



**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ZEYTİNYAĞININ FARKLI MATERYALLERLE FİLTREASYONUNUN BAZI  
KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Seval ZUBAROĞLU SAKARYA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Antakya / HATAY**

**OCAK - 2013**



**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ZEYTİNYAĞININ FARKLI MATERYALLERLE FİLTREASYONUNUN BAZI  
KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Seval ZUBAROĞLU SAKARYA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Antakya / HATAY**

**OCAK - 2013**

**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ZEYTİNYAĞININ FARKLI MATERYALLERLE FİLTRASYONUNUN**  
**BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Seval ZUBAROĞLU SAKARYA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Yrd.Doç.Dr.Mustafa DİDİN danışmanlığında hazırlanan bu tez 25/01/2013 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Yrd.Doç.Dr.Mustafa DİDİN Yrd.Doç.Dr.Dilşat BOZDOĞAN Doç.Dr.Celil TOPLU

KONUŞKAN

Başkan

Üye

Üye

Bu tez Enstitümüz Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.

**Kod No:**

Prof. Dr. İlhan ÜREMİŞ

Enstitü Müdür

Bu çalışma Mustafa Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir.

Proje No:1002-Y-0110

**Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, sekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.**

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	5
2.1. Zeytinyağının Bileşimi ve Özellikleri.....	5
2.2. Zeytinyağı Rafinasyonu.....	10
2.3. Filtrasyon.....	13
2.3.1. Amacı ve Önemi.....	13
2.3.2. Filtreler.....	13
2.3.2.1. Görevi.....	13
2.3.2.2. Yapısı.....	14
2.3.2.3. Çeşitleri.....	14
2.3.2.3.1. Toprak Filtreler.....	14
2.3.2.3.2. Kâğıt Filtreler.....	15
2.3.3. Filtrasyonda Dikkat Edilecek Hususlar.....	15
2.4. Klinoptilolit.....	15
2.5. Kizelgur (Diatome).....	18
2.5.2. Tüketim Alanları.....	20
2.6. Bentonit.....	21
2.7. Hardal Tohumu.....	24
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	27
3.1. Materyal.....	27
3.2. Yöntem.....	27
3.2.1. Filtrasyon Yöntemi.....	27
3.2.2. Analiz Yöntemleri.....	27
3.2.2.1. Serbest Yağ Asitliği.....	27

3.2.2.2. Peroksit Sayısı.....	28
3.2.2.3. Yağ Asitleri Kompozisyonu.....	29
3.2.2.4. İyot Sayısı.....	30
3.2.2.5. Sabunlaşma Sayısı.....	30
3.2.2.6. İstatistiksel Değerlendirme.....	31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	32
4.1. Serbest Yağ Asitliği.....	32
4.2. Peroksit Sayısı.....	33
4.3. Yağ Asitleri Kompozisyonu.....	34
4.4. Sabunlaşma Sayısı.....	38
4.5. İyot Sayısı.....	38
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	39
KAYNAKLAR.....	41
TEŞEKKÜR.....	46
ÖZGEÇMİŞ.....	47

## ÖZET

**ZEYTİNYAĞININ FARKLI MATERYALLERLE FİLTRASYONUNUN  
BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

Bu çalışmada Hatay'da üretilen natürel zeytinyağlarının farklı materyallerle filtrasyonunun zeytinyağının bazı kalite özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla nano düzeye getirilmiş bentonit, hardal tohumu, klinoptilolip ve kizelgur kullanılarak filtrasyon işlemi yapılmıştır. Zeytinyağlarında kalite özelliklerini oluşturan serbest yağ asitliği, peroksit sayısı, iyot sayısı, sabunlaşma sayısı ve yağ asitleri kompozisyonları tespit edilmiştir. Elde edilen bulguların Türk Gıda Kodeks Standardı'na ve yayınlanmış olan önceki çalışmalara uygunluğu araştırılmıştır. Araştırmada kontrol zeytinyağı örneği ile bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilen zeytinyağlarında ortalama serbest yağ asitliği değerleri sırasıyla %0.87, %0.70, %0.62, %0.64 ve %0.69 olarak ölçülmüştür. Peroksit sayısı değerlerinin bütün örneklerde Türk Gıda Kodeksi'nin belirlemiş olduğu maksimum değer olan 20 meqO<sub>2</sub>/kg değerinden düşük olduğu tespit edilmiştir. Kontrol örneğinde ve bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilen zeytinyağı örneklerinde başlıca yağ asitlerinden oleik asit içerikleri %62.7- %63.9 arasında, palmitik asit içerikleri sırasıyla %15.9- %16.5, linoleik asit değerleri %12.72-14.15 arasında, linolenik asit değerleri ise %0.7- 0.9 arasında olarak belirlenmiştir. Sabunlaşma ve iyot sayıları kontrol örneğinde sırasıyla 193 mg KOH/kg ve 82 g, diğer tüm örneklerde ise bu değerler sırasıyla 192 mgKOH/kg ve 80 g olarak tespit edilmiştir. Araştırmada kullanılan filtrasyon maddelerinin genel olarak yağın kimyasal yapısına fark edilir derecede etki ettiği, kullanılan bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgurun alternatif filtre materyali olarak kullanılabilineceği saptanmıştır.

2013, 47 sayfa

**Anahtar Kelimeler:** Zeytinyağı, Filtrasyon, Bentonit, Hardal Tohumu, Klinoptilolit, Kizelgur

**ABSTRACT**  
**THE EFFECT OF THE OLIVE OIL FILTRATION WITH DIFFERENT**  
**MATERIALS ON VARIOUS QUALITY CHARACTERISTICS**

The aim of this study is to filtrate the natural olive oils - produced in Hatay where has a significant potential of olive and olive oil production in our country – with different materials. For this purpose, the filtration is made by using bentonit, mustard seed, klinoptilolip and kiselgur, all of which are rendered into nano level. The free fatty acidity, peroxide value, iodine number, saponification number and fatty acids compositions, which compose the quality characteristics in olive oils are determined. The convenience of the results with Turkish Food Codex Standards and published literature are investigated. In the research, the control sample of olive oil and the average free fatty acidity in olive oils which filtrated by using bentonit, mustard seed, klinoptilolip and kiselgur are measured one by one as 0.87%, 0.70%, 0.62%, 0.64% and 0.69% . It is detected that, the rates of peroxide value in all samples are lower than 20 meqO<sub>2</sub>/kg which is upper bound, according to Turkish Food Codex Standards. In control sample and in other olive oil samples that are filtrated by using bentonit, mustard seed, klinoptilolip and kiselgur; the ingredients of oleic acid (which is one of the main fatty acids) are determined between 62.7% - 63.9%; the ingredients of palmitic acid between 15.9% -16.5%; the values of linoleic acid between 12.72% - 14.15% and the values of linolenik acid between 0.7%-0.9%. The saponification number and iodine adsorption value in control sample are measured one by one as 193 mgKOH/kg and 82 gr, and in all other samples these measures are detected one by one as 192 mgKOH/kg and 80 gr. In this research, it is concluded that the filtration materials generally effect the chemical structure of olive oil noticeably and bentonit, mustard seed, klinoptilolip and kiselgur used are available alternative materials for filtration.

2013, 47 page

**Keywords:** Olive Oil, Filtration, Bentonite, Mustard Seed, Clinoptilolite, Kieselguhr

**SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

FAO	Gıda ve Tarım Organizasyonu
UZZK	Uluslararası Zeytinyağı Konseyi
IOOC	International Olive Oil Council
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
SSCB	Sovyet Sosyalist Cumhuriyet Birlikleri
TMAZ®	Tribo Mekanik Aktive Edilmiş Zeolit
HF	Hidroflorik Asit
TSE	Türk Standartları Enstitüsü



## ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Zeytin ağacının bilimsel sınıflandırması.....	1
Çizelge 1.2. Dünya dane zeytin üretim, alan, verim ve zeytinyağı istatistikleri (2008/2009 ort) .....	2
Çizelge 1.3. Türkiye'de yağlık zeytin üretiminde seçilmiş bazı önemli iller.....	3
Çizelge 2.1. Zeytinyağının Yağ Asitleri Bileşimi.....	10
Çizelge 2.2. Rafinasyon kademelerinde yağlarda meydana gelen, uzaklaştırılan veya miktarı azaltılan bileşenler .....	12
Çizelge 2.3. Klinoptilolit mineralinin kimyasal yapısı.....	17
Çizelge 2.4. Bazı diatomit örneklerinin kimyasal bileşimleri.....	19
Çizelge 2.5. Çeşitli kullanım alanındaki bentonitin tüketimi yüzde oranı.....	23
Çizelge 4.1. Kontrol ve filtrasyon yapılan zeytinyağı örneklerine ilişkin serbest yağ asitliği ve peroksit sayılarına ilişkin ortalama değerler .....	32
Çizelge 4.2. Kontrol ve filtrasyon yapılan zeytinyağı örneklerinin yağ asit kompozisyonu, sabunlaşma sayısı ve iyot sayılarına ilişkin ortalama değerler .....	35

**ŞEKİLLER DİZİNİ**

	Sayfa
Şekil 2.1. Klasik ve modern sistemde natürel zeytinyağı üretim akış şeması .....	7
Şekil 2.2. Zeytinyağı bileşenleri.....	8
Şekil 2.3. Kimyasal ve fiziksel rafinasyonun akım şeması.....	12
Şekil 2.4. 8 halkalı ve 10 halkalı kanallara sahip zeolit klinoptilolitin kristal yapısı.....	16

## 1. GİRİŞ

Zeytin, tüm kutsal kitaplarda yer alan, binlerce yıldan beri var olan, Akdeniz ülkelerinin ve uygarlığın simgesi bir bitkidir (Köseoğlu, 2006). Tipik bir Akdeniz bitkisi olan zeytin Anadolu’ da ilk kez M.Ö. 4000 yıllarında yetiştirilmeye başlanmış, buradan da Akdeniz’ in diğer ülkelerine Ege Adaları yoluyla Yunanistan, İtalya, Fransa ve İspanya’ ya kadar ulaşmıştır (Oktar ve ark. , 1983; Bozdoğan Konuşkan, 2008).

Anadolu’ nun en eski kültür bitkilerinden *Olea europaea L.*’ nin meyvesi olan zeytin, *Oleacea* familyasının *Olea* cinsinin *Olea europaea* türünün *Olea europaea sativa* alt türünü teşkil etmektedir. Zeytin ağacının bilimsel sınıflandırması Çizelge 1.1. de yer almaktadır (Göğüş ve ark., 2009).

Çizelge 1.1. Zeytin ağacının bilimsel sınıflandırması (Göğüş ve ark. , 2009)

Alem	<i>Plantae(Bitkiler)</i>
Bölüm	<i>Magnoliophyta (Kapalı Tohumlular)</i>
Sınıf	<i>Magnoliopsida(Çift Çenekliler)</i>
Takım	<i>Lamiales (Çok Yıllık, Hoş Kokulu, Hermafrodit Çiçekli Bitkiler)</i>
Familya	<i>Oleaceae (Zeytingiller)</i>
Cins	<i>Olea</i>
Tür	<i>Olea europaea L.</i>

Dünyada zeytin ve zeytinyağına artan talep nedeniyle, zeytin yetiştiricisi ülkeler üretimlerine büyük ölçüde hız vermişlerdir. Bu süreçte, dünyanın önde gelen zeytin üreticisi ülkelerinden biri olan Türkiye de, kısa sayılabilecek bir sürede, üretim alan ve miktarını önemli ölçüde arttırmıştır (Boyras ve ark. , 2010).

FAO 2012 verilerine göre dünya zeytinyağı üretimi 2.765 bin ton olup, 2.170 bin tonu AB ülkeleri tarafından üretilmektedir. AB ülkeleri dünyadaki zeytinyağı arzının %75’ ini sağladığı için dünya zeytinyağı üretimine AB ülkelerinin şekil verdiği ifade edilebilir (Çizelge 1.2.). Aynı zamanda AB ülkeleri üretilen zeytinyağının %68’ ini tüketmekte ve yaklaşık %20 civarında dünya ticaretinde ithalattan pay almaktadır. ABD dünya ithalattan %45 pay alan önemli ithalatçı ülke konumundadır. Türkiye ise 2008/09–2011/12 yılı üretim ortalamalarına göre, 155 bin ton’ luk hacmi ile İspanya,

İtalya, Yunanistan ve Suriye' nin arkasından %5,4' lük pay ile 5. sırada yer almaktadır. 2011/2012 yılı üretim sezonunda 180 bin ton üretim beklenmektedir (FAO, 2012).

Çizelge 1.2. Dünya dane zeytin üretim, alan, verim ve zeytinyağı istatistikleri (2008 / 2009 ort) (FAO, 2012)

Ülkeler	Zeytin Alan (ha)	%	Verim (kg/ha)	Dane Zeytin Üretim (ton)	%	Zeytinyağı Üretim (ton)	%
Türkiye	717.553	7,5	1.922	1.377.465	7,4	121.550	4,4
İspanya	2.475.235	25,7	2.721	6.746.865	36,4	1.121.945	40,6
İtalya	1.185.250	12,3	853	3.380.100	18,2	575.800	20,8
Suriye	626.376	6,5	367	856.488	4,6	162.251	5,9
Arjantin	53.006	0,6	2.925	155.000	0,8	24.200	0,9
Mısır	109.974	1,1	4.456	490.036	2,6	7.650	0,3
Yunanistan	646.301	6,7	2.957	2.131.595	11,5	330.447	11,9
Tunus	1.900.000	19,7	2.822	966.500	5,2	155.000	5,6
Portekiz	380.700	4,0	931	354.200	1,9	48.550	1,8
Fransa	18.912	0,2	1.653	31.259	0,2	5.900	0,2
Fas	548.800	5,7	1.400	767.690	4,1	85.150	3,1
Diğer	963.793	10,0		1.278.015	6,9	127.285	4,6
Toplam	9.625.898	100	1.933	18.535.212	100	2.765.727	100

Türkiye' de toplam 81 ilimizin %51,8' inde (42 il) zeytin üretimi yapılmaktadır. Türkiye' de 2010 yılı istatistikleri yaklaşık 826 bin hektar alanda 1 415 bin ton üretim gerçekleştiğini bildirmektedir. Son 10 yılda yoğun zeytin fidanı dikimleri ile Türkiye' nin ağaç varlığı 2000 yılında 98 milyon iken 2010 yılında 157 milyon âdete ulaşmıştır (Çizelge 1.3.) (TÜİK, 2010). 2009/10 yılları ortalamalarına göre üretimin %30,8' i sofralık olarak işlem görürken, geri kalan %69,2' lik kısmı yağlığa ayrılmıştır.

Türkiye' de iller düzeyinde yağlık zeytin üretimlerine bakıldığında %24' lük üretim payı ile İzmir önemli üretici illerimizdendir. Daha sonra Muğla, Aydın, Hatay gibi illerimiz üretimden önemli paylar almaktadırlar. Çizelge 1.3. de görüleceği üzere verimin en yüksek olduğu ilimiz ağaç başına 29 kg ile Osmaniye olarak istatistiklere yansımıştır. Toplam ağaç varlığının en yüksek olduğu illerimiz ise Aydın ve Muğla olarak görülmektedir (TÜİK, 2010)

Yaklaşık son 6 – 7 yılda verilen teşvikler ile oluşturulan yeni zeytin bahçelerinin Mersin, Muğla, Hatay ve Kilis illerinde oldukça yoğun olduğu tespitine varılabilir. Özellikle Mersin’ de mevcut toplam 7 milyon zeytin ağacının %66,2’ sini son yıllarda dikilen zeytin fidanlarından olduğunu söylemek mümkündür. Yağlık zeytin üretiminin yaygın olduğu Kilis’ de yaklaşık ağaçların %47’ si yeni dikilen ağaçlardan oluşmaktadır. Hatay ilinde de yeni dikilen zeytin fidanlarının diğer bir deyişle meyve vermeyen ağaçların toplam ağaçlara oranı %35,7 dir (TÜİK, 2010).

Çizelge 1.3. Türkiye’ de yağlık zeytin üretiminde seçilmiş bazı önemli iller (TÜİK, 2010)

İller	Üretim (ton)	Toplam Üret. İçindeki Payı (%)	Zeytin Alanı (hektar)	Meyve Veren ağaç (adet)	Meyve Vermeyen Ağaç (adet)	Toplam Ağaç Sayısı (adet)	Verim (kg/ ağaç)
İzmir	250.190	24.1	85.751	13.352.510	2.425.471	15.777.981	19
Muğla	146.252	14.1	131.504	12.937.930	4.463.492	17.401.422	11
Aydın	144.914	13.9	117.256	15.637.888	1.645.925	17.283.813	9
Hatay	106.555	10.2	39.949	7.529.460	4.184.490	11.713.950	14
Balıkesir	93.178	9.0	68.149	8.445.805	368.582	8.814.387	11
Çanakkale	78.506	7.5	30.048	4.190.666	772.212	4.962.878	19
Mersin	40.259	3.9	23.650	2.391.854	4.705.363	7.097.217	17
Manisa	35.848	3.4	29.396	3.070.291	2.440.332	5.510.623	12
Osmaniye	31.877	3.1	6.594	1.116.107	641.980	1.758.087	29
Antalya	31.387	3.0	8.977	1.505.010	800.798	2.305.808	21
Gaziantep	28.572	2.7	29.276	2.397.619	770.624	3.168.243	12
Adana	19.825	1.9	6.342	725.519	823.174	1.548.693	27
Kilis	15.156	1.5	17.559	1.120.100	981.410	2.101.510	14
Şanlıurfa	3.719	0.4	4.182	320.600	628.320	948.920	12
K.Maraş	3.456	0.3	3.665	499.750	298.000	797.750	7
Diğer	10.306	1.0	3.704	545.197	597.916	2.899.442	15
Türkiye	1.040.000	100	606.002	75.786.306	26.548.089	102.334.395	16

TÜİK (2010) tarafından yapılan araştırma sonuçlarına göre ülkemizde zeytin ağaçlarının kapladığı alan 2009 itibarıyla 778 413 hektara yükselmiştir (Anonim, 2010). Bu alanın 63 238 hektarlık alanı TR63 bölgesi olan Hatay, Kahramanmaraş ve Osmaniye’ de bulunmakta, 48 187 hektarlık alanı Hatay’ da bulunmaktadır (Anonim,

2010). TÜİK (2010)' a göre Türkiye' de 2009 yılında toplam 1 290 654 ton zeytin üretimi yapılmıştır (Anonim, 2010).

