

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

**ZEYTİNYAĞI ÜRETİMİNDE ULTRASES UYGULAMASI VE
YAPRAK İLAVESİNİN YAĞ VERİM VE KALİTESİ ÜZERİNE
ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

HAFİZE AYLAR SARI

DENİZLİ, EKİM-2017

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GIDA TEKNOLOJİSİ BİLİM DALI



ZEYTİNYAĞI ÜRETİMİNDE ULTRASES UYGULAMASI VE
YAPRAK İLAVESİNİN YAĞ VERİM VE KALİTESİ ÜZERİNE
ETKİSİ

DOKTORA TEZİ

HAFİZE AYLAR SARI

DENİZLİ, EKİM-2017

KABUL VE ONAY SAYFASI

HAFİZE AYL A SARI tarafından hazırlanan “ZEYTİNYAĞI ÜRETİMİNDE ULTRASES UYGULAMASI VE YAPRAK İLAVESİNİN YAĞ VERİM VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı **30.10.2017** tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI GIDA TEKNOLOJİSİ BİLİM DALI olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman

Prof. Dr. Raci EKİNCİ

Üye

Prof. Dr. Sebahattin NAS

Pamukkale Üniversitesi

Üye

Prof. Dr. Aytaç Saygın GÜMÜŞKESEN

Ege Üniversitesi

Üye

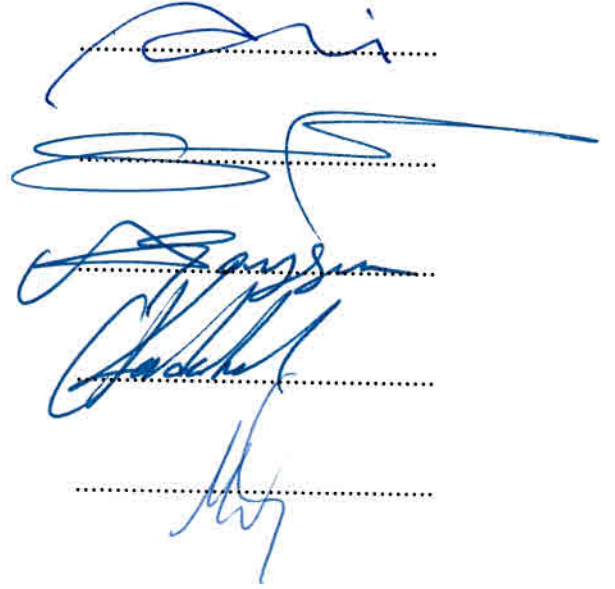
Doç. Dr. Çetin KADAKAL

Pamukkale Üniversitesi

Üye

Yrd. Doç. Dr. Mustafa Remzi OTAĞ

Giresun Üniversitesi



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 22/11/2017 tarih ve 46/7-9 sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tez çalışması Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Koordinasyon Birimi tarafından 2014FBE041nolu proje ile desteklenmiştir.**

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.



HAFİZE AYL A SARI

ÖZET

ZEYTİNYAĞI ÜRETİMİNDE ULTRASES UYGULAMASI VE YAPRAK İLAVESİNİN YAĞ VERİM VE KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

DOKTORA

HAFİZE AYLAR SARI

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. RACİ EKİNCİ)

DENİZLİ, EKİM-2017

Bu çalışmada zeytinyağı üretiminin malaksasyon aşamasında ultrases uygulaması ve malaksasyon işleminden önce yaprak ilavesinin zeytinyağı verimi ve kalitesine etkisi Ayvalık zeytin çeşidi üzerinde araştırılmıştır. Bu amaçla 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 dakikalık ultrases uygulama sürelerinde, % 2 ve % 5 Ayvalık zeytin çeşidine ait yaprak ilaveleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan hammaddenin olgunluk indeksi ve yağ verimi; hammaddeden elde edilen zeytinyağı örneklerinin duyusal analizi, serbest yağ asitliği, peroksit değeri, oksidatif stabilite ve UV ışığında özgül soğurma değeri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar zeytinyağlarında duyusal açıdan kusur algılanmadığını ve meyvemsilik şiddetinin 0'ın üzerinde olduğunu göstermiştir. Optimum koşulların 15 dakikalık sürede %2 yaprak ilavesiyle sağlandığı, bu koşullarda elde edilen zeytinyağlarının da “naturel sızma zeytinyağı” sınıfında yer aldığı belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Zeytinyağı, Zeytin Yaprak, Ultrases, Zeytinyağı Kalite, Duyusal Analiz.

ABSTRACT

THE EFFECT OF ULTRASOUND APPLICATION AND THE ADDITION OF LEAF ON THE YIELD AND QUALITY OF OLIVE OIL PRODUCTION

**DOCTOR OF PHILOSOPHY
HAFİZE AYL A SARI**

**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING
(SUPERVISOR: PROF. RACİ EKİNCİ)
DENİZLİ, OCT-2017**

In this study, the effect of olive leaf addition on the yield and quality of the olive oil extracted before the malaxation step and ultrasounds application during the olive oil malaxation process. The olive species of Ayvalık was used in the trials with leaf addition of 2% and 5% and ultrasounds application of 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 50 minutes. In the research, several values such as maturity index, oil yield, free acidity in the olive oil samples were obtained. In addition peroxide value, oxidative stability, specific ultraviolet absorption were analyzed and examined. We also carried out sensory analyses on the extracted olive oils. Results showed that, in terms of yield and quality, a time span of 15 minutes with olive leaf addition of 2% would provide optimum conditions in ultrasounds assisted olive oil extraction with olive leaf addition. The olive oils produced in this process, fall into the category of "extra virgin olive oil".

KEYWORDS: Olive Oil; Olive Leaves; Ultrasound; Olive Oil Quality; Sensory Analysis

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ	vii
SEMBOL LİSTESİ	ix
ÖNSÖZ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Zeytinin Yapısı	3
1.2 Zeytinin Bileşimi	4
1.3 Zeytinin İklim Koşulları	8
1.4 Zeytinin Olgunlaşma Düzeyi ve Hasatı.....	8
1.5 Zeytin Çeşitleri	9
1.6 Zeytinyağının Tanımı ve Sınıflandırılması	11
1.7 Zeytinyağının Bileşimi	11
1.8 Zeytinyağı Üretim Aşamaları	13
1.9 Zeytin Yaprığının Bileşimi	16
1.10 Ultrases	18
1.10.1 Ultrases Tanımı.....	18
1.10.2 Ultrases İşleminin Sınıflandırılması	19
1.10.2.1 Düşük Güçlü Yüksek Frekanslı	19
1.10.2.2 Yüksek Güçlü Düşük Frekanslı	19
1.10.3 Ultrases İşleminin Etki Mekanizması	20
1.10.4 Ultrases Sistem Bileşenleri ve Cihaz Çeşitleri	21
1.10.5 Ultrases Uygulama Alanları.....	25
1.10.6 Ultrases Destekli Ekstraksiyon Uygulamaları	27
2. YÖNTEM	31
2.1 Materyal.....	31
2.1.1 Zeytin.....	30
2.1.2 Zeytin Yaprığı.....	33

2.2	Yöntem	35
2.2.1	Fiziksel Analizler	35
2.2.1.1	Olgunluk İndeksi	35
2.2.1.2	Zeytinyağlarının Eldesi	36
2.2.1.3	Yağ Tayini	37
2.2.2	Kimyasal Analizler	37
2.2.2.1	Serbest Yağ Asitleri Tayini	37
2.2.2.2	Peroksit Tayini	38
2.2.2.3	UV Işığında Özgül Soğurma	39
2.2.2.4	Toplam Klorofil Miktarı	39
2.2.2.5	Oksidatif Stabilitate Testi	39
2.2.2.6	Toplam Fenolik Madde Tayini	40
2.2.3	Duyusal Analizler	41
2.2.3.1	Olumlu Olarak Nitelendirilen Özellikler	42
2.2.3.2	Olumsuz Olarak Nitelendirilen Özellikler	43
2.2.4	İstatistiksel Analizler	47
3.	BULGULAR	48
3.1	Malaksasyon Aşamasında Meydana Gelen Sıcaklık Değişimleri	48
3.2	Ekstraksiyon Verimi	49
3.3	Serbest Asitlik Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler	51
3.4	Peroksit Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler	53
3.5	K ₂₃₂ Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler	55
3.6	K ₂₇₀ Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler	56
3.7	Klorofil Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler	58
3.8	Oksidatif Stabilitate Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler	60
3.9	Toplam Fenolik Madde Miktarında Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler	62
3.10	Duyusal Özelliklerde Meydana Gelen Değişimler	64
4.	SONUÇ ve ÖNERİLER	66
5.	KAYNAKLAR	71
6.	EKLER	80
7.	ÖZGEÇMİŞ	84

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1: Zeytin bitkisinin dünya üzerinde yayılım coğrafyası.....	1
Şekil 1.2: Dünya sofralık zeytin ihracatında ülkelerin payı.....	2
Şekil 1.3: Türkiye’de zeytin üretimi yapılan önemli şehirler.....	3
Şekil 1.4: Zeytin meyvesinin yapısı.....	4
Şekil 1.5: Zeytinde bulunan başlıca fenolik bileşiklerin kimyasal yapıları...	6
Şekil 1.6: Ayvalık cinsi zeytinin olgunlaşma periyodu.....	10
Şekil 1.7: Zeytinyağı üretim aşamaları.....	13
Şekil 1.8: Ultrasesin gıdalarda uygulandığı frekans aralığı.....	20
Şekil 1.9: Kavitasyon oluşumu.....	21
Şekil 1.10: Şematize edilmiş ultrases cihazı.....	22
Şekil 1.11: Piezoelektrik etki.....	23
Şekil 1.12: Ultrasonik banyo şematik çizim.....	24
Şekil 1.13: Problu ultrasonik cihaz ve ses kabini.....	25
Şekil 2.1: Aydın ili, Çine ilçesindeki koleksiyon bahçesine ait Ayvalık zeytin ağaçları.....	31
Şekil 2.2: Ayvalık zeytini	32
Şekil 2.3: Zeytinlerin alındığı bahçenin coğrafi konumu.....	32
Şekil 2.4: Kurutma kabininin genel görünümü.....	33
Şekil 2.5: Ayvalık zeytini yaprak örnekleri.....	35
Şekil 2.6: Abencor sistemi.....	36
Şekil 2.7: Zeytinyağının filtrasyonu ve ambalajlanması.....	37
Şekil 2.8: Tadım basamakları.....	41
Şekil 2.9: Tadım bardağı.....	42
Şekil 2.10: Zeytinyağı tadım profil kağıdı.....	46
Şekil 3.1: Ultrases süresine bağlı sıcaklık değişimi.....	49
Şekil 3.2: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının serbest asitlik değerlerinde meydana getirdiği değişimler.....	51
Şekil 3.3: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının serbest asitlik değerlerinde meydana getirdiği değişimler	52
Şekil 3.4: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının peroksit değerlerinde meydana getirdiği değişimler	53
Şekil 3.5: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının peroksit değerlerinde meydana getirdiği değişimler	54
Şekil 3.6: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının K ₂₃₂ değerlerinde meydana getirdiği	

	değişimler.....	55
Şekil 3.7:	2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının K_{232} değerlerinde meydana getirdiği değişimler	56
Şekil 3.8:	2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının K_{270} değerlerinde meydana getirdiği değişimler.....	57
Şekil 3.9:	2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının K_{270} değerlerinde meydana getirdiği değişimler.....	58
Şekil 3.10:	2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının klorofil değerlerinde meydana getirdiği değişimler	59
Şekil 3.11:	2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının klorofil değerlerinde meydana getirdiği değişimler.....	60
Şekil 3.12:	2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının oksidatif stabilite değerlerinde meydana getirdiği değişimler	61
Şekil 3.13:	2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının oksidatif stabilite değerlerinde meydana getirdiği değişimler	62
Şekil 3.14:	2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının toplam fenolik madde miktarında meydana getirdiği değişimler	63
Şekil 3.15:	2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının toplam fenolik madde miktarında meydana getirdiği değişimler	64
Şekil 3.16:	2014-2015 yılı zeytinyağı örneklerinin duyu analizi sonuçları	64
Şekil 3.17:	2015-2016 yılı zeytinyağı örneklerinin duyu analizi sonuçları	65

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1.1: Türkiye’de zeytin alanı, ağaç varlığı ve üretimi.....	2
Tablo 1.2: Zeytin meyvesinin bileşimi.....	4
Tablo 1.3: Zeytin fenolikleri.....	6
Tablo 1.4: Zeytinyağının bileşimi.....	12
Tablo 1.5: Zeytinyağı fenolikleri.....	12
Tablo 1.6: Zeytin yaprağı kritik besin maddeleri seviyeleri.....	16
Tablo1.7: Zeytin yapraklarından elde edilen fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteleri.....	17
Tablo 1.8: Ultrases uygulamaları.....	26
Tablo 2.1: Zeytin örneklerinin hasat tarihleri.....	31
Tablo 2.2: Aydın ilinin aylara göre ortalama sıcaklıkları.....	33
Tablo 2.3: Aydın ilinin aylara göre ortalama yağış miktarları.....	33
Tablo 2.4: Tepsili kurutma kabininin teknik özellikleri.....	34
Tablo 2.5: Naturel zeytinyağı örneklerinin derecelendirilmesi.....	47
Tablo 3.1: Farklı Hasat yıllarında farklı sürelerde uygulanan ultrases işleminde sürelerin ve yaprak ekleme miktarlarının sıcaklığa etkisi.....	48
Tablo 3.2: Farklı Hasat yıllarında farklı sürelerde uygulanan ultrases işleminde sürelerin ve yaprak ekleme miktarlarının ekstraksiyon verimlerine etkileri.....	50
Tablo 3.3: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases işleminde sürelerin ve yaprak ekleme miktarlarının serbest asitlik değerinde meydana getirdiği değişimler.....	51
Tablo 3.4: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases işleminde sürelerin ve yaprak ekleme miktarlarının serbest asitlik değerinde meydana gelen değişimler.....	52
Tablo 3.5: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases işleminde sürelerin ve yaprak ekleme miktarlarının peroksit değerine etkisi.....	53
Tablo 3.6: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases işleminde sürelerin ve yaprak ekleme miktarlarının peroksit değerine etkisi.....	54
Tablo 3.7: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases işleminde sürelerin ve yaprak ekleme miktarlarının K ₂₃₂ değerine etkisi.....	55

Tablo 3.8: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases işleminde sürelerin ve yaprak ekleme miktarlarının K_{232} değerine etkisi.....	56
Tablo 3.9: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases uygulama sürelerinin ve yaprak ekleme miktarlarının K_{270} değerine etkisi.....	57
Tablo 3.10: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases uygulama sürelerinin ve yaprak ekleme miktarlarının K_{270} değerine etkisi.....	57
Tablo 3.11: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases uygulama sürelerinin ve yaprak ekleme miktarlarının klorofil değerine etkisi.....	59
Tablo 3.12: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases uygulama sürelerinin ve yaprak ekleme miktarlarının klorofil değerine etkisi.....	59
Tablo 3.13: Farklı ultrasesuygulama sürelerinin ve yaprak ekleme miktarlarının 7. Gün sonrası ölçülen peroksit değerleri.....	60
Tablo 3.14: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases uygulama sürelerinin ve yaprak ekleme miktarlarının oksidatif stabilite değerine etkisi.....	61
Tablo 3.15: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases uygulama sürelerinin ve yaprak ekleme miktarlarının oksidatif stabilite değerine etkisi.....	61
Tablo 3.16: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases uygulama sürelerinin ve yaprak ekleme miktarlarının toplam fenolik madde miktarına etkisi.....	63
Tablo 3.17: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases uygulama sürelerinin ve yaprak ekleme miktarlarının toplam fenolik madde miktarına etkisi.....	63

SEMBOL LİSTESİ

°C	:	Celcius Derecesi
μ	:	Mikro
atm	:	Atmosfer
AOCS	:	The American Oil Chemists' Society
B	:	Bor
cm	:	Santimetre
Ca	:	Kalsiyum
Cl	:	Klor
Cu	:	Bakır
g	:	Gram
GAE	:	Gallik asit eşdeğeri
Ha	:	Hektar
IOC	:	International Olive Oil Council
kHz	:	Kilohertz
km ²	:	Kilometrekare
K	:	Kelvin
K	:	Potasyum
KI	:	Potasyum İyodür
K ₂₃₂	:	232 nm'de Ultraviyole Işıktaki Özgöl Soğurma Sabiti
K ₂₇₀	:	270 nm'de Ultraviyole Işıktaki Özgöl Soğurma Sabiti
kg	:	Kilogram
L	:	Litre
Mg	:	Magnezyum
Mn	:	Mangan
M.Ö.	:	Milattan Önce
mg	:	Miligram
ml	:	Mililitre
N	:	Azot
Na	:	Sodyum
nm	:	Nanometre
OH	:	Hidroksil
pH	:	Hidrojen İyonu Konsantrasyonu
ppm	:	Milyonda Bir Kısım
P	:	Fosfor
RH	:	Bağıl Nem
TGK	:	Türk Gıda Kodeksi
TÜİK	:	Türkiye İstatistik Kurumu
UV	:	Ultraviyole
Zn	:	Çinko
W	:	Watt

ÖNSÖZ

Bu çalışmada, zeytinyağı üretimi aşamasında yaprak ilavesi yapıldıktan sonra malaksasyon boyunca farklı sürelerde uygulanan ultrases işleminin zeytinyağının verimi ve kalitesine etkisi araştırılmıştır. Denemelerde 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 dakikalık ultrases ve % 2 ile % 5 yaprak ilave uygulaması yapılmıştır. Materyal olarak Aydın ili Çine ilçesinden hasatı yapılan Ayvalık zeytin çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada zeytinlerin olgunluk indeksi, yağ verimi ve zeytinyağı örneklerinin duyusal analizleri yapılarak serbest yağ asitliği, peroksit değeri, oksidatifstabilite, UV ışığında özgül soğurma değerleri incelenmiştir.

Araştırmanın gerçekleşmesinde beni aydınlatarak desteğini hiç esirgemeyen, danışman hocam Sayın Prof. Dr. Raci EKİNCİ'ye, ilminden faydalandığım Sayın Prof. Dr. Sebahattin NAS'a, akademik kimliğiyle her zaman örnek aldığım Sayın Prof. Dr. Aytaç Saygın GÜMÜŞKESEN'ne, maddi desteklerinden dolayı PAÜ Bilimsel Araştırmalar Birimine, manevi desteklerini esirgemeyen Coşkuner ve Sarı ailelerinin tüm bireylerine ve en önemlisi bana hep güvenen, her düşüşümde beni ayağa kaldırarak beni cesaretlendiren, sabır gösteren ve destekleyen eşim Özgür SARI'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

Bütün kutsal kitaplarda adı geçen ve uygarlığının simgesi haline gelmiş olan zeytin, Oleaceae familyası içerisinde, *Olea europea L.* türüne aittir (Cronquist 1981).

Bir kültür bitkisi olan sativa'nın, yabani zeytin oleaster'e aşılama işlemi ilk olarak M.Ö. 4000'lerde Sami'ler tarafından yapıldığı düşünülmektedir (Göktaş 1966). Anavatanı Suriye, Güneydoğu Anadolu ve Hatay bölgesi iken, Fenikeliler ve yine Samiler tarafından deniz ticaretinin de etkisiyle Ege Adaları, Yunanistan, İtalya, Gal eyaletleri ve İspanya'ya kadar olan yayılımı, ilk önce zeytinyağı daha sonraları zeytin ağacı şeklinde gelişim göstermiştir (Başoğlu 2009).

M.Ö. 2600-1600 arasında önce güneyde Mısır'a batıda Kıbrıs, Girit ve M.Ö. 1200'lerde Kuzey Afrika'da Libya ve Tunus'a Akdeniz'in iki tarafında birden yetiştirilme alanı bulmuştur. Tunç çağlarına ait olduğu bilinen, yapılan kazı çalışmalarında ortaya çıkan zeytin çekirdekleri, presler ve yağ saklama kapları, o dönemde zeytinin sıkılarak zeytinyağı elde edildiğinin ve yaygın olarak kullanıldığının bir göstergesidir (Ünsal ve diğ. 2001).



Şekil 1.1: Zeytin bitkisinin dünya üzerinde yayılım coğrafyası (Başoğlu 2009).

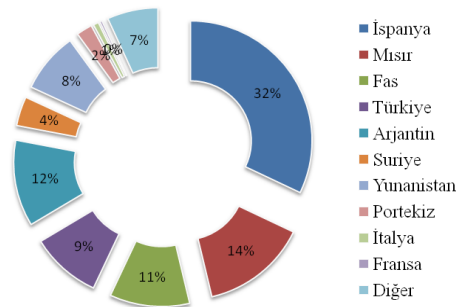
Zeytin meyvesi, genel olarak % 30-35'i sofralık ve % 65-70 oranında zeytinyağına dönüştürülerek tüketilirken, 2015 yılı üretim miktarlarına bakıldığında % 23,5'inin sofralık, % 76,5'inin ise yağlık olarak değerlendirildiği tespit edilmiştir (Tunalıoğlu ve Armağan 2008; Anonim 2016).

2004-2016 yılları arasında Türkiye'de mevcut zeytinliklerin alanı, ağaç sayısı, sofralık ve yağlık zeytin ve zeytinyağı üretim miktarları Tablo 1.1'de verilmiştir (Anonim 2016; IOC, 2016).

Tablo 1.1: Türkiye'de zeytin alanı, ağaç varlığı ve üretim (Anonim 2016; IOC, 2016).

Yıllar	Alan (Ha)	Ağaç Sayısı (Bin adet)	Sofralık Zeytin Üretimi (Ton)	Yağlık Zeytin Üretimi (Ton)	Toplam Zeytin Üretimi (Ton)	Zeytinyağı Üretimi (Ton)
2004-2005	644.000	107.100	400.000	1.200.000	1.600.000	145.000
2005-2006	662.000	113.180	400.000	800.000	1.200.000	115.000
2006-2007	711.842	129.265	556.000	1.211.000	1.767.000	165.000
2007-2008	753.000	139.594	455.385	620.469	1.075.854	72.000
2008-2009	774.370	151.630	512.103	952.145	1.464.248	130.000
2009-2010	778.413	153.723	460.013	830.641	1.290.654	147.000
2010-2011	826.199	157.156	375.000	1.040.000	1.415.000	160.000
2011-2012	798.493	155.427	550.000	1.200.000	1.750.000	191.106
2012-2013	813.765	157.904	480.000	1.340.000	1.820.000	195.000
2013-2014	813.765	167.030	390.000	1.286.000	1.676.000	160.000
2014-2015	826.091	168.997	438.000	1.330.000	1.768.000	190.000
2015-2016	836.934	171.991	400.000	1.300.000	1.700.000	175.000

Dünya sofralık zeytin ihracatındaki ülkelerin payları Şekil 1.2'de gösterildiği gibidir. Bu verilere göre Türkiye 4. sırada yer almaktadır (Anonim 2016).



Şekil 1.2: Dünya sofralık zeytin ihracatında ülkelerin payı (%) (Anonim 2016).

Türkiye'nin 81 ilinin 41'inde, 919 ilçenin 270'inde yapılan zeytin üretimi % 53'ü Ege Bölgesi, % 18'i Marmara Bölgesi, % 23'ü Akdeniz Bölgesi, % 6'sı Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve % 0,2'si de Karadeniz Bölgesi şeklinde dağılım göstermiştir (Anonim 2015). Aydın, İzmir, Muğla, Balıkesir, Manisa ve Çanakkale en çok dane zeytin üretimi yapan illerdir (Gümüşkesen ve Yemişcioğlu 2007). Ayvalık ve Memecik zeytini yağlık olarak değerlendirilen Ege Bölgesi'nin önemli zeytin çeşitlerindendir. Salamuralık zeytin üretiminde payı olan Gemlik zeytini de daha çok Marmara Bölgesinde yetiştirilmektedir (Nas ve diğ. 1992). Türkiye'de zeytin üretimi yapılan önemli şehirler Şekil 1.3' de gösterilmiştir.



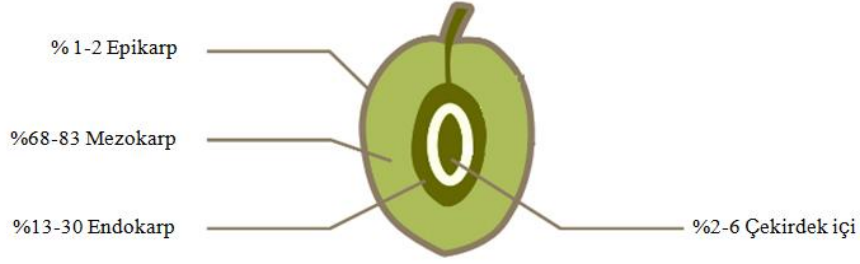
Şekil 1.3: Türkiye'de zeytin üretimi yapılan önemli şehirler (Anonim 2015).

1.1 Zeytinin Yapısı

Zeytin genel olarak dört kısımdan oluşur:

- 1) Kabuk (Epikarp)
- 2) Meyve eti (Mezokarp)
- 3) Çekirdek (Endokarp)
- 4) Çekirdek içi

Büyük bir çoğunluğunu mezokarp tabakasının oluşturduğu zeytin meyvesinin yapısı Şekil 1.4’ de gösterilmiştir.



Şekil 1.4: Zeytin meyvesinin yapısı (WEB_1 2017).

1.2 Zeytinin Bileşimi

Zeytin besin içeriği bakımından oldukça değerli bir üründür. Şekli ve rengi çeşide göre değişmektedir ve kimyasal içeriğinin büyük bir kısmı su ve yağ oluşmaktadır. Protein, selüloz, şeker, mineral maddeler, hidrokarbonlar, fenolik bileşikler ve tokoferoller de diğer bileşenleri arasındadır (Vinha ve diğ. 2005).

Zeytin danesinin bileşimini ve oranlarını olgunluk derecesi, yetiştirildiği bölge, şekil, renk ve çeşit etkilemektedir (Vinha ve diğ. 2005). Zeytin meyvesi % 50-60 oranında su ve % 18-25 oranında yağ içermektedir (Başoğlu 2006). Zeytin meyvesinin ortalama kimyasal bileşimi Tablo 1.2’ de verilmiştir.

Tablo 1.2: Zeytin meyvesinin bileşimi (Kritsakis 1998).

Bileşim	Miktar (%)
Su	50-60
Yağ	18-25
Protein	1,5-2
Şeker	18
Selüloz	5
Mineral madde	1,5
Hidrokarbonlar	0,8-1
Polifenoller	0,5-0,8
Tokoferoller	0,3-0,8

Fenolik Bileşikler

Bitkilerin yapısında ikincil metabolizma ürünleri olarak bulunan fenolik bileşiklerin bazı zararlılara karşı kendilerini korumalarında rol oynamaktadır. Bununla birlikte çok sayıda fenolik bileşiğin yapısı belirlenmiştir (Rodriguez-Delgado 2001; Coşkun 2006).

Bitkilerin tohum, çiçek, yaprak, dal, gövdelerinde bulunan fenolik bileşikler, fenolik asitler ve flavonoidler olmak üzere iki gruba ayrılırlar (Nizamlıoğlu ve Nas 2010).

Zeytin yaprağında bulunan fenolik bileşenlerin pek çoğu, antioksidan, antifungal, antibakteriyel özellikler gibi etkileri bulunmaktadır (Ferreira ve diğ. 2007). Zeytin yapraklarının sağlıklı, güvenli, ucuz, etkili ve alternatif bir antioksidan kaynağı olmasının yanısıra gıda ürünlerinin duyu ve besinsel özelliklerindeki kayıpları önleyerek raf ömrünü uzatma özelliğine sahip olduğu bildirilmiştir (Boudhrioua ve diğ. 2009; Jemai ve diğ. 2009).

Meyve ve sebzelerde bulunan fenolik bileşikler tat, aroma ve renk oluşumundan sorumludur. Fenolik maddeler, aromatik halkasında bir veya daha fazla hidroksil (-OH) grubu içerir. En basit fenolik maddenin ise bir tane hidroksil grubu içeren fenol (C_6H_5OH) olduğu ortaya konulmuştur (Balasundram ve diğ. 2006).

Zeytinde bulunan fenolik maddelerin başlıcaları oleuropein, verbaskosit, ligrosit gibi fenolik glikozitler ile flavonoidler, flavonol glikozitleri, antosiyaninler ve glikozitleri, fenolik asitler ve diğer bileşenlerdir (Keçeli ve Gordon, 2002).

Fenolik maddelerce oldukça zengin olan zeytin ağacının en önemli bileşeni oleuropeindir (Malik ve Bradford 2006; Japon-Lujan ve diğ. 2006; Bouaziz ve diğ. 2008). İlk kez 1908 yılında Bourquelot ve Vintilesco tarafından keşfedilen bu bileşiğin yapısı ancak 1960 yılında tanımlanabilmiştir (Panizzi ve diğ. 1960).

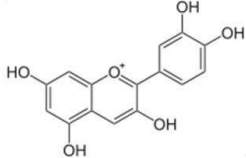
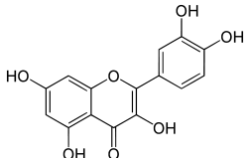
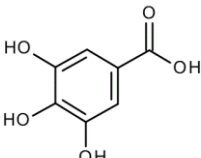
Zeytinin yapısında bulunan fenolikleri Tablo 1.3' de verilmiştir.

