. Akış hızı, basınç, sıcaklık ve etanol ilavesindeki artış ile birlikte ekstraksiyon hızının arttığı belirtilmiştir (Özkal, 2004).

Ultrases ve mikrodalga destekli yağ ekstraksiyonunda farklı yağ kaynaklarında yağ verimi ve kalitesi açısından önemli başarılar elde edilmiştir. Yapılan bir çalışmada, kolza ve çörek otu tohumlarının ekstraksiyonunda solvent olarak etanol kullanılmış ve ultrases uygulanmış; ön incelemelerin ardından farklı parametrelerle farklı uygulamalar yapılmış ve tüm sonuçlar değerlendirilmiştir. Konu kapsamında soğuk pres yağlarının verim, serbest asitlik değeri ve oksidasyon stabilitesi ölçüleriyle ultrases ön işleminin etkinliği araştırılmıştır. Bu uygulamanın yağ kalitesine tartışmasız olumlu etkisi (uygulanmayana göre daha yüksek oksidasyon stabilitesi ve daha düşük serbest asit değeri) çalışmanın deneysel sonuçlarından anlaşılmıştır (Şeran, 2011).

Fındıktan yağ eldesinde mikrodalga destekli ekstraksiyon işlemi uygulaması gerçekleştirilen bir çalışmada; Soxhlet ekstraksiyon yönteminde hekzanla 80 °C'de 4 saat yapılan işlem sonucunda fındık yağı verimi % 57.30 olarak belirlenmiş bu değer mikrodalga destekli ekstraksiyon yönteminde 64°C sıcaklık ve 45 dk zaman kombinasyonunda yapılan çalışmada elde edilen fındık veriminden (% 50.7) yüksek bulunurken, 50 °C sıcaklık ve 80 dk zaman koşullarında yapılan denemede elde edilen verim değerinin (% 58.67) altında kalmıştır. Mikrodalga destekli ekstraksiyon ile klasik Soxhlet ekstraksiyon karşılaştırıldığında; mikrodalga destekli ekstraksiyonun yağ verimi açısından daha kısa süre ve daha düşük sıcaklıkta çalıştığı belirtilmiştir (Tunç ve ark, 2014).

Mikrodalga destekli yapılan ekstraksiyon çalışmalarında yağ verimi klasik Soxhlet uygulaması ile karşılaştırıldığında; soya fasulyesi yağının ekstraksiyonunda Soxhlet ekstraksiyonu için gereken süre 12 saat iken, mikrodalga destekli ekstraksiyon sisteminde bu sürenin 20 dakika olduğu ve elde edilen soya yağı verimlerinin tüm uygulanan sıcaklık-süre kombinasyonlarında Soxhlet ekstraksiyon yöntemine göre daha yüksek oldukları belirtilmiştir (Kanitkar ve Tech, 2007). Pirinç kepeğinden yağ ekstraksiyonu veriminde ise, maksimum yağ verimini % 17.2, mikrodalga destekli ekstraksiyon sistemi ile 120 °C ve 20 dk işlem süresinde elde ettiklerini belirtmişlerdir. Klasik Soxhlet ekstraksiyon yöntemi ile aynı sıcaklık ve sürede maksimum yağ verimi % 12.4 olarak tespit edilmiştir (Kanitkar ve Tech, 2007).

Kayısı ve çekirdeklerinin kimyasal analizleri, gıda açısından önemi, ilaç olarak değerlendirilmesi üzerine çok sayıda çalışma yayınlanmıştır. Ancak kayısı çekirdeğinden yağın ekstraksiyonu konularında beklenenden daha az sayıda çalışma görülmüştür. Bu nedenle yağ ekstraksiyonunda farklı yöntemlerin denenmesi önem arz etmektedir. Buradan elde edilecek bilgilerin diğer çekirdek yağlarının ekstraksiyonunda bir yol gösterici olması beklenmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmanın materyali olarak Hacihaliloğlu çeşidi kayısı (*Prunus armeniaca* L. cv. “Hacihaliloğlu”) seçilmiştir. Materyal Malatya ili, Eski Malatya ilçesi Kuluşağı köyündeki kayısı üretimi yapılan kayısı bahçelerinden 2015 yılında yaklaşık 400 kg yaş kayısı meyvesi olarak temin edilmiştir.

3.2 Yöntem

Laboratuvara getirilen kayısı çekirdeklerinin içi ayrılıp kurutma fırınında sabit tartıma gelene kadar kurutulmuştur. Kurutma işlemi çekirdekteki yağın daha etkin şekilde alınması için önem arz etmektedir. Ayrıca hazırlanan örneklerin standart olması için de gereklidir. Ekstraksiyon işleminde kütle transferinin daha etkin gerçekleştirilebilmesi için çekirdekler kırma işlemine tabi tutularak yüzey alanının artması sağlanmıştır.

3.2.1 Ekstraksiyon

Kayısı çekirdeği yağı üretiminde farklı ekstraksiyon tekniklerinden faydalanılmıştır. İlk ekstraksiyon referans olması nedeniyle geleneksel katı-sıvı ekstraksiyon yöntemi olan Soxhlet düzeneğinde gerçekleştirilmiştir. Ekstraksiyon için süzgeç kağıdından kartuşlar hazırlanarak yaklaşık 11.5 g kurutulmuş ve kırılmış kayısı çekirdeği kartuşa konulmuştur. Yaptığımız denemeler sonucunda 20:1 solvent katı oranı kullanımı ekstraksiyon için uygun bulunmuştur. Bu oran Soxhlet ekstraksiyonunda kullanılan balonların sifon yapmasını sağlayacak en uygun miktar olarak belirlenmiştir. Kartuş Soxhlet düzeneği içerisine yerleştirilerek 20:1 solvent-katı oranına göre 230 ml hekzan Soxhlet ekstraksiyon düzeneğine eklenmiştir. Ön deneme çalışmaları yapılmış; 6 saat ekstraksiyon süresinin elde edilen yağ miktarı olarak uygun olduğu belirlenmiştir. Bu ön denemelerden sonra Soxhlet ekstraksiyon süresi olarak 6 saat ayarlanmıştır. Diğer yöntemler için yağ verimi de Soxhlet ekstraksiyonda 6 saatte alınan yağ miktarına göre belirlenmiştir. Çalışmanın temel amacı olan geleneksel yönteme alternatif ekstraksiyon teknikleri olarak ultrases destekli ve mikrodalga destekli ekstraksiyonlar gerçekleştirilmiştir.

a) Ultrases destekli ekstraksiyon

Kayıısı çekirdeğinden yağın eldesinde ultrases destekli ekstraksiyonda çözen olarak hekzan kullanılmıştır. Katı/sıvı oranı (1:20), ultrases gücü (% 60-% 100) ve uygulama süresi (10 - 75 dk) değişkenlerinin yağ verimi, kalite kriterleri açısından etkileri incelenmiştir. Ultrasonikasyon için ultrasonik prob (Comecta Optic Ivymen System Cy-500, İspanya) kullanılmıştır.

b) Mikrodalga destekli ekstraksiyon

Alternatif diğer yöntem mikrodalga destekli ekstraksiyondur. Burada geleneksel mikrodalga sistemlerinden farklı olarak laboratuvarımızda modifiye ettiğimiz mikrodalga fırın (Arçelik MD 574) kullanılmıştır. Bu sistemin geleneksel mikrodalgalardan farkı; sıcaklık kontrolünün üzerine ilave ettiğimiz cihazla hassas olarak sağlanabilmesidir. Bu cihazla sıcaklık ölçümü ortamın sıcaklığının değil direkt ekstraksiyon sıvısının sıcaklığını $\pm 1^{\circ}\text{C}$ hassasiyetle her saniye ölçerek yapılmaktadır. Yöntemde sıcaklık (30-40 $^{\circ}\text{C}$), süre (10-60 dk) ve solvent-katı oranı (20:1) olarak belirlenmiştir.