Zeytin ve Zeytinyağı Sektörü tarımsal üretim değeri, dış ticaret, istihdam ve tüketim açısından ülke ekonomisi ve insan sağlığı için son derece önemlidir. Gıda ve Tarım Örgütü' nün (FAO) çalışmalarında Türkiye' de zeytin ve zeytinyağı tarımsal üretim değeri açısından ilk on üründen biri olduğu belirtilmiştir. Diğer taraftan dane zeytin üretimi açısından İspanya, İtalya ve Yunanistan' dan sonra Türkiye dördüncü sırada yer almaktadır. Bu zengin üretim potansiyeline rağmen sektör üretimden tüketime kadar çeşitli problemleri bünyesinde taşımakta, dünyada hızla gelişen zeytin üretimi ve dış ticareti karşısında rekabet şartları gün geçtikçe zorlaşmaktadır.

Zeytinyağı üretiminde tüketicinin beklentileri zeytinyağının pazarlanabilmesi için en önemli unsurdur. Arzu edilen kalitede zeytinyağı hazırlamanın yanında bunun sunulmuş şekli de pazarlama aşamasında çok büyük etkiye sahiptir. Ayrıca zeytinyağı ne kadar kaliteli hazırlansa da uygun şekilde ambalajlanmazsa ürün kalitesinde kayıplar görülecektir. Bunlar göz önüne alındığında; tekniğine ve standartlarına uygun olarak hazırlanan zeytinyağını doğru şekilde ambalajlayarak hem ürünün dayanıklılığını artırmak hem de tüketicinin göz zevkine hitap etmek hedeflenmektedir. Böylece piyasada ürünün tercih edilmesini sağlamak mümkün olacaktır.

Zeytinyağı elde edildikten sonra öncelikle uygun şartlarda depolanarak dinlendirilmelidir. Dinlendirilen yağı ambalajlamak için filtrasyon, dolum, etiketleme ve barkodlama işlemleri gerçekleştirilir. Bu şekilde satışa hazırlanmış olan ürün kolilenerek piyasaya sürülür.

Bu çalışmada, ülkemizde önemli zeytin ve zeytinyağı üretim potansiyeline sahip olan Hatay ilinde üretilen zeytinyağının farklı materyaller kullanılarak filtrasyonu amaçlanmıştır. Ayrıca filtre edilen zeytinyağlarında asitlik, peroksit sayısı, iyot sayısı, yağ asidi kompozisyonu ve sabunlaşma sayısı belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmayla, bölgede üretilen zeytinyağlarının farklı materyallerle filtre edilebileceği bu materyallerin zeytinyağı kalitesi açısından önemini ortaya konulması, ülkemiz ve Hatay bölgesinde natürel zeytinyağlarının üretilmesinde doğal filtre materyallerin kullanılabilirliği hakkında sınırlı düzeydeki bilgilere bilimsel olarak yeni katkılar yapılması amaçlanmaktadır.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde, zeytin ve zeytinyağı ile ilgili genel bilgiler, zeytinyağı rafinasyonu, zeytinyağı filtrasyon amacı ve filtrasyon materyalleri ve bu çalışmada yer alan klinoptilolit, kizelgur, bentonit ve hardal tohumunun genel özellikleri ve filtre materyali olarak kullanılabilirliği üzerine bir araştırma yapılmıştır.

### 2.1. Zeytinyağının Bileşimi ve Özellikleri

Zeytinyağı, zeytin ağacı meyvesinden doğal özelliklerinde değişikliğe neden olmayacak bir sıcaklıkta, sadece yıkama, sızdırma, santrifüj ve filtrasyon işlemleri gibi mekanik veya fiziksel işlemler uygulanarak elde edilen, berrak, yeşilden sarıya değişebilen renkte, kendine özgü tat ve kokuda olan bu özelliğiyle de diğer tohum yağlarından ayrılarak doğal haliyle tüketilebilen tek bitkisel yağdır (Bailey, 1951; Ranalli ve ark. , 2000; Bayrak ve ark. , 2010; Bozdoğan Konuşkan, 2008).

Türk Gıda Kodeksine göre; zeytinyağları natürel, rafine, riviera ve çeşnili olmak üzere 4 sınıfa ayrılır:

**Natürel Zeytinyağı:** Zeytin ağacı meyvesinden doğal niteliklerinde değişikliğe neden olmayacak bir ısı ortamında, sadece yıkama, sızdırma, santrifüj ve filtrasyon işlemleri gibi mekanik veya fiziksel işlemler uygulanarak elde edilen, fiziksel, kimyasal ve duyuşal özellikleri itibarıyla sınıfına ait özelliklere uygun yağlarını ifade eder.

**Natürel Sızma Zeytinyağı:** Doğrudan tüketime uygun, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 0.8 gramdan fazla olmayan yağlar,

**Natürel Birinci Zeytinyağı:** Doğrudan tüketime uygun, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 2.0 gramdan fazla olmayan yağlar,

**Ham zeytinyağı/Rafinajlık:** Serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 2.0 gramdan fazla olan veya duyuşal ve karakteristik özellikleri bakımından doğrudan tüketime uygun olmayan, rafinasyon veya teknik amaçlı kullanıma uygun yağlar olarak sınıflandırılır.

**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.

**Riviera zeytinyağı:** Rafine zeytinyağı ile gıda olarak doğrudan tüketilebilecek natürel zeytinyağları karışımından oluşan ve serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 1.0 gramdan fazla olmayan yağdır.

**Çeşnili zeytinyağı:** Natürel sızma zeytinyağlarına değişik baharat, meyve ve sebzeler veya bunların doğal aroma maddeleri katılarak çeşitlendirilmesi ile elde edilen ve serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 0.8 gramdan fazla olmayan yağdır (Anonim, 2010).

Bir meyve yağı olan zeytinyağının elde edilmesinde ana prensip, meyve içinde lipoprotein yapısındaki bir zarla çevrilmiş damlacıklar halinde bulunan yağın zeytinin dokusundan fiziksel olarak parçalanması yolu ile yağın açığa çıkarılması ve sonuçta sıvı faz (yağ + karasu) ve katı faz (pirina) halinde ayrılmasıdır (Kiritsakis, 1998; Bozdoğan Konuşkan, 2008).

Zeytinlerden yağın çıkarılmasında başlıca 3 işlem uygulanır.

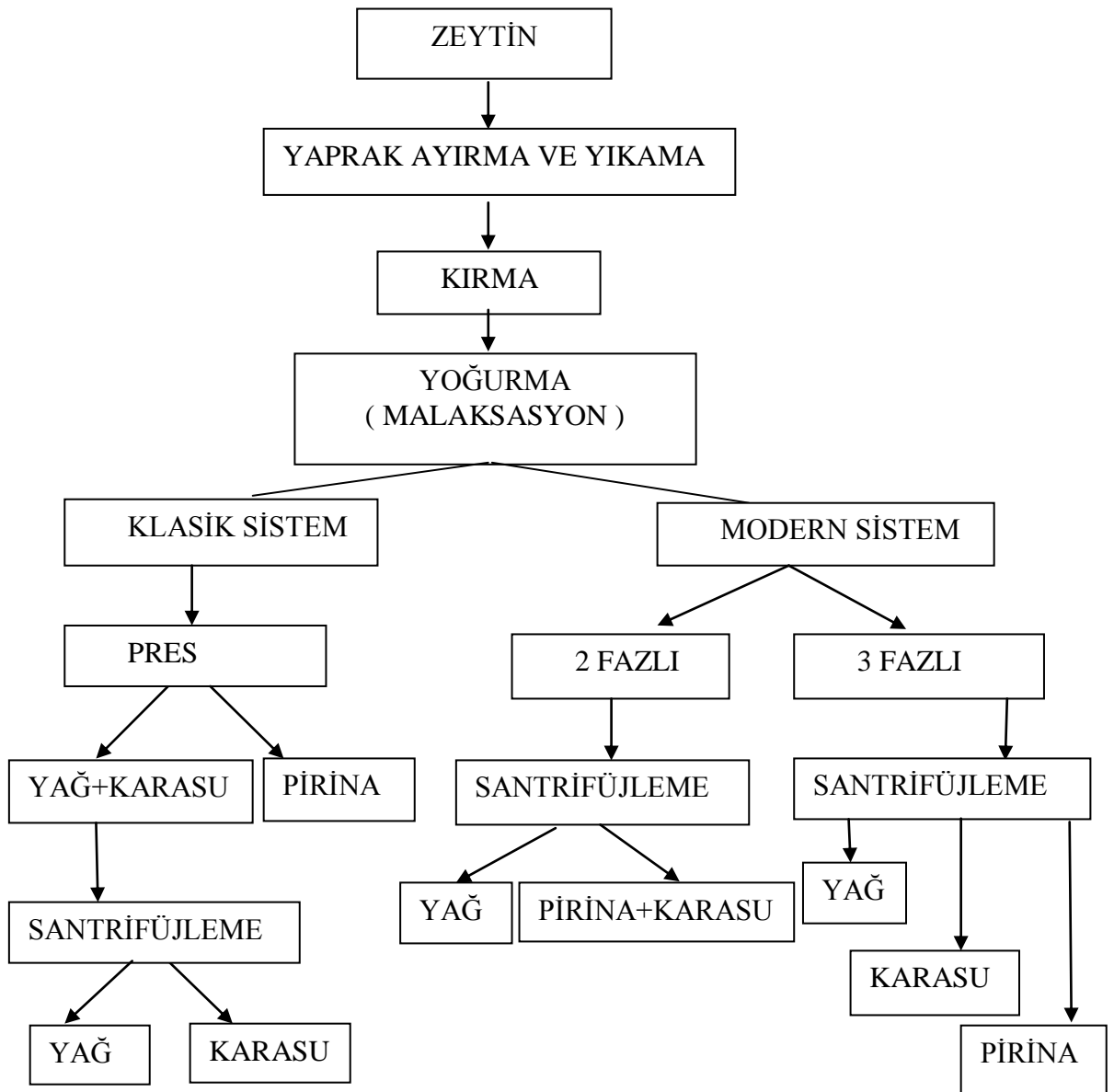
Zeytinlerin ezilmesi (zeytin hamurunun hazırlanması) ,

Ezmenin preslenmesi,

Yağ ile meyve suyunun (karasu) ayrılması (Altan ve Kola, 2009).

Zeytinyağı üretim sistemleri genellikle klasik ve modern sistem olmak üzere Şekil 2.1. de de görüldüğü gibi iki gruba ayrılır. Klasik sistem mengenerler, hidrolik presler (sulu sistem) ve süper presleri (kuru sistem), modern sistem ise sürekli (kontinü) santrifüjleme sistemini kapsamaktadır. Kontinü sistem de kendi arasında iki ve üç fazlı kontinü santrifüjleme, perkolasyon ve kombine perkolasyon sistemleri olmak üzere gruplandırılmaktadır (Karaman ve Dıraman, 2000; Angerosa ve ark. , 2000; Bozdoğan Konuşkan, 2008). Bahsedilen sistemler arasında, özellikle Ülkemizde ve Hatay' da en çok kullanılan sistem santrifüj sistemi olup, günümüzde bu sistemle çalışan işletmelerin sayısı giderek artmaktadır (Bozdoğan Konuşkan, 2008; Karayiyen, 2012).





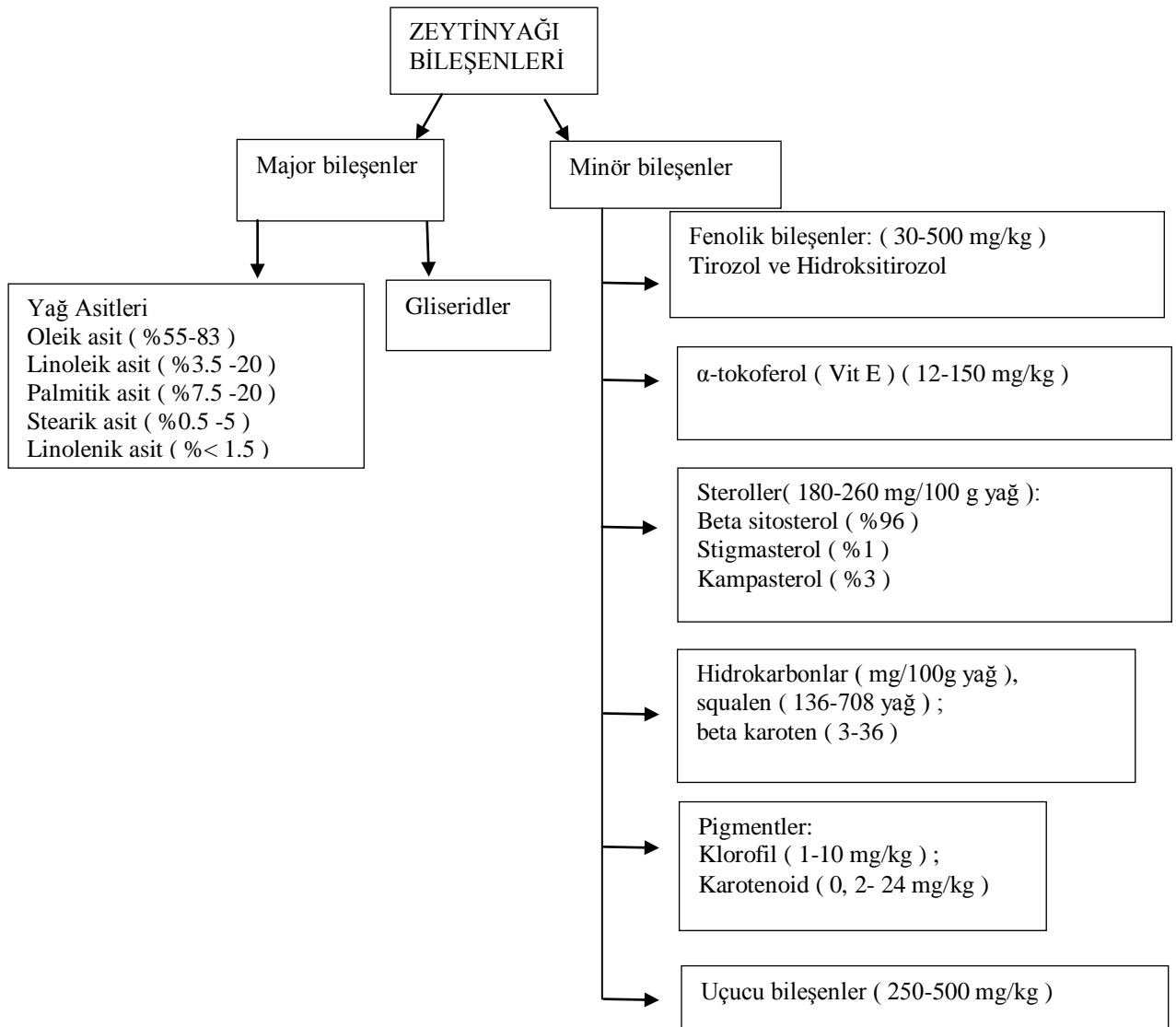
Şekil 2. 1 . Klasik ve modern sistemde natürel zeytinyağı üretim akış şeması (Bayrak ve ark. , 2010)

Kalori değeri yüksek, temel yağ asitleri (inoleik ve linolenik asit) ile yağda çözünen A, D, E, K vitaminlerinin kaynağı olan zeytinyağı, kendine özgü tat ve kokusu ile diğer bitkisel yağlara tercih edilen hazım olma derecesi yüksek bir yağdır (Oktar ve ark. , 1983). Oleik asit içeriğinin (O' Brien, 1998) ve antioksidan özellikteki (enolik maddeler ve tokoferoller) bileşenlerinin yüksek olması da zeytinyağını diğer yağlardan ayıran önemli özelliklerdir (Owen ve ark. , 2000; Salvador ve ak. , 2003).