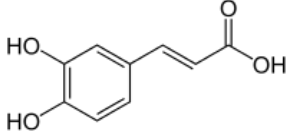
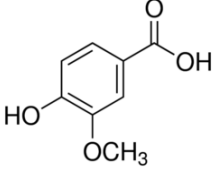
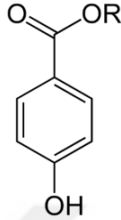
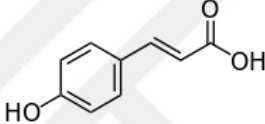
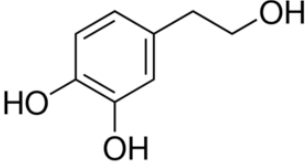
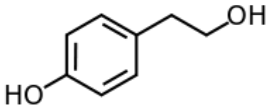
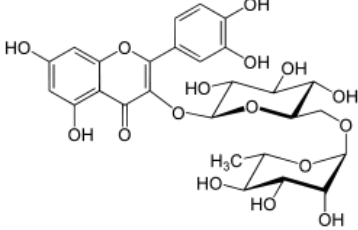
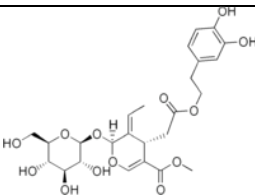
Tablo 1.3: Zeytin fenolikleri (Servili ve Montedoro 2002).

Antosiyaninler	Siyanidin-3-glikozit, Siyanidin-3-rutinosit, Siyanidin-3-kaffeglikozit Siyanidin-3-kafferutinosit, Delfinidin-3-ramnoglikozit-7-ksilosit
Flavonoller	Kuersetin-3-rutinosit
Flavonlar	Luteolin-7-glikozit, Luteolin-5-glikozit, Apigenin-7-glikozit
Fenolik alkoller	(3,4-dihidroksifenil) etanol (3,4-DHPEA), (p-hidroksifenil) etanol (p-HPEA)
Hidroksisinnamik asit türevleri	Verbaskosit
Sekoiridoitler	Oleuropein, Demetiloleuropein, Ligstrosit, Nüzhenit
Fenolik asitler	Klorojenik asit, Kaffeik asit, p-hidroksibenzoik asit, Prokateşik asit, Vanilik asit, Syringic asit, p-kumarik asit, o-kumarik asit, Ferulik asit, Sinapik asit, Benzoik asit, Sınnamik asit, Gallik asit

Zeytinde bulunan başlıca fenolik bileşiklerin kimyasal yapıları Şekil 1.5’ de gösterilmiştir.

Şekil 1.5: Zeytinde bulunan başlıca fenolik bileşiklerin kimyasal yapıları (Servili ve Montedoro 2002).

Siyanidin	
Kuersetin	
Gallik Asit	

Kafeik asit	
Vanilik Asit	
<i>p</i> -hidroksibenzoik asit	
Kumarik asit	
Hidroksitirozol	
Trizol	
Rutin	
Oleuropein	

Şekil 1.5: Zeytinde bulunan başlıca fenolik bileşiklerin kimyasal yapıları (devamı)

Zeytinde bulunan fenolik bileşiklerin; bitkinin özellikleri, zeytin meyvesinin rengi, besinsel değerleri, zeytinden elde edilen zeytinyağının stabilitesi ile mikroorganizmalara karşı dayanıklılığı üzerinde etkileri bulunmaktadır (Keçeli ve Gordon, 2002).

1.3 Zeytinin İklim Koşulları

Zeytin, genel olarak -7 °C ile 40 °C arasındaki sıcaklıklarla yetişmektedir. En uygun yetiştirilme sıcaklığı 15-25 °C'dir. Zeytinin yıllık yağış isteği 650-800 mm, soğuklama ihtiyacı 600 ile 1000 saat arasındadır. Yaz aylarından, mevsim yağışlarına kadar yapılan sulamalar zeytin irileşmesini ve yağ oluşumunun artmasını sağlamakla, ertesi yıl meyve verecek sürgünlerin gelişimini ve meyve gözlerinin oluşumunu hızlandırmaktadır. Nemli havalarda, ağaç yapraklarından gerçekleşen terleme azalır. Bu sayede sıcaklığın, bitkiye etkisi azalmış olur. Ancak aşırı nem bazı hastalıklara uygun ortamı hazırlamaktadır. Çiçek zamanı yüksek nem ise döllenmeyi kısıtlamaktadır. Mayıs ayı ve Haziran başında esen rüzgarlar döllenmeye yardımcı olurken, kış sonlarında esen rüzgarlar toprak neminin azalmasına yol açar. Zeytin ağacı ışığı çok sevdiğinden özellikle geçit bölgelerde güney yönleri tercih edilmelidir. Sisli dağ etekleri ve vadiler zeytin için uygun değildir. 800 m' den yüksek yerlerde zeytin yetiştirilmemektedir (Anonim 2015).

1.4 Zeytinin Olgunlaşma Düzeyi ve Hasatı

Zeytinden elde edilecek yağın % 95-98'i mezokarp kısmında bulunduğu için olgunlaşma; miktar ve kalite açısından oldukça etkilidir (Gümüşkesen ve Yemişçioğlu 2010).

Zeytin danesinin olgunlaşması uzun zaman alır. Meyvenin Haziran başından Eylül sonuna kadar geçirdiği evre yeşil olum safhası, Kasım-Ocak arasındaki devre ise siyah olum safhası olarak adlandırılır. Çekirdeğin sertleştiği, meyvede yağ miktarının artmaya başladığı Temmuz ayı sonları ile Ağustos ayı başlarıdır. Ekim ayından Kasım ayına kadar yağ miktarında görülen artış, sonbahar ve kış aylarında meyve renginin siyaha dönmesiyle en yüksek miktara ulaşmış olur. Olgunlaşma süresince indirgen şeker içeriği, kısa süreli bir artış, olgunlaşmayla birlikte ise düşüş

gösterir, ham lif içeriği başlangıçta hızlı olarak azalırken sonradan dereceli olarak azalma gösterir, protein içeriği ve kül içeriği meyvenin gelişimi süresince düşük seviyelerde seyrederek (Boskou 2006; Tokuşoğlu, 2010). Bu sürecin başlangıcında zeytin meyvesinde klorofil ve karotenoid miktarları fazla iken zamanla azalma gösterir, antosiyanin miktarlarında ise artış olmaktadır (Dag ve diğ. 2011; Salvador ve diğ. 2001).

Zeytin hasatı kendiliğinden dökülmenin yoğun olduğu dönemden önce tamamlanmalıdır. Meyvenin duyuşsal özellikleri hasat dönemi geciktirildikçe bozulmakta ve bu zeytinlerden keskin kokulu yağlar elde edilmektedir (Nas ve diğ. 1992).

Zeytinin hasat edildikten sonra en kısa zamanda yağının çıkarılması gerekmektedir. Sırıkla vurularak, silkenerek hasatı yapılan zeytin danelerinden elde edilen zeytinyağı kalitesi istenilen düzeyde olmaz (Efe ve diğ. 2011).

1.5 Zeytin Çeşitleri

Gemlik: Marmara Bölgesi'ndeki ağaç varlığının % 80'ini, Türkiye'deki toplam ağaç sayısının % 11'ini oluşturan Gemlik zeytini, üretim miktarında Memecik ve Ayvalık çeşitlerinden sonra 3. sırayı almaktadır (Kayahan ve Tekin, 2009; Özkaya ve diğ. 2009). Meyvesi erken olgunlaşan, eti çekirdekten kolay ayrılan özelliğe sahiptir ve yüksek yağ oranı sebebiyle sofralığa uygun olmayan daneler yağa işlenmektedir. Soğuğa kısmen dayanıklı ve ülkesel açıdan çok hızlı yayılan zeytin çeşidi olma özelliğine sahip bir çeşittir (Dıraman 2007; Mete ve Çetin 2006).

Domat: Çekirdekleri orta büyüklükte ve etten kolayca ayrılabilen daneler, iri ve silindirik yapıda olup soğuğa karşı duyarlıdır. Genellikle yeşil dolgulu sofralık zeytin şeklinde işlenen domat zeytininin yağ oranı ortalama % 22'dir (Efe ve diğ. 2011).

Memecik: Memecik zeytini Taş arası, Aşiyeli, Tekir, Gülümbe, Şehir ve Milas Yağlık olarak da adlandırılır (Aşık ve Özkan, 2011; Dıraman, 2007). % 24 yağ oranı ile genel olarak yağlık olarak değerlendirilmektedir. Ege Bölgesi'nin en yaygın

zeytin çeşidi olup meyvesi orta büyüklükte, yuvarlağa yakın ve uç kısmında ufak bir çıkıntısı bulunmaktadır. Etten kolay ayrılan çekirdekleri ovaldir. Memecik zeytin çeşidi toplam meyve bahçelerinin Ege Bölgesi'nde 50'sinden fazlasını, Türkiye'nin ise % 45,5'lik bölümünü oluşturur (Aşık ve Özkan, 2011; Nergiz ve Engez, 2000). Bu zeytin çeşidinden elde edilen yağlar, koyu, yeşil-sarı renkli ve duysal olarak değerlendirildiğinde yakıcı-meyvemsi tattadır (Aşık ve Özkan, 2011; Ergönül ve Nergiz, 2008).

Ayvalık: Türkiye'de yetiştirilen en yaygın yağlık çeşit olan Ayvalık zeytini, toplam ağaç sayısının % 19'unu, Ege Bölgesi'ndeki zeytin ağaçlarının ise % 25'ini oluşturmaktadır (Kayahan ve Tekin 2009; Efe ve diğ. 2011; Özkaya ve diğ. 2009). Meyvesi erken olgunlaşır ve soğuğa karşı kısmen dayanıklıdır. Taneler yuvarlakça olup orta kısımda şişkin bir sırt bulunmaktadır. Ayvalık zeytin çeşidinin et-çekirdek oranı 4-5/1 arasında olup; yağ oranı % 24-26 arasındadır. Bir kilogramdaki tane sayısı 260-300 adettir (Türkiye 1. Zeytinyağı ve Sofralık Zeytin Sempozyumu, 2003). Yapraklarının boyu 62-63 mm kadardır. Zeytin ağacında döllemesini tamamlayan çiçeklerde Haziran ayı başında meyve oluşumu başlar. Meyveler normal boyutlarına Ağustos ayı sonunda ulaşır. Eylül ayından itibaren meyvelerde yağ toplanmaya başlar. Meyve rengi Ekim ayı içinde önce yeşilden sarıya, daha sonra da mor renge dönüşür. Kasım ayında yağ birikimi maksimuma ulaşır ve Aralık ayında meyveler siyah renge dönüşür (Mete ve Çetin 2006). Ayvalık cinsi zeytinin olgunlaşma periyodu Şekil 1.6'da gösterilmiştir.



Şekil 1.6: Ayvalık cinsi zeytinin olgunlaşma periyodu (Mete ve Çetin 2006).

1.6 Zeytinyağı Tanımı ve Sınıflandırılması

Fiziksel yöntemler kullanılarak elde edilen zeytinyağının, kendine özgü aroma ve lezzete sahip olması ve rafinasyon işlemine de uğramadan doğal haliyle tüketilebilmesi zeytinyağını diğer yağlardan ayıran en önemli özelliğidir (Bayrak ve Kırılan 2008).

1) Natürel zeytinyağları;

aa) Natürel sızma zeytinyağı: Doğrudan tüketime uygun, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 0,8 gramdan fazla olmayan yağlar,

bb) Natürel birinci zeytinyağı: Doğrudan tüketime uygun, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 2,0 gramdan fazla olmayan yağlar,

cc) Ham zeytinyağı/Rafinajlık: Serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 2,0 gramdan fazla olan veya duysal ve karakteristik özellikleri bakımından doğrudan tüketime uygun olmayan, rafinasyon veya teknik amaçlı kullanıma uygun yağlar olarak sınıflandırılır.

2) Rafine zeytinyağı: Ham zeytinyağının doğal trigliserid yapısında değişikliğe yol açmayan metotlarla rafine edilmeleri sonucu elde edilen ve serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 0,3 gramdan fazla olmayan yağdır.

3) Riviera zeytinyağı: Rafine zeytinyağı ile doğrudan tüketime uygun natürel zeytinyağları karışımından oluşan ve serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 1,0 gramdan fazla olmayan yağdır.

4) Çeşnili zeytinyağı: Zeytinyağlarına değişik baharat, bitki, meyve ve sebzelerin ilave edilmesi ile elde edilen ve diğer özellikleri açısından bu tebliğ kapsamında kendi kategorisindeki ürünlerin özelliklerini taşıyan yağdır.

1.7 Zeytinyağının Bileşimi

Zeytinyağının kimyasal bileşimi diğer yağlar gibi sabunlaşan (trigliseritler) (% 99) ve sabunlaşmayan maddeler (% 1) olmak üzere iki ana yapıdan oluşmaktadır. Tablo 1.4’de zeytinyağının bileşimi gösterilmiştir.

Tablo 1.4: Zeytinyağının bileşimi (Kiritsakis ve Min1989).

Majör Bileşenler (%99)	Yağ Asitleri Oleik asit Linoleik asit Palmitik asit Stearik asit Linolenik asit	%56-83 %3,5-20 %7,5-20 %0,5-5,0 %<1,5
Minör Bileşenler (%1)	Alfa tokoferol Fenolik Bileşenler Hidrokarbonlar Triterpenik alkoller Alifatik alkoller Fosfolipidler Klorofil Aroma bileşenleri	12-150 mg/kg 30-500 mg/kg 0,75 mg/kg 0,25 mg/kg 0,29 mg/kg 40-135 mg/kg 1-10 mg/kg 250-500 mg/kg

Zeytinyağı üretiminde kullanılan zeytin çeşidi, yağın farklı uçucu bileşenlerinin oluşmasına neden olmaktadır, her zeytin çeşidinin kendine özgü fizikokimyasal ve duyuşsal karakterde zeytinyağı verebileceği yapılan çalışmalarca kanıtlanmıştır (Dıraman 2008).

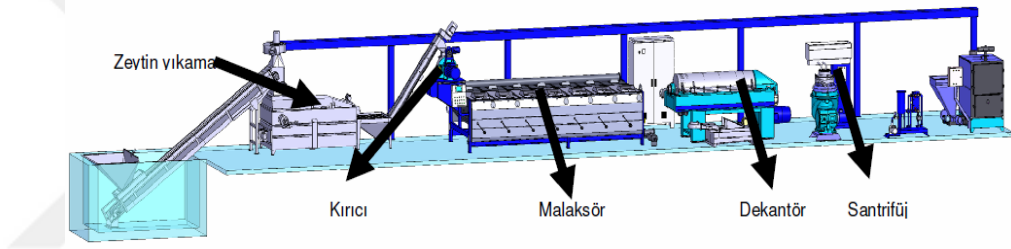
Tablo 1.5: Zeytinyağı fenolikleri (Servili ve Montedoro 2002; Pancorbo ve diğ. 2004).

Fenolik asitler ve türevleri	Vanilik asit Syringic asit, <i>p</i> -kumarik asit, <i>o</i> -kumarik asit, Gallik asit, Kaffeik asit, Prokateşik asit, <i>p</i> -hidroksibenzoik asit, Ferulik asit, Sinnamik asit, Sinapinik asit, Benzoik asit, Gentisik asit, (asetoksietil)-1,2-dihidroksibenzen, 4 hidroksifenil asetik asit
Fenolik alkoller	(3,4-dihidroksifenil) etanol (3,4-DHPEA) (<i>p</i> -hidroksifenil)etanol (<i>p</i> -HPEA) (3,4-dihidroksifenil) etanol-glikozit 2-(4-hidroksifenil) etil asetat
Flavonoidler	Flavonlar, Apigenin, Luteolin
Lignanlar	(+)-1-asetoksinopinoresinol, (+)-pinoresinol, (+)-1-hidroksipinoresinol
Sekoiridoitler	3,4-DHPEA'ya bağlı elenolik asitin dialdehidik formu (3,4-DHPEA-EDA), <i>p</i> -HPEA'ya bağlı elenolik asitin dialdehidik formu (<i>p</i> -HPEA-EDA), Ligstrosit aglikon, Oleuropein, Oleuropein aglikon, <i>p</i> -HPEA türevi, Oleuropein aglikonun dialdehidik formu, Ligstrosit aglikonun dialdehidik formu
Hidroksi-izokromanlar:	1-fenil-6,7-dihidroksi-izokroman, 1-(3'-metoksi-4'hidroksi)-fenil-6,7-dihidroksiizokroman
Flavonoller	(+)-taksifolin

Tablo 1.5 'deki bu bileşenler yağın oksidasyon stabilitesini etkilediği gibi farklı aroma oluşumunu sağlar ve sağlık üzerine olumlu etkileri vardır (Cavilli ve diğ. 2004; Kayahan ve Tekin 2006).

1.8 Zeytinyağı Üretim Aşamaları

Zeytinyağının verimini de kalitesini de etkileyen üretim aşamaları; zeytinlerde olgunlaşma düzeyinin belirlenmesi, zeytinlerin hasatı, zeytinlerin işletmeye taşınması, zeytinlerin depolanması, yaprak ayırma ve yıkama, zeytin hamurunun hazırlanması (kırama, ezme ve yoğurma), katı (pirina) ve sıvı fazların birbirinden ayrılması (presleme, santrifüj dekantasyon, sinolea veya perkolasyon), yağ ve karasuyun ayrılması, yağın yıkanması ve filtrasyonu, yağın depolanmasıdır (Kayahan ve Tekin 2009). Şekil 1.7'de zeytinyağı üretim aşamaları gösterilmiştir.



Şekil 1.7: Zeytinyağı üretim aşamaları (Özkaya ve diğ. 2010).

Zeytin tanesi yaralanmamış olmak kaydıyla en kaliteli ve en sağlıklı yağı henüz ağacından ayrılmadığı zamanlarda bünyesinde barındırır ve ağacından koparıldığı andan itibaren eğer uygun ortam şartları sağlanmazsa geçen süre içerisinde kalitesinden kaybetmeye başlar (Göğüş ve Yıldırım 2009). Zeytinin en uygun zamanda hasat edilmesi ve en kısa zamanda yağının çıkarılması gerekir. Danelere zarar vermeden hasat etmek kaliteli zeytinyağı elde etmek için gereklidir. (Gümüşkesen ve Yemişçioğlu 2010). Zeytinleri taşımak için en iyi yöntem, hava sirkülasyonuna imkan veren ve meyvenin bozulmamasını sağlayan, kızışmaları önleyen kafesli ve delikli plastik kasalardır. Zeytinlerin jüt çuvallarda taşınması ve bekletilmesi, meyvenin aşırı olgun olduğu durumlarda, zeytinin ezilmesine ve fermentasyonuna sebep olmaktadır (Nas ve diğ. 1992). Bu durum da yağın asitliğinde hızlı bir artışa ve hoşla gitmeyen kokulardan sorumlu bazı uçucu

bileşikleri meydana getiren bozulma ve istenmeyen fermentasyona sebep olur (Bendini ve diğ. 2012).

Hasatı yapılan zeytinlerin içerisinde dal, toprak, taş gibi birçok yabancı madde bulunmaktadır. Yabancı maddelerin miktarı, iklim koşullarına, zeytinlerin toplanma şekillerine bağlı olarak %5-15 arasında değişmektedir (Gümüskesen ve Yemişçioğlu 2010). İşletmedeki cihazlara zarar vermesini önlemek ve elde edilecek yağın kalitesine olumsuz etkisi olmaması için yabancı maddelerin kısa zamanda uzaklaştırılması gerekmektedir (Kayahan ve Tekin 2009).

Kırma işlemi ile zeytin meyvesinin dokusu parçalanmaktadır. Bu amaçla taş değirmenler ve metal değirmenler kullanılmaktadır (Gümüskesen ve Yemişçioğlu, 2010). Zeytinyağının fenolik bileşik içeriği bu teknolojik aşamadan fazlasıyla etkilenmektedir. Genelde, daha sert kırma sistemlerini (bıçaklar yerine çekiçler gibi) kullanmak daha yoğun doku parçalanmasına sebep olduğu için fenolik bileşiklerin elde edilmesinde bir artışa sebep olur. Bu yüzden, doğal olarak fenolik bileşik içeriği az olan zeytin çeşitleri işlenirken daha sert kırıcı sistemleri kullanılarak yağların acılık ve yakıcılık şiddetlerini zenginleştirmeye imkan verilmelidir. Bunun yanında daha sert kırıcı sistemleri kullanmak zeytin hamuru sıcaklığında önemli bir artış meydana getirir. Bu karşın meyvemsilik ve diğer olumlu duysal özelliklerden sorumlu uçucu bileşiklerin oluşumunda kilit bir rol oynayan enzimlerin aktivitesini azaltır (Bendini ve diğ., 2012; Salas ve Sanchez, 1999; Servilli ve diğ., 2002).

Meyve etinin parçalanmasıyla hücreler içinde hapsolmuş vakuollerdeki yağ dışarı çıkabilmektedir (Kayahan ve Tekin, 2006). Kırma-ezme işleminden sonra yağ damlacıklarının % 45'i 30 µ'dan büyük iken, yoğurma işleminden sonra bu oran % 80'e yükselmektedir (Gümüskesen ve Yemişçioğlu, 2004).

Yoğurma işlemi ekstraksiyon veriminin artması açısından önemlidir (Kayahan ve Tekin 2006; Bayrak ve Kıralan 2008). Yoğurma aşamasıyla, hücreden salınan yağ damlacıklarının sayısının artırılması, küçük yağ damlalarının büyük yağ damlalarına dönüşümü ve yağ-su emülsiyon oluşumunun engellenmesiyle yağın sudan daha kolay ayrılması sağlanmaktadır (Nas ve diğ. 2001; Kıralan ve diğ. 2006). Ancak zeytin hamurunun reolojik özelliklerine göre karıştırma hızının, süresinin ve sıcaklığının iyi ayarlanamaması durumunda emülsiyon oluşumuna bağlı olarak yağ

verimi düşmekte, oksidatif tepkimeler sonucu yağın kalitesinde istenmeyen değişiklikler meydana gelmektedir (Gümüskesen ve Yemişçioğlu, 2010). Özellikle 28 °C’ den yüksek sıcaklıkta ve 45 dakikadan daha fazla malaksasyon süresi uygulamasından kaçınılmalıdır (Bendini ve diğ. 2012).

Geleneksel taş ve sulu baskı sistemlerde kaliteli yağ elde etmek için çok az ürün sıkılmak gerekir. Bu sıkım yavaş olur, zeytin ve yağın hava ile temas süresi artar. Bu da yağ kalitesinin düşmesine sebep olur. Modern kontinu sistemlerde ise kısa zamanda daha çok zeytin sıkımı yapılabilir (Efe ve diğ. 2011). Kontinu olmayan kırıcı sistemlerin ana dezavantajlarından biri muhtemel fermentasyon ve/ya da filtreleme membranlarındaki karasu ve meyve eti kalıntılarının bozulmayı hızlandırması olgusudur. Bu reaksiyonlar zeytinyağında bazı duyu kusurlara yol açar. Kontinu sistemler arasında 3 fazlı bir dekantöre sahip kesikli kırıcı sistemler zeytin hamurunu seyreletmek için ılık suya gereksinim duyarlar. 2 fazlı dekantöre sahip sistemlerin ise yağ ve pirina çıkışı olup, zeytin hamurundan yağ fazı ayrılır. Bu modern sistem kullanılan suyu azalttığı, zeytin hamurundan yağa önemli derecede uçucu ve fenolik bileşiklerin geçişini arttırdığı ve bunun neticesinde de yağın oksidatif stabilitesi ve acılık, yakıcılık ve meyvemsilik gibi temel pozitif duyu özelliklerinde artışa sebep olduğu için avantajlara sahiptir (Bendini ve diğ. 2012; Angerosa ve diğ. 2000; Angerosa ve diğ. 2004; Kalua ve diğ. 2007).

Değişik sistemlerden elde edilen yağ-karasu karışımındaki karasuyun, zeytinyağı üretiminde son işlem basamağı olan ayırma işlemi ile yağdan uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu amaçla dekantasyonla ayırma ve santrifüjle ayırma yöntemleri kullanılmaktadır. Doğal dekantasyonda ayırma işleminin çok uzun sürede gerçekleşmesi, yağ ve karasuyun çok uzun süre ve oksidasyona açık bir ortamda temas etmesi, yağın kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Santrifüjleme ile ayırma işleminde kullanılan sistemin çalışma ilkesi, santrifüj kuvvetinin etkisi ile yoğunlukları farklı olan zeytinyağı ile karasuyun birbirinden ayrılmasıdır. Etkin bir ayırmada yağda kalan su miktarının % 0,5 değerinin altında olması gerekmektedir (Gümüskesen ve Yemişçioğlu 2004).

Karasudan arındırılan zeytinyağı, bir miktar tortu oluşturan maddeler ve su içermektedir. Bu maddeler, zeytinyağının depolanması sırasında kaliteyi olumsuz

etkileyerek yağın asitliğinde yükselmeye neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı zeytinyağının filtre edilerek içindeki yabancı maddelerden arındırılması gerekmektedir. Bu amaçla genellikle pamuklu filtreler yaygın olarak kullanılmaktadır (Gümüşkesen ve Yemişçioğlu, 2010).

Zeytinyağının depolanmasında temel bir ilke olarak, sıcaklığın 10°C'nin üstünde olmamasına ve yağın ışıkla temas etmemesine mutlaka özen gösterilmelidir (Kayahan ve Tekin 2006).

1.9 Zeytin Yaprakının Bileşimi

Zeytin yapraklarının kimyasal bileşimi, zeytin ağacının türü, yetiştiği bölge, iklim, dalların ağaca oranı, zeytin yaprağının yapısal karbonhidrat, azot içeriği hasat zamanı, uygulanan kültürel tedbirler, saklama şartları, nem içeriği, toprak özelliklerine göre değişkenlik gösterebilir (Delgado-Pertinez ve diğ. 2000; Martin-Garcia ve Molina-Alcaide 2008). Zeytin yaprağının kritik besin maddeleri seviyeleri Tablo 1.6' da gösterilmiştir.

Tablo 1.6: Zeytin yaprağı kritik besin maddeleri seviyeleri (Özkaya ve diğ. 2008).

Besin Maddesi	Yeterli	Toksik
N (%)	1,5-2,0	
P (%)	0,10-0,30	
K (%)	>0,80	
Ca (%)	>1,00	
Mg (%)	>0,10	
Mn (ppm)	>20,00	
Zn (ppm)	>10,00	
Cu (ppm)	>4,00	
B (ppm)	19,00-150,00	185,00
Na (ppm)		>0,20
Cl (ppm)		>0,50

Zeytin yaprakları fonksiyonel değere sahip olan biyoaktif bileşenlerin doğal bir kaynağıdır. Zeytin yaprağında bulunan fenolik bileşenlerin pek çoğunun antioksidan, antifungal, antibakteriyel özellikler gibi pek çok biyolojik aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Ferreira ve diğ. 2007). Zeytin yaprakları, yüksek biyolojik değer katan bir kaynak olarak kullanıldığında sağlıklı, güvenli, ucuz, etkili

ve alternatif bir antioksidan kaynağıdır ve gıda ürünlerinin duyusal ve besinsel özelliklerindeki kayıpları önleyerek raf ömrünü uzatma özelliğine sahiptir (Jemai ve diğ. 2009; Boudhrioua ve diğ. 2009; Bouaziz ve diğ. 2018). Zeytin yapraklarından elde edilen fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteleri Tablo 1.7’ de verilmiştir.

Tablo 1.7: Zeytin yapraklarından elde edilen fenolik bileşiklerin antioksidan aktiviteleri (Benavente-Garcia ve diğ. 2000).

Fenolik bileşik	TEAC*(mM/L)
Zeytin yaprağı özütü	1,58
Rutin	2,75
Kateşin	2,28
Luteolin	2,25
Hidroksitirozol	1,57
Diosmetin	1,42
Kafeik asit	1,37
Verbascoside	1,02
Oleuropein	0,88
Luteolin-7-glukosit	0,71
Apigenin-7-glukosit	0,42

*TEAC (Troluks eşdeğer antioksidan kapasite)

Zeytin yaprağındaki fenolik bileşiklerin antioksidan özelliklerinin yanında geniş spektrumlu bakteri gelişimini engelleyici antimikrobiyal etkiye sahip olduğu ve oleuropeininde molekül yapısında bulunan eleonik asidin anti-viral etkisi, yapılan çalışmalarca ortaya konmuştur (Aziz ve diğ. 1998; Renis 1975).

Ekstraksiyon öncesinde zeytin yapraklarının nemini ve suyun prosesteki olumsuz etkilerini azaltmak için kurutulması gerekmektedir (Boudhrioua ve diğ. 2009). Yaprakların hasat sonrası derhal kurutulması, kalite kayıplarının ve mikrobiyolojik veya biyokimyasal reaksiyonlar nedeniyle muhtemel parçalanma reaksiyonlarını önlemek açısından çok önemlidir (Bahloul ve diğ. 2009). Bahloul ve diğ. (2009), terapatik ve antioksidan özellikleri ile bilinen zeytin yapraklarının kuruma zamanı, renk, toplam fenol ve serbest radikal tutma kapasitesi gibi kalite

parametreleri üzerine kuruma koşullarının (40, 50 ve 60 °C sıcaklık, 1,62-3,3 m³ hava akımı) etkisini incelemişlerdir. Zeytin yapraklarını toplam fenol içeriğinin kuruma koşullarından etkilendiğini ve kuruma zamanına bağlı olarak bu miktarın düşme eğilimi gösterdiği tespit etmişlerdir.

Boudhiroua ve diğ. (2009), 4 farklı taze zeytin yaprağının renk, toplam fenol bileşenleri ve kimyasal bileşimlerini (nem, protein, yağ, karbonhidrat, ve kül) belirlemişlerdir. Taze yaprakları daha sonra farklı sıcaklıklarda infrared kurutmaya tabii tutmuşlar ve aynı parametreleri kuru örneklerde de belirlemişlerdir. Araştırmacılar zeytin yaprağının gıda ve kozmetik endüstrisinde kullanılmadan önce rengini koruması ve yüksek biyolojik değerini muhafaza edebilmesi için infrared kurutmanın etkili bir yöntem olabileceğini belirtmişlerdir.