Elde edilen yağlar analizleri yapılan kadar -20 $^{\circ}\text{C}$ 'de muhafaza edilmiştir. Elde edilen yağların fizikokimyasal ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi için Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Bitkisel Yağ Analiz Laboratuvarı'nda gerekli şartlar hazırlanmış ve analizler burada gerçekleştirilmiştir.

3.2.2 Yağ Verimi

Yapılan ekstraksiyon çalışmaları sonucunda uygulanan farklı yöntemlere göre elde edilen yağların % verim değerleri belirlenmiştir. Verim g ham yağ/100 g kuru çekirdek olarak ifade edilmiştir.

3.2.3 UV ışığında özgül absorbans değerlerinin (K_{232} , K_{270}) belirlenmesi

UV ışığında özgül absorbans değerlerinin (K_{232} , K_{270}) belirlenmesi için Codex Alimentarius tarafından tanımlanan yöntem kullanılmıştır (Anonim, 2001). Bunun için 100 mg yağ örneği 10 ml siklohekzan içerisinde çözülerek % 1' lik solüsyon hazırlanmıştır. K_{232} ve K_{270} değerleri hazırlanan solüsyonun spektrofotometrede (T70+UV/VIS spectrophotometer, PG Instruments, İngiltere) sırasıyla 232, 266, 270

ve 274 nm dalga boylarında absorbanları ölçülerek hesaplanmıştır. Analizler üç paralel halinde gerçekleştirilmiştir.

Delta K değeri aşağıda verilen Denklem 3.1'den hesaplanır. Genel olarak düşük delta K değerinin anlamı, kalitesi yüksek ve taze yağ anlamına gelmektedir.

Denklem 3.1

$$Delta K = K270 - \frac{(K266+K274)}{2}$$

3.2.4 Serbest yağ asitlerinin belirlenmesi

Serbest yağ asitleri yağların kalite açısından değerlendirilmesinde ve sınıflandırılmasında kullanılan en önemli parametrelerden birisidir. Serbest yağ asitlerinin miktarını belirlemek için Ca 5a-40 standart yöntemi kullanılmıştır (AOCS,1997a). Analizler üç paralel halinde yapılmış ve sonuçlar % oleik asit cinsinden hesaplanarak verilmiştir.

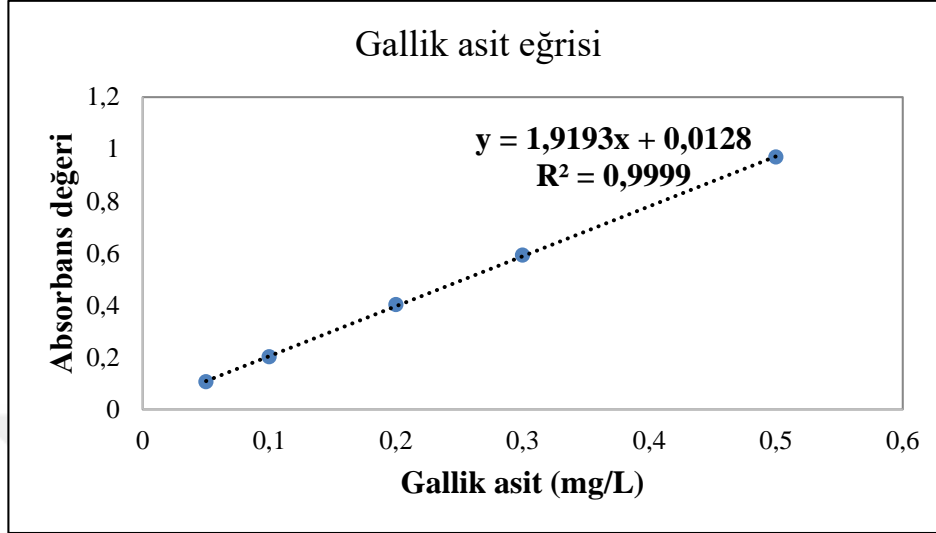
3.2.5 Peroksit sayısının belirlenmesi

Yağların birincil oksidasyon ürünlerinin tespitinde kullanılan peroksit sayısı Cd 8-53 standart yöntemine göre belirlenmiştir (AOCS, 2003). Analizler üç paralel halinde yapılmıştır. Bir kilogram yağda bulunan peroksit oksijeni milieşdeğer oksijen cinsinden hesaplanarak sonuçlar verilmiştir.

3.2.6 Toplam fenolik madde miktarının belirlenmesi

Yağdan üç defa su: metanol (20:80; v/v) karışımı ile ekstrakte edilen fenolik maddelerin toplam fenolik madde miktarları Folin-Ciocalteu methodu kullanılarak yapılmıştır (Singleton ve Rossi, 1965). Fenolik ekstraktından 40 µl alınarak bir tüp içerisine pipetlenip, üzerine 2.40 ml saf su eklenerek seyreltilmiştir. Daha sonra 200 µl Folin-Ciocalteu ayırıcı eklenerek karıştırılmıştır. Karışıma en erken 30 saniye en geç 7.5 dakika içinde 600 µl doymuş sodyum karbonat çözeltisi (% 38, ağırlık/hacim) ilave edilmiştir. Son olarak 760 µl saf su eklenerek iyice karıştırılmıştır. Elde edilen çözelti karanlıkta iki saat bekletildikten sonra şahit çözeltiliye karşı absorbanı spektrofotometrede (T70+UV/VIS spectrophotometer, PG Instruments, İngiltere) 765 nm dalga boyunda ölçülmüştür.

Sonuçlar gallik asitten hazırlanmış çözeltilerden elde edilen Şekil 3.1 de verilen kalibrasyon eğrisi ($R^2 = 0.999$) kullanılarak μg gallik asit eşdeğeri (GAE)/ml yağ şeklinde hesaplanmıştır. Analizler üç paralel halinde yapılmıştır.



Şekil 3.1 Gallik asitten hazırlanan 765nm dalga boyunda ölçülen kalibrasyon eğrisi.

3.2.7 Serbest radikalleri yakalama aktivitesi tayini (DPPH)

Kayısı çekirdeği yağındaki fenolik maddelerin hidrojen bağlama yeteneği 2,2-difenil-1-pikril-hidrazil (DPPH) serbest radikal yakalama aktivitesi tayini kullanılarak hesaplanmıştır (Dorman ve ark, 2003). Kayısı çekirdeği yağından metanol su (80:20; v/v) karışımı ile elde edilen fenolik ekstraktlardan 50 μl alınarak tüplere pipetlenip üzerine 450 μl Tris-HCl tamponu (50mM, pH:7.4) ilave edilmiştir. Daha sonra bu karışıma 1.00 mL DPPH (0.10mM, metanol içerisinde) çözeltisinden eklenerek oda sıcaklığında 30 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Reaksiyon süresinin bitiminde çözeltinin 517 nm' de absorbansı spektrofotometrede (T70+UV/VIS spectrophotometer, PG Instruments, İngiltere) okunmuştur. Kontrol olarak fenolik ekstraktı yerine saf su kullanılmıştır. DPPH (2,2-Difenil-1-pikril-hidrazil) serbest radikalleri yakalama aktivitesi aşağıdaki Denklem 3.2 kullanılarak hesaplanmış ve sonuçlar % inhibisyon olarak verilmiştir. Analizler üç paralel halinde yapılmıştır.

Denklem 3.2

$$\% \text{ Inhibisyon (DPPH)} = \frac{Abs_{Kontrol} - Abs_{\text{örnek}}}{Abs_{Kontrol}} \times 100$$

3.2.8 Yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi

Yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi için gaz kromatografisi (GC) ve FID (Flame Ionization Detector) kullanılmıştır. (Agilent Technologies 7820A, A.B.D).

