

# ZEYTİNYAĞI



# ZEYTİNYAĞI

EDİTÖRLER

Fahrettin Göğüş

Mücahit Taha Özkaya

Semih Ötleş

**Genel Yayın Nu.:** 6

**Sertifika Nu.:** 12131

**ISBN:** 978-605-4160-04-4

1. Basım, Ocak 2009

## **ZEYTİNYAĞI**

© Copyright 2009, EFLATUN YAYINEVİ

Bu kitabın bütün hakları Eflatun Yayınevi'ne aittir. Yayınevinin izni olmaksızın, kitabın tümünün veya bir kısmının elektronik, mekanik ya da fotokopi yoluyla basımı, yayımı, çoğaltımı ve dağıtımı yapılamaz.

### **Sayfa Tasarımı**

Türkan Sarı

### **Kapak Tasarımı**

Meryem Kocabay

### **Baskı ve Cilt**

Ankamat Ltd. Şti.

Tel: (0 312) 394 54 94



EFLATUN YAYINEVİ

Gazi Mustafa Kemal Bulvarı

118/3 Maltepe/ANKARA

Tel: (0 312) 232 00 36-232 00 86

GSM: 0 541 232 00 96

[www.eflatunyayinevi.com](http://www.eflatunyayinevi.com)

Zeytinyağı, sağlıklı olma özelliğiyle son yıllarda çok büyük bir ilgi görmektedir. Zeytinyağını diğer yağlardan ayıran en önemli fark, elde edilme şeklidir. Zeytin meyvesinin kendine has tat, koku, renk ve sağlığa katkıda bulunan birçok özelliği zeytinyağında da bulunmaktadır. Zeytinyağı kullanımı, pek çok ülke veya bölge için bir kültür ve yaşam şeklidir. Zeytinyağının bir zeytin dalı ile başlayan hikâyesinde barış, dostluk ve sağlık vardır. Bu kitabı yazmaya karar verirken de, bölümleri bir araya getirirken de zeytin ve zeytinyağına olan sevgimiz en büyük kaynağımız oldu.

Bu kitap, zeytin fidanından başlayarak mutfağa kadar uzayan zincirin parçalarını farklı bölümler hâlinde incelemektedir: Kitabın 1. Bölümü zeytinin yetiştirilmesi, 2. Bölümü zeytinyağının kimyasal özelliklerine değinmektedir. Takip eden 3. Bölümde, zeytinin zeytinyağına dönüştürülme süreci işlenmektedir. 4. Bölüm, sızma veya natürel olma özelliğini yitiren zeytinyağının rafinasyonuna yöneliktir. Zeytin bir bütün olarak değerlidir. O nedenle zeytinyağının işlenmesi esnasında çıkan yan ürünler, pirina ve karasu, kitabın sırasıyla 5. ve 6. Bölümlerinde ele alınmıştır. 7. Bölüm zeytinyağının kalite kontrolü ve analizlerini detaylı bir şekilde sunmaktadır. Zeytinyağı ve pirina yağının analiz yöntemlerine ilişkin ulusal ve uluslararası düzenlemeler 8. Bölümde verilmiştir. 9. Bölüm, zeytincilik ve zeytinyağı ekonomisi ve politikalarını Türkiye'nin durumunu da ortaya koyarak karşılaştırmalı olarak vermektedir. Son iki bölüm ise zeytinyağının sağlıkla olan ilişkisini ve Türk mutfağında zeytinyağının yerini özetlemektedir.

Bu kitabın her bir bölümü büyük bir özen ve özveri ile hazırlanmıştır. Yazarlar, kendi bilgi ve deneyimlerini kaynaklarla destekleyerek sunmuşlardır. Kitabın yazılmasında öncü olan Sayın Ayhan Akpek'e teşekkür ederiz.

Bu kitap ile, Türkçe kaynak bulmakta zorluk yaşayan zeytin üreticisinden, sanayicisine; ticaret yapanından, tüketicisine; öğrencisinden öğreticisine kadar farklı gruplara hizmet etmeyi ümit ediyoruz.

Bugüne kadar ülkemiz zeytinciliğinin gelişmesinde katkısı bulunan herkese ithaf ediyoruz.

Fahrettin Göğüş

Mücahit Taha Özkaya

Semih Ötleş

*"Hayat boyu başarılarınızın bir zeytin ağacı kadar köklü ve sağlam,  
Mutluluklarınızın yeni filizlenen yemyeşil bir zeytin dalı gibi sürekli,  
Yaşamınızın zeytinyağı ile daha sağlıklı ve güzel olması dileğiyle..."*



## BÖLÜM 1

### ZEYTİN AĞACI VE ZEYTİN YETİŞTİRİCİLİĞİ

1.1. ZEYTİN AĞACININ ANAVATANI VE TARİHÇESİ.....	1
1.2. ZEYTİN AĞACI VE MEYVESİ.....	3
1.3. ZEYTİNCİLİĞİN DÜNYA VE TÜRKİYE'DEKİ DURUMU .....	8
1.4. ZEYTİN YETİŞTİRİCİLİĞİNDE YENİ TEKNİKLER .....	11
KAYNAKLAR .....	25

## BÖLÜM 2

### ZEYTİNYAĞI KİMYASI

2.1. ZEYTİNYAĞINDAKİ YAĞ ASİTLERİ VE TRİGLİSERİTLER .....	29
2.1.1. Yağ Asitleri.....	29
2.1.2. Trigliseritler .....	34
2.2. ZEYTİNYAĞINDAKİ MINÖR BİLEŞENLER.....	35
2.2.1. Hidrokarbonlar .....	35
2.2.2. Steroller.....	36
2.2.3. Fenolik Maddeler.....	38
2.2.4. Tokoferoller.....	43
2.2.5. Uçucu Bileşenler .....	44
2.2.6. Yağ Alkolleri, Diterpen Alkoller ve Mumlar .....	50
2.2.7. Mono ve Digliseritler.....	51
2.2.8. Renk Maddeleri.....	51
2.3. ZEYTİNYAĞININ BOZULMASI.....	53
2.3.1. Hidroliz (Lipoliz).....	53
2.3.2. Oksidasyon .....	54
KAYNAKLAR .....	56

## BÖLÜM 3

### ZEYTİNYAĞI İŞLEME SİSTEMLERİ

3.1. HASAT VE HAZIRLAMA SİSTEMLERİNE GENEL BAKIŞ .....	59
3.1.1. Zeytin Hasat İşlemleri .....	60
3.1.2. Zeytin Hazırlama İşlemleri .....	70
3.2. İŞLEME SİSTEMLERİ MAKİNE VE DONANIMI.....	71
3.2.1. Parti Mal Usulü Çalışan Sistemler .....	72
3.2.2. Sürekli/Kesintisiz Çalışan Sistemler .....	73
3.3. İŞLEME SİSTEMLERİ TEKNOLOJİSİ.....	75
3.3.1. Kıрма İşlemi.....	76
3.3.2. Yoğurma İşlemi.....	79
3.3.3. Sıvı Faz Ayırma İşlemi.....	82
3.3.4. Yağın Su ve Tortudan Ayrılması (Saflaştırma) İşlemi .....	92
KAYNAKLAR .....	94

**BÖLÜM 4****ZEYTİNYAĞININ RAFİNASYONU**

4.1. KİMYASAL RAFİNASYON.....	96
4.1.1. Yapışkan Maddelerin Giderilmesi (Degumming).....	96
4.1.2. Asitlik Giderme (Nötralizasyon).....	97
4.1.3. Renk Açma İşlemi .....	101
4.1.3.1. Adsorbantlarla Renk Maddelerinin Alınması .....	102
4.1.3.2. Renk Açma İşleminde Kullanılan Sistemler.....	103
4.1.4. Koku alma (Deodorizasyon) .....	104
4.1.4.1. Deodorizasyon Koşulları.....	105
4.1.4.2. Deodorizasyon Sistemleri .....	105
4.2. FİZİKSEL RAFİNASYON .....	109
4.3. RAFİNASYON İŞLEMİ SIRASINDA ZEYTİNYAĞLARININ BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİKLİKLER.....	110
KAYNAKLAR .....	117

**BÖLÜM 5****PİRİNA VE DEĞERLENDİRİLMESİ**

5.1. GİRİŞ.....	119
5.2. PİRİNANIN DEĞERLENDİRİLMESİ .....	119
5.3. PİRİNA YAĞI.....	120
5.4. FARKLI ZEYTİNYAĞI İŞLEME METOTLARININ PİRİNA ÜZERİNE ETKİSİ .....	121
5.5. PİRİNA YAĞININ ELDESİ.....	123
5.5.1. Kurutma .....	124
5.5.1.1. Kaskat (Basamaklı, Şelale) Tipi Dönel Kurutucu .....	125
5.5.1.2. Louvre Tipi Dönel Kurutucu.....	127
5.5.1.3. Akışkan Yataklı Kurutucu .....	128
5.5.1.4. Diğer Kurutucular.....	129
5.5.2. Ekstraksiyon.....	129
5.5.3. Rafinasyon .....	130
5.5.3.1. Kimyasal Rafinasyon .....	130
5.5.3.2. Fiziksel Rafinasyon .....	132
5.6. PİRİNA YAĞININ KALİTESİNE OLUMSUZ ETKİ EDEN NEDENLER.....	134
5.7. YAĞSIZ PİRİNANIN KULLANIM ALANLARI .....	135
5.7.1. Yakıt Olarak Değerlendirilmesi .....	135
5.7.2. Hayvan Yemi Olarak Değerlendirilmesi.....	136
5.7.3. Gübre Olarak Değerlendirilmesi .....	136
5.7.4. Fenolik Bileşenlerin Üretiminde .....	136
KAYNAKLAR .....	137

**BÖLÜM 6****ZEYTİNYAĞI İŞLETMESİ ATIK SUYU (KARASU) BERTARAFI, ARITILMASI VE  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

6.1. GİRİŞ.....	139
-----------------	-----



6.2. ZEYTİNYAĞI ENDÜSTRİSİ ATIK SUYU (KARASU).....	140
6.2.1. Karasuyun Özellikleri.....	140
6.2.2. Zeytin Karasuyunun Arıtımında Uygulanan Yöntemler.....	141
6.2.2.1. Zeytin Karasuyunun Fiziksel Yöntemlerle Arıtılması.....	141
6.2.2.2. Zeytin Karasuyunun Kimyasal Yöntemlerle Arıtılması .....	145
6.2.2.3. Zeytin Karasuyunun Elektroliz Yöntemiyle Arıtılması .....	147
6.2.2.4. Buharlaştırma, Hidroliz, Oksidasyon, Ultrafiltrasyon (Eho) Yöntemi .....	147
6.2.2.5. Zeytin Karasuyunun Biyolojik Yöntemlerle Arıtılması .....	148
6.3. SONUÇ VE TARTIŞMA .....	153
KAYNAKLAR .....	154

## BÖLÜM 7

### ZEYTİNYAĞI KALİTE KONTROLÜ

7.1. GİRİŞ.....	157
7.2. ZEYTİNYAĞINDA KALİTE KONTROL PARAMETRELERİ .....	158
7.3. ZEYTİNYAĞI KALİTE KONTROL ANALİZLERİNDE KULLANILAN METOTLAR VE YAPILIŞLARI.....	159
7.4. ZEYTİNYAĞINDA TAKLİT VE/VEYA TAĞŞIŞ BELİRLEME METOTLARI VE YAPILIŞLARI..	167
KAYNAKLAR .....	186

## BÖLÜM 8

### ZEYTİNYAĞI VE PİRİNA YAĞININ NİTELİKLERİ VE BU NİTELİKLERİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK ANALİZ YÖNTEMLERİYLE İLGİLİ ULUSAL VE ULUSLARARASI DÜZENLEMELER

8.1. ULUSAL DÜZENLEMELER .....	187
8.2. ULUSLARARASI DÜZENLEMELER.....	195
KAYNAKLAR .....	208

## BÖLÜM 9

### ZEYTİNCİLİK-ZEYTİNYAĞI EKONOMİSİ VE POLİTİKALAR

9.1. DÜNYADA VE AVRUPA BİRLİĞİ'NDE ZEYTİNCİLİK VE ZEYTİNYAĞI.....	211
9.1.1. Zeytin Ağaç Sayısı-Dane Zeytin Üretimi ve Zeytincilik Yapılan Alan.....	211
9.1.2. Zeytinyağı Üretimi-Tüketimi-Dış Satımı-Dış Alım ve Stoklar.....	212
9.2. DÜNYADA ZEYTİNCİLİK VE ZEYTİNYAĞI POLİTİKALARI İLE REFORMLAR .....	214
9.2.1. Avrupa Birliği'nde Ortak Tarım Politikası.....	214
9.2.2. Destekleme ve Pazar Politikaları .....	216
9.3. TÜRKİYE'DE ZEYTİNCİLİK VE ZEYTİNYAĞI.....	222
9.3.1. Zeytin Ağaç Sayısı-Dane Zeytin Üretimi ve Zeytincilik Yapılan Alan .....	222
9.3.2. Zeytinyağı Üretimi-Tüketimi-Dış Satımı-Dış Alım ve Stoklar.....	223
9.4. TÜRKİYE'DE ZEYTİN VE ZEYTİNYAĞI POLİTİKALARI İLE REFORMLAR.....	224
9.4.1. Fiyatlar ve Destekleme Politikaları .....	224
9.4.2. Türkiye'de Uygulanan Fiyat ve Dış Ticaret Politikalarının Finansmanı .....	231
9.4.3. Pazar Politikalarında Üretici Birlikleri (Türkiye ve AB karşılaştırması) .....	232
9.4.4. Zeytinyağı İşleme Tesisleri.....	235
9.4.6. Pazarlamada Kontrol Önlemleri-Mevzuat ve Avrupa Birliği'ne Uyum.....	235

9.4.7. Dış Ticaret Mevzuatı .....	236
9.5. AVRUPA BİRLİĞİ VE TÜRKİYE'DE ZEYTİNYAĞI POLİTİKALARININ KARŞILAŞTIRILMASI VE SONUÇ .....	237
KAYNAKLAR .....	241

## BÖLÜM 10

### ZEYTİNYAĞI VE SAĞLIK

10.1. GİRİŞ .....	243
10.1.1. Zeytinyağı Kullanımının Genetik Regülatörler Üzerine Pozitif Etkileri .....	244
10.1.2. Zeytinyağının Bileşenleri .....	244
10.1.3. Zeytinyağının Ana Bileşenleri ve Sağlık Etkileri .....	245
10.1.3.1. Oleik Asit .....	246
10.1.3.2. Doymuş Yağ Asitleri (Palmitik Asit ve Stearik Asit) ve Sağlık .....	247
10.1.3.3. Çoklu Doymamış Yağ Asitleri ve Sağlık (Linolenik asit, Linoleik asit) .....	247
10.1.4. Zeytinyağının Minör Bileşenleri ve Sağlık Etkileri .....	248
10.1.4.1. Gliserid Olmayan Esterler (100-250 mg/kg) .....	248
10.1.4.2. Alifatik Alkoller (60-200 mg/kg) .....	249
10.1.4.3. Triterpen Alkoller (500-3000 mg/kg) .....	249
10.1.4.4. Steroller (1130-2650 mg/kg) .....	249
10.1.4.5. Hidrokarbonlar (1500-8000 mg/kg).....	250
10.1.4.6. Pigmentler (Klorofiller 1-10 mg/kg, Feofitinler 0,2-24 mg/kg) .....	251
10.1.4.7. Fenoller (Lipofilik ve Hidrofilik Fenoller) .....	251
10.1.4.8. Uçucu Maddeler.....	253
10.2. ZEYTİN VE ZEYTİN YAPRAĞININ HALK TIBBI UYGULAMALARI .....	253
10.3. ZEYTİN YAPRAĞININ TIBBİ ÖZELLİKLERİ .....	254
10.3.1. Zeytin Yaprağının Antimikrobiyal Etkisi.....	254
10.3.2. Zeytin Yaprağının Antioksidan Etkisi .....	254
10.3.3. Zeytin Yaprağının Kalp Üzerine Etkisi .....	254
KAYNAKLAR .....	255

## BÖLÜM 11

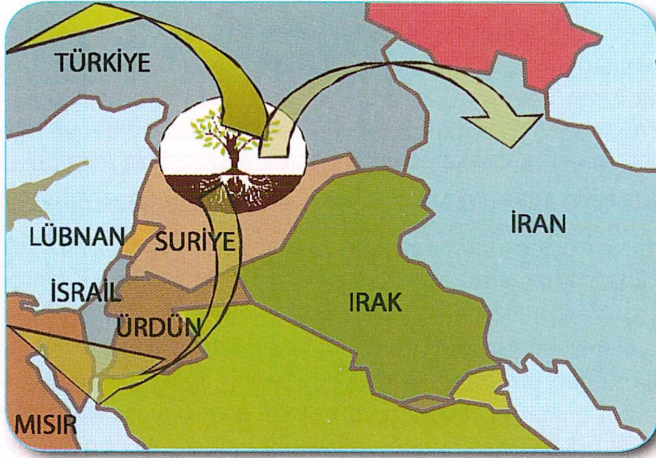
### TÜRK MUTFAĞINDA ZEYTİNYAĞI

11.1. İNSANLIĞIN EVRİMİNDEN GÜNÜMÜZE BESLENMENİN YERİ VE ÖNEMİ.....	259
11.2. YAĞLARIN BESLENMEMİZDEKİ ROLÜ.....	261
11.3. ZEYTİNYAĞININ TARİHSEL GELİŞİMİ VE ÖNEMİ .....	263
11.4. AKDENİZ BESLENME MODELİ .....	264
11.5. TÜRK MUTFAK KÜLTÜRÜ .....	266
11.6. TÜRK MUTFAĞINDA ZEYTİNYAĞI .....	266
11.7. ZEYTİNYAĞINI SAKLAMA KOŞULLARI .....	269
11.8. SONUÇ.....	269
KAYNAKLAR .....	270
DİZİN.....	271

Mücahit Taha Özkaya<sup>1</sup>, Mehmet Ulaş<sup>2</sup>, Ebru Çakır<sup>1</sup>

## 1.1. ZEYTİN AĞACININ ANAVATANI VE TARİHÇESİ

Oleacea familyasının bir üyesi olan zeytinin (*Olea europaea* L.) anavatanı, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni de içine alan Yukarı Mezopotamya ve Güney Ön Asya'dır. Yayılışı üç yoldan olmuştur. Birincisi Mısır üzerinden Tunus ve Fas'a, ikincisi Anadolu boyunca Ege adaları, Yunanistan, İtalya ve İspanya'ya ve üçüncüsü ise İran üzerinden Pakistan ve Çin'edir (Şekil 1.1). İlk kültüre alınışı ve ıslahı Samiler tarafından olmuştur.



Şekil 1.1. Zeytinin anavatanı ve yayılış yolları (Özkaya, 2003)

Günümüzde 20. yüzyılın bitkisi olarak gösterilen ve yüzyıllardır önemini yitirmemiş olan zeytin bitkisinin anavatanı Mardin, Hatay, Suriye, Filistin ve Kıbrıs adasını içerisine alan bölge kabul edilmektedir. Arkeolojik çalışmalar, zeytin yetiştiriciliğinin M.Ö 4000'li yıllara kadar dayandığını göstermektedir (Şekil 1.2).

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara. <sup>2</sup>Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Zeytinlik Araştırma Enstitüsü, Bornova, İzmir.



Şekil 1.2. Zeytinciliğinin tarihçesi ve yayılışı (Rallo ve ark., 2000)

Akdeniz kökenli olan zeytin insanlara tanrının bir armağanı olarak kabul edilmiştir. Zeytin tarihte kralların asası, din adamlarının kutsal yağı, barışın ve onurun simgesi olmuştur. İlk Grek ve Roma yazıtlarında zeytinin barışın ve birlikteliğin ebedi simgesi olduğuna değinilmiştir. Kur'an ve İncil'deki sayısız bölümde zeytine yer verilmiştir. Grek mitolojisinde Atina'nın adını, barış ve bilgelik tanrıçası olan Pallas Athena'dan aldığını yazar. Athena bu bilgeliğini geceyi aydınlatan, yıldırımı yaratan, yaraları iyileştiren ve hayat kaynağı olan zeytinden almıştır. Roma efsanelerinde Herkül'ün Akdeniz kıyılarında gezinirken asasını vurduğu her yerden zeytin fidanlarının fıskırdığını yazmaktadır. Eski dünyanın maceracı denizcileri olan Fenikeliler, yabancı olan zeytin ağacının Anadolu'dan batıya taşınmasına yardım etmişlerdir.

Tarihi gelişimi içinde birçok efsaneye kaynak olan zeytin, eski uygarlıkların yazıtlarında ve kutsal kitaplarda yer almıştır. Ayrıca, beyaz bir güvercinin Nuh'un gemisine tufan sonrası canlılık belirtisi olarak, ağzında zeytin dalı ile dönmesi nedeniyle, zeytin yüzyıllardır barışın simgesi kabul edilir. Bölgede yürütülen bir araştırmada deniz seviyesinden bin metre yükseklikte zeytin ağacı bulunması, Cudi ve Gabar dağlarında bol miktarda yabancı zeytin ağaçlarının olması, Nuh'un gemisinin Ağrı dağına değil Cudi dağına konduğu rivayetini oldukça güçlendirmektedir. Zeytinle ilgili Atina Anayasasında yer alan ve Aristotle tarafından kaleme alınan tarihi bir söz; "Devlet malı veya özel mülkiyet farkı olmaksızın, zeytin ağacını kesen veya deviren herkes mahkemede yargılanacaktır. Eğer suçlu bulunurlarsa idam edilmek suretiyle cezalandırılacaklardır." zeytin ağacına verilen önemi anlatır.

Zeytin tarımının 6.000 yıl öncesinden başladığına inanılmaktadır. Romalılar zeytinin dağılmasında başlıca rolü oynamışlardır. Yüzyıllar sonra Araplar kendi varyete ve yöntemlerini geliştirerek zeytinin tanınmasına yardım etmişlerdir. Amerikanın keşfinden sonra zeytin alanları Kaliforniya, Meksika, Peru, Şili ve Arjantin'e kadar

ulaşmıştır. 400 yıl önce Amerika'ya getirilmiş olan Arauco zeytin ağacı bugün bile meyve vermektedir.

Zeytin, dünyada tarımı yapılan en eski ağaç türleri arasında yer almaktadır. Zeytinin gerçek atası tam olarak bilinmemesine karşın Oleaster *Olea Sylvestris*'lerin tarımı yapılan en eski zeytin türü olduğu bilinmektedir. Bu tür yabancı olarak Kuzey Afrika, Portekiz, Güney Fransa, İtalya, Türkiye ve Hazar denizi kıyılarında yetiştirilmektedir.

Genetik ve arkeolojik çalışmalar zeytinin orijinal tarımı yapılan alanların Anadolu, İsrail, Lübnan, Kıbrıs ve Girit olduğunu ortaya koymuştur.

Diğer bir teoriye göre zeytinin atası *Olea chrysophylla*'dır. Bu tür Etiyopya, Kenya, Uganda ve bu bölgelere yakın alanlarda yetiştirilmiştir. Bu iki türün büyük olasılıkla Buzul çağlardan önce sahranın (çölleşmesinden önce) büyük bir alanını kapladığı sanılmaktadır. Başka bir inanişaya göre zeytin, sistematik olarak tarımının ilk yapıldığı yer olan Etiyopya ve Mısır kökenli bir bitkidir. Zeytin buradan Kıbrıs'a, Fas'a, Tunus'a ve Anadolu'ya Fenikeliler tarafından taşınmıştır.

Zeytin tarımı binlerce yıl önce ilk kez Mısır'da yapılmıştır. Ancak MÖ 2000'lerde zeytin ağaçları bilinmeyen bir nedenle yok olmuşlardır. Bu dönemde zeytin ağaçları Girit'te yetiştirilmeye başlamıştır.

MÖ 600'lerde zeytin tarımı Anadolu'ya, Yunanistan'a, Kuzey Afrika'ya ve diğer Akdeniz ülkelerine yayılmıştır. Zeytin tarımının yayılmasında büyük rol oynayan Romalılar diyetlerinde zeytin yerine hayvansal yağları kullananları barbar olarak tanımlamışlardır. Zeytinyağının tedavi edici özelliği Hipokrat tarafından biliniyordu. Bu gün ilaç endüstrisinin bu kadar gelişmiş olmasına karşın bir kaşık zeytinyağının birçok yararı olduğuna inanılmaktadır.

## 1.2. ZEYTİN AĞACI VE MEYVESİ

Anavatanı Anadolu olan zeytin son yıllarda diğer tarımsal faaliyetler sonucu bundan 4000 yıl önce Mısır'da olduğu gibi vatanından uzaklaştırılmaktadır. Türkiye'de zeytin üretimi Ege ve Doğu Akdeniz'de yoğunlaşmış durumdadır. Bugün Anadolu'nun çeşitli bölgelerinde yaşı 1000 yılı geçen zeytin ağaçları bulunmaktadır.

Tablo 1.1. Zeytin ağacının bilimsel sınıflandırması:

<b>Alem</b>	: Plantae (Bitkiler)	<b>Familiya</b>	: Oleaceae (Zeytingiller)
<b>Bölüm</b>	: Magnoliophyta (Kapalı tohumlular)	<b>Cins</b>	: Olea
<b>Sınıf</b>	: Magnoliopsida (iki çenekliler)	<b>Tür</b>	: <i>Olea europae</i>
<b>Takım</b>	: Lamiales (çok yıllık, hoş kokulu, hermafrodit çiçekli bitkiler)		

Oleacea familyasında yer alan zeytinin (*Olea europaea* L.) dünya üzerinde tropik ve semi tropik iklim kuşaklarına yayıldığı bilinmektedir. Bu familyaya ait bitkilerin büyük bir çoğunluğu ağaç, ağaççık ve çalı formundadır. Temelde bu bitkiler çiçek

veya meyvelerinde yüksek oranda yağ ihtiva ederler. Bu familya içerisinde yer alan 29 cinsten ekonomik olarak önem taşıyanlar Fraxinus, Jasminum, Ligustrum, Phyllirea, Syringa ve Olea'dır (Tablo 1.1. ve Tablo 1.2.).

Tablo 1.2. Oleaceae familyası altındaki cinsler ile Olea cinsi altındaki türler ve Olea europaea türü altındaki bazı yerli çeşitler

Oleaceae familyası altındaki bazı cinsler	Olea cinsi altındaki bazı türler	Olea europaea türü altındaki bazı yerli çeşitler	
Abeliophyllum	<i>Olea brachiata</i>	Ayvalık	Karamürsel Su
Chionanthus	<i>Olea capensis</i>	Büyük Topak Ulak	Kilis Yağlık
Comoranthus	<i>Olea caudatilimba</i>	Çakır	Kiraz
Dimetra	<u><i>Olea europaea-Zeytin</i></u>	Çekişte	Manzanilla
Fontanesia	<i>Olea exasperata</i>	Çelebi	Memecik
Forestiera-Bataklik kurtbağrı	<i>Olea guangxiensis</i>	Çilli	Memeli
Forsythia-Altınçanak	<i>Olea hainanensis</i>	Derik Halhalı	Nizip Yağlık
Fraxinus-Dışbudak	<i>Olea laxiflora</i>	Domat	Samanlı
Haenianthus	<i>Olea neriifolia</i>	Edincik Su	Sarı Haşebi
Hesperelaea	<i>Olea paniculata</i>	Erkençe	Sarı Ulak
Jasminum-Yasemin	<i>Olea parvilimba</i>	Gemlik	Saurani
Ligustrum-Kurtbağrı	<i>Olea rosea</i>	İzmir Sofralık	Tavşanyüreği,
Menodora	<i>Olea salicifolia</i>	Kalembezi	Uslu
Myxopyrum	<i>Olea tetragonoclada</i>	Kançebebi	Yağ Çelebi
Nestegis	<i>Olea tsoongii</i>	-----	-----
Noronhia	<i>Olea undulata</i>	-----	-----
Notelaea	-----		
Nyctanthes-			
<u>Olea-Zeytin</u>			
Osmanthus-Osmanthus			
Phillyrea-Akçakesme			
Picconia			
Priogymnanthus			
Schrebera			
Syringa-Leylak			
-----			



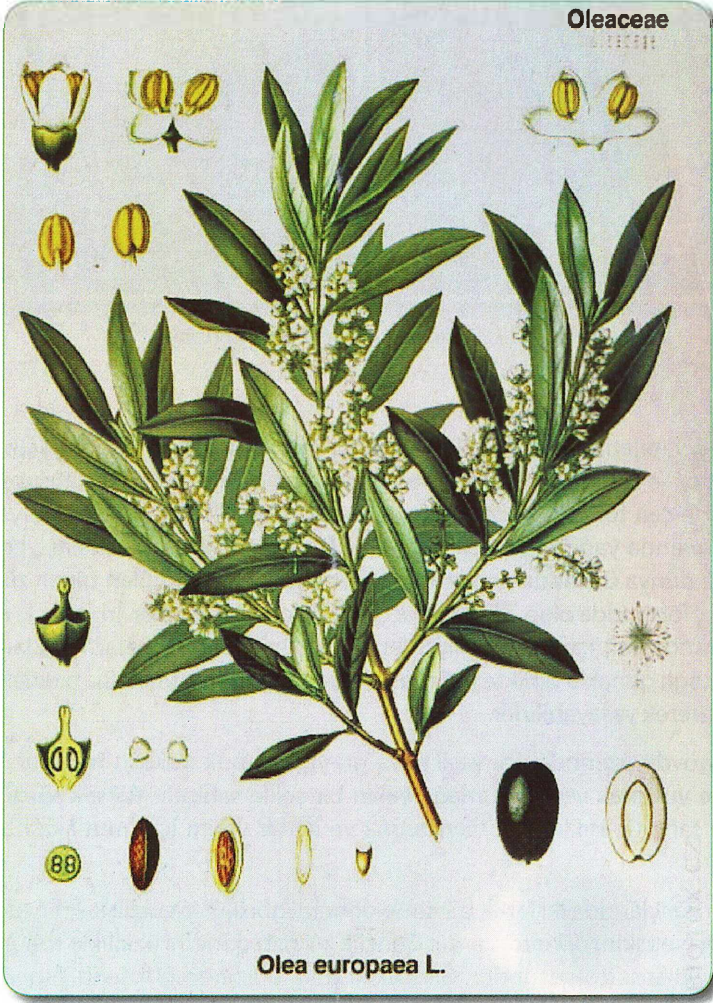
Şekil 1.3. Asırlık ve Yabani Zeytin Ağaçları

Kültürü yapılan zeytin türü ile yabani zeytin (delice) arasında farklılık bulunur. Kültürü yapılan *sativa*, diğeri ise *sylvestris* diye tanımlanmıştır. *Olea europaea* L. ssp. *sylvestris* ise çalı formunda bitkiler oluşturmaktadır. Küçük meyvelere, yapraklara ve düşük oranda yağ oranına sahiptirler. *Olea europaea* L. ssp. *sativa*, yetiştiriciliği yapılan ve dünya üzerinde en fazla çeşit zenginliğine sahip olan bir alt türdür. Genelde ağaç formunda olup, küçük ağaççıklar da oluşturabilirler. İri yaprak, meyve ve yüksek oranda yağ içeriğine sahiptirler. Orta büyüklükte ağaçlar meydana getirir, çeşitlere bağlı olmakla birlikte 4-6 metre yüksekliğe sahiptirler. Bu bitkiler yüzlerce yıl ürün vererek yaşayabilirler.

Kalın gövde üzerinde gri, yeşil veya gri-yeşil kabuk dokusu bulunur. Taç yapısı genelde yuvarlak veya yuvarlağa yakın bir şekle sahiptir. Yüksek sürgün verme eğilimine sahiptir, ışıklanma, havalanma ve iyi bir verim için mutlaka budanması önerilir.

Zeytin ağaçlarında iki farklı büyüme dönemi görülür. Gençlik kısırlığı dönemi ve verim çağı (yetişkin) dönemi vardır. Gençlik kısırlığı dönemi özellikle tohumdan çoğaltılan bitkilerde çok uzundur. Gençlik kısırlığı gösteren bitkilerin yaprakları kısa, kalın ve boğumlar arası çok dardır. Bakım koşullarına ve çeşide bağlı olmakla beraber, 5-8 yıl sonra verim çağına geçer.

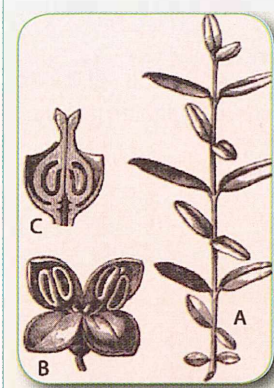
Zeytin yaprakları normal koşullar altında 2-3 yıl ağaç üzerinde kalabilirler. Yapraklar genelde 3-9 cm uzunluğa, 1-1,18 cm genişliğe sahiptir. Yaprak sapı oldukça kısadır. Yaprak sapları boğumlar üzerine ikişer ikişer dizilidir ve iki boğum arasındaki dizilişlerde 90°'lik bir açı vardır. Anatomik yapı olarak, yaprak yüzeyinde kalın bir kutikula tabakası bulunmaktadır. Değişik iklim koşullarına, özellikle kurak koşullarda yüksek solunum yeteneğine ve az su kaybetme özelliğine sahiptirler. Yaprak yüzeyi, koyu-yeşil ve açık yeşil tonlarda bulunur. Yaprak yüzeyinin iç kısmı ise beyaz ve gümüşümsü bir renge sahiptir. Özellikle güneş ışığının absorpsiyonunda önemli role sahiptirler. Stomalar, iki epidermis tabakası arasında yer almıştır. Bitkinin kurak koşullara uyumunda stomalar, su kaybı ve gaz alışverişinde kilit noktada yer almaktadır.



Şekil 1.4. Zeytin (*Olea europaea* L.).

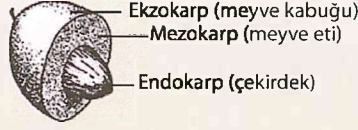
Kök yapısı, bitkinin orijinine ve toprak koşullarına bağlı olarak ilk yıllarda kazık kök oluşturma eğilimindedir. Takip eden yıllarda ise lateral kökler ve kılcal köklerin oluşumu görülür. Su ve besin maddelerinin alımı lateral kökler ve bu kök üzerinde bulunan kılcal kökler tarafından gerçekleştirilir. Kılcal kökler mantari hastalıklara ve nematodlara karşı çok hassastırlar. Köklenme ve kök boylarının uzama hızları; toprak yapısı, strüktürü, havalanma ve su faktörüne bağlıdır. Özellikle kurak koşullarda yetiştirilen veya adapte olan çeşitlerin köklenme dereceleri çok yüksektir. Çünkü mevcut olan suya ulaşmak ve korumak için zeytin bitkisi böyle bir köklenme sistemi geliştirmektedir. Genç kökler beyaz renklidir, fakat ilerleyen dönemlerde kahverengi bir renk almaktadırlar. Beyaz kökler, kahve renkli köklere göre su ve bitki besin elementlerinin alımında daha aktiftir.



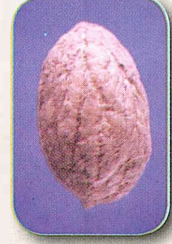


A: Yaprak dizilişi  
B: Erkek organ  
C: Dişi organ

Şekil 1.5. Zeytin yaprak çiçek ve çiçek kesiti.



Şekil 1.6. Zeytin meyvesi



Şekil 1.7. Zeytin çekirdeği (tohum)

Zeytinlerde çiçeklenme iki yaşlı sürgün üzerinde meydana gelir. Meyve gözleri bir yıl önceki sürgünlerin üzerinde haziran-temmuz ayları arasında oluşur. Çiçekler somak ismini verdiğimiz çiçek salkımları üzerinde bulunur. Bir sürgün üzerinde 3-5'li grup halinde somak bulunur. Somaklar üzerinde ise çevre koşullarına, fizyolojik koşullara ve çeşit özelliğine bağlı olarak 10-40 adet çiçek bulunur (Şekil 1.4.).

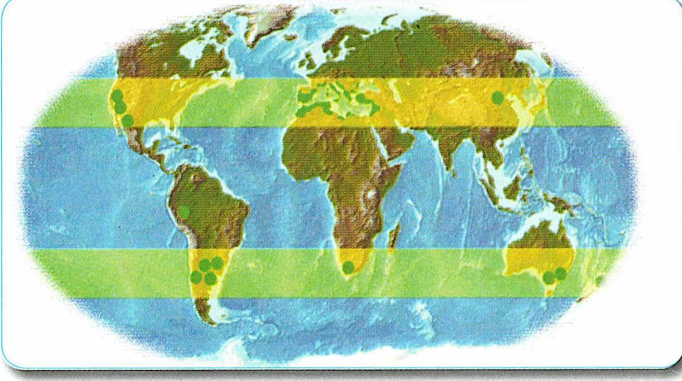
Zeytinlerde 2 tip çiçek olup hermafrodit çiçekler ve kısır çiçekler görülür. Hermafrodit çiçekler üzerinde 4 adet açık yeşil çanak yaprak, 4 adet açık-sarımsı taç yaprak, 2 erkek organ ve her birinde ikişer tohum taslağı bulunan iki parçalı bir dişi organ bulunur. Zeytinlerde 5 taç yaprağı, 3 erkek organ ve dumura uğramış pistil ihtiva eden çiçeklere de rastlanır. Çiçeklenme, çeşit ve iklim koşullarına göre değişmekle birlikte Nisan-Mayıs ayları arasında gerçekleşmektedir (Şekil 1.5.).

Zeytin meyvesi botanik açıdan sert çekirdekli meyveler grubunda yer alır. Çekirdeğinde tek bir tohum bulundurur. Zeytin meyvesi diğer meyvelere göre küçük, eliptik yapıdan yuvarlak yapıya doğru giden, ortalama 1-4 cm boya ve 0,6-2 cm meyve enine sahiptir. Meyvelerin olgunluk renkleri kullanım amacına göre; siyah, mor, kırmızı ve açık yeşildir.

Zeytin meyvesi 3 kısımdan meydana gelmektedir; bunlar meyve kabuğu (ekzokarp), meyve eti (mezokarp) ve çekirdekten (endokarp) oluşmaktadır. Zeytin meyvesinin %70-80'i meyve eti ve kabuğunu oluştururken, çekirdek %20-30'nu teşkil eder (Şekil 1.6). Tohum ise endokarpın %12-80'ini teşkil eder (Şekil 1.7).