Zeytinyağının kalitesi, tarımsal faktörler; zeytin çeşidi, olgunluk, fiziksel zararlanmalar, çevresel faktörler; iklim ve zeytinin yetiştirildiği bölge (Baccouri ve ark. , 2008; İssaoui ve ark. , 2010; Youssef ve ark. , 2011), teknolojik faktörler ise hasat

yöntemleri, zeytinin depolanması, yıkama, ezme, yoğurma, ekstraksiyon sistemleri ve yağın depolanması gibi birden çok faktörün etkisine göre değişiklik gösterdiği bildirilmektedir (Kiritsakis, 1998; Angerosa ve ark. , 2004; Veillet ve ark. , 2009).

Natürel zeytinyağı sabunlaşan ve sabunlaşmayan maddeler olmak üzere iki ayrı fraksiyondan oluşmaktadır (Cavalli ve ark. , 2004; Ranalli ve ark. , 2004). Şekil 2.2. de görüldüğü gibi zeytinyağının yaklaşık %98 - 99' luk kısmını sabunlaşan fraksiyonda bulunan trigliseridler (yağ asitleri), mono - digliseridler, serbest yağ asitleri ve fosfolipidler (fosfatidler) ve %1 - 2' lik kısmını da, sabunlaşmayan fraksiyonda bulunan fenolik maddeler, tokoferoller, steroller, skualen, pigmentler (karotenoidler ve klorofil) ve uçucu bileşenler oluşturmaktadır (Boskou, 1996; Ardo 2005).



Şekil 2.2. Zeytinyağı bileşenleri (Kiritsakis ve Min, 1989; Bozdoğan Konuşkan, 2008; Karayiye, 2012)

Zeytinyağının sınıflandırılmasında esas alınan serbest yağ asitliği, zeytinyağı kalitesinin belirlenmesinde en önemli kalite kriteri olarak görülmektedir. Serbest yağ asitleri üzerine zeytinin çeşidi, hasat yeri ve zamanı, hasat şekli, iklim özellikleri depolama koşulları ve yağa işleme teknolojisi gibi faktörlerin etki ettiği bildirilmektedir (Bozdoğan Konuşkan, 2008). Zeytin meyvesinin yağa işlenmesindeki her aşamada serbest yağ asitleri miktarının izlenmesi gerekir. Böylece yapılan işlemin kontrolü ve çıkabilecek sorunlara tam zamanında müdahale edilmesi sağlanmış olur (Boskou, 1996; O' Brien, 1998).

Zeytinyağı gibi bitkisel sıvı yağlarda çoğunlukla hava, sıcaklık ve ışık gibi etmenlerle oluşan oksidasyon reaksiyonu ile diğer bir kalite kriteri olan peroksit sayısı artar. Bu nedenle yağların serin, karanlık bir ortamda ve havası uzaklaştırılmış olarak depolanması gerekmektedir (Nas ve ark. , 2001; O' Brien, 1998).

Natürel zeytinyağının kendine has rengi de önemli kalite ölçütlerinden olup, yeşil - sarıdan altın sarısına kadar değişir (Boskou, 1996). Klorofil a ve b (1-10 mg/kg) zeytinyağının yeşilimsi renginden sorumludur. Ancak klorofil sıcaklığa karşı duyarlıdır ve ısı işlemler sırasında feofitine parçalanarak feofitin a ve feofitin b (0.2 - 24 mg/kg)' ye dönüşür. Söz konusu bu bileşikler yağa kahverengi - sarı bir renk verir (Bozdoğan Konuşkan ve Altan, 2008).

Zeytin meyvesinde doğal olarak bulunan karotenoidler de yağda çözünür özellikte oldukları için yağa geçerek yağın sarı rengini verirler. Yağlara önemli antioksidan özellik kazandıran klorofil ve karotenoidin zeytinyağında bulunan miktarları üzerine çeşit, olgunluk durumu, çevresel faktörler, ekstraksiyon sistemleri ve depolama koşulları etki etmektedir (Minquez – Mosquera ve ark, 1991; Sibbett ve ark. , 1994).

Zeytinyağlarının yağ asidi kompozisyonları; saflık kriterleri arasında yer almakta olup; bu değerlerin Türk Gıda Kodeksinde belirlenen sınırları Çizelge 2.1. de yer almaktadır.

Türk Gıda Kodeksi tarafından zeytinyağında en fazla bulunan yağ asidi Çizelge 2.2. de de görüldüğü gibi oleik asit (C18:1) olup %55.0 - 83.0 arasındadır. Palmitik asit (C16:0) ve linoleik asit (C18:2) oleik asitten sonra en fazla oranda bulunan yağ asitleridir ve miktarları sırasıyla %7.5 - 20.0 ve %3.5 - 21.0 arasındadır. Diğer bulunan yağ asitleri ise miristik (C14:0), palmitoleik (C16:1), heptadekanoik (C17:0),

heptadesenoik (C17:1), stearik (C18:0), linolenik (C18:3), araşidik (C20:0), eikosenoik (C20:1), behenik (C22:0) ve lignoserik (C24:0) tir (Anonim, 2010).

Çizelge 2.1. Zeytinyağının Yağ Asitleri Bileşimi (Anonim, 2010)

Yağ Asidi	Kimyasal Formül	Miktar (%)
Miristik	C 14:0	≤ 0.05
Palmitik	C 16:0	7.5 – 20
Palmitoleik	C 16:1	0.3 - 3.5
Heptadekanoik	C 17:0	≤ 0.3
Heptadesenoik	C 17:1	≤ 0.3
Stearik	C 18:0	0.5 - 5.0
Oleik	C 18:1	55.0 - 83.0
Linoleik	C 18:2	3.5 - 21.0
Linolenik	C 18:3	≤ 1.0
Araşidik	C 20:0	≤ 0.6
Gadoleik (Eikosenoik)	C 20:1	≤ 0.4
Behenik	C 22:0	≤ 0.2
Lignoserik	C 24:0	≤ 0.2

Zeytinyağının yağ asitleri bileşimi zeytinin çeşidine ve olgunluk durumuna, zeytinin yetiştirildiği bölgenin yüksekliğine, toprak yapısına ve iklim koşullarına bağlı olarak az veya çok değişebilmektedir (Kiritsakis, 1998; Boskou, 1996).

Zeytin meyvesinin optimum olgunluğa ulaşması ile beraber yağ asitleri bileşiminde de bazı değişimler görülür. Olgunlaşma zamanı ilerledikçe linoleik asit/ palmitik asit oranı artarken, oleik asit / palmitik asit oranı azalmaktadır. Bu değişimler yağın bazı duyuşsal özellikleri üzerine de etkili olabilmektedir. Zeytinyağı diğer bitkisel yağlardan daha fazla oleik asit ve daha az linoleik ve linolenik asitleri ihtiva eder. Zeytinyağının uçucu aromatik profilini oluşturan hekzenal, cis - 3 - hekzenal ve trans - 2 hekzenal bileşenlerinin linoleik ve linolenik yağ asitlerinden lipoksigenaz enzimi aracılığıyla meydana geldiği belirtilmektedir (Kiritsakis, 1998).

Zeytinlerde derim geciktikçe linoleik asit miktarı artış göstermektedir. Soğuk iklimlerde yetişen zeytinlerden elde edilen yağların ise sıcak bölgelerden elde edilen yağlara göre daha fazla oleik asit içerdiği, linoleik asit miktarının ise daha düşük olduğu bildirilmiştir (Oktar ve Çolakoğlu, 1989; Kiritsakis, 1998).

Yüksek rakımlı bölgelerde sıcaklığın daha düşük olmasıyla beraber elde edilen zeytinyağlarında oleik asit içeriğinin yüksek, linoleik, palmitik, palmitoleik ve stearik asit içeriklerinin ise düşük olduğu belirlenmiştir (Kayahan ve Tekin, 2006)

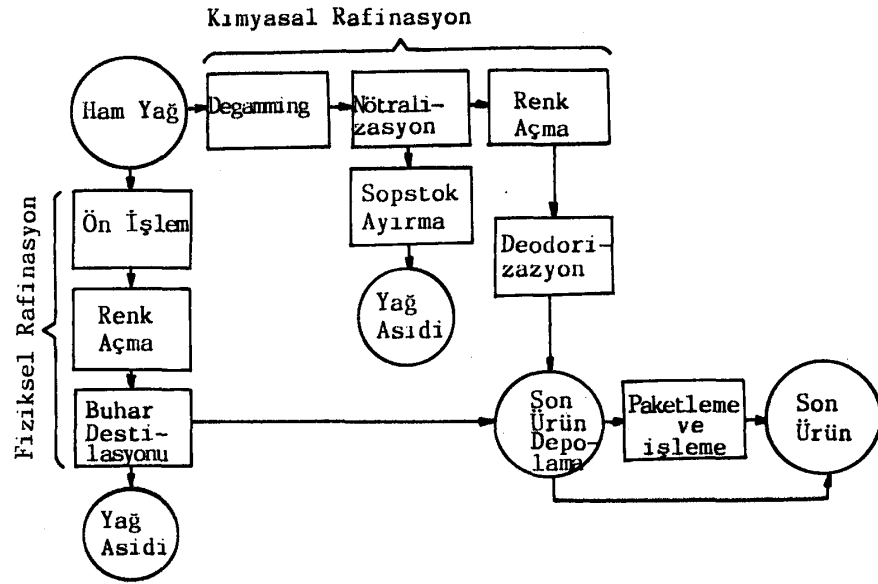
## 2.2. Zeytinyağı Rafinasyonu

Zeytinyağı, zeytin (*Olea europa* L.) ağacının olgun meyvelerinden mekanik yollarla elde edilen, oda sıcaklığında sıvı olan, berrak, yeşilden sarıya değişen renkte, kendine özgü tat ve kokuda, doğal olarak tüketilebilen, bitkisel kaynaklı önemli bir yağdır (Bayaz, 1992). Ancak asitliği oleik asit cinsinden %3,3 değerinden daha yüksek olan ya da duyuusal özellikleri açısından natürel olarak tüketilmeleri mümkün olmayan zeytinyağları ile yemeklik pirina yağları, rafine edilerek içerdikleri istenmeyen yağ dışı unsurlardan arındırılmak zorundadır (Bayaz, 1992). Rafinasyon işlemi ile miktarları azaltılan ya da yağdan tamamen uzaklaştırılan bu maddeler; serbest yağ asitleri, fosfolipidler, reçineler, renk maddeleri, kısmi gliseridler, uçucu aldehit ve ketonlar, hidrokarbonlar, tat ve koku maddeleridir (Göğüş ve ark. , 2009).

Rafinasyon işlemi, yağ dışı safsızlıkların yağın trigliserit yapısına ve tokoferollere mümkün olduğunca en az zarar verecek şekilde yağdan uzaklaştırılarak yağa tüketilebilir özellikler kazandırmak amacı ile uygulanmaktadır (Göğüş ve ark. , 2009).

Yağlarda rafinasyon işlemi *kimyasal rafinasyon* ve *fiziksel rafinasyon* olmak üzere iki yöntemle yapılmaktadır (Şekil 2.3.). *Kimyasal rafinasyonda*; yapışkan maddelerin giderilmesi (degumming), asitlik giderme (nötralizasyon), renk açma ve koku giderme (deodorizasyon) kademeleri yer almaktadır. *Fiziksel rafinasyonun* ilk kademesini yapışkan maddelerin giderilmesi, ikinci kademesini renk açma işlemi oluşturmakta, son kademe ise asitlik giderme ve deodorizasyon işlemleri tek kademe ve buhar distilasyonu ile gerçekleştirilmektedir. Ancak yüksek asitli yağlarda rafinasyon verimi ve etkinliği açısından fiziksel rafinasyon yöntemi tercih edilmektedir. Bu nedenlerden dolayı özellikle yüksek asitli zeytinyağların ve pirina yağlarının rafinasyonunda fiziksel rafinasyon işlemi yaygın olarak kullanılmaktadır (Bayaz, 1992).

Rafinasyon işlemi sırasında yağların asitlik, renk koku ve tat gibi özellikleri düzeltilirken, yapısal özelliklerinde bazı değişiklikler meydana gelmektedir. Göğüş ve ark. , (2009) rafinasyon kademelerinin yağların bileşiminde oluşturduğu değişiklikleri Çizelge 2.2. de belirtilen şekilde özetlemiştir.



Şekil 2.3. Kimyasal ve Fiziksel Rafinasyonun Akım Şeması (Bayaz, 1992)

Çizelge 2.2. Rafinasyon Kademelerinde Yağlarda Meydana Gelen, Uzaklaştırılan veya Miktarı Azaltılan Bileşenler (Göğüş ve ark. , 2009 ve Bayaz, 1992).

İşlem	Oluşan Bileşenler	Uzaklaştırılan veya Miktarı azaltılan Bileşenler
Degumning		Karbonhidrat ve protein gibi hidrate olabilen yağ dışı maddeler Fosfolipidler Fosforik Asit kullanılıyorsa kısmen klorofil
Nötralizasyon		Serbest Yağ Asitleri Kalıntı Fosfolipidler Renk maddeleri ve Proteinli Bileşikler
Renk açma	Konjuge yağ asit oluşumu ve peroksitlerin yıkımı	Karoten, klorofil ve parçalama ürünleri, gosipol
Deodorizasyon	Doymamış yağ asitlerinin izomerizasyonu Lineer siklik dimer ve polimerler	Serbest yağ asitleri, peroksit parçalanma ürünleri Sterol ve esterleri Tokoferoller Pestisid kalıntısı ve mikotoksinler

Uygun koşullarda hasat edilen ve depolanan zeytinlerden fiziksel yöntemlerle elde edilen zeytinyağı, hiçbir kimyasal işlem görmeden doğal halinde tüketilebilmektedir. Ancak yüksek oranda serbest yağ asitleri içeren, duysal özellikleri nedeniyle tüketilemeyen zeytinyağlarının, doğal trigliserit yapılarında önemli değişikliğe yol açmayan yöntemlerle rafine edilmeleri gerekmektedir (Bayaz, 1992). Bununla beraber, rafinasyon kademelerinde, işlem koşullarına bağlı olarak zeytinyağının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişiklikler meydana gelmektedir

### **2.3. Filtrasyon**

#### **2.3.1. Amacı ve önemi**

Filtrasyonda amaç; üretim sonrası depolanan zeytinyağının, ambalajlanmadan önce içindeki tortu ve yabancı maddeleri temizlemek, neminden arındırmak ve parlak bir görünüm kazandırmaktır. Filtrasyonda temel öncelik zeytinyağını dinlendirip filtre edilebilir hâle getirmektir. Yağın dinlendirilmesinde amaç yağı posadan ayırmak ve filtrasyon işleminde verimi maksimuma çıkarmaktır (Anonim, 2009).

Dinlendirme işlemini hızlandırmak amacıyla soğuk aylarda dinlendirme tankları sıcak su ceketleri vasıtasıyla 20 - 28°C' ye kadar ısıtılır. Yağlar; yağın durumuna göre on gün ile bir ay arasında yeterince dinlendirildikten sonra filtre işlemine tabi tutulur. Filtrasyon işlemi fiziksel yollarla yapılır (Anonim, 2009).

#### **2.3.2. Filtreler**

##### **2.3.2.1. Görevi**

Filtreler; ham yağ içinde oluşan tortuyu ve yabancı maddeleri temizler, yağın içindeki nemi alır ve parlak bir renk kazandırarak ambalajlanmaya hazır hâle getirirler (Anonim, 2009).

### **2.3.2.2. Yapısı**

Toprak filtre; yağı filtrasyon haznesine besleyen bir adet pompa, toprağı dozlayan bir adet dozaj pompası ve dozaj tankından oluşmaktadır. Filtrasyonun gerçekleştiği hazne; yatay plakalar ortasında silindir bir bloktan oluşmaktadır. Pompa filtre edilecek yağı filtrasyon haznesine gönderirken dozaj pompası toprak - yağ karışımını gönderir. Plakalarda yabancı madde ve nemi absorbe eden toprak tutunurken yağ plakaların ortasındaki silindire yabancı madde ve nemden arınmış olarak çıkar. Kağıt filtrede ise yine yatay plakalar arasına yerleştirilen selülozik yapıdaki filtre kâğıdından yağın bir pompa yardımıyla basılarak geçmesi sağlanır (Anonim, 2009).

### **2.3.2.3. Çeşitleri**

Günümüzde zeytinyağı filtrasyonunda toprak filtre ve kâğıt filtre olmak üzere iki çeşit filtre kullanılmaktadır.

#### **2.3.2.3.1. Toprak filtreler**

Toprak filtrede yurt dışından gelen filtre toprağı kullanılarak yağdan yabancı maddeler ve nem uzaklaştırılır. Filtre plakaları toprağı dışarıda tutar, yağı süzer ve absorbansı yüksek olan toprak, yabancı madde ve nemi içinde tutar. Yağ, toprak filtreden geçtikten sonra parlatma özelliği olan kâğıt filtreden (60 adet) geçer. Filtre edilen yağlar filtre edilmiş yağların depolandığı tanklara alınır (Anonim, 2009).

Toprak filtrede yağ, toprak karışımını gözenekli yatay filtre plakalarından geçerken toprak plakaların üzerinde tutunur ve plakaların aralarından süzülerek çıkar. Kullanılan toprak özelliğinden dolayı (yüksek absorbans yüzeyi) yağın içindeki partikül, nemli toprağa tutunur. Filtreyi kullanıma hazır hâle getirmek için filtre plakalarına ön kaplama yapılır. Böylece giren ham yemeklik zeytinyağının filtreyi kısa sürede tıkaması engellenir (Anonim, 2009).