1.10 Ultrases

1.10.1 Ultrases Tanımı

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

Ses dalgaları üçe ayrılır:

- a. Infrases (ses ötesi): Frekansı 20 hertz veya altındaki sestir.
- b. İşitilebilir ses: Frekansı 20-20.000 hertz arasındadır.
- c. Ultrases: 20.000 hertz üzerinde 2 -15 MHz frekansıdır.

Ultrases, nesnelerin titreşimi ile oluşan ve uygun bir ortamda sıkışma ve genleşmeler şeklinde ilerleyen, insan kulağının işitemeyeceği kadar yüksek frekanslı mekanik bir enerjidir (Pico, 2012).

Ultrases üç ayrı parametre ile karakterize edilmektedir; Ses gücü (W), ses yoğunluğu (W/m²) ve ses enerjisi yoğunluğu (W.s/m³) 'dur (Chemat ve diğ. 2011). Ultrasonik uygulamalar daha çok sıvı-sıvı ya da katı-sıvı ortamlara uygulanmaktadır.

Çünkü ultrasonik dalgalar sıvılarda daha kolay iletilmektedir. Ticari ekipman olarak ultrasonik banyolar ya da prob sistemler farklı uygulamalarda kullanılmaktadır (Pico, 2012).

Ultrasonik dalgalar, vakumda hareket edemez, bunun için bir maddenin varlığı gerekmektedir. Katı-sıvı ortamında, parçacıkların boyuna veya enine dalgalar veya yüzey dalgaları yola devam ederler. Gazlar ve sıvılarda, sadece boyuna dalgalar şeklinde yayılabildiği bilinmektedir (Angela ve Meireles 2009).

Yüksek ve düşük güçte ultrases dalgaları olmak üzere ultrases uygulamaları frekanslarına göre iki farklı şekilde sınıflandırılmaktadır (Chemat ve diğ. 2011).

1.10.2 Ultrases İşleminin Sınıflandırılması

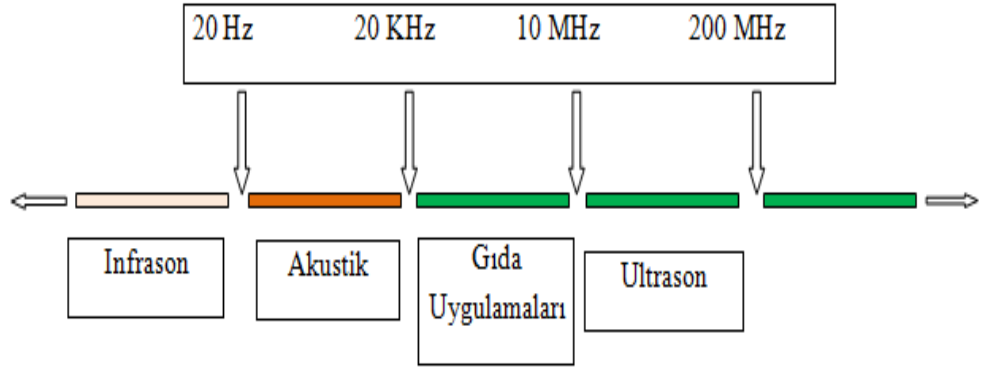
1.10.2.1 Düşük Güçlü Yüksek Frekanslı

Düşük güçlü-yüksek frekanslı ultrases işlemi 100 kHz ve üzeri frekanslarda ve 1 W/cm^2 'nin altındaki enerji yoğunluğunda yapılmaktadır (Tokuşoğlu 2010; Rastogi 2011). Gıda maddelerinin bileşimi ve fizikokimyasal özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan bu yöntemde ortamdan geçen ses dalgaları materyal içinde önemli fiziksel ve kimyasal değişikliklere neden olmaktadır. Düşük güçlü ultrases işleminin kullanım yerleri; gıda ürünlerinde ve içeceklerde; şeker ve alkol oranı, ette yağ oranı, meyve ve sebzelerin karakterizasyonu, yumurtanın kalitesi, peynirlerin mekanik özellikleri, bisküvinin tekstürü, sütün koagülasyonu, şarapta fermentasyon kontrolü, kavunun şeker içeriği, katı yağ indeksi ve hamur fermentasyonunun kontrolü gibi örneklendirilebilir (Türkmen 2012).

1.10.2.2 Yüksek Güçlü Düşük Frekanslı

Yüksek güçlü-düşük frekanslı ultrases işlemi 20-100 kHz aralığındaki frekanslarda ve $10-1000 \text{ W/cm}^2$ enerji yoğunluğunda yapılmaktadır (Salazar 2010). Yüksek güçlü ultrases fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal etkilere sahiptir ve proses aşamasında gıda sistemlerinin kalitesini iyileştirir, çeşitli gıdaların fizikokimyasal özelliklerini modifiye etmektedir (Demirdöven ve Baysal 2009).

Şekil 1.8'de ultrasesin gıdalarda uygulandığı frekans aralıkları verilmiştir.



Şekil 1.8: Ultrasesin gıdalarda uygulandığı frekans aralığı (Mason ve Lorimer 2002).

1.10.3 Ultrases İşleminin Etki Mekanizması

Ultrasesin bir ortamdan geçerken; çeşitli uygulamalarda kullanılmasına olanak sağlayan ve ses dalgasının frekansı ve genliğine bağlı olarak oluşan pek çok fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal etkisi bulunmaktadır (Knorr ve diğ. 2004).

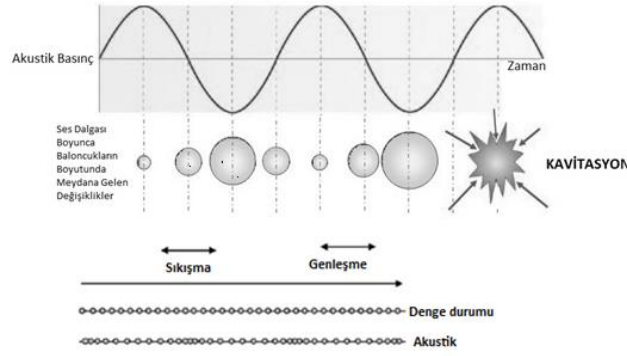
Ses enerjisi sürekli dalga-tipi bir hareket oluşturarak ortama girdiğinde, bu hareketin bir sonucu olarak boylamsal dalgalar oluşturarak ortamdaki partiküller üzerinde bir sıkışma ve gevşeme yaratır ve bunun sonucunda üç farklı etki meydana getirir:

- 1- Mekanik titreşim
- 2- Akustik dalga
- 3- Akustik kavitasyon

Mekanik titreşim ve akustik dalga: Kavitasyonel olmayan fiziksel etkilerdir. Numune içinde katı parçacıklar varsa mekanik titreşimlerle parçacıklar parçalanırken, akustik dalgada sıvı içinde kütle transferi şeklinde etkilidir. Bu iki sistemin numunede temizleme, ekstraksiyon ve dilimleme gibi uygulamaları bulunmaktadır (Türkmen ve Yüksek 2012).

Kavitasyon; bir sıvıdan geçerken ses dalgasının basıncının düştüğü bölümlerde moleküller arasındaki mesafenin normalin üstüne çıkması ile kabarcık oluşumu, sürekli ses dalgalarına maruz kalan materyalde oluşan kabarcıkların

giderek büyümesi, salınması ve daha fazla enerji absorblayamayacak kritik hacme ulaştıklarında da içeri doğru sönümlenmesidir (Kantaş, 2007; Uzunoğlu, 2012). Kavitasyon balonlarının iç patlamaları, olduğu bölgeden enerji birikimine neden olur ve oluşan yüksek sıcaklık (5000 K) ve basınç (1000 atm) nedeniyle yüksek enerjili kesme dalgaları ve turbülans meydana gelir (Yılmaz, 2011; Patis ve diğ. 2007). Şekil 1.9’da kavitasyon oluşumu gösterilmiştir.



Şekil 1.9: Kavitasyon oluşumu (Soria ve Villamiel 2010).

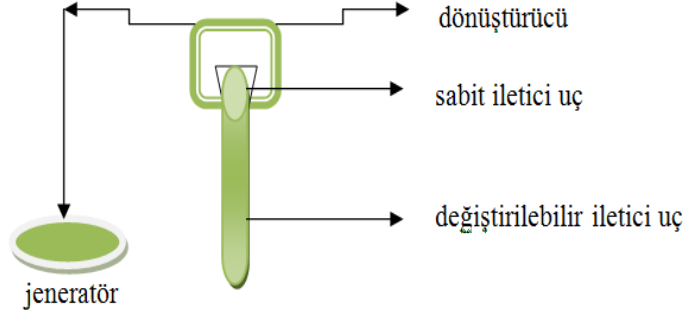
20 kHz frekansa sahip yüksek yoğunluklu problemlerin kullanıldığı sistemlerde geçici kavitasyon oluşur. Kabarcıkların büyümesi kendi rezonans büyüklük sınırında birkaç akustik çevrim süresince meydana gelir ve kabarcıklar hızlı bir şekilde çöker. Kabarcıklar meydana gelen çöküşün şiddetine bağlı olarak fragmentlerine ayrılırlar ve kabarcıkların çöküşüyle birlikte çok yüksek sıcaklıklar, basınçlar, şok dalgalarının oluşumu, hidrojet gibi fiziksel durumlar meydana gelmektedir (Uzunoğlu, 2012).

20 kHz frekansın üzerindeki ultrases uygulamalarında kararlı kavitasyonlar oluşmaktadır. Rezonans büyüklük sınırına ulaşan kabarcıklar geçici kavitasyonda olduğu gibi çöker fakat bu çöküşün şiddeti daha az olduğundan dolayı da kabarcıklar sürekli bir şekilde büyüyüp tekrar çökmektedirler (Uzunoğlu, 2012).

1.10.4 Ultrases Sistem Bileşenleri ve Cihaz Çeşitleri

Ultrases sistemi jeneratör, dönüştürücü ve iletici kısımlarından oluşmaktadır. Jeneratör, alternatif akımı dönüştürücünün kullanabileceği yüksek frekanslı alternatif akıma, dönüştürücünün görevi ise yüksek frekanslı elektrik akımını mekanik titreşimlere çevirmektir. İletici kısımda ise mekanik titreşimler ultrases işleminin

uygulanacağı ortama aktarılmaktadır (Mason, 1998). Şekil 1.10’da ultrases cihazının şematize edilmiştir.

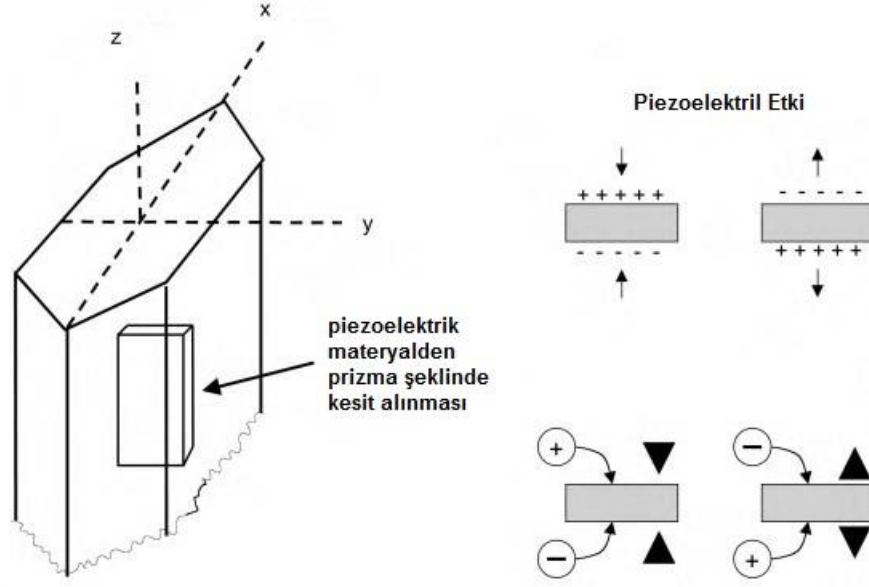


Şekil 1.10: Şematize edilmiş ultrases cihazı (Mason 1998).

Dönüştürücüler; gaz zorlamalı, sıvı zorlamalı ve elektromekanik dönüştürücüler olarak ayrılmaktadır (Kantaş, 2007). Karıştırma ve homojenizasyon işlemleri için gaz ve sıvı zorlamalı dönüştürücüler kullanılmaktadır (Uzunoğlu, 2012). Elektromekanik dönüştürücüler de endüstride manyetostriktif ve piezoelektrik olarak iki ayrı kullanım şeklinde yer almaktadır (Kantaş, 2007).

Manyetostriktif dönüştürücüler; nikel ve demir gibi ferromanyetik maddelerde şekil değiştirici etkiye sahip olan, mıknatıssal büzülme etkisini kullanmaktadır. 100 kHz’in altındaki frekanslarda kullanılması ve ısınmaya bağlı olarak % 60 oranında etkili olabilmesi dönüştürücünün olumsuz etkileri olarak nitelendirilmektedir (Uzunoğlu, 2012).

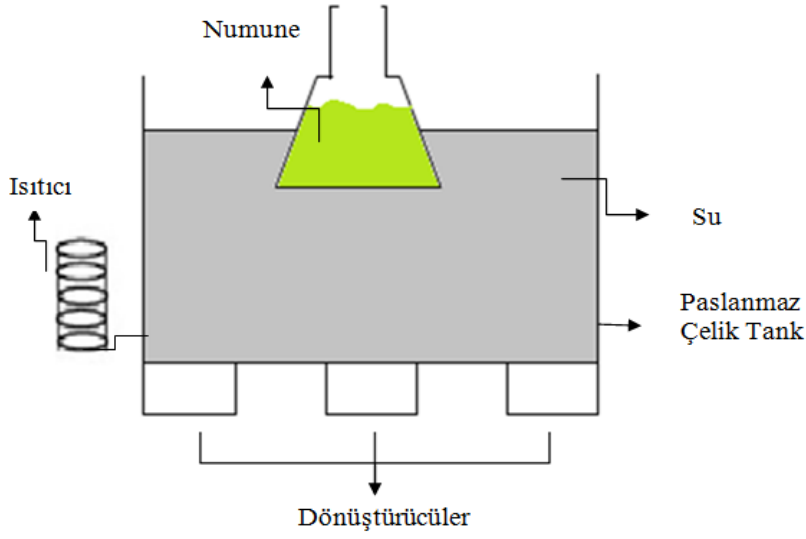
Kristal malzeme, disk veya prizma şeklinde kesilip, yüzeyleri ince iletken bir metal (altın, gümüş, alüminyum) ile kaplandıktan sonra alt ve üst yüzeylerine mekaniksel basınç uygulanırsa, bu yüzeylerde kutuplanmalar oluşur. Ters bir uygulama sonucunda ise devamlı değişen voltajın frekansa bağlı bir şekilde uzama ve kısaltmalar elde edilir. Bu mekaniksel uzayıp kısaltmalar ultrasesi oluşturmaktadır (Büyüktanır, 2010). Bu tip dönüştürücüler yüksek enerji verimine sahiptir (> % 95) ve tüm ultrases aralıklarında kullanılabilir (Kantaş, 2007; Uzunoğlu, 2012). Şekil 1.11’de piezoelektrik etki verilmiştir.



Şekil 1.11: Piezoelektrik etki (Mason ve Lorimer, 2002).

Ultrasonik banyolar, ultrases işleminde en fazla kullanılan, yüksek frekanslı sesi ortama iletmeye yarayan, piezoelektrik dönüştürücüleri tankın altında bulunan cihazlardır. Dönüştürücüler titreşimleri gövdeye, metal gövde de içindeki sıvıya aktarır (Mulet ve diğ. 2003). Örnek ile direk temas etmemesi, prob sistemlerine kıyasla banyo sistemlerinde maliyetin düşük olması, ses dalgalarının homojen dağılması avantajıdır. Buna karşın sabit frekansta çalışma, zayıf sıcaklık kontrolü, banyo içindeki yerleşim konumuna göre etkinin değişmesi, tanklarda örnek hacmi büyük olduğundan ve kavitasyon etkisinin tanka zarar verebilmesinden dolayı uygulanan güç yoğunluğunun düşük olması da prob sistemlerine göre dezavantajdır (Mason ve Lorimer, 2002).

Şekil 1.12’de ultrasonik banyonun şematize edilmiş çizimi verilmiştir.



Şekil 1.12: Ultrasonik banyo şematik çizimi (Mason ve Lorimer, 2002).

Prob sistemlerinde dönüştürücüye bağlı halde bulunan başlığın uç kısmına farklı boyutlara sahip problemler takılabilmektedir. Her prob için numune hacmi farklı olmalıdır çünkü problemlerin ebatları uygulanan gücün yoğunluğu ile orantılıdır (Türkmen 2012). Bu prob ultrases sinyali taşıma ve kuvvetlendirme görevini üstlenmektedir (Mulet ve diğ. 2003). Direkt prob uygulamalarında kayıp yaşamadan yüksek enerjinin ortama aktarılabilmesi, kontrol edilebilir enerji aktarımına bağlı olarak ultrases gücünden daha etkin faydalanmanın mümkün olması bu sistemi avantajlı kılmaktadır (Yılmaz, 2011). Prob ucunda meydana gelen erozyon ortama aktarılan ultrases gücünde azalmaya yol açtığından dolayı imalatında titanyum ve alüminyum alaşımlardan üretilmiş problemler kullanılmaktadır (Mulet ve diğ. 2003; Uzunoğlu 2012).

Ultrasonik prob sistemi, ultrasonik banyoya göre 100 kata kadar daha büyük bir ultrasonik şiddet meydana getirdiği için katı örneklerde yapılan ekstraksiyon işlemini ultrasonik prob daha etkili ve çabuk gerçekleştirmektedir (Luque-Garcia ve Castro 2003). Şekil 1.13’de problu ultrasonik cihaz ve ses kabini gösterilmiştir.



Şekil 1.13: Probu ultrasonik cihaz ve ses kabini (Anonim 2014).

1.10.5 Ultrases Uygulama Alanları

Gıda uygulamalarında ultrasesin mekanik etki olarak katı yağların ve şekerlerin kristalizasyonu, gaz giderme, köpük kırma, filtrasyon ve kurutma, ekstraksiyon, karıştırma ve homojenizasyon, ultrases destekli dondurma, hava kaynaklı tozların çökeltilmesi, etin olgunlaştırılması, kesme gibi kullanım alanları ile enzim aktivitesinin inhibisyonu, atık arıtma, mikroorganizmaların inaktivasyonu, canlı hücrelerin modifikasyonu, ekipmanların sterilizasyonu gibi de kimyasal ve biyokimyasal etkileri bulunmaktadır (Paniwnyk 2014). Tablo 1.8’de ultrases uygulamalarının gıdalarda kullanım alanları, avantajları ve uygulama örnekleri verilmiştir.

Tablo 1.8: Ultrases uygulamaları (Kurt 2013).

	Etki Mekanizması	Avantajları	Uygulanan Ürünler
Piştirme	Akustik akış ve kavitasyon sonucu ısı transferi geliştirilmesi	İşlem süresinin kısaltılması Organoleptik kalitenin geliştirilmesi	Et ve sebzeler
Dondurma / Kristalizasyon	Akustik akış ve kavitasyon sonucu ısı transferinin geliştirilmesi	Difüzyonun geliştirilmesi İşlem süresinin kısaltılması Daha küçük ve stabil kristal oluşumu Sıcaklığın hızla azaltılabilmesi	Et, sebze (patates), meyve (elma) ve süt ürünleri, palm çekirdeği yağı
Kurutma	Akustik akış ve kavitasyon sonucu kütle transferinin geliştirilmesi	İşlem süresinin ve son ürünün nem içeriğinin azaltılması Organoleptik kalitenin geliştirilmesi	Kurtulmuş ürünler (meyve ve sebzeler- elma, kavun, muz, brüksel lahanası, karnabahar vb.)
Uygulanan Yöntem	Etki Mekanizması	Avantajları	Uygulanan Ürünler
Defoaming / Degassing	Kavitasyon	Ürün veriminin artışı ve düşük enerji kullanımı Köpük oluşumunu engelleyen kimyasalları elimine etmek Şişeleme hattındaki atıkların azaltılması	Süt, gazlı içecekler, bira
Filtasyon / Tarama	Bağlı tabakanın kavitasyon ile dağılması	İşlem süresinin kısaltılması Kirlenmeyi azaltmak Filtasyon etkinliğinin artması	Meyve suları, şarap, bira, yemeklik yağlar
Emülsifikasyon / Homojenizasyon	Yüksek kayma mikro-akışının oluşması ve kavitasyon	Düşük maliyetli ve kısa sürede emülsiyon oluşumu Emülsiyon stabilitesinin artırılması	Ketçap, mayonez, süt
Fermentasyon ve olgunlaştırma	Kavitasyon	İşlem süresinin kısaltılması Metabolit oluşumunun artırılması	Alkollü ürünler (Şarap, bira, viski) Yoğurt
Kesme	Kavitasyon	İşlem süresinin kısaltılması Üründe oluşan kayıpların azaltmak Düzgün ve tekrarlanabilen kesme	Kek, peynir vb. kırılğan ürünler, taze ve donmuş gıdalar
Ekstraksiyon	Kavitasyonel etki ve akustik akış	Ekstraksiyon etkinliğinin ve verimin artırılması GRAS çözücülerle çalışılabilme olanağı Düşük proses sıcaklığında çalışılabilmesi	Bitkisel yağlar, protein, polisakkarit, biyoaktif bileşenler, biberiye (karnosik aist) vb.
Viskozite Değişikliği	Kavitasyonel etki	Katkı kullanımını azaltması Ürünlerin işlevini farklılaştırabilmesi Proteinlerin çözünürlük ve köpük oluşturma özelliklerinin artırılması	Serum proteinleri, Soya proteinleri
Enzimatik / Mikrobiyolojik İnaktivasyon	Kavitasyon	Ürünün kalitesini geliştirmek için düşük sıcaklıklarda inaktive etmek İnaktivasyon oranını artırmak Homojenliği artırmak ve enerji tasarrufu sağlamak	Pektinmetilesteaz glukoz oksidaz gibi enzimler <i>E.coli</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Saccharomyces</i>

1.10.6 Ultrases Destekli Ekstraksiyon Uygulamaları

Klasik yöntemle solvent ekstraksiyonu uygulamasında solventin seçimi, karıştırma ve sıcaklık işlem verimini etkileyen en önemli unsurlardır. Genel olarak ultrases uygulaması ile sıcaklık çok fazla artmadan ekstraksiyon miktarında artış gözlemlenmektedir (Koiwai ve Masuzawa 2007; Vilku ve diğ, 2008).

Literatürde, çok sayıda ultrases destekli ekstraksiyon uygulaması yapılmıştır. Ultrasese maruz bırakılan bitkisel dokular gibi gıda materyellerinde gözlenen fiziksel değişimler sayesinde (hücre duvarlarının zarar görmesi), doku içindeki ekstrakte edilebilir bileşenlerin elde edilmesinde sistem kolaylığı sağladığı gözlemlenmiştir (Angela ve Meireles 2009).

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

Wu ve diğ. (2001) tarafından yapılan ginseng saponinlerinin ekstraksiyonunda, ultrases destekli sistemle geleneksel soxhlet ekstraksiyonu karşılaştırılmıştır. Ultrases destekli sistemin ekstraksiyon hızını üç kat arttırdığı bulunmuştur.

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

Vinatoru (2001)' da, ultrases uygulamalarında ekstraksiyonun gerçekleşebilmesi için gerekli olan hidrasyonun (su alma), şişme işlemlerini kolaylaştırabileceğini ve hücre duvarlarının gözeneklerinin genişlemesini sağlayabileceğini belirtmiştir. Böylece difüzyon sırasında ve hücre duvarlarının parçalanmasıyla hücre içeriğinin serbest kalmasına yardımcı olduğunu ifade etmiştir.

Ancak bu durumun ekstraksiyon performansına bağılı olduğunu, partiküllerin parçalanma boyutunun küçüldükçe ekstraksiyona maruz kalan hücre sayısının artacağını da bildirmişlerdir. Çalışma sonucunda araştırmacılar ultrases destekli ekstraksiyon sistemi kullanarak şifalı otlardan biyoaktif bileşiklerin ekstraksiyon verimini arttırdığını saptamışlardır.

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

Sızma zeytinyağlarının oksidatif stabilitelerinin belirlenmesinde zeytinyağları doğrudan ultrases dalgalarına maruz bırakılıp, oksidasyon süreci 270 nm’de gözlenmiştir. Çalışmada ransimat cihazıyla ultrases işlemi kullanılarak yapılan sonuçlar benzer olup, ultrases işlemi ile daha çabuk sonuca ulaşıldığı tespit edilmiştir (Cañizares-Mac’ias ve diğ, 2004).

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

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

Badem, kayısı ve pirinç kepeğinden ultrases uygulaması ile yüksek yağ verimi elde etmek için yapılan bir çalışmada yağ ekstraksiyonunda parçalanmış sulu faza 2, 4 ve 6 dakikalık ultrases işlemi uygulanmış ve 1 saatte sırasıyla % 87, % 77 ve % 88 yağ ekstrakte edildiği belirtilmiştir (Sharma ve Gupta, 2004).

Wang ve Weller (2006), dereotunun ekstraksiyonunda geleneksel ekstraksiyona göre ultrases destekli ekstraksiyon uygulamasının 2 kat daha hızlı

olduğunu bulmuşlardır. Bu çalışma sonucunda ultrases destekli ekstraksiyonun geleneksel ekstraksiyon tekniklerine alternatif olarak ucuz, basit ve verimli olduğu, katı-sıvı ekstraksiyonunda ekstraksiyon verimini artırdığı, ısıl kararsızlığı olan bileşiklerin ekstraksiyonu için işlem sıcaklığının azaltılmasını mümkün kılabilirdiği belirtilmiştir. Yeni ekstraksiyon tekniklerinden olan mikrodalga destekli ekstraksiyon teknikleriyle karşılaştırıldığında ise ultrases cihazının ucuz olması, ekstraksiyon işleminin daha kolay olması, çok çeşitli çözücülerin kullanılabilmesi gibi avantajlarından bahsedilmiştir.

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

Sivakumar ve diğ. (2006), ekstraksiyon verimini artırıp, işlem süresini kısaltarak daha uygun şartlarda Halile (*Terminalia*) bitkisi türlerinden tanen ekstraksiyonunda ultrases desteğini kullanmışlardır. Dışarıdan herhangi bir ısıtma ya da soğutmanın yapılmadığı 20, 40, 60, 80 ve 100 W ultrasonik güç uygulanan bu çalışmalarda, gücün 20W'dan 100W'a çıkarılması sırasında verimin, 30°C'de mekanik etki kullanılmadan gerçekleştirilen kontrol denemelerine göre 3-5 kat arttığını belirtmişlerdir. Dışarıdan ısıtma olmadan 100 W'da uygulanan ultrases işleminde ekstraksiyon verimi % 90, 70°C'de 4 saat ısıl işlem uygulanan kontrolde ise ekstraksiyon verimi % 77 bulunmuştur.

Adaçayından biyoaktif maddelerin 40°C'deki ekstraksiyonu için % 70 etanolü su / petrol eteri kullanılarak gerçekleştirilen ultrases uygulamasında verimin çözelti polarlığı artıkça arttığı ve ekstraksiyonun klasik yöntemlerden daha kısa sürede (20 dakika) gerçekleştiği, bu sürenin ekstraksiyon koşullarına ve ultrases uygulanacak bitki materyaline göre değişebileceği belirtilmiştir (Velickovic ve diğ., 2006).

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

ultrases uygulamasının ekstraksiyon kinetiğini ve ekstraktın kalitesini de arttırdığını, en uygun işlemin de % 64'lük etanolle 60 °C'da 25 dakika süreyle uygulanan ultrasonik ekstraksiyonla elde edildiği vurgulanmıştır. Şeran (2013)'nın yaptığı çalışmada, çörekotu ve kolza tohumlarına 20 kHz sabit frekansta, % 30 genlikte, % 70, % 80, % 96 etanol konsantrasyonlarında soğuk pres öncesi ultrases destekli ön işlem uygulanmıştır. Çörek otu tohumuna presleme öncesinde uygulanan ısıl ön işlemin, pres yağlarının oksidasyon stabilitelerinin azalmasına neden olduğu görülmüştür. Etanol ortamında uygulanan ultrasonik destekli ön işlem sonunda elde edilen pres yağlarının oksidasyon stabilitesi ise 29 saatten 63 saate yükselirken, aynı yağın serbest asit içeriği ise % 5 civarından % 2,6'ya düştüğü gözlenmiştir. Kolza tohumuna uygulanan ısıl ön işlem sonunda, presleme ile elde edilen yağın oksidasyon stabilitesi 32 saatten 49 saate yükselirken, serbest asit içeriği % 1'den % 0,7'e düştüğü ifade edilmiştir. Kolza tohumlarının ultrasonik destekli alkollü ön işlemi sonunda ise, bu değerler sırasıyla 54 saat ve % 0,6 olarak ölçüldüğü belirtilmiştir.

Karataş (2015)'in susam tohumlarında yaptığı bir çalışmada 165°C ve 210°C sıcaklık değerlerinde, 5 ve 25 dakika kavurma işlemi; 2450, 1330, 931, 665 ve 399 MHz güçlerinde, 1 cm ve 2 cm derinliğinde mikrodalga işlemi; 20 kHz frekansta, 75 ve % 90 genliklerinde, 1/5 ve 1/10 katı: sıvı oranlarında, % 50, % 75, % 96 etanol oranlarında, 15 ve 30 dakika sürelerinde ultrases işlemi uygulanmıştır. Susam tohumlarında yağ miktarları 210°C kavurma ile % 48,7'den % 56,6'ya, mikrodalga uygulamada 1 cm derinlikte orta derecedeki güçte % 63,3'e, katı/sıvı:1/10 ultrasonik uygulamada ise % 62,5'e yükseldiğini gözlemlemiştir.