### 1.3. ZEYTİNCİLİĞİN DÜNYA VE TÜRKİYE'DEKİ DURUMU

Dünya genelindeki zeytin yetiştiriciliğinin dağılımına baktığımızda %90'lık bir kısmının Akdeniz havzası, geriye kalan kısmının ise Latin Amerika ülkelerinde yayıldığı gözlenmiştir (Şekil 1.8).



Şekil 1.8. Dünya Zeytin Yetiştiricilik Alanları (Rallo ve ark. 2000)

Tablo 1.3. Dünya zeytin üretim alanları ve üretimi (Anonymous, 2006)

Ülkeler	Üretim alanı (ha)	Üretim (ton)
Dünya	8.894.018	16.926.485
İspanya	2.400.000	5.032.300
İtalya	1.145.866	3.423.797
Yunanistan	797.029	2.660.726
Tunus	1.600.000	1.000.000
Türkiye	650.000	1.766.000
Suriye	445.000	501.000

Dünyada yaklaşık 9 milyon hektar alanda 900 milyon zeytin ağacından yaklaşık 17 milyon ton dane zeytin üretimi yapılmaktadır. Önemli zeytin üreticilerinin başında sırasıyla, İspanya, İtalya, Yunanistan, Tunus, Türkiye ve Suriye gelmektedir (Tablo 1.3).

Dünyada son verilere göre yaklaşık 9 milyon hektar alanda, 900 milyon zeytin ağacından yaklaşık 16 milyon ton dane zeytin üretilmekte, 1,7 milyon tonu sofralığa işlenmekte geri kalanı yağlığa ayrılarak, ortalama 2,5-3,0 milyon ton zeytinyağı elde edilmektedir.

Bunların yanı sıra son yıllarda Avustralya, Yeni Zelanda, Çin, Hindistan, Japonya ve Arjantin gibi ülkelerde de zeytin üretimine başlanmıştır. Zeytin, genetik özelliğinin yanı sıra kültürel işlemlerin tam olarak uygulanamayışı nedeniyle alternans (bir yıl ürün verme-diğer yıl az/yok verme) gösterir. Ürünün alternans eğilimi, üretici ülkelerin yetiştirme politikalarında zeytinin yer aldığı öneme göre değişen unsurlardan biridir.

Zeytincilik, Cumhuriyet sonrası ülkemiz tarımının en önemli dallarından biri olmuştur. 1929 yılında Atatürk'ün Yalova bölgesine yaptığı bir gezi sırasında zeytinciliğe gereken önemin verilmesine yönelik direktifleri doğrultusunda, ülkemizde bir zeytincilik seferberliği başlamıştır. Bu sayede zeytincilik konusunda çalışmalar yapmak üzere, 1937 yılında Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü kurulmuştur. Ayrıca zeytin, bahçesine bakmayan ve bakım yaptırmayan üreticilere ceza verilmesine neden olan bir kanun maddesine (**26/01/1939 tarih ve 3573 sayılı "ZEYTİN-CİLİĞİN ISLAHI VE YABANİLERİNİN AŞILATTIRILMASI HAKKINDA KANUN"**) sahip tek bitkidir. Uzun yıllar süren bu faaliyetler sonucunda ülkemizde zeytincilik büyük bir hızla gelişmiştir. Bu sayede yurt dışında eğitim görmüş uzmanlara, yeni, bakımlı, sağlıklı ve verimli bahçeler ile sofralık zeytin ve zeytinyağı işleme tesislerine sahip olunmuştur. Zeytinciliğe verilen bu önem, 1950'li yıllardan itibaren gittikçe azalmış ve günümüzde olduğu gibi ağaçların sökülmesine kadar devam etmiştir. Artık zeytinliklerin yerini oteller, moteller almakta veya bu bölgelerdeki zeytin üretimi başka bir tarım koluna doğru yönelmektedir. 2006 yılında başlayan teşvik kapsamında 10 dekardan az olmamak ve sertifikalı fidan olmak koşulu ile dekara 250 YTL. (Gemlik çeşidinde 45YTL) verilmesi fidan üretimini ve dikilen zeytin fidanı sayısını artırmıştır. Ancak İspanya'nın 1970'li yıllarda başlattığı gibi belli bir plan ve program çerçevesinde yapılması yani her bölge ve yöre için çeşit, tozlayıcı, sıra arası ve üzeri mesafe dikim yönü, budama ve terbiye şekli gibi teknik konuların bir standarda bağlanmış olması büyük fayda sağlayacaktır.

Diğer tarım dallarında teknolojinin gelişmesine rağmen bu durum zeytin ve zeytinyağı üretimine yansıyamamıştır. Verimin düşük ve maliyetin yüksek oluşu, sonuçta kârın düşmesine neden olmuştur. Bunun yanı sıra tamamen doğal olan zeytinyağının insan sağlığı yönünden ne kadar değerli olduğu anlatılarak teşvik edileceği yerde, rafinasyon ile elde edilen diğer bitkisel yağların üretimi ve tüketimi teşvik edilmiştir. Oysa özellikle 1980'li yıllarda, geleneksel zeytin yetiştiriciliğinin ekonomik olmadığı farkına varan İtalya ve İspanya gibi ülkelerde modern zeytinciliğe yönelinmiştir. Bu arada genelde çöl iklimine sahip ve çok az olan su kaynakları ile en gelişmiş tarımsal teknolojileri kullanarak tarımsal üretim yapan bir ülke olan İsrail, zeytin yetiştiriciliğini teşvik etmeye başlamıştır. Özellikle de İsrail'in güneyindeki çöl alanlarında aşırı tuzlu yeraltı suyu ile sulanabilen zeytin bahçelerinin kurulmasında, yoğun bir devlet desteği bulunmaktadır. İsrail gen merkezi içinde bulunması nedeniyle zeytin yetiştiriciliğine büyük önem vermektedir.

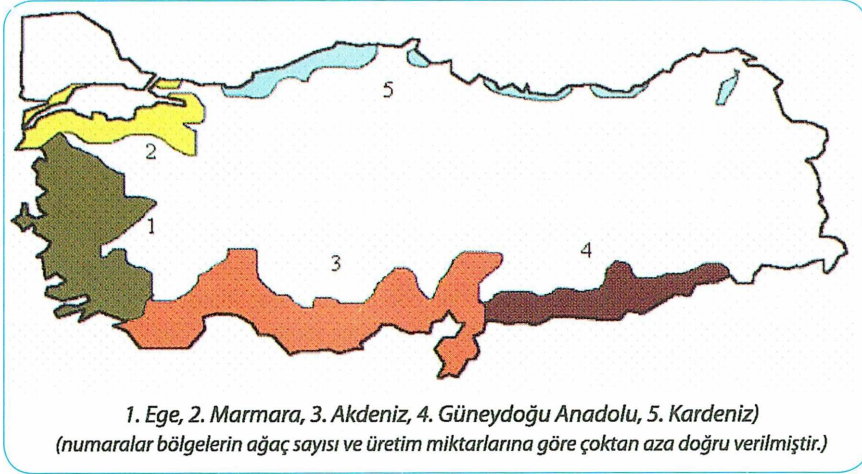
Türkiye Cumhuriyetinde zeytinciliğin ilk resmi temelleri Atatürk'ün direktifleri ile Tarım Bakanlığının "Tarımda Tedrisatı İslah Kanunu" ile atılarak başlayan gelişme 1929-1950 yıllarını kapsayan Teşkilatlı 1. Dönemde de devam etmiştir. Bunu izleyen 1950-1960 dönemlerinde gelişme durmamış, fakat birinci döneme göre yavaşlamıştır. Bu dönemden sonra gelen 1. Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde ise Türkiye ilk kez ihracatçı ülkeler arasına girerek zeytinyağı ihraç eder konuma gelmiştir.

Türkiye 650 hektarlık alan üzerinde 130 milyon adet ağaç varlığına sahip iken, 1.766.000 ton zeytin üretimi gerçekleştirmiştir (Tablo 1.4). Özellikle son yıllarda yapılan desteklemeler neticesinde Türkiye zeytin ağacı varlığında önemli artışlar sağlanmıştır.

Tablo 1.4. Türkiye Zeytin Üretimi (Anonim, 2007)

Yıllar	Ağaç Sayısı (1.000)			Üretim (Ton)		
	Toplam	Meyve veren	Meyve vermeyen	Toplam	Sofralık	Yağlık
1996	89.740	83.200	6.540	1.800.000	435.000	1.365.000
1997	95.730	85.780	9.950	510.000	200.000	310.000
1998	93.450	85.850	7.600	1.650.000	430.000	1.220.000
1999	95.500	87.130	8.370	600.000	240.000	360.000
2000	97.770	89.200	8.570	1.800.000	490.000	1.310.000
2001	99.000	90.000	9.000	600.000	235.000	365.000
2002	101.600	91.700	9.900	1.800.000	450.000	1.350.000
2003	102.750	92.250	10.500	850.000	350.000	500.000
2004	107.100	94.950	12.150	1.600.000	400.000	1.200.000
2005	113.180	96.625	16.555	1.200.000	400.000	800.000
2006	129.265	97.773	31.492	1.766.749	550.000	1.211.000

Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de üretilen dane zeytinin yaklaşık %65-70’i yağ- lığa, %30-35’i sofralığa işlenmektedir. Genelde tüketim zeytinyağı ağırlıklı olduğu için yağlık zeytin üretimi fazla olmaktadır. Türkiye’nin zeytin üretiminde alternansın etkisi çok fazladır. Türkiye koşullarında kültürel işlemlerin yetersizliğinden kaynak- lanan nedenlerle alternansa eğilim maalesef artmaktadır.



Şekil 1.9. Türkiye’de Zeytin Üretim Alanları

Türkiye’de Aydın, İzmir, Muğla, Balıkesir, Bursa, Manisa, Çanakkale, Gaziantep ve İçel önemli miktarda zeytin yetiştirilen illerdir. Ege, Marmara, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu Bölgeleri ise önemli miktarda zeytin üreten bölgelerdir (Şekil 1.9).

Diğer ülkelerdeki gelişmeleri göz önüne aldığımızda, zeytinciliğinin bu ülkeler seviyesine getirilebilmesi için, devletin yetkili organlarının faaliyette bulunması gerektiği düşünülmektedir. Çünkü üreticiler, bilgi ve yeni teknolojiler yönünden eksik-

tirler. Yapılan bilinçsiz tarım, bilinçsiz sofralık ve yağlık işleme ile birleşince verim ve kalitede düşüklük meydana gelmektedir. Verimin az olması toplam üretim maliyetini artırmakta, tüketimi ise azaltmaktadır. Ayrıca kalitenin düşük olması da sofralık zeytin ve zeytinyağının tüketimini azaltan etkenler arasındadır.

Oysa birçok gelişmiş ülkede olduğu gibi, ürün bazında kooperatif ve/veya birliklerin kurulmasına imkân ve destek verilmesinin sorunu çözeceği düşünülmektedir. Üretici birliklerinin bir araya gelerek öncelikle bölgesel, sonra ulusal bazda bütünleşmeleri sonucu, mevcut sorunların tek ağızdan ifade edilmesi imkânı olacaktır. Gelişmiş birçok ülkede üretici birlikleri, tarım alanında yapılan bilimsel araştırmaların çoğunu ürün bazında desteklemektedir. Bu araştırmalar üreticilerin sorunlarını çözmek veya yeni, kaliteli, hastalıklara dayanıklı ve verimli çeşit geliştirmek amacıyla taşımaktadır. Birlik ise, kendi ürününden ulusal bazda sorumlu ve tek yetkili kurum durumundadır, bünyesinde devleti barındırmaz. Ülkemizde de zeytinde böyle bir birliğin oluşturulduğunu düşünürsek; zeytincilikle uğraşan ilçe, il ve bölgelerin bir araya gelmesi ile oluşan Ulusal Zeytinciler Birliği, üretici ve tüketicinin sorunlarını çözme yoluna gidecektir. 2007 yılında kurulan Ulusal Zeytin ve Zeytinyağı Konseyi bu birliği sağlayacak bir yapıdadır. Sorunların bilimsel olarak çözümünü arayacak, sonuçları bilinçli olarak üreticilere yayacak, tüketiciyi bilinçlendirmeye yönelik reklâmlar yapacak, ihracat için yeni pazar imkânları arayacaktır. Diğer yandan diğer bazı Sivil Toplum Kuruluşları (STK) da ülkemizde zeytinciliğin gelişmesine ciddi destek vermektedirler. Ulusal bazda olan Vinolive ve Anatolive adlı iki ihtisas fuarı; sektörün kendi içinde birbirini tanıması ve işbirliklerinin kurulmasına büyük olanaklar sunmaktadır.

Ülkemizde hem zeytinyağı hem de bitkisel yağ üretiminde yaşanan sorunlara çözüm bulabilmek amacıyla 2008 yılında, Türkiye Büyük Millet Meclisinde kurulan, "Zeytin Ve Zeytinyağı İle Diğer Bitkisel Yağların Üretiminde Ve Ticaretinde Yaşanan Sorunların Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu"; konu ile ilgili kurum ve kuruluşlarla, üreticiden, tüccara, sanayiciden, ihracatçıya STK'lar da dahil bütün ilgililerle görüşmüş ve kapsamlı bir rapor hazırlamıştır. Böylece sektörde yaşanan bütün sorunlar resmi olarak bir raporda toplanmıştır.

## 1.4. ZEYTİN YETİŞTİRİCİLİĞİNDE YENİ TEKNİKLER

Zeytin ağacı her türlü araziye uyum gösterir ve bazen verimsiz, sürekli erozyona uğrayan, meyilli arazilerde, diğer ürünlerin iyi yetişmediği yerlerde yetişme gücüne sahiptir. Uygun yetiştiricilik, gübreleme, budama, hastalık ve zararlılarla mücadele ile sulama zeytinliklerin gelişmesine katkıda bulunmakta, verimi artırmakta ve ürün kalitesini yükseltmektedir. Ancak geleneksel yetiştiricilikte bu uygulamalara rastlamak çok güçtür.

Yeni kurulacak bahçelerin en çok gelir getirecek ve mevcut teknik imkanlardan en fazla yararlanacak şekilde düzenlenmesi gerekir. Uygun toprak ve iklim şartları-

nın yanında gerekirse sulama olanaklarının geliştirilebileceği şartlar oluşturulmalıdır. Kültür çeşitlerinin seçimi, ağaçların sıra üzeri ve arası mesafeleri ve ağaçlara uygulanacak terbiye şekli dikkate alınması gereken önemli noktalardır.

**Kültür çeşitlerinin seçimi:** Çeşidin toprak ve iklim koşullarının yetersizliğine, hastalık ve zararlılara dayanıklılığı veya duyarlılığı, erken verime yatkınlığı, ürün kalite ve kantitesi, peryodisiteye yatkınlığı, olgunlaşma tarihi ve mekanik hasada uygunluğu genetik özellikleridir. Kültür çeşitleri ile kurulan bahçelerde karşılaşılan düşük verim sorunu, bu çeşitlerin kendine uyuşur olmaması (kendi çiçek tozu ile tozlanma ve dölllenme olmaması) ve tozlayıcı çeşitlerin olmaması durumunda ortaya çıkar.

### Zeytin Çeşitlerinin Genel Özellikleri ve Kullanım Amaçları

Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan standart zeytin çeşitlerinden önemlileri ve bazı özellikleri aşağıda verilmiştir (Tablo 1.5).

Tablo 1.5. Standart zeytin çeşitlerimizden bazılarına ait bilgiler (Anonim, 1991).

Adı ve Sinonimi	Orijini, Coğrafi Dağılımı ve Önemi	Bazı özellikleri
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ayvalık</li> <li>Edremit yağlık, Şakran, Midilli, Ada zeytini</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Edremit</li> <li>Çanakkale, Ege Bölgesi Körfez yöresi, İzmir, İçel, Antalya, Adana, Kahramanmaraş ve Mardin'e kadar uzanmaktadır.</li> <li>Toplam ağaç sayısının %19'unu, Ege Bölgesinin %25,3'ünü oluşturur. Yağı kimyasal ve duyuşal özellikleri yönünden birinci sırada yer alır. Bölgesinde yağlık olarak değerlendirilir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>İyi bakım şartlarında kuvvetli gelişir,</li> <li>Meyve orta büyüklükte,</li> <li>Orta derecede alternans gösterir,</li> <li>Mekanik hasada uygun yapıya sahip,</li> <li>Verimi iyi,</li> <li>Kendine verimli,</li> <li>Soğuşa kısmen dayanıklıdır,</li> <li>Çelikle çoğaltılır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Büyük Topak Ulak</li> <li>Topak Aşı</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tarsus</li> <li>İskenderun, Anamur, Erdemli, Tarsus, Seyhan, Sütçüler-Isparta.</li> <li>Akdeniz Bölgesi'nde yaklaşık 300.000 ağaç var. Etli ve lezzetli olduğundan, yeşil çizme zeytin olarak iyidir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>İyi bakım şartlarında kuvvetli gelişir,</li> <li>Meyve iri,</li> <li>Alternans gösterir,</li> <li>Hasatta meyve kolay berelelenebilir,</li> <li>Verimli,</li> <li>Soğuşa ve kurağa aşırı duyarlı değil,</li> <li>Aşı ile çoğaltılır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Çakır</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>İzmir</li> <li>İzmir ve civarı.</li> <li>Yağlık bir çeşittir. Yağı kimyasal ve duyuşal özellikleri yönünden Ayvalık, Memecik, Memeli ve Erkence'den sonra 5. sıradadır. Yeşil sofralık olarak da değerlendirilebilir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Çok kuvvetli gelişir,</li> <li>Meyve orta büyüklükte,</li> <li>Şiddetli alternans gösterir,</li> <li>Meyvenin tutunması kuvvetli olduğundan hasadı zordur,</li> <li>Erken meyveye yatar, verimlidir,</li> <li>Kısmen kendine verimlidir,</li> <li>Aşı ve çelikle çoğaltılır.</li> </ul>

Adı ve Sinonimi	Orijini, Coğrafi Dağılımı ve Önemi	Bazı özellikleri
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Çekişte</li> <li>• Kıрма, Memeli</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ödemiş</li> <li>• İzmir'in Kiraz, Torbalı ve Ödemiş ilçeleri, Aydın'ın Nazilli, Sultanhisar ve Yenipazar ilçeleri.</li> <li>• 1,3 milyon ağaç sayısı ile toplamın %1,5'ini oluşturur. Genelde yetiştirildiği yerlerde yeşil kıрма zeytin olarak değerlendirilir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Çok kuvvetli gelişir,</li> <li>• Meyve iri,</li> <li>• İyi bakım şartlarında düzenli ürün verebilir,</li> <li>• Verimli,</li> <li>• Soğuğa karşı duyarlı değildir,</li> <li>• Aşı ve çelikle çoğaltılır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Çelebi</li> <li>• İznik Çelebi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• İznik</li> <li>• Bursa'nın Gemlik, İznik, Orhangazi, Kocaeli'nin Merkez, Gölcük ve Bilecik'in Merkez, Osmaneli, Gölpinarı ilçeleri.</li> <li>• 400.000 civarında ağaç sayısı ile Marmara Bölgesi'nin %5'ini oluşturur. Yeşil sofralık olarak değerlendirilir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orta kuvvette gelişir,</li> <li>• Meyve çok iri,</li> <li>• Kısmen alternans gösterir,</li> <li>• Orta düzeyde verimlidir,</li> <li>• Soğuğa karşı aşırı duyarlı değildir,</li> <li>• Aşı ile çoğaltılır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Çilli</li> <li>• Tekir, Provens, Goloz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kemalpaşa</li> <li>• İzmir'in Bornova, Kemalpaşa, Manisa'nın Turgutlu ilçeleri.</li> <li>• Toplam ağaç sayısı 70.000 adettir. Çoğaltma sorunu var. Küçük çekirdekli ve etli olan meyveleri yeşil sofralık olarak değerlendirmeye uygundur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Çok kuvvetli gelişir,</li> <li>• Meyve iri,</li> <li>• Alternans gösterir,</li> <li>• Verimi iyi,</li> <li>• Hasatta meyve kolay berelelenebilir,</li> <li>• Kısmen kendine verimlidir,</li> <li>• Soğuğa karşı aşırı duyarlı değildir,</li> <li>• Aşı ile çoğaltılır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Domat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Akhisar</li> <li>• Manisa'nın Akhisar, Turgutlu, Saruhanlı, İzmir'in Merkez, Kemalpaşa, Selçuk, Aydın'ın Merkez, Söke, Karacasu, Kuyucuk ilçeleri.</li> <li>• Toplam ağaç sayısının %1,4'nü oluşturur. Yeşil sofralık özelliklerle dolgu zeytini olarak değerlendirilir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• İyi bakım şartlarında kuvvetli gelişir,</li> <li>• Meyve iri,</li> <li>• İyi bakım koşullarında düzenli ürün verir,</li> <li>• Verimli,</li> <li>• Erken meyveye yatar,</li> <li>• Geç sulamalarda soğuğa karşı duyarlıdır,</li> <li>• Aşı ile çoğaltılır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edincik Su</li> <li>• Erdek su, Su zeytini</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edincik</li> <li>• Balıkesir'in Bandırma, Edincik ve Erdek ilçeleri.</li> <li>• Toplam ağaç sayısı 30.000 adettir. Siyah sofralık olarak değerlendirilir. Su oranı yüksek yağ oranı düşüktür.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orta kuvvette gelişir,</li> <li>• Meyve iri,</li> <li>• Alternans gösterir,</li> <li>• Verimi orta düzeydedir,</li> <li>• Hasatta meyve kolay berelelenebilir,</li> <li>• Aşı ve çelikle çoğaltılır.</li> </ul>

Adı ve Sinonimi	Orijini, Coğrafi Dağılımı ve Önemi	Bazı özellikleri
• Eğriburun	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nizip</li> <li>• Gaziantep'in Nizip, Hatay'ın İskenderun, Şanlıurfa'nın Halfeti ilçeleri.</li> <li>• Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ağaç sayısı 300.000 adettir. Siyah ve yeşil sofralık olarak değerlendirilir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orta kuvvette gelişir,</li> <li>• Meyve küçük,</li> <li>• Alternans gösterir,</li> <li>• Oldukça verimlidir,</li> <li>• -7°C'de dallar zarar görür,</li> <li>• Aşı ve çelikle çoğaltılır.</li> </ul>
• Erkence • İzmir yağlık, Yerli yağlık	<ul style="list-style-type: none"> <li>• İzmir</li> <li>• İzmir çevresi.</li> <li>• Toplam ağaç varlığının %3,5'ini oluşturmaktadır. Yaklaşık 3 milyon adet ağaç bulunmaktadır. Esasen yağlık olarak değerlendirilir. Yağ özellikleri Çakır'dan önce gelir. Nemli bölgelerde Phoma oleae mantarı nedeniyle hurma oluşumu olur; meyvenin acılığı gider ve doğrudan yeme olumuna gelir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• İyi bakım şartlarında oldukça kuvvetli gelişir,</li> <li>• Meyve orta iriliktedir,</li> <li>• Şiddetli alternans gösterir,</li> <li>• Verimi orta düzeydedir,</li> <li>• Kısmen kendine verimlidir,</li> <li>• Meyvelerin tutunma kuvveti zayıf olup, hasat öncesi erken döküm sorundur.</li> <li>• Aşı ve çelikle çoğaltılır.</li> </ul>
• Gemlik • Triliye, Kaplık, Kıvırcık, Kara	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gemlik</li> <li>• Bursa, Tekirdağ, Kocaeli, Bilecik, Kastamonu, Zonguldak, Sinop, Samsun, Trabzon, Balıkesir, İzmir, Manisa, Aydın, İçel, Adana, Antalya, Adıyaman illerini içine alan çok geniş bir coğrafyada yetiştirilir.</li> <li>• Marmara Bölgesi'ndeki ağaç varlığının %80'ini, toplam ağaç sayısının %11'ini oluşturur. Sayı bakımından Memecik ve Ayvalık çeşitlerinden sonra 3. sırada yer alır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orta kuvvette gelişir,</li> <li>• Meyve orta iriliktedir,</li> <li>• İyi bakım şartlarında düzenli ürün verir,</li> <li>• Verimlidir,</li> <li>• Kısmen kendine verimlidir,</li> <li>• Soğuğa karşı kısmen dayanıklıdır,</li> <li>• Çelikle çoğaltılır.</li> </ul>
• Halhalı	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Derik</li> <li>• Mardin, Hatay, Gaziantep, Kahramanmaraş</li> <li>• Coğrafi dağılım alanı içinde 2 milyon civarında ağaç bulunmaktadır. Yeşil kırma zeytin olarak bölgede tüketilmekte, geri kalanı komşu Arap ülkelerine ihraç edilmektedir. Siyah sofralık veya yağlık olarak da değerlendirilmektedir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orta kuvvette gelişir,</li> <li>• Meyveleri orta iriliktedir,</li> <li>• Verimi orta düzeydedir,</li> <li>• Kuvvetli alternans gösterir,</li> <li>• Soğuğa karşı aşırı duyarlı değildir,</li> <li>• Aşı ve çelikle çoğaltılır.</li> </ul>
• İzmir sofralık	<ul style="list-style-type: none"> <li>• İzmir</li> <li>• İzmir civarı</li> <li>• Yeşil sofralık olarak değerlendirilir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orta kuvvette gelişir,</li> <li>• Meyveleri çok iridir,</li> <li>• Çok şiddetli alternans gösterir,</li> <li>• Verimi düşüktür,</li> <li>• Kendine kısırır,</li> <li>• Hasatta meyve kolay berelelenebilir,</li> <li>• Çelikle çoğaltılır.</li> </ul>



Adı ve Sinonimi	Orijini, Coğrafi Dağılımı ve Önemi	Bazı özellikleri
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kalembezi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nizip</li> <li>• Gaziantep'in Nizip ilçesi ve Kilis.</li> <li>• İrili ufaklı ve yağ bakımından zengin meyveleri ile yağlık olarak değerlendirilir. İklimle bağlı olarak hurma oluşturabilir. İri meyveleri siyah sofralık olarak değerlendirilir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orta kuvvette gelişir,</li> <li>• Meyveleri çok küçüktür,</li> <li>• Alternans gösterir,</li> <li>• Verimli,</li> <li>• Soğuğa hassas, aşırı kuraklıkta meyve kalitesi düşer,</li> <li>• Aşı ve çelikle çoğaltılır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan Çelebi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nizip</li> <li>• Gaziantep civarı</li> <li>• Olgun meyve ve meyve özsuğu pembe-kırmızı renktedir. Pembe olum döneminde çizme pembe zeytin olarak işlenebilir. Yeşil sofralık olarak değerlendirilir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• İyi bakım şartlarında kuvvetli gelişir,</li> <li>• Meyveleri çok iridir,</li> <li>• Alternans gösterir,</li> <li>• Verimi iyi,</li> <li>• Soğuğa duyarlı,</li> <li>• Çelikle çoğaltılır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Karamürsel Su</li> <li>• Su zeytin, Kalamata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Karamürsel</li> <li>• Kocaeli'nin Karamürsel, Gebze, Gölcük ilçeleri ve Bursa civarı.</li> <li>• Toplam ağaç sayısı 200.000 adettir. Çok az oleuropein içerdiğinden işleme sırasında kolayca tatlanır. Yağ oranı düşüktür. Kalamata zeytinini adı altında siyah sofralık olarak işlenir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orta kuvvette gelişir,</li> <li>• Meyveleri çok iridir,</li> <li>• Alternans gösterir,</li> <li>• Verimi iyi,</li> <li>• Soğuğa duyarlı,</li> <li>• Aşı ve çelikle çoğaltılır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kilis Yağlık</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kilis</li> <li>• Kilis, Gaziantep'in Merkez ve Oğuzeli, Şanlıurfa'nın Merkez, Kahramanmaraş'ın Türkoğlu, Mardin'in Cizre ilçeleri.</li> <li>• Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin ağaç sayısının %52'sini, toplam ağaç varlığımızın %2,8'ini oluşturur. Meyveleri yüksek oranda yağ içerir. Yağ kalitesi yüksektir. Salkım şeklinde ve mercimek iriliğinde meyve oluşur. Hasadı zordur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orta kuvvette gelişir,</li> <li>• Meyveleri çok küçüktür,</li> <li>• Verimi iyidir,</li> <li>• Mutlak alternans gösterir,</li> <li>• Soğuğa karşı duyarlı değil,</li> <li>• Çelikle ve yumru ile çoğaltılır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kiraz</li> <li>• Topan Kiraz ve Oval Kiraz adlı iki tipi var.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Akhisar'ın Yayaköy kasabası</li> <li>• Manisa civarı</li> <li>• Meyve sapı uzun olduğundan hasadı zordur. Olgun meyveleri kiraza benzer. Siyah sofralık olarak değerlendirilir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuvvetli gelişir,</li> <li>• Meyveleri iridir,</li> <li>• Şiddetli alternans gösterir,</li> <li>• Soğuğa karşı aşırı duyarlı değil,</li> <li>• Çelikle ve aşılıyla çoğaltılır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manzanilla</li> <li>• Manzanillo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• İspanya'nın Cordoba şehri</li> <li>• İspanya'nın Endülüs Bölgesi, Amerika, İsrail ve Avustralya.</li> <li>• Ülkemize 1974 yılında İspanya'dan getirilmiştir. Toplam ağaç sayısı 160.000 adettir. Sofralık olarak değerlendirilir. İspanyol usulü yeşil sofralığa uygundur. İzmir, Aydın ve Manisa'da üretimi yaygındır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orta kuvvette gelişir,</li> <li>• Meyveleri orta iriliktir,</li> <li>• İyi bakım koşullarında düzenli ürün verir,</li> <li>• Verimi iyi,</li> <li>• Kendi kendine yeterli tozlanır,</li> <li>• Soğuğa duyarlıdır,</li> <li>• Çelikle çoğaltılır.</li> </ul>

Adı ve Sinonimi	Orijini, Coğrafi Dağılımı ve Önemi	Bazı özellikleri
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memecik</li> <li>• Taş arası, Aşiyel, Tekir, Gü-lümbe, Şehir, Yağlık.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muğla</li> <li>• İzmir, Aydın, Manisa, Denizli, Muğla, Antalya, Sinop, Kahramanmaraş, Kastamonu'ya kadar geniş coğrafya.</li> <li>• Ege Bölgesi ağaç varlığının %50'sinden fazlasını, toplam ağaç varlığımızın %45,5'ini oluşturur. Yağlık ve yeşil sofralık olarak değerlendirilir. Kalite yönünden Ayvalık çeşidinden sonra gelir. İspanyol usulü yeşil zeytine işlenir. Çekirdeklerin çimlenme oranı yüksektir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• İyi bakım şartlarında kuvvetli gelişir,</li> <li>• Meyveleri iridir,</li> <li>• Genelde şiddetli alternans gösterir,</li> <li>• Verimli,</li> <li>• Kısmen kendine verimli,</li> <li>• Soğuğa ve kurağa karşı aşırı duyarlı değildir,</li> <li>• Aşı ve çelikle çoğaltılır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memeli</li> <li>• Emiralem, Ak zeytin, Çekişte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menemen</li> <li>• İzmir'in Menemen, Kemalpaşa, Manisa'nın Turgutlu ilçeleri.</li> <li>• 80.000 civarında ağaç sayısı bulunmaktadır. Sofralık ve yağlık olarak değerlendirilir. Kalite yönünden Memecik çeşidinden sonra gelir. Kıрма zeytin veya İspanyol usulü işlemeye uygundur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• İyi gelişir,</li> <li>• Meyveleri iridir,</li> <li>• Alternans gösterir,</li> <li>• Verimi iyidir,</li> <li>• Kısmen kendine verimlidir,</li> <li>• Sulanan koşullarda soğuğa karşı duyarlıdır,</li> <li>• Aşı ve çelikle çoğaltılır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nizip yağlık</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nizip</li> <li>• Gaziantep'in Nizip, Kahramanmaraş'ın Merkez, Mardin'in Cizre ilçeleri.</li> <li>• Güneydoğu Anadolu Bölgesi ağaç varlığının %38'ini, toplam ağaç varlığımızın %2'sini oluşturur. Yağ bakımından oldukça zengindir. Kalite yönünden Kilis yağlık ve Halhalı'dan sonra gelir. Siyah sofralık olarak da değerlendirilir. Hurma oluşumu görülebilir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orta kuvvette gelişir,</li> <li>• Meyveleri irili ufaklıdır genelde küçüktür,</li> <li>• Alternans gösterir,</li> <li>• Verimi iyidir,</li> <li>• Sıcağa ve kurağa karşı aşırı duyarlı değildir,</li> <li>• Aşı ve çelikle çoğaltılır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Samanlı</li> <li>• Tatlı Zeytin.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Karamürsel</li> <li>• Kocaeli'nin Karamürsel, Bursa'nın İznik ilçeleri.</li> <li>• Toplam ağaç sayısı 10.000 adettir. Yeşil sofralık olarak değerlendirilir. Oleuropein içeriği düşük olduğundan kısa sürede tatlanır. Bu nedenle Tatlı zeytin olarak da adlandırılır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orta kuvvette gelişir,</li> <li>• Meyveleri orta iriliktir,</li> <li>• Kısmen alternans gösterir,</li> <li>• Verimi orta düzeydedir,</li> <li>• Soğuğa duyarlıdır,</li> <li>• Çelikle ve dip sürgünleri ile çoğaltılır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sarı Haşebi</li> <li>• Haşebi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altınözü</li> <li>• Hatay civarı.</li> <li>• 600.000 civarında ağaç sayısı bulunur. Akdeniz Bölgesi ağaç varlığının %7,5'ini, toplam ağaç varlığımızın %0,7'sini oluşturur. Yağlık ve siyah sofralık olarak değerlendirilir. Hurma oluşumu görülür.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• İyi bakım şartlarında kuvvetli gelişir,</li> <li>• Meyveleri küçüktür,</li> <li>• Verimi düşüktür,</li> <li>• Şiddetli alternans gösterir,</li> <li>• Soğuğa duyarlıdır,</li> <li>• Aşı ve çelikle çoğaltılır.</li> </ul>

Adı ve Sinonimi	Orijini, Coğrafi Dağılımı ve Önemi	Bazı özellikleri
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sarı ulak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tarsus</li> <li>• İçel'in Merkez, Erdemli, Gülnar, Adana'nın Seyhan, Kozan, Yumurtalık ilçeleri.</li> <li>• 500.000 civarında ağaç sayısı bulunmaktadır. Akdeniz Bölgesi ağaç varlığının %6'sını, toplam ağaç varlığımızın %0,6'sını oluşturur. Siyah ve yeşil sofralık olarak değerlendirilir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuvvetli gelişir,</li> <li>• Meyveleri orta iriliktir,</li> <li>• Alternans gösterir,</li> <li>• Verimi orta düzeydedir,</li> <li>• Soğuğa duyarlıdır,</li> <li>• Aşı ve çelikle çoğaltılır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saurani</li> <li>• Savrani</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altınözü</li> <li>• Hatay civarı.</li> <li>• 500.000 civarında ağaç sayısı bulunmaktadır. Toplam ağaç varlığımızın %0,6'sını oluşturmaktadır. Yağ bakımından zengindir ve yağlık olarak değerlendirilir. Siyah ve yeşil sofralık olarak da değerlendirilir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orta kuvvette gelişir,</li> <li>• Meyveleri küçüktür,</li> <li>• Alternans gösterir,</li> <li>• Verimlidir,</li> <li>• Soğuğa duyarlıdır,</li> <li>• Aşı ile çoğaltılır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tavşan yüreği</li> <li>• Ters yaprak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fethiye</li> <li>• Muğla'nın Fethiye, Antalya'nın Akseki ilçeleri, Karaman.</li> <li>• 30.000 civarında ağaç sayısı bulunmaktadır. Özellikle Antalya'da yeşil sofralık, Muğla'da siyah sofralık olarak değerlendirilir. Yağ içeriği düşüktür.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kuvvetli gelişir,</li> <li>• Meyveleri çok iridir,</li> <li>• Genellikle düzenli ürün verir,</li> <li>• Verimi orta düzeydedir,</li> <li>• Hasatta meyve kolay berelelenbilir,</li> <li>• Aşı ile çoğaltılır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uslu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Akhisar</li> <li>• Manisa'nın Akhisar, Turgutlu, İzmir'in Kemalpaşa, Selçuk, Muğla'nın Merkez, Yatağan ilçeleri.</li> <li>• 900.000 civarında ağaç sayısı bulunmaktadır. Toplam ağaç varlığımızın %1'ini oluşturur. Meyvelerin tam olgunlukta parlak koyu siyah rengi ve tadı nedeniyle siyah sofralık olarak tercih edilmektedir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sulanan koşullarda çok kuvvetli gelişir,</li> <li>• Meyveleri orta iriliktir,</li> <li>• İyi bakım şartlarında düzenli ürün verir,</li> <li>• Verimi orta düzeydedir,</li> <li>• Soğuğa hassastır,</li> <li>• Hasatta meyve kolay berelelenbilir,</li> <li>• Aşı ve çelikle çoğaltılır.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yağ çelebi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gaziantep</li> <li>• Gaziantep'in Nizip ilçesi, Kilis.</li> <li>• Yağlık olarak değerlendirilir. Hasat önu meyve dökümü görülür.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orta kuvvette gelişir,</li> <li>• Meyveleri iridir,</li> <li>• Alternans gösterir,</li> <li>• Verimi iyidir,</li> <li>• Soğuğa duyarlıdır,</li> <li>• Aşı ve çelikle çoğaltılır.</li> </ul>

Tablo 1.6'da standart zeytin çeşitlerimizden bazılarının Milli Koleksiyon Bahçesinde (Bornova Zeytincilik Araştırma Enstitüsü) bulunan ağaçlarından elde edilen meyvelerin yağ asit kompozisyonu da incelendiğinde çeşitlerimiz hakkında daha ilginç sonuçlara ulaşılabilmektedir. Örneğin zeytinyağının muhafaza ömrünü etkileyen içsel faktörlerden biri olan Oleik asit miktarı yönünden karşılaştırıldığında; aynı iklim ve bakım şartlarında olmalarına rağmen en yüksek değere ulaşan çeşidin

Derik Halhalı olduğu ve bunu Memecik çeşidinin takip ettiği ve en düşük değeri Sarı Ulak çeşidinde belirlendiği görülmektedir. Diğer yandan Nizip yağlık ve Domat çeşitlerindeki stearik asit miktarının Uluslararası Zeytincilik Konseyi (IOC) standartlarına göre üst sınırın da üstünde olduğu görülmektedir.