Yağ asitleri bileşiminin saptanması için yağ örnekleri, Ce 1-62 metodu modifiye edilerek esterleştirilmiştir (AOCS, 1997b). Esterler, gaz kromatografisine enjekte edilerek yağ asitleri bileşimi % olarak belirlenmiştir. Kromatogramdaki piklerin geliş zamanları önce standart metil esterleri (FAME) verilmek suretiyle belirlenmiş sonra örnek geliş zamanları ile kıyaslanarak tespit edilmiştir. Gaz kromatografisi cihazının özellikleri ve çalışma şartları aşağıda sunulmuştur.

Kolon: Restek Rtx-2330 60 m uzunluk x 0.25 mm çap x 0.20 µm film kalınlığı.

Akış hızı: 30ml/min Hidrojen, 300ml/min kuru hava

Kolon sıcaklığı: 240 °C

Enjeksiyon: 1µl, 240 °C

Fırın sıcaklığı: 175-240°C

Dedektör ve sıcaklığı: FID, 240 °C. olarak ayarlanmıştır.

3.2.9 Yağın hızlandırılmış raf ömrü analizi

Yağ örneklerinin raf ömrünün belirlenmesinde oksidasyon reaksiyonu hızlandırılmış yöntem Cg 5-97 fırın testi kullanılmıştır (AOCS, 1999). Bu yöntemde göre yağ örnekleri 100 ml'lik koyu renkli cam balonlar içerisinde hava akımlı kurutma fırınında $60 \pm 2^\circ\text{C}$ 30 gün boyunca depolanmıştır. Depolama boyunca gerçekleşen oksidasyon reaksiyonu 5'er günlük periyotlarda takip edilmiştir. Konjuge dien ve trien değerlerindeki oksidatif değişim peroksit değeri ve UV analizleri ile belirlenmiştir.

3.2.10 İstatistiksel analizler

Elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde IBM SPSS 18.0 istatistik programı kullanılmıştır. Gruplar arası farkın önemi varyans analizi ile belirlenmiştir. Gruplar arası farklılığın belirlenmesinde Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1 Kayısı Çekirdeklerinin Fiziksel Özellikleri

Aşağıda Çizelge 4.1’de çalışmada kullanılan Hacihaliloğlu kayısı çeşidinin çekirdek içlerinde gerçekleştirilen fiziksel analiz sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.1 Çalışmada kullanılan kayısı çekirdeklerinin fiziksel özellikleri.*

Fiziksel Özellikler	
Uzunluk (mm)	18.69± 0.11
Genişlik (mm)	10.22± 0.07
Kalınlık (mm)	5.59± 0.05
Ağırlık (g)	0.55± 0.07

*; Ölçümler 50 kez tekrarlanmış ve standart sapmaları ile verilmiştir (n=50).

4.2 Kayısı Çekirdeği Yağlarının Verimi ve Fizikokimyasal Özellikleri

Ekstraksiyon işlemleri sonrası hekzan-yağ çözeltilisinden yağların eldesi rotary evaporatörde hekzanın buharlaştırılması ile sağlanmıştır. Hekzan buharlaştıktan sonra yağlar plastik kapaklı, sızdırmaz, koyu renkli cam tüplere aktarılarak oda sıcaklığına soğutulmuş daha sonra tartılmıştır. Elde edilen yağların ağırlığı, tarihi, ekstraksiyon süreleri ve diğer bilgiler kaydedilmiştir. Çalışmada gerçekleştirilen ekstraksiyonların sıcaklıkları, süreleri ve elde edilen yağ verimleri Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelgedeki veriler incelendiğinde Soxhlet ekstraksiyonda 6 saat sürede 20:1 solvent/katı oranında elde edilen yağ miktarı % 43.65 olarak bulunmuştur. Bu yağ verimine çalışmada kullandığımız diğer ekstraksiyon yöntemleriyle çok daha kısa süre ve daha düşük sıcaklıklarda ekstraksiyon yapılarak ulaşılmıştır. Mikrodalga destekli ekstraksiyonda 40°C sıcaklıkta 60 dakika sürede elde edilen yağ miktarı % 43.66 olarak bulunmuştur. Ultrases destekli ekstraksiyonda ise 75 dk % 100 ultrases gücünde elde edilen yağ miktarı % 43.73 olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.2 Ekstraksiyon süreleri, % yağ verimi ve sıcaklık bilgileri.*

Ekstraksiyon Yöntemi	Ekstraksiyon süresi (dk)	Ekstraksiyon sıcaklığı (°C)	Güç (%)	Yağ verimi (%)
SXHE	240	68	-	23.36± 0.99 ^h
	270	68	-	30.60 ± 1.06 ^g
	300	68	-	40.00 ± 0.47 ^e
	360	68	-	43.65 ± 0.84 ^a
MWE	30	30	-	38.09 ± 0.49 ^f
	45	30	-	39.62± 0.56 ^e
	60	30	-	42.31 ± 0.46 ^{b,c}
	30	40	-	41.99 ± 0.51 ^{b,c}
	45	40	-	41.25 ± 0.48 ^{c,d}
	60	40	-	43.66 ± 0.20 ^a
USE	60	55	60	39.19 ± 0.90 ^e
	60	55	80	41.85 ± 0.32 ^{b,c,d}
	45	55	100	41.15 ± 0.20 ^d
	60	55	100	42.38 ± 0.10 ^b
	75	55	100	43.73 ± 0.20 ^a

*; Sonuçlar g ham yağ/100 g kuru çekirdek cinsinden verilmiştir.

**; Sonuçlar ortalama±standart sapma olarak verilmiştir (n=3).

***;MWE; Mikrodalga destekli ekstraksiyon, SXHE; Soxhlet ekstraksiyonu, USE; Ultrases destekli ekstraksiyon.

****; Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p≤0.05).

Çizelgedeki veriler incelendiğinde Soxhlet ekstraksiyonda 6 saat sürede 20:1 solvent/katı oranında elde edilen yağ miktarı ile mikrodalga destekli ekstraksiyonda 40°C sıcaklıkta 60 dakika sürede elde edilen yağ miktarı ve ultrases destekli ekstraksiyonda 75 dk %100 ultrases gücünde elde edilen yağ miktarı arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (p>0.05).

Üç farklı yöntemle elde edilen kayısı çekirdeği yağlarının peroksit miktarları analiz sonuçları Çizelge 4.3’de sunulmuştur. Yağlarda peroksit değeri, aktif oksijen miktarının bir ölçüsü olup, 1 kg yağda bulunan peroksit oksijeninin mili eşdeğer gram cinsinden miktarını belirtir (Anonim, 2003). Oksidasyon sonucu oksidasyon mekanizmasında oluşan birincil oksidasyon ürünleri peroksit değeri olarak ifade edilir (Tunç ve ark, 2014).

Uygulanılan farklı yöntemlerin elde edilen yağların peroksit sayısı üzerine istatistiksel olarak önemli ölçüde etkili olduğu istatistiksel sonuçlardan anlaşılmıştır (p≤0.05).

Çizelge 4.3 Kayısı çekirdeği yağlarının peroksit ve serbest yağ asitleri miktarı.*

Ekstraksiyon methotları	Peroksit miktarı (meq O_2 /kg)	Serbest yağ asitleri miktarı
SXHE (360dk)	1.03 ± 0.01 ^a	0.36 ± 0.00 ^b
USE (% 100 güç, 75 dk)	0.46 ± 0.02 ^c	0.35 ± 0.01 ^b
MWE (40°C, 60dk)	0.69 ± 0.02 ^b	0.70 ± 0.02 ^a

*; Sonuçlar ortalama±standart sapma olarak verilmiştir (n=3).

**; Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p≤0.05).

Elde edilen sonuçlara göre en yüksek peroksit değeri soxhlet ekstraksiyonuyla elde edilen yağda daha sonra mikrodalga destekli ekstraksiyonda en düşük ultrases destekli ekstraksiyonla elde edilen yağda bulunmuştur. Ultrases destekli ekstraksiyon yöntemi ve mikrodalga destekli ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen yağların peroksit miktarları Soxhlet ekstraksiyonu ile elde edilen yağın peroksit miktarından daha düşüktür. Yağların ekstraksiyonunda işlem parametreleri (sıcaklık, süre, güç) peroksit değerleri üzerinde istatistiksel olarak önemlidir (p≤0.05). Ultrases ve mikrodalga destekli ekstraksiyon yöntemlerinde uygulama sıcaklığı ve süresi Soxhlet ekstraksiyonundan önemli ölçüde daha düşük olduğu için peroksit miktarı daha düşük yağlar elde edilmiştir.

Yağların kalitesini belirleyen analizlerden birisi de serbest yağ asitleri miktarıdır. Serbest yağ asitleri miktarı, yağlarda bağlı olmayan serbest haldeki toplam yağ asitlerinin % oleik asit cinsinden belirtilmesidir (Anonim, 1997). Çalışmada farklı ekstraksiyon yöntemleri ile elde edilen yağların serbest yağ asitleri miktarları Çizelge 4.3'de görülmektedir.

Mikrodalga destekli ekstraksiyonla elde edilen yağların serbest yağ asitleri miktarı ile ultrases ve Soxhlet destekli ekstraksiyonla elde edilen yağların serbest yağ asitleri miktarı kıyaslandığında aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark tespit edilirken (p≤0.05) soxhlet ekstraksiyonu ile ultrases destekli ekstraksiyon arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. (p>0.05).

Serbest yağ asitleri miktarı analizine göre en kaliteli yağlar ultrases destekli ekstraksiyon yöntemi ve Soxhlet ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen yağlar olarak bulunmuş, mikrodalga destekli ekstraksiyon ile elde edilen yağların serbest yağ asitleri miktarı önemli ölçüde farklı ve daha yüksek bulunmuştur (p≤0.05).

Bulgularımıza benzer şekilde, literatürde geçen bazı araştırmalarda; ayçiçek yağında, soya yağında, mısır yağında ve zeytinyağında mikrodalga ısıtmaya bağlı olarak serbest yağ asitleri miktarının arttığı bildirilmiştir (Tunç ve ark., 2014).

Yapılan diğer bir çalışmada, çoklu doyamamış yağ asitlerini bünyesinde yüksek oranda bulunduran bitkisel yağların mikrodalga enerjisine maruz kalması yapılarındaki ester bağlarının kırılması ve trigiliserid moleküllerinin parçalanmasına sebep olup, serbest yağ asitleri miktarını artırdığı belirtilmiştir (Yoshida ve ark, 1992).

Yağlarda meydana gelen oksidasyon, konjuge dien ve trien yapılarında değişime sebep olmaktadır. Bu yapılarındaki değişim ultraviyole ışık altında 232 ve 272 nm dalga boyunda absorbe edilmektedir. Yağ uygun bir solventte çözüldükten sonra 232, 264, 268, 272 nm dalga boylarında absorpsiyonları ölçülmektedir. Bu dalga boylarındaki yüksek absorpsiyon oksidasyon derecesinin yüksekliğinin işaretidir ve kalitesi düşük yağ anlamına gelmektedir.

Çizelge 4.4'da üç farklı yöntemle ekstraksiyonu gerçekleştirilen kayısı çekirdeği yağlarının özgül absorbans değerleri olan K_{232} , K_{270} ve Delta K değerleri verilmiştir.

Çizelge 4.4 Kayısı çekirdeği yağlarının K_{232} ve K_{270} değerleri.*

Yöntem	K_{232}	K_{270}	Delta K
SXHE	1,409±0.01 ^a	0,262±0.01 ^a	0.0040±0.00 ^a
USE	1,278±0.13 ^c	0,190±0.01 ^b	0.0030±0.00 ^c
MWE	1,307±0.12 ^b	0,180±0.01 ^b	0.0035±0.00 ^b

*; Sonuçlar ortalama±standart sapma olarak verilmiştir (n=3).

**; Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p≤0.05).

Uygulanılan farklı yöntemlerin elde edilen yağların K_{232} ve K_{270} değerleri üzerine istatistiksel olarak önemli ölçüde etkili olduğu sonuçlardan anlaşılmıştır (p≤0.05).

“Türk gıda kodeksi bitki adı ile anılan yağlar tebliği” (tebliğ no: 2012/29) ek-2’ de verilen değerler doğrultusunda elde ettiğimiz kayısı çekirdeği yağının asit sayısı ve peroksit sayısı verilen sınır değerlerin altında olup, rafinasyon işlemine tabi tutulmadan değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

Türk gıda kodeksinde kayısı çekirdeği için yayımlanmış K_{232} , K_{270} değeri ve Delta K değeri bulunmamaktadır. Kullandığımız farklı yöntemleri kendi içerisinde kıyaslırsak

ultrases destekli ekstraksiyon ile elde edilen yağın en kaliteli yağ olduğu tespit edilmiştir. Kalite olarak ikinci sırada mikrodalga destekli ekstraksiyon, son sırayı da Soxhlet ekstraksiyonla elde edilen yağ almaktadır.

Elde edilen yağlarda serbest radikal yakalama aktivitesi (DPPH) analizi için 517nm de UV' de absorbans değerler okunmuştur. Bu değerler denklem 3.2 de verilen eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır. Serbest radikallerin % inhibisyon miktarları ve 765 nm dalga boyunda ölçülen toplam fenolik madde miktarları sayısal olarak Çizelge 4.5'da, verilmiştir.

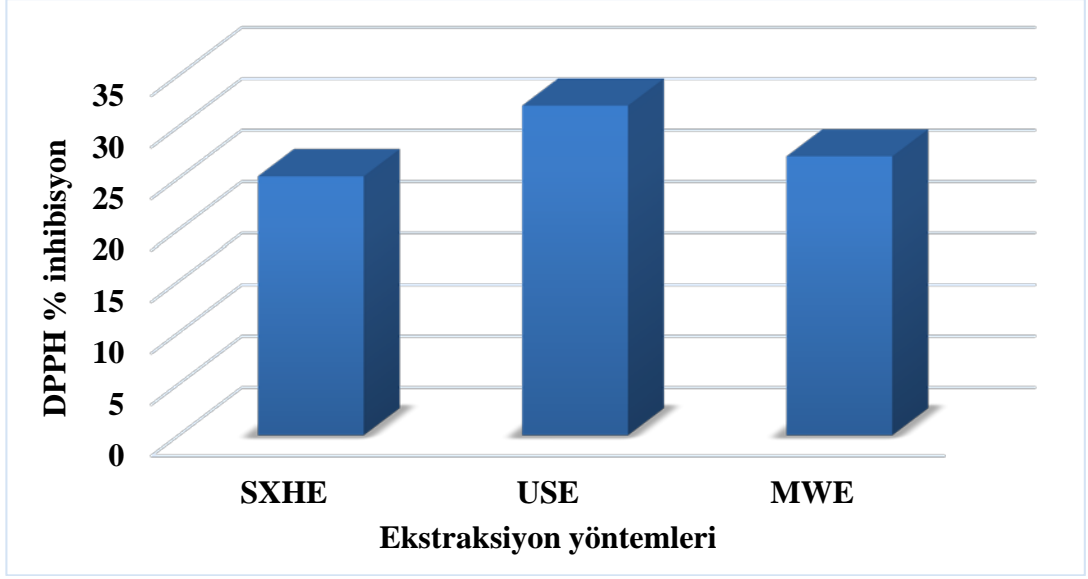
Mikrodalga destekli ekstraksiyonla elde edilen yağların absorbans değeri ile Soxhlet destekli ekstraksiyonla elde edilen yağların absorbans değerleri kıyaslandığında aralarında istatistiksel olarak önemli bir fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$). Ultrases destekli ekstraksiyonla elde edilen yağların absorbans değeri ile diğer iki yöntem arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p\leq 0.05$).