Bu çalışmada zeytinyağı üretiminin malaksasyon aşamasında ultrases uygulaması ve malaksasyon işleminden önce yaprak ilavesinin zeytinyağı verimi ve kalitesine etkisi araştırılmıştır. Denemelerde Ayvalık zeytin çeşidine uygulanan ultrases süresi olarak 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 dakikalık ultrases, % 2 ve % 5 yaprak ilave edilen Ayvalık zeytin çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada olgunluk indeksi, yağ verimi ve zeytinyağı örneklerinin duyusal analizleri yapılarak serbest yağ asitliği, peroksit değeri, oksidatifstabilite, UV ışığında özgül soğurma değerleri incelenmiştir.

2. YÖNTEM

2.1 Materyal

2.1.1 Zeytin

Çalışmada; 2014-2105 ve 2015-2016 hasat yıllarında Aydın ili Çine ilçesinde bulunan koleksiyon bahçesinden mesafe aralıkları 2 m olan 24 ağaç belirlenerek elle hasat edilen Ayvalık çeşidi zeytinler kullanılmıştır. Her bir ekstraksiyon işlemi için 3500 g zeytine % 2 ve % 5 oranında yaprak ilave edilmiştir. Çalışmada kullanılan zeytinlerin hasat tarihleri Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1: Zeytin örneklerinin hasat tarihleri.

Hasat Dönemi	Hasat Tarihi
2014-2015 sezonu	27.10.2014
2015-2016 sezonu	02.11.2015



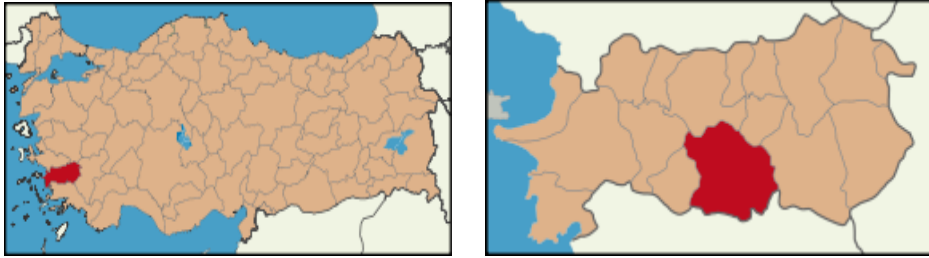
Şekil 2.1: Aydın ili, Çine ilçesindeki koleksiyon bahçesindeki mevcut Ayvalık çeşidi zeytin ağaçları.

Erken hasat edilen zeytinlerin görünümleri Şekil 2. 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2.2: Ayvalık zeytini

Menderes havzasının güneyinde, ırmağın bir kolu olan Çine çayının suladığı yeşil alanlara bakan Madran dağının güneybatı eteklerinde bulunan Çine ilçesi; Karpuzlu, Koçarlı, Aydın merkez, Yenipazar ve Bozdağın ilçeleri ve Muğla İli Yatağan ilçesi ile sınırı olup, il merkezine 37 km mesafededir. Yüzölçümü 943 km² olan İlçemizin % 70'i dağlık, % 30'u ovadır. Genel bitki örtüsü; çam ormanı, zeytinlikler ve makiliktir. Zeytin ağacı için en uygun yetiştirme koşulları pH 5- 8,5 arasında değişen tınlı, tınlı-kumlu, killi-tınlı, kumlu-tınlı, milli-tınlı topraklardır (Hasat yayıncılık, 2008). Türkiye’deki zeytin yetiştiriciliğinde zeytinin optimum gelişmesi için yıllık ortalama sıcaklık değeri 17,8 °C civarındadır (Efe ve diğ. 2011).



Şekil 2.3: Zeytinlerin alındığı bahçenin coğrafi konumu

Coğrafi konumundan dolayı Çine ilçesi, Akdeniz iklimi özellikleri göstermektedir. Tablo 2.2’ de Aydın İlinin aylara göre ortalama sıcaklıkları, Tablo 2.3’de de Aydın İlinin aylara göre ortalama yağış miktarları verilmiştir.

Tablo 2.2: Aydın İlinin aylara göre ortalama sıcaklıkları (°C) (Anonim, 2017^a).

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2014	9.5	9.5	12.0	16.3	20.8	24.1	27.4	28.0	23.2	18.4	12.7	11.4
2015	8.0	9.1	11.8	14.4	21.4	23.3	27.6	27.8	25.0	19.2	13.3	5.0
2016	7.5	12.6	12.6	18.5	20.8	27.7	29.5	29.3	23.8	19.2	13.3	5.4

Tablo 2.3: Aydın İlinin aylara göre ortalama yağış miktarları (mm) (Anonim, 2017^a)

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2014	36.3	23	77.8	39.4	12.6	48.6	0.2	14.9	38.6	29.7	57.6	131.7
2015	84.3	90	57.8	16.4	81.7	44.6	0.1	17.2	28.9	23.4	33.4	0
2016	87.5	17.8	77.6	9.2	21.2	0	0	1.4	54.5	0.1	44.7	7.5

2.1.2 Zeytin Yaprağı

Zeytin ağaçlarının uç kısımlarından toplanan taze yapraklar 50 °C’de tepsili kurutma kabini içinde kurutulmadan önce 5 mm boyunda olacak şekilde dilimlenmiştir. Hasattan sonra yapraklar en fazla 24 saat içinde kurutulmuştur. Yaprak örnekleri tepsili kurutma kabini içinde (Yücebaş Makine Ticaret Ltd. Şti., İzmir) kurutulmuştur. Kurutma kabini özellikleri Tablo 2.4’ de genel görünümü ise Şekil 2.4’de gösterilmiştir.



Şekil 2.4: Kurutma kabini genel görünümü.

Tablo 2.4: Tepsili kurutma kabininin teknik özellikleri

Özellikler	Değerler
Dış Genişlik	80 cm
Dış Derinlik	60 cm
Dış Yükseklik	110 cm
Kabin İç Boyutları	70 x 55 x 100
Çalışabilir Sıcaklık Aralığı	40°C - 120°C
Çalışabilir Bağıl Nem (RH) Aralığı	%20 - %95
Çalışabilir Hava Hızı Aralığı	0 – 2 m/s
Programlama	Kabin içindeki sıcaklık ve bağıl nem dijital olarak ayarlanır ve izlenebilir.
Tepsi Özellikleri	40x60 cm ebadında, delikli paslanmaz çelik telden elek şeklinde yapılmış sabit olmayan 4 adet tepsi

Örneklerin başlangıç nem içeriklerinin hesaplanabilmesi için 105°C sıcaklıktaki etüvde sabit tartıma gelinceye kadar kurutulmuştur.

$$\text{Nem İçeriği } M_t = (m - KM) / KM \quad (2.1)$$

Denklem (2.1)'de;

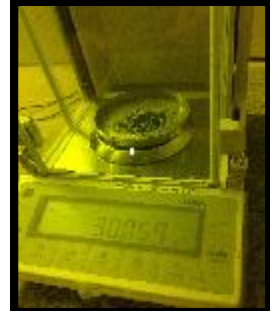
M_t : Herhangi bir t anındaki nem içeriği (g su / g kuru madde)

m : Numunenin ağırlığı (g)

KM : Numunenin içerdiği kuru madde miktarı (g) olarak tanımlanmıştır.

Ön işlemin ardından kurutulacak olan zeytin yaprağı örnekleri 5 mm boyunda dilimlenmiştir. Her bir paralel için tek sıra tabaka oluşturacak şekilde tepsilere yerleştirilmiştir.

Kurutma denemeleri, Yücebaş Makine Tic. Ltd. Şti. (İzmir) tarafından üretilen tepsili kurutma kabininde 50 °C sıcaklıkta 0,3 m/s hava hızında, 2 paralel ve 2 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Kurutma süresince, ilk yarım saat içinde her 5 dakikada bir, daha sonra her 30 dakikada bir örnekler sabit tartıma gelinceye kadar kuruma periyodu takip edilmiştir. Şekil 2.5'de Ayvalık çeşidi zeytin ağaçlarından elden edilen zeytin yaprakları ve tartım aşamaları gösterilmiştir.



Şekil 2.5: Ayvalık zeytini yaprak örnekleri

2.2 Yöntem

2.2.1 Fiziksel Analizler

2.2.1.1 Olgunluk İndeksi

3 Paralel olarak yapılan olgunluk indeksi; daha önceden tespit edilen ağaçlardan tesadüfi olarak seçilen 100 zeytinde Boskou (1996) göre yapılmıştır.

Zeytinler ikiye kesilerek;

0= Meyve kabuğu koyu yeşil,

1= Meyve kabuğu sarı ya da sarımsı yeşil,

2= Meyve kabuğu sarımsı yeşil ancak üzeri kırmızımsı noktalı,

3= Meyve kabuğu kırmızımsı ya da hafif violet,

4= Meyve kabuğu siyah ve meyve eti tamamen yeşil,

5= Meyve kabuğu siyah ve meyve eti çekirdeğin yarısına doğru violet renkte,

6= Meyve kabuğu siyah ve meyve eti hemen çekirdeğe kadar violet,

7= Meyve kabuğu siyah ve meyve eti tamamen siyah olmak üzere 8 kategoriye göre sınıflandırılmıştır.

Olgunluk indeksi; her sınıfa giren meyve adedi o sınıf değeri ile çarpılarak toplanıp, değerlendirilen toplam meyve sayısına bölünerek hasata uygunluk derecesi hesaplanmıştır.

$$\text{Olgunluk indeksi} = (0 \cdot n_0) + (1 \cdot n_1) + (2 \cdot n_2) + \dots + (7 \cdot n_7) / 100 \quad (2.2)$$

n=Kendi kategorisindeki zeytin sayısı

2.2.1.2 Zeytinyağı Eldesi

Her bir ekstraksiyon işlemi için 3500 g zeytine % 2 ve % 5 oranında yaprak ilave edilmiş, çekiçli kırıcısı olan Abencor sisteminde (MC2 Ingenieria Sistemas, Seville, Spain) kırıldıktan sonra malaksasyon aşamasında titanyum problu 26 kHz ve 200W ultrasonik frekansta tank hacmi 3 L olan ultrases cihazı (Hielscher UP200, Germany) ile 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 dak ultrases uygulamasıyla birlikte toplam 40 dak yoğurma işlemi gerçekleştirilmiş, 5000 devir/dak.'lık santrifüjleme işlemi ile katı ve sıvı fazları birbirinden ayrılmıştır. Karasuyu doğal dekantasyona bırakılıp ayrıştırılan zeytinyağı, pamuk filtreden geçirilip safsızlıklarından arındırılmış ve kimyasal analizlerin yapılacağı zamana kadar siyah renkli cam şişelerde +4°C 'de muhafaza edilmiştir. Şekil 2.6'de zeytinyağlarının elde edildiği Abencor sistem, Şekil 2.7'de ise zeytinyağının filtrasyonu ve ambalajlanması gösterilmiştir.



Şekil 2.6: Abencor sistemi.



Şekil 2.7: Zeytinyağının filtrasyonu ve ambalajlanması.

2.2.1.3 Yağ Tayini

Yağ tayini TS 973'e göre yapılmıştır. Bu yöntemle % yağ tayini yapmak için homojen bir şekilde kırılan zeytin örneklerinden 15'er g. petri kaplarına tartım yapılır. Tartımı yapılan örnekler $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de sabit tartıma gelinceye kadar kurutulur. İçinde nem kalmayınca kadar etüvde kuruyan örnekler daha sonra soğuması için desikatöre alınır ve tekrar tartım yapılır. Kurutulmuş örnekler kaba filtre kağıdına yerleştirilerek Soxhlet Ekstraksiyon cihazında çözücü (n-hekzan) ile 8 saat ekstraksiyona tabi tutulur. Süre sonunda ekstraksiyon durdurulur. Balonun içerisindeki çözücünün büyük bir kısmı geri alınır. Bu işlem sırasında yağ balonu içerisinde toplanan yağın yanmamasına dikkat edilmelidir. Geriye kalan az miktardaki çözücünün uzaklaştırılması için cam balon $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de sabit tartıma gelinceye kadar bekletilir. Balonun son ağırlığı kaydedildikten sonra içindeki yağ miktarı % yağ olarak hesaplanır. Ekstraksiyon verimleri her ultrases uygulaması için elde edilmiş 3 tekerrürün ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Ekstraksiyon verimi: $[\text{Ektrakte edilen yağ oranı} / \text{Toplam yağ oranı (\%)}] \times 100$ (2.3)

2.2.2 Kimyasal Analizler

2.2.2.1 Serbest Yağ Asitleri Tayini

Erlen içerisine 10 g yağ 1 mg duyarlılıkla tartıldıktan sonra üzerine 50 ml nötrleştirilmiş alkol eter karışımı ve indikatör olarak 1 ml fenolfitalein çözeltisi ilave edilir. Kuvvetle çalkalayarak 0.1 N sodyum hidroksit ile açık pembe renkte elde

edilinceye kadar titre edilir. Bu pembe renk 5 saniye değişmeden kalmalıdır (Anonymous, 1989). Serbest yağ asitliği % 0,8 ve altında ise naturel sızma zeytinyağı olarak sınıflandırılır (IOC 2016).

Hesaplama:

Serbest yağ asitleri (Oleik asit cinsinden)

$$\% = S.N. * 28,2 / A \quad (2.4)$$

S = Titrasyonda harcanan 0.1 N sodyum hidroksit çözeltisi, ml

N = Titrasyonda kullanılan sodyum hidroksit normalitesi

A = Tartılan numune ağırlığı g

2.2.2.2 Peroksit Sayısı

Peroksit sayısı tayini TS4964 ISO 3960'a göre yapılmıştır.

Peroksit sayısı, 1000 g yağda bağlı peroksit olarak bağlı oksijenin miliekivalent-gram olarak miktarıdır ya da Potasyum İyodür'ü (KI) I₂ ye yükseltgeyen aktif oksijenin miliekivalent gramı şeklinde tanımlanır.

5 gram yağ üzerine 50 ml asetik asit-kloroform (3:2) , 0,5 ml enjektörle doymun KI çözeltisi konarak 1 dakika boyunca yavaşça elle çalkaladıktan sonra 30 ml saf su, 1 ml 5g/1000 ml' lik indikatör olan nişasta çözeltisi konduktan sonra 0,1 N Na₂S₂O₃ ile ilk rengini alana kadar titrasyon yapılır. Eğer peroksit sayısı yüksekse, 1 dakikalık çalkalama boyunca çok koyu renkte sarı olur.

$$P.V: \text{Normalite} * \text{Sarfiyat} * 1000 / \text{Numune miktarı} \quad (2.5)$$

P: Alınan örnek miktarı (g)

V: Sodyum tiyosülfat sarfiyatı (mL)

Peroksit değeri 20 ve altında ise naturel sızma zeytinyağı olarak sınıflandırılır (IOC 2016).

2.2.2.3 UV Işığında Özgöl Soğurma

Zeytinyağların 232 nm ve 270 nm de ölçülen UV ışığında özgöl soğurma değerleri, oksidasyona dayanıklılığın ölçütüdür.

Süzgeç kağıdından süzölmüş 0,25 g numune, 25 ml balon joje de siklohegzanla çözülr. Hızlı karıştırmalarla, 1cm kuvartz küvette siklohegzana karşı, 232, 266, 270, 274 nm de çok hızlı hareket ederek spektrofotometrede ölçümler yapılır.

•Çıkan sonuçlar aldığımız numune miktarının 4 katına bölünerek K_{232} , K_{266} , K_{270} , K_{274} değerleri bulunmuş olur.

$$\bullet \Delta K: K_{270} - (K_{274} + K_{266})/2 \quad (2.6)$$

2.2.2.4 Toplam Klorofil Miktarı

Amerikan Yağ Kimyacıları Derneği'nin (AOCS-American Oil Chemists' Society) spektrofotometrik yöntemine göre 670 nm'de karbontetraklorür ile belirlenmiş, sonuçlar mg/kg olarak hesaplanmıştır. AOCS. 1985. (Official method ch 13d-55. 1985). Official and tentative methods. American Oil Chemists' Society, Champaign Illinois (USA).

2.2.2.5 Oksidatif Stabilité Testi

Çözücüyle (3 örnek) ve mekanik yolla (3 örnek) elde edilen toplam 6 yağ örneği, yaklaşık 40 ml olacak şekilde petri kabına doldurulmuş ve içerisinde ışık bulunan 65 (± 3) °C'deki etüvde 7 gün süre ile oksidasyona maruz bırakılmıştır. Oksidasyonun gelişimini ölçmek için 0. ve 7. günlerde peroksit sayısı değerleri hesaplanmıştır (Velasco ve Dobarganes, 2002; Dıraman, 2007). Peroksit sayısı ve p-anisidin değerlerindeki değişime dayalı olarak aşağıda verilen formöl yardımıyla örneklerin termal oksidatif stabiliteleri hesaplanmıştır:

$$\text{Peroksit sayısındaki değişim \%} = (PS2 - PS1 / PS1) \times 100 \quad (2.7)$$

PS1: 0.gün ölçölen peroksit sayısı

PS2: 7.gün sonrası (ısıl işlem) ölçölen peroksit sayısı

2.2.2.6 Toplam Fenolik Madde Tayini

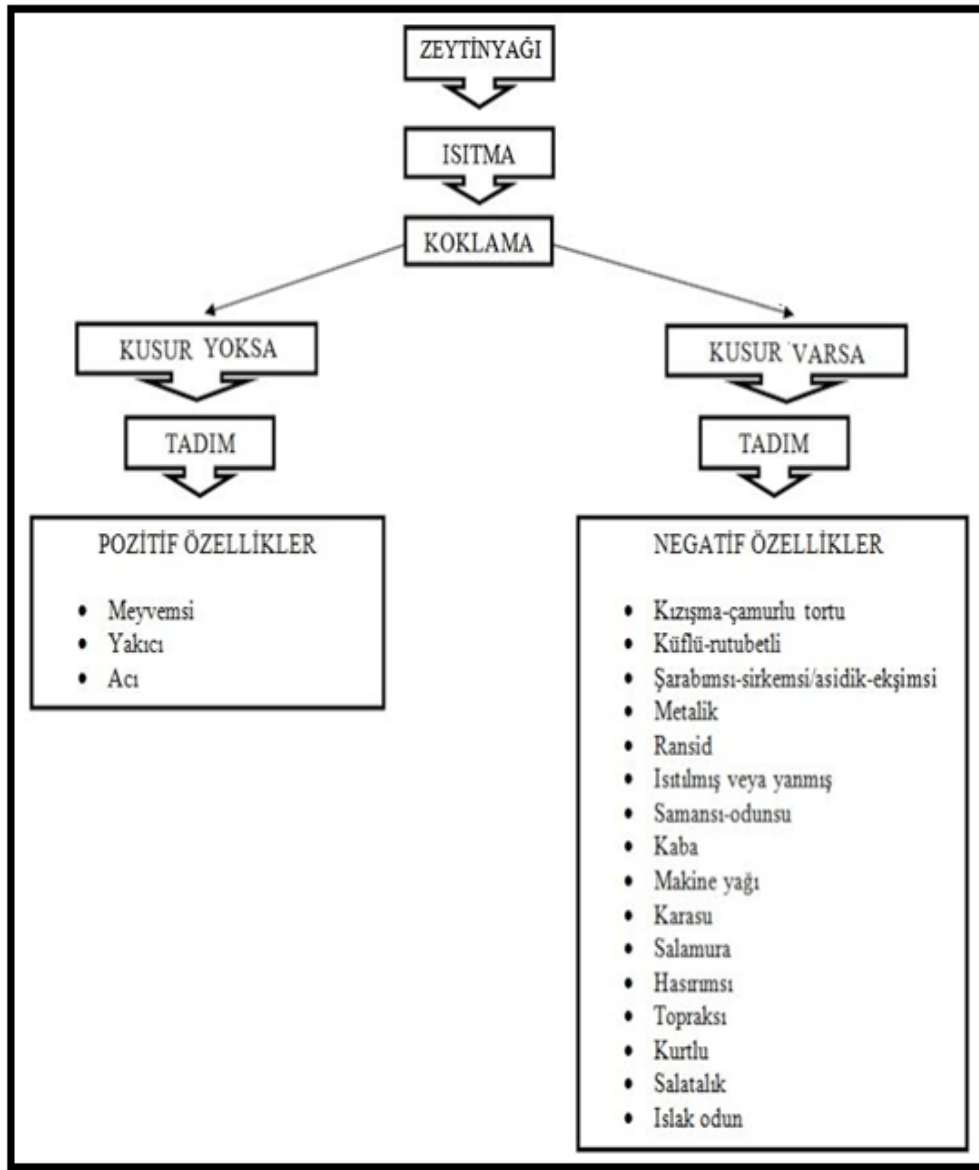
Singleton ve Rossi (1965) tarafından geliştirilen Folin-Ciocalteu spektrofotometrik yöntemine göre 100 mL'lik bir balon jojeye 75 mL saf su konmuş üzerine 1 mL zeytinyağı örneği eklenmiştir. Fenolik madde içeriğinin yüksek miktarda olduğu düşünülen örneklerle 1:5 oranında seyreltme uygulanmıştır. Daha sonra 100 mL'lik balon jojeye 5 mL Folin ayracı eklenip balon joje iyice çalkalanmış ve 3 dakika süreyle dinlenmeye bırakılmıştır. Üç dakika sonunda aynı balon jojeye 10 mL doymuş Sodyum karbonat (Na_2CO_3) eklenmiş ve sonra balon işaret çizgisine kadar saf su ile tamamlanmış ve tekrar iyice çalkalanmıştır. Balon 60 dakika karanlık bir yerde kendi haline bırakıldıktan sonra spektrofotometrede (T80, PG Ins.-UK) 720 nm dalga boyunda aynı şekilde hazırlanmış şahite karşı absorbansı ölçülmüştür.

Zeytinyağı örneklerindeki fenolik madde içeriği gallik asit kullanılarak hazırlanan standart eğriden hesaplanmıştır. Bu amaçla 20 mg gallik asit 50 mL absolü etil alkolde çözündürülerek 400 mg/L konsantrasyonda gallik asit stok çözeltisi hazırlanmıştır. Bu stok çözeltiden 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 ve 5.0 mL alınarak her biri 10 mL'lik ölçü balonlarına aktarılmış, balonlar absolü alkol ile çizgisine tamamlanmıştır. Bu şekilde sırasıyla 40, 80, 120, 160 ve 200 mg gallik asit/L konsantrasyonda çözeltiler hazırlanmıştır. Bu çözeltiler ile 400 mg/L konsantrasyonda hazırlanan stok çözeltiliye zeytinyağı örneklerine uygulanan analiz aşamaları uygulanmış ve yine 720 nm dalga boyunda bu 6 çözeltinin absorbans değerleri saptanmıştır. Bu absorbans değerleri gallik asit konsantrasyonlarına karşı bir grafiğe aktarılmış ve elde edilen verilere linear regresyon analizi uygulanarak gallik asit standart eğrisi ve bu eğriyi tanımlayan eşitliğe ulaşılmıştır.

Örneklerin fenolik madde miktarları, spektrofotometrede belirlenen absorbans değerlerinin standart eğriyi tanımlayan eşitlikte yerine konmasıyla gallik asit eşdeğeri (GAE) hesaplanmıştır. Regresyon eşitliğinden bulunan konsantrasyon değerleri uygulanan seyreltme oranları ile çarpılarak örneklerdeki toplam fenolik madde miktarı hesaplanmıştır.

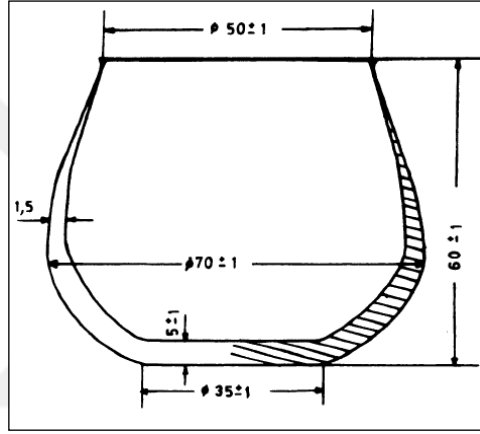
2.2.3 Duyusal Analizler

Zeytinyağı örneklerin duyuşal değerdendirilmesinde COI/T.20/Doc.15/Rev.6-2013 Organoleptic Assessment of Virgin Olive Oil” yöntemi kullanılmıştır. Duyusal analizler Aydın Ticaret Borsası Laboratuvarı tarafından oluşturulan panel grubu tarafından gerçekleştirmiştir.



şekil 2.8: Tadım basamakları

Uygulanan metod seçilmiş ve eğitime tabi tutulmuş 8-12 kişilik bir grup ile gerçekleştirilmiştir. Tadım yapılacak yağ renkli cam kaplara 15 mL konulduktan sonra, kap hafifçe sağa sola eğilerek uçucu ve aromatik bileşenlerinin açığa çıkması sağlanır ve zeytinyağının kokusuna bakılır. Ağıza yaklaşık 3 mL kadar alınan yağ numunesi ile dil üzerinde damağa kadar dağıtılarak arka arkaya nefes alınıp tadım işlemi gerçekleştirilmiş olur. Tadım aralarında bir dilim elma yenmesi veya ağzın oda sıcaklığındaki su ile çalkalanması tavsiye edilir. İki tadım arasında en az 15 dakika bekleme sürresi olmalıdır (Şekil 2.8). Tadım aşamasında kullanılan numune bardaklarının örnekleri Şekil 2.9’ da gösterilmiştir.



Şekil 2.9: Tadım bardağı (Anonim 2007).

Duyusal analizlerde zeytinyağında tespit edilebilen özellikler olumlu ve olumsuz olmak üzere aşağıdaki belirtilmiştir.

2.2.3.1 Olumlu Olarak Nitelendirelen Özellikler

Meyvemsilik

Zeytinin çeşidine bağlı olarak sağlıklı, taze, yeşil, ya da olgun meyveden elde edilen yağın algılanan karakteristik meyvemsi aromasıdır. Yağ yeşil zeytinden elde edilmiş ise aroma yeşil meyveyi anımsatır. Yağ olgun zeytinden elde edilmiş ise aroma yeşil ve olgun meyveyi birlikte anımsatır.

Acılık

Yeşil zeytinden veya rengi dönük zeytinlerden üretilmiş yağın karakteristik ilk tadıdır. Dilin "V" bölgesindeki tat alma hücreleri ile bulunur.

Yakıcılık

Yağın duyuşsal karakteristiği olan yakma hissidir. Çoğunlukla mevsimin başlangıcında hala yeşil olan zeytinlerden üretilen yağlarda hissedilir. Bu his, tüm ağız boşluğunda algılanabilir, özellikle boğazda hissedilir.

2.2.3.2 Olumsuz Olarak Nitelendirelen Özellikler

Kızışma-çamurlu tortu

Kızışma; yığın olarak saklanan veya depolanan zeytinlerden üretilen yağların, anaerobik fermantasyonun ileri safhalarındaki zeytinlerden üretilen yağların,

Çamurlu tortu; depolama tanklarının ya da fiçilerin dibinde biriken tortuyla temasta bırakılan yağların karakteristik tat ve kokusunu tanımlar.

Küflü-rutubetli

Nemli koşullarda uzun süreli depolama sonucunda çok sayıda küf ve mayanın gelişmiş olduğu meyvelerden üretilen yağın karakteristik tat ve kokusudur.

Şarabımsı-sirkemsi/asidik-ekşimsi

Belirli yağların şarap veya sirkeyi hatırlatan karakteristik tat ve kokusudur. Bu tat ve koku, esas olarak zeytinlerdeki, asetik asit, etil asetat ve etanol oluşumuna yol açan fermantasyon sürecinden kaynaklanır. Bu tat ve koku zeytinlerin veya zeytin hamurunun bastırılmasında kullanılan hasırların iyi temizlenmemesi nedeniyle elde edilen yağın aerobik fermantasyonundan kaynaklanır.

Metalik

Metalik tadıdır. Bu tat zeytinin ya da yağın; ezme, karıştırma, presleme veya depolama esnasında metalik yüzeylerle uzun süreli temasta bulunmasından kaynaklanır.

Ransid

Şiddetli bir oksidasyon sürecine maruz kalan yağın karakteristik tat ve kokusudur.

Isıtılmış veya yanmış

Isıtma işleminin yüksek sıcaklıkta ve/veya uzun süreli uygulanması sonucu karakteristik tat ve kokudur. Bu durum, özellikle karıştırma sırasında hamur sıcaklığının yüksek olması sonucu oluşur.

Samansı-odunsu

Kurumuş zeytinlerden üretilmiş yağların karakteristik tadı

Kaba

Bazı eski yağların ağızda yarattığı kalın macunsu histir.

Makine yağı

Yağın, mazot, makine yağı veya mineral yağı anımsatan tadıdır.

Karasu

Yağın, karasu ile uzun süreli teması sonucu fermente olmasından kaynaklanan tattır.

Salamura

Salamura zeytinlerden elde edilmiş yağın tadıdır.

Hasırmsı

Yeni hasırlara bastırılmış zeytinlerden elde edilen yağın karakteristik tadıdır.

Topraksı

Topraklı veya çamurlu olarak toplanmış ve uygun şekilde yıkanmamış zeytinlerden elde edilmiş yağın tadıdır.

Kurtlu

Zeytin sineği (*Bactrocera oleae*) kurtların yoğun zararına uğramış zeytinlerden elde edilen yağın tadıdır.

Salatalık

Yağın, özellikle hava geçirmez teneke kaplarda çok uzun süre depolanması sonucu oluşan 2-6 nonadienalden kaynaklanan tattır.