Tablo 1.6. Standart Zeytin çeşitlerimizin bazılarının Milli Koleksiyon Bahçesindeki örneklerindeki yağ asitleri kompozisyonu (Özkaya ve ark. 2004).

%		Domat	Gemlik	Derik halhalı	Kilis yağlık	Manzanilla	Nizip yağlık	Sarı ulak	Tavşan yüreği	Ayvalık	Memecik	IOC 1984
Miristik asit	(C 14:0)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	≤0,05
Palmitik asit	(C 16:0)	13,64	12,97	7,96	13,51	15,03	15,52	13,29	12,63	12,64	11,72	7,5-20,0
Palmitoleik asit	(C 16:1)	0,59	1,09	0,57	0,87	1,00	0,99	0,48	0,92	0,66	0,81	0,3-3,5
Heptadekanoik asit	(C 17:0)	0,26	0,13	0,15	0,13	0,04	0,05	0,19	0,17	0,16	0,04	≤0,3
Heptadesenoik asit	(C 17:1)	0,23	0,24	0,23	0,16	0,07	0,05	0,21	0,31	0,20	0,06	≤0,3
Stearik asit	(C 18:0)	5,46	2,86	2,57	4,17	2,29	5,83	4,03	2,56	3,57	2,41	0,5-5,0
Oleik asit	(C 18:1)	64,20	75,42	82,29	70,51	70,50	64,74	60,54	70,02	70,24	75,99	55,0-83,0
Linoleik asit	(C 18:2)	13,63	5,93	4,92	8,93	9,60	11,35	19,43	11,57	10,73	7,18	3,5-21,0
Linolenik asit	(C 18:3)	0,83	0,56	0,59	0,55	0,68	0,56	0,71	0,88	0,62	0,74	≤0,9
Araşidik asit	(C 20:0)	0,65	0,39	0,30	0,63	0,38	0,58	0,57	0,41	0,58	0,47	≤0,6
Eikosenoik asit	(C 20:1)	0,29	0,26	0,32	0,27	0,24	0,16	0,30	0,35	0,36	0,37	≤0,4
Behenik asit	(C 22:0)	0,14	0,10	0,07	0,17	0,11	0,12	0,17	0,10	0,16	0,14	≤0,2
Lignoserik asit	(C 24:0)	0,06	0,05	0,02	0,08	0,05	0,05	0,07	0,06	0,07	0,07	≤0,2

**Not:** Altı çizili rakamlar her bir yağ asidi için en düşük ve en yüksek değerleri göstermektedir.

**Ağaç Sıklığı ve Dikim Şekli:** Su ve bitki besin maddeleri yanında ışık da verim ve kaliteyi etkileyen bir faktördür. Ağacın mümkün olduğu kadar fazla güneş ışığını alacak yaprak yüzeyine sahip olması esastır. Bu, uygun dikim sıklığı ve dikim şekli, uygun budama ve terbiye ile sağlanabilir. Sulanabilen ve kurak arazilerde ağaç yoğunluğu oldukça farklıdır (Şekil 1.10). Geleneksel yetiştiricilikte dekara 10 ağaçtan daha az yoğunluk olurken, yağışın 700 mm'in üstünde olduğu yerlerde ise dekara 30 ağaç dikilir. Kurak koşullarda dekara 20-25, sulanan koşullarda ise dekara 40-45 ağaç yoğunluktaki bahçelerde dikdörtgen dikim en uygun ışıklanmayı sağlamaktadır. İlk defa fidan dikilecek olan tarlalara mutlaka 80 cm'lik dip kazanlarla toprak alt-üst edilmelidir. Toprak yapısı olarak uygun değil ise 80-100 cm çap ve derinlikte fidan çukurları açılıp doğal saksı yapılmalı ve içine istenilen toprak karışımı yerleştirilip dikim yapılmalıdır. Dikim sırasında verilecek olan gübrelerin kökle temas etmeyecek şekilde toprakla iyice karıştırılması gerekmektedir.



Şekil 1.10. İspanya'da 1970'li yıllarda başlayan zeytincilik seferberliği ile yapılan planlı ama teraslama yapılmamış geleneksel dikimler.

**Toprak İşleme:** Zeytinliklerde toprak işlemedeki amaç, topraktaki yabancı otları yok etmek, buharlaşma ile su kaybını azaltmak, büyük ölçüde suyu toprakta tutmak, muhafaza etmektir. Zeytin ağacının su ve besin maddesi alımında kullandığı yüzeysel kök sistemi nedeniyle toprak işleminin özellikle ağaç taç izdüşümünde derinden yapılmaması gerekir. Yabancı otlar kontrol altına alındıktan sonra, daha fazla toprak işleminin, daha fazla nem anlamına gelmediğini dikkate alarak yıllık toprak işleme sayısını azaltmak gerekir. En iyi sistem, arkasında mümkün olan en

fazla bitki artığı bırakan yüzeysel toprak işlemedir. Ayrıca toprak işleme, topraktan fazla su kaybına neden olmayacağı zamanlarda yapılmalıdır. Ancak su ve rüzgâr erozyonu riski olan yerlerde mutlaka örtülü tarım yapılması gerekir (Şekil 1.11).



Şekil 1.11. Eski bir maden ocağının teraslama ile zeytin bahçesine dönüştürülerek rehabilitasyonu çalışması

Eğer bu uygun değil ise yabancı otların biçilerek kontrol edilmesi, sıra üzerindeki bitkilerin ise yabancı ot ilaçları ile alınması toprak kaybını azaltacaktır. Diğer yandan toprak işleme sırasında; özellikle zeytin bahçelerinde, hasat zamanındaki yağışlar nedeniyle, traktör tekerlekleri ile taşınan toprak ciddi problem yaratırken, işçilerin çalışmasına engel olması da iş verimliliği ve işgücü bakımından büyük sorun oluşturmaktadır.

**Gübreleme:** Doğru gübreleme, bitkinin ihtiyacını karşılamalı ve topraktan alınmayan bitki besin maddesi miktarlarını karşılamalıdır. Toprağın yetersizliği ve bitkinin ihtiyacını belirlemek zordur. Zeytin yapraklarındaki kritik besin maddesi düzeyleri Tablo 1.7'de verilmiştir.

**Azot (N)**, zeytin ağacının çok çabuk reaksiyon gösterdiği, verimi çabuklaştıran ve artıran bir besin maddesidir. Klorofil miktarını ve besin maddelerinin özümlemesini artırır. En fazla çiçeklenmeden çekirdeğin sertleşmesine kadar olan dönemde gereklidir. **Fosfor (P)**, hücre bölünmesi ve meristematik dokuların gelişmesinde mutlak gereklidir. Nişasta ve şekerin kullanımı ve fotosentezde karbonun bağlanması ile ilgilidir. **Potasyum (K)**, iyon şeklinde hücre boşluklarında bulunur. Çok hareketlidir ve N bileşikleri ve karbonhidratların oluşumunda, özümleme ve terleme olaylarında aynı zamanda bitki içerisinde suyun hareketinde gereklidir. Eksikliğinde soğuğa ve kurağa karşı direnç azalır, mantari hastalıklara karşı duyarlılık artar. **Kalsiyum (Ca)**, zeytinin dirençli olduğu ama eksikliğine karşı hassas olduğu bir besin maddesidir. Yüksek asitli topraklarda kireçleme yapılarak topraktaki Ca düzeyi kontrol edilir. **Bor (B)**, en az hareketli olmasına rağmen, eksikliğinde yapraklar solgunlaşır ve uçtan dibe doğru üçte ikisine kadar soluk yeşil renk alır. **Magnezyum (Mg)**, Borun tersine hareketi yavaştır. En çok tüketildiği zaman ilkbaharda göz gelişimi devresidir. Eksikliğine ender rastlanmaktadır.

Tablo 1.7. Zeytin yapraklarındaki kritik besin maddesi seviyeleri  
(Temmuz ayı yaprak örneklerine göre)

Besin Maddesi	Eksik	Yeterli	Fazla (toksik)
N (%)	1,40	1,50-2,00	-
P (%)	0,05	0,10-0,30	-
K (%)	0,40	>0,80	-
Ca (%)	0,30	>1,00	-
Mg (%)	0,08	>0,10	-
Mn (ppm)	-	>20,0	-
Zn (ppm)	-	>10,0	-
Cu (ppm)	-	>4,0	-
B (ppm)	14	19-150	185
Na (ppm)	-	-	>0,20
Cl (ppm)	-	-	>0,50

**Sulama:** Zeytin ağacı kurak bitkisi olarak bilinir. Mevcut yağmur suları ile idare eden bir bitkidir. Ağacın morfolojik yapısı da buna imkân vermektedir. Dünyadaki zeytinlerin yaklaşık %10'u sulanmaktadır. Oysa su, verim ve kalite üzerine etkili önemli bir unsurdur. Yağış ile zeytinde verim arasında çok yakın bir ilişki vardır. Sulama yapılmayan bahçelerde yağışın miktarına bağlı olarak bir sonraki yılın verimi kolayca belirlenebilir. Yağış ile zeytin verimi arasındaki ilişkiyi gösteren çizelge Tablo 1.8'de verilmiştir. Buna örnek olarak; 2007 yılında ülkemizde meydana gelen kuraklığın, hem 2007 yılı verimini hem de 2008 yılı verimini etkilemesi verilebilir.

Tablo 1.8. Picual zeytin çeşidinde 1937-1949 yılları arasında meydana gelen yağışlar ile zeytin ağacı arasındaki ilişki (Lavee, S., 1999).

Yıllar	Önceki ekim-mayıs dönemindeki yağış (mm)	Verim (kg/zeytin ağacı)
1937	749	82,16
1938	407	11,66
1939	325	13,83
1940	574	63,33
1941	935	63,00
1942	426	15,83
1943	423	24,66
1944	414	16,41
1945	205	0,00
1946	577	84,16
1947	857	58,33
1948	656	56,33
1949	255	3,00

Sonbahar ve kış periyodunda su toprakta depolanır ve sürgün gelişmesi ve dalların büyümesinde kullanılır. Nisan ve Mayıs aylarında somak oluşumu ve çiçeklenme, suyun varlığına bağlı olarak meydana gelir ancak kurak yıllarda düşük miktarda su bulunduğunda bile meydana gelebilir. Haziranda meyve bağlama bazen su yetersizliğine rastlar. Meyve bağlama ve çekirdek sertleşmesi döneminde, önemli ölçüde meyve dökümü olur. Bunun nedenlerinden biri, ağacın su ve besin maddeleri şartlarına fizyolojik uyum sağlamasıdır. Yaz ortasında, bu dönemler geçtikten sonra, ağaçta gelişme faaliyetleri durur. Ancak eğer sonbaharda toprak nemli olursa dallar gelişir ve gelecek yıl daha iyi ürün verebilir. Yağlık zeytinlerde yağ oluşumu ekim ve kasım aylarında en yüksek düzeydedir ve yeterli nem durumunda yağın kalitesi ve kantitesi iyileşir. Sonbahar yağışları gerekli nemi sağlayabilir ancak yağışlar yetersiz olursa, tedbir olarak sulama yapılır. Bunun ağacın gelişimi üzerine faydası vardır. Zeytin çeşitleri arasında sulamaya ve kuraklığa karşı tepkiler oldukça büyük değişim göstermektedir. Bazı çeşitler sulamaya karşı hem sürgün gelişimi hem de yağ verimi açısından çok olumlu cevap verebilmektedir. Ülkemiz çeşitlerinin bu gibi durumlara karşı tepkilerini iyi araştırmak gerekmektedir. Sulama bazı çeşitlerde meyve verimini 4,5 kat yağ verimini 3,5 kat artırabilmektedir. Ancak suyun miktarı ve verilme zamanı da önemlidir.

İsrail'de yapılan bir çalışmada; Muhasan çeşidi ile 7x4 m sıra arası ve üzeri mesafeye kurulmuş beş yaşındaki zeytin bahçesinde; damla sulama sistemi ile ticari yoğun bir bahçede hektara 5.500-6.500 m<sup>3</sup> sulama yapıldığı halde farklı zamanlarda farklı miktarlarda olmak koşulu (T1-T9) ile 2.600-2.700 m<sup>3</sup> sulama ile ciddi su tasarrufu sağlayarak verim artışı elde etmişlerdir. Tablo 1.9. incelendiğinde T-6 uygulamasının, meyvede çekirdeğin sertleşmeye başladığı haziran ayından itibaren sulama yapılması üzerine kurulu olduğu görülür. T-5 uygulamasında ise sulamanın başlangıcı daha da ileri gider temmuz ayının ortasına sarkar. Oysa denemenin ya-



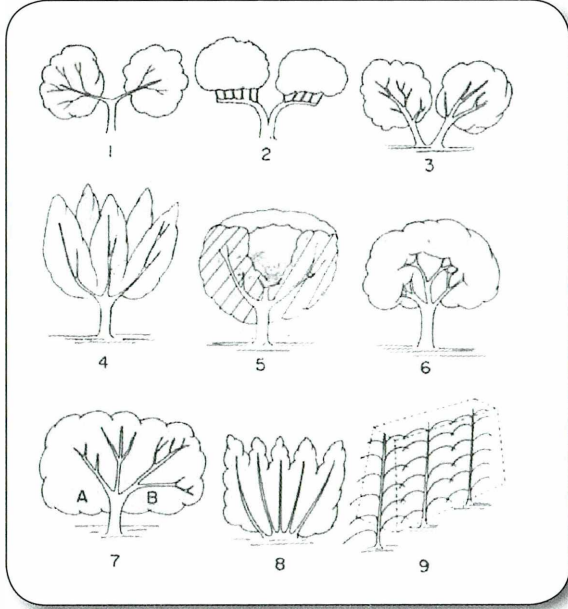
pıldığı yer sadece 450 mm yağış alan ve yağışın çoğunun kış aylarına denk geldiği bir bölgedir. T-1 pratikte uygulanan damla sulama programı, T-9 hiç sulamanın yapılmadığı durum olduğu halde T-2 uygulaması T-1 uygulaması gibi 36 hafta ama T-1'in yarısı kadar sulama uygulaması şeklinde planlanmıştır. T-5 ve T-6 uygulamaları ise 9 farklı uygulama içinde en ekonomik ve en iyi sonucu veren uygulamalar olmuştur. Zaten yapılan analizler de aynı sonucu vermiştir. Meyve ve yağ verimi tam sulama olan T-1 uygulamasına göre sırasıyla %18,5 ve %12,5 azaltmıştır ama su tasarrufu da %50 olmuştur.

Sonuç olarak en etkili sulamanın, çekirdeğin (endokarp) sertleşmesinin sonuna kadar olan dönemde sulama yapmamak ve bu dönemden hasattan 2 hafta önce-sine kadarki sürede bütün yıllık sulamayı yapmak olduğu bulunmuştur. Çekirdeğin sertleştiği dönem olan haziran ortası ile temmuz ortası periyotta sulama yapılmaması et/çekirdek oranını artırmaktadır. Ancak kumlu, su tutma kapasitesi düşük topraklarda veya 450 mm'den daha az yağış alan yerlerde çiçeklenme öncesi ve meyve tutum döneminde sulamaya ihtiyaç duyulabilir.

Tablo 1.9. 7x4 m aralıklarla dikilmiş 5 yaşındaki Muhasan çeşidine ait zeytin bahçesinde yürütülen Eksik Sulama (Deficit Irrigation) çalışmasının uygulanan ve bazı analiz sonuçları. (Lavee ve ark., 2007)

Hafta	Tarih	Sulama	T-1	T-2	T-5	T-6	T-9
1-2	14/04-21/04	2	140	70	0	0	0
3-4	28/04-05/05	2	140	70	0	0	0
5-8	12/05-02/06	4	140	70	0	0	0
9-14	09/06-14/07	6	140	70	0	140	0
15-23	21/07-15/09	9	200	80	200	140	0
24-26	22/09-06/10	3	140	80	200	0	0
27-28	13/10-20/10	2	140	80	140	0	0
29-33	27/10-24/11	5	140	70	0	70	0
34-36	01/12-15/12	3	70	70	0	70	0
Toplam m <sup>3</sup> /ha	14/04-15/12	36	5370	2660	2660	2660	0
<b>Ölçüm ve analizler</b>							
Meyve büyüklüğü (g)			<b>5.05 a</b>	4,41 b	<b>4.83 ab</b>	4,15 b	1,79 c
Et/çekirdek oranı (mezokarp/endokarp)			<b>6,3</b>	5,5	<b>8,3</b>	5,8	3,0
Yaş mezokarpda yağ oranı (%)			<b>13.1 d</b>	14,6 c	13,4 d	<b>16.0 b</b>	20,4 a
Kuru mezokarpda yağ oranı (%)			43,5 b	30,3 d	<b>43.2 b</b>	<b>42.9 b</b>	37,5 c
Çekirdek sertleşmesinde çekirdek oranı (%)			<b>22,0</b>	27,0	<b>19,0</b>	<b>20,9</b>	36,2
Hasat zamanı çekirdek oranı (%)			<b>11,4</b>	12,3	10,0	<b>9,0</b>	34,4
Meyve verimi (kg/ağaç)			<b>39.2 a</b>	24,5 cd	<b>32.4 b</b>	27,1 c	7,2 e
Yağ verimi (kg/ağaç)			<b>4.43 a</b>	3,02 de	<b>3.88 b</b>	3,70 bc	1,10 f
Toplam yağ içeriği (%)			11,3 d	12,3 c	12,0 d	<b>13.7 bc</b>	<b>15.1 a</b>

**Budama:** Budama, ağacı canlılığı ile uyumlu bir şekilde en yüksek verimlilikte bulundurmak, gençlik dönemindeki verimsiz devreyi kısaltmak, gerileme, yaşlanma ve ölüm devresini geciktirmek suretiyle verimli devresini uzatarak vegetatif ve generatif fonksiyonları arasındaki dengeyi korumak için gereklidir. Verimsiz olan gençlik kısırlığı döneminde çok az, yetişkinlik devresinde hafif, ancak yaşlanmaya başlayınca eski duruma getirmek (gençleştirmek) için şiddetli budama yapılır. Fazla sık ve yuvarlak şekil verilmiş taçların sürdürülmesi ışıktan faydalanmaya engel olur.



Şekil 1.12. Akdeniz bölgesinde zeytin ağaçlarında yaygın olarak kullanılan terbiye şekilleri.

1. İspanya Endülüs'te sofralık zeytin çeşitlerinde yaygın olan iki ana dala sahip şekil.
2. Tunus'ta yaygın olan şamdan şekli.
3. İspanya Sevilya'da yaygın olan iki veya üç gövdeli şekil.
4. İtalya'nın bazı bölgelerinde görülen ve her dalı konik şekle sahip, çoklu-konik şekil.
5. Fransa, İtalya ve Yunanistan'da yaygın olan küresel-kadeh şekli.
6. Ağaç içine yeterli güneş ışığının girişine engel olduğu için yaygın olmayan küre şekli.
7. Kısa silindirik şekil.
8. Tunus'ta yaygın olan gövdesiz şekil
9. Bazı zorlukları nedeniyle, özellikle yağlık çeşitlerde yaygın olmayan serbest palmet şekli.

Zeytin ağacına uygulanan çok değişik budama şekilleri bulunmaktadır ancak bunların hepsi ekoloji (ışık, nem, rüzgâr, toprak gibi faktörler), dikim aralık ve mesafesi, sofralık veya yağlık üretim hedefi, mekanizasyon ve ekonomi gibi nedenlere bağlı olarak değişir (Şekil 1.12).

## KAYNAKLAR

- Anonim, 1991. Standart Zeytin Çeşitleri Katalogu. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayınları. No: 334, Seri: 16. Ankara. 107s.
- Anonim, 1996. 8000 Yıllık Müthiş Bir Serüven. Komili Zeytinyağı Tanıtım Kitapçığı, İstanbul, 23s.
- Anonim, 1998. Mucizevi Sıvı Zeytinyağı. GıdaTech Gıda Teknolojisi ve Tarım Dergisi. Sayı 1/1.
- Anonim, 1998. Yemeklik Yağ. Dünya Ekonomi-Politika Gazetesi Dünya Dosyaları Eki, No 23.
- Anonim, 2007. Türkiye İstatistik Kurumu, Tarımsal Üretim İstatistikleri.
- Anonymous, 1992. From The Olive Tree To Olive Oil..., International Olive Oil Council, p48.
- Anonymous, 2006. United Nation, Food and Agriculture Organization, Agricultural Statistics (www.fao.org).
- Civantos, L. ve Pastor, M. 1999. Yetiştirme Tekniği. (ed) Dünya Zeytin Ansiklopedisi (Türkçe Baskısı), Uluslararası Zeytinyağı Konseyi Yayını, Madrid, İspanya, 480s.
- Çetin, H., Erkal, S. ve Osmanlioğlu, E., 1984. Zeytinciliğin Ekonomik ve Teknolojik Sorunları Üzerinde Bir İnceleme. Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü. Yalova.
- Ertem, H., 1987. Boğazköy Metinlerine Göre Hititler Devri Anadolu'sunun Florası. Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Türk Tarih Kurumu Yayınları, VII. Dizi, Sayı 65. Türk Tarih Kurumu Basımevi, Ankara, 181s.
- Garibağaoğlu, M. ve Baysal, A., 1998. Kırlangıç Zeytinyağı Tanıtım Kitapçığı, İstanbul, 32s.
- Hehn, V., 1998. Zeytin, Üzüm ve İncir. Çeviren Necati Aça. Dost Kitabevi Yayınları, Ankara, 112s.
- Köksal, O., 1984. Zeytinyağının Biyolojik Değeri Konusunda Bir Araştırma. Türkiye Zeytincilik Sempozyumu, 28-29 Kasım, Ankara.
- Lavee, S. Hanoch, E., Wodner, M., Abramowitch, H. 2007. The effect of predetermined deficit irrigation on the performance of cv. Muhasan olives (*Olea europaea* L.) in the eastern coastal plain of Israel Scientia Horticulturae, 112, 156-163
- Lavee, S., 1999. Zeytinin Biyoloji ve Fizyolojisi. (ed) Dünya Zeytin Ansiklopedisi (Türkçe Baskısı), Uluslararası Zeytinyağı Konseyi Yayını, Madrid, İspanya, 480s.
- Özkaya, M.T. 2003. "Standart Zeytin Çeşitlerimiz ve Bazı Özellikleri", Zeytin Yetiştiriciliği, Hasad Yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul. 22-41.
- Özkaya, M.T. ve Çelik, M., 1988. Ülkemiz Zeytin Yetiştiriciliğinin Bugünkü Durumu ve Sorunları. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tez Semineri.
- Özkaya, M.T., 2004. "Gemlik Zeytin (*Olea europaea* L.) Çeşidinde Farklı Dönemlerde Uygulanan Bazı Yaprak Gübrelerinin Meyve Verim ve Kalitesi Üzerine Etkileri." Tarım Bilimleri Dergisi, 10(3) 353-357, Ankara.
- Özkaya, M.T., Çakır, E., Ulaş, M. ve Ercan, H., 2006. "Kaliteli Zeytinyağı ve Erken Hasadın Zeytinyağı Kalitesine Etkileri", Zeytin Ağacı Dergisi, Kasım-Aralık, 1(4), 48-49.
- Özkaya, M.T., Çakır, E., Ulaş, M. ve Ercan, H., 2006. "Neden Kutsal Zeytin Ağacı?", Zeytin Ağacı Dergisi, Ağustos, 1(3), 22-24.
- Özkaya, M.T., Çakır, E., Ulaş, M. ve Ercan, H., 2006. "Zeytin Bahçesi Tesisinde Çeşit Seçimi", Zeytin Ağacı Dergisi, Eylül, 1(4).
- Özkaya, M.T., Çakır, E., Ulaş, M. ve Ercan, H., 2006. "Zeytin Hasadı", Zeytin Ağacı Dergisi, Ekim, 1(4), 12-13.
- Özkaya, M.T., Ergülen, E., Ülger, S. and Özlü, N., 2004. "Genetic and Biologic Characterization of Some Olive (*Olea europaea* L.) Cultivars Grown in Turkey." Tarım Bilimleri Dergisi, 10(2) 231-236, Ankara.
- Rallo, P., Dorado G. and Martin, A., (2000). "Development of simple sequence repeats (SSRs) in olive tree (*Olea europaea* L.)." Theor Appl Genet 101: 984-989.
- Viola, P. ve Audisio, M., 1987. Olive Oil and Health. International Olive Oil Council, p34.



Sibel Fadiloğlu<sup>1</sup>, Fahrettin Göğüş<sup>1</sup>

Zeytinyağı, zeytin (*Olea europaea L.*) ağacının olgun meyvelerinden hiçbir kimyasal işlem uygulanmadan mekanik yolla elde edilen, oda sıcaklığında sıvı olan, berrak, yeşilden sarıya değişen renkte, kendine özgü tat ve kokuda, doğal olarak tüketilebilen önemli bir bitkisel kaynaklı yağdır. Çözgen kullanılarak ekstrakte edilen ve reesterifikasyon işlemi görmüş (natürel trigliserit yapısı değiştirilmiş) yağlar ve diğer cins yağlarla karıştırılmış olanlar bu tanımın dışındadır.

Zeytin meyvesinden doğrudan veya dönüşerek zeytinyağı bünyesinde bulunan bileşenler temel olarak triaçilgliseroller olup düşük miktarda serbest yağ asitleri, gliserol, fosfatidler, pigmentler, karbonhidratlar, proteinler, koku bileşenleri, fenoller, steroller ve tanımlanmayan kalıntı maddelerdir. Bu bileşenlerin miktarı zeytin çeşidine ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Tarımsal ve iklimsel faktörlerin zeytinyağı özellikleri üzerine etkisini inceleyen birçok çalışma yapılmıştır. Bazı karşıt düşünceler olsa da tarım alanının yüksekliği ile zeytin kalitesi arasında doğrusal bir ilişkiden bahsedilmektedir. Öyle ki, bu konuda yapılan bir çalışmada 800 m yükseklikteki bahçelerin zeytininden elde edilen zeytinyağının 100 m yükseklikteki bahçelerinkinden üretilenden daha iyi kaliteye sahip olduğu belirtilmiştir. Kaliteyi belirleyen parametre ise yağın oksidatif dayanıklılığı olarak açıklanmaktadır.

Zeytinyağının kimyasal bileşimi incelendiğinde diğer yağlar gibi sabunlaşan (trigliseritler) (%99) ve sabunlaşmayan maddeler (%1) olmak üzere iki ana yapıdan meydana geldiği görülmektedir (Şekil 2.1). Zeytinyağı trigliseritlerin yanı sıra düşük miktarda serbest yağ asitleri, gliserol, renk maddeleri, aroma bileşenleri, steroller, tokoferol ve fenollerini içermektedir. Bunlar arasında küçük bir yüzdeyi oluşturan sabunlaşmayan maddeler insan sağlığı açısından önemli bir rol oynamaktadır. Zeytinyağının yapısını oluşturan temel bileşenler:

**Oleik Asit:** Zeytinyağı yüksek oranda tekli doymamış oleik asit içermektedir. Oleik asit, düşük yoğunluklu lipoproteinler (LDL)-kolesterolün düşmesine ve yüksek yoğunluklu lipoproteinler (HDL)-kolesterolün yükselmesine sebep olmasından dolayı diyetlerde büyük önem kazanmaktadır.

**Skualen (Hidrokarbon):** Metabolik öneme sahip olan bu bileşik zeytinyağında yüksek oranda mevcuttur.

**Tokoferoller:** Zeytinyağı  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\Delta$ -tokoferolleri içermekte ancak bunlar arasında en büyük yüzdeyi (%88)  $\alpha$ -tokoferol oluşturmaktadır. Zeytinyağındaki tokoferol

<sup>1</sup>Gaziantep Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü 27310 Gaziantep

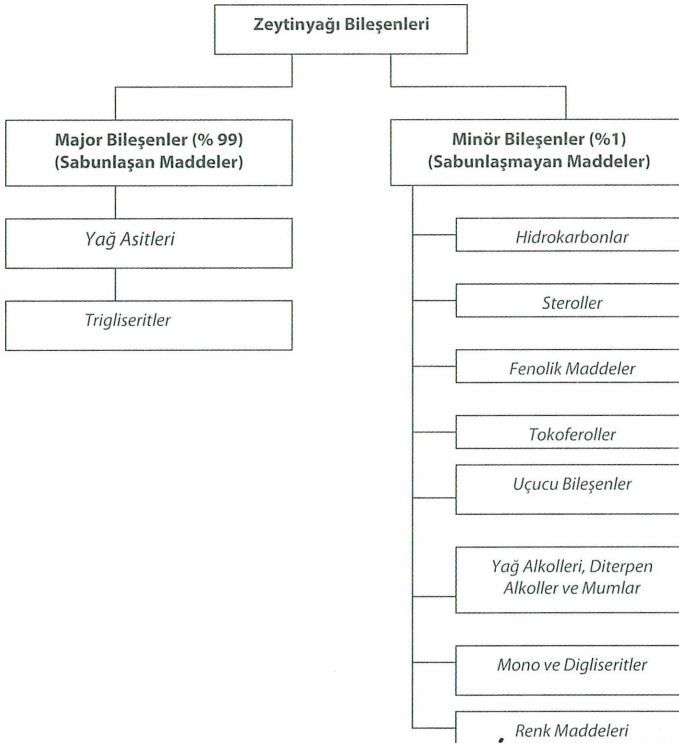
miktarı sadece zeytinde bulunmasına bağlı olmayıp, taşıma, depolama ve proses şartlarına göre değişim göstermektedir.

**Steroller:** Fitosteroller olarak da adlandırılan bitki sterollerini lipidlerin sabunlaşmayan fraksiyonunun büyük bir kısmını oluşturur. Sitosterol ve stigmasterol ham zeytinyağında en fazla bulunan fitosterollerdir.

**Pigmentler:** Zeytinyağının rengi klorofil ve feofitin bulunması ile ilişkilidir. Karotenoidler de zeytinyağının renginden sorumlu bir diğer bileşendir. Renk veren bu maddelerin bulunması toprak ve iklim şartları ile meyvenin olgunlaşmasına ve proses şartlarına bağlıdır.

**Fenolik Bileşenler:** Zeytin basit ve kompleks fenolik bileşenleri içermektedir. Bu bileşenlerin çoğu yağa geçmekte ve oksijen dayanıklılığını artırdığı gibi tadını da etkilemektedir. Hidroksitirozol, tirozol ve bazı fenolik asitler zeytinyağında bulunmaktadır. Zeytinyağında mevcut bu fenolik maddelerin miktarı ve kompozisyonu zeytin ağaçlarının yetiştiği alanın yüksekliğine, hasat zamanına ve proses şartlarına bağlıdır.

**Aroma Bileşenleri:** Zeytinyağının temel duyuşsal özelliğini aroma ve tat oluşturmaktadır. Bu duyuşsal özelliği veren, bir grup aroma bileşenleridir ve zeytin meyvesinde bu bileşenlerin oluşumu bir dizi enzimatik reaksiyonla gerçekleşmektedir.



Şekil 2.1. Zeytinyağının Temel Bileşenleri

Zeytinyağının; ayçiçek, soya, pamuk tohumu, mısırözü gibi diğer bitkisel yağlardan en önemli farkı, hiçbir kimyasal işleme tabi tutulmadan ve yabancı katkı maddesi içermeden, doğal olarak üretilmesidir. Zeytinyağı, yağ asidi dağılımı olarak, yüksek oranda tekli doymamış yağ asitleri içermektedir. Diğer sıvı yağlar ise (ayçiçek, mısırözü, soya vb.) daha çok çoklu doymamış yağ asitleri içermeleri nedeniyle farklıdır. Zeytinyağının %75-76'sı tekli doymamış (çoğunda %70 oleik asit), %15'i doymuş, %9-10'u çoklu doymamış yağ asitlerinden oluşur.

## 2.1. ZEYTİNYAĞINDAKİ YAĞ ASİTLERİ VE TRİGLİSERİTLER

Zeytinyağındaki trigliseritlerin oluşumunda bulunan yağ asitleri, zeytin ağacının bulunduğu bölgenin iklimsel ve tarımsal koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Zeytinyağının, Ulusal ve Uluslararası spesifikasyonlara göre başlıca yağ asidi bileşimi;

### Doymuş Yağ Asitleri:

- Palmitik asit : %7,5-20,0
- Stearik asit : %0,5-5,0

### Tekli Doymamış Yağ Asitleri:

- Oleik asit : %55,0-83,0
- Palmitoleik asit : %0,3-3,5

### Çoklu Doymamış Yağ Asitleri:

- Linoleik asit : %3,5-21,0
- Linolenik asit : %0,0-1,0

Zeytinyağında tekli doymamış yağ asitleri belirgin olarak fazla miktarda bulunmaktadır. Yağ asitlerinin bünyesinde doymamış bağların bulunması, yağlara özel biyolojik bir kalite kazandırmasına rağmen aynı zamanda onları oksijene karşı korunmasız kılmakta ve otoksidasyona neden olmaktadır. Otoksidasyonun hızı; mevcut çift bağların sayısı ile orantılı olup, antioksidan maddelerin yapısı ve miktarına bağlı olarak engellenmektedir.

### 2.1.1. Yağ Asitleri

Zeytinyağındaki en önemli bileşen  $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_n\text{COOH}$  genel formülü ile yağ asitleridir. Yağ asitleri genel olarak çift karbon sayılı, cis konfigürasyonda, dallanmamış ve düz zincirli mono karboksilik asitlerdir. Az olmakla birlikte doğada trans konfigürasyonda, tek karbon sayılı, dallanmış yağ asitleri ile siklik yağ asitleri de bulunmaktadır. Yağ asitlerindeki karbon sayısı 2-34 arasında değişmektedir. Yağ asidi molekülünde karbon sayısı 6'dan az ise "kısa", 6-10 arasında ise "orta", 12'den fazla ise "uzun zincirli" yağ asidi olarak tekrar bir alt gruplandırma oluşturulabilir.

Yağ asitleri, hidrokarbon zincirindeki bağlara göre doymuş veya doymamış yağ asitleri olmak üzere iki grupta incelenebilir. Çift bağ içermeyen yağ asitleri doymuş, bir (tekli doymamış) veya birden fazla (çoklu doymamış) çift bağ içerenler ise doymamış olarak sınıflandırılmaktadır. Doymamış bağların sayısı bir veya daha fazla olabilir ve doymamış yağ asitleri doymuş hale getirilebilir. Doymamış yağ asitleri kolaylıkla okside olabilirler. Özellikle çift bağın sayısının artması oksidasyonu kolaylaştırmaktadır. Metaller, ısı, ışık vb. faktörler ise oksidasyonu hızlandırmaktadır. Bilinen bütün doymamış yağ asitleri oda ısısında sıvıdır. Çift bağ sayısı arttıkça daha düşük derecelerde de sıvı kalabilirler. Örneğin 18:2 doymamış yağ asitleri 0° C' de sıvıdır. Doymamış yağ asitleri taşıdıkları çift bağlar sayesinde yüksek reaksiyon yeteneğine sahiptir. 2-4 Karbonlu yağ asitleri; asetik, propiyonik ve bütirik asit her oranda su ile karışmalarına karşılık, karbon sayısı arttıkça suyla karışma yetenekleri azalır. Karbon sayısı 10'dan fazla olan doymuş yağ asitleri su ile karışmazlar.

### Doymuş Yağ Asitleri

Doymuş yağ asitlerinde yağ asidi zincirini teşkil eden karbonların zincir haricinde olan bağlarının hepsi bir hidrojen atomu ile eşleşip çift bağ içermez. Karbon bağlarının hepsi hidrojen ile dolu olup oldukça dayanıklı yapıdadırlar. Yüksek sıcaklıklara kadar ısıtıldıklarında bile yapılarını büyük oranda muhafaza edebilir ve kolay kolay bozulmazlar. Oda sıcaklığında katı ya da yarı katı haldedirler. Genel olarak hayvansal yağlarda (kuyruk yağı, tereyağı, kaymak vs.) ve tropikal yağlarda (hindistan cevizi yağı) bulunan doymuş yağlar fazla alındığında kolesterol düzeyini yükseltir, kalp hastalıkları, kanser ve şişmanlık için risk faktörleri oluşturur.

Doymuş yağ asitleri insan vücudunda karbonhidrat ve protein metabolizması ile oluşan moleküllerden sentez edilebilir. Doymuş yağ asitlerinin açık ve kapalı formleri Tablo 2.1'de verilmiştir.

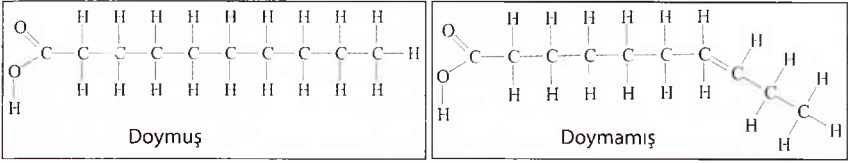
Tablo 2.1. Doymuş yağ asitlerinin açık ve kapalı formleri

Yağ Asidi	Kapalı Formül	Açık Formül
Asetik Asit	$C_2H_4O_2$	$CH_3COOH$
Propiyonik Asit	$C_3H_6O_2$	$CH_3CH_2COOH$
Bütirik Asit	$C_4H_8O_2$	$CH_3(CH_2)_2COOH$
Kaproik Asit	$C_6H_{12}O_2$	$CH_3(CH_2)_4COOH$
Kaprilik Asit	$C_8H_{16}O_2$	$CH_3(CH_2)_6COOH$
Kaprik Asit	$C_{10}H_{20}O_2$	$CH_3(CH_2)_8COOH$
Laurik Asit	$C_{12}H_{24}O_2$	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$
Miristik Asit	$C_{14}H_{28}O_2$	$CH_3(CH_2)_{12}COOH$
Palmitik Asit	$C_{16}H_{32}O_2$	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$
Stearik Asit	$C_{18}H_{36}O_2$	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$



### Doymamış Yağ Asitleri

Doymamış yağ asitlerinde bir veya daha fazla karbonun birer bağı hidrojenle bağlanmamıştır. Doymamış yağlar vücudun gereksinim duyduğu elzem yağ asitlerinin en iyi kaynaklarıdır. Oda sıcaklığında sıvı haldedirler ve büyük çoğunluğu bitkisel kaynaklıdır. Doymuş ve doymamış yağ asitlerinin yapısı C-10 için aşağıdaki şekilde verilmiştir.