Çizelge 4.5 Kayısı çekirdeği yağının fenolik madde ve radikal inhibisyon miktarları.*

Ekstraksiyon Yöntemi	% İnhibisyon	Toplam Fenolik Madde Miktarı ($\mu\text{g GAE/ml yağ}$)
SXHE	25.17	121.22 \pm 0.78 ^c
USE	32.04	196.81 \pm 0.31 ^a
MWE	27.11	149.21 \pm 0.96 ^b

*; Sonuçlar ortalama \pm standart sapma olarak verilmiştir (n=3).

**; Aynı sütunda bulunan farklı harfler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p\leq 0.05$).

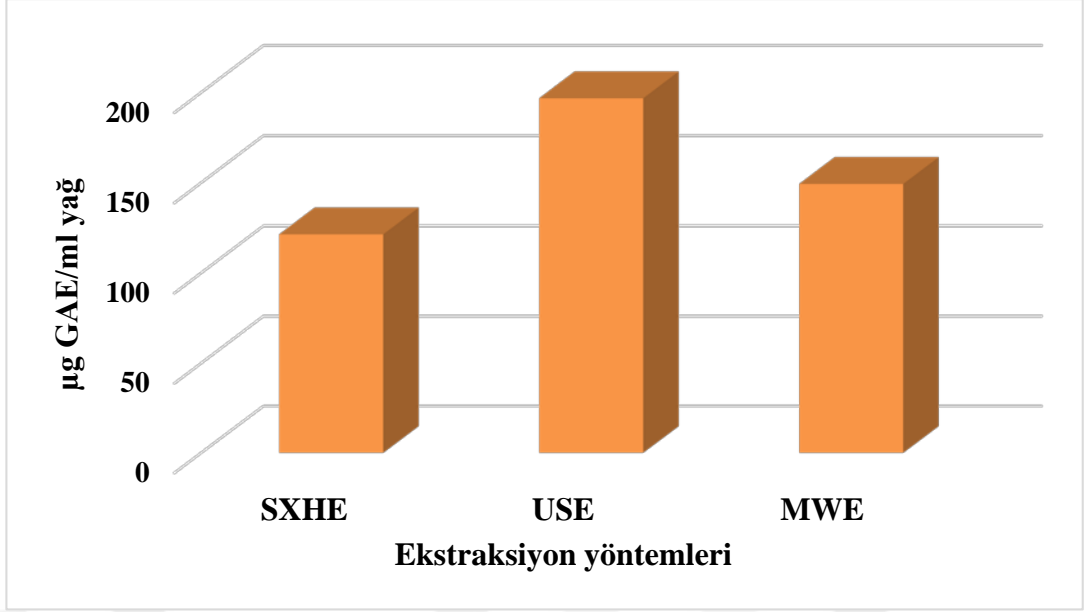


Şekil 4.1 Serbest radikalleri yakalama aktivitesi (% inhibisyon).

Sonuçlar incelendiğinde ultrases destekli ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen yağların serbest radikal inhibisyonu oranı diğer iki yöntemle elde edilen yağlardan önemli derecede farklı ve daha yüksek bulunmuştur ($p \leq 0.05$).

Toplam fenolik madde analizi için 765 nm dalga boyunda yağların absorbans değerleri ölçülmüş ve sonuçlar gallik asitten hazırlanmış çözeltiden elde edilen Şekil 3.1 de verilen kalibrasyon eğrisi ($R^2 = 0.999$) kullanılarak μg gallik asit eşdeğeri (GAE)/ml yağ şeklinde hesaplanmıştır. Hesaplanan sonuçlar Çizelge 4.6'da sayısal olarak, Şekil 4.2'de görsel olarak verilmiştir. Çizelge 4.6'da gözlemlenen veriler sonucunda 765 nm dalga boyunda en yüksek toplam fenolik madde içeriği ultrases destekli ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen yağda tespit edilmiştir. Mikrodalga destekli ekstraksiyonla elde edilen yağdaki toplam fenolik madde miktarı da Soxhlet ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen yağdan daha yüksek miktarda bulunmuştur.

Uygulanan farklı ekstraksiyon yöntemleri toplam fenolik madde miktarı üzerinde istatistiksel olarak önemlidir ($p \leq 0.05$).



Şekil 4.2 Kayısı çekirdeği yağlarının toplam fenolik madde miktarları.

Çalışmada yağların zamana ve sıcaklığa bağlı bozulma miktarının belirlenmesi amacıyla AOCS fırın testi analizi gerçekleştirilmiştir. Yağların peroksit miktarı değerleri Çizelge 4.6’da, $K_{232} - K_{270}$ ve Delta K değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.6 Fırın testi peroksit miktarı değerleri.*

Gün Sayısı	Yöntemler		
	SXHE	MWE	USE
5.gün	1.89±0.83aF	1.66±0.51bF	0.54±0.31cF
10.gün	6.28±0.76aE	4.87±0.67bE	0.80±0.35cE
15.gün	11.62±0.15aD	11.32±0.11bD	1.28±0.31cD
20.gün	14.70±0.17aC	13.87±0.82bC	1.61±0.92cC
25.gün	21.39±0.14bB	24.17±0.15aB	2.49±0.15cB
30.gün	22.67±0.75bA	26.96±0.14aA	3.26±0.16cA

*; Sonuçlar ortalama±standart sapma olarak verilmiştir (n=3).

**; Sonuçlar (meq O_2 /kg) cinsinden verilmiştir.

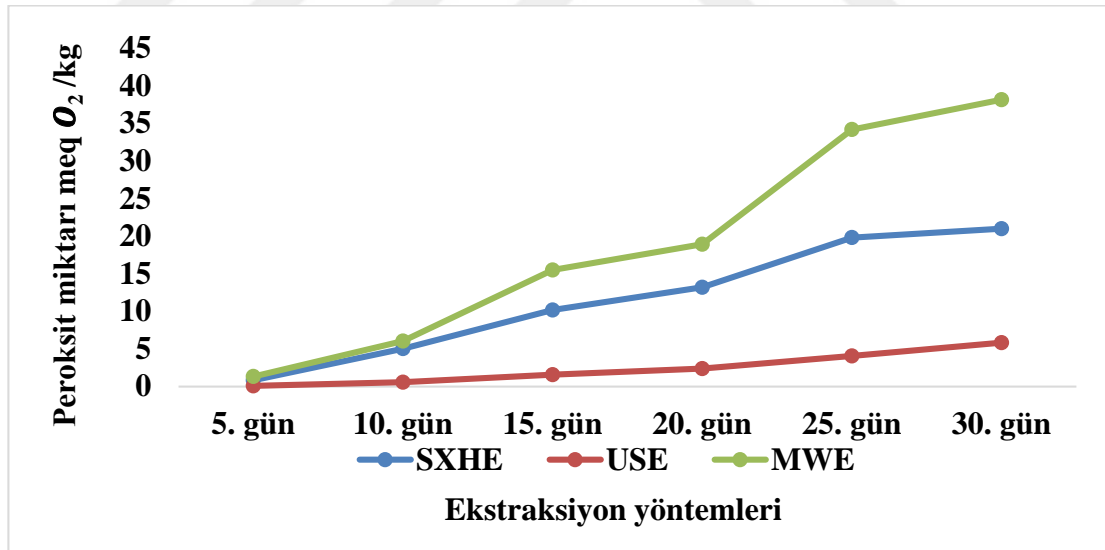
***; Aynı sütunda bulunan farklı büyük harfler bir uygulama için süreler arasındaki istatistiksel farkı ifade etmektedir ($p \leq 0.05$).