Islak odun

Don zararına uğramış zeytinlerden elde edilmiş yağın tadıdır.

Panalistlerin kullandığı zeytinyağı tadım profil kağıdı Şekil 2.10'da verilmiştir.

NATÜREL ZEYTİNYAĞI TADIM PROFİL KAĞIDI

KUSURLARIN ALGILANMASI

Kızıpma-çamurlu tortu _____→

Küflü-rutubetli-toprakı _____→

Şarabimsi-sirkemsi-asit-ekşi _____→

Islak Odun _____→

Eskimiş-bayat _____→

Diğerleri (belirtiniz) _____→

Metalik ☐ Odunumsu-samanumsu ☐ Kurtlu ☐ Kaba ☐ Salamura ☐

Isıtılmış-yanmış ☐ Karasu ☐ Halfa otu ☐ Salatalık ☐ Makine yağı ☐

POZİTİF ÖZELLİKLERİN ALGILANMASI

Meyvensilik _____→
yeşil ○ olgun ○

Acılık _____→

Keskin/Yakıcılık _____→

Tarih:

Tadımcının adı:

Numune kodu:

Yorumlar:

Şekil 2.10: Zeytinyağı tadım profil kağıdı (Anonim 2007).

Panelistlerin değerlendirilmesi

Duyusal analizlerde temel eğitimi almış tadımcıların performanslarının, standartlara uygunluğu değerlendirilmektedir. Bu sebeple IOOC standartında (IOOC, 2007a), RIp (tekrarlanabilme indeksi) ve DI (sapma indeksi) hesaplamaları için bazı formüller kullanılmaktadır.

$$R_{Ip} = [(X_1 - X_2)^2 + 1] / n \quad (2.8)$$

X_1 : Panelistin tek bir özellik için verdiği ondalık sayı

X_2 : Panelistin tek bir özellik için tekrar verdiği ondalık sayı

n : Örnek sayısı

$$DI = 1 + [(X_1 - Y_1)^2 + (X_2 - Y_2)^2] / 2n \quad (2.9)$$

Y₁ : Aynı özellik için hesaplanan medyan değeri

Y₂ : Aynı özellik için tekrarın hesaplanan medyan değeri

n : Örnek sayısı

Bu formülasyonlara göre hesaplamalar tüm pozitif özellikler ve kusurlar için tek tek yapılmış, içlerinden maksimum olan değerler RI_p max ve DI max olarak seçilmiştir. Değerlendirme ise maksimum değerler eğer, 3'e eşit veya ondan küçükse tadımcı kabul edilebilir, eğer 3'ün üstündeyse duyuşsal analiz tekrar yapılmalıdır. "Yemeklik Zeytinyağı ve Yemeklik Prina Yağı Hakkında Tebliğ"ne göre naturel zeytinyağı örneklerinin duyuşsal analiz sonuçlarına göre sınıflandırılması Tablo 2.5'de verilmiştir.

Tablo 2.5: Natürel zeytinyağı örneklerinin derecelendirilmesi (Anonim 2010).

	Meyvemsi Özellik Ortancası/Medyanı (Mf)	Kusurların Ortancası/Medyanı (Md)
Natürel Sızma Zeytinyağı	Mf >0	Md=0
Natürel Birinci Zeytinyağı	Mf >0	0 < Md ≤ 3,5
Ham zeytinyağı*		Md > 3,5

*Meyvemsi özellik ortancası 0'a eşit olduğunda kusurların ortancası 3,5' a eşit ya da 3,5' dan küçük olsa bile ham zeytinyağı olarak kabul edilir.

2.2.4 İstatistiksel Analizler

İki paralelli ve üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilen denemeler sonucunda elde edilen veriler SPSS 16.0 (IBM Corporation, NY, ABD) istatistik paket programı kullanılarak istatistiksel değerlendirme yapılmıştır. Gruplar arası farkın öneminin belirlenmesinde varyans analizi (Anova) ve gruplar arası farklılığın belirlenmesinde Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Ayvalık çeşidi zeytinlere yaprak ilave edilmeden ve % 2 ile % 5 oranında yaprak ilavesi ile farklı sürelerde ultrases uygulanıp malaksasyon işlemine tabi tutularak zeytinyağları elde edilmiştir.

3.1 Malaksasyon Aşamasında Meydana Gelen Sıcaklık Değişimleri

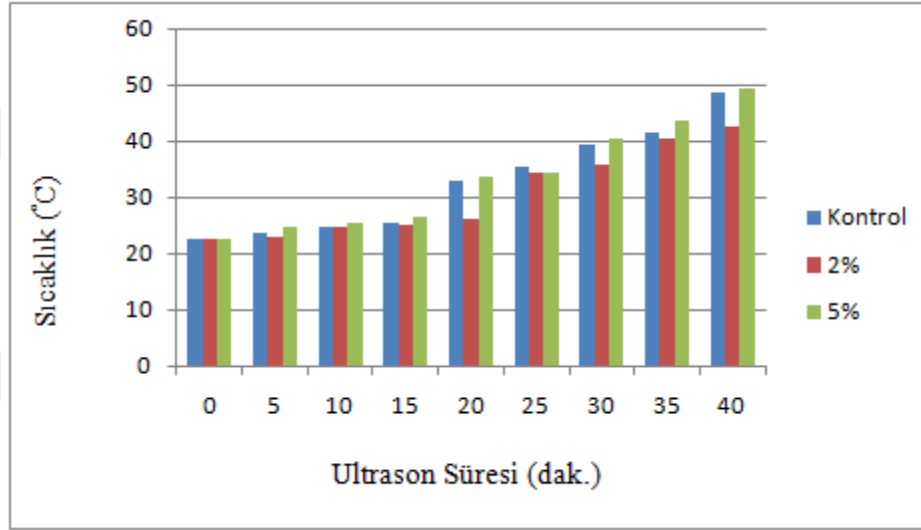
Çalışmamızın yoğurma aşamasında meydana gelen sıcaklık değişimleri Tablo 3.1.'de, verilmiştir.

Tablo 3.1: Farklı hasat yıllarında farklı sürelerde uygulanan ultrases işleminde sürelerin ve yaprak ekleme miktarlarının sıcaklığa etkisi

Yaprak Miktarı (%)	Ultrases Uygulama Süresi	Malaksasyon süresi (dak.)	Giriş Sıcaklığı (°C)	Çıkış sıcaklığı	Giriş Sıcaklığı	Çıkış sıcaklığı
2014-2015			2015-2016			
	0	40	20.70	22.65	20.50	23.33
	5	35	20.70	23.52	20.50	24.17
	10	30	20.70	24.73	20.50	25.66
	15	25	20.70	25.32	20.50	26.38
Kontrol	20	20	20.70	32.93	20.50	31.49
	25	15	20.70	35.27	20.50	36.71
	30	10	20.70	39.16	20.50	38.20
	35	5	20.70	41.51	20.50	40.46
	40	0	20.70	48.73	20.50	46.31
	0	40	20.70	22.65	20.50	23.33
	5	35	20.70	22.85	20.50	23.85
	10	30	20.70	24.78	20.50	25.71
	15	25	20.70	24.90	20.50	25.42
2%	20	20	20.70	26.24	20.50	27.35
	25	15	20.70	34.40	20.50	32.54
	30	10	20.70	35.78	20.50	36.81
	35	5	20.70	40.22	20.50	39.36
	40	0	20.70	42.54	20.50	41.40
	0	40	20.70	22.65	20.50	23.33
	5	35	20.70	24.71	20.50	26.60
	10	30	20.70	25.30	20.50	26.38
	15	25	20.70	26.28	20.50	28.60
5%	20	20	20.70	33.66	20.50	33.46
	25	15	20.70	34.30	20.50	36.90
	30	10	20.70	40.35	20.50	40.34
	35	5	20.70	43.47	20.50	42.48
	40	0	20.70	49.45	20.50	48.70

2014-2015 yılında gerçekleştirilen çalışmamızda malaksasyon başlamadan önceki sıcaklık 20.7 °C bulunmuştur. Aynı çalışmada ultrases uygulanarak yapılan yoğurma işleminda zeytin hamurunda sıcaklık 22.65 ile 49.45 °C arasında bulunmuştur. Ultrases uygulama muameleleri arasındaki en yüksek sıcaklık farkı 26.80 °C ile 5 ile 40 dakikalık uygulamalar arasında bulunmuştur.

2015-2016 yılında da başlangıç sıcaklığı 20.50 °C iken uygulama sonrasında sıcaklıklar 23.33 ile 48.70 °C arasında değişerek sıcaklık farkı maksimum 25.37 °C olmuştur. İki yılda da sıcaklık artış miktarları paralellik göstermiştir.



Şekil 3.1: Ultrases süresine bağlı sıcaklık değişimi.

3.2 Ekstraksiyon Verimi

Yaprak ilave edilmemiş ve % 2 ile % 5 oranında yaprak ilave edilmiş zeytinlerin kırma işleminden sonra farklı sürelerde ultrases uygulanarak ekstrakte edilen yağ miktarlarına göre ekstraksiyon verimleri Tablo 3.2’de gösterilmiştir.

Tablo 3.2 Farklı Hasat yıllarında farklı sürelerde uygulanan ultrases işleminde sürelerin ve yaprak ekleme miktarlarının ekstraksiyon verimlerine etkileri.

Yaprak (%)	Ultrases uygulama süresi (dak)	Toplam yağ oranı (%)		Ekstrakte edilen yağ oranı (%)		Ekstraksiyon verimi (%)	
		2014-2015	2015-2016	2014-2015	2015-2016	2014-2015	2015-2016
	0	23.51±0.29	24.67±0.31	10.49 ^b ±1.09	10.53 ^b ±1.12	44.65 ^d ±5.33	42.70 ^d ±3.87
	5	23.51±0.29	24.67±0.31	10.55 ^b ±1.10	10.74 ^b ±1.09	44.89 ^d ±4.22	43.56 ^c ±6.13
	10	23.51±0.29	24.67±0.31	10.62 ^b ±1.22	10.90 ^b ±1.11	45.18 ^{cd} ±6.40	44.22 ^{bc} ±5.41
	15	23.51±0.29	24.67±0.31	10.79 ^b ±1.25	11.13 ^{ab} ±0.71	45.93 ^c ±5.68	45.13 ^a ±4.12
Kontrol	20	23.51±0.29	24.67±0.31	10.67 ^b ±1.12	11.00 ^{ab} ±0.68	45.40 ^c ±5.40	44.61 ^b ±5.41
	25	23.51±0.29	24.67±0.31	10.53 ^b ±1.17	10.97 ^b ±0.75	44.83 ^d ±4.40	44.48 ^b ±4.55
	30	23.51±0.29	24.67±0.31	10.02 ^{bc} ±0.75	10.36 ^b ±1.15	42.65 ^e ±4.23	42.01 ^d ±4.28
	35	23.51±0.29	24.67±0.31	9.92 ^c ±0.81	9.98 ^c ±1.23	42.20 ^e ±5.86	40.49 ^{ef} ±5.07
	40	23.51±0.29	24.67±0.31	9.72 ^c ±0.68	9.74 ^c ±1.05	41.35 ^f ±4.17	39.52 ^f ±4.68
	0	22.34±0.24	25.44±0.22	10.10 ^b ±0.85	10.97 ^b ±1.22	45.21 ^{cd} ±5.21	43.16 ^{cd} ±4.72
	5	22.34±0.24	25.44±0.22	10.67 ^b ±1.13	11.19 ^{ab} ±0.87	47.76 ^b ±4.34	44.02 ^c ±5.21
	10	22.34±0.24	25.44±0.22	10.72 ^b ±1.25	11.31 ^a ±0.75	47.98 ^b ±4.75	44.49 ^b ±4.86
	15	22.34±0.24	25.44±0.22	11.23 ^a ±1.47	11.59 ^a ±0.65	50.26 ^a ±6.75	45.59 ^a ±5.09
2	20	22.34±0.24	25.44±0.22	11.10 ^{ab} ±1.10	11.40 ^a ±1.12	49.68 ^a ±5.80	44.85 ^a ±5.41
	25	22.34±0.24	25.44±0.22	11.00 ^{ab} ±1.08	11.37 ^a ±1.13	49.23 ^a ±5.51	44.73 ^{ab} ±4.45
	30	22.34±0.24	25.44±0.22	10.45 ^b ±1.05	11.09 ^{ab} ±1.15	46.77 ^b ±4.82	43.63 ^c ±4.68
	35	22.34±0.24	25.44±0.22	9.75 ^c ±0.71	10.53 ^b ±0.81	43.64 ^c ±4.11	41.43 ^c ±5.07
	40	22.34±0.24	25.44±0.22	9.55 ^c ±0.65	10.39 ^b ±0.98	42.74 ^c ±5.07	40.88 ^d ±5.11
	0	25.46±0.35	26.10±0.24	11.09 ^{ab} ±1.25	10.94 ^b ±0.69	43.56 ^c ±4.33	41.94 ^c ±3.55
	5	25.46±0.35	26.10±0.24	11.14 ^{ab} ±1.38	11.21 ^a ±0.75	43.78 ^{de} ±4.73	42.96 ^d ±4.33
	10	25.46±0.35	26.10±0.24	11.17 ^{ab} ±1.41	11.40 ^a ±1.12	43.94 ^d ±5.21	43.71 ^c ±3.94
	15	25.46±0.35	26.10±0.24	11.41 ^a ±1.40	11.73 ^a ±1.13	44.85 ^d ±4.21	44.96 ^a ±6.08
5	20	25.46±0.35	26.10±0.24	11.17 ^{ab} ±1.35	11.56 ^a ±1.09	43.91 ^d ±3.62	44.30 ^{bc} ±4.06
	25	25.46±0.35	26.10±0.24	10.72 ^b ±1.21	11.49 ^a ±0.82	42.14 ^e ±5.40	44.06 ^c ±4.45
	30	25.46±0.35	26.10±0.24	10.49 ^b ±1.07	11.17 ^{ab} ±1.42	41.24 ^f ±4.41	42.80 ^d ±4.72
	35	25.46±0.35	26.10±0.24	10.54 ^b ±1.11	10.46 ^b ±1.04	41.43 ^f ±6.14	40.09 ^f ±5.12
	40	25.46±0.35	26.10±0.24	10.36 ^b ±1.02	10.11 ^b ±1.08	40.71 ^g ±3.90	38.75 ^g ±5.24

Değerler 3 ölçümün ortalaması ± Standart Sapması olarak gösterilmiştir. Farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında Tukey Çoklu Karşılaştırma Testine göre %5 düzeyinde farklılık vardır.

En iyi ekstraksiyon verimi 2014-2015 yılı için % 50,26 ve 2015-2016 yılı için % 45,59 değerleri ile % 2 yaprak ilavesi yapılan 15 dak ultrases uygulamasından elde edilmiştir. Yaprak ilave edilmeyen kontrol örneklerinden elde edilen verim değerleri

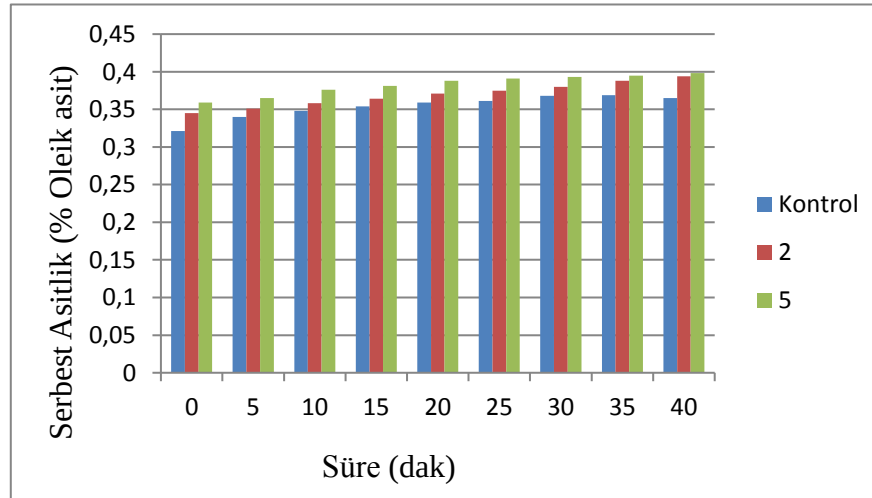
% 5 yaprak ilavesi yapılan örneklerin verim değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ekstraksiyon verimi, ultrases uygulaması ile ilk önce artış daha sonra azalma eğilimi ile iki hasat yılında da paralellik göstermiştir. % 5 yaprak ilavesi yapılan uygulamada en düşük verim değerleri elde edilmiştir.

3.3 Serbest Asitlik Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Birbirini takip eden iki ayrı yılda hasat edilen, farklı oranlarda yaprak ilavesi yapılmış ve malaksasyon aşamasında farklı sürelerde uygulanan ultrases uygulamasının sonucunda elde edilen naturel zeytinyağlarının serbest yağ asitliklerinin ortalama değerleri Tablo 3.3 ve Tablo3.4’ de verilmiştir.

Tablo 3.3: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases işleminde sürelerin ve yaprak ekleme miktarlarının serbest asitlik değerinde meydana getirdiği değişimler.

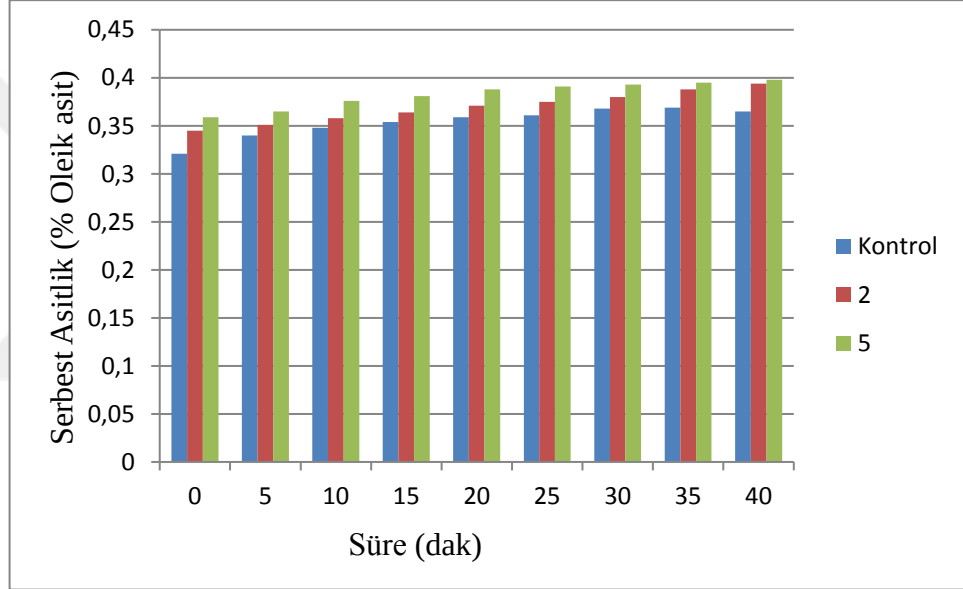
Serbest asitlik (% Oleik asit) $\pm$ standart sapma)									
Yaprak Ekleme Miktarları (%)	Süre (dak)								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Kontrol	0,321 ^g $\pm$ 0,04	0,340 ^f $\pm$ 0,05	0,348 ^{fe} $\pm$ 0,03	0,354 ^e $\pm$ 0,02	0,359 ^d $\pm$ 0,01	0,361 ^d $\pm$ 0,05	0,368 ^{dc} $\pm$ 0,03	0,369 ^{dc} $\pm$ 0,01	0,365 ^d $\pm$ 0,03
2	0,345 ^f $\pm$ 0,01	0,351 ^e $\pm$ 0,03	0,358 ^{de} $\pm$ 0,02	0,364 ^d $\pm$ 0,02	0,371 ^c $\pm$ 0,04	0,375 ^c $\pm$ 0,01	0,380 ^b $\pm$ 0,03	0,388 ^b $\pm$ 0,04	0,394 ^a $\pm$ 0,02
5	0,359 ^d $\pm$ 0,03	0,365 ^d $\pm$ 0,04	0,376 ^c $\pm$ 0,01	0,381 ^b $\pm$ 0,03	0,388 ^b $\pm$ 0,03	0,391 ^a $\pm$ 0,02	0,393 ^a $\pm$ 0,01	0,395 ^a $\pm$ 0,02	0,398 ^a $\pm$ 0,03



Şekil 3.2: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının serbest asitlik değerlerinde meydana getirdiği değişimler.

Tablo 3.4: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases işleminde sürelerin ve yaprak ekleme miktarlarının serbest asitlik değerinde meydana getirdiği değişimler.

Serbest asitlik (% Oleik asit) $\pm$ standart sapma)									
Yaprak Ekleme Miktarları (%)	Süre (dak)								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Kontrol	0,321 ^a $\pm$ 0,04	0,340 ^a $\pm$ 0,05	0,348 ^{fe} $\pm$ 0,03	0,354 ^c $\pm$ 0,02	0,359 ^d $\pm$ 0,01	0,361 ^d $\pm$ 0,05	0,368 ^{dc} $\pm$ 0,03	0,369 ^{dc} $\pm$ 0,01	0,365 ^d $\pm$ 0,03
2	0,345 ^f $\pm$ 0,01	0,351 ^c $\pm$ 0,03	0,358 ^{de} $\pm$ 0,02	0,364 ^d $\pm$ 0,02	0,371 ^c $\pm$ 0,04	0,375 ^c $\pm$ 0,01	0,380 ^b $\pm$ 0,03	0,388 ^b $\pm$ 0,04	0,394 ^a $\pm$ 0,02
5	0,359 ^d $\pm$ 0,03	0,365 ^d $\pm$ 0,04	0,376 ^c $\pm$ 0,01	0,381 ^b $\pm$ 0,03	0,388 ^b $\pm$ 0,03	0,391 ^a $\pm$ 0,02	0,393 ^a $\pm$ 0,01	0,395 ^a $\pm$ 0,02	0,398 ^a $\pm$ 0,03



Şekil 3.3: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının serbest asitlik değerlerinde meydana getirdiği değişimler

2014-2015 ve 2015-2016 hasat yıllarında yaprak ilavesi ve ultrases uygulamasıyla elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asitliğindeki değişimi sırasıyla 0,321-0,398 ve 0,412-0,497 değerleri arasında değişim göstermiştir. Her iki yılda da ultrases uygulaması sonrasında serbest asitlik artmış, 2015-2016 yılında serbest asitlik değerleri 2014-2015 yıllarındaki serbest asitlik değerlerine göre daha yüksek çıkmıştır. Bu artışın iklim koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca % 5 yaprak ilavesi ile gerçekleştirilen ultrases uygulamasında serbest asitlik

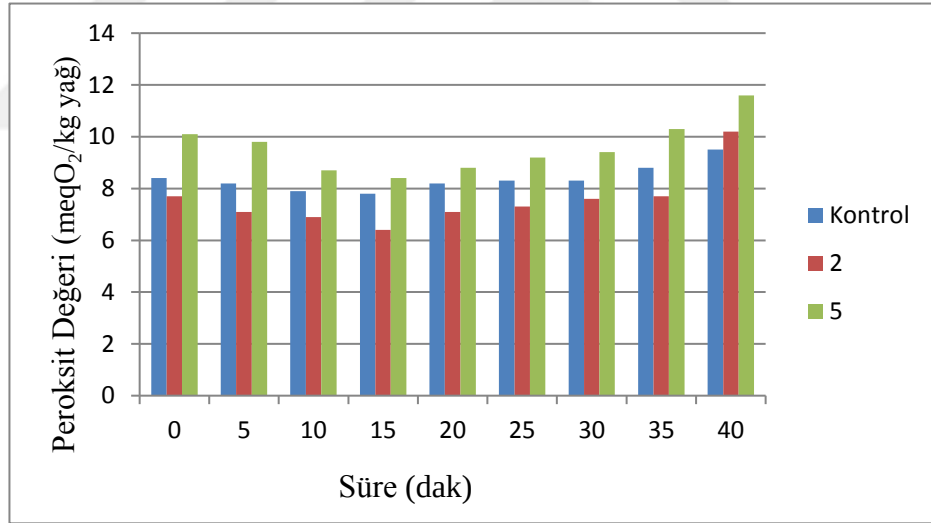
değerlerinin, kontrol ve % 2 yaprak ilavesi yapılmış uygulamalara göre daha yüksek olduğu bulunmuştur.

3.4 Peroksit Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Tablo 3.5: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases işleminde sürelerin ve yaprak ekleme miktarlarının peroksit değerine etkisi.

Peroksit değerleri (meqO ₂ /kg yağ) ± standart sapma									
Yaprak Ekleme Miktarları (%)	Süre (dak)								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Kontrol	8,4 ^c ±0,26	8,2 ^c ±0,10	7,9 ^{cd} ±0,26	7,8 ^{cd} ±0,10	8,2 ^c ±0,17	8,3 ^c ±0,10	8,3 ^c ±0,10	8,8 ^c ±0,10	9,5 ^b ±0,10
2	7,7 ^{cd} ±0,10	7,1 ^d ±0,26	6,9 ^d ±0,10	6,4 ^a ±0,10	7,1 ^d ±0,26	7,3 ^d ±0,10	7,6 ^{cd} ±0,26	7,7 ^{cd} ±0,10	10,2 ^a ±0,36
5	10,1 ^a ±0,10	9,8 ^{ab} ±0,15	8,7 ^c ±0,20	8,4 ^c ±0,10	8,8 ^c ±0,20	9,2 ^b ±0,10	9,4 ^b ±0,10	10,3 ^a ±0,34	11,6 ^a ±0,10

*Yaprak ve ultrases uygulamalarının birlikte değerlendirilmesinde uygulamanın istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır (F:10,415, df:16, P< 0.05).

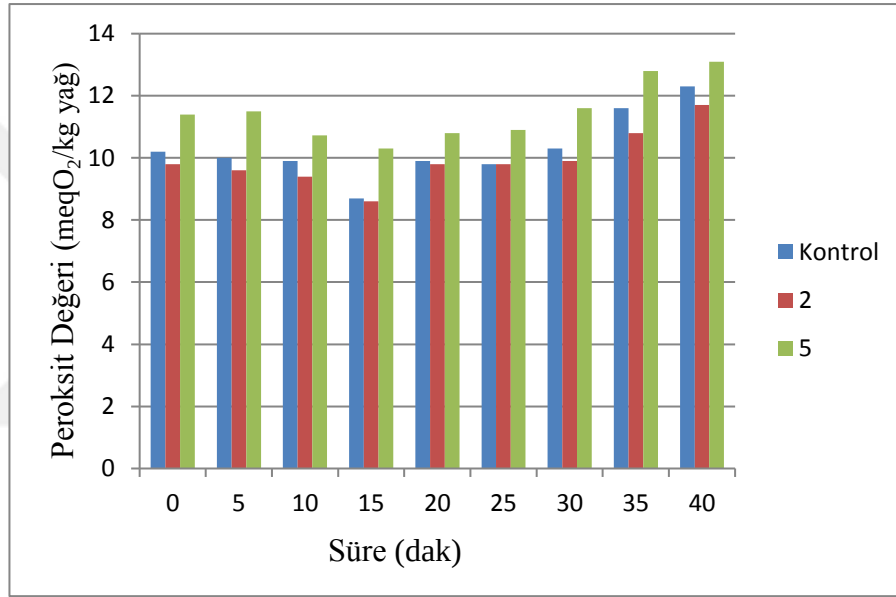


Şekil 3.4: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının peroksit değerlerinde meydana getirdiği değişimler

Tablo 3.6: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases işleminde sürelerin ve yaprak ekleme miktarlarının peroksit değerine etkisi

Peroksit değerleri (meqO ₂ /kg yağ) ± standart sapma									
Yaprak Ekleme Miktarları (%)	Süre (dak)								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Kontrol	10,20±0,10	10,00±0,17	9,90±0,10	8,70±0,10	9,90±0,20	9,80±0,10	10,30±0,17	11,60±0,10	12,30±0,17
2	9,80±0,17	9,60±0,10	9,40±0,20	8,60±0,10	9,80±0,10	9,80±0,10	9,90±0,20	10,80±0,17	11,70±0,20
5	11,40 ±0,10	11,50±0,20	10,73±0,49	10,30±0,17	10,80±0,2	10,90±0,1	11,60±0,10	12,80±0,20	13,10±0,10

*Yaprak ve ultrases uygulamalarının birlikte değerlendirilmesinde uygulamanın istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır(F:4,17, df:16, P< 0.05).



Şekil 3.5: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının peroksit değerlerinde meydana getirdiği değişimler

2014-2015 ve 2015-2016 hasat yıllarında elde edilen yağların meqO₂/kg cinsinden peroksit değerleri sırasıyla 6,4-10,6 ve 8,60-13,10 arasında değişmiştir. En yüksek peroksit değeri her iki yılda da % 5 yaprak ilavesi olan 40 dak ultrases uygulamasıyla birlikte malaksasyon işlemi yapılan proseste en düşük peroksit değeri ise her iki yılda da % 2 yaprak ilavesinde 15 dak. ultrases uygulamasında gözlemlenmiştir. Çalışılan her iki yılda da peroksit değerleri için elde edilen bulgular Europein Commission Regulation 1989/2003 'e göre zeytinyağlarının peroksit değerleri için öngörülen limitlerin (≤20) içerisinde olduğu bulunmuştur.