### 2.3.2.3.2. Kâğıt filtreler

Toprak filtreden geçen yağ daha sonra plakalı kâğıt filtreden geçer. Eğer yağ uzun süre dinlendirilmiş ve berrak hâle getirilmişse direkt olarak kâğıt filtreden geçirilebilir. Kâğıt filtrenin çalışma prensibine göre plakalar arasına sıkıştırılan selülozik yapıdaki kâğıttan geçen yağ berrak olarak filtreden çıkmaktadır. Filtre kâğıdından belli bir akışta geçebilmesi için yağ, pompa yardımıyla basınca kazandırılarak filtre girişine verilir (Anonim, 2009).

### 2.3.3. Filtrasyonda Dikkat Edilecek Hususlar

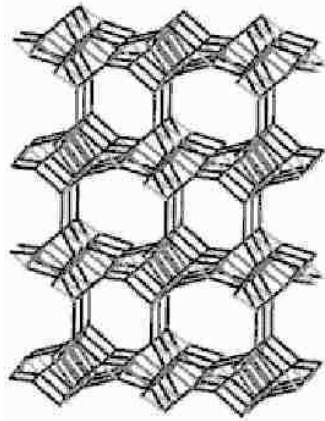
Filtrasyonda maksimum verimi alabilmek için en büyük parametre giren yağın içindeki yabancı madde ve nem oranıdır. Bu yüzden yağın dinlendirilmesi çok önemlidir. Ayrıca kullanılan toprağın sıcaklık, nem gibi değerlerden etkilendiğini düşünerek giren yağın sıcaklık değerini optimum şekilde ayarlamak gerekmektedir (20 – 22<sup>0</sup>C). Yüksek sıcaklıklarda filtrasyon amacına ulaşmayabilmektedir (Anonim, 2009).

### 2.4. Klinoptilolit

Dünyada rezerv olarak en çok bulunan ve teknolojik özellikleri en iyi zeolitlerden biri klinoptilolit olup, suyu, gazları ve metal iyonlarını bünyesinde değişebilir durumda tutabilen, zararlı elementler içermeyen, 750<sup>0</sup>C kadar sıcaklığa, asit ve bazlara (pH:1,5 - 11) dayanabilen doğal bir mineraldir (Şentürk Demirel ve ark. , 2010).

Zeolitlerin yapıları bal peteği veya kafese benzeyen, değişebilir katyonlar ve su ihtiva eden, 2 – 12 Å<sup>0</sup> boyutlarında milyonlarca kanal ve boşluklardan ibarettir. Bünyesindeki boşluklara kolayca girebilen ve yer değiştirebilen sıvı ve gaz molekülleri ile toprak alkali iyonlarından ileri gelen “moleküler elek” yapısındadır. İyon değişimi özelliği nedeniyle hayvanlarda bir katyonu absorbe ederken diğerini desorbe etmek suretiyle bir tampon görevi yapar. Bazı kil minerallerinden farklı olarak suda çözünmeyen, buldukları ortamda uzun süre bozunmadan kalabilen, katyon değişim kapasitesi yüksek minerallerdir (Şentürk Demirel ve ark. , 2010).

Doğal zeolitlerde silika/alümina oranı zeolitın fiziksel ve kimyasal özelliklerin belirleyen en önemli faktörlerden biridir. Bu oran arttıkça silika jel zeolitın kristal yapısının özelliklerini daha fazla taşır. Klinoptilolitçe zengin doğal zeolitlerin kanal ve gözeneklerinde geçişi engelleyen amorf maddeleri asit ile yıkayarak zeoliti aktifleştirmek, gözenekliliğini, adsorbsiyon kapasitesini artırmak mümkündür ve asite dayanıklı zeolitler  $SO_2$ ,  $HS$  ve  $CO_2$  gibi gazların tutulmasında ve  $Cl$  gibi asidik gazların kurutulmasında avantajlıdır. Asit muamelesi genellikle zeolitın silikat yapısını bozar, bu şekilde kristalin olmayan silis tabakası oluşur ve alüminyum açığa çıkar. Si/Al oranının artması işlemine dealuminasyon denir. Dealuminasyonun en önemli sonucu Si/Al oranındaki artışa bağlı olarak zeolitteki katyonların çıkarılması, ısıl duyarlılığı artırması, gözenek boyunun artırılması ile adsorban özelliğinin iyileştirilmesidir. Klinoptilolit büyük gözenek hacmi, termal dayanıklılığı, kimyasal olarak nötral ana yapısı nedeni ile kimyasal elek, gaz absorplayıcı, yem katkı maddesi, koku kontrol malzemesi ve su filtresi olarak içme sularında kullanılan höylandit grubuna ait doğal bir zeolit türüdür (Yılgin ve Bal Akkoca, 2008).



Şekil 2.4. 8 halkalı ve 10 halkalı kanallara sahip zeolit klinoptilolitin kristal yapısı (İvkovic ve ark. ,2004).

Girgin ve arkadaşları (1996) Emirler klinoptilolit ve asit aktive formları kullanılarak nötrale pamuk yağında renk giderim özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmada doğal klinoptilolitin yağ renksizleşme kapasitesi düşük olsa da, optimum koşullar altında 1.8 faktörlük  $HCl$  (1M  $HCl$ , sıvı/katı oranı = 1/20,  $T = 25^\circ C$ ,  $t = 1$  saat) aktivasyondan sonra geliştirilebilir olduğu saptanmıştır. Asitle aktivasyon toplam spesifik yüzey alanı 40 ila 70  $m^2/g$  aralığında artırmaktadır. Bu da çoğunlukla 15 nm daha küçük gözenek çap ile gerçekleşmektedir. Asit ile aktive klinoptilolitin ağartma kapasitesi doğal

bentonit killer ile karşılaştırılabilir ancak bu tonsil ve benzeri aktif ağartma topraklarının kapasitesinden 1.6 kat daha düşük bulunmuş ancak, ağartma işlemi sırasında klinoptilolit tarafından emilen yağ miktarı, yaygın olarak kullanılan doğal ve asit ile aktive olan killer ile karşılaştırıldığında, neredeyse yarısı kadar olduğunu gözlemişlerdir.

Doğal zeolit klinoptilolit; alkali ve toprak alkali katyonlardan Na, K, Ca ve Mg gibi elementleri içeren sulu alüminosilikatdır (Çizelge 5. 1.) (Şentürk Demirel ve ark. , 2010).

Çizelge 2.3. Klinoptilolit mineralinin kimyasal yapısı (Şentürk Demirel ve ark. , 2010)

SiO <sub>2</sub> .....	65,0 - 71,3 %	Co.....	<3 ppm
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	11,5 - 13,1 %	Cu.....	3 ppm
CaO.....	2,7 - 5,2 %	Sn.....	< 1 ppm
K <sub>2</sub> O.....	2,2 - 3,4 %	Pb.....	10 ppm
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,7 - 1,9 %	As.....	0,8 ppm
MgO.....	0,6 - 1,2 %	Cd.....	<0,1 ppm
Na <sub>2</sub> O.....	0,2 - 1,3 %	Hg.....	0,021 ppm
TiO <sub>2</sub> .....	0,1 - 0,3 %	Si / Al.....	4,8 - 5,4 ppm

Dünyada zeolit üretici ülkeler; ABD, Japonya, Kanada, Avustralya, Küba, Çin, eski SSCB, İtalya, Macaristan, Bulgaristan ve Kore' dir. Türkiye' nin zeolit rezervi 45.8 milyar ton olup, zeolit yatakları Ankara, Kütahya, Manisa, İzmir, Balıkesir ve Kapadokya' da bulunmaktadır (Anonim, 2001).

Doğal zeolitler hayvan beslemede, gübreleme ve toprak hazırlanması, tarımsal mücadele, toprak kirliliğinin kontrolü, atık suların, baca gazlarının ve petrol sızıntılarının temizlenmesi, oksijen üretimi, kömürden elektrik enerjisi üretiminde, doğal gazların saflaştırılmasında, güneş enerjisinden faydalanmada, petrol ürünleri üretiminde, maden aramada, kâğıt endüstrisiyle, inşaat, sağlık ve deterjan sektörlerinde de yaygın olarak kullanılmaktadır (Anonim, 2001). Dünya zeolit tüketimi yılda 750 bin ton olup, bu tüketimin %70' i deterjan, %10' u adsorban, %8' i desikan üretiminde, %8' i ise diğer alanlarda kullanılmaktadır (Şentürk Demirel ve ark. , 2010).

Doğal zeolitler; hayvan barınaklarında altlıklara eklenerek, ortaya çıkan amonyak gazını absorbe etmek suretiyle amonyağın hayvan sağlığı üzerindeki olumsuz etkisini gidermede, yemlere katıldığında; mikotoksinleri bağlayarak ve mikroorganizmaları etkisiz hale getirerek, antibiyotiklerin kullanımının azaltılmasında, yemdeki besleyici

maddeleri absorblamasıyla daha etkin bir yem tüketimi sağlamada, yem değerlendirme sayısını iyileştirmede, canlı ağırlığı, yumurta ve süt verimini artırmada, büyükbaş hayvanlarda doğum felcinin şiddetini azaltmada kullanıldığı ve nontoksik etkili olduğu belirlenmiştir (Şentürk Demirel ve ark. , 2010).

Doğal zeolit mineralleri içinde klinoptilolit türü lifsi olmayan mineral yapısı, zararlı elementler içermemesi ve kalitesinin yüksekliği nedeniyle organik hayvancılıkta yaygın olarak kullanılmaktadır (Şentürk Demirel ve ark. , 2010).

Grce ve Pavelic (2004) yaptıkları çalışmada klinoptilolit herpes virüs enfeksiyonlarına karşı lokal kullanımda antiviral etkisini gözlemiştir.

Kocamaz Alkaş ve ark. , (2008) yaptıkları çalışmada klasik atık su arıtma sistemleri çıkış sularında önemli bir problem olan amonyum ve askıda katı madde parametrelerini, standartların altına düşürmek için hazırlanan "klinoptilolit+kum" malzemeli çok amaçlı filtrelerde klinoptilolit konum ve miktarının giderim üzerindeki etkilerinin incelemiştir. Deneysel çalışma kısmında kullanılan klinoptilolit amonyum giderim kapasitesi belirlenmiştir.

Gelişmiş fiziksel - kimyasal özelliklere sahip bir doğal zeolit klinoptilolit olan TMAZ® (Tribo Mekanik Aktive Edilmiş Zeolit), insanlarda antioksidan aktivite göstermiş olan diyet takviye ürünleri Megamin® ile Lycopomin®' in temelidir (İvkovic ve ark. , 2004).

İvkovic ve ark. , (2004) immun yetmezlikte tribomekanik olarak aktive edilmiş zeolitlerden klinoptilolit ile diyet suplementasyonu: immun sistem üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Toplam 61 hastaya, 6 - 8 hafta süresince 1. 2 gram (Lycopomin) ve 3. 6 (Megamin)' lik günlük TMAZ dozları verildi; bu süre boyunca, hastaların primer medikal tedavilerine değişiklik yapılmadan devam edilmiştir. Bu çalışma sonucunda klinik öncesi çalışmalardan toplanan kanıtlar ve ilk insan deneyleri, oral zeolit suplementasyon terapisinin çeşitli immun yetmezlik rahatsızlıklarının primer tedavisini geliştirebilecek önemli immun modülatör etkilere sahip olduğunu göstermektedir.

## **2.5. Kizelgur (Diatome)**

Aktif diatomit üretiminde kullanılan hammadde Almanca "Kieselgur", veya İngilizce "Diatomite" olarak adlandırılan endüstriyel bir mineraldir. Diatomit, algler

sınıfından su canlıları olan diatomelerin silisli kabuklarının birikimiyle oluşmuş fosil karakterli bir sedimanter kayadır. Diatome içinde yaşadığı çevre suyundan temin ettiği silisten yapılmış kabuk veya kavkı içinde yerleşmiş çok küçük bir protoplazmadır. Geniş ve sığ havzalar, çok miktarda suda erimiş silis ve temiz sular, gelişmesini sağlayan ve hızlandıran faktörlerdir. Sayıları 16.000' e ulaşan farklı diatome çeşitleri tatlı sularda, denizlerde veya hafif tuzlu sularda gelişmektedirler. Ölen diatomelerin dibe çöken kabukları birikerek diatomit yataklarını oluşturmaktadır. Çok aktif diatome kolonileri yılda birkaç milimetre kalınlık yaratacak bir çökme hızına ulaşabilmektedirler. Diatomeler ilk defa 65 - 135 milyon yıl önce Kretase çağında çok büyük miktarlara ulaşmışlar ve bugün ticari değeri olan yatakların çoğunu ise Miyosen çağında (7 - 27 milyon yıl önce) meydana getirmişlerdir. Diatomeler bugün de denizlerde ve göllerde yaşamlarını sürdürmektedirler (Anonim, 1996; Anonim, 2001).

Diatome kavkısı amorf silis ( $\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$ ) yapısındadır. Rezervler, oluşma ortamının yapısı ve şartlarına bağlı olarak, genellikle kil, volkanik kül, kum ve organik kalıntılar ihtiva ederler. Ticari değere haiz kayaçların %86 - 94 ünü silis, geri kalan kısmını ise alüminyum, demir ve muhtevadaki kilden gelen alkaliler tamamlar. (Anonim, 1996; Anonim, 2001). Bazı örneklerin kimyasal kompozisyonları aşağıdaki çizelgede verilmektedir:

Çizelge 2.4. Bazı diatomit örneklerinin kimyasal bileşimleri (Anonim, 1996)

Kompozisyon %	Basalt – Nevada	Afyon – Tmaztepe (Türkiye)
$\text{SiO}_2$	83.13	84.15
$\text{Al}_2\text{O}_3$	4.60	4.50
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	2.00	3.36
CaO	2.50	1.07
MgO	0.64	1.03
$\text{Na}_2\text{O}$	1.60	0.47
$\text{K}_2\text{O}$	-	0.44
$\text{V}_2\text{O}_5 + \text{TiO}_2$	0.23	-
Kızdırma Kaybı	5.30	4.92

Diatome kavkısının opal sertliği 4,5 - 6,0 arasında olmakla birlikte kayacın sertliği 1,5 ten fazla değildir. Genellikle gevşek yapılı ve hafif olup rengi beyazdan açık bej, gri ve koyu kahverengiye kadar değişebilir. Absorpsiyon kabiliyeti yüksek olup ağırlığının üç katı su emebilir. En önemli özelliklerinden birisi de %85 – 90' lık bir porozite sağlayan yüksek gözenekli yapısıdır. Isı iletkenliği 100-300 °C de 0,08 KCal/m<sup>2</sup>.°C.h. ,

800 °C ve yukarısında ise 0,11 Kcal/m<sup>2</sup>. °C. h mertebesindedir. Ergime noktası ihtiva ettiği safsızlıklara bağlı olarak 1000 - 1590°C arasında değişir. Diatomit birçok kimyasal maddeye karşı inert olup yalnız yüksek sıcaklıkta kuvvetli bazlardan ve asit olarak ta sadece HF (hidroflorik asit) ten etkilenir (Anonim, 1996).

Ham diatomitin çeşitli şekillerde işlenmesiyle elde edilen aktif diatomit ürünleri tabii (naturel), kalsine, flaks - kalsine olmak üzere başlıca üç gruba ayrılır. Bunlarda kendi aralarında tane iriliği dağılımları, fiziksel ve kimyasal özelliklerine göre yeniden sınıflandırılırlar. Ham diatomitin sadece kurutulması ve içindeki yabancı maddelerin kaba olarak ayrılmasıyla tabii (naturel) ürün elde edilir. Bu ara ürünün döner fırında 600 - 1000°C de kalsinasyona tabi tutulmasıyla kalsine ve kalsinasyon esnasında flaks maddesi olarak eriyebilen alkali bir tuz ilavesi ile de flakskalsine ürünler elde edilir (Anonim, 1996; Anonim, 2001).

### **2.5.2. Tüketim Alanları**

Diatomit ürünleri sanayide birçok işlemde ara ve yardımcı malzeme olarak kullanılmaktadır (Anonim, 1996; Anonim, 2001).

Başlıca tüketim alanları önem sırasına göre şöyle sıralanabilir:

- Filtre - Yardımcı malzemesi (süzme),
- Dolgu malzemesi,
- İzolasyon malzemesi (ısı, ses, elektrik),
- Absorbent,
- Aşındırıcı ve yüzey temizleyici,
- Katalizör taşıyıcı,
- Hafif yapı malzemesi, refrakter imalatı,
- Birçok kimyasal maddelerin üretiminde silis kaynağı olarak,
- Gübrelerde taşıyıcı ve topraklanmayı önleyici olarak.

Diatomitin %85 - 90 gözeneklilik derecesine sahip bir doku meydana getirebilecek özel yapısı, kimyasal inörtlüğü ve steril özelliği nedeniyle en çok tüketildiği ve ikame ürünlere göre hemen hemen rakipsiz olduğu kullanım alanı, süspansiyon halindeki katı tanecikleri sıvılardan ayırmak amacıyla uygulanan filtrasyon işlemleridir. Bu uygulamada filtre yardımcı malzemesi bez, elek gözenekli taş veya metalden yapılan

destek yüzeyleri üzerine biriktirilerek filtrasyon keki oluşturmak suretiyle veya doğrudan doğruya süzülecek sıvıya ilave edilerek kullanılır. Filtrasyon işlemi sırasında süzülmekte olan sıvıya kontrollü olarak dozajlama şeklinde ilave edilmek suretiyle kekin gözenekliliği korunur. Böylece istenilen süzme hızı ve berraklık derecesini elde etmek mümkündür (Anonim, 1996; Anonim, 2001).