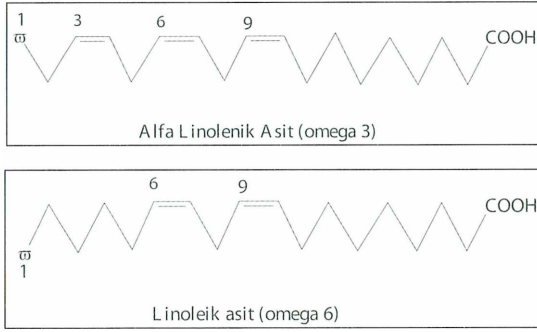


Doymamış yağlar tekli (tekli doymamış) ve çoklu (çoklu doymamış) yağlar olarak ikiye ayrılırlar. Tekli doymamış yağ asitleri insan vücudunda sentez edilebilir. Tekli doymamış yağların, günlük kalori gereksiniminin maksimum %15'ini, çoklu doymamış yağ asitlerinin ise maksimum %10'unu karşılayacak şekilde alınması önerilmektedir.

**Tekli Doymamış:** Tekli doymamış ya da diğer adıyla monoansatüre yağ asitleri, yapılarındaki iki karbon atomunun birbirine çift bağ ile bağlı olmasından dolayı iki hidrojen atomu eksik olan yağ asitleridir. Bu yağ asitlerinin kimyasal yapısında, çift bağın olduğu noktada bir bükülme oluştuğu için bu onların kolayca bir araya gelememelerine ve oda sıcaklığında sıvı halde bulunmalarına sebep olur. Buna rağmen doymuş yağlar kadar olmasa da dayanıklıdırlar. Tekli doymamış yağlar, LDL (kötü)-kolesterolü düşürmesi ve HDL (iyi)-kolesterolü yükseltmesi nedeni ile diyetlerde en çok istenen yağ çeşididir. Gıdalarda en yaygın bulunan türü oleik asittir ve zeytin yağı, badem yağı, fıstık yağı ve avokado bitkisinin yağında bulunur.

**Çoklu Doymamış:** Çoklu doymamış (poliansatüre) yağ asitleri, yapılarında iki ya da daha fazla çift bağ bulunan, dolayısıyla dört ya da daha fazla hidrojen atomu açığı olan yağ asitleridir. En çok bilinen iki örneği, iki çift bağı bulunan linoleik asit (omega-6 olarak da bilinir) ile üç çift bağı bulunan linolenik asit (omega-3 olarak da bilinir) tir. Vücudumuz, bu yağ asitlerini oluşturamadığı için omega-6 ve omega-3 yağ asitleri "elzem" yağ asitleri olarak da bilinir ve yediğimiz besinlerden sağlanır. Yapılarındaki çift bağlar sebebiyle kolayca bir araya gelemezler ve sıvı/akışkan haldedirler.

Omega-6 yağlarına örnek olarak mısırözü, ayçiçeği, pamuk ve soya fasulyesi yağı, Omega-3 yağlarına ise keten tohumu yağı, kabak çekirdeği, ceviz, yumurta sarısı ve balık gösterilebilir.



Doğadaki bütün yağlar, gerek hayvansal, gerekse bitkisel kökenli olsun, tek bir tür yağ asidi içermeyip, doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitlerinin bir kombinasyonundan oluşmuşlardır. Doymamış yağ asitlerinin açık ve kapalı formleri Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.2. Doymamış yağ asitlerinin açık ve kapalı formleri

Yağ Asidi	Kapalı Formül	Açık Formül
Palmitoleik Asit	$C_{16}H_{30}O_2$	$CH_3(CH_2)_5CH=CH(CH_2)_7COOH$
Oleik Asit	$C_{18}H_{34}O_2$	$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$
Linoleik Asit	$C_{18}H_{32}O_2$	$CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7COOH$
$\alpha$ -Linolenik Asit	$C_{18}H_{30}O_2$	$CH_3CH_2CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7COOH$
Araşidonik Asit	$C_{20}H_{32}O_2$	$CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_3COOH$

Doymamış yağ asitlerinde hidrokarbon zincirlerinin C=C çift bağı etrafında iki türlü pozisyonu mümkündür. Açıl zincirleri, söz konusu çift bağı aynı tarafında ise bu bileşik cis, birbirlerinin karşı tarafında iseler trans konfigürasyonda olur.

Doymamış yağ asitlerinde çift bağı yerinin değişmesiyle izomerler türerse de daha çok görülen izomer şekli, çift bağı etrafındaki dizilişe bağlı olarak ortaya çıkan cis ve trans izomerlerdir. Doymamış bitkisel yağların doğal yapısında sadece cis form mevcuttur. Ancak bu yağların kızartma amaçlı kullanımı bazı cis bağların trans forma dönüşmesine sebep olmaktadır. Bir kez kullanım sadece birkaç bağına değişimine sebep olurken, tekrar tekrar kullanılan yağda oluşan yüksek orandaki trans bağlar kansinojenik olabilmektedir.

Zeytinyağında sadece birkaç çeşit yağ asiti mevcut olup bunların oranları yağın beslenme değerini ve özelliğini etkileyen en önemli faktördür. Zeytinyağındaki temel yağ asitleri oleik ve linoleik olup az miktarda da linolenik asit mevcuttur.

- Oleik asit, tekli doymamış yağ asididir ve zeytinyağının %55-85'ini oluşturur.

(C<sub>17</sub>H<sub>33</sub>COOH) veya CH<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>7</sub>-CH=CH-(CH<sub>2</sub>)<sub>7</sub>-COOH kimyasal formülü ile oleat olarak da bilinmektedir.

- Linoleik asit, çoklu doymamış yağ asididir ve zeytinyağının %9'unu oluşturur.

(C<sub>17</sub>H<sub>31</sub>COOH) veya CH<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub>-CH=CH-CH<sub>2</sub>-CH=CH-(CH<sub>2</sub>)<sub>7</sub>-COOH kimyasal formülüne sahiptir.

- Linolenik asit, çoklu doymamış yağ asididir ve zeytinyağının %0-1,5'ini oluşturur.

(C<sub>17</sub>H<sub>29</sub>COOH) veya CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>-CH=CH-CH<sub>2</sub>-CH=CH-CH<sub>2</sub>-CH=CH-(CH<sub>2</sub>)<sub>7</sub>-COOH kimyasal formülüne sahiptir. Tablo 2.3'te zeytinyağı doymuş ve doymamış (tekli, çoklu) yağ asidi kompozisyonu diğer yağlarla kıyaslanmıştır.

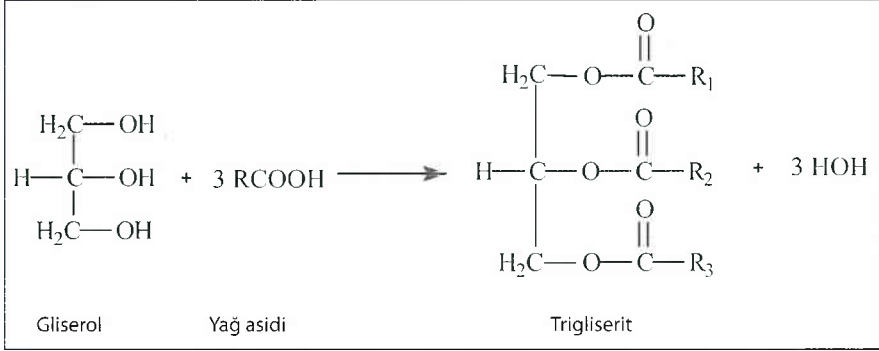
Tablo 2.3. Farklı yağların doymuş ve doymamış yağ asidi kompozisyonu

Yağ Çeşidi	Tekli Doymamış	Çoklu Doymamış	Doymuş
Zeytin	77%	9%	14%
Kanola	62%	32%	6%
Yerfıstığı	49%	33%	18%
Mısır	25%	62%	13%
Soya	24%	61%	15%
Ayçiçeği	20%	69%	11%
Hardal	76%	23%	1%
Badem	73%	19%	8%
Fındık	76%	14%	10%
Susam	40%	46%	14%
Avokado	70%	10%	20%
Pamuk	26%	50%	24%
Hurma	38%	10%	52%
Kakao	35%	3%	62%
Margarin (yumuşak)	47%	33%	20%
Margarin (sert)	14%	16%	80%

Kusursuz, sağlıklı zeytinden taze sıkılmış yağda serbest yağ asidi miktarı %0,5'in altındadır. Bu asitliğin sebebi ise trigliseritlerin hidrolizi sonucu yağ asitlerinin oluşmasına bağlıdır. Yağ elde edildikten sonra uygun olmayan koşullara maruz kalması bu hidrolizin devam etmesine ve sonuçta trigliseritlerin digliserit, monogliserit ve yağ asitlerine dönüşmesine sebep olmaktadır. Zeytinyağında yüksek asitliğin oluşmasına etki eden faktörler arasında meyvenin böceklerden zarar görmesi, hasat ve yağın ayrılması işlemleri arasında geçen sürenin uzun olması, meyvedeki fungal hastalıklar ve elde etme işlemi sonrası yağın ve kara suyun uzun süre temas etmesi sayılabilir.

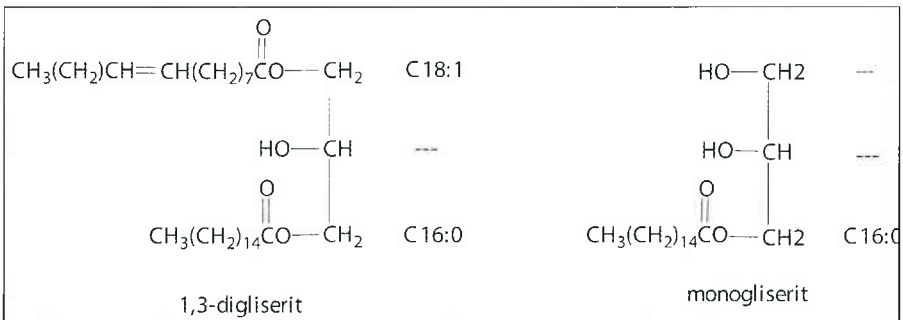
## 2.1.2. Trigliseritler

Trigliserit (triaçilgliserol veya triaçilgliserit olarak da bilinir), *gliserol* (*gliserin*) ve üç yağ asidinden oluşan bir esterdir. Bitkisel ve hayvansal yağların ana bileşenidir. Trigliseritler sudan daha düşük yoğunlukta, normal oda sıcaklığında katı veya sıvı haldedir.



Trigliseritler  $\text{CH}_2\text{COOR}_1-\text{CHCOOR}_2-\text{CH}_2-\text{COOR}_3$  olarak gösterildiğinde  $\text{R}_1$ ,  $\text{R}_2$ , ve  $\text{R}_3$  uzun *alkil* zincirleridir. Trigliseriti oluşturan yağ asitleri  $\text{R}_1\text{COOH}$ ,  $\text{R}_2\text{COOH}$  ve  $\text{R}_3\text{COOH}$ 'nin üçü de aynı, üçü de farklı, veya yalnızca ikisi aynı olabilir. Trigliseritin yapısındaki yağ asitlerinin üçü de aynı ise "basit trigliserit", iki veya üç farklı yağ asidinden oluşuyorsa "karışık trigliserit" diye adlandırılır. Molekülde yer alan yağ asidinin doymuş veya doymamış yapısal özellikte olması yağın değeri ve de kalitesini belirleyen niteliklerdir.

Gliserol, trihidrik bir alkol (üç-OH grubu içeren) olup üç molekül yağ asidini bünyesine bağlayarak monogliserit, digliserit ve trigliseritleri oluşturur. Yağ asitleri herhangi bir-OH grubu ile birleşebildiğinden ürün çeşitliliği geniştir. Monogliserit ve digliseritlere örnekler aşağıda verilmiştir.



Doğal trigliseritlerde rastlanan yağ asitlerinin zincir uzunlukları 3 ila 22 karbon atomu uzunluğu arasında değişebilmekle beraber 16 ve 18 en yaygın uzunlukta.

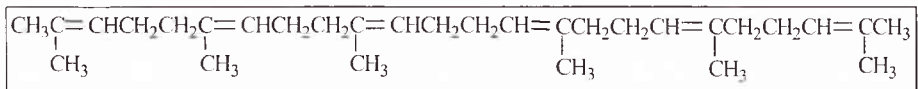
Zeytinyağı yüksek oranda oleik asit içeren trigliseritlerden oluşup çok düşük oranda digliserit içermektedir. Ancak digliserit varlığı zeytin yağının düşük kalitede olduğunu göstermektedir. Teorik olarak yağ asidi kompozisyonuna bağlı olarak zeytinyağında 70'den fazla trigliserit varlığından bahsetmek mümkündür. Ancak zeytinyağı kompozisyonunda mevcut olan trigliseritlerin sayısı bundan bir hayli düşüktür. Bunun sebebi bazı trigliseritlerin zeytinyağında bulunmaması veya eser miktarlarda mevcut olmasıdır. Tamamen doymuş trigliseritlerin (PPS, SSS, PSP, SPS gibi) ve benzer şekilde üçlü doymamış bağ içeren (linolenik asit) yağ asidi bulunduran (PPLn, SSLn, PSLn gibi) trigliseritlerin zeytinyağında bulunmadığı belirtilmektedir. Zeytinyağında temel olarak mevcut olan trigliseritler; OOO(%40-59), POO (%12-20), OOL(%12.5-20), POL(%5.5-7) ve SOO(%3-7) olarak bulunmuştur. Yağ asitlerinin gliserol üzerindeki pozisyonu incelendiğinde zeytinyağında sn-1, sn-2 ve sn-3 rastgele diziliminin olmadığı görülmüştür. Diğer bitkisel yağlar gibi zeytinyağı da sn-2 pozisyonunda yüksek oranda oleik asit, düşük oranda ise doymuş yağ asitleri içermektedir. Bu nedenle 2-pozisyonunda palmitik asit, varlığının tayini zeytinyağının başka bir yağ ile karıştırıldığını belirlemek için bir yöntemdir.

## 2.2. ZEYTİNYAĞINDAKİ MİNÖR BİLEŞENLER

Zeytinyağında sabunlaşmayan minör bileşenler; sabunlaşmayan yağ asidi esterleri, hidrokarbonlar, steroller, triterpenik alkoller, tokoferoller, fenoller, klorofiller, tat-koku bileşenleri ve polar fenolik bileşiklerdir. Mono ve digliseritler, fosfatidler, mumlar ve sterol esterleri de minör bileşenler olarak sınıflandırılmaktadır.

### 2.2.1. Hidrokarbonlar

Zeytinyağında fazla miktarda mevcut olan iki hidrokarbon, skualen ve  $\beta$ -karotendir. Zeytinyağındaki temel hidrokarbon kolesterol biyosentez yolunun ara ürünü olan triterpen skualen'dir. Saf zeytinyağı her 100 g için 400-450 mg skualen içerirken rafine zeytinyağı bu miktardan %25 daha az içermektedir. Skualen zeytinyağının sabunlaşmayan maddelerinin %40'ını (ağırlık olarak) oluşturmaktadır. Diğer bitkisel yağlar içinde zeytinyağı en fazla skualen içeren yağdır. Skualen'in yapısı Şekil 2.2 de verilmiştir.



Şekil 2.2. Skualenin yapısı

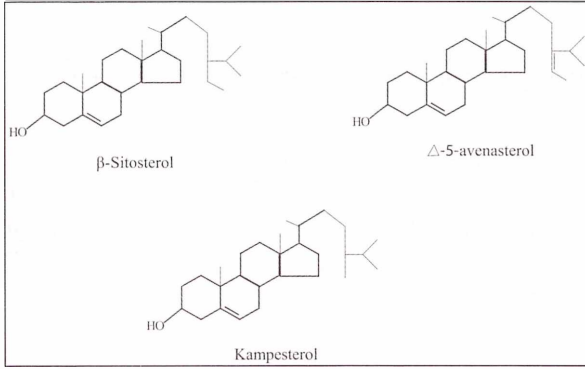
Skualen, deodorizasyon işleminde zeytinyağından ayrılarak yüksek konsantrasyonlarda deodorize atık ürününde bulunur. Skualen ( $C_{30}H_{50}$ ), 6 konjuge olmayan bağ içeren bir triterpen bileşik olup yüksek biyolojik değeri ile büyük miktarlarda ilaç yapımında, kozmetik formülasyonunda ve sağlıklı gıda ürünlerinde hammadde olarak kullanılmaktadır.

Zeytinyağında mevcut olan diğer hidrokarbonlar tek ve çift karbon sayısına sahip ( $C_{11}$ 'den  $C_{30}$ 'a değişen) parafinlerdir. Dallanmış-zincir hidrokarbonlar ve polisiklik aromatik hidrokarbonların da (naftalen, fenantren, piren, florantin, vs) zeytinyağında mevcut olduğu belirtilmiştir. Zeytinde yaklaşık 14 çeşit polisiklik aromatik hidrokarbonun varlığı rapor edilmiş olup hidrokarbon miktarının olgunlaşmayan zeytinlerde daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Bunun yanı sıra hidrokarbon miktarının ve diğer bileşenlerin zeytin ağacının yetiştiği iklimsel koşullara mesela yüksekliğe bağlı değişiklik gösterdiği bulunmuştur. Genelde aromatik hidrokarbonlar literatürde hidrokarbon fraksiyonunun bir bileşeni gibi beirtilse de, bazı çalışmalar da bu bileşenlerin normal metabolitten ziyade bulaşan bir fraksiyon olduğu ifade edilmiştir.

## 2.2.2. Steroller

Steroid alkoller olarak da tarif edilen steroller, steroid iskeletine ilaveten 8-10 karbonlu bir yan zincir ve bir alkol grubu içeren bileşiklerdir. Yağlarda serbest halde, yağ asidi esterleri olarak ve glukozidler olarak bulunurlar. Fitosteroller olarak da adlandırılan bitki sterollerini lipidlerin sabunlaşmayan fraksiyonunun büyük bir kısmını oluşturur. Yağın kalitesiyle doğrudan ilişkili olan bu fraksiyonlar, zeytinyağına diğer tohum yağları ve özellikle fındık yağı gibi yüksek oleik asit içeren yağlarla yapılan tağışları belirlemede kullanılan ve gerek Uluslararası Zeytinyağı Konseyi (UZK), gerekse Türk Gıda Kodeksi'nde yer alan önemli bir kriterdir. Kodekse göre zeytinyağında toplam sterol miktarı en az 1000 ppm olmalıdır. Ancak zeytinyağında sterol miktarı ve kompozisyonu toprak ve iklim koşullarına, meyve kalitesine, yağın elde edilme şekli ve rafinasyon işlemlerine ve depolama koşullarına göre farklılık göstermektedir. Kompozisyonları zeytin yağının çeşidine bağlı olan bu sterollerin kimyasal yapıları kolesterole benzemektedir. Zeytinyağında mevcut sterollerini dört grupta toplamak mümkündür: genel steroller ( $4\alpha$ -desmetilsteroller),  $4\alpha$ -metilsteroller,  $4,4$ -dimetilsteroller (triterpen alkoller) ve triterpen dialkoller.

*Genel steroller* ( $4\alpha$ -desmetilsteroller); Zeytinyağı temel olarak  $\beta$ -sitosterol,  $\Delta$ -5-avenasterol ve kampesterol içermektedir. Bunun yanı sıra zeytinyağında düşük miktarlarda stigmasterol, kolesterol,  $24$ -metilenkolesterol,  $\Delta$ -7-kampesterol,  $\Delta$ -5,23-stigmastadienol, sitostanol,  $\Delta$ -5,23-stigmastadienol,  $\Delta$ -7-stigmastenol ve  $\Delta$ -7-avenasterol varlığı da tespit edilmiştir. Pamuk yağı, zeytinyağı ve avokado yağı aynı sterollerini içermekte ve bu yağlarda  $\beta$ -sitosterol toplam sterol fraksiyonunun %90'lık kısmını oluşturmaktadır. Zeytinyağında bulunan başlıca sterollerin kimyasal yapısı Şekil 2.3'de görülmektedir.

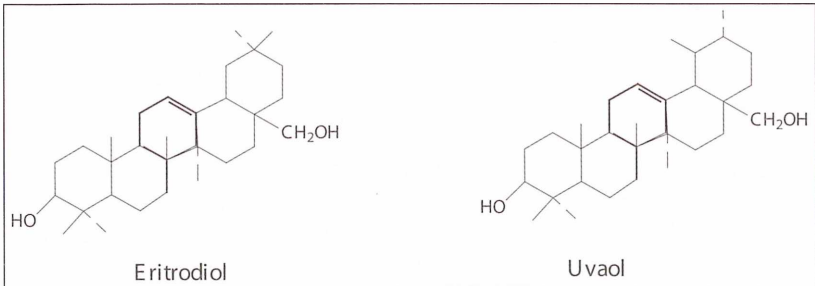


Şekil 2.3.  $\beta$ -sitosterol,  $\Delta$ -5-avenasterol, kampesterol yapısı

**4 $\alpha$ -metilsteroller;** Zeytinyağında bulunan metilsteroller 4 $\alpha$ -metil-24-metilen- $\Delta$ -7-kolesten-3 $\beta$ -ol (gramisterol), 4 $\alpha$ , 14 $\alpha$ -dimetil-24-metilen- $\Delta$ -8-kolesten-3 $\beta$ -ol (obtusifoliol), 4 $\alpha$ , 14 $\alpha$ -dimetil-9,19-siklopropen-24-metilen-kolesten-3 $\beta$ -ol (sikloeukalenol) ve 4 $\alpha$ -metil-(24Z)-24-etiliden- $\Delta$ -7-kolesten-3 $\beta$ -ol (sitrostadienol) dür. Yapılan çalışmalarda zeytinyağındaki sterol miktarının depolama esnasında oksidasyona bağlı azaldığı ve bu gruptaki sterollerin oksidasyona genel sterollerden ve triterpen alkollerden daha hassas olduğu belirtilmiştir.

**4,4-dimetilsteroller (triterpen alkoller);** Zeytinyağında bulunan triterpen alkollerin başlıcaları  $\beta$ -amirin, butrospermol, sikloartenol ve 24-metilen sikloartenoldür. Zeytinyağında bu bileşenlerin konsantrasyonu 100-150 mg/100 g aralığında belirlenmiştir. Rafinasyon sırasında triterpen alkollerin yapısı önemli oranda değişikliğe uğramaktadır. Özellikle 24-metilen sikloartenol yüzdesi açısından zeytinyağı ve pirina yağı arasında önemli fark belirlenmiştir.

**Triterpen dialkoller;** Bu grupta yer alan en önemli bileşenler eritrodol ve uvaol' dür (Şekil 2.4). Bu iki bileşenin miktarı zeytinyağında 1-20 mg/100 g iken pirina yağında 280 mg/100 g gibi yüksek bir değere sahiptir. Sterollerle birlikte tespit edilen bu alkoller zeytinyağında pirina varlığını belirten bir indikatör durumunda olup, Türk Gıda Kodeksi'ne göre zeytinyağı ve pirina yağında bu bileşenlerin yüzdesinin toplam steroller içerisinde %4,5'den fazla olmaması gerekmektedir.



Şekil 2.4. Eritrodol ve uvaol yapısı

Yukarıda da bahsedildiği gibi zeytinyağında mevcut sterollerin kompozisyon analizi, yağın saflığını ve diğer bitkisel yağların varlığını tespit etmek açısından önem taşımaktadır.  $\beta$ -sitosterol ve  $\Delta$ -7-stigmastenol içerikleri zeytinyağlarına yüksek oleik asitli tohum yağlarıyla yapılan tağışışlerin belirlenmesinde önemlidir.

Bu analizler aynı zamanda zeytin yağının çeşidinin (sızma, rafine vb.) belirlenmesine de yardımcı olmaktadır. Tablo 2.4'te LC-MS kullanarak farklı zeytinyağı çeşitlerinde belirlenen sterol ve triterpen dialkol (eritrodiol ve uvaol) miktarları verilmiştir.

Tablo 2.4. Analiz edilen farklı zeytinyağlarında sterol (mg kg<sup>-1</sup>) ve triterpen dialkol miktarları (Martinez-Vidal ve ark., 2007)

Yağ çeşidi	Kolesterol	$\Delta$ -5-avenasterol	$\beta$ -Sitosterol	Sitostanol	Stigmasterol	Toplam steroller	Eritrodiol+uvaol
Natürel Sızma Zeytinyağı	1,9	91,5	1124,4	7,3	8,2	1260,8	27,5
Natürel Birinci Zeytinyağı	2,8	35,1	640,9	2,3	6,4	687,4	18,1
Rafine Natürel Birinci Zeytinyağı	2,0	82,7	1268,8	1,1	12,0	1366,6	23,8
Rafine Pirina + Natürel Sızma Zeytinyağı	10,2	67,7	2031,3	7,2	16,2	2132,6	80,4

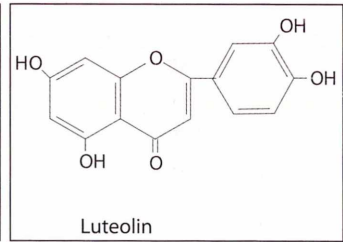
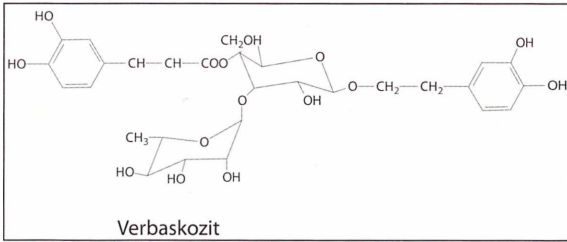
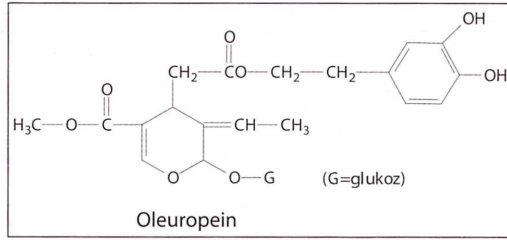
Tabloda görüldüğü gibi  $\beta$ -sitosterol ve  $\Delta$ -5-avenasterol tüm yağ çeşitlerinde en fazla rastlanan sterol fraksiyonudur. Kolesterol, sitostanol ve stigmasterol bütün yağlarda bulunmasına rağmen, çok düşük yüzdelere sahiptir. Yasalarla belirlenen otantik değerler göz önüne alındığında sadece bir yağ çeşidinin kabul edilebilir yasal sınırın (1.000 mg kg<sup>-1</sup>) altında toplam sterol içerdiği görülmüştür. Yine verilen değerlere göre pirina yağı içeren yağ natürel sızma zeytinyağından daha fazla sterol içermektedir. Triterpen dialkoller (eritrodiol ve uvaol) pirina yağında sızma yağlara kıyasla daha fazla bulunmakta, bu nedenle bu iki bileşenin belirlenmesi yağ çeşidinin belirlenmesi açısından önem taşımaktadır.

### 2.2.3. Fenolik Maddeler

Zeytinyağında mevcut fenolik bileşenler polifenoller olarak tanımlanmakta ve zeytinyağında sabunlaşmayan fraksiyonun büyük bir kısmını içermektedir. Zeytin meyvesinin içerdiği bu bileşenler hidrofilik yapıya sahip olmasına rağmen zeytinyağında da mevcuttur. Zeytinyağı en az 30 fenolik bileşen içerip bunlar vanilik, gallik, kumarik, kafeik asit, tirozol ve hidroksitirozol gibi basit fenolik bileşikler ile sekoiridoitler [oleuropein ve ligstrosit] ve lignanlar [(+)-1-asetoksinpinoresinol ve pinoresinol] gibi kompleks fenolik yapıları kapsamaktadır. Bu bileşenlerden birçoğu zeytinyağının oksidatif bozunmaya karşı dayanıklılığını arttırmaktadır. Literatürde sızma zeytinyağının oksidatif dayanıklılığı ile fenolik içeriği arasında doğrusal bir ilişki olduğu belirtilmektedir. Bunun yanı sıra fenoller güçlü antioksidan özelliğe sahip olup özellikle bu bileşikler yönünden zengin natürel sızma zeytinyağı tüketimi



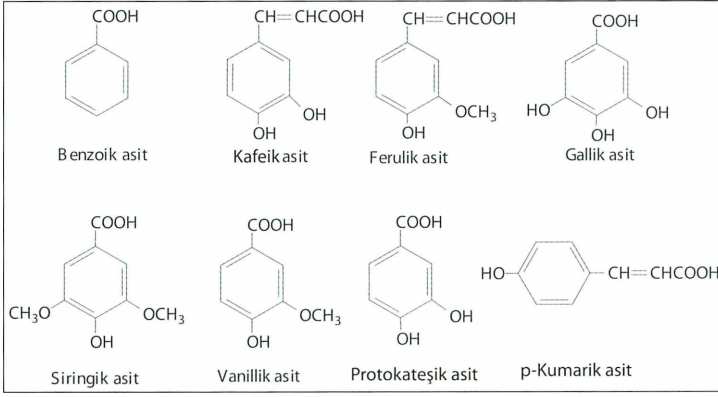
değişik kanser türlerine, kalp hastalıklarına ve yaşlanmaya karşı güçlü bir savunma mekanizması göstermektedir. Zeytinyağında bulunan fenolik bileşenler, zeytin meyvesinde bulunanlardan farklıdır. Basit ve kompleks olarak sınıflandırılan polifenoller içerisinde 3,4-dihidroksifenil-etanol (veya hidroksitirozol) ve p-hidroksifenil-etanol (veya tirozol) zeytinde en fazla bulunan fenolik alkollerdir. C6-C1 (benzoik asit) ve C6-C3 (sinnamik asit) kimyasal yapısına sahip fenolik asitler yine zeytinde mevcut olan bileşiklerdir. Zeytin meyvesinin esas olarak içerdiği glikozidler arasında oleuropein, verbaskozit, luteolin-7-glikozit ve rutin yer almaktadır. Bunlardan oleuropein, sekoiridoit bileşiklerden olup, zeytinlerin acılığından sorumlu temel fenolik bileşendir ve olgunlaşan zeytinde miktarı önemli ölçüde azalmaktadır. Oleuropein miktarı taze meyvede kuru maddenin %14' ünü oluşturmaktadır ve hasat zamanı toplanan bazı zeytin tiplerinde oldukça önemli miktarda bulunmaktadır. Zeytin meyvesi olgunlaştıkça ve renk yeşile döndükçe oleuropein konsantrasyonu azalmakta ve oleuropein'in hidroliz ürünü olup zeytinyağında önemli bir fenolik bileşen olan hidroksitirozol miktarı artmaktadır. Oleuropein miktarı zeytin rengi koyu kahveye döndüğünde daha da azalmaktadır. Zeytinde mevcut bu bileşiklerin kimyasal yapıları Şekil 2.5'te verilmiştir.



Şekil 2.5. Oleuropein, verbaskozit, luteolin'in kimyasal yapıları

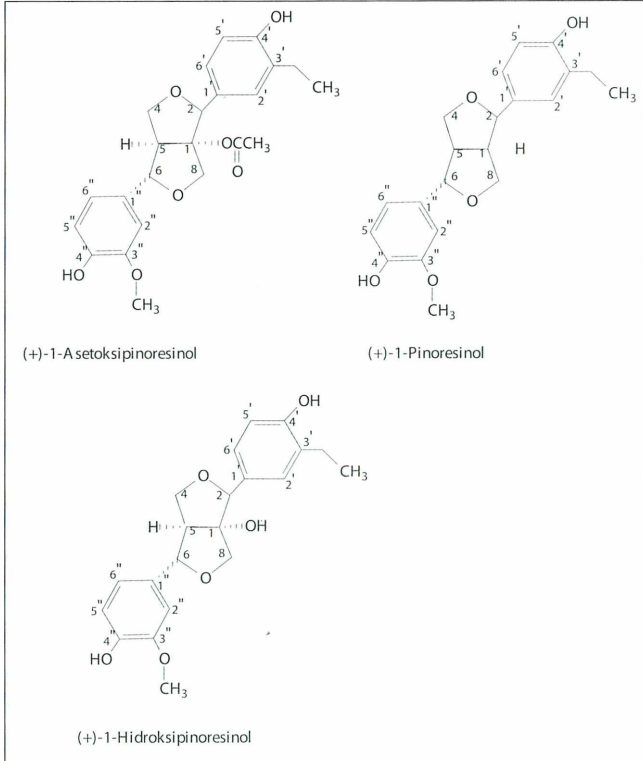
Tokoferoller, fenolik asitler, fenolik alkoller ve flavonoidler farklı familyadan birçok meyve ve sebze bulunurken sekoiridoitler sadece Oleaceae familyasına ait bitkilerde mevcuttur. Bazı çalışmalarda; oleuropein, demetiloleuropein ve verbaskosidin'in zeytinin tüm kısımlarında bulunmasına rağmen etli kısmında daha yoğun olduğu belirtilmiştir. Başka bir çalışmada ise, bu grupta yer alan bir diğer kompleks fenolik bileşik olan nüzhedin'in sadece çekirdek kısmında yer aldığı belirtilmiştir.

Basit fenoller olarak ilk sırada yer alan kafeik, vanilik, syringik, protokateşik, p-kumarik, o-kumarik ve 4-hidroksi-benzoik asit natürel sızma zeytinyağında bulunan temel fenolik asitlerdir. Zeytinyağında bulunan bazı fenolik asitlerin kimyasal yapıları Şekil 2.6'da verilmiştir.



Şekil 2.6. Fenolik asitlerin kimyasal yapıları

Sekoiridoit grubu altında tanımlanan oleuropein, demetileuropein, ligstrosit ve nüzhedin natürel sızma zeytinyağında mevcut kompleks fenolik bileşiklerdir. Natürel sızma zeytinyağında tespit edilen bir diğer fenolik bileşen Şekil 2.7'de kimyasal yapıları verilen lignanlardır.



Şekil 2.7. Lignanların kimyasal yapıları

Bu grupta yer alan (+)-pinoresinol birçok bitkide bulunan bir bileşendir. Bazı çalışmalarda (+)-1-asetokspinoresinol, (+)-1-hidroksipinoresinol ve bunların glikozidlerinin sadece zeytin ağacının kabuğunda bulunduğu belirtilmiştir. Bu nedenle lignanların zeytinyağındaki fenolik fraksiyona nasıl dahil olduğu bilinmemektedir. Lignanlar tohum yağlarında ve rafine edilmiş zeytinyağında bulunmayıp sızma zeytinyağında konsantrasyonları 100 mg/kg'a ulaşabilmektedir. Diğer basit fenoller ve sekoroitlere benzer şekilde, farklı orijinden elde edilen zeytinyağlarının lignan içeriğinde de farklılıklar belirlenmiştir. Bunun temel sebebi iklim farklılığına, zeytin çeşidine ve üretimdeki farklılıklara bağlanmaktadır.

Yüksek kalite zeytinyağlarının duyuşal ve antioksidan özelliğinden sorumlu fenolik bileşiklerin kantitatif olarak belirlenmesi metot farklılığına ve hassasiyetine bağlı olarak çalışmalar arasında farklılıklar göstermektedir. Zeytinyağındaki toplam fenol miktarı bir çalışmada 800 mg/kg ve 1 g/kg arasında bulunurken bir diğer çalışmada bu miktar 500 mg/kg olarak bulunmuştur. Başka bir araştırmada ise fenol miktarı sızma zeytinyağında  $232 \pm 15$  mg/kg, rafine zeytinyağında ise  $62 \pm 12$  mg/kg olarak ifade edilmiştir. Bu sonuçlarda da görüldüğü gibi toplam fenol miktarı sızma zeytinyağında rafine zeytinyağından daha yüksektir. Bu konuda benzer sonuçlar diğer çalışmalarda da verilmektedir. Basit fenoller sızma zeytinyağında ortalama olarak 4,2 mg/100 g iken, rafine edilmiş zeytinyağında 0,47 mg/100 g'dır. Ayrıca oleuropein ve ligstroside gibi sekoiridoitlerin sızma zeytinyağında miktarı 2,8 mg/100g, rafine edilmiş zeytinyağında 0,93 mg/100 g olarak tespit edilirken, lignan gibi çok kompleks moleküllerin sızma zeytinyağında 4,15 mg/100 g ve rafine edilmiş zeytinyağında 0,73 mg/100 g olduğu belirtilmiştir. Zeytinyağında mevcut oleuropein, hidroksitirozol ve tirozol miktarları için farklı literatürden alınan değerler Tablo 2.5'te verilmiştir.

Tablo 2.5. Zeytinyağındaki temel fenolik maddelerin miktarı  
(Owen ve ark, 2000; Montedoro ve ark, 1992; Coni ve ark, 2000)

	Hidroksitirozol	Tirozol	Oleuropein
Natürel Sızma Zeytinyağı	14,42±3,01 mg/kg	27,45±4,05 mg/kg	2,3-9,0 mg/kg
Riviera Zeytinyağı	1,4-5,6 mg/kg	4,69±0,77 mg/kg	
Rafine Zeytinyağı	1,74±0,84 mg/kg	2,98±1,33 mg/kg	

Yağın fenolik bileşen miktarını etkileyen diğer faktörler; tarım alanı özellikleri, iklim, zeytin türü ve hasat zamanı, zeytinin olgunlaşma seviyesi, üretim ve depolamadır. Bazı istisnalar olsa da yüksek arazilerde yetişen zeytinden elde edilen yağın yüksek tokoferol ve toplam fenolik madde içerdiği belirtilmektedir. Benzer çalışmalarda fenolik madde miktarını ve dolayısı ile zeytinyağı kalitesini etkileyen bir diğer önemli husus zeytinin hasat dönemi olarak belirtilmektedir. İyi kalitede zeytinyağının birinci hasat döneminde toplanan zeytinlerden elde edildiği ve olgunlaşma seviyesi arttıkça zeytinde asitliğin artıp fenolik bileşen miktarının azaldığı sonucuna varılmıştır. Bu nedenle optimum hasat zamanının belirlenmesi yağın organoleptik özelliklerini korumak açısından büyük önem taşımaktadır. Yunanistan'da iki farklı zeytin çeşidinden (Tsounati ve Koroneiki) değişik hasat zamanlarında elde edilen zeytinyağlarında fenolik bileşenler tespit edilmiştir (Tablo 2.6).