****; Aynı satırda bulunan farklı küçük harfler yöntem uygulamalarının arasındaki istatistiksel farkı ifade etmektedir ($p \leq 0.05$).

Bekletme süresi ilerledikçe peroksit değerinde artış gözlemlenmiştir. Günlere bağlı olarak peroksit miktarındaki artış her uygulanan farklı yöntem için istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$).

Uygulanan ekstraksiyon yöntemlerinde ilk 20 gün süresince Soxhlet ekstraksiyonla elde edilen yağların peroksit değeri diğer iki yöntemden yüksek seyretmiş, 25.gün ve sonrasında mikrodalga destekli ekstraksiyonla elde edilen yağların peroksit değeri en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Ultrason destekli ekstraksiyonla elde edilen yağların peroksit değeri bekletme süresi boyunca diğer iki yöntemden düşük miktarlarda gözlemlenmiştir. Uygulanan farklı yöntemlerin peroksit değeri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$).

Peroksit sayısının başlangıç miktarına göre zamanla kaç kat değiştiği grafik olarak Şekil 4.3’de verilmiştir. Tablodaki veriler incelendiğinde peroksit değerinin en fazla mikrodalga destekli ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen yağlarda, daha sonra Soxhlet ekstraksiyonuyla elde edilen yağlarda arttığı görülmektedir. En düşük peroksit değerine ise ultrases destekli ekstraksiyonla elde edilen yağlar sahiptir.



Şekil 4.3 Fırın testi peroksit miktarları değişimi.

Çizelge 4.7 Fırın testi K_{232} - K_{270} ve Delta K değerleri.*

Yöntem	K_{232}	K_{270}	Delta K	Gün
SXHE	1,469±0.01a	0,241±0.01a	0.0040±0.00a	5.gün.
USE	1,298±0.13c	0,186±0.01b	0.0030±0.00c	
MWE	1,377±0.12b	0,172±0.01b	0.0035±0.00b	
SXHE	1.637±0.01a	0.156±0.01a	0.0045±0.00c	10.gün.
USE	1.319±0.11b	0.17±0.01a	0.0055±0.00a	
MWE	1.56±0.14a	0.112±0.01b	0.004±0.00b	
SXHE	2.063±0.01a	0.167±0.01a	0.0045±0.00b	15.gün.
USE	1.44±0.01c	0.17±0.01a	0.0065±0.00a	
MWE	2.01±0.13a	0.118±0.01b	0.0045±0.00b	
SXHE	2.444±0.01a	0.171±0.01a	0.005±0.00b	20.gün.
USE	1.467±0.01b	0.179±0.01a	0.008±0.00a	
MWE	2.47±0.01a	0.153±0.01b	0.0045±0.00c	
SXHE	2.708±0.11a	0.189±0.01b	0.005±0.00b	25.gün.
USE	1.561±0.11b	0.212±0.01a	0.009±0.00a	
MWE	2.756±0.13a	0.146±0.01c	0.0045±0.00c	
SXHE	2.738±0.12b	0.192±0.01b	0.005±0.00b	30.gün.
USE	1.584±0.01c	0.241±0.01a	0.011±0.00a	
MWE	2.788±0.11a	0.155±0.01c	0.0045±0.00c	

*; Sonuçlar ortalama±standart sapma olarak verilmiştir (n=3).

**; Aynı sütunda bulunan farklı harfler yöntem uygulamalarının arasındaki istatistiksel farkı ifade etmektedir ($p \leq 0.05$).

Soxhlet metoduyla elde edilen yağ ham halde ve 5.gün fırında bekletme sonucunda diğer iki yöntemden yüksek absorbans değerinde ve istatistiksel olarak farklı bulunmuştur ($p \leq 0.05$). 10.gün-25.gün arasında Soxhlet ekstraksiyonla ve mikrodalga destekli ekstraksiyonla elde edilen yağların absorbans değeri birbirine yakın ve istatistiksel olarak farkı önemsiz bulunmuştur ($p > 0.05$). 30.günün analiz sonucunda ise mikrodalga destekli ekstraksiyonun diğer iki yöntemden absorbans değeri yüksek ve istatistiksel olarak farkı önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Fırında bekletme süresi boyunca en düşük absorbans değerleri ultrases destekli ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen yağlarda gözlemlenmiştir.

Yapılan diğer analiz sonuçları ve kalite kriterleri kıyaslandığında ultrases destekli ekstraksiyon metoduyla elde edilen yağ, kullanılan diğer yöntemlerden daha kaliteli bulunmuştur.

Çalışmada gerçekleştirdiğimiz 3 farklı yöntemle elde edilen yağların yağ asidi bileşimi % miktar olarak Çizelge 4.8’da verilmiştir.

Çizelge 4.8 Kayısı çekirdeği yağlarının yağ asidi bileşenleri (%).*

Yağ Asidi Bileşenleri	Ekstraksiyon Yöntemleri		
	SXHE	MWE	USE
C16:0	5.14	4.75	5.24
C16:1	0.59	0.69	0.58
C17:1	0.12	0.11	0.12
C18:0	1.25	1.11	1.34
C18:1 ω 9	65.60	60.11	67.56
C18:2 ω 6	21.94	20.84	21.96
İz miktardaki yağ asitleri	5.36	12.39	3.2
Σ MUFA	6.39	5.86	6.58
Σ PUFA	88.25	81.75	90.22

*; SXHE: Soxhlet ekstraksiyon, MWE: Mikrodalga destekli ekstraksiyon, USE: Ultrases destekli ekstraksiyon.

Uygulanan farklı yöntemlerle elde edilen kayısı çekirdeği yağlarında en yüksek oranda bulunan doymamış yağ asidi oleik asit (% 60-68) ve linoleik asit (% 20-22), en yüksek oranda bulunan doymuş yağ asidi palmitik asit (% 4.7-5.3) ve stearik asit (% 1.1-1.4) olarak bulunmuştur.

Çalışmada elde edilen verilere benzer şekilde kayısı çekirdeği yağında yapılan yağ asidi kompozisyonu analizlerinde de araştırmacılar en yüksek oranda bulunan yağ asitlerini oleik asit, linoleik asit, palmitik asit ve stearik asit olarak belirtmişlerdir (Turan ve ark 2007., Femenia ve ark, 1995., Kamel ve Kakuda, 1992).