Yardımcı malzeme kullanılması süzme periyodunu uzatmakta, istenilen hız ve berraklıkta süzme yapılabilme imkânını sağlamakta ve işlemi kolaylaştırmaktadır. Bu sebeplerden dolayı işletme giderleri ve işçilikte önemli tasarruflar sağlanmaktadır. Diatomit filtre yardımcı malzemeleri ham şeker şerbeti, bira, viski, şarap, yüzme havuzu suları, kuru temizleme solventleri, eczacılık mamulleri, meyve ve sebze suları, endüstriyel atıklar, kimyasal maddeler, vernik ve lakeler, madeni ve nebati yağların filtrasyon işlemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Anonim, 1996; Anonim, 2001).

Her iki yağda da vaksın büyük bir kısmı %0,6 kizelgur kullanılarak yapılan vinterizasyonda uzaklaştırılmıştır. Filtre yardımcı madde kullanılmadan yapılan vinterizasyonda vakslar yeterli oranda uzaklaştırılmamıştır bu sebeple vinterizasyon işleminde mutlaka filtre yardımcı madde kullanılması gerekmektedir. Filtre yardımcı madde kullanılmadan yapılan vinterizasyon işlemlerinde yağ kaybı, filtre yardımcı madde kullanılarak yapılan vinterizasyon işlemlerine göre daha düşük bulunmuştur. Filtre yardımcı maddelerden kizelgur kullanılarak yapılan vinterizasyonda yağ kaybı, perlit kullanılarak yapılan vinterizasyona göre daha yüksektir. Uzaklaştırılan vaks miktarı arttıkça kayıp da artmıştır. Vaksların uzaklaştırılmasında en etkin süre ise 24 saat olarak bulunmuştur.

## **2.6. Bentonit**

Bentonit, volkanik kül veya tuf gibi, camsı volkanik grecin kimyasal ayrışmasıyla ve bozuşmasıyla ortaya çıkan ve son derece küçük kristaller halindeki kil minerallerinden (başlıca montmorillonit grubu) oluşan ve büyük ölçüde kolloidal silisten ibaret, yumuşak, şekillenebilir, gözenekli ve açık renkli bir kayadır (Anonim 1996). Ca, Na ve Na - Ca montmorillonitlerden oluşmasına göre bentonitin jeolojik özellikleri değişmektedir. . Örneğin Na ve Na - Ca bentonitler sondaj, demir tozu peletlemesi gibi işlerde kullanılırken Ca bentonitler ağartma vb. işlerde

kullanılmaktadır. Mühendislik ve sondaj çalışmalarında reolojik özellikleri geliştirilmiş bentonite olan gereksinme Ca bentonitlerini soda vb. katkı maddeleriyle aktiflendirilmesini zorunlu kılmıştır. Ayrıca ağartma toprağı olanak kullanılan Ca bentonitlerin de ağartma gücünü istenen düzeye çıkarmak için asitle aktiflendirme yapılmaktadır (Anonim, 2001).

Bentonit, ticari, anlamda suyla temasa geçince şişebilen ve başlıca montmorillonit mineralinden oluşan, asitle aktiflendirilebilen, sondaj çamurlarını koyulaştıran ve geniş bir yüzey alanı gösteren çeşitli renklerdeki kil yataklarına denir (Anonim, 1996).

Çok geniş bir kullanım alanı olan bentonit başlıca aşağıdaki işlevleri için tüketilir.

- Sondajlarda sondaj çamurunu ağdalaşıp kırıntıların yukarı çıkmasını sağlar, su kaçaklarını önler;

- Döküm kumu bağlayıcısı olarak kalıpların hazırlanmasında (1600°C' ye kadar dayanmaktadır) ;

- Demir tozlarının peletlenmesinde;

- İnşaat mühendisliğinde temel ve baraj yapılarında su ve sıvı sızdırmazlığı elde etmede,

- Hayvan yemi yapımında;

- Yemeklik sıvı yağların ağartılmasında;

- Şarap ve meyve sularının berraklaştırılmasında;

- İlaç, kağıt, lastik sanayisinde dolgu maddesi olarak;

- Çimento sanayisinde, seramik sanayisinde katkı maddesi olarak;

- Evcil hayvanların altlarına yayılacak atıklarının kolay temizlenmesinde,

- Petrol rafinasyonunda;

- Atık suların temizlenmesinde,

- Boya sanayisinde ve yangın söndürücülerde,

- Gübre yapımı ve toprak ıslahında.

Ayrıca son yıllarda “kedi kumu” olarak kullanılan bir bentonit ürünü ile “beyaz bentonit” de bu sınıflamalarda yer almaya başlamıştır (Anonim, 2001).

Kullanım alanlarına göre bentonitin çeşidi değişir veya uygun işlemlerle o kullanım alanı için hazırlanır (Anonim, 1996; Anonim, 2001).

Türkiye’ de bentonitin en çok tüketildiği alanlar sondaj, paketleme ve döküm sanayileridir. Ayrıca yağların ağartılmasında kullanıldığı gibi temizlik maddeleri



yapımında ve kağıt sanayisinde de kullanılması yönünde araştırmalar yapılmaktadır. Ülkemizde özellikle 1960' lardan itibaren bentonit tüketimi giderek artmıştır. Çeşitli kullanım alanındaki bentonitin tüketimi yaklaşık olarak aşağıda verilmiştir (Anonim, 1996).

Çizelge 2.5. Çeşitli kullanım alanındaki bentonitin tüketimi yüzde oranı (Anonim, 1996)

Kullanım Alanı	%Oranı
Sondaj Çamuru	40
Döküm kumu bağlama	30
Yağ ağartma	15
Diğer alanlar	15

Bentonit Türkiye' de magmatik kayalar, volkanik ara katkılı çökel ve salt çökel birimlerin içinde bulunur. Mercek, cep, kütle, ara seviyeler ve kırıklar boyunca düzensiz şekillerde yataklanmalar gösterir (Anonim, 1996).

Bentonit Türkiye' de ham, öğütülmüş yığın ve torbalanmış halde piyasa' ya sunulmaktadır. Başlıca sondaj, peletleme, ilaç, dolgu, döküm ve yağ ağartma cinsi, bentonit çeşitleri olarak ülkemizde tanınmaktadır (Anonim, 1996).

Türkiye' nin önemli bentonit yatakları Çanakkale, Edirne, Ankara, Eskişehir, Kütahya, Balıkesir, Çankırı, Konya, Çorum, Tokat ve Ordu illerinde bulunur. Bunlardan sondaj bentoniti bakımından verimli yataklar Ankara ve Tokat; döküm bentoniti yatakları Çankırı, Çorum, Çanakkale; kağıt ve deterjan ile yağların ağartılmasına uygun bentonitler ise Edirne, Ordu, Balıkesir, Kütahya ve Eskişehir illerindedir (Anonim, 1996).

Türkiye' de bentonit için kullanılan ürün standartları TSE tarafından hazırlanmış olup bu güne kadar aşağıdakiler yayınlanmıştır:

- TS 977 Sondaj çamuru hammaddesi ,
- TS 5360 döküm bağlayıcısı,
- TS 11442 Lastik sanayisinde kullanılan,
- TS 11326 Deterjan sanayisinde kullanılan,
- TS 11136 seramik sanayisinde kullanılan,
- TS 11441 kağıt sanayisinde kullanılan bentonit.

Ayrıca yağ ağartma standardı olarak 1 gr tonsilin ağartma gücü eş değer alınıp hazırlanan TS 2583' ü de sayabiliriz (Anonim, 2001).

Bentonit türü killere asit ile aktifleştirildiklerinde oldukça iyi adsorplama özelliğine sahiptirler. Kilin adsorpsiyon özelliğinden yararlanılarak yağ endüstrisinde bitkisel yağdaki pigmentler (Ksantofil, karotenoid, klorofil, tokoferol) giderilerek yağın renginin açılması sağlanır (Tunç, 1989).

Altay (1990) tarafından yapılan çalışmada Eskişehir, Uşak, Konya ve Çankırı yöresi bentonitlerinin koyu renkli pamuk yağının ağartılmasındaki kullanılabilirliği araştırılmıştır. Spektrofotometrik ölçümlerle bulunan sonuçlar standart toprak için ölçülen değerlerle karşılaştırılmış ve sonucunda, Beylikova, Çankırı ve Konya killерinin TSE' nin öngördüğü değerleri sağladığı, Uşak ve Yunussemre killерinin ise TSE değerlerinin altında kaldığı belirlendi.

Kayıkcı (1989) Eskişehir yöresi bentonitlerinin yağ sanayiinde ağartma toprağı olarak kullanılabilirliğini araştırılmıştır. Bu amaçla H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> kullanılarak yaş ve kuru aktivasyon olmak üzere iki farklı yöntemle aktive edilen kil örneklerinin ham pamuk çekirdeğı yağı, soya yağı ve ayçiçek yağını ağartma kapasiteleri belirlenmeye çalışılmıştır. Aktivasyon sıcaklık ve süresi optimum değerlerde sabit tutularak aktivasyondaki (asit/ kil) oranları değiştirilmiştir. Spektrofotometrik yöntemle her bir kil cinsi için optimum (asit/ kil) oranları genellikle 0.4 olarak bulunmuştur.

Çerçi (2002), iki farklı tipte asitle aktifleştirilmiş ağartma toprağı; degumming ve nötralizasyon işlemlerinden geçirilmiş pamukyağının renginin açılmasında kullanılmış ve gerçekleştirilen adsorpsiyon tipinin Freundlich ve Langmuir izotermine uygunluğu araştırmıştır. Asitle aktifleştirilmiş ağartma toprağı ile gerçekleştirilen renk açma işleminin, fiziksel adsorpsiyonun ilkelerine uyduğu bulgulamıştır.

## 2.7. Hardal Tohumu

*Sinapsis arvensis L.* (Cruciferae) kültür bitkileri içinde yabancı olarak yetişir. Üçüncü dünya ülkelerinde tarımı da yapılır ve siyah hardalın orijini olarak bilinir (Özcan ve ark. , 1998). Kültüre alınan beyaz, siyah ve kırmızı hardal türleridir. Bunlar yıllık, otsu, 30 - 150 cm boyu, parçalı yapraklı, sarıçiçekli, 4 - 12 tohumlu bakla meyvelidir. Tohumla üretilir, ılıman ve sıcak iklimlerde yetiştirilirler. Beyaz hardal tarımı Orta ve Güney Avrupa, Japonya, Kuzey Afrika, Kuzey Amerika, Hindistan, Çin ve Uruguay; siyah hardal tarımı Avrupa, Doğu Asya, Kuzey Amerika; kırmızı hardal

tarımı ise Hindistan ve Pakistan’ da yapılmaktadır. Türkiye’ de beyaz ve siyah hardal yetiştirilir, kırmızı hardal tarımı ise hiç yapılmamaktadır (Özcan ve ark. , 1998).

Hardal, hem yağ hem baharat bitkisi olarak bilinir. Hardal yağı, yağ asitleri bileşimi bakımından özellikle yüksek erusik asitten dolayı beslenmede uygun değilse de, ilaç ve kozmetik endüstrilerinde çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır (Özcan ve ark. , 1998).

Öğütülmüş beyaz hardal tohumları, daha çok sofr hardalı üretiminde değerlendirilir. Türkiye’ de bu şekilde kullanımı yaygın olmadığından tüketim oldukça azdır. Ayrıca beyaz hardalın taze yaprakları, “turp otu” adıyla bazı yörelerde salata şeklinde tüketilir. Siyah hardal tohumları baharat olarak değil tıbbi amaçla kullanılır. Eskiden meyve şıralarının dayanıklılığını arttırmak için öğütülmüş hardal katıldığı ve uçucu yağın güçlü antimikrobiyal olduğu bildirilmiştir (Akgül, 1993).

Hardalın kendine has lezzeti, glukozitlerin (sinigrin, sinalbin) mirosinaz etkisiyle parçalanması sonucu ortaya çıkar. Bu bileşenlerden en önemlileri alil izotiyosiyanat ve p - hidroksibenzil izotiyosinayattır. Bu bileşikler daha çok uçucu yağda mevcut olup, çoğunluğunu alil izotiyosinatlar oluşturmaktadır (Özcan ve ark. , 1998).

İsmi küf veya fermente üzüm suyundan alan hardalı, meyve sularında fermentasyon mikroorganizmalarının gelişmesini önleyici olarak ilk defa Romalıların kullandıkları sanılmaktadır. Eskiden, üzüm veya diğer meyve sularına öğütülmüş hardal katılarak “dayanıklı şıra” ya da “hardaliye” yapıldığı bildirilmektedir. Hardaldaki uçucu yağ, mikroorganizma çoğalmasını ve fermantasyonu önleyerek şıranın uzun süre kullanılmasını sağlamaktadır (Kaya, 2002).

Ülkemizde, özellikle Trakya bölgesinde, öğütülmüş hardal katılmak suretiyle durultulan şıranın daha sonra pekmez toprağıyla asitliği giderildikten sonra ateş üzerinde tavalarda koyulaştırılmasıyla, açık renkli kendine özgü hoş bir tadı olan hardallı pekmez üretildiği bildirilmektedir (Kaya, 2002).

Baharatların antimikrobiyal etkileri ve sinerjistik özelliklerinin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmada; elma suyunun muhafazasında %0.1 den az kullanılan “benzoat + öğütülmüş hardal” etkili olurken, tek başına kullanılan %0.1 benzoatın aynı sonucu vermediği bildirilmektedir (Akgül, 1993).

Kaya’ nın 2002’ de yaptığı denemede ısı işlem uygulamaksızın bekletilen şıralarda 6 saat sonunda belirgin bir durulma gözlenmezken, 24 saat bekletmeyle 5 ve

10 g/l düzeyinde öğütölmüş hardal katılan şıralarda belirgin bir durulma sağlandığı, 48 saat bekletme sonrasında ise durulmanın tüm şıralarda birbirine yakın düzeye ulaştığı belirlenmiştir. İki farklı düzeyde (5 ve 10 g/ L) öğütölmüş hardal katıldıktan sonra soğuk hava koşullarında bekletilen ve bekletmenin 1. ve 2. saatlerinde karıştırma işlemleri uygulanan ve uygulanmayan şıralarda 625 nm' de ölçölen transmittans değerlerine ilişkin bulgulara göre değerlendirme yapılmıştır. Durulma için bekletme sırasında 5 g/ L düzeyinde hardal katılan şıralara karıştırma işlemleri uygulanmasıyla şıranın transmittans değerinin 6. saatte 92' ye ulaştığı, dolayısıyla karıştırma işlemleri uygulayarak şıraların durulma sürelerinin azaltılabileceği görölmüştür. Kaya' nın yaptığı denemelerde şıraya ilave edilecek öğütölmüş hardal tohumu miktarına karar vermek amacıyla gerçekteştirdiği ön denemelerde elde edilen ölçüm sonuçlarına göre farklı hardal tohumu düzeyleri arasında durultucu etki bakımından önemli düzeyde fark bulunmamıştır (Kaya, 2002).

Kaya' nın yaptığı denemede özellikle durultma işlemleri için hardal tohumu kullanılarak hazırlanan şıralardan elde edilen pekmezlerin kendilerine özgü bir renk ve lezzete sahip oldukları ve bu ürünlerin tüketiciler tarafından da beğenilir özellikte olduğu görölmüştür. Ayrıca, hardalın taşıdığı antimikrobiyal özellik sayesinde, bu tür ürünlerin daha uzun süreyle muhafaza edilebileceği belirlenmiştir. Bunun yanı sıra hardalın; fenolik ve mineral maddelerce de zengin olması sebebiyle elde edilecek pekmez örneklerinin besleyici değerinin daha yüksek olduğu da saptanmıştır (Kaya, 2002).

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3. 1. Materyal**

Çalışmada, materyal olarak Hatay merkezde yer alan Kahraman Yağ Sanayi işletmesinden 2011 - 2012 sezonundan elde edilen ham zeytinyağı örneği kullanılmıştır. Örnekler kahverengi 750 ml' lik cam şişelere üzerinde hiç hava boşluğu kalmayacak şekilde alınmış ve filtre edilinceye kadar + 4°C' de muhafaza edilmiştir. Nanodüzeğe getirilmiş klinopilit, kizelgur, bentonit ve hardal tohumu filtre örneği olarak tedarikçi firmalardan tedarik edilmiş laboratuvar ortamında karanlıkta muhafaza edilmiştir.

#### **3. 2. Yöntem**

##### **3. 2. 1. Filtrasyon Yöntemi**

Nanodüzeğe getirilmiş klinopilit, kizelgur, bentonit ve hardal tohumu örnekleri laboratuvar ortamında 50 gr tartılıp 700 ml' ye ham sızma yağ ile tamamlanmıştır. İyiçe çalkalandıktan sonra filtre materyalinin dibine çökmesi için on iki saat bekletilmiştir. Bekleme süresi sonunda önce kaba filtreden daha sonrada mikro filtre kâğıdından geçirilerek filtrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen filtrelenmiş yağ örnekleri analiz edilinceye kadar +4°C' de muhafaza edilmiştir. Her analiz için üç tekerrür yapılmıştır.