Tablo 2.6. Farklı tür zeytinlerde, farklı hasat dönemlerinde elde edilen zeytinyağlarında mevcut fenolik bileşenler (Harzallah, H., 1993)

Fenolik Bileşenler	Birinci hasat (Aralık)		İkinci hasat (Şubat)		Üçüncü hasat (Nisan)	
	Tsounati	Koroneiki	Tsounati	Koroneiki	Tsounati	Koroneiki
Kafeik asit	+	+	+	+	+	-
Gallik asit	+	+	+	+	+	-
Gentisik asit	+	-	+	+	+	-
Hidrokafeik asit	+	+	+	+	+	-
4-Hidroksi-3-methoksifenil asetik asit	+	+	+	+	+	-
p-Hidroksibenzoik asit	-	-	+	+	+	-
Protokatekhuik asit	-	-	+	+	+	-
Pirogallol	+	+	+	+	+	-
Siringic asit	+	+	+	+	+	-
Vanillik asit	+	+	+	+	+	-

Tabloda görüldüğü gibi fenolik bileşenlerin varlığı zeytin çeşidine ve hasat dönemine bağlı olarak değişmektedir. Zeytinyağında toplam fenol ve 1,2-difenol içeriğini etkileyen bir diğer unsur yağın elde edilmesi işlemi olup, temel olarak yağ çıkarmak için uygulanan kuvvet ve zeytin hamuruna eklenen su miktarı en önemli faktörlerdir. Fenolik bileşenler suda çözünür olduğundan zeytin hamuruna suyun eklenmesi fenolik madde miktarının ve buna bağlı olarak yağın kalitesinin düşmesine sebep olmaktadır. Tablo 2.7'de görüldüğü gibi presleme ve perkolasyon ile elde edilen yağların toplam fenol ve o-difenol içeriği santrifüjleme ile elde edilen zeytinyağları için verilen organoleptik değerler arasında bir fark olmaması, iyi kalitede zeytinyağı üretimi için uygulanacak metod seçiminin halen tartışmalı bir konu olduğu kanısını doğrulamaktadır.

Tablo 2.7. Presleme, perkolasyon ve santrifüjleme ile elde edilen zeytinyağlarının bazı kalite özellikleri (Ryan ve Robards, 1998)

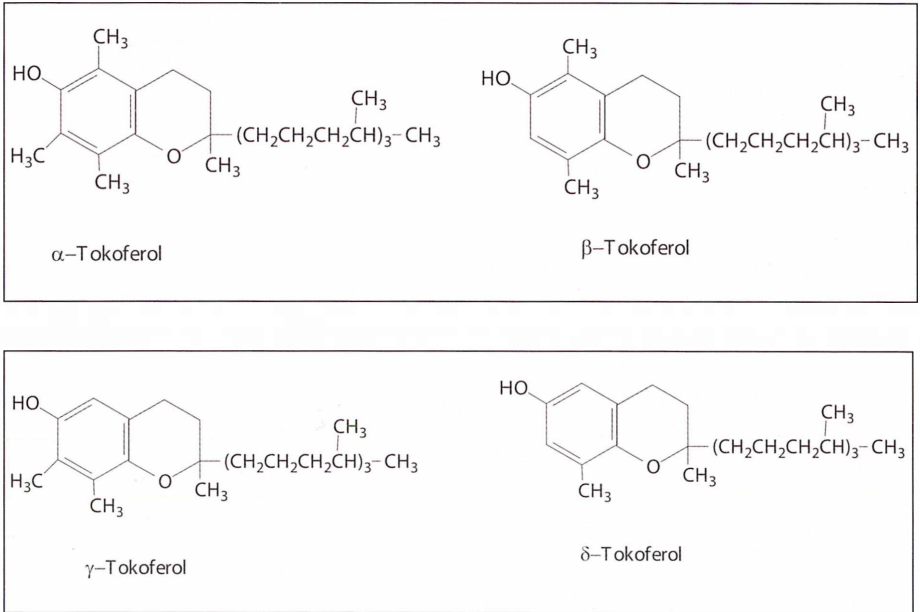
	Sistem	Ortalama*	Minimum	Maksimum
Toplam fenoller (gallik asit, mg/l)	Presleme	158a	111	197
	Perkolasyon	157a	103	185
	Santrifüjleme	121b	87	158
o-Difenoller (kafeik asit, mg/l)	Presleme	100a	66	154
	Perkolasyon	99a	62	149
	Santrifüjleme	61b	32	92
Organoleptik değerler	Presleme	6.9a	6.2	7.4
	Perkolasyon	7.0a	6.7	7.4
	Santrifüjleme	7.0a	6.7	7.2

\*Farklı harfler önemli (P<0.05) farkı göstermektedir.

Zeytinyağının tat ve kokusu ile polifenol içeriği arasında sıkı bir ilişkinin olduğu belirtilmektedir. Hidroksitirozol iyi kalite zeytinyağında mevcut iken tirozol ve bazı fenolik asitlerin kötü kalite zeytinyağında bulunan bileşenler olduğu belirtilmektedir.

## 2.2.4. Tokoferoller

Tokoferoller gerek yağların dayanıklılığı üzerindeki olumlu etkileri gerekse radikal oluşumunu engelleyici biyolojik rolünden dolayı yağların önemli bir bileşenidir. Zeytinyağında mevcut olan tokoferoller, kimyasal yapıları Şekil 2.8'de verilen  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  ve  $\Delta$ -tokoferol olup en yüksek E vitamini etkisine sahip olan  $\alpha$ -tokoferol biyolojik ve antioksidatif etkinlik yönünden ayrı bir öneme sahiptir.



Şekil 2.8. Zeytinyağında mevcut tokoferollerin kimyasal yapıları

Zeytinyağında mevcut tokoferollerin %95'ini  $\alpha$ -tokoferol oluşturmaktadır. İyi kalite sızma zeytinyağı için literatürde verilen  $\alpha$ -tokoferol miktarı 100-300 ppm arasında olup  $\beta$ - and  $\gamma$ -tokoferol daha az miktarda,  $\Delta$ -tokoferol ise eser miktarlarda bulunmaktadır. Ancak yağda  $\alpha$ -tokoferol miktarı çeşitli faktörlere bağlı olup zeytinin çeşidi, meyvenin olgunluğu, saklama koşulları ve depolama süresi de bu anlamda oldukça önemlidir. Öyle ki, yüksek asitliğe sahip ticari yağlarda bu miktar 5 ppm seviyesine kadar düşebilmektedir. Hasat dönemi tokoferol içeriğini etkileyen bir diğer unsur olup erken hasat edilen danelerden elde edilen yağların tokoferol içeriği daha yüksek bulunmuştur. Hasat sonrası yağın ayrılması işlemine kadar geçen

süre de yine tokoferol içeriği üzerine etkili olup hasattan 10-15 gün sonra işlenmiş zeytinlerden elde edilen yağların tokoferol içeriği yüksek ancak fenolik bileşen miktarı düşük bulunmuştur. Bunun başlıca nedeni olarak tokoferol biyosentezinin hasattan sonra devam etmesi ancak fenolik maddelerin bu süre içindeki hidrolizi ile açıklanmaktadır. Bu konu ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada yağın elde edilme şartlarının  $\alpha$ -tokoferol üzerinde etkisi olmadığı, iyi işlenmiş ve uygun şartlarda depolanmış yağların iki yıl boyunca yüksek  $\alpha$ -tokoferol içeriğini ve dolayısı ile besleyici özelliğini koruyabildiği rapor edilmiştir. Ancak rafinasyon ve özellikle deodorizasyon işlemleri zeytinyağında tokoferol miktarını önemli ölçüde düşürmektedir. Bu konuda yapılan bir çalışmada sızma zeytinyağı, zeytinyağı, pirina ve rafine zeytinyağı için verilen toplam  $\alpha$ -ve  $\gamma$ -tokoferol miktarları sırası ile 113, 81, 156 ve 37'dir. Rafine zeytinyağında özellikle  $\gamma$ -tokoferol miktarının çok düşük olduğu da belirtilmektedir. Zeytinyağında  $\alpha$ -tokoferol miktarının belirlenmesi tohum yağları ile yapılan taşışların belirlenmesi açısından önem taşımaktadır. Çünkü zeytinyağındaki  $\alpha$ -tokoferol/çoklu doymamış yağ asitleri oranının diğer bitkisel yağlarda tespit edilen orandan yüksek olduğu belirtilmektedir.

### 2.2.5. Uçucu Bileşenler

Zeytinyağının eşsiz ve nefis tadını veren yağın ayrılması esnasında ve sonrasında oluşan uçucu bileşenlerdir. Zeytinyağının besinsel değeri, içerdiği yüksek oranda oleik asit ve bazı minör bileşenlerin varlığına bağlı iken, aroması doğrudan uçucu bileşenler ile ilgilidir. Uçucu bileşenler düşük molekül ağırlığına sahip ( $> 300$  Da) oda sıcaklığında kolaylıkla buharlaşabilen maddelerdir. Zeytinyağında mevcut bu bileşenler yağ asitlerinin oksidasyonu ile oluşmaktadır. Genellikle iç kaynaklı bitki enzimlerinin lipoksigenaz metabolik yolu ile zeytinyağında istenen aromanın oluşmasına, ancak kimyasal oksidasyon ve mikrobiyal bazlı dış kaynaklı enzimlerin duysal kusurlara sebep olduğu düşünülmektedir. Proses şartları, meyve ve yağın saklanma koşulları tat ve kokuyu dolayısı ile zeytinyağının kalitesini etkileyen önemli unsurlardır.

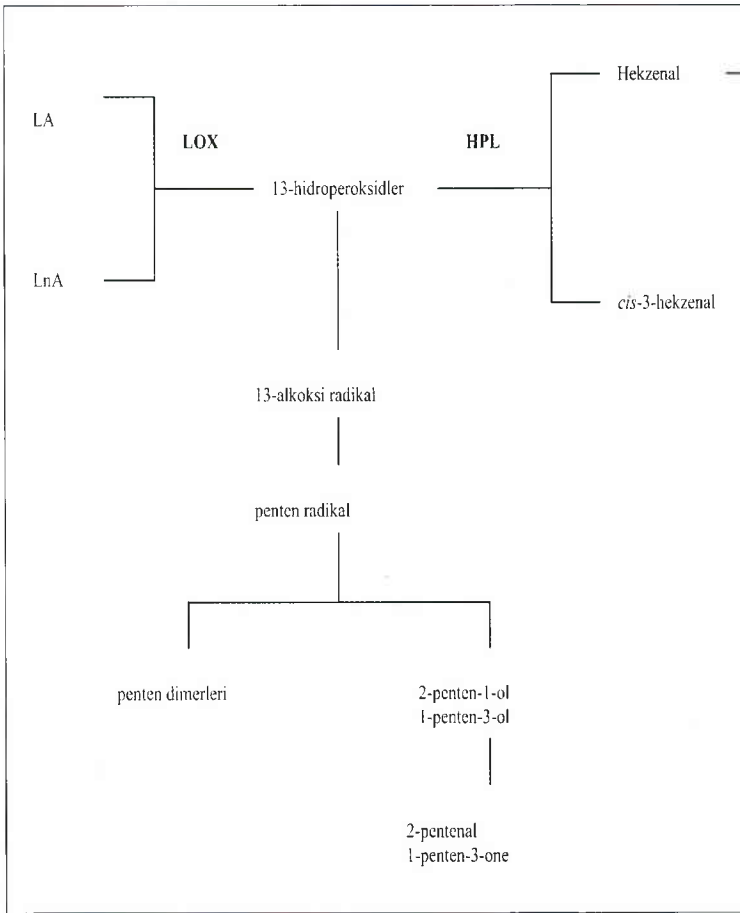
Aldehitler, alkoller, esterler, hidrokarbonlar, ketonlar, ve muhtemelen tanımlanamayan birçok uçucu bileşen zeytinyağının aromasından sorumludur. Sızma zeytinyağında tanımlanan başlıca uçucu bileşenler 5 ve 6 karbonlu bileşenlerdir. Özellikle düz zincirli doymuş veya doymamış  $C_6$  aldehitler sızma zeytinyağının aromasını veren en önemli gruptur. Hekzanal, trans-2-hekzenal, hekzan-1-ol ve 3-metilbutan-1-ol birçok sızma zeytinyağında bulunmaktadır. Bunun yanı sıra sızma zeytinyağının aromasında yüksek konsantrasyonlarda mevcut olabilen ve kusur olarak değerlendirilen diğer uçucu bileşenler  $C_7$ - $C_{11}$  tekli doymamış aldehitler,  $C_6$ - $C_{10}$  dienaller,  $C_5$  dallanmış aldehitler ve alkoller ve bazı  $C_8$  ketonlardır.

Uçucu bileşenler sızma zeytinyağında kimyasal ve enzimatik oksidasyon sonucu oluşmaktadır. Yağın kimyasal oksidasyonu ile oluşan uçucu bileşenler zeytinyağındaki istenmeyen tat ve kokudan sorumlu olup bu mekanizma oksidatif ransidite olarak tanımlanmaktadır. Buna karşın özellikle lipoksigenaz (LOX) metabolik yolu ile gerçekleşen enzimatik oksidasyon zeytinyağında istenen aromanın oluşmasını sağlamaktadır.

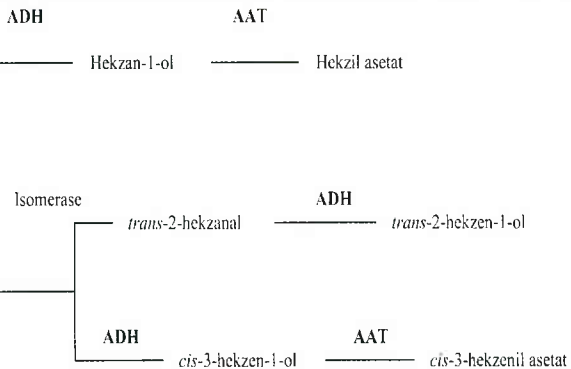
Temel aroma bileşenleri olan  $C_6$  ve  $C_5$  bileşenleri çoklu doymamış yağ asitlerinden LOX metabolik yolu ile enzimatik tepkimeler sonucu oluşmakta ve bu nedenle konsantrasyonları bu mekanizmada yer alan enzimlerin aktivitesine bağlı olarak değişmektedir.  $C_6$  ve  $C_5$  uçucu bileşenlerinin LOX metabolik yolu ile oluşumu Şekil 2.9'da verilmiştir.

Şekilde görüldüğü gibi bu sentez lipoksigenaz enziminin etkisi ile linoleik (LA) ve linolenik (LnA) asitten 9-ve 13-hidroperoksitlerin oluşumu ile başlamaktadır. Hemen sonrasında 13-hidroperoksitlerin spesifik hidroperoksit liyaz tarafından parçalanması  $C_6$  aldehitlerin oluşmasıyla ve doymamış cis-3 halinin daha dayanıklı trans-2 izomerine dönüşmesiyle devam etmektedir. Alkol dehidrogenaz (ADH) etkisi ile  $C_6$  aldehitler ilgili alkollere indirgenmekte ve alkol asetil transferaz aktivitesi esterlerin oluşumunu sağlamaktadır. LOX metabolik yolunda sübstrat linolenik asit olduğu zaman ek bir dönüşüm yolundan bahsetmek mümkündür. LOX hidroperoksit oluşumunu katalizlerken aynı zamanda onun parçalanmasını ve sonuçta 1,3-penten radikallerinin oluşumunu sağlamaktadır. Bu ürün dimer oluşturarak  $C_{10}$  hidrokarbonları veya ortamda bulunan hidroksi radikalleri ile bağlanıp  $C_5$  alkolleri ve daha sonra enzimatik olarak oksitlenerek  $C_5$  karbonil bileşenlerini oluşturmaktadır. LOX metabolik yolu zeytinin parçalanması esnasında aktif olup,  $C_6$  ve  $C_5$  bileşenleri çözünürlüklerine bağlı olarak yağ fazına dahil olmakta ve zeytin hamurunun malaksasyonu esnasında birikmektedir. Bu nedenle malaksasyon sıcaklığı LOX metabolik yolunda mevcut enzimlerin aktivitesini dolayısı ile  $C_6$  ve  $C_5$  bileşenlerinin konsantrasyonunu etkilemektedir.

Şekil 2.9. C<sub>6</sub> ve C<sub>5</sub> uçucu bileşenlerinin LOX metabolik yolu ile oluşumu







**LOX** : Lipoksigenez

**LA** : Linoleik asit

**LnA** : Linolenik asit

**ADH** : Alkol dehidrogenaz

**HPL** : Hidroperoksid liyaz

**AAT** : Alkol asetil transferaz

Zeytinyağında mevcut uçucu bileşenler ve koku tanımları Tablo 2.8'de verilmiştir.

Tablo 2.8. Zeytinyağındaki uçucu bileşenler ve duyuusal tanımları

Uçucu Bileşenler	Koku Tanımları
<b>Aldehitler</b>	
Asetaldehit	keskin, tatlı, çiçeksi
Propanal	tatlı, keskin, çiçeksi
2-Metil-propanal	pişmiş, karamel
Hekzenal	yeşil, elma gibi, kesilmiş çimen
Heptanal	yağsı
Oktanal	turunçgillere benzer, sabunsu
Nonanal	sabunsu, turunçgillere benzer
Dekanal	sabunsu, turunçgillere benzer
2-Metil butanal	malt gibi
3-Metil butanal	tatlı, meyvemsi, malt gibi
2-Metil-2-butenal	elma
trans-2-Pentenal	yeşil, elma, çiçeksi
cis-2-Pentenal	yeşil, hoş, tatlı
trans-2-Hekzenal	acı, badem, yeşil, yeşil elma gibi, yağsı, acı badem gibi, kesilmiş çimen,
cis-2-Hekzenal	yeşil, meyvemsi, tatlı
trans-3-Hekzenal	enginar, yeşil, çiçeksi
cis-3-Hekzenal	yeşil yaprak, çimensi, yeşil, elma gibi, yaprak gibi, kesilmiş çimen
2-Oktenal	meyvemsi, sabun, yağsı
cis-2-Nonenal	yeşil, yağsı
trans-2-Nonenal	kâğıt gibi, yağsı, keskin, kesilmiş çimen
2-Desenal	yağsı
2,4-Hekzadienal	kesilmiş çimen
2,4-Heptadienal	yağsı, fındık
2,4-Nonadienal	yağda kızartılmış
2,6-Nonadienal	hıyar gibi
2,4-Dekadienal	yağda kızartılmış
Benzaldehit	badem
Fenilasetaldehit	acı, fenolik
<b>Ketonlar</b>	
Pentan-3-on	tatlı
1-Pentan-3-on	tatlı, çilek, keskin, acı, yeşil, metalik
1-Okten-3-on	mantarimsı
<b>Alkoller</b>	
Etanol	alkolik, olgun elma, çiçeksi
Pentan-1-ol	acı
Hekzan-1-ol	meyvemsi, aromatik, kesilmiş çimen

2-Metil-propan-1-ol	etil asetat gibi
2-Metil-butan-1-ol	balık yağı
cis-2-Penten-1-ol	muz
trans-3-Hekzen-1-ol	meyvemsi, yağsı, acı, kesilmiş çimen
cis-3-Hekzen-1-ol	muz, yaprak gibi, yeşil meyvemsi, acı
trans-2-Hekzen-1-ol	yeşil, çimensi, meyvemsi, yağsı, acı
cis-2-Hekzen-1-ol	yeşil meyve, yeşil meyvemsi
1-Penten-3-ol	ıslak toprak
<b>Esterler</b>	
Metil asetat	ester
Butil asetat	yeşil, keskin, tatlı
Etil asetat	tatlı, aromatik
Etil propanoat	tatlı, çilek, elma
Etil butirat	peynirimsi, meyvemsi
Etil isobutirat	meyvemsi
Etil 2-metilbutirat	meyvemsi
Etil 3-metilbutirat	meyvemsi
Cis-3-Hekzenil asetat	yeşil-muz, meyvemsi, yeşil yapraklar
Hekzil asetat	tatlı, meyvemsi, çiçeksi
3-Metilbutil asetat	muz
Metil 2-metilbutirat	meyvemsi
Metil dekanoat	temiz hava
Metil nonanoat	meyvemsi, tatlı, çiçeksi
<b>Asitler</b>	
Asetik asit	keskin, asetik asit gibi
Propanoik asid	aromatik, acı
Butanoik asit	tereyağsı, bozulmuş
Pentanoik asit	ter kokulu, keskin, kokuşmuş
Hekzanoik asit	ter kokulu, keskin
3-Metilbutirik	ter kokulu
2-Metilbutirik	ter kokulu
<b>Diğerleri</b>	
Metilbenzen	tutkal, çözücü gibi
Etilbenzen	ağır koku
Etilfuran	tatlı, bozulmuş
Dimetilsulfit	organik, ıslak toprak
Dipropil disulfit	pışmış et
Siklopropan	misk kokusu

Zeytin çeşidi, coğrafi bölge, meyvenin olgunluğu, işleme metot ve şartları zeytinyağının uçucu bileşen kompozisyonunu etkileyen faktörlerdir. Aynı çevresel şartlarda yetişen farklı zeytin çeşitlerinden veya aynı çeşidin farklı çevresel şartlarda yetişen zeytinlerinden elde edilen yağın uçucu bileşenleri farklılık göstermektedir. Bu konuda yapılan bir çalışmada, uçucu bileşenler içinde en önemli grubu oluşturan C6 aldehitlerinin miktarının farklı zeytin çeşitlerinden elde edilen zeytinyağlarında %50,6'dan %94,7'ye kadar değiştiği belirtilmektedir. Benzer şekilde alkollerin ve esterlerin yüzdesi de zeytin çeşidine bağlı farklılık gösterip alkol miktarı %4,1 ile %42,9 arasında değişirken ester miktarı %0,1 ile %6,5 arasındadır. Uçucu bileşen kompozisyonunu etkileyen bir diğer faktör meyvenin olgunluk derecesi olup, çalışmalar zeytinyağındaki aroma bileşenlerinin belli bir noktaya kadar meyvenin olgunluk derecesine bağlı arttığını göstermiştir. Ancak bu noktadan sonra bu ilişkinin tersine döndüğü gözlenmiştir. Zeytinyağında uçucu bileşenlerin ve polifenollerin en yüksek konsantrasyona eriştiği dönem zeytinlerin yarı siyah ve tamamen siyah olduğu dönemin ortası olduğu ve yine bu dönemde meyvedeki yağ konsantrasyonunun maksimuma ulaştığı belirtilmektedir. Uygulanan metotlar ve şartları, farklı aroma ve tat unsurlarına sahip zeytinyağının elde edilmesine sebep olmaktadır. Literatürde belirtildiğine göre, yağ işlemede öğütme ve presleme işleminin birlikte uygulanması sadece preslemeye göre daha fazla aldehit oluşturmaktadır. Malaksasyon sıcaklığı ve süresi proses sırasında kontrol edilebilen ve yağın duyuşsal özelliklerini değiştiren iki önemli parametredir. Araştırmalar zeytin hamurunun 30°C'de malaksasyonunun hem istenen, hoş yeşil sızma zeytinyağı oluşumuna hem de verimli bir ayırmanın gerçekleşmesine ancak işlem 35°C'de gerçekleştiğinde yağ verimine katkısı olmaksızın birçok duyuşsal kusurun oluşmasına yol açtığını belirtmektedir. Uzun malaksasyon süresi her ne kadar toplam uçucu bileşen miktarını artırsa da sızma zeytin yağının istenen aromasını sağlayan uçucuların miktarının düşmesine ve 2-metil butanol ve 3-metil butanol gibi bileşenlerin artan miktarda oluşmasına sebep olmaktadır.

Yapılan diğer bir çalışmada, çekirdeği uzaklaştırılmış zeytinden elde edilen yağda C<sub>6</sub> ve C<sub>5</sub> bileşenlerinin miktarının çekirdeğiyle işlenen zeytinden elde edilen yağinkinden daha fazla olduğu belirtilmektedir. Bu durum çekirdeksiz olarak işlenen zeytinde öğütme sırasında hamurun daha fazla baskıya maruz kalması ve bu nedenle LOX metabolik yolunda yer alan membran-bağlı enzimlerin ortama daha fazla salınması ile açıklanmaktadır. Ancak bu hipotez LOX enziminin zeytin meyvesinin besidokusunda (endosperm) yer aldığını belirten araştırmacılar tarafından doğrulanmamıştır. Hasat sonrası zeytin meyvesinin saklanması da elde edilen yağın uçucu bileşenlerini etkileyen ve aynı zamanda fenolik bileşenlerin miktarının azalmasına sebep olan bir diğer husustur. Meyvenin saklanmasının yağın uçucu bileşenleri ve toplam fenolik madde içeriği üzerine etkisi Tablo 2.9'da verilmiştir.

Tablo 2.9. Zeytinin saklanması yağın uçucu bileşenleri ve toplam fenolikler üzerine etkisi (Montedoro ve ark., 1992)

Uçucu bileşenler	Depolama (hasat sonrası)	
	Depolanmayan	Depolanan (10 gün)
Aldehitler (%)	26,6	13,5
Alkoller (%)	17,1	25,7
Esterler (%)	4,3	2,5
Hidrokarbonlar (%)	11,6	14,1
Diğerleri (%)	40,4	44,2
Toplam (%)	100,0	100,0
Toplam Fenoller (mg/kg yağ)	104,0	89,0

Uçucu bileşenlerin aroma üzerindeki etkisi konsantrasyona bağlı olmayıp bileşenin buharlaşma ve hidrofobik yapısı, büyüklüğü, şekli ve fonksiyonel grupların pozisyonu, koku yoğunluğu üzerinde etkili olan özelliklerdir. Mesela trans-2-hekzenal'ın 6770 µg/g konsantrasyonda koku yoğunluğu 16 iken 1-penten-3-on'un 26 µg/g konsantrasyonda koku yoğunluğu 36 olarak bulunmuştur.

## 2.2.6. Yağ Alkolleri, Diterpen Alkoller ve Mumlar

Yağ alkolleri zeytinyağındaki önemli minör bileşenlerden biri olup zeytinyağı çeşitlerini ayırt edebilme açısından önem taşımaktadır. Dokosanol, tetrakosanol, hekzakosanol ve oktakosanol zeytinyağında mevcut düz zincirli doymuş yağ alkolleridir. Bunların yanı sıra tek sayıda karbon atomu içeren yağ alkolleri (trikosanol, pentakosanol, heptakosanol) de eser miktarda bulunmaktadır. Bu alkollerin zeytinyağındaki maksimum miktarı 35 mg/100 g'dır. Ancak çözgenle ekstrakte edilmiş yağlar (pirina yağı) sızma zeytinyağına kıyasla daha fazla yağ alkolü içermektedir. Toplam alkol miktarının preslenmiş zeytinyağı için 10-70 mg/100 g arasında değiştiği belirtilirken pirina yağında 224-434 mg/100 g seviyesindedir. Bundan dolayıdır ki zeytinyağındaki yağ alkollerinin miktarı sızma zeytinyağına pirina yağı karıştırıldığını belirlemek açısından önemlidir. Zeytinyağındaki alkol fraksiyonunun fitol ve geranilgeraniol olmak üzere iki akrilik diterpenoid içerdiği ve fitol konsantrasyonunun 120-180 ppm arasında değiştiği belirtilmektedir.

Yağ alkolleri ve yağ asitlerinin esterleşmesinden oluşan mumlardan zeytinyağında temel olarak bulunanlar C-36, C38, C-40, C-42, C-44 ve C46 karbon sayısına sahip olanlardır. Yağ alkollerinde olduğu gibi, çözgenle ekstrakte edilen zeytinyağında mum konsantrasyonu daha yüksektir.

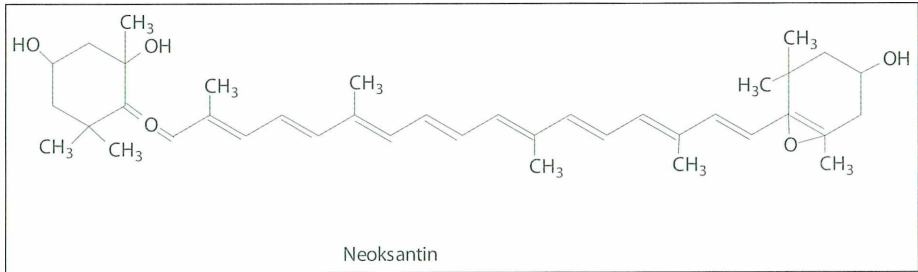
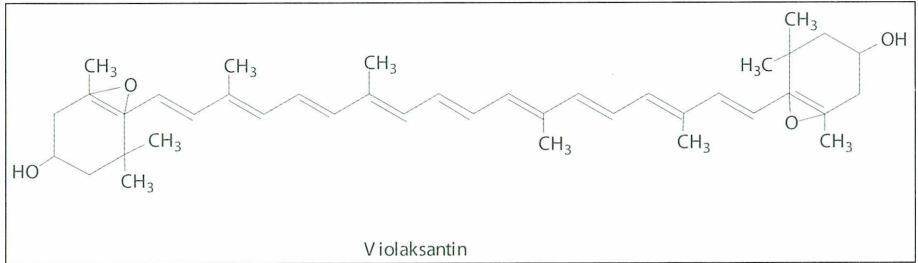
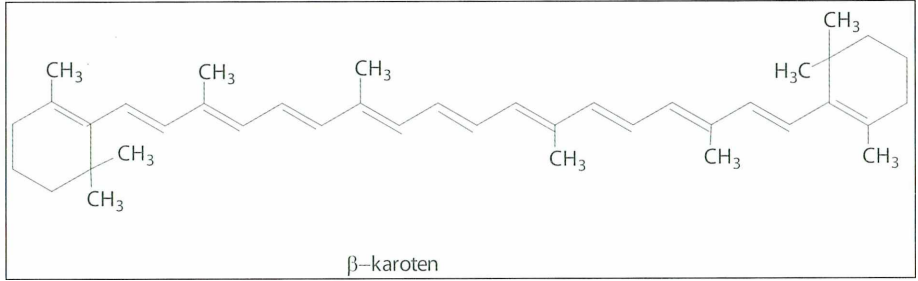
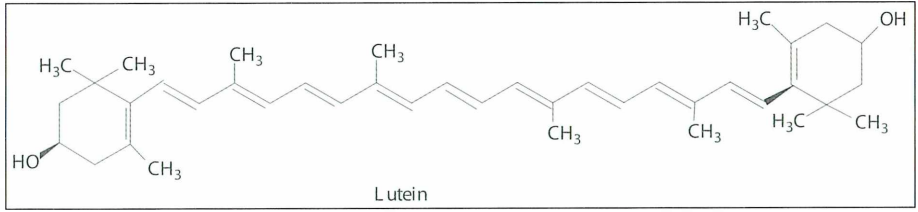
### 2.2.7. Mono ve Diğliseritler

Zeytinyağında mono ve diğliserit bulunması, trigliserit sentezinin tamamlanmadığının veya hidrolitik reaksiyonların gerçekleştiğinin ifadesidir. Sızma zeytinyağında %0,25'ten daha az miktarda monogliserit mevcut olup başlıcaları gliserol oleat, gliserol linoleat, ve gliserol palmitat'tır. Diğliserit fraksiyonunda C-34 ve C-36 karbon sayısına sahip olanlar ağırlıktadır. Saklama koşullarına bağlı olarak 1,2-diğliseritlerin 1,3-diğliseritlere oranı değişmektedir. Yeni preslenmiş zeytinyağında mevcut olan 1,2-diğliseritler ilerleyen zamanda daha dayanıklı 1,3 izomerlerine dönüşmektedir. Bu nedenle 1,3-diğliserit miktarının artması depolama koşullarının iyi olmadığı ve aynı zamanda yağın yaşının göstergesidir. Genellikle yeni üretilmiş iyi kalite bir zeytinyağında 1,2-/1,3-diğliserit oranının 1,0' den büyük olması beklenmektedir. Ancak bu oran yağın eskimesi ile düşmektedir.

### 2.2.8. Renk Maddeleri

Zeytinyağında renk veren pigmentlerin varlığı zeytin çeşidi, toprak ve iklim şartları, zeytinin olgunluğu ve işleme teknikleri gibi unsurlara bağlıdır. Klorofil ve feofitin sızma zeytinyağının rengini veren temel pigmentlerdir. Ancak karotenoidler de zeytinyağının renginden sorumlu bileşenlerdir. Zeytinyağının klorofil içeriği, meyve olgunlaştıkça ve aynı zamanda ağaçların yetiştiği tarım alanının yüksekliği azaldıkça azalmaktadır. Taze üretilmiş zeytinyağı 1-10 ppm seviyesinde klorofil (a ve b) ve 0,2-24 ppm seviyesinde feofitin içermektedir. Ancak bir başka araştırmada feofitin içeriğinin yeşil zeytinden ve yarı-siyah zeytinden elde edilen zeytinyağında sırası ile 7-48 ppm ve 1-13 ppm aralığında olduğu belirtilmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalarda zeytinyağındaki klorofil miktarının işleme tekniklerine göre değiştiği de belirtilmektedir. Santrifüjleme ile elde edilen yağların basınç veya filtrasyon yolu ile elde edilen yağlardan daha fazla klorofil içerdiği belirtilmektedir. Yine benzer çalışmalar renk pigmentlerinin zeytinin siloda depolanması sırasında ve aynı zamanda ışık etkisi ile parçalandığını göstermiştir. Bu da tabii ki ışık etkisi ile klorofil ve feofitin tekli oksijen oluşumu ve dolayısı ile yağın oksidasyonunu hızlandırması gerçeği ile açıklanmaktadır.

Zeytinyağında bulunan temel karotenoidler, lutein (ksantofil) ve  $\beta$ -karoten olup konsantrasyonları zeytinyağının çeşidine ve elde etme işlemine göre değişmektedir. Lutein ve  $\beta$ -karoten miktarının yağın kalitesi ile ilişkili olarak sırası ile 0,153-0,444 ve 0,085-0,496 mg/100 g aralığında değiştiği belirtilmektedir. Karotenoidler proses esnasında tamamen zarar gördüğü için sızma zeytinyağında yüksek miktarda mevcut iken işlemde geçen pirina yağı çok az miktarda karotenoid içermektedir. Zeytinyağında lutein ve  $\beta$ -karotenin yanı sıra az miktarda bulunan diğer karotenoidler violaksantin ve neoksantin olup kimyasal yapıları Şekil 2.10'da verilmiştir.



Şekil 2.10. Zeytinyağında bulunan karotenoidlerin kimyasal yapıları

## 2.3. ZEYTİNYAĞININ BOZULMASI

Zeytinyağının raf ömrü hasattan depolanmaya kadar uzanan üretim safhalarının çoğundan etkilenmektedir. Zeytinyağının, ayçiçek ve mısır yağı gibi çoklu doymamış yağ asidi içeriği yüksek bitkisel yağlara kıyasla oldukça uzun raf ömrüne sahip olması, yüksek miktarda tekli doymamış yağ asidi içeriği ile ilişkilendirilmektedir. Ancak zeytinler soğuk ortamda tutulup 24 saat içerisinde işlenmediği takdirde fermentasyon ve oksidasyonun başlaması kaçınılmazdır. Hasat ve presleme veya dekantasyon işlemleri arasında geçen sürenin uzunluğu zeytinyağının raf ömrü açısından en kritik hususlardan birisidir. Yağın ayrılması için uygulanan bazı teknikler parçalanmış veya preslenmiş zeytinlerin daha fazla ışık, ısı ve havayla temas etmesine sebep olurken, bazı metotlarda ayırma işlemi için zeytin hamuruna eklenen fazla miktarda su, suda-çözünen polifenollerin yağdan uzaklaşmasına sebep olmaktadır.

Işık, ısı ve oksijen zeytinyağının bozulmasına sebep olan unsurların başında gelmektedir. Kötü tat ve koku, besinsel kayıplar ve yağdaki diğer bozulmaların sebebi, yağların atmosferik oksijen ile reaksiyonu sonrası oluşan oksidatif bozulmalar veya lipaz tarafından katalizlenen hidrolitik reaksiyonlardır. Hidrolitik reaksiyonlar soğuk depolama, uygun şartlarda taşıma, paketlenme ve sterilizasyon ile azaltılabilirken oksidatif bozulmaları veya otoksidasyonu bu yollarla önlemek mümkün değildir. Asal bir gaz varlığında yapılan vakum-paketleme veya soğutma/dondurma otoksidasyonu azalsa da, antioksidan kullanımı oksidatif reaksiyonları önlemek için en etkili yoldur. Satın alınan zeytinyağlarının uygun koşullarda depolanması yağın bozulmasını ve kalite kaybını büyük ölçüde önlemektedir.

### 2.3.1. Hidroliz (Lipoliz)

Hidroliz, trigliserit molekülünden yağ asitlerinin ayrılması ile asitliğin yükselmesi ve buna bağlı olarak yağın tat ve lezzetinde istenmeyen değişikliklerin oluşmasıdır.

Yağ henüz meyveden ayrılmadan oluşabilen hidrolizi etkileyen faktörler; nem, sıcaklık, enzim ve mikroorganizmaların varlığıdır. Zeytinyağı hidrolizi mikrobiyal ve enzimik olarak iki grupta sınıflandırılmaktadır. Zeytin meyvesinin kendisinde bulunan ve lipaz enzimi salıveren mikroorganizmaların sebep olduğu hidroliz zeytinin ezilmesi ile sıvı ve katı fazların ayrılması arasında geçen sürede oluşmaktadır. Uygun olmayan depolama koşulları mikroorganizmaların ve dolayısı ile hidrolizin gerçekleşmesine imkân sağlamaktadır. Endojen lipaz zeytin mor renge dönünceye kadar aktivitesini göstermez. Çürük veya böcekler tarafından zarar görmüş zeytinlerde lipolitik aktivite daha yüksektir. Bunun yanı sıra ağaçta uzun süre kalmış veya



toplandıktan sonra uygun olmayan koşullarda bekletilmiş zeytinden elde edilen yağdaki yüksek asitliğin sebebi, doğal olarak meyvede bulunan veya mikrobiyal kaynaklı lipazdır. Zeytin meyvesi canlı, nefes alan bir organizma gibi düşünülürse depolama esnasında meyvedeki terleme, sıcaklığın ve dolayısı ile lipolitik aktivitenin artmasına sebep olmaktadır.