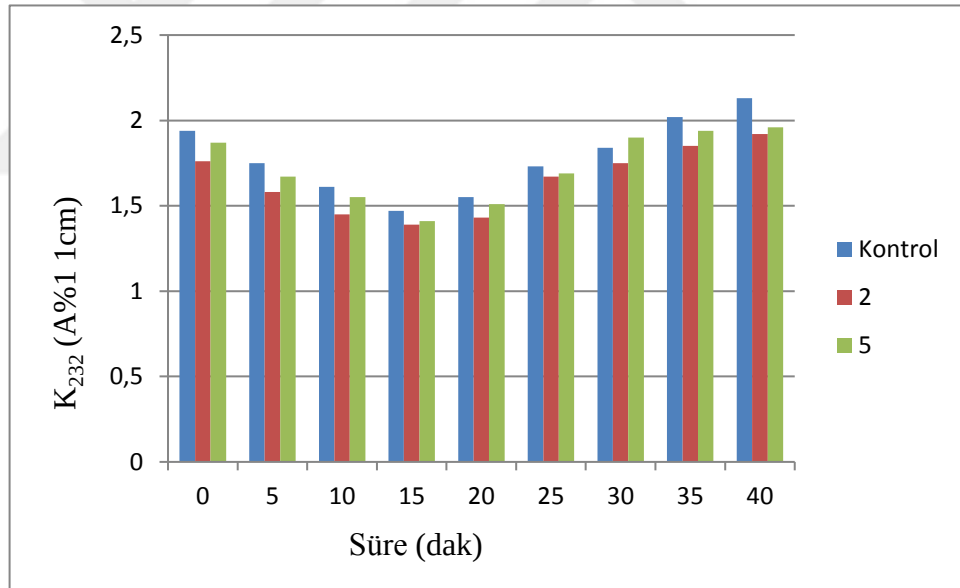
3.5 K₂₃₂ Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

2014-2015 ve 2015-2016 hasat yıllarında elde edilen zeytinyağı örneklerinin UV ışığında özgül soğurma değerleri ilişkin K₂₃₂ değerleri sırasıyla 1,39-2,13 ve 1,34-1,98 arasında değişmiştir.

Tablo 3.7: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases işleminde sürelerin ve yaprak ekleme miktarlarının K₂₃₂ değerine etkisi

K ₂₃₂ değerleri (A%1 1cm) ± standart sapma									
Yaprak Ekleme Miktarları (%)	Süre (dak)								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Kontrol	1,94 ^a ±0,10	1,75 ^c ±0,036	1,61 ^{cd} ±0,02	1,47 ^e ±0,01	1,55 ^d ±0,17	1,73 ^c ±0,10	1,84 ^b ±0,17	2,02 ^a ±0,02	2,13 ^a ±0,01
2	1,76 ^c ±0,01	1,58 ^d ±0,01	1,45 ^d ±0,01	1,39 ^d ±0,01	1,43 ^d ±0,01	1,67 ^c ±0,01	1,75 ^c ±0,01	1,85 ^b ±0	1,92 ^a ±0,02
5	1,87 ^b ±0,01	1,67 ^c ±0,01	1,55 ^d ±0	1,41 ^d ±0,01	1,51 ^d ±0,01	1,69 ^c ±0,01	1,90 ^b ±0,01	1,94 ^a ±0,01	1,96 ^a ±0,02

*Yaprak ve ultrases uygulamalarının birlikte değerlendirilmesinde uygulamanın istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır (F:16,13, df: 16, P< 0.05).

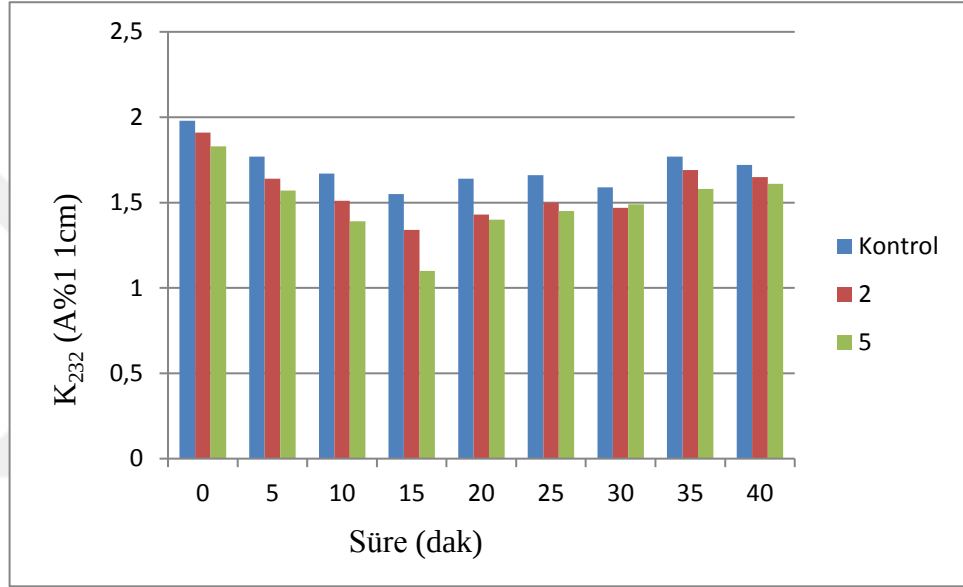


Şekil 3.6: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının K₂₃₂ değerlerinde meydana getirdiği değişimler

Tablo 3.8: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases işleminde sürelerin ve yaprak ekleme miktarlarının K_{232} değerine etkisi.

K_{232} değerleri (A%1 1cm) $\pm$ standart sapma									
Yaprak Ekleme Miktarları (%)	Süre (dak)								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Kontrol	1,98 ^a $\pm$ 0,02	1,77 ^b $\pm$ 0,01	1,67 ^b $\pm$ 0,02	1,55 ^c $\pm$ 0,03	1,64 ^{bc} $\pm$ 0,06	1,66 ^b $\pm$ 0,26	1,59 ^c $\pm$ 0,03	1,77 ^b $\pm$ 0,01	1,72 ^b $\pm$ 0,01
2	1,91 ^a $\pm$ 0,01	1,64 ^{bc} $\pm$ 0,01	1,51 ^c $\pm$ 0,01	1,34 ^e $\pm$ 0,01	1,43 ^d $\pm$ 0,02	1,50 ^c $\pm$ 0,01	1,47 ^d $\pm$ 0,02	1,69 ^b $\pm$ 0,01	1,65 ^b $\pm$ 0,01
5	1,83 ^a $\pm$ 0,02	1,57 ^c $\pm$ 0	1,39 ^d $\pm$ 0,01	1,10 ^e $\pm$ 0,01	1,40 ^d $\pm$ 0,01	1,45 ^d $\pm$ 0,01	1,49 ^c $\pm$ 0,02	1,58 ^c $\pm$ 0,01	1,61 ^c $\pm$ 0,01

*Yaprak ve ultrases uygulamalarının birlikte değerlendirilmesinde uygulamanın istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır (F:29,91, df: 16, P<0.05).



Şekil 3.7: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının K_{232} değerlerinde meydana getirdiği değişimler.

2014-2015 yıllarında K_{232} değerleri en düşük 1,39 en yüksek 2,13 arasında bulunmuştur. 2015-2016 yıllarında K_{232} değerleri en düşük 1,34 en yüksek 1,98 arasında bulunmuştur.

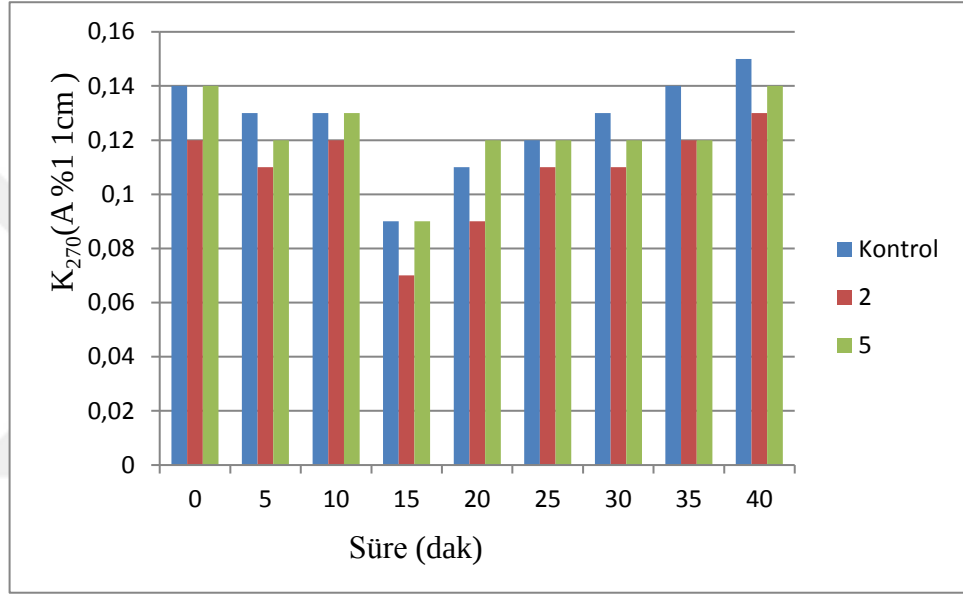
3.6 K_{270} Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

K_{270} değerleri sırasıyla 2014-2015 yıllarında 0,07-0,15, 2015-2016 yıllarında ise 0,09-0,16 arasında bulunmuştur.

Tablo 3.9: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases uygulama sürelerinin ve yaprak ekleme miktarlarının K_{270} değerine etkisi

K_{270} değerleri (A%1 1cm) $\pm$ standart sapma									
Yaprak Ekleme Miktarları (%)	Süre (dak)								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Kontrol	0,14 ^a $\pm$ 0,02	0,13 ^b $\pm$ 0,01	0,13 ^b $\pm$ 0,001	0,09 ^d $\pm$ 0,001	0,11 ^c $\pm$ 0,01	0,12 ^b $\pm$ 0,001	0,13 ^b $\pm$ 0,02	0,14 ^a $\pm$ 0,02	0,15 ^a $\pm$ 0,001
2	0,12 ^b $\pm$ 0,001	0,11 ^d $\pm$ 0,02	0,12 ^c $\pm$ 0,02	0,07 ^f $\pm$ 0,01	0,09 ^d $\pm$ 0,02	0,11 ^c $\pm$ 0,02	0,11 ^c $\pm$ 0,01	0,12 ^b $\pm$ 0,02	0,13 ^b $\pm$ 0,01
5	0,14 ^a $\pm$ 0,01	0,12 ^b $\pm$ 0,01	0,13 ^b $\pm$ 0,01	0,09 ^d $\pm$ 0,01	0,12 ^b $\pm$ 0,02	0,12 ^a $\pm$ 0,01	0,12 ^d $\pm$ 0,02	0,12 ^a $\pm$ 0,03	0,14 ^a $\pm$ 0,01

*Yaprak ve ultrases uygulamalarının birlikte değerlendirilmesinde uygulama istatistiksel olarak önemli değildir (F:0,36, df:16, P> 0.05).

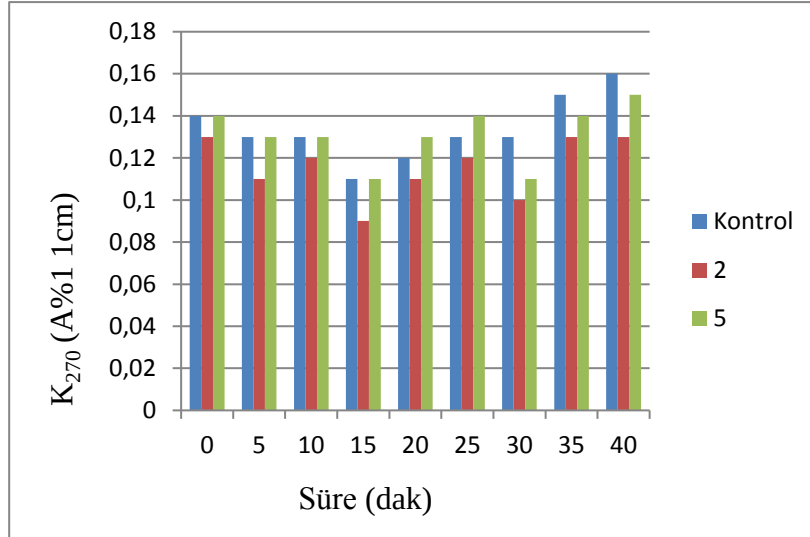


Şekil 3.8: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının K_{270} değerlerinde meydana getirdiği değişimler

Tablo 3.10: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases uygulama sürelerinin ve yaprak ekleme miktarlarının K_{270} değerine etkisi

K_{270} değerleri (A%1 1cm) $\pm$ standart sapma									
Yaprak Ekleme Miktarları (%)	Süre (dak)								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Kontrol	0,14 ^a $\pm$ 0,02	0,13 ^b $\pm$ 0,01	0,13 ^b $\pm$ 0,01	0,11 ^d $\pm$ 0,01	0,12 ^c $\pm$ 0,02	0,13 ^b $\pm$ 0,01	0,13 ^b $\pm$ 0,03	0,15 ^a $\pm$ 0,03	0,16 ^a $\pm$ 0,01
2	0,13 ^b $\pm$ 0,01	0,11 ^d $\pm$ 0,02	0,12 ^c $\pm$ 0,02	0,09 ^f $\pm$ 0,03	0,11 ^d $\pm$ 0,02	0,12 ^c $\pm$ 0	0,10 ^e $\pm$ 0,02	0,13 ^b $\pm$ 0,01	0,13 ^b $\pm$ 0,02
5	0,14 ^a $\pm$ 0,01	0,13 ^b $\pm$ 0,02	0,13 ^b $\pm$ 0,02	0,11 ^d $\pm$ 0	0,13 ^b $\pm$ 0,01	0,14 ^a $\pm$ 0,02	0,11 ^d $\pm$ 0,02	0,14 ^a $\pm$ 0,01	0,15 ^a $\pm$ 0,02

*Yaprak ve ultrases uygulamalarının birlikte değerlendirilmesinde uygulama istatistiksel olarak önemli değildir (F: 0,374, df: 16, P> 0.05).



Şekil 3.9: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının K_{270} değerlerinde meydana getirdiği değişimler.

2014-2015 yıllarında K_{270} değerleri en düşük 0,07 en yüksek 0,15 arasında, 2015-2016 yıllarında K_{270} değerleri en düşük 0,09 en yüksek 0,16 arasında bulunmuştur.

Çalışılan her 2 yılda da Ayvalık zeytininden elde edilen zeytinyağında K_{232} ve K_{270} değerleri için elde edilen bulguların, TKG' de natürel sızma zeytinyağlarının K_{232} ve K_{270} değerleri için belirlenen limitlerin (sırasıyla $\leq 2,5$ ve $\leq 0,22$) içerisinde olduğu bulunmuştur.

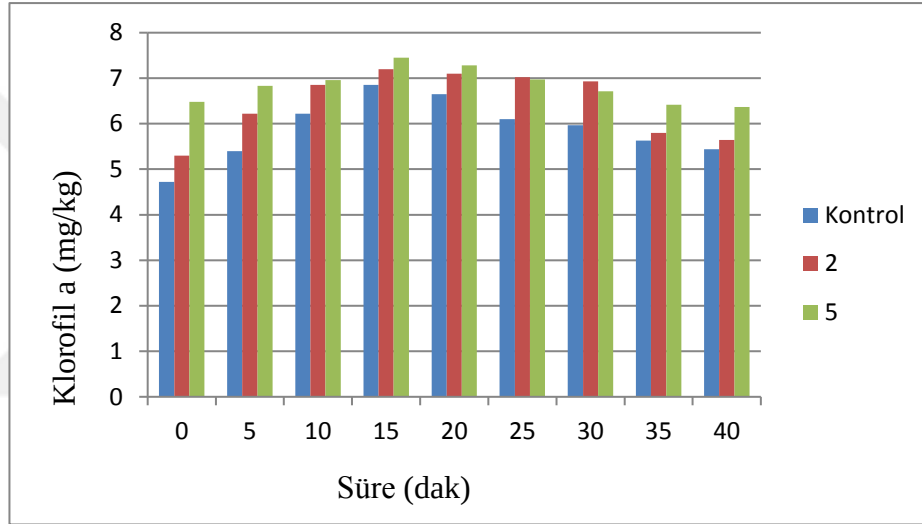
3.7 Klorofil Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

2014-2015 ve 2015-2016 hasat yıllarında yaprak ilavesi ve ultrases uygulamasıyla elde edilen zeytinyağlarının klorofil değerleri değişimi sırasıyla 4,72-7,45 ve 4,21-7,11 değerleri arasında değişmiştir. En yüksek klorofil değeri % 5 yaprak ilavesinde 15 dak. Ultrases uygulamasıyla birlikte malaksasyon işlemi yapılan proste gözlemlenmiştir. Yaprak ilavesi yapılmamış ve yaprak ilavesi yapılmış ultrases uygulaması ile klorofil değerlerinde ilk önce artış daha sonra azalma gözlemlenmiştir.

Tablo 3.11: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases uygulama sürelerinin ve yaprak ekleme miktarlarının klorofil değerine etkisi

Yaprak Ekleme Miktarları (%)	Klorofil a (mg/kg) $\pm$ standart sapma									
	Süre (dak)									
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	
Kontrol	4,72 ^f $\pm$ 0,20	5,40 ^e $\pm$ 0,07	6,22 ^c $\pm$ 0,13	6,85 ^b $\pm$ 0,23	6,65 ^c $\pm$ 0,10	6,10 ^c $\pm$ 0,10	5,97 ^d $\pm$ 0,06	5,63 ^{de} $\pm$ 0,07	5,44 ^e $\pm$ 0,08	
2	5,30 ^e $\pm$ 0,08	6,22 ^c $\pm$ 0,08	6,85 ^b $\pm$ 0,08	7,20 ^a $\pm$ 0,09	7,10 ^a $\pm$ 0,09	7,02 ^b $\pm$ 0,12	6,93 ^b $\pm$ 0,2	5,80 ^d $\pm$ 0,14	5,64 ^{de} $\pm$ 0,12	
5	6,48 ^a $\pm$ 0,12	6,83 ^b $\pm$ 0,14	6,96 ^b $\pm$ 0,13	7,45 ^a $\pm$ 0,10	7,28 ^a $\pm$ 0,15	6,97 ^b $\pm$ 0,21	6,71 ^{bc} $\pm$ 0,11	6,42 ^c $\pm$ 0,15	6,37 ^c $\pm$ 0,22	

*Yaprak ve ultrases uygulamalarının birlikte değerlendirilmesinde uygulamanın istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır(F:12,297, df:16, P< 0.05).

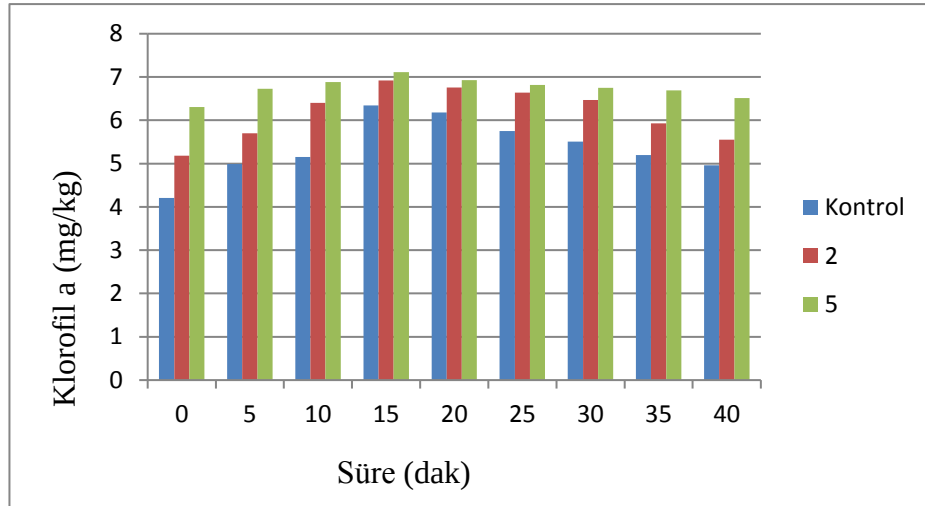


Şekil 3.10: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının klorofil değerlerinde meydana getirdiği değişimler.

Tablo 3.12: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases uygulama sürelerinin ve yaprak ekleme miktarlarının klorofil değerine etkisi

Yaprak Ekleme Miktarları (%)	Klorofil değerleri (mg/kg) $\pm$ standart sapma									
	Süre (dak)									
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	
Kontrol	4,21 ^f $\pm$ 0,12	4,99 ^e $\pm$ 0,15	5,15 ^e $\pm$ 0,12	6,34 ^c $\pm$ 0,13	6,18 ^d $\pm$ 0,18	5,75 ^d $\pm$ 0,19	5,51 ^{de} $\pm$ 0,28	5,20 ^e $\pm$ 0,20	4,96 ^e $\pm$ 0,18	
2	5,18 ^e $\pm$ 0,21	5,70 ^d $\pm$ 0,13	6,40 ^c $\pm$ 0,26	6,92 ^a $\pm$ 0,11	6,76 ^b $\pm$ 0,14	6,64 ^b $\pm$ 0,96	6,47 ^c $\pm$ 0,11	5,93 ^d $\pm$ 0,16	5,55 ^{de} $\pm$ 0,10	
5	6,31 ^c $\pm$ 0,19	6,73 ^b $\pm$ 0,07	6,88 ^a $\pm$ 0,13	7,11 ^a $\pm$ 0,17	6,93 ^a $\pm$ 0,17	6,82 ^{ab} $\pm$ 0,10	6,75 ^c $\pm$ 0,14	6,69 ^c $\pm$ 0,09	6,51 ^c $\pm$ 0,09	

*Yaprak ve ultrases uygulamalarının birlikte değerlendirilmesinde uygulamanın istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır(F:8,45, df:16, P< 0,211).



Şekil 3.11: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının klorofil değerlerinde meydana getirdiği değişimler.

3.8 Oksidatif Stabilité Değerlerinde Meydana Gelen Değişimler

Tablo 3.13: Farklı ultrases uygulama sürelerinin ve yaprak ekleme miktarlarının 7. gün sonrası ölçülen peroksit değerleri

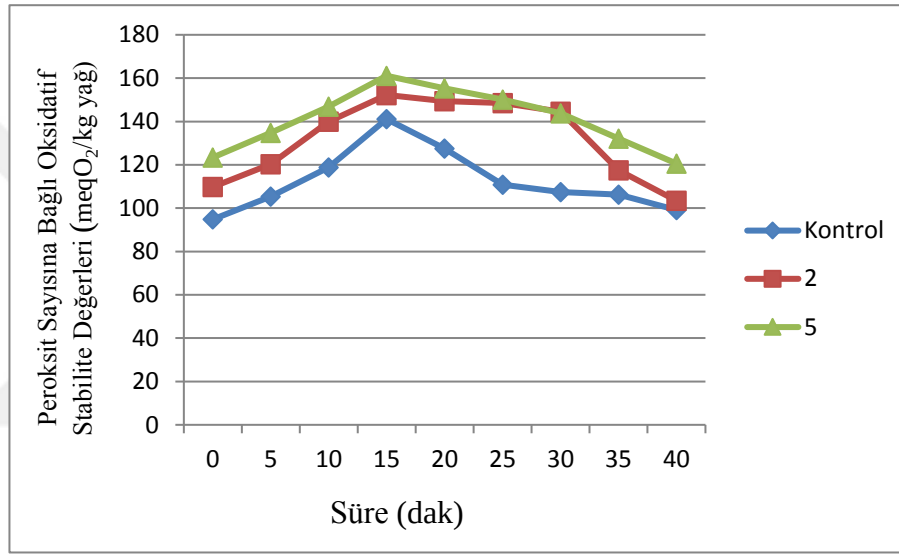
Peroksit değerleri (meqO ₂ /kg yağ)										
Hasat Yılı	Yaprak Ekleme Miktarları (%)	Süre (dak)								
		0	5	10	15	20	25	30	35	40
2014-2015	Kontrol	16,36	16,83	17,20	18,80	18,65	17,28	17,21	18,14	18,91
	2	16,15	15,64	16,55	16,14	17,70	18,13	18,58	16,74	20,75
	5	22,56	23,00	21,47	21,93	22,47	23,01	22,91	23,90	25,58
2015-2016	Kontrol	19,34	19,87	19,87	19,45	21,33	20,60	21,14	23,27	24,29
	2	19,74	22,02	20,83	21,71	23,86	23,58	22,50	24,88	23,80
	5	25,13	27,78	27,11	26,79	27,50	26,71	28,08	30,60	29,00

Yaprak ilave edilmemiş ve % 2 ile % 5 oranında yaprak ilave edilmiş zeytinlerin kırma işleminden sonra farklı sürelerde ultrases uygulanarak elde edilen zeytinyağının oksidatif stabilite değerlerinde ki değişimler Tablo 3.14’de gösterilmiştir.

Tablo 3.14: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases uygulama sürelerinin ve yaprak ekleme miktarlarının oksidatif stabilite değerine etkisi

Yaprak Ekleme Miktarları (%)	Peroksit Sayısına Bağlı Oksidatif Stabilite Değerleri (meqO ₂ /kg yağ) ± standart sapma								
	Süre (dak)								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Kontrol	94,82 ^{de} ±7,99	105,34 ^d ±10,65	118,79 ^d ±15,05	141,11 ^b ±8,61	127,56 ^d ±15,62	110,85 ^d ±6,71	107,41 ^d ±5,91	106,23 ^d ±10,91	99,13 ^{de} ±4,59
2	109,84 ^d ±9,03	120,32 ^{bc} ±8,22	139,97 ^{bc} ±7,05	152,25 ^a ±2,71	149,38 ^{ab} ±7,55	148,46 ^{ab} ±14,66	144,56 ^b ±9,21	117,41 ^d ±15,05	103,44 ^d ±16,43
5	123,45 ^{cd} ±9,56	134,76 ^c ±16,29	146,82 ^b ±11,41	161,10 ^a ±9,12	155,36 ^a ±7,00	150,12 ^a ±9,63	143,79 ^b ±4,33	132,12 ^c ±13,09	120,58 ^{cd} ±11,91

*Yaprak ve ultrases uygulamalarının birlikte değerlendirilmesinde uygulama istatistiksel olarak önemli değildir (F:0,92, df:16, P> 0.05).

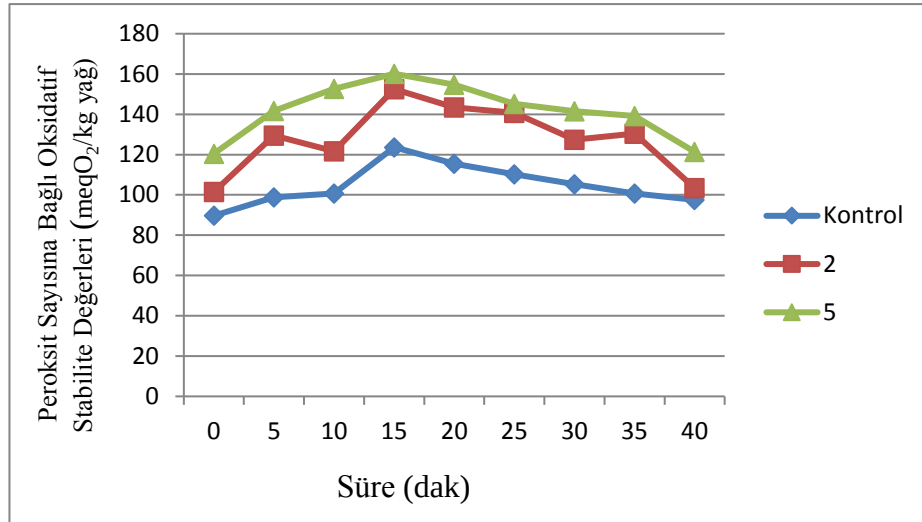


Şekil 3.12: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının oksidatif stabilite değerlerinde meydana getirdiği değişimler.

Tablo 3.15: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases uygulama sürelerinin ve yaprak ekleme miktarlarının oksidatif stabilite değerine etkisi

Yaprak Ekleme Miktarları (%)	Peroksit Sayısına Bağlı Oksidatif Stabilite Değerleri (meqO ₂ /kg yağ) ± standart sapma								
	Süre (dak)								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Kontrol	89,68 ^{de} ±7,64	98,76 ^d ±11,80	100,73 ^d ±7,61	123,66 ^c ±6,69	115,47 ^d ±5,53	110,24 ^d ±8,13	105,32 ^d ±6,44	100,66 ^d ±10,14	97,52 ^d ±6,87
2	101,49 ^d ±11,60	129,41 ^c ±9,44	121,63 ^c ±9,19	152,51 ^a ±7,94	143,50 ^b ±8,29	140,68 ^b ±9,26	127,33 ^c ±7,83	130,41 ^c ±8,33	103,44 ^d ±16,43
5	120,47 ^c ±11,87	141,63 ^b ±16,76	152,71 ^a ±11,71	160,12 ^a ±4,80	154,72 ^a ±6,72	145,12 ^b ±11,74	141,55 ^b ±10,64	139,11 ^b ±10,73	121,42 ^c ±12,37

*Yaprak ve ultrases uygulamalarının birlikte değerlendirilmesinde uygulama istatistiksel olarak önemli değildir (F:1,19, df: 16, P> 0.05).



Şekil 3.13: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının oksidatif stabilite değerlerinde meydana getirdiği değişimler.

2014-2015 ve 2015-2016 hasat yıllarında elde edilen yağların Oksidatifstabilite değerleri sırasıyla 94,82-161,10 ve 89,68-160,12 arasında değişmiştir. Malaksasyon aşamasında yoğurmayla birlikte ultrases süresi ve sıcaklık arttıkça peroksidaz ve polifenoloksidaz enzimlerinde artış olduğu peroksit sayılarındaki artışın nedeni, oksidatifstabilite artışın nedeninin de bu enzimlerle fenolik bileşiklerin oksijen varlığında oksidatif reaksiyona girmesinden kaynaklandığı, dokunun fazla parçalanması ile özellikle hücre zarına yakın yerlerde bulunan fenoliklerin serbest kalmasını sağlayarak oksidatif stabiliteyi artırdığı düşünülmektedir.