##### **3.2.2. Analiz Yöntemleri**

###### **3. 2. 2. 1. Serbest Yağ Asitliği**

Natürel zeytinyağlarında serbest yağ asitliği tayini TS 342' de belirtildiği gibi gerçekleştirilmiştir. 5 g yağ örneği 250 mL' lik erlene tartılmış, 50 mL 1/1' lik etil alkol - dietil eter karışımı ile çözümlenmiştir. Birkaç damla fenol ftalein ilave edilmiş ve en

az 15 saniye kalıcı pembe renk verinceye kadar 0. 1 N etil alkollü potasyum hidroksit çözeltisi ile titre edilmiştir ve harcanan miktar kaydedilmiştir. Sonuçlar %oleik asit cinsinden 3. 1.' de görüldüğü gibi hesaplanmıştır (Anonim, 2003).

$$\text{Serbest yağ asitliği} = (V \times 0,028 \times 100) / m \quad (3. 1.)$$

Burada;

V= Harcanan 0. 1 N etil alkollü potasyum hidroksit çözeltisi

m= Örneğin ağırlığı, g

### 3. 2. 2. 2. Peroksit Sayısı

Natürel zeytinyağlarında peroksit sayısı tayini TS 342' de belirtildiği gibi gerçekleştirilmiştir. 2 yağ örneği erlen içerisine tartılmıştır. Üzerine 10 mL kloroform eklendikten sonra şişe çalkalanarak yağ çözündürülmüş ve sırasıyla 15 mL buzlu asetik asit ve 1 mL doymuş potasyum iyodür çözeltisi eklenmiştir. Erlen hemen kapatılmış 1 dk boyunca çalkalanmış ve 5 dk boyunca karanlıkta bekletilmiştir. 75 mL saf su eklendikten sonra birkaç damla nişasta çözeltisi ilave edilmiş ve 0.01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilmiş ve mavi rengin hemen kaybolmasına kadar titrasyon devam ettirilmiştir. Titrasyon sonunda harcanan 0.01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi miktarı kaydedilmiştir. Sonuçlar, 1 kg yağda bulunan peroksit oksijen miktarının milieşdeğer gram cinsinden ifadesi olarak 3. 2. de görüldüğü gibi belirlenmiştir (Anonim, 2003).

$$\text{Peroksit sayısı} = (V/m) \times 10 \text{ (meg O}_2\text{/kg)} \quad (3. 2.)$$

Burada;

V= Titrasyonda harcanan 0.01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi, mL

m= Örneğin ağırlığı, g

### **3. 2. 2. 3. Yağ Asitleri Kompozisyonu**

Yağ asitleri kompozisyonu için yağlar öncelikle metil esterleri haline getirilmiştir.

#### **Yağ Asidi Metil Esterlerinin Hazırlanması**

IOOC (2001)' de belirtildiği gibi yapılmıştır. 0.1 g yağ örneği, 5 ml' lik cam tüp içerisine tartılmış ve üzerine 2 ml n - heptan ilave edilerek karıştırılmıştır. Daha sonra üzerine 0.2 ml 2N metanollü KOH eklenip, vorteks karıştırıcıda 30 sn daha karıştırılmıştır. Karışım 5000 rpm' de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonunda metil esterleri içeren üst faz, pastör pipeti yardımıyla cam viallere alınmıştır. Bu üst fazdan 1 µl kadar alınıp GC' ye enjekte edilmiştir (Anonymous, 2001).

#### **Gaz Kromatografisi (GC) Koşulları**

Yağ asidi metil esterlerinin analizi kütle spektrumlu (MS) Innowax 1991 N. (Agilent) kapiler kolon kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kolonun uzunluğu 30 m ve iç çapı 0.25 mm' dir. Enjeksiyon portu sıcaklığı 250°C, dedektör sıcaklığı 250°C ve split oranı 1:100' dir. Kolon sıcaklığı, 150°C' den başlayarak dakikada 8°C artarak 250°C' ye çıkarılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak helyum kullanılmıştır. Cihaza enjekte edilen örnek miktarı 2 µl' dir.

#### **Yağ Asitlerinin Tanısı**

Yağ asitlerinin tanısı "HP 6890N/5972N" marka GC - MS ile gerçekleştirilmiştir. Kullanılan kolon ve enjektör tipi ile fırın sıcaklık programı gaz kromatografisiyle aynı koşulları taşımaktadır. Taşıyıcı gaz olarak kullanılan helyumun akış hızı 1 ml/dk' dir. Enjekte edilen örnek miktarı 2 µl' dir. Kütle spektrometresinin iyonlaşma enerjisi 70 eV, iyon kaynağı sıcaklığı 230 °C, kuadropol sıcaklığı 150 °C tutularak, 1 saniye aralıklarla 29 - 350 kütle/yük (m/e) arasında tarama yapılmıştır. Piklerin tanısı, GC' de belirlenen piklerin kütle spektrumunun bilgisayar hafızasındaki kütle spektrumlarıyla karşılaştırılması yoluyla yapılmıştır.

### 3. 2. 2. 4. İyot Sayısı

Natürel zeytinyağlarında iyot sayısı tayini TS 342' de belirtildiği gibi gerçekleştirilmiştir. İyot sayısı, yağların doymamışlık ölçüsü olup uygulamada ağırlık olarak yüz kısım yağın bağlandığı iyodun ağırlığı olarak belirtilir (Anonim, 2003).

0,300 g numune 0,001 g duyarlılıkla cam tartım kaşığı içine tartılmış ve kaşık kapaklı 250 ml' lik erlen içine yerleştirilmiştir. Yağın çözünmesi için 15 ml karbon tetraklorür konup iyice çalkalandı. 25 ml wijs çözeltisi ilave edildi. Erlenin kapağı kapatılarak yavaşça çalkalandı. 1 saat karanlık bir yerde bekletildi. Bu süre sonunda erlene 20 ml potasyum iyodür çözeltisi ve 150 ml damıtık su konarak iyice karıştırıldı. Üzerine 1 ml %1' lik nişasta indikatör çözeltisi ilave edildi (Renk mavidir.). Bürete doldurulan 0,1 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile çok kuvvetli çalkalanarak mavi renk kayboluncaya kadar titrasyona devam edildi ve harcanan sodyum tiyosülfat miktarı kaydedildi. Aynı zamanda tanık deneyler yapıldı. Sonuçlar harcanana sodyum tiyosülfat miktarından yararlanarak numunedeki iyot sayısı miktarı 3. 3.' de görüldüğü gibi belirlenmiştir (Anonim, 2003).

$$\text{İyot sayısı} = (V_2 - V_1 / m) \times 1, 269 \quad (3. 3.)$$

Burada,

$V_2$ : Tanık deney için harcanan 0,1 N sodyum tiyosülfat çözeltisi, ml

$V_1$ : Numune ile yapılan deney için harcanan 0,1 N sodyum tiyosülfat çözeltisi, ml

$m$ : Numunenin ağırlığı, g

### 3. 2. 2. 5. Sabunlaşma Sayısı

Natürel zeytinyağlarında sabunlaşma sayısı tayini TS 342' de belirtildiği gibi gerçekleştirilmiştir. Sabunlaşma sayısı, 1 gr yağın sabunlaşması için gerekli olan potasyum hidroksitin mg olarak ağırlığıdır (Anonim, 2003).

2 g kadar numune 0,001 duyarlılıkla balonun içine tartıldı. Üzerine tam 25 ml etanollü potasyum hidroksit çözeltisi katıldı ve geri soğutucuya bağlandı. Zaman zaman



karıştırılmak suretiyle yavaşça kaynatıldı. 60 dakika kaynatıldıktan sonra 4 veya 5 damla fenolftalein çözeltisi katılarak sıcak sabun çözeltisi hidroklorik asit çözeltisi ile titre edildi. Etanollü potasyum hidroksit çözeltisi ile bir tanık deney yapıldı. Sonuçlar 3. 4.' de görüldüğü gibi belirlenmiştir (Anonim, 2003).

Sabunlaşma sayısı:  $(V_2 - V_1/m) \times 28,05$  mg potasyum hidroksit/g yağ (3. 4.)

Burada,

$V_1$ : Numune ile yapılan deney için harcanan 0,5 N Hidroklorik asit çözeltisi, ml

$V_2$ : Tanık deney için harcanan 0,5 N Hidroklorik asit çözeltisi, ml

m: Numunenin ağırlığı, g

### 3. 2. 2. 6. İstatistiksel Değerlendirme

Araştırma sonucu elde edilecek veriler SPSS 17.0 paket programında varyans analizine göre değerlendirilmiştir. Önemli çıkan değerler ise Duncan çoklu karşılaştırma testine tabi tutularak elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

#### 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

##### 4.1 . Serbest Yağ Asitliği

Kontrol zeytinyağı örneği ve bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilen zeytinyağı örneklerinin serbest yağ asitliği değerleri %oleik asit cinsinden Çizelge 4.1.' de görüldüğü gibidir. Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (2010)' ne göre serbest yağ asitliği esas alınarak yapılan sınıflandırmada natürel sızma zeytinyağı için belirlenen üst sınır %0.8, natürel birinci zeytinyağı için ise %2.0 olarak belirtilmiştir. İncelenen natürel zeytinyağı örneklerinden bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilen zeytinyağı örnekleri natürel sızma zeytinyağı kategorisinde, kontrol amaçlı incelenen ham zeytinyağı örneği natürel birinci zeytinyağı kategorisinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.1. Kontrol ve filtrasyon yapılan zeytinyağı örneklerine ilişkin serbest yağ asitliği ve peroksit sayılarına ilişkin ortalama değerler

Örnek türü	Kontrol	Bentonit	Hardal Tohumu	Klinoptilolit	Kizelgur	SED	P
Serbest Yağ Asidi (%oleik asit)	0. 87	0. 70	0. 62	0. 64	0. 69	0. 03	0. 06
Peroksit Sayısı (meqO <sub>2</sub> /kg)	10. 83	9. 85	10. 31	9. 30	7. 76	0. 48	0. 33

Bozdoğan (2002) Hatay' da üretilen natürel zeytinyağlarının bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerinin incelenmesi çalışmasında serbest yağ asitliği %0.7 - 6.3 arasında olduğunu bildirmiştir. Karayiyen (2012) 2011 - 2012 dönemine ait 6 zeytinyağı örneğinin serbest yağ asitliği değerleri %oleik asit cinsinden %0.30 ile %2.1 arasında değişmektedir. Okay (2004) Hatay' da üretilen zeytinyağlarında UV' de özgül absorbans ve trilinolein (trigliserit) değerlerinin belirlenmesi ve bu değerlerin zeytinyağı taşıdığındeki önemi üzerine yaptığı çalışmada Hatay' da faaliyet gösteren 21 farklı zeytinyağı işletmesinden 2002 yılında temin edilen natürel zeytinyağlarına ait serbest yağ asitliğinin %0.55 - 4.3 olarak belirtmiştir. Araştırmamızdaki değerler söz konusu çalışmalarda elde edilen değerler aralığında bulunmuştur.

Oktar (1988) farklı illerde yetişen bazı zeytin çeşitlerini ele aldığı çalışmasında Hatay yöresine ait Halhalı ve Karamani çeşitlerini incelemiş ve serbest yağ asitliğini

%3.01 - 3.04 olarak belirlemiştir. Söz konusu çalışmada elde edilen değerler araştırmamızdaki değerlerden yüksek bulunmuştur. Köseoğlu (2006) tarafından yapılan çalışmada tespit edilen serbest yağ asitliği değerleri (%0.18 - 0.30) ise bu çalışmadaki değerlerden düşük bulunmuştur.

Birçok araştırmacı zeytinyağı kalitesinin, içerdiği asitlik derecesine ve lezzetine bağlı olduğunu belirtmiştir. Yağın kalitesi üzerine etki eden en önemli parametrelerin zeytin çeşidi, hasat bölgesi ve zamanı, hasat şekli, ağacın beslenme durumu, iklim özellikleri depolama koşulları ve yağa işleme tekniği olduğunu ifade etmişlerdir (Öğütçü, 2007; Bozdoğan Konuşkan, 2008; Karayiyen, 2012). Şüphesiz natürel zeytinyağlarında bir sınıflandırma parametresi olan serbest yağ asitliği zeytinyağı kalitesinin belirlenmesinde en önemli parametre olarak görülmektedir (Öğütçü, 2007).

#### 4. 2. Peroksit Sayısı

Çizelge 4.1.' de farklı materyallerle filtre edilen natürel zeytinyağı örneklerine ait peroksit sayılarına ilişkin ortalama değerler verilmiştir. Yapılan inceleme sonucunda kizelgur ile filtre edilen natürel zeytinyağının en düşük peroksit sayısına (7.76 meqO<sub>2</sub>/kg) sahip olduğu; en yüksek peroksit sayısının hardal tohumu ile filtre edilen natürel zeytinyağı (10.31 meqO<sub>2</sub>/kg) olduğu tespit edilmiştir. Bentonit ve klinoptilolit ile filtre edilen zeytinyağlarına ait peroksit değerleri sırasıyla 9.85 ve 9.30 meqO<sub>2</sub>/kg' dir. Bu değerlerin kontrol zeytinyağına ait peroksit değerinden (10.83 meqO<sub>2</sub>/kg) daha küçük olduğu anlaşılmıştır. TS 341' de ve Kodeks Standardı 33' te natürel zeytinyağlarına ait peroksit sayısı değeri en fazla 20,00 meqO<sub>2</sub>/kg yağ olup elde edilen sonuçlarla kıyaslandığında bütün örneklerin standartlarda verilen değere uygun olduğu görülmektedir.

Karayiyen (2012) 2011 - 2012 dönemine ait incelediği 6 zeytinyağı örneğinin peroksit sayısı değerlerini 7.5-17.7 meqO<sub>2</sub>/kg aralığında tespit etmiştir.

Araştırmamızdaki değerlere söz konusu çalışmada elde edilen değerler aralığında bulunmuştur.

Yağların oksitlenme derecelerini belirlemek için kullanılan en yaygın ve en eski analiz yöntemi peroksit sayısıdır. Peroksit sayısı, yağın muhafaza durumunun kalitatif bir göstergesidir. Yağın oksijen, ısı, ışık, gibi elverişsiz ortamlarda ya da bu ortamların geçişini sağlayacak saydam ambalajlarda bulunması oksidasyonu dolayısıyla peroksit sayısını arttırmaktadır (Dıraman, 2007).

### **4. 3. Yağ Asitleri Kompozisyonu**

Çalışmada kullanılan natürel zeytinyağlarının yağ asitleri kompozisyonuyla ilgili araştırma bulguları Çizelge 4.2.' de verilmiştir. Kontrol amaçlı filtre edilmemiş natürel zeytinyağının yağ asidi kompozisyonunu sırasıyla oleik asit (%62.7), palmitik asit (%16), palmitoleik asit (%1.1), stearik asit (%4.2), linoleik asit (%14.2), linolenik asit (%0.9) ve araşidik asit (%0.6) en fazla bulunan yağ asitleri olmuştur. Bentonit ile filtre edilen zeytinyağı örneklerinin yağ asitleri kompozisyonu oleik asit (%63.5), palmitik asit (%16.2), palmitoleik asit (%1.2), stearik asit (%4.3), linoleik asit (%12.9), linolenik asit (%0.75) ve araşidik asit (%0.37) en fazla bulunan yağ asitleri olmuştur. Hardal tohumu ile filtre edilen zeytinyağı örneklerinin yağ asitleri kompozisyonu oleik asit (%63.5), palmitik asit (%16.5), palmitoleik asit (%1.1), stearik asit (%4.3), linoleik asit (%13.1), linolenik asit (%0.9) ve araşidik asit (%0.46) en fazla bulunan yağ asitleri olmuştur. Klinoptilolit ile filtre edilen zeytinyağı örneklerinin yağ asitleri kompozisyonu oleik asit (%63.9), palmitik asit (%16), palmitoleik asit (%1.03), stearik asit (%4.3), linoleik asit (%13), linolenik asit (%0.7) ve araşidik asit (%0.5) en fazla bulunan yağ asitleri olmuştur. Kizelgur ile filtre edilen zeytinyağı örneklerinin yağ asitleri kompozisyonu oleik asit (%63), palmitik asit (%16), palmitoleik asit (%1.03), stearik asit (%4.3), linoleik asit (%13), linolenik asit (%0.7) ve araşidik asit (%0.5) en fazla bulunan yağ asitleri olmuştur.