### 2.3.2. Oksidasyon

Oksidasyon, yağ meyveden uzaklaştırıldıktan sonra özellikle yağın depolanması esnasında gerçekleşen reaksiyonlardır. Oksidasyon karanlıkta (otoksidasyon) veya ışıkta (fotooksidasyon) gerçekleşebilmektedir. Zeytinyağı ve benzeri tüm yağlar oksijen ile temas ettiği takdirde bu reaksiyonlar kaçınılmazdır. Yağın bulunduğu kaptaki tepe boşluğunda mevcut oksijen, yağın içinde çözünmekte ve oksidasyona sebep olmaktadır. Çözünen oksijen miktarı; proses, depolama ve paketleme şartlarına bağlı değişmekte ve daha fazla oksijen ile temas oksidasyon derecesini artırmaktadır.

Oksidasyon ürünleri hoş olmayan tat ve kokuya sahip olup yağın besinsel değerini ters yönde etkilemektedir. Linoleik ve linolenik gibi elzem yağ asitlerinin yok olmasına ve yağda çözünen bazı vitaminlerin kaybına sebep olmaktadır. Düşük miktarda çoklu doymamış yağ asidi içermesi ve sahip olduğu doğal antioksidanlardan dolayı zeytinyağı otoksidasyona karşı dirençli fakat fotooksidasyona karşı oldukça hassastır.

Otoksidasyon (havasız ortamda) reaktif oksijen veya serbest radikallerin etkisi ile oluşur. Yağın içerdiği doğal antioksidanlar serbest radikalleri absorbe ederek geçici olarak otoksidasyonu önlemektedir. Ancak antioksidanlar tükendiği zaman, yağ hızla bozulmaktadır. Serbest radikal zincir mekanizması ile oluşan oksidasyon üç temel aşama içermektedir:

(1) başlama, serbest radikallerin oluşumu; (2) gelişme, serbest radikal zincir reaksiyonu, hidroperoksitlerin oluşumu; (3) sonlanma, radikal olmayan ürünlerin oluşumu.

İlk aşama asit molekülünden bir hidrojen çekilerek radikal oluşumu ile başlar. Bu aşamanın süresi farklı moleküllere, doymamış yapıya ve doğal antioksidanların varlığına göre değişmektedir. Bu işlem için gereken aktivasyon enerjisi yüksek depolama sıcaklığından veya farklı bir kaynaktan sağlanır.

Bu zincir reaksiyonunun ikinci aşaması, birinci aşamada oluşan serbest radikalin oksijen ile reaksiyonu sonucu peroksi radikali oluşması ve bu radikalin bir diğer yağ asidi molekülü ile tepkimesi sonucu hidroperoksitlerin ve yeni serbest radikallerin

oluşmasıdır. Oluşan bu serbest radikaller yeniden zincir reaksiyona girerek bir diğer oksijen molekülü ile tepkime verir. Bu zincir reaksiyonu doymamış yağ asitleri tükenene kadar veya serbest radikaller birbirini pasifize edinceye kadar devam etmektedir.

Zeytinyağının oksidasyonu esnasında hidroperoksitlerin parçalanmasına bağlı birçok uçucu bileşen oluşmaktadır. Oksidasyonda oluşan temel bileşenler pentanal, heksanal, oktanal ve nonanal gibi doymuş karbonil bileşenleridir. Zeytinyağı ve diğer lipidlerin otoksidasyonunu etkileyen faktörler sıcaklık, metaller ve serbest yağ asitleridir. Sıcaklık ve oksidasyon hızı doğru orantılı olup yüksek sıcaklık oksidasyonu hızlandırmaktadır.

Zeytinyağı dahil tüm yenilebilir yağlar eser miktarda ağır metaller içermektedir. Oksidasyon hızı ile mevcut metallerin miktarı arasında direk ilişkiden bahsetmek mümkündür. Bu metaller bitkinin yetiştiği topraktan ve yağın işlenmesi ve depolanması esnasında kullanılan ekipmandan gelmektedir. Zeytinyağında mevcut tüm metaller arasında demir, oksidasyonda en fazla yer almaktadır. Katyon-değiştirici reçineler ile metallerin uzaklaştırılması yağın oksidasyona olan direncini önemli ölçüde artırmaktadır.

Fotooksidasyon ışık etkisi ile oksijenden ayrılan tekli oksijenin bir çift bağ ile etkileşimi sonucu oluşur. Lipid açısından zengin gıdaların doğal veya yapay ışık kaynağına maruz kalması fotooksidasyon işlemi ile yağın bozulmasına ve raf ömrünün olumsuz yönde etkilenmesine sebep olmaktadır. Otoksidasyondan 30.000 kez daha hızlı gerçekleşen fotooksidasyon klorofil ve feofitin içeren bitkisel yağların ciddi olarak bozulmasına sebep olmaktadır. Fotooksidasyonun gerçekleşmesi oksijen ve ışığın yanı sıra klorofil ve feofitin gibi bileşenlerin varlığına bağlıdır. Zeytinyağının ışığa hassasiyeti ışık kaynağının yoğunluğuna, sıcaklığa ve paketleme materyalinin optik özelliklerine göre değişmektedir. Yapılan çalışmalar, zeytinyağında mevcut dört pigmentin (klorofil a ve b, feofitin a ve b) ışık etkisi altında yağın oksitlenmesine neden olduğunu karanlıkta ise bu pigmentlerin oksitlenme karşıtı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Otoksidasyonun aksine fotooksidasyon antioksidanlar tarafından önlenemeyip ancak duyarlayıcı bileşenin zıt etkisini gösteren tekli oksijen baskılayıcısı bir bileşen tarafından önlenebilmektedir. Güçlü bir tekli oksijen baskılayıcısı olan  $\beta$ -karoten uzun süreli ışınlamaya maruz kaldığında bozunmaktadır. Ancak tokoferol varlığında bu bozunma önlenebilmekte ve  $\beta$ -karoten fotooksidasyonun güçlü bir inhibitörü vazifesini görmektedir. Bu nedenle tokoferol sadece otoksidasyonda oksitlenme karşıtı bir bileşen olmayıp aynı zamanda güçlü bir tekli oksijen tüketicisi olarak fotooksidasyonu da önlemektedir.

## KAYNAKLAR

- Angerosa, F., Mostallino, R., Basti, C. and Raffaella, V. 2001. Influence of malaxation temperature and time on the quality of virgin olive oils. *Food Chem.* 72 (1), 19-28.
- Angerosa, F., Servili, M., Selvaggini, R., Taticchi, A., Esposto, S. and Montedoro, G.F. 2004. Volatile compounds in virgin olive oil: occurrence and their relationship with the quality. *J. Chromatogr A.* 1054, 17-31.
- Anonymous. 1999. Yemeklik zeytinyağı ve yemeklik pirina yağı ürün tebliğ. Türk Gıda Mevzuatı. 549-556. Ankara.
- Boskou, D. 1978. Stability of natural terpenoids in heated olive oil. *Grasas y Aceites.* 29, 193
- Boskou, D. 1996. Olive oil chemistry and technology. AOCs Press, Champaign, IL, USA.
- Cinquanta, L., Esti, M., and Notte, E. L. 1997. Evolution of phenolic compounds in virgin olive oil during storage. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 74, 1259.
- Coni, E., Di Benedetto, R., Di Pasquale, M., Masella, R., Modesti, D., Attei, R. and Carlini, E.A. 2000. Protective effect of Oleuropein, and olive oil biophenol, on low density lipoprotein oxidizability in rabbits. *Lipids*, 35, 45-54.
- Dhifi, W., Angerosa, F., Serraiocco, A., Oumar, I., Hamrouni, I. and Marzouk, B. 2005. Virgin olive oil aroma: Characterization of some Tunisian cultivars. *Food Chem.* 93 (4), 697-701.
- European Union (2003) Commission Regulation (EEC) No 1989/2003 of 6 November 2003 amending Regulation (EEC) No 2568/91 on the characteristics of olive oil and olive-pomace oil and on the relevant methods of analysis.
- Gümüşkesen, A.S. 1999. Bitkisel Yağ Teknolojisi. Asya Tıp Yayıncılık Ltd., 182s, İzmir.
- Harzallah, H. 1993. Extraction of phenolic compounds from olive leaves, olive fruit and olive oil and determination of their antioxidant activity, M.Sc.Thesis, Mediterranean Agronomic Institute of Chania (MAICh) Crete, Greece.
- Itoh, T., Yoshida, K., Yatsu, T., Tamura, T. and Matsumoto, T. 1981. Triterpen alcohols and sterols of Spanish olive oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 58, 545.
- Kalua, C.M., Allen, M.S., Bedgood, D.R., Bishop, Jr, A.G., Prenzler, P.D. and Robards, K. 2007. Olive oil volatile compounds, flavour development and quality: A critical review. *Food Chem.* 100 (1), 273-286.
- Kiritsakis, A. 1998. *Olive oil-From the tree to the table.* Second Edition. Food and Nutrition Press, Inc., Trumbull, Connecticut, 006611, USA.
- Kiritsakis, A.K. 1998. Flavor components of olive oil-A review. *JAOCS*, 75 (6), 673-681.
- Leone, A.M., Notte, E. and Lamparelli, F. 1976. The sterols fraction of olive oil and its analytical significance. *Riv. Tech. Alim. Nutr.* 6, 205.
- Martinez-Vidal, J.L., Garrido-Frenich, A., Escobar-Garcia, M.A. and Romero-Gonzalez, R. 2007. LC-MS determination of sterols in olive oil. *Chromatographia*, 65, 695-699.
- Montedoro, G., Bertuccioli, M. and Anichini, F. 1978. Aroma analysis of virgin olive oil by head space volatiles extraction techniques, in *Flavor of Foods and Beverages*, edited by G. Charalampous and G. Inglet, Academic Press, New York, pp.247-281.
- Montedoro, G., Servili, M., Baldioli, M. and Miniati, E. 1992. Simple and hydrolyzable phenolic compounds in virgin olive oil. 1. Their extraction, separation, and quantitative and semi-quantitative evaluation by HPLC. *J.Agric. Food Chem.* 40, 1571-1576.

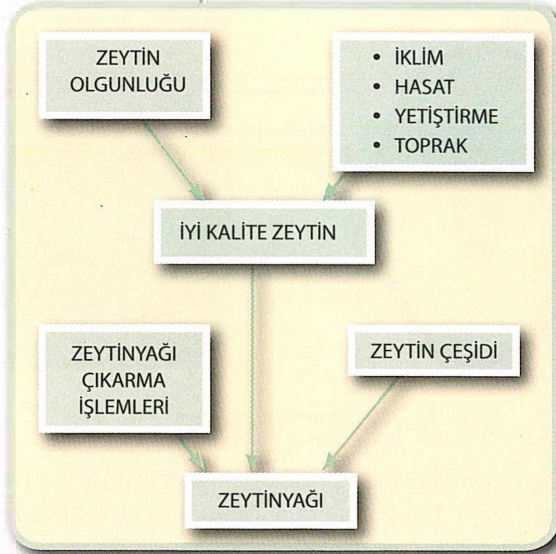
- Owen, R.W., Giacosa, A., Hull, W.E., Haubner, B., Spiegelhalter, B. and Bartsch, H. 2000. The antioxidant/anticancer potential of phenolic compounds isolated from olive oil. *Europ. J. Cancer*, 36, 1235-1247.
- Owen, R.W., Mier, W., Giacosa, A., Hull, W.E., Spiegelhalter, B. and Bartsch, H. 2000c. Identification of lignans as major components in the phenolic fraction. *Clinical Chem.*, 46, 976-988.
- Psomiadou E, Tsimidou M, Boskou D. 2000. Alpha-tocopherol content of Greek virgin olive oils. *J. Agric. Food Chem.* 48(5), 1770-1775.
- Ranalli, A., Contento, S., Schiavone, C. and Simone, N. 2001. Malaxing temperature affects volatile and phenol composition as well as other analytical features of virgin olive oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 103, 228-238.
- Runcio, A., Sorgona, L., Mincione, A., Santacaterina, S. and Poiana, M. 2008. Volatile compounds of virgin olive oil obtained from Italian cultivars grown in Calabria. Effect of processing methods, cultivar, stone removal, and antracnose attack. *Food Chem.* 106 (2), 735-740.
- Ryan, D. and Robards, K. 1998. Phenolic compounds in olives. *Analyst*, 123, 31R-44R.
- Tripoli, E., Giammanco, M., Tabacchi, G., Di Majo, D., Giammanco, S. and La Guardia, M. 2005. The phenolic compounds of olive oil: structure, biological activity and beneficial effects on human health. *Nut.Res.Rev.*, 18, 98-112.
- Tuck, K.L. and Hayball, P.J. 2002. Major phenolic compounds in olive oil: metabolism and health effects. *J. Nut. Biochem.* 13 (11), 636-644.
- Visioli, F. and Gali, C. 1998a. Olive oil phenols and their potential effects on human health. *J. Agric.Food Chem.*, 46, 4292-4296.



Fahrettin Göğüş<sup>1</sup>, Nihat Yıldırım<sup>2</sup>

### 3.1. HASAT VE HAZIRLAMA SİSTEMLERİNE GENEL BAKIŞ

Zeytinden elde edilecek olan zeytinyağının en temel iki parametresi yağın kalitesi ve yağ elde etme işleminin verimidir. Zeytinyağının kalitesine ve verimine Şekil 3.1'de görüldüğü gibi zeytinin çeşidi/cinsi dahil toprak, iklim, yetiştirme, zeytinin olgunluğu, hasat metodu, yağ ayırma işlemleri gibi etki eden bir çok faktör vardır. Bu faktörlerden bazıları kitabın diğer bölümlerinde anlatılmakta olup bu bölümde ağırlıklı olarak hasat ve yağ çıkarma işlemleri anlatılacaktır. Bu iki işlem için yıllar içerisinde değişik yöntemler, metotlar uygulanmış ve zaman içerisinde bu işlemlerin ve yöntemlerin bazıları (belirli) standartlaşmıştır. Ancak bu konularda halen yapılmakta olan araştırma ve geliştirme faaliyetleri ile daha kaliteli zeytinyağı ve daha verimli işleme sistemleri için çalışılmaktadır (Tübitak projesi 105 O 461).



Şekil 3.1. Natürel zeytinyağının kalitesini belirleyen faktörler (Bianchi, G., 1999)

<sup>1</sup>Gaziantep Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü 27310 Gaziantep

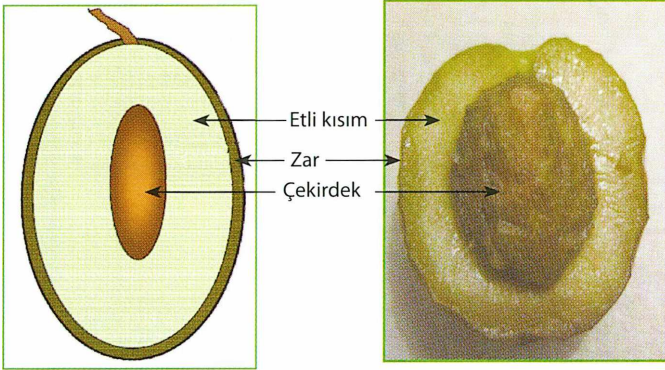
<sup>2</sup>Gaziantep Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü 27310 Gaziantep

Zeytinlerin kullanım alanları gereği sofralık zeytinlerin pazara sunulması sırasında ürünün müşteri beğenisini kazanabilmesi için özenle toplanması ve yara almaması gerektiği bilinmektedir. Bu sebeple sofralık zeytin hasadı genellikle elle veya aşağıda bahsi geçen ve zeytinlere zarar vermeyecek metotlarla yapılmaktadır. Yağlık zeytinler için benzer durumun yani özenli hasadın gerekliliği ilk bakışta lüzumsuz gibi görünebilir ancak zeytinyağının kimyasal yapısının bozulmaması için zeytinin de belli kalite değerlerinde hasat edilmesi ve bu kalitesini yağ ayrılana kadar da koruması gerekmektedir. Bu sebeple zeytinden zeytinyağı elde etmek için gerekli olan işleme sistemleri hasat ile başlar, hazırlama ve yağ çıkarma işlemleri ile devam eder bazen de elde edilen yağın iyileştirmesi işlemleri ile son bulur. Ancak biz burada hasat işlemlerinden ve daha öncelikli olarak da yağ çıkarma için gerekli işlemlerden bahsedeceğiz. Bu işlemleri takip eden diğer yağ iyileştirme işlemleri ilgili diğer Bölümlerde anlatılmaktadır.

### 3.1.1 Zeytin Hasat İşlemleri

#### Hasat Dönemi

Zeytinyağı elde etmek amacıyla yapılan hasat işlemlerinin en doğru zamanı zeytin tanesinin en fazla yağ depoladığı zamandır. Zeytin tanesi oluşmaya ve irileşmeye başladığı zamandan itibaren 3 temel parça veya kısmı ile gelişir. Bunlar sırası ile çekirdek, çekirdeğin etrafındaki etli kısım ve etli kısmın dışındaki zar kısmıdır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Zeytin tanesinin (kesitinin) kısımları

Çekirdek neslin devamlılığını sağlayan kısım olarak en içte en korumalı bölgede yer alırken zar meyvenin dış etkenlerden korunması ile birlikte atmosfer ile kontrollü alışverişini veya irtibatını sağlar. Bu ikisinin arasında ise yağ ve su hücrelerini barındıran veya depolayan etli kısım vardır. Etlı kısım zeytin tanesinde var olan yağın yaklaşık olarak %95-98'ine sahiptir. Geriye kalan %2-5 yağ ise çekirdek ve zarda bulunmaktadır. Bu sebeple yağ elde etmek için etli kısmın olgunlaşması ve uygun

ya da azami yağ içeriğine sahip olması çok önemlidir. Vaktinden önce yapılan hasat, tanede yeterli yağ birikmediği için verimi düşük bir hasat olacaktır. Vaktinden sonra yapılacak hasat da yağ ayırma işlemlerinde karşılaşılan olgunlaştırma ve yağ ayırma veriminin düşüklüğü gibi sonuçlar sebebiyle pek tercih edilmemektedir. Ancak kötü hava şartları ve işçi/işgücü eksikliği ya da yağ işletmelerindeki yoğunluk ve sıra sebebiyle bazen geç hasatlar yapılmaktadır. Ancak her 3 faktörde göz önüne alınarak zeytinin en uygun zamanda hasat edilmesi ve mümkünse en kısa zamanda da (1-3 gün içinde) işletmelerde yağının çıkarılması gerekmektedir.

Zeytin tanesinin için en uygun hasat dönemini belirlemek için geliştirilen yöntemlerden en pratik olanı ve en çok kullanılanı "olgunluk katsayısı" (OK) metodudur. Bu metod değişik zamanlarda ağaçlardan rastgele toplanan zeytin taneleri ile yapılan basit renk analizine dayanmaktadır. Ağaçlardan rasgele toplanacak 100 adet tane aşağıda verilen 8 ayrı renk grubuna ayrılır ve bu renk gruplarındaki tane sayıları (n) tespit edilir. Daha sonra bu tane sayıları aşağıdaki formülde görüldüğü gibi bazı katsayılarla çarpılarak bir olgunluk katsayısı elde edilir. Elde edilen olgunluk katsayısı zeytin cinsine, coğrafik şartlara ve iklim koşullarına bağlı olarak 4 ile 6 civarında çıktığındaki zamanın en uygun hasat zamanı olduğu kabul edilir. Ancak her bölge için yapılacak laboratuvar deneyleri ile hem yağ miktarı hem de yağ kalitesi dikkate alınarak doğru katsayının belirlenmesi daha uygun olacaktır. Değişik olgunluk katsayısına denk gelen bazı zeytin örnekleri Şekil 3.3' te verilmiştir. Bu şekilde görüldüğü gibi sadece dış renge bakarak siyahlaşmış zeytinlerin yeterli olgunluğa ulaştığına karar vermek doğru değildir. OK sayısı 3-5 arasındaki zeytinlerin dış rengi siyah olabildiği halde iç kısımları yeteri kadar olgunlaşmamış olabilir. Bu sebeple zeytinin iç (et/çekirdek) rengini de dikkate alarak hesaplanan olgunluk katsayısının hasat zamanını belirlemede kullanılması gerekir.

$$\text{Olgunluk katsayısı (OK)} = [(0 \cdot n_0) + (1 \cdot n_1) + (2 \cdot n_2) + \dots + (6 \cdot n_6) + (7 \cdot n_7)] / 100$$

$n_0$ : koyu yeşil renkli tanelerin sayısı

$n_1$ : sarı yada sarımsı-yeşil renkli tanelerin sayısı

$n_2$ : kırmızı-mor benekli sarımsı renkli tanelerin sayısı

$n_3$ : kırmızımsı-mor renkli tanelerin sayısı

$n_4$ : içi halen yemyeşil olan siyah renkli tanelerin sayısı

$n_5$ : içi morlaşmaya başlamış olan siyah renkli tanelerin sayısı

$n_6$ : içi çekirdek hariç büyük oranda morlaşmış olan siyah renkli tanelerin sayısı

$n_7$ : içi çekirdeğiyle beraber tamamen koyulaşmış olan siyah renkli tanelerin sayısı





Şekil 3.3. Değişik olgunluk katsayısına örnek zeytinler (Rodney Mailer ve ark. 2005)

Bu tür bir hesaplama metodu, zeytin tanelerindeki sürekli gelişme ve değişimi nedeniyle gereklidir. Bu değişim Türkiye’de ve birçok Akdeniz ülkesinde kendini Ekim ile Ocak ayları arasında göstermektedir. Bu sürelerde zeytin tanesinin hem katı madde miktarı hem de yağ ve su oranı artmakta olup belli bir zamandan sonra ise yağ üretimi yavaşlamakta hatta durmaktadır, su miktarı ise değişik fizyolojik sebeplerle azalmaya başlamaktadır. Bu aşamadan sonra yapılacak hasat yağ ayırma işlemlerinde sorunlar çıkaracaktır.

Zeytinde var olan yağın kalitesi ve aroması ise zaman içinde artan yağ miktarı ile aynı yönde hareket etmemektedir. Tersine bir davranış göstererek belli bir zamandan sonra yağa tat ve koku (lezzet) veren ve aromayı oluşturan maddelerin oranında düşüşler görülmektedir. Yağ oranı genellikle Ocak ayına kadar artmaya devam ederken, aromayı oluşturan bileşenlerin konsantrasyonunda genellikle Kasım ayından sonra düşüşler gözlenmektedir. Genel olarak, erken hasat edilen yeşil zeytinin yağı aroması sebebiyle tercih edilirken zeytinin yeteri kadar olgunlaşmamış olması sebebiyle yağ verimi nispeten düşüktür. Erken hasatla elde edilen yağ, geç hasat edilene göre daha berrak ve yeşil olup aroması daha kuvvetlidir.

### Hasat Metotları

Zeytin daha önceki Bölümlerde de bahsedildiği gibi ülkemizde daha çok Kasım-Aralık-Ocak aylarında hasat edilmektedir ve bu da mevsim (soğuk, yağmur ve kar) gereği oldukça sıkıntılı bir döneme denk gelmektedir. Gerek mevsimsel, gerek coğrafik ve gerekse de tarımsal zorluklar ve zorunluluklar sebebiyle zeytin hasadı çoğunlukla işgücü yoğunluklu olarak yapılmaktadır.

### **El ile hasat**



Şekil 3.4.

Uzun yıllar boyunca gerek ucuz işçilik ve gerekse de teknolojik yetersizlikler sebebiyle zeytinler elle ve sırıkla silkelme metoduyla toplanmıştır. Ancak bu iki metodun zaman içinde kendine has bazı artı ve eksi yönleri ortaya çıkmıştır. Tarım sektöründeki çalışan/işçi sayısındaki azalma sebebiyle elle toplamanın maliyeti arttığı gibi aynı zamanda günlük yada birim zamandaki toplama kapasitesi de hep sınırlı değerler içerisinde kalmıştır. Mevsimin koşulları gereği yağmurlu, karlı ve çamurlu arazideki hareket zorluğu da kapasitedeki bu olumsuzluğa katkı sağlamıştır. Ancak elle toplanan zeytinlerin yaralanma riski oldukça düşük olduğu için bu metotla toplanan zeytinlerden (en kısa süre içerisinde) elde edilen yağ da en kaliteli yağ olmaktadır. İnsan elinin diğer tüm metotlara göre daha nazik ve koruyucu olması sebebiyle çok yüksek kaliteli ve aynı zamanda da müşteri psikolojisini tatmin edici yağ üretilmek istendiğinde maliyetine bakılmaksızın elle toplama tercih edilebilmektedir (Şekil 3.4). Ancak elle toplamanın daha hızlı yapılabilmesi ve kapasitenin artırılabilmesi için ise yardımcı araç ve gereçler kullanılabilir. Bunlar yıllardır kullanılan ve ağaçların altına serilerek zeytinlerin yere dökülmesini engelleyen toplama bezleri olabileceği gibi elle toplanan zeytinlerin rahatlıkla bırakılabileceği küçük kova, torba vb. araç ve ekipmanlar da olabilir.

### **Değnek/sırık ile hasat**



Şekil 3.5.

Kapasite artışı ve yüksek dallardaki zeytinleri daha hızlı toplamak için kullanılan değnek veya sırıkla vurma metodu (Şekil 3.5) her ne kadar günlük toplama kapasitesini artırmışsa da iki açıdan sakıncalıdır. Sırıkla kontrolsüz olarak vurma sırasında bir sonraki yılın ürünü olacak sürgün dallar kırılmakta ve dökülmektedir. Bu sebeple de ertesi yılın ürün rekoltesi düşmektedir. Ayrıca zeytinler sırıkla vurma sırasında ve dalından kopup o hızla yere düşme sırasında yaralanmaktadır. Zeytindeki bu yaralanmalar çok önemli bir sorun olup, taşıma için kullanılan torba ya da çuvalların cinsine bağlı olarak hem zeytinde hem de yağda olabilecek özellikle oksidasyona bağlı bozulmalar

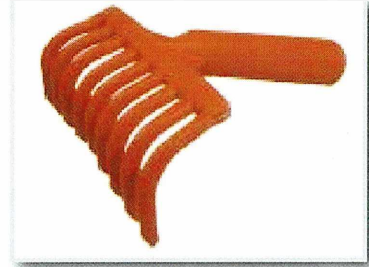
daha ilk günden başlayabilmektedir. Sırıkla toplama sırasında veya yere düşme sonucu yaralanan zeytinlerin toplanarak kapalı ve hava almayan çuvallarda bekletilip daha sonra işletmelere götürülmesi bekleme koşullarına (sıcaklık ve nem) bağlı olarak elde edilecek yağın kalitesinde çok büyük oranda kayıplara sebep olabilmektedir. Hasat sonrası bekletilen zeytinlerin taşınması ve depolanması da çok önemli bir konu olup bu hususta aşağıda bilgi verilmektedir. Sırıkla toplama kesinlikle uygulanmaması gereken ancak ülkemizde çok büyük oranda uygulanan yanlış bir hasat yöntemi olup son yıllarda buna alternatif olan mekanik hasat metotları gelişmiştir.

### **Mekanik hasat**

Zeytinlerin toplanması sırasında teknolojinin getirilerinden faydalanmak üzere değişik araç, gereç, ekipman ve makineler tasarlanmıştır. Bir yandan elle toplamanın artı değerlerini kaybetmemek için elle toplamaya yardımcı araçlar geliştirilirken diğer yandan da geniş bahçelerin kısa sürede hasadı için yüksek kapasiteli toplama makineleri geliştirilmiştir. Bunlar arasında,

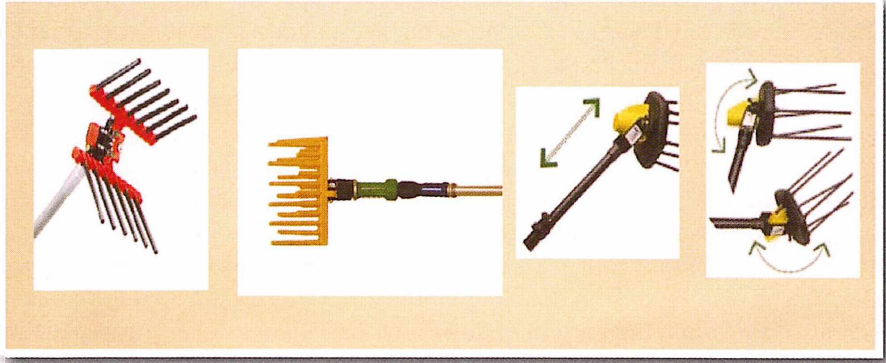
- Tarama (sıyırma) (Şekil 3.6)
- Çırpma ve
- Titreştirme (sallama)

prensipleri ile çalışanlar daha fazla kullanılmaktadır.



Şekil 3.6. Zeytin hasat tarağı

Elle toplamanın kapasitesini artırmak için zeytinleri insan eli kadar nazik yöntemlerle dallarından tarama usulü ile ayırabilecek özel tasarlanmış uygun yumuşaklıktaki taraklar kullanılabilir (Şekil 3.6). Bu tür araç ve gereçler bir yandan toplama hızını artırırken diğer yandan da zeytinlerin yaralanmasını engelleyecek şekilde tasarlanmış olmalıdır. Yeterli genişlikteki bir tarak uygun aralıklara ve uygun geometriye sahip olduğu takdirde kullanıcının dikkatli bir tarama işlemi gerçekleştirmesi ile elle toplamaya nazaran daha hızlı bir hasat imkanı verecektir. Yanlış tarak geometrisi, yanlış malzeme kullanımı ve yanlış tarama ile zeytine ve zeytin ağacına yarardan daha çok zarar verilebileceği için bu konuda dikkatli olmak gerekir.



Şekil 3.7. Zeytin çırpıcılar (<http://www.theolivecentre.com.au> & <http://www.ozanlar.com.tr>)

Diğer bir tip mekanik hasat aracı ise (Şekil 3.7) sürekli sallanma veya dönme hareketi üreterek ucundaki nispeten esnek ya da yumuşak malzemelerin zeytinlere vurması çarpması sonucu zeytinlerin düşmesini sağlayan çırpıcılardır. Bu tür çırpıcılar elle kullanılan tarakların aksine çırpma hareketi üretebilmek için akü, traktör mili veya benzeri bir ayrı güç kaynağına ihtiyaç duyarlar. Çırpıcıların da kendi içinde değişik türleri var olup genellikle kullanma zorluğu ve yapraklar arasındaki zeytinlere ulaşma zorluğu bulunmaktadır. Çarpma ve vurma prensibi üzerine kurulmuş olan bu sistemde her bir zeytin tanesinin veya onu dala bağlayan çöpünün yeterli koparma kuvvetine maruz kalması gerekmektedir. Bu da yapraklar arasında kalan tanelere ayrı ayrı ulaşmayı gerektirdiğinden verim istenildiği kadar yüksek olamamaktadır.

Aynı araçlar (taraklar, çırpıcılar vb.) yakın dallara ulaşmak için rahatlıkla kullanılırken yüksek dallara ulaşmak için gerek sabit gerekse de teleskopik uzatma çubukları kullanılarak desteklenebilmektedir (Şekil 3.8). Ancak bu tür uzatma çubukları kullanıcıyı kısa sürede yorabildiği için uzatma çubukları yerine istenirse üçayak ve benzeri merdiven kullanımı ile de yüksek dallara ulaşılabilir.



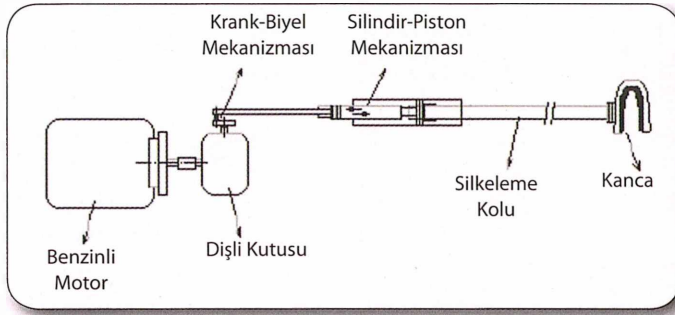
Şekil 3.8. Teleskopik uzatma çubuk kullanımı

Taraklar ve çırpıcıların aksine çok daha yüksek kapasiteli olarak tasarlanan makineler dal veya gövdelerin sallanması ya da titreştirilmesi ile zeytinlerin toplu olarak dökülmesini sağlamaktadır. Titreştirme (sallama) prensibindeki kural, üzerinde zeytin taneleri olan ince ya da nispeten kalın bir dalın mekanik bir kol ile tutularak ileri geri ya da sağa sola sallanması ile tanelerin düşmesinin sağlanmasıdır. Bu usul bir üzüm salkımının hızlı bir şekilde sallanarak tanelerinin dökülmesi ile aynıdır. Böyle bir uygulama ile ancak taneleri nispeten irileşmiş ve olgunlaşmış aynı zamanda da taneyle dala bağlayan çöplerinin zayıflamış olduğu zeytinler dökülebilir. Aynı üzüm örneğinde olduğu gibi çöpleri ve bağlantıları nispeten sağlam ve taneleri de nispeten küçük olan zeytinlerin dökülmesi mümkün olmayacaktır. Bu durum sallama sisteminin aynı anda hem artı hem de eksi bir özelliği olarak karşımıza çıkmaktadır. Olgunlaşmamış ya da yeteri kadar irileşmemiş tanelerin dökülmemesi ve biraz daha bekleyerek olgunlaşınca dökülmesi artı bir özellik iken dökülmeyenler için ikinci bir hasat işlemi gerekmesi de eksi bir değerdir. Ancak sallama ile dökülmeyen tanelerin toplanması için farklı bir zamanda yeniden hasat yapılabileceği gibi aynı hasat sırasında dökülmeyenler için (elle, çırpma ya da sıyırma gibi) farklı bir metot uygulanarak daha yüksek kapasitede toplama yapılabilir. Bu tür makineler genel olarak dal sallayıcılar ve gövde sallayıcılar olarak ikiye ayrılabilirler (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Dal ve gövde sallayıcı hasat makineleri

Dal sallayıcılar, çapı 5-6 cm veya daha az olan ince dalları, gövde sallayıcılar ise çapı 10-12 cm'den daha fazla olan kalın gövde ayrımları ile gövdeleri sallayan makinelerdir. Dal sallayıcılar için örnek bir tasarım Şekil 3.10'da gösterilmekte olup bu tür makineler genellikle kullanıcı tarafından taşınan ve hareketini ya kendi üzerindeki bağımsız güç kaynağından alan ya da traktör gibi harici bir makineden alan hasat makineleridir.

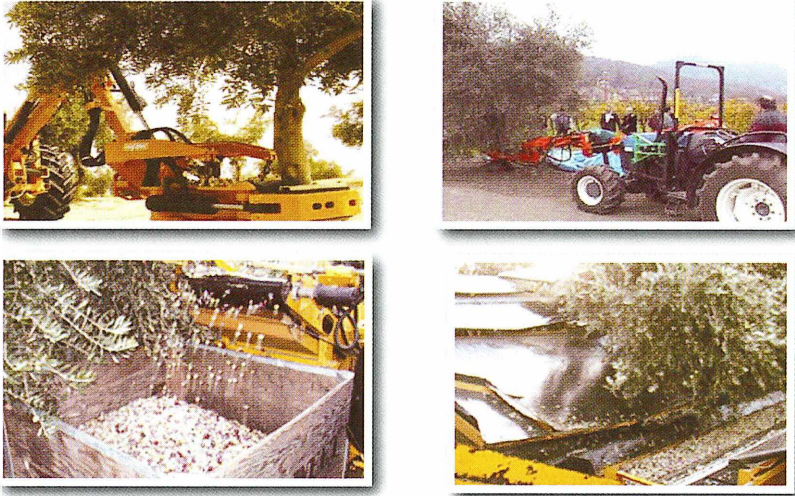


Şekil 3.10. Benzin motorlu örnek bir dal sallayıcı (Işık ve Ünal, 2003)

Kendinden beslemeli olan tipler genellikle benzinli (ya da dizel) motor veya akülü elektrik motoru kullanmakta, hariçten beslemeli olanlar ise ya traktörün kuyruk mili ya da hidrolik sistemi tarafından hareketlendirilmektedir. Her iki sistemin de ortak noktası elde edilen hareketin uzun teleskopik çubuklarla (silkeleme kolu) dallara ulaştırılması ve dalların belli hız ve genlikte (ileri-geri hareket mesafesinde) sallanmasıdır. Bu hız ve genlik değerlerinin hasat zamanına ve zeytinin cinsine bağlı olarak doğru seçilmesi hasadın verimi açısından çok önemlidir. Aynı üzüm salkımının elle sallanması örneğinde olduğu gibi eğer hızı çok yavaş seçilirse (1 dakikada sadece 1 ileri 1 geri sallama gibi) veya genlik değeri çok fazla olursa (üzüm salkımını omuzdan hareketle 1 metre ileri 1 metre geri sallama gibi) tabi ki tanelerin düşmesini beklemek yanlış olur. Ancak sallamanın doğru hız ve genlik değerleri seçilmesi ve zeytinin tane iriliği ve çöp bağlantı şartları da hasat için uygun şartlara erişmişse tanelerin rahatça dökülmesi için çok büyük engeller olduğu söylenemez. Bu tür parametrelerin (hasat zamanı, tane iriliği/ağırlığı ve çöp bağlantı sağlamlığı/zayıflığı ile hız ve genlik) tespiti için değişik bilimsel çalışmalar gerçekleştirilmiş olup hasat makineleri de bu tür bilimsel veriler kullanılarak tasarlanmıştır. Ancak her makinenin çalışma hız ve genlik değerinin eğer imkân varsa zeytin cinsi ve hasat zamanı dikkate alınarak hasat sırasında yeniden ayarlanması gerekebilir.

Bütün bu artı değerlerine rağmen özellikle dal sallayıcıların taşınabilir olması ve genellikle kullanıcı tarafından omuzdan askılı olarak sürekli taşınmasından dolayı kısa zamanda yorgunluk oluşturduğu için kullanım zorluğu vardır. Ayrıca etki-tepki prensibi gereğince sallanacak dala uygulanacak olan sallama kuvvetinin karşılanması gerekir. Bu tepki kuvveti ise bir miktar makinenin kendi içinde karşılanırken bir miktarda kullanıcının vücudu tarafından karşılanmaktadır. Bu tepki titreşimi ise kullanıcıya rahatsızlık vererek hasadın verimini belli oranlarda düşürmektedir. Bu sebeple tanelerin daha az titreşim ve kuvvetle düşürülebilmesi için hasadın doğru zamanda ve doğru makine ayarları ile yapılması gerekir.