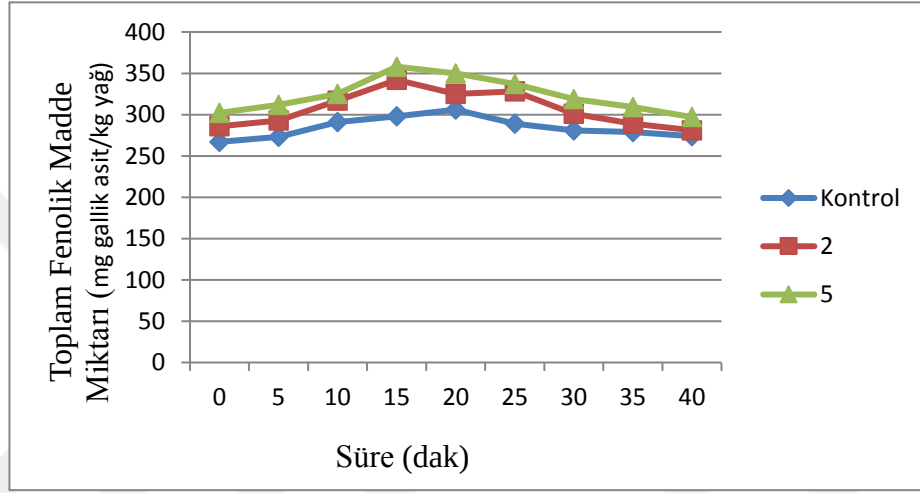
3.9 Toplam Fenolik Madde Miktarında Meydana Gelen Değişimler

2014-2015 ve 2015-2016 hasat yıllarında elde edilen yağların mg gallik asit/kg yağ cinsinden toplam fenol değerleri sırasıyla 267-358 ve 258-352 arasında değişmiştir. En yüksek fenol değeri her iki yılda da % 5 yaprak ilavesi olan 15 dak ultrases uygulamasıyla birlikte malaksasyon işlemi yapılan proste en düşük değer ise her iki yılda da yaprak ilavesinin yapılmadığı ve ultrases uygulanmadığı aşamada gözlemlenmiştir.

Tablo 3.16: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases uygulama sürelerinin ve yaprak ekleme miktarlarının toplam fenolik madde miktarına etkisi.

Toplam Fenolik Madde Miktarındaki Değişimler (mg gallik asit/kg yağ) ± standart sapma									
Yaprak Ekleme Miktarları (%)	Süre (dak)								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Kontrol	267 ^d ±5,57	273 ^c ±7,21	291 ^b ±8,89	298 ^b ±11,26	306 ^a ±10,81	289 ^b ±17,43	281 ^b ±8,00	279 ^c ±7,21	274 ^c ±15,13
2	286 ^c ±25,63	293 ^c ±13,74	317 ^b ±13,85	342 ^a ±9,85	325 ^b ±12,77	328 ^b ±16,52	301 ^c ±16,09	289 ^c ±9,35	281 ^c ±7,81
5	302 ^d ±19,47	312 ^c ±11,53	325 ^b ±8,00	358 ^a ±5,57	350 ^a ±13,00	337 ^b ±14,18	319 ^c ±11,79	309 ^{cd} ±8,54	297 ^d ±12,49

*Yaprak ve ultrases uygulamalarının birlikte değerlendirilmesinde uygulama istatistiksel olarak önemli değildir(F: 0,931, df:16, P> 0.05).

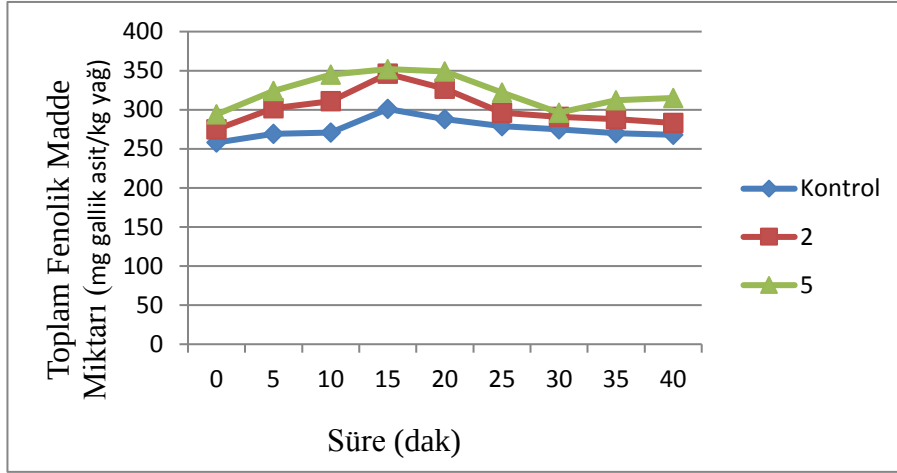


Şekil 3.14: 2014-2015 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının toplam fenolik madde miktarında meydana getirdiği değişimler.

Tablo 3.17: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerde uygulanan ultrases uygulama sürelerinin ve yaprak ekleme miktarlarının toplam fenolik madde miktarına etkisi.

Toplam Fenolik Madde Miktarındaki Değişimler (mg gallik asit/kg yağ) ± standart sapma									
Yaprak Ekleme Miktarları (%)	Süre (dak)								
	0	5	10	15	20	25	30	35	40
Kontrol	258 ^d ±12,76	269 ^c ±10,39	271 ^c ±7,00	301 ^a ±13,00	288 ^b ±13,41	279 ^c ±7,00	275 ^c ±6,00	270 ^c ±10,58	268 ^c ±8,18
2	275 ^{de} ±7,93	302 ^c ±10,53	311 ^c ±11,26	346 ^a ±6,55	327 ^b ±10,39	296 ^d ±21,70	291 ^d ±16,37	288 ^d ±12,16	283 ^d ±6,90
5	294 ^b ±7,21	324 ^c ±12,28	345 ^a ±7,00	352 ^a ±4,35	349 ^a ±15,6	322 ^c ±13,45	296 ^b ±9,16	312 ^c ±10,53	315 ^c ±13,00

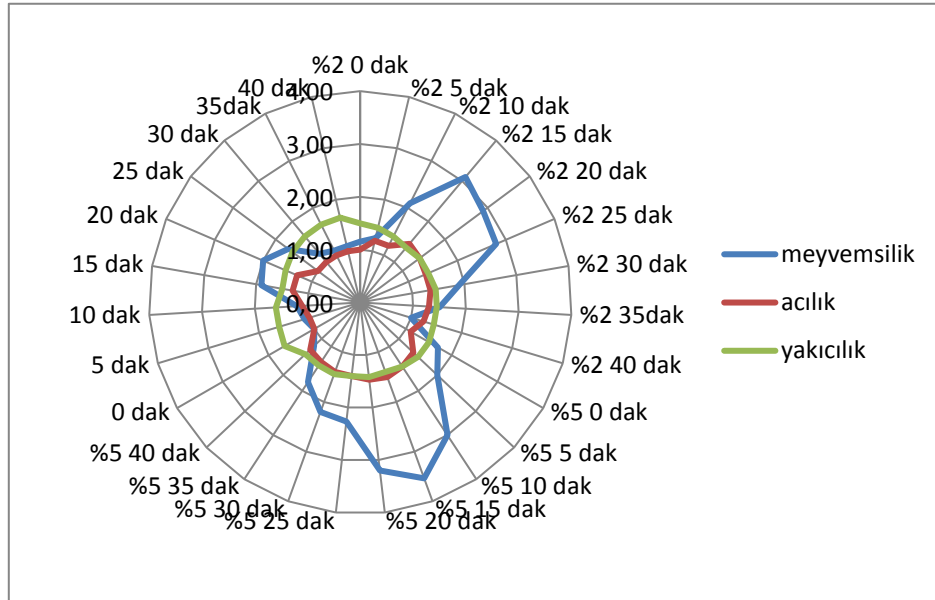
*Yaprak ve ultrases uygulamalarının birlikte değerlendirilmesinde uygulamanın istatistiksel olarak önemli olduğu anlaşılmıştır(F: 2,25, df:16, P< 0.05).



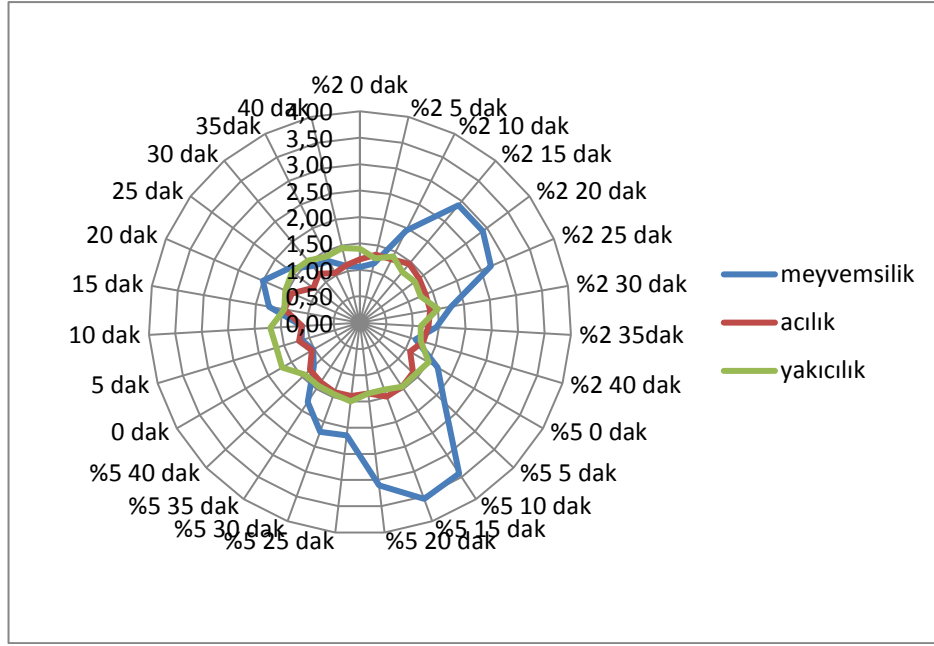
Şekil 3.15: 2015-2016 Hasat yılında farklı sürelerdeki ultrases uygulamalarının toplam fenolik madde miktarlarında meydana getirdiği değişimler.

3.10 Duyusal Özelliklerde Meydana Gelen Değişimler

Yaprak ilave edilmemiş ve % 2 ile % 5 oranında yaprak ilave edilmiş zeytinlerin kırma işleminden sonra farklı sürelerde ultrases uygulanarak elde edilen zeytinyağının 2014-2015 yılı duysal analiz sonuçları Şekil 3.16.'da, 2015-2016 yılı duysal analiz sonuçları ise Şekil 3.17'de verilmiştir.



Şekil 3.16: 2014-2015 yılı zeytinyağı örneklerinin duysal analiz sonuçları.



Şekil 3.17: 2015-2016 yılı zeytinyağı örneklerinin duyu analizi sonuçları.

Zeytinyağlarının duyu analizleri meyvensilik, acılık, yakıcılık şiddetleri ile hasat yılları arasında farklılıklar oluşturmamış, panelistlerin değerlendirme sonuçları birbirine çok yakın çıkmıştır ve istatistiki olarak önemli bir değişim göstermemiştir. 2014-2015 / 2015-2016 hasat yılında elde edilen zeytinyağlarının meyvensilik şiddetlerinin ortalamaları 1,00-3,54/ 1,02-3,50 arasında, yakıcılık şiddetlerinin ortalamaları 1,35-1,65/ 1,30-1,72, acılık şiddetlerinin ortalamaları ise 1,00-1,50/ 1,05-1,49 değişmiştir. Analiz sonucunda kusur algılanmamış ve meyvensilik şiddeti 0'ın üzerinde bulunmuştur. Duyusal özelliklerin kendi arasındaki ilişkisi incelendiğinde, olumlu özelliklerden meyvensilik özelliği ile yakıcılık ve acılık özelliği arasında pozitif bir korelasyon olduğu ve bu korelasyonun istatistiksel açıdan anlamlı olduğunu belirlenmiştir. Aynı şekilde yakıcılık ile acılık arasında pozitif güçlü bir ilişki saptanmış ve bu ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

2014-2015 ile 2015-2016 yıllarında Aydın ili'nin Çine ilçesinde yapılan çalışmada, belirlenen zeytin ağaçlarından erken hasatı yapılan Ayvalık çeşidi zeytinden yağ elde edilmesi aşamasında % 2 ve % 5 oranında kurutulan yaprak örneklerinin ilavesi ile uygulana ultrases uygulamalarının yağın kalitesi ve verimine etkisi belirlenmeye çalışılmıştır.

Araştırmada yer alan Ayvalık zeytin çeşitinin iklim koşuluna bağlı olarak meyve kabuğunun sarı ya da sarımsı yeşil olduğu, erken hasat edildiği dönemin Ekim sonu ve Kasım ayı başları olduğu tespit edilerek 27.10.2014 ve 02.11.2015 tarihlerinde hasatı gerçekleştirilerek örnekler elde edilmiştir. Ağaçların uç kısımlarından toplanan taze yapraklar 50 °C'de tepsili kurutma kabiniinde kurutulmadan önce 5 mm genişliğinde dilimlenmiştir. Hasattan sonra yapraklar en fazla 24 saat geçmeden kurutulmuştur, tepsili kurutma kabiniinde 50 °C sıcaklıkta 0.3 m/s hava hızında, 2 paralel ve 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Her bir ekstraksiyon işlemi için 3500 g zeytine % 2 ve % 5 oranında yaprak ilave edilmiş, çekiçli kırıcısı olan Abencor sisteminde kırıldıktan sonra malaksasyon aşamasında titanyum problu 26 kHz ve 200W ultrasonik frekansta tank hacmi 3 L olan ultron cihazı ile 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 dak ultrases uygulamasıyla birlikte toplam 40 dak yoğurma işlemi gerçekleştirilmiş, 5000 devir/dak.'lık santrifüjleme işlemi ile katı ve sıvı fazları birbirinden ayrılmıştır. Karasuyu doğal dekantasyona bırakılıp ayrıştırılan zeytinyağı, pamuk filtreden geçirilip safsızlıklarından arındırılmış ve kimyasal analizlerin yapılacağı zamana kadar siyah renkli cam şişelerde +4°C 'de muhafaza edilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenmiştir:

-2014-2015 yılı yapılan çalışmalarda malaksasyon başlamadan önceki sıcaklık 20,7 °C iken ultrases ile muamele edilerek yoğurma işlemi yapılan zeytin hamurunda 22,65 ile 49,45 °C arasında ultrases uygulama süresine bağlı olarak 26,80 °C'lık sıcaklık farkı gözlemlenmiştir. 2015-2016 yılında da başlangıç sıcaklığı 20,50 °C iken uygulama sonrasında sıcaklıklar 23,33 ile 48,70 °C arasında değişerek sıcaklık farkı maksimum 25,37 °C olmuştur. İki yılda da sıcaklık artış miktarları

paralellik göstermiştir. Bu sıcaklık artışı hem ultrasesun termal etkisinden hem de yoğurma işleminden kaynaklanmıştır.

- En iyi ekstraksiyon verimi 2014-2015 yılı için % 50,26 ve 2015-2016 yılı için % 45,59 değerleri ile % 2 yaprak ilavesi yapılan 15 dak ultrases uygulamasından elde edilmiştir. Yaprak ilave edilmeyen kontrol örneklerinden elde edilen verim değerleri % 5 yaprak ilavesi yapılan örneklerin verim değerlerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ekstraksiyon verimi, ultrases uygulaması ile ilk önce artış daha sonra azalma eğilimi ile iki hasat yılında da paralellik göstermiştir. En iyi ekstraksiyon verimi % 2 yaprak ilavesi, en düşük verim değerleri % 5 yaprak ilavesi yapılan uygulamada elde edilmiştir. Sıcaklığın artması ile yağın ekstrakte edilebilmesi dolayısıyla verimin artmasına neden olmasına rağmen malaksasyon aşamasında ultrases süresinin uzaması halinde emilsiyon oluşarak yağın sudan ayrılması daha güçleşmiş ve faz ayrımı tamamen yapılamadığından sonrasında yağ verimi düşmesine neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca yaprak ilavesi ile yağa geçmesi istenen fenolik ve aromatik bileşiklerin yanı sıra enzimler de bulunmaktadır. Bu enzimler hamura % 2' lik yaprak ilavesi ile yağ verimini maksimum seviyeye çıkarmış, % 5 yaprak ilavesi ise hamuruna geçen enzimlerin istenilen değerden yüksek olması sebebiyle farklı emilsiyonlar oluşturup yağın ekstraksiyonu düşürdüğü düşünülmektedir.

-2014-2015 ve 2015-2016 hasat yıllarında yaprak ilavesi ve ultrases uygulamasıyla elde edilen zeytinyağlarının serbest yağ asitliğindeki değişimi sırasıyla 0,321-0,398 ve 0,412-0,497 değerleri arasında değişmiştir. Her iki yılda da ultrases uygulaması sonrasında serbest asitlik artmış, 2015-2016 yılında serbest asitlik değerleri 2014-2015 yıllarındaki serbest asitlik değerlerine göre daha yüksek çıkmıştır. Bu artışın iklim koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca % 5 yaprak ilavesi ile gerçekleştirilen ultrases uygulamasında serbest asitlik değerlerinin, kontrol ve % 2 yaprak ilavesi yapılmış uygulamalara göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Zeytin yaprağında bulunan vanilik asit, kafeik asit ve elenolik asitin etikisiyle yaprak ilave edilmiş ve ultrases uygulaması sonucunda elde edilen zeytinyağlarının aynı yıl ve aynı ultrases süresindeki serbest asitliklerindeki artışın nedeni olduğu düşünülmektedir.

-Çalışmada örneklerin peroksit değerlerinde meydana gelen değişimlere bakıldığında, 2014-2015 ve 2015-2016 hasat yıllarında elde edilen yağların meqO₂/kg cinsinden peroksit değerleri sırasıyla 6,4-10,6 ve 8,60-13,10 arasında değişmiştir. En yüksek peroksit değeri her iki yılda da % 5 yaprak ilavesi olan 40 dak ultrases uygulamasıyla birlikte malaksasyon işlemi yapılan proste en düşük peroksit değeri ise her iki yılda da % 2 yaprak ilavesinde 15 dak. ultrases uygulamasında gözlemlenmiştir. Çalışılan her iki yılda da peroksit değerleri için elde edilen bulgular European Commission Regulation 1989/2003 'e göre zeytinyağlarının peroksit değerleri için öngörülen limitlerin (≤20) içerisinde olduğu bulunmuştur.

-2014-2015 ve 2015-2016 hasat yıllarında elde edilen zeytinyağı örneklerinin UV ışığında özgül soğurma değerleri ilişkin K₂₃₂ değerleri sırasıyla 1,39-2,13 ve 1,34-1,98 arasında değişirken, K₂₇₀ değerleri sırasıyla 0,07-0,15 ve 0,09-0,16 arasında bulunmuştur. Malaksasyon işlemi sırasında yağın oksijen ile teması uzadıkça konjige yapı oluşabilme ihtimali çok artmaktadır. Bununla birlikte sıcaklığa maruz kalan yağlarda K₂₃₂ ve K₂₇₀ değerleri yükseldiği düşünülmektedir.

-2014-2015 ve 2015-2016 hasat yıllarında elde edilen yağların oksidatif stabilite değerleri sırasıyla 94,82-161,10 ve 89,68-160,12 arasında değişmiştir. Malaksasyon aşamasında yoğurmayla birlikte ultrases süresi ve sıcaklık arttıkça peroksidaz ve polifenoloksidaz enzimlerinde artış olduğu peroksit sayılarındaki azalışın nedeni, oksidatif stabilite artışın nedeninin de bu enzimlerle fenolik bileşiklerin oksijen varlığında oksidatif reaksiyona girmesinden kaynaklandığı, dokunun fazla parçalanması ile özellikle hücre zarına yakın yerlerde bulunan fenoliklerin serbest kalmasını sağlayarak oksidatif stabiliteyi artırdığı düşünülmektedir. Malaksasyon aşamasında yoğurmayla birlikte ultrases süresi ve sıcaklık arttıkça peroksidaz ve polifenoloksidaz enzimlerinde artış olduğu peroksit sayılarındaki azalışın nedeni, oksidatif stabilite artışın nedeninin de bu enzimlerle fenolik bileşiklerin oksijen varlığında oksidatif reaksiyona girmesinden kaynaklandığı, dokunun fazla parçalanması ile özellikle hücre zarına yakın yerlerde bulunan fenoliklerin serbest kalmasını sağlayarak oksidatif stabiliteyi artırdığı düşünülmektedir.

-2014-2015 ve 2015-2016 hasat yıllarında yaprak ilavesi ve ultrases uygulamasıyla elde edilen zeytinyağlarının klorofil değerleri değişimi sırasıyla 4,72-7,45 ve 4,21-7,11 değerleri arasında değişmiştir. En yüksek klorofil değeri % 5 yaprak ilavesinde 15 dak. Ultrases uygulamasıyla birlikte malaksasyon işlemi yapılan proste gözlemlenmiştir. Yaprak ilavesi yapılmamış ve yaprak ilavesi yapılmış ultrases uygulaması ile klorofil değerlerinde ilk önce artış daha sonra azalma gözlemlenmiştir.

-2014-2015 ve 2015-2016 hasat yıllarında elde edilen yağların mg gallik asit/kg yağ cinsinden toplam fenol değerleri sırasıyla 267-358 ve 258-352 arasında değişmiştir. En yüksek fenol değeri her iki yılda da % 5 yaprak ilavesi olan 15 dak ultrases uygulamasıyla birlikte malaksasyon işlemi yapılan proste en düşük değer ise her iki yılda da yaprak ilavesinin yapılmadığı ve ultrases uygulanmadığı aşamada gözlemlenmiştir.

-Zeytinyağları duysal analizleri sonucunda meyvemsilik, acılık, yakıcılık şiddetleri hasat yılları arasında farklılıklar oluşturmamış, panalistlerin değerlendirme sonuçları birbirine çok yakın çıkmıştır ve istatistiki olarak önemli bir değişim göstermemiştir. 2014-2015 / 2015-2016 hasat yılında elde edilen zeytinyağlarının meyvemsilik şiddetlerinin ortalamaları 1,00-3,54/ 1,02-3,50 arasında, yakıcılık şiddetlerinin ortalamaları 1,35-1,65/ 1,30-1,72, acılık şiddetlerinin ortalamaları ise 1,00-1,50/ 1,05-1,49 değişmiştir. Analiz sonucunda kusur algılanmamış ve meyvemsilik şiddeti 0'ın üzerinde bulunmuştur. Duysal özelliklerin kendi arasındaki ilişkisi incelendiğinde, olumlu özelliklerden meyvemsilik özelliği ile yakıcılık ve acılık özelliği arasında pozitif bir korelasyon olduğu ve bu korelasyonun istatistiksel açıdan anlamlı olduğunu belirlenmiştir. Aynı şekilde yakıcılık ile acılık arasında pozitif güçlü bir ilişki saptanmış ve bu ilişki istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Genel olarak, yaprak ilavesinin ve ultrases uygulamasının yağ verimi, yağın kalite kriterleri ve duysal özellikleri üzerine etkisinin önemli olduğu bulgulanmıştır. Yaprak ilave edilmiş ultrases destekli zeytinyağı ekstraksiyonu için en yüksek verimde en düşük serbest yağ asitliğinde yağ elde etmek için optimum koşullar % 2 yaprak ilavesi yapılmış, malaksasyon aşamasında 15 dak ultrasound süresi olarak

tespit edilmiştir. Maksimum ürün kalitesi ve verimin hedeflendiği çalışma deneysel koşullarda yaprak ilavesi yapılmış ve ultrases uygulanmış malaksasyon işlemi olumlu sonuçlar göstermiştir. Ultrases uygulaması sanayideki diğer geleneksel yöntemlerle daha uzun sürede elde edilecek olan yağ miktarının daha kısa sürede ve daha iyi kalitede artırılması ve daha az maliyetle çalışılması çalışmanın bir sonucudur.



5. KAYNAKLAR

Albu, S., Joyce, E., Paniwnyk, L., Lorimer, J. P., Mason, T. J., “Potential for the Use of Ultrasound in the Extraction of Antioxidants from *Rosmarinus Officinalis* for the Food and Pharmaceutical Industry”, *Ultrasonics sonochemistry*, (3), 261-265, (2004).

Angela, M. and Meireles, A., “Low Pressure Solvent Extraction (Solid-Liquid Extraction, Microwave Assited, and Ultrases Assisted) from Condimentary Plants”, *In Extracting Bioactive Compounds For Food Products*, CRC Press, 171-185, (2009).

Angerosa, F., Mostallino, R., Basti, C., Vito, R., “Virgin Olive Oil Odour Notes: Their Relationships with Volatile Compounds from the Lipoxygenase Pathway and Secoiridoid Compounds” *Food Chem.*, 68(3), 283-287, (2000).

Angerosa, F., Servili, M., Selvaggini, R., Taticchi, A., Esposto, S., Montedoro, G.F., “Volatile Compounds in Virgin Olive Oil: Occurance and Their Relationship with the Quality”, *J. of Chromatogr A.*, 1054(1), 17-31, (2004).

Anonim, “Sensory Analysis of Olive Oil Method for the Organoleptic Assessment of Virgin Olive Oil”, COI/T.20/Doc. No 15/Rev.4, (2007).

Anonim, “Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği (Tebliğ No: 2010/36), (2010).

Anonim, “2014 Ultrasonik Cihaz ve Ses Kabinleri”, (www.hielscher.com), (Erişim Tarihi: 15.12.2014), (2014).

Anonim, “2015 Yılı bölgelere göre zeytin üretimi”, *Zeytin dostu dermeği*. (www.zeytindostu.org), (Erişim Tarihi: 05.12.2015), (2015).

Anonim, “2015 yılı Bitkisel Üretim İstatistikleri”, *Türkiye İstatistik Kurumu*. (www.tuik.gov.tr), (Erişim Tarihi: 05.11.2016), (2016).

Anonim, “2014-2015-2016 yılları aydın iliortalama sıcaklık ve ortalama yağış miktarları”, *Türkiye Meyeroloji Kurumu*. (www.mgm.gov.tr), (Erişim Tarihi: 03.01.2017), (2017^a).

Anonim, “2014 Meyvelerde Yetiştiricilik, Zeytin Yetiştiriciliği”, *Adana İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Bitkisel Üretim ve Bitki Sağlığı Şube Müdürlüğü*, (www.adana.tarim.gov.tr), (Erişim Tarihi: 05.01.2017), (2017^b).

Aşık, H.U. ve Özkan, G., “Physical, Chemical and Antioxidant Properties of Olive Oil Extracted from Memecik Cultivar”, *Akademik Gıda*, 9(2), 13-18, (2011).

Aziz, N.H., Farag, S.E., Mousa, L.A., Abo-Zaid, M.A. “Comparative Antibacterial and Antifungal Effects of Some Phenolic Compounds”, *Microbilos*, 93(374), 43-54, (1998).

Bahloul, N., Nourhene, B., Kouhila, M., Kechau, N. “Effect of Convective Solar Drying On Colour, Total Phenols and Radical Scavenging Activity of Olive Leaves (*Olea Europaea L.*)”, *Int. J. Food Sci. Technol.*, 44(12), 2561-2567, (2009).

Balasundram, N., Sundram, K., Samman, S., “Phenolic Compounds in Plant and Agri-Industrial by Products: Antioxidant Activity, Occurrence, and Potential Uses”, *Food Chem.*, 99(1), 191-203, (2006).

Başoğlu, F., “*Yemeklik Yağ Teknolojileri*”, Bursa: Nobel Yayın Dağıtım., 349, (2006).

Başoğlu, M.İ., “Antik Çağda Kilikya Bölgesinde Zeytinyağı Üretimi”, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bil. Enstitüsü, Arkeoloji Anabilim Dalı*, Adana, (2009).

Bayrak, A. ve Kıralan, M., “*Sızma Zeytinyağı ve Kalite Faktörleri*”. İstanbul: Hasat Yayıncılık., 80, (2008).

Benavente-Garcia, J., Castillo, J., Lorente, A., Ortuno, A., Del Rio, JA., “Antioxidant Activity of Phenolics Extracted from *Olea europaea L.* Leaves”, *Food Chem.*, 68(4), 457-62, (2000).

Bendini, A., Valli, E., Barbieri, S., Toschi, T.G., “Olive Oil”, Sensory Analysis of Virgin Olive Oil, Italy: , Constituents, Quality, Health Properties and Bioconversions, Dr. Dimitrios Boskou (Ed.), ISBN: 978-953-307-921-9, 109-130, (2012).

Bouaziz, M., Feki, I., Ayadi, M., Jemai, H., Sayadi, S. “Effect of Storage on Refined and Husk Olive Oils Composition: Stabilization by Addition of Natural Antioxdants from Chemlali Olive Leaves”, *Food Chem.*, 108(1), 253-262, (2008).

Boudhrioua, N., Bahloul, N., Slimen, B.I., Kechaou, N., “Comparison on The Total Phenol Contents and The Color of Fresh and Infrared Dried Olive Leaves”, *Industrial Crops and Products*, 29(2), 412-419, (2009).

Boskou, D., “Olive Oil Chemistry and Technology”, AOCS Press, USA: 253, (2006).

Cañizares-Macías, M. P., García-Mesa, J. A., De Castro, M. L., “Determination of the Oxidative Stability of Olive Oil, Using Focused-Microwave Energy to Accelerate the Oxidation Process”, *Analytical and bioanalytical chemistry*, 378(2), 479-483, (2004).