Çizelge 4.2. Kontrol ve filtrasyon yapılan zeytinyağı örneklerinin yağ asitleri kompozisyonu, sabunlaşma sayısı ve iyot sayılarına ilişkin ortalama değerler

Örnek türü	Kontrol	Bentonit	Hardal Tohumu	Klinoptilolit	Kizelgur	SED	P
Palmitik Asit (%)	15.90	16.22	16.51	15.98	16.04	0.10	0.37
Palmitoleik Asit (%)	1.11	1.20	1.11	1.03	1.03	0.06	0.92
Stearik Asit (%)	4.17	4.31	4.27	4.27	4.34	0.03	0.64
Oleik Asit (%)	62.77	63.49	63.54	63.86	62.94	0.30	0.37
Linoleik Asit (%)	14.15	12.84	13.12	12.72	12.96	0.27	0.52
Linolenik Asit(%)	0.99	0.75	0.92	0.72	0.73	0.05	0.18
Araşidik Asit (%)	0.60	0.37	0.46	0.53	0.52	0.07	0.93
Sabunlaşma Sayısı mgKOH/kg	192.89	192.56	192.62	192.52	192.44	0.13	0.89
Iyot Sayısı (g)	81.79	80.00	80.38	79.93	79.26	0.42	0.44

Yapılan araştırma sonucunda palmitik asit içeriği Çizelge 4.2.' de de görüldüğü gibi örnekler arasında benzerlik göstermekle beraber en yüksek değer hardal tohumu ile filtre edilen natürel zeytinyağında %16.51, en düşük değer ise kontrol amaçlı filtre edilmeyen natürel zeytinyağında %15.9 olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu oranlar, Türk Gıda Kodeksi' nin bildirdiği değerler (%7.5 - 20) arasında bulunmuştur.

Bozdoğan Konuşkan (2008) Hatay' da yetiştirilen Halhalı, Sarı Haşebi ve Gemlik çeşitlerinden 2005 ve 2006 hasat dönemlerinde elde edilen zeytinyağlarını incelediği çalışmasında palmitik asit oranlarını sırasıyla %10.9 - 16.7 ve %11.5 - 17.4 arasında bulmuştur. Karayiyen (2012) 2011 - 2012 dönemine ait Hatay' da yetiştirilen 6 zeytinyağı örneğine ait palmitik asit oranı %14.7 - %19.7 aralığında tespit etmiştir. Araştırmamızda bulunan palmitik asit değerleri ile Bozdoğan Konuşkan (2008) ve Karayiyen' nin (2012) bulduğu değerlere uyum göstermiştir.

Taşan (1995), Dıraman ve ark. , (2009) ve Bayrak ve ark. , (2010), yapmış oldukları çalışmalarda palmitik asit değerlerini sırasıyla %11 - 13.3; %11.8 - 13.6; %9.4 - 14.5 arasında bulmuşlardır. Yapılan bu çalışmadaki palmitik asit miktarları Taşan (1995), Dıraman ve ark. , (2009) ve Bayrak ve ark. , (2010)' ın bulduğu değerlerden yüksektir.

Çalışmada elde edilen palmitik asit değerleri Baccouri ve ark. , (2007)' nın yapmış olduğu araştırmadaki bulunan değerlerle (%9.14 - 19.5) uyum içinde olduğu söylenebilir.

Palmitoleik asit içerikleri natürel zeytinyağı örneklerinden klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilen zeytinyağı örneklerinde en düşük miktarda (%1.03) bulunurken, bentonit ile filtre edilen zeytinyağı örneğinde en yüksek miktarda (%1.20) bulunmuştur (çizelge

4.2.). Araştırma sonucunda bulunan palmitoleik asit değerleri birbirine benzerlik göstererek Türk Gıda Kodeksi'nin bildirdiği değerler (%0.3 - 3.5) arasındadır.

Bozdoğan (2002) tarafından yapılan çalışmada palmitoleik asit miktarları %0.31 - 0.52 olarak belirlenmiştir. Söz konusu değerler bu çalışmada çıkan değerlerden oldukça düşüktür. Karayiyen (2012) 2011 - 2012 dönemine ait Hatay' da yetiştirilen 6 zeytinyağı örneğine ait palmitoleik asit oranı %0.7- %3.4 aralığında tespit etmiştir. Baccouri ve ark. , (2007) İssaoui ve ark. , (2010) tarafından yapılan çalışmalarda palmitoleik asit değerleri sırasıyla %1.03 - 3.1 ve %0.2 - 2.8 arasında tespit edilmiştir. Araştırmadaki değerler yapılan her üç analizle de uyum göstermektedir.

Stearik asit değerleri Çizelge 4.2.' de de görüldüğü gibi %4.3 oranında olup bütün örneklerde aynı oran tespit edilmiş, kontrol amaçlı incelenen örnekte %4.2 değerinde bulunmuştur. Söz konusu değerler Türk Gıda Kodeksi'nin belirlemiş olduğu değerler (%0.5 - 5) arasındadır.

Bozdoğan Konuşkan (2008) tarafından yapılan çalışmada bulunan stearik asit oranları 2005 hasat yılında %2.4 - 4.1, 2006 hasat yılında ise %2.7 - 4.2 arasında bulunmuştur. Karayiyen (2012) 2011 - 2012 dönemine ait Hatay' da yetiştirilen 6 zeytinyağı örneğine ait stearik asit değeri %2.7 - %4.2 aralığında tespit etmiştir. Söz konusu değerlerle çalışmamızdaki stearik asit oranları uyum içerisindedir.

Taşan (1995) ve Youssef ve ark. , (2011) yapmış oldukları çalışmalarda stearik asit oranlarını %1.4 - 2.1 ve 1.6 - 2.2 arasında bulmuşlardır. Bu çalışma sonucunda ortaya çıkan stearik asit miktarı söz konusu her iki araştırmacıdan yüksek bulunmuştur.

Zeytinyağının karakteristik yağ asidi olan oleik asit miktarı yapılan bu çalışmada en yüksek %64 oranında klinoptilolit ve hardal tohumu ile filtre edilen natürel zeytinyağı örneklerinde belirlenmiştir. Bentonit ve kizelgur ile filtre edilen natürel zeytinyağı örneklerinde oleik asit oranı %63 olarak belirlenmiştir. Kontrol örneğinde ise oleik asit içeriği %63 oranında tespit edilmiştir. Bu çalışmada bulunan oleik asit değerleri (%63 - %64) Türk Gıda Kodeksi' nde yer alan değerler (%55 - 83) arasındadır.

Karayiyen (2012) çalışmasındaki oleik asit oranını %58.1 - %73.4 aralığında tespit etmiştir. Baccouri ve ark. , (2007) yapmış olduğu çalışmada oleik asit değerlerini %54.8 - 73.9 arasında bulmuştur. Bu çalışmada elde edilen oleik asit oranlarının söz konusu araştırmacılar tarafından bulunan değerlere oldukça yakın olduğu söylenebilir.

Taşan (1995) ve Bozdoğan (2002) yapmış oldukları çalışmalarda oleik asit miktarlarını bu çalışmadaki değerlerden yüksek bulmuşlardır. Söz konusu bu değerler sırasıyla %77.3 - 81.1 ve %75.2 - 78.6' dır. Bu durumun, çeşit, lokasyon ve olgunluk farklarından kaynaklanabileceği (Boskou, 1996) düşünülmektedir.

Linoleik asit içeriği açısından örnekler incelendiğinde filtre edilen bütün örneklerde linoleik asit oranının (%13) aynı olduğu kontrol örneğinde ise oranın daha yüksek olduğu (%14) Çizelge 4.2.' de görülmektedir. Araştırma sonucunda tespit edilen linoleik asit değerleri Türk Gıda Kodeksi' nin belirlemiş olduğu değerlere (%3.5 - 21) uymaktadır.

Karayıyen (2012) çalışmasında linoleik asit içeriğini %5.4 - %16.9 aralığında belirlemiştir. Baccouri ve ark. , (2007) ve Youssef ve ark. , (2011) yapmış oldukları çalışmalarda linoleik asit miktarlarını sırasıyla %6.4 - 18.4 ve %6.7 - 14.9 arasında bulmuşlardır. Bayrak ve ark. , (2010) iki farklı hasat zamanında (2007 - 2008 ve 2008 - 2009) belirlemiş olduğu linoleik asit miktarlarını %6.1 - 15.3 ve 7.2 - 20.4 arasında bulmuştur. Bozdoğan Konuşkan (2008) tarafından yapılan çalışmada ise linoleik asit değerleri 2005 ve 2006 hasat yıllarında sırasıyla %4.3 - 12.4 ve %4.4 - 17.8 arasında değişmiştir. Bu çalışmada belirlenen linoleik asit değerleriyle tüm çalışmalarda belirlenen %oranlar uyum içerisindedir.

Linolenik asit değerleri Çizelge 4.2.' de görüldüğü gibi %0.72 - 1 arasında bulunmuştur. En yüksek değer (%1) kontrol örneğinde, en düşük değer ise (%0.72) klinoptilolit ile filtre edilen zeytinyağı örneğinde belirlenmiştir. Bentonit ile filtre edilen zeytinyağı örneğinde %0.75, hardal tohumu ile filtre edilen zeytinyağı örneğinde 0.92, kizelgur ile filtre edilen zeytinyağı örneğinde ise %0, 73 oranında bulunduğu tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi' ne göre linolenik asit miktarı %1 ve %1' den küçük ( $\leq 1$ ) olmalıdır. Dolayısıyla Çizelge 4.2.' de de görüldüğü gibi bütün örnekler bu kapsam aralığındadır.

Araşidik asit değerleri ise kontrol örneğinde %0.60 oranında tespit edilmiştir. Çizelge 4.2.' de görüldüğü gibi diğer örneklerde bentonit ile filtre edilen zeytinyağı örneğinde 0.37, hardal tohumu ile filtre edilen zeytinyağı örneğinde %0.46, klinoptilolit ile filtre edilen zeytinyağı örneğinde %0.53, kizelgur ile filtre edilen zeytinyağı örneğinde %0.52 olarak belirlenmiştir.

Yapılan çalışmada bulunan değer, Bozdoğan Konuşkan (2008)' in 2005 ve 2006 hasat yıllarında belirlemiş olduğu araşidik asit değerleri (sırasıyla %0.28 - 0.6 ve %0.41 - 0.73) ile uyumludur.

Türk Gıda Kodeksi' nin belirlemiş olduğu araşidik asit değeri ise %0.6 ve %0.6' dan küçük ( $\leq 0.6$ ) olmalıdır. Çizelge 4.2.' de de görüldüğü gibi, Kodeks sınırları içerisinde dir.

#### 4. 4. Sabunlaşma Sayısı

Trigliserit bünyesindeki yağ asitlerinin zincir uzunlukları ve buna bağlı olarak trigliseridlerin ortalama molekül ağırlıkları ile ilgili olan sabunlaşma sayısı araştırma sonucunda elde edilen değerler Çizelge 4.2.' de görüldüğü gibi kontrol örneğinde 193, diğer tüm örneklerde 192 mgKOH/kg olarak belirtilmiştir. Bu değer Türk Gıda Kodeksi sınırları (184 - 196 mgKOH/kg) içerisinde dir.

Bozdoğan (2002) tarafından Hatay' da üretilen natürel zeytinyağlarının bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerinin incelendiği araştırmada sabunlaşma sayısı değerleri 191.6 - 195.8 mgKOH/kg arasında tespit etmiştir. Bu sonuç çalışmada elde edilen bulgular ile uyum göstermektedir.

#### 4. 5. İyot Sayısı

Rafinasyon işlemleri, doymamış yağ asitlerinin tahribatına da bağlı olarak, yağların doymamışlık derecelerinin bir ölçütü olan iyot sayısında düşmeye neden olabilmektedir (Bayaz, 1992). Bu nedenle, rafinasyon kademelerinde zeytinyağının iyot sayısında meydana gelen değişimler saptanarak, sonuçlar çizelge 4.2.' de verilmiştir. Çizelge 4.2.' de görüldüğü gibi kontrol ham natürel zeytinyağında iyot sayısı 82 olup, bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilen zeytinyağı örneklerinde iyot sayısı 80' dir. Türk Gıda Kodeksi' ne göre iyot sayısı 75 - 94 arasında olmalıdır. Araştırma sonucu belirlenen bu değerler kodeks sınırları içerisinde dir. Bozdoğan (2002), Hatay' da üretilen natürel zeytinyağlarının bazı fiziksel, kimyasal ve duyuşal özelliklerinin incelendiği araştırmada iyot sayısı değerleri 79.3 - 94.7 arasında tespit etmiştir. Bu sonuç araştırma sonucumuzla uyum göstermektedir.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, ülkemiz için önemli zeytin ve zeytinyağı üretim potansiyeline sahip olan Hatay' da üretilen 2011 - 2012 hasat dönemine ait zeytinyağı örnekleri bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilmiştir. Filtrasyon sonucu elde edilen zeytinyağı ve kontrol örneklerinde serbest yağ asitliği, peroksit sayısı, yağ asitleri kompozisyonu, sabunlaşma sayısı ve iyot sayısı analizler sonucu belirlenmiştir. Ayrıca sonuçların standartlara uygunluğu araştırılmış ve yayınlanmış diğer literatürle olan karşılaştırılması da yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, aşağıda özet olarak verilmiştir.

Araştırmada kontrol zeytinyağı serbest yağ asitliği değeri %oleik asit cinsinden 0.87 olarak belirlenmiş olup Türk Gıda Kodeksi değerlerine göre natürel birinci zeytinyağı sınıfındadır. Bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilen zeytinyağlarında ortalama serbest yağ asitlik değeri %oleik asit cinsinden sırasıyla 0.70, 0.62, 0.64 ve 0.69 olarak belirlenmiş ve Türk Gıda Kodeksi değerlerine göre natürel sızma zeytinyağı sınıfında olduğu belirlenmiştir.

Peroksit sayısı değerleri ele alındığında örneklerde belirlenen değerlerin tamamının Türk Gıda Kodeksi'nin belirlemiş olduğu en fazla değer olan 20 meqO<sub>2</sub>/kg değerinden düşük olduğu tespit edilmiştir.

Kontrol, bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilen zeytinyağlarında yağ asidi kompozisyonu ortalama oleik asit içeriği sırasıyla %62.7, %63.5, %63.5, %63.9 ve %63 olarak, palmitik asit içeriği sırasıyla %15.9, %16.2, %16.5, %15.9 ve %16 olarak belirlenmiştir. Söz konusu değerler Türk Gıda Kodeksi'nin belirlemiş olduğu değerler arasındadır. Araştırma sonucunda bulunan palmitoleik asit değerleri birbirine benzerlik göstererek (kontrol, bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilen zeytinyağlarında %1.11, %1.20, %1.11, %1.03 ve %1.03) Türk Gıda Kodeksi'nin bildirdiği değerler (%0.3 - 3.5) arasındadır. Stearik asit değerleri kontrol, bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilen zeytinyağlarında sırasıyla %4.17, %4.31, %4.27, %4.27 ve %4.34 olarak belirlenmiştir. Söz konusu değerler Türk Gıda Kodeksi'nin belirlemiş olduğu değerler (%0.5 - 5) arasındadır. Linoleik asit değerleri kontrol, bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilen zeytinyağlarında sırasıyla %14.15, %12.8, %13.12, %12.72 ve %12.9 arasında belirlenmiş Türk Gıda Kodeksi'nin belirlemiş

olduğu değerler (%3.5 - 21) arasında olduğu tespit edilmiştir. Linolenik asit değerleri kontrol, bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilen zeytinyağlarında sırasıyla %0.9, %0.75, %0.9, %0.7 ve %0, 7 olarak belirlenmiş Türk Gıda Kodeksi'nin belirlemiş olduğu değerler ( $\leq 1$ ) arasında olduğu tespit edilmiştir. Arişidik asit değerleri kontrol, bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilen zeytinyağlarında sırasıyla . %0.6, %0.37, %0.46, %0.53 ve %52 olarak belirlenmiş Türk Gıda Kodeksi'nin belirlemiş olduğu değerler ( $\leq 0.6$ ) arasında olduğu tespit edilmiştir.

Zeytinyağı rneklelerinin yağ asitleri bileşimleri Türk Gıda Kodeksi' nin bildirdiği minimum ve maksimum yağ asitleri değerleri ile karşılaştırıldığında, genel olarak bulunan sonuçların uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Sabunlaşma sayısı analizlerine gre sonuçlar kontrol rneğinde 193, diğer tüm rneklelerde (bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilen zeytinyağlarında) 192 mgKOH/kg olarak belirtilmiştir. Bu değer Türk Gıda Kodeksi sınırları (184 - 196 mgKOH/kg) içerisinde dir.

İyot sayısı analizlerinde kontrol ham natürel zeytinyağında iyot sayısı 82 olup, bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgur ile filtre edilen zeytinyağı rneklelerinde iyot sayısı 80' dir. Türk Gıda Kodeksi' ne gre iyot sayısı referans değerleri olan 75 - 94 arasındadır.

Bu analizler sonucunda kullanılan filtrasyon maddelerinin genel olarak yağın kimyasal yapısına fark edilir derecede etki ettiği saptanmıştır.

Kullanılan bentonit, hardal tohumu, klinoptilolit ve kizelgurun alternatif filtre materyali olarak kullanılabilineği saptanmıştır. Bu da ekonomik ve tekstürel ynden ęeřitliliđi arttırmıştır.