Gövde sallayıcılar (Şekil 3.11) dal sallayıcılara göre nispeten daha yüksek kapasiteli hasat makineleri olup ince dalları tek tek sallamak yerine ince dalların bağlandığı kalın gövde ayırım dallarını veya gövdenin kendisini sallayarak hasadın daha hızlı olmasını sağlamaktadır.



Şekil 3.11. Gövde sallayıcılara örnekler

Ancak bu kalın dal ve gövdelerin sallanması için gereken sallama kuvvetleri de çok fazla olacağı için bu tür hasat makineleri daha büyük ve ağır olmaktadır. Bu sebeple bu makineler ya traktörlere bağlanmakta ya da özel üretilmiş makineler olarak kullanılmaktadır. Bu makinelerin kullanımı sırasında sallanarak dökülen zeytinlerin ağacın altına ve çevresine yerleştirilen özel mekanik ekipmanlarla yere dökülmesi önlenerek daha kısa sürede toplama kasalarına yerleştirilmesi de sağlanmaktadır (Şekil 3.11). Bu tür mekanik ekipmanların kullanılamaması durumunda dal sallayıcılarda veya diğer hasat metotlarında olduğu gibi ağaç altına serilecek toplama bezlerinden de faydalanılabilir.

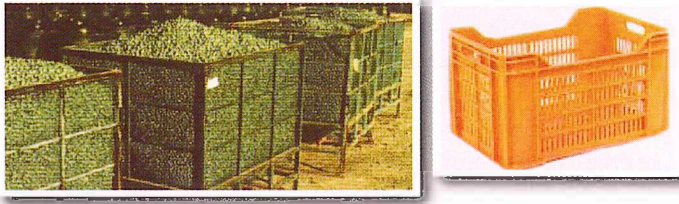
Ancak bütün bunlara rağmen sallayıcıların çaresiz kaldığı ve dökemediği ya da dökmekte oldukça zorlandığı taneler veya zeytin cinsleri olabilir. Bu durumlarda mekanik metotlara ek olarak kullanılan kimyasal metotlar mevcut olup, bu yöntemin henüz tam olarak genel/yaygın kullanımına geçilmemiştir. Bu yöntemde kullanılan kimyasal bazı karışımlar topraktan veya yapraktan besleme usulü ile hasat döneminden belli bir süre önce ağaçlara verilmekte ve bu kimyasal karışımın etkisiyle zeytin tanelerini çöplere veya çöpleri dallara bağlayan bağlantı noktalarının zayıflatılması sağlanmaktadır. Bu sayede daha az sallama kuvveti ile daha çok tane dökülmesi sağlanarak hasadın verimi artırılmaktadır. Ancak bu yöntemin kullanımının yaprak ve çiçek dökme ve benzeri gibi yan etkileri sebebiyle iyice araştırılmadan kullanılması sakıncalı olabilir.

### **Hasat sonrası taşıma ve bekleme**

Zeytin tanesi yaralanmamış olmak kaydıyla en kaliteli ve en sağlıklı yağı henüz ağacından ayrılmadığı zamanlarda bünyesinde barındırır ve ağacından koparıldığı andan itibaren eğer uygun ortam şartları sağlanmazsa geçen süre içerisinde kalitesinden kaybetmeye başlar. Bu sebeple toplanan ürünlerden en kaliteli yağı elde

edebilmek için zeytinler mümkünse aynı gün içinde işleme alınarak yağının çıkarılması gerekmektedir.

Zorunlu hallerde uzun süre çuval ve torbalarda bekletilen zeytinlerde ısınma ile birlikte bozulmalar başlamakta ve bu da yağın kalitesini bozmaktadır. Bu sorunların kısmen de olsa giderilebilmesi için taşıma için naylon ve benzeri çuvalar yerine telis türü torbalar ile ağzı açık kasalar kullanılması tavsiye edilmektedir. Altı ve yanları hava alabilecek şekilde tasarlanmış olan ve yüksekliği 50-60 cm'yi aşmayan kasaların taşıma ve kısa süreli bekleme için kullanılması zeytinlerin kalitesinin korunması açısından önemlidir. Ancak bu kasaların zeytinle temasta olan iç yüzeylerinin zeytini yaralamayacak şekilde tasarlanması ve üretilmesi gerekmektedir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Zeytin taşıma amacıyla kullanılan kasalara örnekler

Özellikle işleme tesisleri ile hasat ekiplerinin yanlış zamanlaması sebebiyle ürünlerin hasat depolarında veya benzeri yerlerde 3-4 günden daha fazla beklemesi gereken durumlarda eğer çuvallanmış ise mutlaka çuvalardan çıkarılıp sergi haline getirilerek havalandırılması ve sergi kalınlığının da genellikle 25-30 cm'yi geçmemesi veya yukarıda bahsedilen ve taşımada kullanılan kasalarda bekletilmesi önerilmektedir. Bunlar ülkemiz kış ayları şartlarında (10-15°C ortam sıcaklığında) tavsiye edilen uygulamalar olup daha kötü durumlarda depo ortamının havalandırılması ve şartlandırılması gerekebilir.

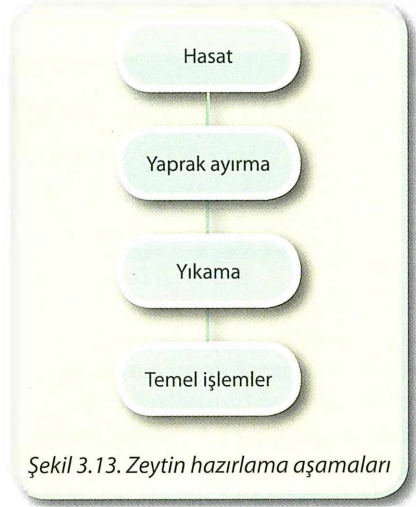
Gerek ağaç üstündeki zeytinler gerekse de hasat edilmiş zeytinler uzun süre beklediğinde nem kaybeder. Bekleyen zeytinlerde oluşan nem kaybı sebebiyle de kg zeytin başına alınan yağ oranı henüz nemini kaybetmemiş taze zeytine oranla daha yüksek çıkar. Aslında artmış gibi görünen yağ miktarı sabit olup değişmemiştir. Değişen sadece orandır. Yani 100 kg taze zeytini olan bir çiftçinin aynı gün çektiğinde elde edeceği yağ miktarı 25 kg ise (dörtte bir yağ verimi) zeytinini aynı gün çektiyemiyip 20-30 gün beklettikten sonra çektiğinde elde edeceği yağ yine aynı miktar olup 25 kg'dır. Ancak bir süre (mesela 20-30 günlük) bekleme sonunda zeytindeki nem kaybından dolayı 100 kg olan zeytin temsili olarak 75 kg'a düştüğü için çiftçi üçte bir (75 kg zeytinden 25 kg yağ) yağ aldığını düşünmektedir. Bu durum yanlışlığa sebep olduğu için kimi bölgelerimizde bazı çiftçiler zeytinlerini (verim artışı olması düşüncesiyle) özellikle bekletmekte ve bu yanlış düşünce, taze zeytinlerin kötü şartlarda bekletilmesine ve yağ kalitesinin hızlı bir şekilde düşmesine sebep olmaktadır. Bu düşüncenin yanlışlığı anlatılarak bu tür uygulamaların bir an önce engellenmesi gerekir. Çünkü böyle uygulamalar sebebiyle kaliteli olan zeytinimizi kendi elimizle kalitesiz hale getirmeye çalışmış oluyoruz.



### 3.1.2. Zeytin Hazırlama İşlemleri

Hasat edilen ve işletmeye getirilen zeytin, yağ ayırma işlemlerine girmeden önce bazı ön hazırlama işlemlerine tabii tutulmak zorundadır. Bu işlemlerin temel amacı yağı ayrılacak olan zeytinin yaprak, toprak, taş ve benzeri her türlü yabancı maddeden temizlenmesi ve temel işlem aşamalarına hazır hale getirilmesidir. Bu işlemlerin gerekliliği iki açıdan önemlidir. Birincisi elde edilecek yağın yabancı maddelerin etkilerine maruz kalmasını ve dolayısı ile kimyasal yapısının etkilenmesini önlemek, ikincisi ise temel işlem makinalarının çalışması sırasında makinalara gelecek zararları engellemektir.

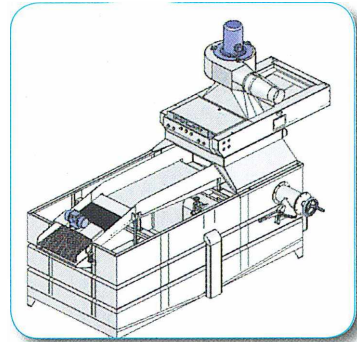
Hasat edilen zeytin gerek hasat şekli gerekse de mevsimin etkileri sebebiyle temiz zeytin taneleri yanında yaprak ve tane zeytine yapışmış toprak ve taş taneleri içermektedir. Eğer bu zeytinler temizlenmeden; olduğu gibi, toprağı, taşı ve yaprağıyla temel işlemlere tabii tutularak yağı ayrılacak olursa elde edilecek yağ kimyasal olarak toprağın ve yaprağın etkisinde kalabilecektir. Aynı zamanda; özellikle taş, hatta metal parçaları gibi yabancı maddeler işleme makinalarına zarar vererek maddi zararlara sebep olacaktır.



Şekil 3.13. Zeytin hazırlama aşamaları

Bütün bu muhtemel sorunlara çözüm olarak hasat edilen zeytinler kırma işlemine girmeden önce Şekil 3.13'teki gibi hazırlama işlemlerine tabii tutularak temel işlemlere hazırlanmaktadır.

Yaprak ayırma olarak bilinen birinci hazırlık işleminde yaprak ve benzeri hafif yabancı maddeler daha çok basınçlı hava ya da vakum ile zeytinden uzaklaştırılırlar (Şekil 3.14). Bunun için hasat sonrası işletmeye getirilen zeytinler taşıyıcı bant veya helezonla taşınırken veya boşaltılırken ön temizlemeye tabii tutulurlar. Boşaltma bölgesinde yeterli güç ve hava akışı debisine sahip fanlarla, üfürme olabileceği gibi, daha çok emme prensibi ile hava akımı oluşturularak hafif olan yaprak ve benzeri maddelerin zeytinden uzaklaştırılması



Şekil 3.14. Yabancı madde (yaprak, taş, çamur vs) ayırma makinesi  
(www.polatas.com.tr)

ve belli bir bölgede toplanması sağlanır. Ancak oluşturulan hava debisinin kaldırma kuvvetinden daha ağır olan taş ve çamur gibi maddeler ise zeytinle beraber taşıyıcıda ilerlemeye devam eder.

Zeytinlerin birinci temel işlem aşaması olan kırmaya girmeden önce bu yabancı maddelerden de ayrılması gerekir.

Zeytin yıkama olarak bilinen ikinci hazırlık işleminde toprak, çamur, taş ve benzeri yabancı maddelerin uzaklaştırılması için yerine göre basınçlı su, yerine göre de akış halindeki hareketli su kullanılmaktadır (Şekil 3.14). Bu yöntemle hem zeytin tanelerine yapışmış toprak ve çamurun ıslatılarak kolayca zeytinden ayrılması sağlanır hem de sudan ve zeytinden çok daha ağır olan taşların su tankının dibine çökmesiyle uzaklaştırılması sağlanır. Bu işlemlerden geçen zeytin yabancı maddelerden arındırılmış olarak temel işlem basamaklarına hazırlanır. Genellikle yıkamadan çıkan zeytinler doğrudan kırıcıya verilir. Ancak zeytinin cinsine, yıkamanın ve kırıcının çalışma prensibine bağlı olarak zeytinlerin üzerinde biriken su damlacıkları kırma işlemi için yeterinden fazla olabilir. Eğer böyle bir durum oluşursa fazla olan bu su damlacıkları; zeytinlerin elekli titreştirme tablalarında iletilmesi ile atılabileceği gibi gerektiğinde santrifüj sepetlerde döndürülerek daha hızlı bir şekilde uzaklaştırılmaları da sağlanabilir.

Gerek ülkemizin gerekse de dünyanın çevresel ve doğal kaynak sıkıntıları sebebiyle zeytin yıkama suyunun verimli kullanılması için sürekli akan şebeke suyu veya akarsu yerine, daha çok devir daim sistemli yıkama tankları kullanılmalıdır. Bölgesel hasat farklılıklarına bağlı olarak devir daim ettirilen yıkama suyu zamanla kirlenecektir. Bu sebeple devir daim sırasında değişik metotlar kullanılarak suyun temizlenmesi gerekir. Verimli bir yıkama işlemi için ise suyun bir kısmının ya da tamamının belli aralıklarla temiz su ile yenilenmesi gerekecektir. Aksi takdirde iyi temizlenmeyen zeytinlerden elde edilecek yağın kalitesi de iyi olmayacaktır.

### 3.2. İŞLEME SİSTEMLERİ MAKİNE VE DONANIMI

Birlikte ve uyumlu olarak çalıştırıldığı zaman kaliteli yağ üretimini sağlayan ve bu amaçla kullanılan makine, cihaz ve ekipmanların zeytin girişinden yağ çıkışına kadar birlikte kullanımları ile temel olarak iki zeytinyağı işleme sistemi tipi ortaya çıkmaktadır. Bunlar eskiden beri kullanılmakta olan parti mal usulü çalışan sistem ile son kırk, elli yıldır kullanılmakta olan sürekli/kesintisiz çalışan sistemlerdir. Bu iki sistem arasındaki temel fark hammadde olan zeytinin işleme, kesintili yani parti parti girmesi ya da kesintisiz ve sürekli şekilde girmesi ile ilgilidir.

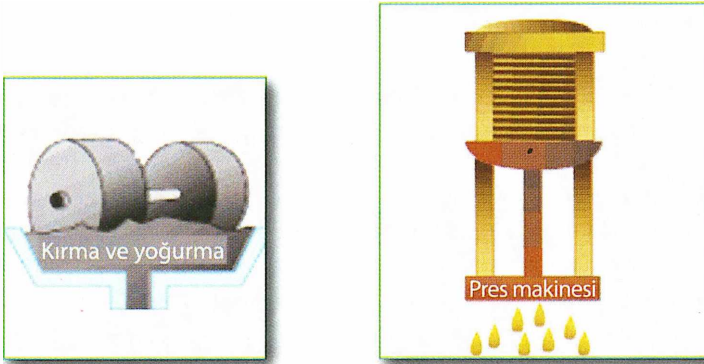
Parti mal usulü çalışan sistemlerde belli miktardaki (mesela 500 kg) temizlenmiş birinci parti zeytin alınır ve sıra ile üç temel işlem basamağından (kıрма-yoğurtması faz ayırma) geçirilerek yağı çıkarılır ve belli bir tankta toplanır. Daha sonra ise ikinci, üçüncü, vb. parti zeytinler benzer işlemlerden geçirilerek yağları yine aynı

toplama tankında toplanır. Bu şekilde parti parti işlenen zeytinlerin toplanan yağları daha sonra dik santrifüj makinasında kalan suyundan ayrılıp filtre edildikten sonra paketlenir ya da tüketime sunulur.

Sürekli çalışan sistemlerde ise temizlenmiş zeytin önceki sistemin aksine düzenli bir şekilde ve sırası ile üç temel işlem basamağına girip çıkararak yağ yine en son basamakta sürekli olarak toplama tankında toplanır ve bir yandan da dik santrifüj makinasında kalan suyundan ayrılıp filtre edildikten sonra paketlenir ya da tüketime sunulur. Bu sistemde işlemler arasında kesinti olmayıp zeytinler ve hamur sürekli bir şekilde ve genellikle de el değmeden işlenmektedir.

### 3.2.1 Parti Mal Usulü Çalışan Sistemler

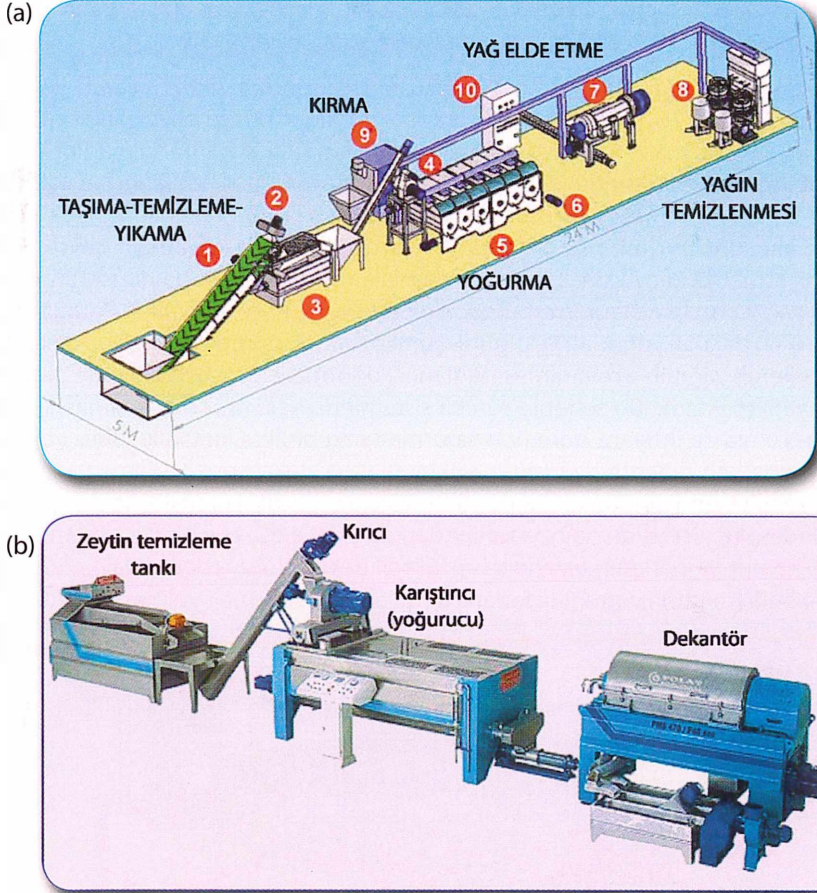
Bu sistemler Şekil 3.15' te görüldüğü gibi genellikle taş kırıcı ve yoğurucu ile pres makinesinden oluşmaktadır. Taş kırıcılar üstü açık silindirik tankın içinde dönen ağır taşlardan oluşmakta olup zeytinlerin kırılması için taşın belli bir hızda (15-30 devir/dakika) hem kendi ekseni hem de tankın ekseni etrafında dönmesi gerekir. Bu sebeple tankın alabileceği kadar zeytin bir seferde tanka yüklenecek şekilde taş ile hem kırılır hem de yoğrulur. Kırma ve yoğurma işlemi birleştirilmiş olup yaklaşık 30-60 dakikada zeytin hem kırılır hem de yoğrulur hale getirilir. Olgunlaşan ve yağın iyice bırakan hamur tanktan alınarak çok sayıda özel sıkma torbalarına 2-3 cm kalınlığında olacak şekilde doldurulurlar. Bu torbalar daha sonra üst üste yerleştirilerek pres makinesinde sıkma işlemine tabii tutulur. Sıkma sonucu hamurun içindeki sıvı faz (yağ+karasu) ayrılarak torbalarda yağ ve su alınmış az nemli ve az yağlı katı madde (pirina) bırakılır. Bu pirina daha sonra 5. Bölüm'de anlatılan işlemlere tabii tutularak değerlendirilir. Sıkma işlemi yağın hamurdan verimli bir şekilde ayrılması için yavaş yavaş yapılır.



Şekil 3.15. Taş kırıcı-yoğurucu ve pres makinesi

### 3.2.2 Sürekli/Kesintisiz Çalışan Sistemler

Parti mal sisteminin aksine bu sistemlerde zeytinler Şekil 3.16'a ve b'de görülen sıralı işlem makineleri arasında sürekli olarak hareket halindedir. Kırıcı ve yoğurucu ayrı olup taş kırıcı yerine metal kırıcı ve taş yoğurucu yerine de metal yoğurucu/karıştırıcı kullanılmaktadır. Hamurdan sıvı fazın ya da yağın ayrılması içinse pres yerine santrifüj prensibi ile çalışan dekantör kullanılmaktadır.

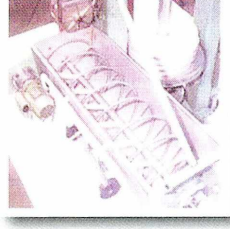


Şekil 3.16. Sıralı işlem makinelerinin örnek yerleşimleri  
(a-[www.hakkiusta.com.tr](http://www.hakkiusta.com.tr), b-[www.polatas.com.tr](http://www.polatas.com.tr))

Metal kırıcılar (Şekil 3.17a) taş kırıcılara nazaran çok daha küçük boyutlara sahip olduğundan benzer iş kapasitelerini yakalamak için çok daha yüksek hızlarda dönmesi gerekmektedir. Taş kırıcılar 15-30d/d hızlarında dönerken metal kırıcılar genellikle 1500-3000d/d hızlarında dönmektedir. Bu kadar yüksek hızlar işleme kapasitesini artırırken aynı zamanda hamurun ısınması ve yağ damlacıkları ile su damlacıklarının emülsiyon olma riskini de beraberinde getirmektedir. Bu durum ise kirmayı takip eden işlemlerde zorluğa ve verim düşüşüne sebep olabilir.



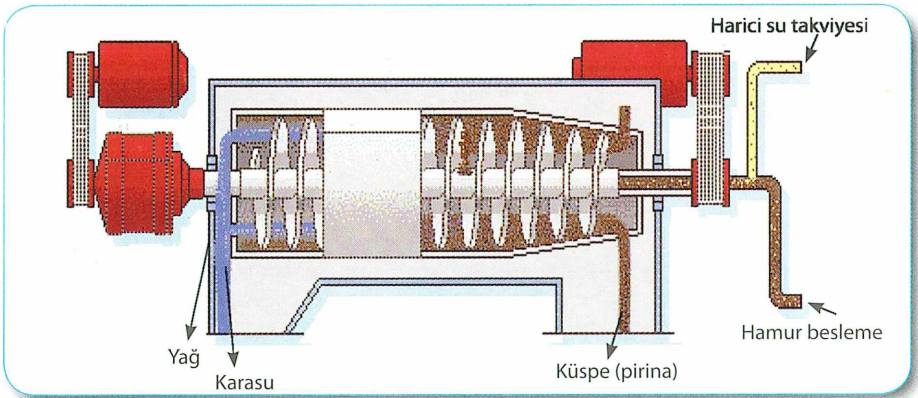
(a)



(b)

Şekil 3.17. (a) Pimli metal kırıcı ve (b) yoğurma tankı

Metal kırıcılarda kırılan zeytinler kırıcının çıkışından direkt olarak yoğurma tankına (Şekil 3.17b) dökülmektedir. Bu tanklar diğer bütün ekipmanlar gibi paslanmaz çelik sac malzemeden yapılmakta olup genellikle hamurun yağını kolayca bırakabilmesi için arasında 30-35°C sıcak su dolaştırılan su ceketlerine, karıştırıcı mil ve kanatlara ve yatay yarı silindirik bir yapıya sahiptir. Kırıcının yüksek hızının aksine karıştırıcının mil hızı 15-20d/d'yi ya da karıştırıcı kanatların çevresel hızı 2 m/s'yi aşmamalıdır. Aksi takdirde yağ damlalarının birleşerek büyümesi zorlaşacağı gibi yağ ve su damlalarının emülsiyon oluşturma riski de artacaktır. Burada yeterli süre (30-60 dakika) yoğrulur ve olgunlaştırılan hamur, pompa vasıtasıyla dekantöre gönderilerek yağın ayrıştırılması sağlanır. Yoğurma işlemi kendi içinde parti mal usulü yapılmaktadır. Bu sebeple sürekli sistemlerin kesintiye uğramaması için genellikle iki (ya da ihtiyaca göre üç) yoğurma tankı birlikte kullanılır. Birisi yoğurma işlemi yaparken diğer(ler)i kırıcıdan yükleme veya dekantöre besleme yapar. Şekil 3.18'de kesit resmi görülen dekantör temel olarak santrifüj prensibi ile çalışan yatay bir silindir olup, içerisine pompa tarafından sürekli ve düzenli olarak beslenen karışımın (hamur ve hariçten eklenen su) yüksek devirli dönmeye dolayı merkezkaç kuvveti etkisi altında yoğunluk farkına bağlı olarak fazlarına ayrılmasını sağlar.



Şekil 3.18. Dekantör (3 fazlı)

En dışta toplanan katı madde dekantörden az bir farkla hızlı (ya da yavaş) dönen helikon itici ile ötelenerek silindirin dar konik ucundan sürekli olarak dışarı dökülür. Diğer yandan halkalar halinde oluşan su ve yağ fazları ise uygun çıkış kanalları ile sürekli olarak dekantörün dışına alınarak su ve yağ tanklarında toplanmaktadır.

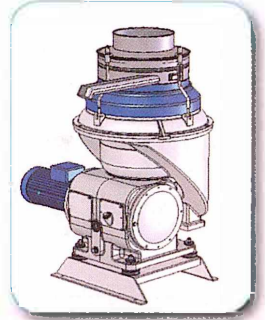
Gerek parti mal sistemi gerekse de sürekli sistemlerde toplanan yağ diğer bir besleme pompası ile dik santrifüje (Şekil 3.19) gönderilir ve burada içindeki çok küçük katı maddeler ve sudan arındırılmak yoluyla daha da saflaştırılarak paketleme ya da tüketime sunulur. Bazı durumlarda ise dik santrifüjden çıkan yağ ayrıca ince filtrelerden geçirilerek çok daha iyi bir saflaştırma işlemi yapılır.

### 3.3. İŞLEME SİSTEMLERİ TEKNOLOJİSİ

Natürel zeytinyağları, zeytin ağacı meyvesinden, doğal özelliklerini değiştirmeyecek bir sıcaklıkta sadece mekanik veya fiziksel işlemler uygulanarak elde edilen, berrak, yeşilden sarıya değişebilen renkte, kendine özgü tat ve kokuda olan doğal halinde gıda olarak tüketilebilen yağlardır.

Natürel zeytinyağları diğer nebati yağlardan farklıdır. Bu farklılığa neden olan en temel iki özellikten ilki; zeytin meyvesinin doğasından kaynaklanmaktadır. İkincisi ise eğer hammadde, yani zeytin, iyi kalitede ise tamamen mekanik yollarla elde edilen yağın anında yenilebilir nitelikte olmasıdır. Natürel bir zeytinyağının kalitesini belirleyen temel faktörler Şekil 3.1'de detaylı bir şekilde izah edilmiştir.

Doğru zamanda, doğru metotla hasat edilen ve hazırlık işlemleri doğru şekilde yapılarak doğru zamanda yağ ayırma işlemlerine hazırlanan zeytinin tabii olacağı temel üretim aşamaları Şekil 3.20'de gösterilmiştir.



Şekil 3.19. Dik santrifüj  
(www.polatas.com.tr)



Şekil 3.20. Zeytinyağı temel üretim aşamaları

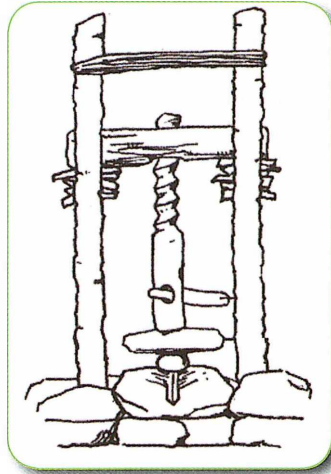
Bu aşamalarda uygulanan temel işlemler sırasıyla;

- a) kırma
- b) yoğurma
- c) sıvı faz ayırma
- d) yağın su ve tortudan ayrılması

işlemleridir. Bunlar içerisinde ilk 3 işlem ana işlemler olup yıllar içerisinde değişik prensipler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu 3 temel işlemde kullanılan çalışma prensipleri sürekli gelişme göstermekte olduğundan bu işlemlerdeki teçhizat ve makineler de sürekli olarak yenilenmektedir. Dördüncü işlem olan yağ saflaştırma işleminin prensibi tamamen standart hale gelmiş olup yağın içerisinde kalan zeytin kara suyunun santrifüj yöntemiyle ayrıştırılması ve uzaklaştırılması prensibine dayanmaktadır.

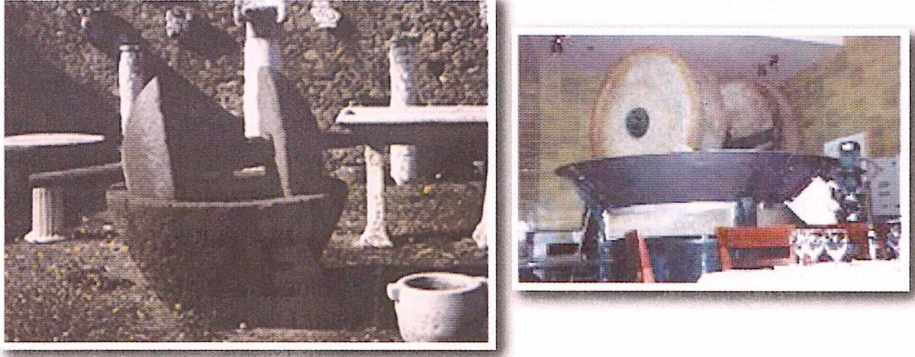
### 3.3.1. Kırma İşlemi

İlk işlem olan kırma-ezme aşamasında amaç zeytinin etli kısmında bulunan küçük boyuttaki çok sayıda hücrenin yırtılması ve bu sayede yağ damlalarının açığa çıkmasıdır. Bunun için kırıcının, hem parçalayarak boyutu küçültme ve bu sayede yağ akış alanını artırma, hem de kesme ile ulaşılamayan yağ hücrelerini delme ya da yırtma işlevleri olması gerekir. Kırıcılar veya ezicilerin bu işlevlerine çekirdekler, kırılmış keskin kenar ve köşeleri ile yardımcı olmakta ve hücrelerin daha verimli şekilde parçalanma ve delinmesini sağlamaktadır. Aksi takdirde kırıcıların daha verimli çalışması için daha iyi tasarlanması veya daha uzun çalıştırılması gerekir. İlk çağlarda zeytin kırma için kullanılan kırıcılar ahşaptan desteklere ve vidaya sahip olan bir sıkma düzeneği ve vida altına yerleştirilen iki taş parçasından ibaretti (Şekil 3.21).



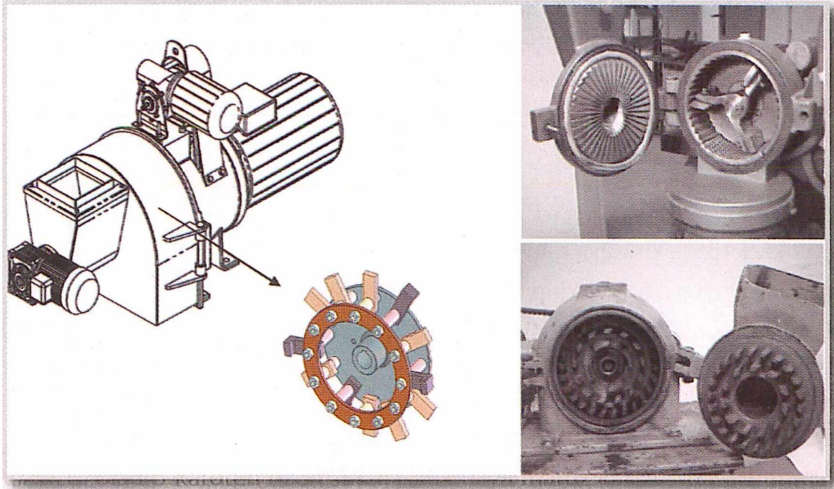
Şekil 3.21. İlk çağlarda kullanılan kırıcı düzeneği

Daha sonraları taş ve sıkma düzenekleri daha da geliştirilmiş (Şekil 3.22) ve bu dönemde zeytinler büyük koni şeklinde taşlar arasında kırılmak suretiyle hamur haline getirilmiştir. Ancak daha sonra taş, yerini granit tabana bırakmıştır.



Şekil 3.22. Taş ve granit kırıcılar

Yıllar içerisinde taş kırıcıların yerini metal kırıcılar almıştır. Metal kırıcılar değişik tiplerde olabilir (çekiçli, merdane, bıçak, ve pimli) (Şekil 3.23). Bütün metal kırıcılar da tıpkı taş kırıcılar gibi zeytinlere fiziksel bir kuvvet uygular. En yaygın kullanılan metal kırıcı tipi çekiçli olanıdır.



Şekil 3.23. Çekiçli ve pimli kırıcıların iç görüntüleri

Taş kırıcılar parti mal usulü (kesintili) ve yavaş (düşük hızda) çalışırlar. Metal kırıcılara nispeten kapasiteleri düşük, işletme giderleri ise yüksektir. Metal kırıcılar ise hem sürekli (kesintisiz) hem de yüksek kapasitelidir. İşletme giderleri de nispeten düşüktür. Metal kırıcılara göre daha büyük ölçekli ve daha düşük kapasiteli olmasına



rağmen taş kırıcılar ile kırılan zeytinlerin yağı, tat, aroma ve benzeri gibi değişik sebeplerle metal kırıcılar ile kırılan zeytinin yağından daha fazla tercih edilmektedir.

Sanayi tipi taş kırıcıların işlem kapasitesi genellikle 500 kg/saat ile 1200 kg/saat arasında değişirken metal kırıcıların kapasiteleri ise 1000 kg/saat ile 3000 kg/saat arasında değişmektedir. Taş kırıcıların devirsel hızları yaklaşık olarak 15 devir/dakikadır, bu da 1-3 m/saniyeye tekabül eden bir çevresel hız demektir. Metal kırıcılar ise 30-35 cm çapında, 1500-3000 devir/dakika aralığında devirsel hız ve 25-50 m/saniye çevresel hızla sahiptir. Taş kırıcılar, yüksek hızları ve büyük çarpma kuvvetleri ile zeytine çok fazla mekanik etki uygulayan metal kırıcıların aksine zeytinleri çok fazla hırpalamazlar. Taşlar temel olarak tekne tabanına doğru zeytine kendi statik ağırlıkları ile uyguladıkları kuvvetle ve tabana oransal hızları ile yırtma, parçalama ve karıştırma eylemini gerçekleştirir. Taş kırıcıların en önemli avantajları şöyle sıralanabilir:

- Emülsiyon oluşumuna neden olmaz.
- Hamur aşırı ısınmaz.
- Daha büyük yağ damlacıklarının oluşumuna yardımcı olur, bu sayede bir sonraki aşama olan yoğurmaya da katkıda bulunmuş olur.
- Hamur hazırlanırken; kırma işlemi zeytinin özelliklerine göre ayarlanabilir.
- Metal kontaminasyonu riski yoktur.

Taş kırıcılarla kıyaslandığında metal kırıcılar daha küçük boyutlara, daha yüksek hız nedeniyle daha yüksek kapasiteye ve düşük işçilik maliyetine sahiptir. Bunların yanı sıra, taş kırıcılara nispeten en önemli üstünlükleri sürekli bir sistem olmalarıdır. Metal kırıcıların bu avantajlarına rağmen bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlar genellikle

- emülsiyon oluşumu,
- yüksek hızda kırmaya bağlı sıcaklık artışı,
- yağın duyuşsal özelliklerinde olumsuz değişimler,
- metal kısımların aşınmasına bağlı yağda kontaminasyon ve kırıcı performansında düşüştür.

Zeytin kırmada kullanılan mekanik kırıcıların, zeytin olarak giren ve hamur olarak çıkan malzemenin sıcaklığında önemli artışlara neden olduğu tespit edilmiştir. Taş kırıcılarda meydana gelen sıcaklık artışı 4-5°C iken metal kırıcılarda bu artış daha fazla olup 10-15°C arasındadır. Bu sıcaklık artışının nedeni; çekirdek ve parçacıklarının kısa bir zamanda ve yüksek hızlarda kırılması esnasında ısı halinde açığa çıkan enerjidir. Bu açığa çıkan ısı hızla yarı sıvı ortama (yani hamura) yayılmaktadır. Bu durumun kalite parametreleri (asitlik, peroksit vb.) açısından belirgin bir farklılık yaratmasa da, özellikle fenolik madde miktarında pozitif yönde önemli değişikliklere neden olduğu görülmüştür (Tablo 3.1)

Tablo 3.1. Farklı kırma sistemleri ve üç-fazlı dekantörden elde edilen yağlara ait bazı özellikler (Giovacchino, Sestili, Vincenzo, 2002)

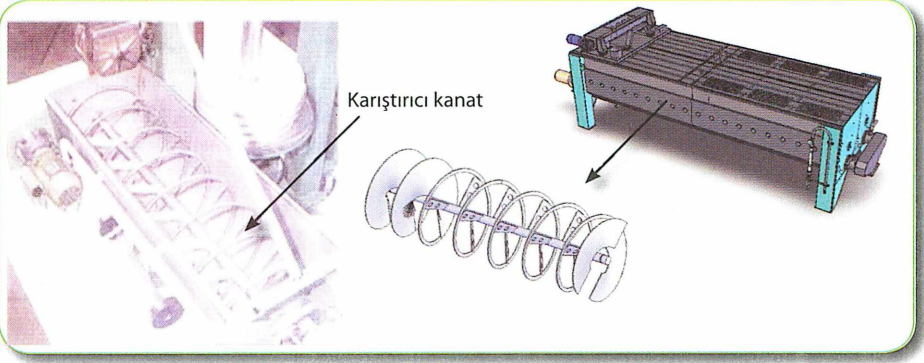
Kırma metodu	Serbest asitlik (%)	Peroksit (meqO <sub>2</sub> /kg)	Duyusal değerlendirme	Toplam fenol (mg/l)	Acılık
Taş kırıcı	0,23	11,5	7,4	133	1,8
Metal kırıcı	0,23	11,7	7,2	247	2,4

Ancak Tablo 3.1'den de görüleceği gibi metal kırıcı her ne kadar duyuşal değerlerde önemli bir farklılığa neden olmasa da acılık değerlerinin yükselmesine neden olmuştur. Başka bir çalışmada ise, buzdolabında saklandıktan sonra (6°C) çekiçli kırıcıda kırılan zeytinden elde edilen yağda basit fenollerin miktarı normal şartlarda işlenene göre çok daha yüksek bulunmuştur. Bu şartlarda elde edilen yağın yüksek olan fenolik madde miktarına bağlı olarak raf ömrü de olumlu yönde etkilenmiştir. Çekirdeği kırılmadan ayrılarak işlenen hamurdan elde edilen yağın özellikleri üzerinde yapılan çalışmalarda, yağın aromatik özelliklerinde iyileşmeler kaydedildiği belirtilmiştir.