Cavalli, J., Fernandez, X., Cuvelier, L., Loiseau, A., “Characterisation of Volatile Compounds Of French And Spanish Virgin Olive Oils By HS-SPME: Identification Of Qualityfreshness Markers”, *Food Chem.*, 88(1), 151-157, (2004).

Chemat, F. ve Khan, M. K., “Applications of Ultrases in Food Technology: Processing, Preservation and Extraction”, *Ultrasonics Sonochemistry*, 18(4), 813-835, (2011).

Coşkun, F., “Gıdalarda Bulunan Doğal Koruyucular”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2, 27-33, (2006).

Cronquist, A., “An Integrated System of Classification of Flowering Plants”, New York: *Columbia University Pres.*, 1262, (1981).

Dag, A., Kerem, Z., Yorgev, N., Zipori, I., Lavee, S., Ben-David, E., “Influence of time of harvest and maturity index on olive oil yield and quality”, *Scientia Horticulturae*, 127(3), 358–366, (2011).

Delgado-Pertinez, M., Gomez-Cabrera, A., Garrido, A., “Predicting the Nutritive Value of the Olive Leaf (*Olea europaea*): Digestibility and Chemical Composition and in Vitro Studies”, *Anim Feed Sci Technol.*, 87(3-4), 187-201, (2000).

Demirdöven, A. ve Baysal, T., “The Use of Ultrases and Combined Technologies in Food Preservation”, *Food Reviews International*, 25(1), 1-11, (2009).

Dıraman, H., “Gemlik Zeytin Çeşidinden Üretilen Natürel Zeytinyağlarının Oksidatif Stabilitelerinin Diğer Önemli Yerli Çeşitler ile Karşılaştırılması”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3, 53-59, (2007).

Dıraman, H., “Türk Natürel Zeytinyağlarının Karakterizasyonu Üzerine Bazı Genel Bigiler”, *Gıda Teknolojisi Dergisi*, (12) 3, 83-87, (2008).

Efe, R., Soykan, A., Cürebal, İ., Sönmez, S., “Zeytin ve Zeytinyağı”, 1. Baskı, İzmir: *Meta Basım*, 335, (2011).

Ergönül, P.G. ve Nergiz, C., “Farklı Zeytin Çeşitlerinde Olgunlaşma Periyoduna Bağlı Olarak Kimyasal Kompozisyonunda Meydana Gelen Değişmeler”, *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, Erzurum, 199-202, (2008).

Ferreire, I.C.F.R., Barros, L., Soares, M.E., Bastos, M.L., Pereira, J.A., “Antioxidant Activity and Phenolic Contents of *Olea europaea* L. Leaves Sprayed with Different Copper Formulations”, *Food Chem.*, 103(1), 188-195, (2007).

Gümüşkesen, A.S ve Yemişcioğlu, F., “*Bitkisel Yağ Teknolojisi*”, İzmir: Asya Tıp Yayıncılık., 224, (2004).

Gümüşkesen, A.S. ve Yemişcioğlu, F., “Türkiye’deki Zeytin Çeşitlerinin ve Zeytinyağlarının Bölgesel Karakterizasyonu”, Proje Sonuç Raporu. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, (2007).

Gümüşkesen, A.S. ve Yemişcioğlu, F., “*Bitkisel Sıvı ve Katı Yağ Üretim Teknolojisi*”, 3. Baskı İzmir: Meta Basım, 216, (2010).

Göğüş, F. ve Yıldırım, N., “Zeytinyağı Kimyası”, Bölüm 3., In: Zeytinyağı. Ed. Göğüş, F., Özkaya, M. T. ve Ötleş, S. Ankara: *Eflatun Yayınevi*, , 68-92, 274, (2009).

Göktaş, M.A., “Zeytin ve Zeytinyağının Türkiye Ekonomisindeki Rolü”, Doktora Tezi, *Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü*, (1966).

Hromadkova, Z., Ebringerova, A., “Ultrasound Extraction of Plant Materials Investigation of Hemicellulose Release from Buck Wheat Hulls”, *Ultrasonics sonochemistry*, 10(3), 127-133, (2003).

International Olive Council (IOC), Survey and Assessment Division, <http://www.internationaloliveoil.org/estaticos/view/130-survey-and-assessment-division>, (Erişim Tarihi: 05.05.2016), (2016).

Japon-Lujan, R., Luque-Rodriguez, J.M., Luque De Castro, M.D., “Dynamic Ultrasound-Assisted Extraction of Oleuropein and Related Biophenols from Olive Leaves”, *J. of Chromatogr. A*, 1108(1), 76-82, (2006).

Jemai, H., EL Feki, A., Sayadi, S., “Antidiabetic and Antioxidant Effect of Hydroxytyrosol and Oleuropein from Olive Leaves in Alloxan-Diabetic Rats.” *J. Agric. and Food Chem.*, 57(1), 8798-8804, (2009).

Kalua, C.M., Allen, M.S., Bedgood Jr, D.R., Bishop, A.G., Prenzler, P.D., Robards, K., “Olive Oil Volatile Compounds, Flavour Development and Quality: A Critical Review”, *Food Chem.*, 100(1), 273–286, (2007).

Kantaş, Y., “Effect of Ultrases on Drying Rate of Selected Produce”, Doktora Tezi, Middle East Technical University, (2007).

Karataş, G., “Susam Tohumuna Uygulanan Ön İşlemlerin Kalite Özellikleri Ve Yağ Verimine Etkisi”, Doktora Tezi, *İTÜ, Fen Bil. Enstitüsü*, (2015).

Kayahan, M. ve Tekin, A., “Zeytinyağı Üretim Teknolojisi”, Ankara: *Gıda Mühendisleri Odası Yayınları*, 198, (2006).

Kayahan, M. ve Tekin, A., “Zeytinyağı Üretim Teknolojisi”, Ankara: *Filiz Matbaacılık*, 198, (2009).

Keçeli, T., ve Gordon, M. H., “Ferric ions Reduce the Antioxidant Activity of the Phenolic Fraction of Virgin Olive Oil”, *J. Food Sci.*, 67(3), 943-947, (2002).

Kıralan, M., Yorulmaz, A., Tekin, A., “Sızma Zeytinyağı Kalitesi Üzerine Kırma ve Yoğurma Aşamalarının Etkileri”, *Türkiye 9. Gıda Kongresi*, Bolu, 80, (2006).

Kiritsakis, A. ve Min, D., “Flavor Chemistry of Olive Oil. In: Flavor Chemistry of Lipid Foods”, Ed. Min D. and Smouse T., American Oil Chemists’ Society, Champaign, 196–221,(1989).

Kristakis, A. K., “Olive Oil”. From Tree to the Table. 2nd Edition. *Food & Nutrition Pres., Inc.*, 347, (1998).

Knorr, D., Zenker, M., Heinz, V., Lee, D. U., “Applications and Potential of Ultrasesics in Food Processing”, *Trends in Food Science & Technology*, 15(5), 261-266, (2004).

Koiwai, H. ve Masuzawa, N., “Extraction of Catechins from Green Tea Using Ultrases”, *Japanese J.l of Applied Physics*, 46(7S), 4936, (2007).

Kurt, Ç., “Yüksek Güçlü Ultrases İşleminin Fermente Süt İçeceğinin Fiziksel Özelliklerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Ens., Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 143, (2013).

Luque-Garcia, J. L., ve De Castro, M. L., “Ultrases: A Powerful Tool for Leaching”, *Trends in Analytical Chemistry*, 22(1), 41-47, (2003).

Malik, N.S.A., Bradford, J.M., “Changes in Oleuropein Levels During Differentiation and Development of Floral Buds in ‘Arbequina’ Olives”, *Scientia Horticultureae*, 110(1), 274-278, (2006).

Mason, T. J. ve Lorimer, J. P., “Theory”, Applications and Uses of Ultrases in Chemistry, *Sonochemistry*, (1989).

Mason, T.J., “Power Ultrases in Food Processing the Way Forward. M.J.W. Povey and T.J. Mason., Ultrases in food processing, Blackie Academic and Professional: London, 105-126, (1998).

Mason, T. J. ve Lorimer, J. P., “*Applied Sonochemistry: The Uses of Power Ultrases in Chemistry and Processing*”, Weinheim: Wiley-Vch,303, (2002).

Martin-Garcia AI, Molina-Alcaide E., “Effect of Different Drying Procedures on the Nutritive Value of Olive (*Olea europaea* var. *europaea*) Leaves for Ruminants”. *Anim Feed Sci Technol*, 142(3-4), 317-29, (2008).

Mete, N. ve Çetin, Ö. “Zeytinin Botanik Sınıflandırılması ve Bölgelere Göre Yerli Zeytin Çeşitlerimiz”, İzmir: *Zeytin yetiştiriciliği*, ZAE, (2006).

Mulet, A., Carcel, J. A., Sanjuan, N., Bon, J., “New Food Drying Technologies-Use of Ultrases”, *Revista de Agaroquimica y Tecnologia de Alimentos*, 9(3), 215-221. (2003).

Nas, S., Gökalp, H.Y., Ünsal, M. “Bitkisel Yağ Teknolojisi”, Erzurum: *Atatürk Üniveristesi Yay.* No: 723, Ziraat Fak. No: 312, Ders Kitapları Serisi No: 64, 220, (1992).

Nas, S., Gökalp, H. Y., Ünsal, M., “Bitkisel Yağ Teknolojisi”, Denizli: *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları Yayınları*, No: 005, 329, (2001).

Nergiz, C. ve Engez, Y., “Compositional Variation of Olive Fruit During Ripening”, *Food Chem.*, 55-69, (2000).

Nizamlioğlu, M.N., Nas, S., “Meyve ve Sebzelerde Bulunan Fenolik Bileşikler,Yapıları ve Önemleri”, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 1 (5), 20-35, (2010).

Oktar, A. "Önemli Zeytin Çeşitlerinin Yağ Miktarı ve Yağ Özellikleri Üzerine Araştırmalar." *TOKB Zeytincilik Araş. Enst. Müd. Yayın*, 47, (1988).

Özkaya, M.T., Ulaş, M., Çakır, E., “Zeytin Ağacı ve Zeytin Yetiştiriciliği”, 1-25; (in) “Zeytinyağı” (ed: Göğüş, F., Özkaya, M.T. ve Ötleş, S.), Ankara: *Eflatun Yayınevi*, 267, (2008).

Özkaya, M. T., Tunalıoğlu, R., Eken, Ş., Ulaş, M., Tan, M., Danacı, A.,Tibet, Ü. “Türkiye Zeytinciliğinin Sorunları ve Çözüm Önerileri”. *TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*, Ankara, 11-15, (2010).

Pancorbo, A. C., Cruces-Blanco, C., Segura Carretero, A., Fernández Gutiérrez, A., “Sensitive Determination of Phenolic Acids in Extra-Virgin Olive Oil by Capillary Zone Electrophoresis”, *J. Agric. Food. Chem.*, 52(22), 6687–6693, (2004).

Paniwnyk, L., “Application of Ultrases”, *Emerging Technologies for Food Processing* (Second edition). Chapter 15, 271–291. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124114791000152>, (2014).

Panizzi, L., Scarpati, M.L., Oriente, G., “Chemical Structure of Oleuropein, Bitter Glucoside of Olive with Hypotensive Activity”, *Gazz. Chim. Ital.*, 90, 1449-1485, (1960).

Patist, A., Bates, D., “Ultrasessic Innovations in Food Industry: From the Laboratory to Commercial Production”, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 9, 147-154, (2007).

Pico, Y., “Low-Intensity Ultrases”, *Chemical Analysis of Food: Techniques and Applications*, Academic Press, 117, (2012).

Priego-Capote, F., De Castro, M. L., “Analytical Uses of Ultrasound I. Sample Preparation”, *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 23(9), 644-653, (2004).

Rastogi, N., “Opportunities and Challenges in Application of Ultrases in Food Processing”. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(8), 705–722, (2011).

Renis, H., “Inactivation of Myxoviruses by Calcium Elenolate”, *Antimicrob. Agent and Chemother Aug.*, 8(2), 194-199, (1975).

Rodriguez-Delgado, M.A., Malovana, S., Perez, J.P., Borges, T., Garcia Montelongo, F.J., “Separation of Penolic Compounds by High-Performance Liquid Chromatography with Absorbance and Fluorimetric Detection”, *J. Chromatography A*, 912(2), 249-257, (2001).

Salazar, J., Chavez, J. A., Turo, A., Garcia-Hernandez, M. J., “Effect of ultrases on food processing: in Novel Food Processing, Effects on Rheological and Functional Properties”, Eds: Ahmed, J., Ramaswamy, H. S., Kasapis, S., Boye, J. I., New York: *CRC Press*, 65-84 , (2010).

Salvador, M.D., Aranda, F., Fregapane, G., “Influence of Fruit Ripening on Cornicabra Virgin Olive Oil Quality, A Study of Four Successive Crop Seasons”, *Food Chem.*, 73(1), 45-53, (2001).

Servili, M., Montedoro, GF., “Contribution of Phenolic Compounds to Virgin Olive Oil Quality”, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 104(9-10), 602-613, (2002).

Sharma, A., Gupta, M. N., “Oil Extraction From Almond, Apricot and Rice Bran by Three-Phase Partitioning After Ultrasonication”. *European J. of Lipid Science and Technology*, 106(3), 183-186, (2004).

Sivakumar, M., Towata, A., Yasui, K., Tuziuti, T., Iida, Y., “A New Ultrasonic Cavitation Approach for the Synthesis of Zinc Ferrite Nanocrystals”, *Current Applied Physics*, 6(3), 591-593, (2006).

Soria, A. C. ve Villamiel, M., “Effect of Ultrasound on the Technological Properties and Bioactivity of Food: a review”. *Trends in Food Science & Technology*, 21(7), 323-331, (2010).

Şeran, E. B., “Yağlı Tohumlara Uygulanan Ultrasonik Destekli Ön İşlem İle Soğuk Pres Yağlarında Verim Ve Kalitenin Arttırılması ”, Doctora Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Ens., (2013).

Tokuşoğlu, Ö., “Özel Meyve Zeytin: Kimyası, Kalite ve Teknolojisi ”, İzmir: Yayın No: 006-1B, *Seher Matbaacılık*, (2010).

Tokuşoğlu, Ö., “Ultrasound Processing in Foods: Fundamentals, Applications and Advances in Commercialization. In Advances in Commercialization of Nonthermal Processing”, Short Course-IFT Preannual Meeting., Institute of Food Technologists Publishing, Chicago: (In IFT2013 Preannual Meeting Book), (2013).

Tomà, P., Valle, M., Rossi, U., Brunenghi, G. M., “Paediatric Hip Ultrasound Screening for Developmental Dysplasia of the Hip: A Review”. *European journal of ultrasound*, 14(1), 45-55, (2001).

Tunalıoğlu, R., Armağan, G., “Aydın İlindeki Zeytinyağı İşletmelerinde Elde Edilen Yan Ürünlerin Tarım Sanayi ve Çevre İlişkileri Boyutunda Değerlendirilmesi”, Cilt 2, Bursa: *Türkiye 8. Tarım Ekonomisi Kongresi Bildiri Kitabı*, (2008).

Türkiye 1. Zeytinyağı ve Sofralık Zeytin Sempozyumu Türkiye I. Zeytinyağı ve Sofralık Zeytin Sempozyumu Bildirileri. İzmir: Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü ve Ege İhracatçı Birlikleri, (2003).

Türkmen, F., “Yüksek Güçlü Ultrasound İşleminin Sütün Fizikokimyasal ve Jelleşme Özelliklerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 75 (2012).

Uzunoğlu, T.P., “Yüksek Güçlü Ultrasound İşleminin Kısa ve Uzun Ömürlü Ayranın Mikrobiyolojik ve Duyusal Özelliklerine Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, 95, (2012).

Ünsal, A., Del Moral, J. M., Coşkun, A., Tunç, A., “Ölmez Ağacın Peşinde, Türkiye’de Zeytin ve Zeytinyağı”, İstanbul: *Yapı Kredi Yayınları*, (2001).

Wang, L. ve Weller, C. L., “Recent Advances in Extraction of Nutraceuticals From Plants”, *Trends in Food Science & Technology*, 17(6), 300-312, (2006).

Wang, J., Sun, B., Cao, Y., Tian, Y., Li, X., “Optimisation of Ultrasound-Assisted Extraction of Phenolic Compounds From Wheat Bran”. *Food Chemistry*, 106(2), 804-810, (2008).

WEB_1, Cabras, P., Martelli, “Chimica degli alimenti, chap. 10 [Online]” (24.01.2017), <http://www.academyartofpizza.com/en/mediterranean-diet>, (2017).

Wu, J., Lin, L., Chau, F. T., “Ultrasound-Assisted Extraction of Ginseng Saponins from Ginseng Roots and Cultured Ginseng Cells”. *Ultrasonics sonochemistry*, 8(4), 347-352, (2001).

Veličković, D. T., Milenović, D. M., Ristić, M. S., Veljković, V. B., “Kinetics of Ultrasound Extraction of Extractive Substances From Garden (Salvia officinalis L.) and Glutinous (Salvia glutinosa L.) Sage”. *Ultrasonics sonochemistry*, 13(2), 150-156, (2006).

Vilkhu, K., Mawson, R., Simons, L., Bates, D., “Applications and Opportunities for Ultrasound Assisted Extraction in the Food Industry: a review”, *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 9(2), 161-169. (2008).

Vinatoru, M., “An Overview of the Ultrasound Assisted Extraction of Bioactive Principles from Herbs”, *Ultrasonics sonochemistry*, 8(3), 303-313, (2001).

Vinha, A.F., Ferreres, F., Silva, B.M., Vantelao, P., Gonçalves, A., Pereira, J.A., “Phenolic Profiles of Portuguese Olive Fruits (olea europaea L.): Influences of Cultivar and Geographical Origin”, *Food Chem.*, 89(4), 561–568. (2005).

Yılmaz, T., “Domates İşleme Atıklarından Ultrasound Destekli Likopen Ekstraksiyonu İşleminin Optimizasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, İzmir, 105, (2011).

Zhang, Z. S., Wang, L. J., Li, D., Jiao, S. S., Chen, X. D., Mao, Z. H., “Ultrasound-Assisted Extraction of Oil From Flaxseed”, *Separation and Purification Technology*, 62(1), 192-198, (2008).

6. EKLER

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F oranı	P
Yaprak Miktarı	2	88,850	1278,300	<,0001*
Ultrases Uygulama Süresi	8	111,432	400,800	<,0001*
Yıl	1	169,280	4780,934	<,0001*
Yaprak Miktarı* Ultrases Uygulama Süresi	16	4,456	8,013	<,0001*
Ultrases Uygulama Süresi* Yıl	8	4,198	15,099	<,0001*
Yaprak Miktarı* Yıl	2	2,123	30,549	<,0001*
Yaprak Miktarı* Ultrases Uygulama Süresi*Yıl	16	3,922	7,054	<,0001*
Hata	108	3,753		
Toplam	161	388,015		

EK 1: Peroksit değerleri değişimlerine ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F oranı	P
Yaprak Miktarı	2	0,675	1156,192	<,0001*
Ultrases Uygulama Süresi	8	4,083	1747,988	<,0001*
Yıl	1	0,652	2234,216	<,0001*
Yaprak Miktarı* Ultrases Uygulama Süresi	16	0,110	23,460	<,0001*
Ultrases Uygulama Süresi* Yıl	8	0,786	336,605	<,0001*
Yaprak Miktarı* Yıl	2	0,221	379,258	<,0001*
Yaprak Miktarı* Ultrases Uygulama Süresi*Yıl	16	0,115	24,593	<,0001*
Hata	108	0,032		
Toplam	161	6,674		

EK 2: K₂₃₂ değerleri değişimlerine ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F oranı	P
Yaprak Miktarı	2	0,010	19,579	<,0001*
Ultrases Uygulama Süresi	8	0,030	15,468	<,0001*
Yıl	1	0,002	9,023	0,003
Yaprak Miktarı* Ultrases Uygulama Süresi	16	0,002	0,572	0,898
Ultrases Uygulama Süresi* Yıl	8	0,002	1,258	0,273
Yaprak Miktarı* Yıl	2	0,030	0,090	0,914
Yaprak Miktarı* Ultrases Uygulama Süresi*Yıl	16	0,001	0,166	1,000
Hata	108	0,027		
Toplam	161	0,104		

EK 3: K₂₇₀ değerleri değişimlerine ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F oranı	P
Yaprak Miktarı	2	36,929	863,870	<,0001*
Ultrases Uygulama Süresi	8	39,364	230,211	<,0001*
Yıl	1	3,502	163,863	<,0001*
Yaprak Miktarı* Ultrases Uygulama Süresi	16	6,066	17,736	<,0001*
Ultrases Uygulama Süresi* Yıl	8	0,796	4,653	<,0001*
Yaprak Miktarı* Yıl	2	1,312	30,696	<,0001*
Yaprak Miktarı* Ultrases Uygulama Süresi*Yıl	16	0,793	2,319	0,006
Hata	108	2,308		
Toplam	161	91,071		

EK 4: Klorofil değerleri değişimlerine ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F oranı	P
Yaprak Miktarı	2	51148,111	177,758	<,0001*
Ultrases Uygulama Süresi	8	44767,444	38,896	<,0001*
Yıl	1	826,889	5,747	0,018
Yaprak Miktarı* Ultrases Uygulama Süresi	16	3619,889	1,573	0,089
Ultrases Uygulama Süresi* Yıl	8	2380,111	2,068	0,045
Yaprak Miktarı* Yıl	2	521,444	1,812	0,168
Yaprak Miktarı* Ultrases Uygulama Süresi*Yıl	16	2574,556	1,118	0,348
Hata	108	15538,000		
Toplam	161	121376,444		

EK 5: T. Fenolik değerleri değişimlerine ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F oranı	P
Yaprak Miktarı	2	30056,660	148,304	<,0001*
Ultrases Uygulama Süresi	8	28082,289	34,640	<,0001*
Yıl	1	484,331	4,780	0,031
Yaprak Miktarı* Ultrases Uygulama Süresi	16	1966,422	1,213	0,270
Ultrases Uygulama Süresi* Yıl	8	926,381	1,143	0,341
Yaprak Miktarı* Yıl	2	507,018	2,502	0,087
Yaprak Miktarı* Ultrases Uygulama Süresi*Yıl	16	1249,932	0,771	0,715
Hata	108	10944,173		
Toplam	161	74217,206		

EK 6: Oksidatif Stabilite değerleri değişimlerine ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F oranı	P
Yaprak Miktarı	2	4,512503	17,85	<,0001*
Ultrases Uygulama Süresi	8	0,03125400	0,14	0,9654
Yıl	1	24,564500	274,56	<,0001*
Yaprak Miktarı* Ultrases Uygulama Süresi	16	0,717334	1,80	0,1848
Ultrases Uygulama Süresi* Yıl	8	1,72532	7,08	0,0008*
Yaprak Miktarı* Yıl	2	0,652360	3,45	0,046
Yaprak Miktarı* Ultrases Uygulama Süresi*Yıl	16	0,259380	0,61	0,7845
Hata	108	1,72557		
Toplam	161	32,987240		

EK 7: Meyvemslilik şiddetlerinin değişimlerine ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F oranı	P
Yaprak Miktarı	2	53,72547	85,45	<,0001*
Ultrases Uygulama Süresi	8	0,13316700	0,29	
Yıl	1	4,756372	25,32	<,0001*
Yaprak Miktarı* Ultrases Uygulama Süresi	16	4,398452	3,55	0,0110
Ultrases Uygulama Süresi* Yıl	8	13,39742	24,80	<,0001*
Yaprak Miktarı* Yıl	2	0,611237	1,37	0,267
Yaprak Miktarı* Ultrases Uygulama Süresi*Yıl	16	2,734446	2,19	0,0942
Hata	108	4,61318		
Toplam	161	85,745360		

EK 8: Acılık şiddetlerinin değişimlerine ilişkin varyans analiz tablosu

Varyasyon Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F oranı	P
Yaprak Miktarı	2	43,016748	102,08	<,0001*
Ultrases Uygulama Süresi	8	0,03543401	0,07	0,8438
Yıl	1	2,456400	15,45	0,0005*
Yaprak Miktarı* Ultrases Uygulama Süresi	16	3,586356	3,78	0,0081*
Ultrases Uygulama Süresi* Yıl	8	2,86780	6,23	0,0021*
Yaprak Miktarı* Yıl	2	0,654324	1,83	0,1592
Yaprak Miktarı* Ultrases Uygulama Süresi*Yıl	16	2,126732	2,54	0,0673
Hata	108	3,56768		
Toplam	161	58,887		

EK 9: Yakıcılık şiddetlerinin değişimlerine ilişkin varyans analiz tablosu

7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Hafize Ayla SARI

Doğum Yeri ve Tarihi : Malatya – 17.10.1977

Lisans Üniversite : Pamukkale Üniversitesi

Y. Lisans Üniversite : Adnan Menderes Üniversitesi

Elektronik posta : asari@adu.edu.tr

İletişim Adresi : Adnan Menderes Mah. Yeşilırmak Cad. K1 d1

Efeler/ AYDIN

Yayın Listesi :

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında (Proceedings) basılan bildiriler:

ÖZUĞUR ALİ KEMALİ, SARI HAFİZE AYL A, YÖRÜK ALAEDDİN (2016). Propolis Yağ Asitleri ve Apiterapi. 5th International Muğla Beekeeping and Pine Honey Congress (/)(Yayın No:3233487).

ÖZUĞUR ALİ KEMALİ, GÖKDAL ÖZDAL, ATAY OKAN, SARI HAFİZE AYL A (2016). Çine Meslek Yüksekokulu Gıda ve Tarım Programları Son Sınıf Öğrencilerinin Mesleki Eğitim Algılarındaki Değişimlerinin Değerlendirilmesi. International Symposium on Post-Secondary Vocational Education and Training (ISVET2016) (/)(Yayın No:3236468).

ÖZUĞUR ALİ KEMALİ, SARI HAFİZE AYL A, GÖKDAL ÖZDAL, ATAY OKAN (2016). Öğrencilerin Çine Meslek Yüksekokulu Gıda ve Tarım Programları Tercih Nedenleri. International Symposium on Post-secondary vocational Education and training (İSVET2016) (/)(Yayın No:3234415).

ATAY OKAN, GÖKDAL ÖZDAL, HELVA İHSAN BÜLENT, YARALI ENGİN, SARI HAFİZE AYL A, ÖZUĞUR ALİ KEMALİ (2016). Çine Meslek Yüksekokulu

Mezunlarının İstihdam Edilme Durumlarının Değerlendirilmesi. 5th International vocational Schools Symposium (UMYOS) (/)(Yayın No:3238302).

ÖZÜĞÜR ALİ KEMALİ, SARI HAFİZE AYLA, GÖKDAL ÖZDAL, ATAY OKAN, EREN VADULLAH (2016). Lise Öğrencilerinin Meslek Yüksekokullarına Bakışlarının Değerlendirilmesi Aydın İli Örneği. 5th International vocational Schools Symposium (UMYOS), 1(1), 384-393. (Tam Metin Bildiri/)(Yayın No:3237638).

Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında basılan bildiriler:

SARI HAFİZE AYLA, EKİNCİ RACİ, OTAĞ MUSTAFA REMZİ (2015). Zeytinyağında Demir Miktarının Belirlenmesi ve Önemi. II. Bitkisel Yağ Kongresi, TEKİRDAĞ (/)(Yayın No:2880802).

SARI HAFİZE AYLA, KIVRAK MÜCAHİT, MÜGE NEBİĞOĞOLU (2014). Dünya Zeytinyağı Yönetmeliklerinin Karşılaştırılması. IV. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi, Konya (/)(Yayın No:2880514).

SEFA BERNA, SARI HAFİZE AYLA (2014). Kızartma Sonrası Zeytinyağında Meydana Gelen Değişimler. IV. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi, Konya (/)(Yayın No:2880756).

SARI HAFİZE AYLA, KIVRAK MÜCAHİT (2013). Rafinasyon İşlemi ile Yağdan Uzaklaştırılan Fosfolipidler. 1. Tarım ve Gıda Kongresi, 338-341. (/)(Yayın No:982761).

ŞAHİN GÖZDE, TUNALIOĞLU RENAN, SARI HAFİZE AYLA (2013). Organik Zeytin ve Zeytinyağında Pazarlama. Türkiye V. Organik Tarım Sempozyumu, 62-67. (/)(Yayın No:982689).

SARI HAFİZE AYLA (2012). Sofralık Yeşil Zeytin Salamurlarının Mikrobiyolojik Analizi. Türkiye II. Zeytin Zeytinyağı Kongresi/ Şanlıurfa (/)(Yayın No:982727).

KARAKAYA NAİME, TEKİNKAYA ZEHRA, SARI HAFİZE AYLA (2012). ZeytinYaprağı Çayı Üretimi. III. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi, AYDIN, 90-90. (/)(Yayın No:982624).

AKTAŞ HEDİYE, SARI HAFİZE AYLA (2012). Osmanlı'dan Günümüze Geleneksel Yemekler. III. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi, AYDIN, 109-109. (/)(Yayın No:982551).

BATMAZ TUĞBA, SARI HAFİZE AYLA (2012). Zeytin Zeytinyağı Müzeleri. III. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi, AYDIN (/)(Yayın No:982539).

ARLI ÖZNUR, SARI HAFİZE AYLA (2012). Zeytin ve Zeytinyağında Coğrafi İşaretleme. III. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi, AYDIN, 107-107. (/)(Yayın No:982562).

TURAN AYLAL, SARI HAFİZE AYLAL (2012). Aydın İlindeki Zeytin ve Zeytinyağı İşletmeleri. III. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi, AYDIN, 98-98. (/)(Yayın No:982612).

AKSOY NESLİHAN, SARI HAFİZE AYLAL (2012). Oleuropein ve Ekstraksiyon Yöntemleri. III. Ulusal Zeytin Öğrenci Kongresi, AYDIN, 87 (/)(Yayın No:982527).