Tablodaki veriler karşılaştırıldığında kayısı çekirdeğinde bulunan temel yağ asitleri oleik asit (% 67.56), linoleik asit (% 21.96), palmitik (% 5.24) ve stearik (% 1.34) asit olmak üzere en yüksek miktarda ultrases destekli ekstraksiyonla elde edilen yağda tespit edilmiştir. Soxhlet ekstraksiyon metoduyla elde edilen yağın yağ asidi kompozisyonu ise oleik, linoleik, palmitik ve stearik asit miktarı bakımından mikrodalga ekstraksiyondan yüksek bulunmuştur.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Kayısı çekirdeğinden yağın elde edilmesinde kullanılan ekstraksiyon yöntemi ve yöntemlerdeki parametreler önemlidir. Özellikle hedef ekstraktın özellikleri dikkate alındığında; farklı yöntemlerin ekstraksiyon verimi ve kalitesi üzerinde uygulama koşullarıyla birlikte önemli etkileri vardır. Bu durum literatür çalışmalarında ortaya konulmuştur. Son dönemde bu alanda gerçekleştirilen çalışmalarda geleneksel katı/sıvı ekstraksiyonuna alternatif olabilecek yeni yöntem araştırmaları yapılmaktadır. Bunun başlıca nedeni; ekstraksiyonda elde edilmesi hedeflenen bileşiklerin geleneksel katı/sıvı ekstraksiyon işlemlerindeki değişkenlerin başında gelen sıcaklığa karşı hassasiyetidir. Kayısı çekirdeği yağı da sıcaklığa karşı hassas bir üründür. Bu nedenle, son dönemde ısı olmayan (non-thermal) veya daha düşük ısı işlem parametrelerine sahip ekstraksiyon yöntemleri veya ön işlemler araştırılmaktadır. Doğal ve sentetik yöntemler ile üretilen birçok endüstriyel ürün ısıya karşı hassastır (Çalimli, 2007).

Kayısı çekirdeği yağının eldesinde kullandığımız ultrases ve mikrodalga destekli ekstraksiyon yöntemleri düşük sıcaklık ve kısa sürede ekstraksiyonun gerçekleştirilmesi bakımından soxhlet ekstraksiyonundan oldukça başarılı bulunmuştur. Kayısı çekirdeği yağlarının kaliteleri yapılan analizler sonucunda sırasıyla ultrases destekli ekstraksiyon en kaliteli olmak üzere, mikrodalga destekli ekstraksiyon ve Soxhlet ekstraksiyon yöntemiyle elde edilen yağlar olarak bulunmuştur.

Bulgularımız literatür ışığında tartışılmış ve verilerin genel olarak ilk kez elde edildiği görülmüştür. Hızlandırılmış raf ömrü analizi, toplam fenolik madde ve DPPH (serbest radikal süpürme) analizleri kayısı çekirdeği yağı için çok az sayıda literatürde bulunmaktadır; bu analizlerde literatüre katkıda bulunulmuştur. Farklı ekstraksiyon yöntemleri ilk kez bu çalışmada uygulanmıştır.

Yapılan literatür taraması sonucunda; çözen kullanılarak kayısı çekirdeğinden yağ eldesinde ultrases ve/veya mikrodalga destekli bir yöntem rastlanmamıştır. Bu tez çalışması literatüre bu bağlamda önemli katkılar sağlamaktadır. Ayrıca çekirdeklerden elde edilen yağ işlenir ve ileriki süreçte kozmetik, farmasötik ve gıda sanayiinde

endüstriyel olarak çeşitli ürünlere dönüştürülürse elde edilen yağ ham olarak değil; çeşitli ürünler olarak iç ve dış pazara sunulursa ülkemiz açısından ciddi ekonomik fayda sağlayacaktır. Çalışmanın gıda bilimi ve gıda endüstrisi, kozmetik, eczacılık vb. diğer alanlarda çalışanlara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Konunun ekonomik önemi de dikkate alınarak metodun geliştirilmesi ve endüstriyel ölçekte denemeler yapılması önerilmektedir.



KAYNAKLAR

Açkurt, F. 1998. Sağlıklı Beslenmede Kayısının Önemi Ve Yeni Kayısı Ürünleri. 1. Kayısı Şurası Sonuç Raporu, Malatya. 21-29.

Alan, Y., Atalan, E., Erbil, N., Zorver, F., Kıyıcak, G., Çiçek, A.İ. 2013. Malatya Kayısı (Prunus armeniaca L.) ve Kayısı Çekirdeklerinin Antimikrobiyal Aktivitesi. Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi, 4(2), 60-69.

Anonim, 2015. FAO statistical database, <http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture> (Erişim Tarihi: 12.04.2015)

AOCS, 1997a. AOCS (*Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society*). American Oil Chemists' Society, Champaign, 5th ed. Methods Ca 5a-40.

AOCS 1997b. AOCS (*Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society*). Fatty acid composition by gas chromatography, Method, Ce 1-62.

AOCS, 1999. AOCS (*Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society*). 5th ed. Method Cg 5-97.

AOCS, 2003. Peroxide Value, Acetic Acid- Chloroform Method, AOCS Official Method, Cd 8-53.

Asma, B.M. 2001. Kayısının Ekolojik Adaptasyonu. I. Kayısı Sempozyumu, 5 Nisan 2001. Malatya.

Codex Alimentarius, 2001. Codex Standard for Olive Oil, Virgin and Refined, and for Refined Olive-Pomace Oil. Codex Stan. 33-1981 (Rev. 1-1989).

Çalimli, A. 2007. Susam Yağının Süperkritik Akışkanlar ile Ekstraksiyonu ve Matematik Modelleme" Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi.

Davis, P.H. (ed.) 1974. Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol.4, Edinburgh Univ. Press.

Dorman, H. J. D., Peltoketo, A., Hiltunen, R. and Tikkanen, M. J. (2003), Characterization of the Antioxidant Properties of De-Odourised Aqueous Extracts from Selected Lamiaceae Herbs. Food Chemistry, 83, 255-262.

Durmaz, G. 2002. Kayısı Meyvesinin ve Kavrulmuş Kayısı Çekirdeğinin Antioksidan Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.

Femenia, A., Rossello, C., Mulet, A., Canellas, J. 1995. Chemical Composition of Bitter and Sweet Apricot Kernels. J. Agric. Food Chem. 43, 356-361.

Fenercioğlu, H., Akyıldız, A., Polat, S. 2014. Ulusal Kayısı Çalıştayı. 18-19 Kasım, Malatya. 57-58.

Gezer, İ., Pektekin, T., Aygül, H., Polat, İ. 2009. Malatya Kayısı Raporu, Bilgi Yolu Eğitim Kültür ve Sosyal Araştırmalar Merkezi Araştırma Raporları 1, Medipres Matbaacılık, Malatya.

Güner, M. 1998. Bazı Kayısı Çeşitlerinde Çekirdek Kırılma Karakteristiklerinin Belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 5, 95-103.

Kamel, B.S. Kakuda, Y. 1992. Characterization of the Seed Oil and Meal from Apricot, Cherry, Nectarine, Peach and Plum. JAOCS, Vol.69, No.5.

Kanitkar, A.V., Tech, B. 2007. Parameterization of Microwave Assisted Oil Extraction and Its Transesterification to Biodiesel. University Department of Chemical Technology, 8- 35.

Karabudak, E. 2001. Kayısı ve İnsan Sağlığı. Kayısı Sempozyumu, Malatya, 89-96.

Koçal, H. 2011. Kayısı Yetiştiriciliği. Meyvecilik Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, Yayın No: 7.

Nehir Demir, K. 2011. Kayısı Çekirdeği Yağının Ekstraksiyonunda Enzim Etkisi: Ekstraksiyon Koşullarının Optimizasyonu. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.

Özkal, S.G. 2004. Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Apricot Kernel Oil. Doktora Tezi. Ortadoğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği A.B.D.

Selvi, A. 2014. T.C. Gıda Tarım Hayvancılık Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü. Ulusal Kayısı Çalıştayı. Kasım 2014.

Sharma, A., Gupta, M.N. 2006. Ultrasonic Pre-Irradiation Effect Upon Aqueous Enzymatic Oil Extraction from Almond and Apricot Seeds. Ultrasonics Sonochemistry, 13, 529-534.

Singleton V.L., Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. Am J Enol Viticult 16, 144-158.

Şeran, E.B. 2011. Yağlı Tohumlara Uygulanan Ultrasonik Destekli Ön İşlem ile Soğuk Pres Yağlarında Verim ve Kalitenin Arttırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği A.B.D.