## KAYNAKLAR

- Akgül, A. , 1993. **Baharat Bilimi ve Teknolojisi**, Gıda Teknolojisi Dern. Yay. No:15, Ankara.
- Altan, A. ve Kola, O. , 2009. **Yağ işleme teknolojisi**. Bizim Büro Basımevi Yayını, 230 s, Sakarya.
- Altay, K. , 1990. **Aktive edilmiş killerin yağ ağartma işleminde kullanılması. Yüksek lisans tezi**, . Anadolu Üniversitesi, 63s, Eskişehir.
- Angerosa, F. , Mostallino, R. , Basti, C. and Vito, R. , 2000. **Virgin olive oil odour notes: Their relationships with volatile compounds from the lipoxygenase pathway and secoiridoid compounds**. Food Chemistry, 68: 283 - 287.
- Angerosa, F. , Servili, M. , Selvaggini, R. , Taticchi, A. , Esposto, S. and Montedoro, G. , 2004. **Volatile compounds in virgin olive oil: Occurrence and their relationship with the quality**. Journal of Chromatography A. , 1054: 17 - 31.
- Anonim, 1996. **Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Madencilik ÖİK Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Diğer Endüstri Mineralleri Çalışma Grubu Raporu Cilt 2 Asbest, Bentonit, Fluorit, Diatomit, (Kizelgur) Kalsit, Kıymetli ve Yarı - Kıymetli Taşlar (Süs Taşları), Lityum, Titanyum Zirkonyum ve Hafniyum**. Mart 1996. T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı Yayın No:DPT:2421.ÖİK:480,<http://ekutup.dpt.gov.tr/madencil/sanayiha/oik480c2.pdf> , Ankara.
- Anonim, 2001. **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Genel Endüstri Mineralleri IV (Bentonit - Barit - Diatomit - Aşındırıcılar) Çalışma Grubu Raporu**, DPT: 2621 - ÖİK: 632, Ankara.
- Anonim, 2001. **Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Endüstriyel Hammaddeler Alt Komisyonu Genel Endüstri Mineralleri II(Mika - Zeolit - Lületaş) Çalışma Grubu Raporu**, DPT: 2619 - ÖİK: 630 Ankara.
- Anonim, 2003. **TS 342, Yemeklik zeytinyağı - muayene ve deney yöntemleri**. Türk Standartları Enstitüsü, Nisan 2003, ICS 67. 200. 10.
- Anonim, 2009. **Megep (Mesleki Eğitim Ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi)**, Gıda Teknolojisi - Zeytinyağı Ambalajlama, Ankara.
- Anonim, 2010. **Bölgesel Göstergeler, TR63 Hatay, Kahramanmaraş, Osmaniye, ISSN 1307 - 0894, TÜİK, Ankara.**
- Anonim, 2010. **Türk Gıda Kodeksi, Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (Tebliğ No: 2010/35)**. <http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/2010-35.html>
- Anonim, 2010. **Türkiye İstatistik Yıllığı 2010**, ISSN 0082 - 691X, TÜİK, Ankara.
- Anonim, 2012. **Tarım İstatistikleri Özeti 2010**. TÜİK, Ankara.
- Anonymous, 2001. **Mediterranean olive oil in the cuisines of the world (icif - ioc)**, IOC.
- Anonymous, 2009. **Food and Agriculture Organizations of the United Nations**. <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- Ardo, S. A. , 2005. **Characterization of olive oils commercially available in the United States**. Department of Nutrition and Food Science, University of Maryland, MS Thesis, 132 s.

- Baccouri, B. , Ben Temime, S. , Campeol, E. , Cioni, P. L. , Daoud, D. and Zarrouk, M. , 2007. **Application of solid - phase microextraction to the analysis of volatile compounds in virgin olive oils from five new cultivars.** Food Chemistry, 102(3) : 850 - 856.
- Baccouri, O. , Bendini, A. , Cerretani, L. , Guerfer, M. , Baccouri, B. , Lercker, G. , Zarrouck, M. and Ben Miled, D. D. , 2008. **Comparative study on volatile compounds from Tunisian and Sicilian monovarietal virgin olive oils.** Food Chemistry, 111:22 - 328.
- Bailey, A. E. , 1951. **Industrial oil and fat products. Second completely revised and augmented edition,** New York, 967 s. , USA.
- Bayaz, M. , 1992. **Fiziksel Ve Kimyasal Rafinasyonun Zeytinyağının Özelliklerine Etkileri.** Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 79s. , İzmir.
- Bayrak, A. , Kırılan. M. , Çalıkoglu, E. ve Kara, H. H. , 2010. **Ege bölgesi zeytinyağlarının aroma profilleri ve bazı kalite özelliklerinin araştırılması.** Ankara Üniversitesi bilimsel araştırma projesi kesin raporu, 94s.
- Beltran, G. , Aguilera, M. P. , Del Rio, C. , Sanchez, S. and Martinez, L. , 2005. **Influence of fruit ripening process on the naturel antioxidant content of Hojiblanca virgin olive oils.** Food Chemistry, 89: 207 - 215.
- Boskou, D. , 1996. **Olive oil chemistry and technology.** Department of Chemistry Aristotle University of Thessaloniki, 161p, Greece.
- Boyraz, Z. , Güner, B. ve Çitçi, M. D. , 2010. **Türkiye' nin zeytin ağacı varlığı ve zeytin fidanı üreticiliğine bir örnek olarak Seyitoba köyü (Saruhanlı, Manisa).** Journal of World of Turks, 2(2) : 67 - 85.
- Bozdoğan, D. , 2002. **Hatay' da üretilen natürel zeytinyağlarının bazı özelliklerinin incelenmesi.** Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 72 s. , Antakya, Hatay.
- Bozdoğan Konuşkan, D. , 2008. **Hatay' da yetiştirilen halhalı, sarı haşebi ve gemlik zeytin çeşitlerinden çözücü ekstraksiyonuyla elde edilen yağların bazı niteliklerinin belirlenmesi ve mekanik yöntemle elde edilen zeytinyağları ile karşılaştırılması.** Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 232 s. , Adana.
- Bozdoğan Konuşkan, D. ve Altan, A. , 2008. **Zeytin ve zeytinyağında doğal olarak bulunan biyoaktif bileşikler ve fizyolojik etkileri.** Gıda, 33(6) : 297 - 302.
- Cavalli, J. F. , Fernandez, X. , Lizzani - Cuvelier, L. and Loiseau, A. M. , 2004. **Characterization of volatile compounds of French and Spanish virgin olive oils by HS - SPME: Identification of quality - freshness markers.** Food Chemistry, 88: 151 - 157.
- Çirci, D. , 2002. **Yağların renk açma işleminde asitle aktifleştirilmiş ağartma toprakları ile birlikte diğer adsorbantların kullanımı.** Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, 71s, İzmir.
- Dıraman, H. , 2007. **Türkiye' nin farklı bölgelerinden çeşitli sistemlerle üretilmiş natürel zeytinyağlarında oksidatif stabilite ve serbest asitlik düzeyi üzerine çalışmalar.** Gıda, 32(2) : 63 - 74.
- Dıraman, H. , Saygı, H. ve Hışıl, Y. , 2009. **İzmir ilinde iki hasat yılı süresince üretilmiş natürel zeytinyağlarının yağ asitleri bileşenleri.** Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 12(2) :1 - 8.

- Girgin, I. ve Gündoğdu, M. N. S. Yörükoğlu, Ata A., 1996. **Oil decolorization properties of the Emirler clinoptilolite (Bigadiç, Turkey)** September 1996, Volume 31, Issue 6, pp 584 – 588.
- Göğüş F. , Özkaya M. T. , Ötleş S. , 2009. **Zeytinyağı**, Eflatun Yayın Evi, Genel Yayın No:6 Sertifika No:12131, s. 273.
- Grce, M. ve Pavelic´, K. 2004. **Antiviral properties of clinoptilolite Rudjer Boskovic Institute Division of Molecular Medicine** , Bijenicka 54, HR - 10002 Zagreb, Croatia.
- Günç Ergönül, P. , 2011. **Bitkisel yağların vinterizasyonunda kullanılan filtre yardımcı maddelerin yağ kaybı ve yağ kalitesi üzerine olan etkileri**. Doktora Tezi, . Celal Bayar Üniversitesi, 170 s, Manisa.
- Issaoui, M. , Flamini, G. , Brahmi, F. , Dabbou, S. , Hassine, K. B. , Taamali, A. , Chehab, H. , Ellouz, M. , Zarrouk, M. and Hammami, M. , 2010. **Effect of the growing area conditions on differentiation between Chemlali and Chétoui olive oils**. Food Chemistry, 119:220 - 225.
- Ivkovic, S. , Deutsch, U . , Silberbach, A. , Walraph, E. , Mannel, M. , 2004. **Dietary Supplementation With the Tribomechanically Activated Zeolite Clinoptilolite in Immunodeficiency: Effects on the Immune System**, Advances In Natural Therapy, March/April 2004, Volume 21, No. 2.
- Karayiyen. A. , 2012. **Hatay İlinde Üretilen Natürel Zeytinyağlarının Bazı Kalite Özelliklerinin Ve Kati Faz Mikro Ekstraksiyon Tekniği Kullanılarak Uçucu Bileşenlerinin Belirlenmesi**. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, 55s, Hatay.
- Kaya, C. , 2002. **“Hardal Vakum Pekmezi” Üretim Olanaklarının Araştırılması ve Hardal’ ın Ürün Nitelikleri Üzerindeki Etkilerin İncelenmesi**. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, 87s, Adana.
- Kayahan M, Tekin A. , 2006. **Zeytinyağı Üretim Teknolojisi**. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Kitaplar Serisi:15 ISBN 9944 - 89 - 207 - 6, 198 s. , Ankara.
- Kayıkçı, N. , 1989. **Eskişehir yöresi bentonitlerinin yağ ağartma kapasitelerinin belirlenmesi ve boyar madde adsorpsiyonlarının incelenmesi**. Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, 100s, Eskişehir.
- Kiritsakis, A. and Min, D. , 1989. **Flavor chemistry of olive oil, flavor chemistry of lipid foods** (Editor: Min, D. and Smouse, T.). American Oil Chemists’ Society Champaign, Illionis, 462p.
- Kiritsakis, A. K. 1998. **Flavour components of olive oil - A review**. Journal of the American Oil Chemists’ Society, 75(6) :673 - 681.
- Kocamaz Alkaş, D. , Beler Baykal, B. Kınacı, C. , 2008. **Çok Amaçlı Filtrelerde Farklı Zeolit Kullanımları İçin Amonyum ve Askıda Katı Madde Giderimi** itüdergisi/e – dergisi Su Kirlenmesi Kontrolü Cilt: 18, Sayı: 1, Mart 2008 Sayfa: 65 – 73.
- Köseoğlu, O. , 2006. **Zeytinden Yağ Elde Etme Sistemlerinin Zeytinyağının Kalitesi İle Açılışı Üzerine Etkileri**. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 103s. , İzmir.
- Minguez - Mosquera, M. I. , Rejano - Navarro, L. , Gandul - Rojas, B. , Sanchez - Gomez, A. H. and Garrido - Fernandez, J. , 1991. **Color pigment correlation in virgin olive oil**. Journal of the American Oil Chemists’ Society, 68: 332 - 336.

- Morello, J. R. , Motilva, M. J. , Tovar, M. J. and Romero, M. P. , 2004. **Changes in commercial virgin olive oil (cv Arbequina) during storage, with special emphasis on the phenolic fraction.** Food Chemistry, 85: 357 - 364.
- Nas, S. , Gökalp, H. Y. , Ünsal, M., 2001. **Bitkisel yağ teknolojisi.** Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Matbaası, 005, 326 s, Denizli.
- O' Brien, R. D. , 1998. **Fats and oils, formulating and processing for applications.** 677 s. Lancaster, Pennsylvania 17604 U. S. A.
- Okay , N. , 2004. **Hatay' da Üretilen Zeytinyağlarında UV' de Özgül Absorbans ve Trilinolein (Trigliserit) Değerlerinin Belirlenmesi ve Bu Değerlerin Zeytin Yağı Tağışındaki Önemi.** Yüksek Lisans tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, 63 s, Hatay.
- Oktar, A. , 1988. **Önemli Zeytin Çeşitlerinin Yağ Miktarı Ve Yağ Özellikleri Üzerine Araştırmalar.** Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Yayın No: 47, Bornova - İzmir.
- Oktar, A. , Çolakoğlu, A. , 1989. **Agronomik faktörlerin zeytinyağı kalitesi üzerine etkileri.** Bursa I. Uluslararası Gıda Sempozyumu, 477 - 485, Bursa.
- Oktar, A. , Çolakoğlu, A. , Işıklı, T. ve Acar, H. , 1983. **Zeytinyağı ve teknolojisi.** Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, yayın No: 27, Bornova, İzmir.
- Owen, R. W. , Mier, W. , Giacosa, A. , Hull, W. E. , Spiegelhalder, B. and Bartsch, H. , 2000. **Isolation, structure elucidation and antioxidant potential of the major phenolic and flavonoid compounds in brined olive drupes.** Food and Chemical Toxicology, 41:703 - 717
- Öğütçü, M. , 2007. **Çanakkale İlinde Üretilen Natürel Zeytinyağlarının Karakterizasyonu.** Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale On sekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 114 s. , Çanakkale.
- Özcan A. , Akgül A. ve Bayrak A. , 1998. **Yabani hardal (*Sinaps arvensis L.*) tohumu ve yağlarının bazı bileşim özellikleri.** Gıda (1998), 23(4), 285 – 289.
- Ranalli, A. , Lucera, L. , Contento, S. , Simone, N. and Del Re, P. , 2004. **Bioactive constituents, flavors and aromas of virgin oils obtained by processing olives with a naturel enzyme extract.** European Journal of Lipid Science Technology, 106: 187 - 197.
- Ranalli, A. , Modestri, G. , Patumi, M. and Fontanazza, G. , 2000. **The compositional quality and sensory properties of virgin olive oil from a new olive cultivar.** Food Chemistry, 69: 37 - 46.
- Salvador, M. D. , Aranda, F. , Gomez - Alonso. and Fregapane, G. , 2003. **Influence of extraction systems, production year and area on Cornicabra virgin olive oil.** A study of five crop seasons. Food Chemistry, 80: 359 - 366.
- Sibbett, G. S. , Connell, J. H. , Luh, B. S. and Ferguson, L. , 1994. **Producing olive oil.** Olive production manual publication. University of California Division of Agriculture and Naturel Resources. 3353 s.
- Şentürk Demirel, D. , Demirel, Doran, İ. , 2010. **Doğal Zeolitlerin Hayvancılıkta Kullanım Olanakları.** Derleme Makale, Harran Üniversitesi, Z. F. Dergisi, 14(2) : 13 – 20.
- Taşan, M. , 1995. **Tekirdağ ili Şarköy yöresinin natürel zeytinyağlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma.** Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 45s, Tekirdağ.
- Tunç, F. , 1989. **Aktif kil üzerinde klorofil adsorpsiyonu.** Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, 42 s, İzmir.

- Veillet, S. , Tomao, V. , Bornard, I. , Ruiz, K. and Chemat, F. , 2009. **Chemical changes in virgin olive oils as a function of crushing systems: stone mill and hammer crusher.** Comptes Rendus Chimie, 12: 895 - 904.
- Yılgn, M. ve Bal Akkoca, D. , 2008. **Bigadiç Klinoptilolitik Tüfün Kimyası, Yüzey Alanı ve Gözeneklilik Özelliklerine Farklı Asitlerin Etkilerinin incelenmesi.** Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi, 20 (1), 175 - 184, Elazığ.
- Youssef, O. , Guido, F. , Manel, I. , Youssef, N. B. , Luigi, C. P. , Mohamed, H. , Daoud, D. and Mokthar, Z. , 2011. **Volatile compounds and compositional quality of virgin olive oil from Oueslati variety: Influence of geographical origin.** Food Chemistry, 124:1770 - 1776.

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında büyük bir titizlik, sabır ve özveriyle bana destek olan, yol gösteren ve iyi bir bilimsel çalışma ortamı sağlayan danışman hocam sayın Yrd. Doç. Dr. MUSTAFA DİDİN' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında değerli görüş, katkı ve bilgilerini paylaşan sayın hocam Yrd. Doç. Dr. DİLŞAT BOZDOĞAN KONUŞKAN' a, laboratuvar çalışmalarım sırasında yardımlarını esirgemeyen arkadaşım Aykut KARAYİYEN' e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca Fen Bilimleri Merkez Laboratuvarında analizlerim sırasında yardımlarını esirgemeyen Uzm. Seher MISIRLIOĞLU ve Uzman Abdo ÖZKAN'a, istatistiksel analizlerimin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Metin DURU' ya teşekkürlerimi belirtirim.

Bütün yaşamım boyunca sevgilerini, maddi - manevi her türlü emeklerini, desteklerini ve hoşgörülerini gördüğüm annem Ratibe Ezhen ZUBAROĞLU, babam İbrahim ZUBAROĞLU, kardeşlerim Seda ZUBAROĞLU, Meryem ZUBAROĞLU ve Hasan ZUBAROĞLU' na ve sabır, anlayış ve yardımlarından ötürü sevgili eşim Sezer SAKARYA' ya ve hayatımın geri kalanına derin anlamlar katan minik kızım Hena SAKARYA' ya teşekkür ederim.



## ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Hatay' da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi aynı ilde tamamladım. 2002 yılında girdiğim Ege Üniversitesi Fen Fakültesi'nden, 2008 yılında, Biyolog unvanıyla mezun oldum. Aynı yıl Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilimdalı' nda yüksek lisans eğitimime başladım.