Şimşek, A., Aslantaş, R. 1999. Composition of Hazelnut and Role in Human Nutrition Gıda, 24 (3), 209 - 216.

Topçu, Y., Uzundumlu, A.S. 2010. Taze Kayısının Dünya ve Türkiye'deki Mevcut Durumu. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, 3(1), 43-53.

Turan, S., Topçu, A., Karabulut, İ., Vural, H., Hayaloğlu, A.A. 2007. Fatty Acid, Triacylglycerol, Phytosterol, and Tocopherol Variations in Kernel Oil of Malatya Apricots from Turkey. *J. Agric. Food Chem.* Vol. 55, No. 26.

Tunç, İ., Çalışkan, F., Özkan, G., Karacabey, E. 2014. Mikrodalga Destekli Soxhlet Cihazı ile Fındık Yağı Ekstraksiyonunun Yanıt Yüzey Yöntemi ile Optimizasyonu. *Akademik Gıda*, 12 (1), 20-28.

Ünal, M.R., 2010. Kayısı Araştırma Raporu. Fırat Kalkınma Ajansı, Malatya.

Yaman, K. 2012. Bitkisel Atıkların Değerlendirilmesi ve Ekonomik Önemi. *Kastamonu Üniv., Orman Fakültesi Dergisi*, 12 (2), 339-348.

Yılmaz, İ. 2010. Antioksidan İçeren Bazı Gıdalar ve Oksidatif Stres. *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 17 (2), 143-53.

Yoshida, H., Tatsumi, M., Kajimoto, G. 1992. Influence of Fatty Acids on the Tocopherol Stability in Vegetable Oils During Microwave Heating. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 69, 119-125.

Zhang, J., Gu, H.D., Zhang, L., Tian, Z.J., Zhang, Z.Q., Shi, X.C., Ma, W.H. 2011. Protective Effects of Apricot Kernel Oil on Myocardium Against Ischemia-Reperfusion Injury in Rats. *Food and Chemical Toxicology*, 49, 3136-3141.

6. EKLER

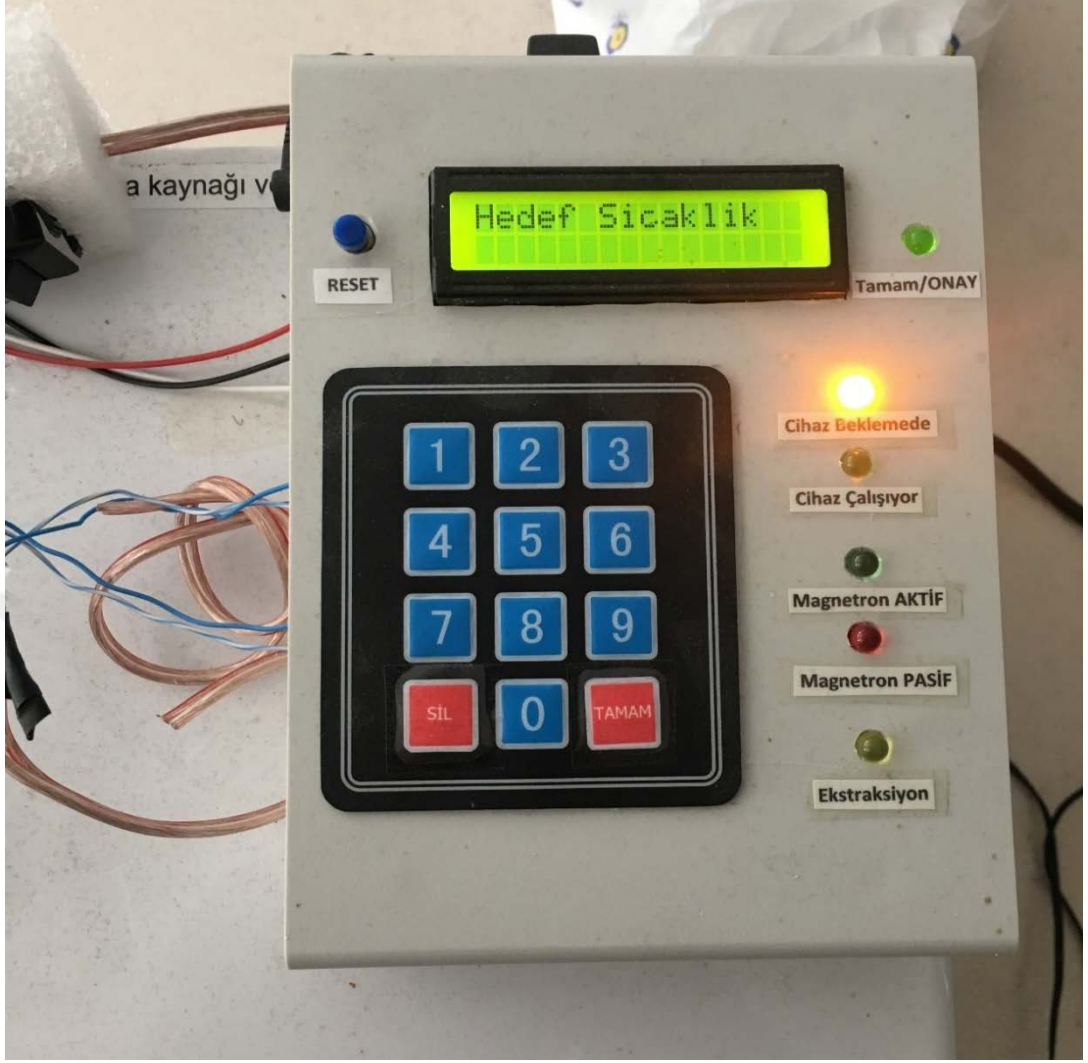
EK A. Fotoğraflar



Şekil A. 1 Çalışmada kullanılan kayısı çekirdek içlerinden bir görüntü.



Şekil A. 2. Mikrodalga ekstraksiyonun gerçekleştirildiği modifiye edilmiş fırın.



Şekil A.3. Mikrodalga fırına bağlanan hassas kontrol panosu.



Şekil A. 4. Çalışmada kullanılan Gaz Kromatografisi Cihazı.



Şekil A. 5. Çalışmada hızlandırılmış raf ömrü analizinde ve kurutmada kullanılan fırın.



Şekil A. 6. Ekstaksiyonda kullanılan kartuşlardan bir örnek.



Şekil A. 7. Ultrases ekstraksiyonun gerçekleştirildiği Ultrases cihazı ve ultrasonik prob.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Muhammed Mustafa ÖZÇELİK

Doğum Yeri ve Yılı : Van, 1993

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : ozcelik.m.mustafa@gmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Isparta Anadolu Lisesi, 2010

Lisans : Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği, 2014

Mesleki Deneyim

SDÜ Deneysel ve Gözlemsel Araştırma ve Uygulama Merkezi 2013-2014 (Staj)

Kurucum Gıda (Kalite Sorumlusu) 2015-Devam ediyor.

Yayımları

Özçelik, M.M. 2015. Bitkisel Kaynaklı Bazı Fonksiyonel Gıdalar. 2. Ulusal Botanik/ Bitki Bilimi Kongresi. 25-28 Ağustos. Ulusal Kongre- Sözlü Bildiri.

Özçelik, M.M. 2016. Bitkisel Kaynaklı Bazı Fonksiyonel Gıdalar. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 9 (1): 57-68, Ulusal Makale.

Özçelik, M.M., Küçüköner, E., Karacabey, E. 2016. Apricot Kernel Oil Extraction with Ultrasound and Microwave Assisted Extraction Methods and Investigation Some Parameters. 2nd International Turkic World Conference on Chemical Sciences and Technologies, Macedonia. –Uluslararası Kongre-Sözlü Bildiri.