### 3.3.2. Yoğurma İşlemi

Zeytin kırıldıktan sonra, ikinci işlem olarak zeytin hamurunun yoğrulması/karıştırılması gerekmektedir. Bu karıştırma aslında yoğurma ya da olgunlaştırma olarak da ifade edilebilir. Bu aşamada temel amaç; yağ damlacıklarının hücrelerden ayrılmasını ve serbest kalan bu damlacıkların birleşerek daha büyük yağ damlacıkları oluşturmasını ve bu büyük yağ taneciklerinin de hamurdan daha kolay ayrılmasını sağlamaktır.

Taş yoğurucular ve metal yoğurucular kırıcının tipine bağlı olarak en çok kullanılan iki tip yoğurucudur. Kırma için kullanılan taş (ve kova) sistemi temel olarak taşın ağırlığı ve dönmesi ile kırma yaptığı için kovanın içine yerleştirilen zeytinlerin tamamının kırılması zaman almaktadır. Ancak işlemin ilk anından itibaren kırılan zeytinler bir yandan da yoğrulmaya başladığı için, taş sistemlerinde kırma ve yoğurma işlemi aynı kovanın içinde birlikte yapılmaktadır. Taş kırma sistemlerinde kırıcı taş ve kova aynı zamanda yoğurucu olarak da görev yapar ve zeytini aynı zamanda hem kırar hem de yoğurur. Metal kırıcı sistemlerde ise zeytinler kırıcıda çok hızlı kırıldıkları için yoğurma işlemi ayrı bir yarı silindirik yatay şaftlı (veya yarı küresel dikey şaftlı) tankın içinde gerçekleştirilir. Tankın içine yerleştirilen şaft, hamurun karıştırılması ve ileriye doğru ötelenmesi için eğimli bıçaklar veya spiral şeklinde kanatlara sahiptir. Tankların hamura temas eden iç yüzeyi ve diğer tüm parçaları kesinlikle paslanmaz çelik olmalıdır (Şekil 3.24).



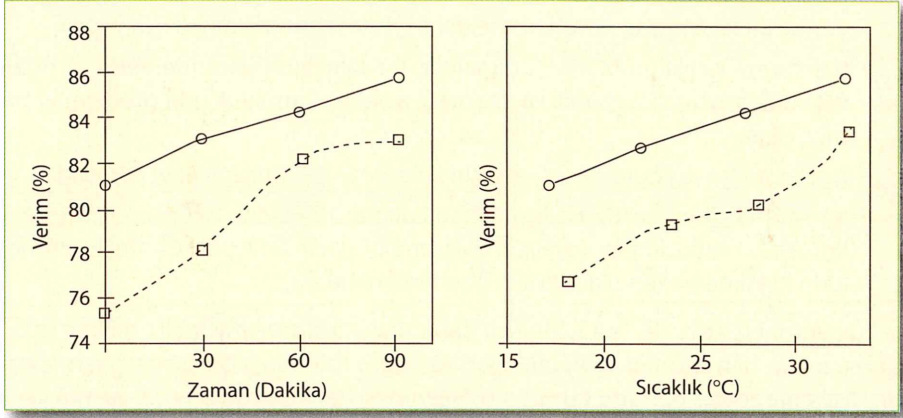
Şekil 3.24. Örnek prototip ve ticari tip yoğurma tankları ile karıştırıcı kanatları  
([www.polatas.com.tr](http://www.polatas.com.tr))

Yağ ve zeytin bünyesinde doğal olarak bulunan suyun, katı kısımdan ayrılması için sıvı halde bulunmaları gerekmektedir. Bunun için hamur sıcaklığının hem yağ hem de suyun erime noktasının üzerinde olması gerekir. Diğer taraftan, sıvı fazın etkili ve kolay ayrılması için de vizkozitenin düşürülmesi gerekir. Vizkozitenin düşmesi, hamur sıcaklığının yağın erime noktasının çok daha üstünde olması ile sağlanır. Ancak, yine de hamur sıcaklığının, yağ kalitesini olumsuz bir şekilde etkileyecek kritik değerlerin altında kalması istenir. Kısacası; hamur sıcaklığının, viskozitenin düşürülmesi ve dolaylı olarak da yağ veriminin artırılması için yükseltilmesi gerekirken, belli sıcaklıkların üstünde özellikle uçucu bileşenler zarar gördüğü ve renk değiştiği için düşük tutulması gerekmektedir. Bu nedenle yoğurma sıcaklığı doğru seçilmeli ve işlem boyunca düzenli olarak takip edilmelidir. Bu amaçla yoğurma tanklarında kontrollü sıcak su devridaimi sağlayan (veya elektrik ısıtmalı) ceket sistemi bulunur.

Yoğurmanın hızı, tıpkı zeytin kırma hızı ve yağın zeytinden ayrılma hızı gibi zeytin işleme tesisinin kapasitesini belirleyen önemli bir faktördür. Daha yüksek hızda yoğurma daha yüksek kapasite demektir. Ancak yüksek hızda yapılan yoğurma yağ ve su fazlarının emülsiyonuna neden oldukları için yavaş hızda karıştırma tercih edilir. Ticari olarak üretilen yoğurma bıçağı dönme hızı 20 devir/dakika ve uç noktasındaki lineer hız yaklaşık olarak 1-2m/saniye'dir. Bu karıştırma hızı taş kırıcılarda uygulanan 1-3 m/saniyelik hız aralığı içindedir. Eğer zeytin, taş kırıcılarda kırıldıysa kırılma sonrası oda (15-25 °C) sıcaklığında yaklaşık olarak 10-15 dakikalık bir yoğurma işlemi yağ emülsiyonunun parçalanması için en uygun süredir. Bu şekilde elde edilen yağ "soğuk çıkarılan" yağdır ve en üst kalitededir. Çekiçli kırıcılarda kırılan zeytin hamurunda ise muhtemel emülsiyonun kırılması için daha yüksek sıcaklıklarda ve daha uzun süre (30-90 dakika arası) yoğrulma gerekmektedir. Ancak hem sıcaklık artışı hem de çok uzun yoğurma sürelerinin, elde edilecek son ürün kalitesi üzerinde olumsuz etkilere neden olabileceği unutulmamalıdır.

Yoğurma süre ve sıcaklıkları üzerine yapılan çalışmalar, bu iki parametrenin hem yağ verimi hem de elde edilen yağın kompozisyonu ve kalitesi üzerine etkilerini

açıkça ortaya koymuştur. Yoğurma sıcaklığı ve süresinin yağ verimi üzerine etkisini incelemek için yapılan bir çalışmada; yağı kolay bırakan ve zor bırakan iki zeytin çeşidi için de, verimin hem sıcaklık hem de sürenin artmasına bağlı olarak önemli artışlar gösterdiği görülmüştür (Şekil 3.25). Şekilden görüldüğü gibi çekiçli kırıcı ve santrifüj dekantör sisteminden oluşan bir zeytinyağı çıkarma işleminde yoğurma süresinin en az 60 dakika olması gerekmektedir. Ancak yapılan bu çalışmalarda karıştırma süresindeki artışın aynı zamanda zeytinyağındaki fenolik madde miktarında düşüslere neden olduğu saptanmıştır.



Şekil 3.25. Yoğurma sıcaklığı ve süresinin 3-fazlı dekantör sisteminde işlenen "kolay" (○) ve "zor" (□) hamurların yağ verimleri üzerine etkisi (Giovacchino ve ark., 2002)

Aynı araştırmacıların farklı zeytin çeşitlerinde yaptıkları başka bir çalışmada da santrifüj dekantörde işlenen zeytin hamurundan elde edilen yağ verimi ve yan ürünlerde meydana gelen yağ kayıpları belirlenmiştir (Tablo 3.2). Bu çalışma bulgularına göre yoğurma süresi arttıkça yağ verimi artarken, kayıp yağ miktarı önemli ölçüde azalmıştır.

Tablo 3.2. Su tasarruflu seviyeye ayarlı santrifüj dekantörde işlenen zeytin hamurunun karıştırma sürelerinin (25 °C) farklı yan ürünlerde kalan yağ miktarları üzerine etkisi (Giovacchino ve ark., 2002).

	Yoğurma süresi		
	15 dakika	45 dakika	90 dakika
Yağ verimi ((kg elde edilen yağ/kg zeytinde var olan yağ)*100)	78,5	82,8	85,7
Pirinada kalan yağ (kg/100 kg zeytin)	3,1	2,6	2,2
Karasuda kalan yağ (kg/100 kg zeytin)	0,7	0,5	0,3
Toplam yağ kaybı (kg/100 kg zeytin)	3,8	3,1	2,5

Aynı çalışmanın bulgularına göre yoğurma süresinin, serbest asitlik, peroksit değeri, soğurma değerleri ( $K_{232}$ ,  $K_{270}$ ), ve duyuusal özellikler gibi kalite parametreleri

üzerine kayda değer bir etkisi olmamıştır. Ancak toplam fenol miktarında %10-20 arasında düşüşler kaydedilmiş, bu düşüşlere paralel olarak da yağın raf ömrü etkilendirilmiştir. Yoğurma sıcaklığı ve süresinin yağın kompozisyonu ve kalite parametreleri üzerine etkisini belirlemek için yapılan başka bir çalışmada da yine benzer bulgulara rastlanmıştır.

Daha önce yapılan bu çalışmalar ışığında karıştırma işlemi, süresi ve sıcaklığı için şu sonuçlar çıkarılabilir.

- Karıştırma işlemi; yağın daha kolay ve fazla miktarda ayrılması ve zeytin meyvesine ait lezzeti yağın bünyesine daha iyi almasını sağlamak için yapılır.
- Karıştırma sıcaklığı 28-35 °C olmalıdır. Bu sıcaklığın üstünde verim artışları olsa bile; zeytine has tadın kaybolması, acılık ve burukluk gibi problemler ortaya çıkar.
- Karıştırma yavaş devirde (20 devir/dakika veya 1-2 m/saniye) yapılmalıdır.
- Karıştırma süresi zeytinin cinsine bağlı olarak 30-60 dakika arasında seçilmelidir. Daha uzun süreler yağ verimi açısından tercih edilse bile, fenolik maddelerin kaybına neden olacağı için önerilmemektedir.

Karıştırma işleminde yağ kalitesini daha da iyileştirmeye yönelik en son çalışmalar, zeytin hamurunun oksijenle olan temasını azaltmayı ön plana çıkarmaktadır. Oksijenle zeytin hamuru temasının önlenmesi, tanka uygulanacak vakum veya hamur üzerinden azot gazı akışı sağlamakla mümkündür. Zeytin hamuru ile oksijen temasının azaltılmasının polifenollerin parçalanmasına neden olan enzim aktivitesini düşüreceği de düşünülmektedir. Polifenollerin önemli antioksidanlar ve zeytinyağının temel lezzet bileşenleri olduğu düşünüldüğünde bu tür işlemlerin zeytinyağına olan pozitif katkısı anlaşılmaktadır.

### 3.3.3. Sıvı Faz Ayırma İşlemi

Natürel (doğal) zeytinyağı, olgunlaştırılmış zeytin hamurundan sadece mekanik yollarla elde edilen yağdır. Bu yağ, doğru olgunlukta, görüntüde ve iyi kalite zeytinlerden elde edildikten hemen sonra yenilebilir niteliktedir.

Üçüncü ve en önemli işlem olan sıvı faz ayırma işleminin temel amacı yoğurma ile olgunlaştırılmış hamurda bulunan yağın alınması olup bunun için uygulanan 3 temel prensip vardır. Bunlar:

- presleme,
- santrifüjleme ve
- perkolasyon

prensipleridir.

Bu prensipleri kullanan sistemler farklı makinelere sahip olmakla birlikte hepsi de fiziksel kuvvet yoluyla katı ve sıvı fazların birbirinden ayrılmasını sağlarlar.

Presleme (basınç uygulama) en eski metotlardan biridir ve hâlâ natürel zeytinyağı elde etmek için en yaygın kullanılan sistemlerden birisidir. Bu metot, hamurun doğru şartlarda baskılanması ile sıvı fazın (zeytinyağı + karasu) zeytin hamurundan ayrılması prensibine dayanmaktadır. Sıvı faz, katı fazdan (pirina) çekirdek parçacıklarının ve telisin drenaj etkisi yardımı ile ayrılır (3.26).



Şekil 3.26. Farklı preslere örnekler

Taş kırıcılar kullanılarak elde edilen hamurdan yağın ayrılması genellikle hidrolik presler yoluyla sağlanır. Bu işlemde elde edilen yağ verimi oldukça yüksektir. Bu metot birkaç yıl öncesine kadar, kullanılan en eski metot olarak hâlâ önemini korurken; özellikle kapasite ve hijyen sorunu yaratması nedeniyle yerini metal kırıcılara bırakmıştır. Metal kırıcılar (çekiçli veya pimli disk) kullanılarak elde edilen hamurdan ise yağ, santrifüj sistemi (dekantör) kullanılmak suretiyle ayrılır. Bu sistemde de yağ verimi yine oldukça yüksektir.

Santrifüjleme (dekantör sistemi), dünya genelinde en yaygın kullanılan ve zeytin hamuruna uygulanan santrifüj kuvveti prensibine dayanan sürekli bir sistemdir. Santrifüjleme; yağ, su ve çözünmeyen katıların yoğunluk farkından yararlanarak bu fazların birbirinden ayrılmalarını sağlar. Ayırım yatay santrifüjlerde gerçekleştirilir.

Perkolasyon veya seçici filtrasyon, hâlâ kullanılan eski bir sistemdir. Bu metotla zeytinlerin yağının alınması için imal edilen ilk makine üzerindeki çalışmalar 1911'lere kadar uzanmaktadır. 1951 yılında ise prototip ürün olan "Alfin" (günümüzde Sinolea olarak bilinmektedir) üretilmiştir. Bu metot, hamur bünyesindeki genelde sıvı ile katının özelde ise yağ ve suyun yüzeye yapışma-yüzey gerilimi-farklılıklarına dayanmaktadır. Bu amaçla çelik bir plaka zeytin hamuru içine daldırılmaktadır. Plaka geri çıkarıldığında farklı yüzey gerilimlerinden dolayı yağla kaplanmaktadır. Daha önceleri perkolasyon sistemi baskılama sistemi ile birlikte kullanılırken, günümüzde perkolasyon sistemi santrifüj dekantör sistemi ile kombine kullanılmaktadır.

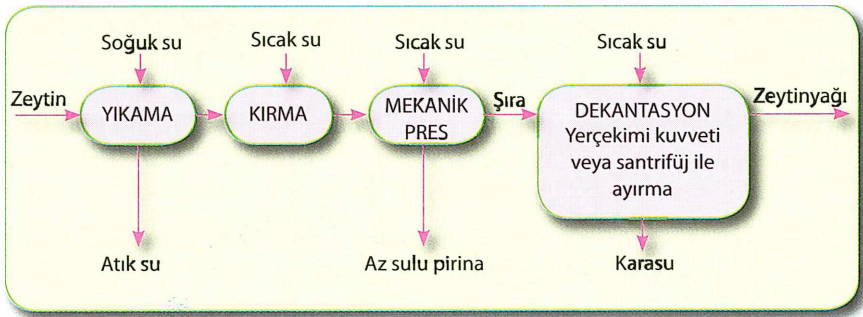
Değişik sistemlerden elde edilen yağ-karasu karışımındaki karasuyun, zeytinyağı üretiminde son işlem basamağı olan saflaştırma/ayırma işlemi ile yağdan uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu amaçla doğal dekantasyonla veya santrifüjle ayırma yöntemleri kullanılmaktadır. Doğal dekantasyonla ayırma işlemi çok uzun sürede gerçekleşmektedir. Buna bağlı olarak; yağ ve karasuyun çok uzun süre ve oksidasyona açık bir ortamda bulunması, yağın kalitesinin düşmesine neden olmaktadır.

Bu sebeple, yağ-karasu karışımındaki yağın kısa sürede karasudan ayrılarak enzimatik ve oksidatif bozulmaların önlenmesi ile çok daha kaliteli yağ elde edilmesinin mümkün kılan santrifüj sistemleri geliştirilmiştir.

Karasudan gerek doğal dekantasyon gerekse de santrifüleme ile arındırılan zeytinyağı, halen bir miktar tortuya neden olan katı madde ve su içerebilmektedir. Bu maddeler zeytinyağının depolanması sırasında kaliteyi olumsuz etkileyerek yağ asitliğinde yükselmeye neden olmaktadır. Bu nedenle zeytinyağının son bir işlem olan filtreleme ile içindeki yabancı maddelerden arındırılması gerekmektedir. Bu amaçla pamuklu veya kâğıt filtreler yaygın olarak kullanılmaktadır.

### Presleme

Bu prensip zeytinden yağ elde etmek için kullanılan en eski ve en yaygın metottür. Bu sistem gelişen teknoloji ile birlikte değişime uğramıştır. İlk uygulamalarında pres olarak insan ve hayvan gücüyle çalıştırılan mengeneler kullanılırdı, ancak hidrolik baskıların bulunup geliştirilmesiyle bu işlem otomatik hale gelmiştir. Baskılama işleminde, kırılmış ve yoğurma işlemine tabii tutulmuş zeytin hamuru torbalara 2-3 cm kalınlığında ve düzgün bir şekilde yerleştirilir. Daha sonra torbalar yükleme ünitesi yardımıyla baskıya yüklenir. Daha dengeli ve düzenli bir yüklemeyle birlikte uygulanan basıncın daha homojen dağılımını sağlamak için 3-4 torba arasına metal plaka ve bir bez parçası yerleştirilir. Hareketli kısım genellikle alttan yukarı doğru hareket eder ve uygulanan basınç sıvı fazı katı fazdan ayırır. Pres sisteminde olgun hamur ile doldurulmuş torbalar pres tablaları arasında sıkıştırılarak hamurun yeterli basınca maruz kalması ve bu sayede azalan hacimden akışkan olan sıvı fazın ayrılması sağlanır. Bu işlem sırasında, hamurun sıvı fazı torbaların gözeneklerinden geçerken katı faz geçemeyerek torbanın içinde kalır. Hamurdaki azami yağı alabilmek için birinci sıkımadan sonra aynı torbaların üzerine (yağ kalitesi açısından kesinlikle tercih edilmeyen) sıcak su dökülerek sıkma işlemi tekrarlanır. Sıvı faz dışarıdaki bir tankta toplanırken artık katılarla (pirina) dolu torbalar presten alınıp ayrı bir yerde temizlenir ve işlem yeni doldurulmuş torbalarla tekrarlanır. Bu işlem süresiz (kesintili) olup, işçilik giderleri yüksektir (Şekil 3.27).



Şekil 3.27. Presleme ile yağın ayrılması

Zeytin hamurunun katı-sıvı malzemesi basınca maruz kaldığında yağ-su karışımı (şıra), katı fazdan ayrılır. Bu işlem filtre etmenin kompleks bir şekli olarak düşünülebilir. Normal bir filtrasyon işleminde katı malzeme filtre yatağında toplanır, sıvı kısım ise herhangi bir engellemeyle karşılaşmadan filtre kanallarından geçer. Bu işlem filtre kanallarından hiç sıvı gelmeye kadar devam eder. Öyleyse teoride, uygun baskı sistemleri basıncın da etkisi ile zeytin hamurunda hiç yağ-su karışımı (şıra) kalmayana kadar sıvı kısmı katıdan ayırabilmelidir. Ancak; pratikte, uygulanan basıncın homojen olmaması nedeniyle yağın katı fazdan ayrılması teoride düşünüldüğü kadar verimli değildir. Bu olumsuzluğuna rağmen, baskılama metodu kısa karıştırma süresi ve işlem boyunca uygulanan düşük sıcaklık nedeniyle yüksek kalitede yağ eldesi açısından garantili bir metottur.

Sıvı fazın hamurdan ayrılması için pres tablalarının sıkıştırma hareketi ile "hamura uygulanması gereken" ortalama basınç miktarı, alınmak istenen yağla bağlı olup genellikle 150-200 bar yeterli olmaktadır. Düşük basınçlarda (100-150 bar) alınan yağ genellikle yoğurma sırasında hücrelerden çıkarak serbest kalan kaliteli yağ olup nispi olarak az olmasına rağmen çok daha kolay alınabilmektedir. 200 barın üstündeki basınç değerleri, hücrelerin aşırı sıkıştırılarak kalan yağların zorlama ile çıkarılmasını sağlamakta, hamurun içinde var olan ve yağla birlikte gelmesi istenmeyen bileşenlerin de yağ ile birlikte gelmesinin yanı sıra asitliğin artmasına neden olmaktadır.

Zeytin hamuruna uygulanan basıncın etkisiyle yağ-su karışımının katı fazdan ayrılmasının temel prensipleri konusunda bir çok çalışma yapılmıştır. Ancak kabul edilen prensibe göre baskılama aslında sadece bir filtreleme işlemi olarak düşünülmüştür ve bu doğrultuda baskılama işleminin kinetiği Carman'ın filtreleme konusundaki genel eşitliği ile açıklanmıştır. Bu eşitlik:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{PA}{\eta\beta} \left(1 - \frac{\omega\alpha}{\beta A} V\right) \text{ olarak verilmiştir.}$$

Bu eşitlikte

V = Ayrılan sıvının (yağ + karasu) hacmi

t = Zaman

P = Uygulanan basınç

A = Filtre (torbanın) yüzey alanı

$\eta$  = Sıvının viskozitesi

$\omega$  = Filtre edilen sıvı kısma karşılık filtre yüzeyinde (torba içinde) toplanan katı madde miktarı

$\alpha$  = Filtre malzemesinin (torbanın) filtrasyona karşı direnci

$\beta$  = Filtre üzerinde (torba içinde) biriken katı maddenin filtrasyona karşı direnci



Bu eşitliğin integrali alındığında eşitlik aşağıdaki gibi olur.

$$V = \frac{\beta A}{\omega \alpha} \left( 1 - e^{-\frac{P \alpha \beta}{\eta \beta^2} t} \right)$$

Yapılan çalışmalarda preslemeyi etkileyen faktörler;

- Zeytin çekirdeğinin miktarına bağlı olarak pres torbalarının filtrasyon kabiliyeti,
- Zeytin hamurundaki kolloidal bileşiklerin dağılım oranı ve konsantrasyonu,
- Su içeriği,
- Partiküllerin boyut ve şekilleri,
- Zeytinin fiziksel özellikleri ve
- Sıcaklık, basınç ve süre

olarak belirlenmiştir.

Presleme sisteminin avantajları şöyle sıralanabilir;

- Düşük yatırım maliyeti
- Basit makine donanımı
- Düşük enerji gereksinimi
- Pirinada kalan nem miktarının düşüklüğü
- Karasu ve bu karasuda kalan yağ miktarının az olması

Avantajlarına rağmen bu sistemin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlar;

- Makine donanımının geniş yer ihtiyacı,
- Daha fazla işçilik,
- Torbaların kontaminasyon riski,
- Yağın bozulmasına uygun ortam,
- İşlemin kesikli olmasıdır.

### Santrifüjleme

Santrifüjleme; yağ, su ve çözünmeyen katıların yoğunluk farkından yararlanarak ayırma yapma prensibine dayanan sürekli bir zeytinyağı işleme yöntemidir. Dekantör sisteminde sıvı fazı ayırma işlemi merkez kaç kuvveti prensibine dayanmaktadır. Hızla döndürülen hamurda ağır olan katı faz (çekirdek, et, zar) en dışta birikirken sıvı fazın ağır olan kısmı karasu onun üzerinde ve daha hafif olan yağ kısmı ise en içte toplanmaktadır. Dekantörün içindeki helezon itici dekantörden farklı bir hızda dönerek katı fazı ileri doğru itmekte ve dekantörün konik kısmının dar bölgesindeki katı atık çıkış ağzından dışarı atmaktadır. Sıvı faz ise konik bölgeyi aşamadığı için arka taraftaki ince ayarlı sıvı faz çıkışından dışarı atılmaktadır. Üç fazlı dekantör

sistemlerinde yağ üstte olduğu için merkeze daha yakın olan bir çıkıştan alınırken karasu bundan daha uzaktaki (dıştaki) başka bir çıkıştan alınmaktadır. Katı madde ise az bir nemle ön taraftan dışarı atılmaktadır. Sistem sürekli bir yapıya sahip olup işçilik giderleri düşük ancak ilk yatırım ve işletme maliyeti yüksektir.

Santrifüjleme prensip olarak yüksek dönmenin etkisi ile hamurda oluşturulan merkezkaç kuvvetinin katı, su ve yağ fazlarını yoğunluk farkı sebebi ile ayrıştırması işlemidir. Bu işlemde fazların rahat ayrılabilmesi için hamurda oluşan merkezkaç kuvvetinin belli bir değer in üstünde olması gerekir. Merkezkaç kuvvetini temsil eden merkezci l ivmelenme değeri nin dekantörlerde yerçekimi ivmesinin yaklaşık 2000-3000 katı olması tavsiye edilmektedir. Merkezci l ivme değeri dekantörün dönüş hızı ile iç yarıçapına bağlı olup hesabı aşağıdaki şekilde yapılmaktadır.

$$\text{Merkezci l ivme} = (2 \cdot \pi \cdot n / 60)^2 \cdot r$$

$$n = \text{dekantörün dönme hızı (d/d)}$$

$$r = \text{dekantörün iç yarıçapı (m)}$$

Merkezci l ivme katsayısı (G) merkezci l ivmenin yerçekimi ivmesine ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ) oranı olarak hesap edilir ve etkili bir ayrıştırma işlemi için bu katsayının değeri yukarıda belirtildiği gibi 2000-3000 aralığında tavsiye edilir. 4000d/d hızla dönen ve iç çapı 30 cm (yarı çapı 15 cm) olan bir dekantör için bu katsayı

$$G = (2 \cdot \pi \cdot n / 60)^2 \cdot r / g = \sim (2 \cdot 3,14 \cdot 4000 / 60)^2 \cdot 0,15 / 9,81 = \sim 2680$$

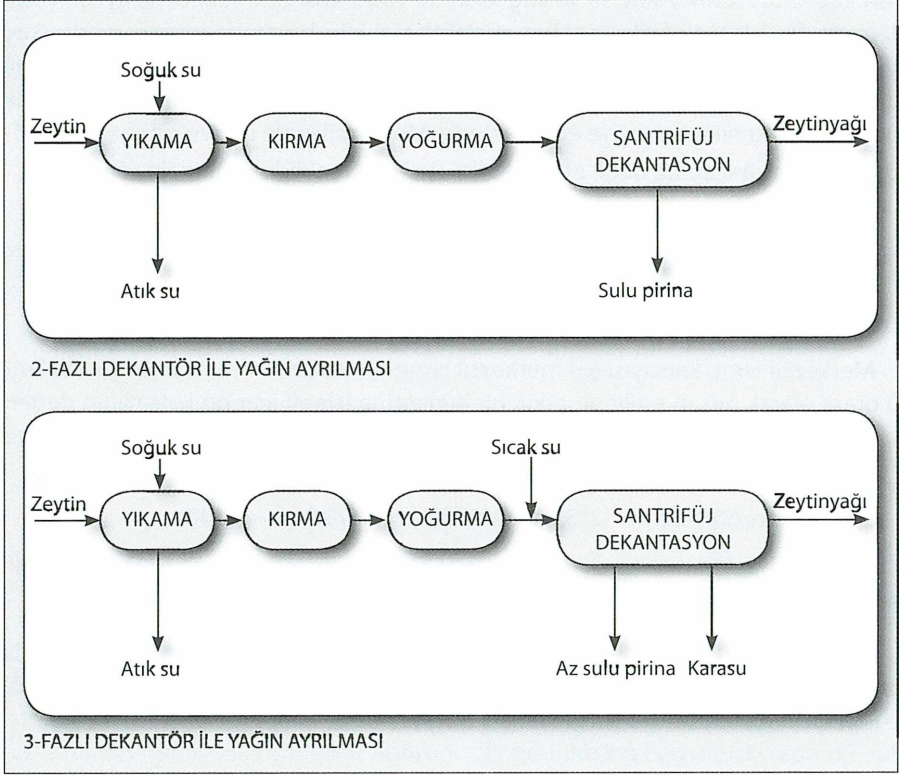
olarak hesaplanır ve tavsiye edilen aralıkta olduğu için ayırma işlemini verimli bir şekilde yapabilir.

Santrifüjleme sisteminde, katı faz sıvı fazdan zeytin hamurunu yeterli oranda sulandırmak suretiyle ayrılır. Sulandırma birbirine karışmayan sıvılar (yağ ve karasu) ve katı fazın dekantör içerisinde daha belirgin haleler halinde oluşmasına yardımcı olur. Pompa vasıtasıyla kontrollü bir akış hızında dekantöre beslenen hamura, sulandırma amacıyla verilen su da hamur miktarına ve hamurun nem oranına bağlı olarak kontrollü bir şekilde dozajlanır. Zeytin hamuruna eklenen su miktarı, yağ elde etme verimi üzerinde oldukça etkilidir. Bu nedenle "zeytin hamuru/su" oranının doğru tespiti çok önemlidir. Bu oran zeytin işleme tipine ve yağın reolojik özelliklerine sıkı sıkıya bağlıdır. Çok fazla veya çok az su eklenmesi yağ veriminde düşüşlere neden olacaktır. Uygun hamur/su oranı 1:0,7 ile 1:1,2 arasında değişebilmektedir. Bu oran dekantörden çıkan yağ ve su özellikleri incelenerek belirlenebilir.

Hamuru sulandırmak için kullanılan suyun sıcaklığı 20°C'den aşağı, 25°C'den yukarı olmamalıdır. Aksi takdirde elde edilen yağ kalitesi olumsuz yönde etkilenecektir.

Üç fazlı santrifüj dekantörün, presleme sistemi ile karşılaştırıldığında bir çok avantajı vardır. Ancak, zeytin hamuruna dışarıdan eklenen sıcak suyun hamur ile teması nedeniyle kalite açısından bazı dezavantajları da mevcuttur. Su eklenmesi; yağda var olan doğal antioksidan miktarını düşürürken karasu miktarının artması-

na neden olmaktadır. Çevre kirliliğine neden olması açısından da karasu miktarının artması önemli bir sorundur. Dışarıdan sıcak su eklemek yerine karasuyu devri daim ettirmek bu sorunu çözebilmektedir. Bu şekilde yapılan uygulamada karasu miktarında %35-40 oranında bir azalma ve toplam fenol miktarında %30'luk bir artış sağlanmıştır (Şekil 3.28 ve 3.29).

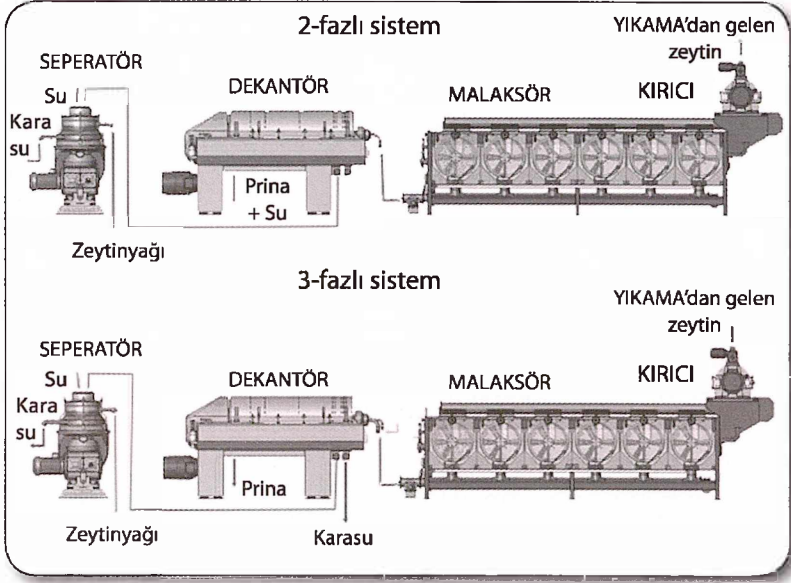


Şekil 3.28. 2 ve 3-Fazlı dekantör sistemi ile yağın ayrılmasında takip edilen işlemler

Doksanlı yılların başında santrifüj dekantör sistemlerinde yeni gelişmeler yaşanmış ve yeni bir dekantörün kullanımına başlanmıştır. Bu yeni dekantör sisteminde zeytin hamuruna eklenen su miktarı azaltılmış ve karasu miktarı düşürülmüştür. Günümüzde; geleneksel 3-fazlı santrifüj dekantörün yanı sıra zeytinyağı fabrikalarında kullanılan diğer dekantör sistemleri şunlardır:

- Birincisi "İntegral" tipi olarak adlandırılan iki-fazlı santrifüj dekantör sistemidir (Şekil 3.28 ve 3.29). Bu sistemde hamura su ekleme ihtiyacı yoktur. İspanya'da yaygın olarak kullanılan bu sistemde kara suyun fazlası katı faz ile birlikte nemli katı olarak-ön kısımdan dışarı atılırken sadece yağ-ve çok az bir miktar karasu-arka taraftan alınmaktadır. Bu nedenle bu sistemde yağ ve pirina çıkışlarına ait olmak üzere sadece iki adet çıkış vardır.

- Diğer bir sistem üç-fazlı sisteme göre daha az su ihtiyacı (0-30 l/100 kg zeytin) olan ve bu nedenle "su tasarruflu" diye adlandırılan iki buçuk-fazlı santrifüj dekantör sistemidir. İtalya'da yaygın olan bu sistemde de; üç-fazlı sistemdeki gibi yağ, pirina (%55-60 su) ve karasu (5-30 l/100 kg zeytin) olmak üzere üç çıkış vardır.

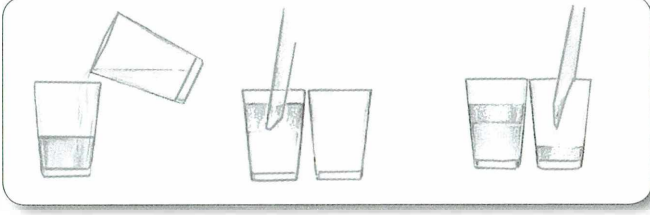


Şekil 3.29. 2 ve 3-Fazlı dekantör sistemi ile yağın ayrılmasının şematik gösterimi  
(www.polatas.com.tr)

### Perkolasyon

Diğer bir ayırıştırma prensibi olan **perkolasyon** sistemi ise genelde sıvı ile katının özelde ise yağ ve suyun yüzeye yapışma-yüzey gerilimi-farklılıklarına dayanmaktadır. Sıvıların katılara göre temasta olduğu yüzeye daha çok yapışma özelliği vardır. Sıvıların da kendi içinde fiziksel özellik farklılıklarına bağlı olarak temasta oldukları yüzeye yapışma kabiliyetleri farklılık gösterir. İşte bu prensip gereği olgunlaşmakta olan hamur içine daldırılan ince çelik veya başka bir malzemenin (plakanın) hamurdan çıkarılırken sıvı faz (veya yağ) ile kaplanmış olması ayırıştırmanın temel prensibi olup tekrar tekrar daldırılıp temizlenmesi ile işlem süreklilik kazanmaktadır (Şekil 3.30). Burada amaç plakanın daha çok sıvı faz ve daha az katı faz ile temasta olmasıdır. Diğer sistemlerde var olan baskı ya da merkezkaç kuvveti burada kullanılmadığı ve sadece sıvının hareket halindeki metal plakaya yapışma-tutunma kuvvetine bağlı kaldığı için hücrelerdeki yağın azami oranda çıkarılarak serbest hale getirilmesi hatta bu küçük damlaların da birleştirilerek daha büyük yağ damlaları/dalgaları haline getirilmesi sistemin veriminin yükseltilmesi açısından önemlidir. Bu sebeple hamurun iyice yoğrularak olgunlaştırılması gerekir. Bu sistemin kapasitesi ise yapışma yüzey alanına bağlı olduğundan hamurun içine girip-çıkan plakaların

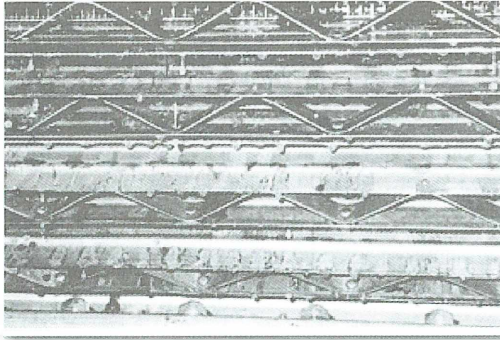
sayısının veya yüzey alanının artırılması kapasitenin artırılmasını sağlar. Ancak diğer sistemlerle karşılaştırıldığında perkolasyon sisteminin kapasitesi ve verimi çok düşüktür. Diğer yandan elde edilen yağ ise herhangi bir işleme maruz kalmadığı ve çok az oranda karasu içerdiği için en kaliteli yağdır. Sinolea metodunun temel prensibi aşağıda görsel bir şekilde ifade edilmiştir (Şekil 3.30)



Şekil 3.30. Sinolea sistemi temel prensibinin deneysel gösterimi  
([www.vea.es/688\\_english/sinolea\\_method.htm](http://www.vea.es/688_english/sinolea_method.htm))

Bu prensiple çalışan ilk sistem Acapulco metodu (1911) olarak bilinmektedir, bu metod daha sonraları revize edilmek suretiyle Acapulco-Quintanilla (1929-1930) olarak adlandırılmıştır. Ancak bu sistemler mekanik sorunları nedeniyle çok başarılı olmamışlardır. Bu sorunların F. Buendia tarafından üstesinden gelinmesiyle 1951 yılında Alfin prototip modeli geliştirilmiştir.

Bugün daha da geliştirilen ve Sinolea olarak adlandırılan sistem yarı silindirik bir tank ve içerisine dalıp çıkan paslanmaz çelik plakalardan (bıçak) oluşmaktadır. Hareketli olan plakalar yavaşça zeytin hamuru içerisine dalmakta, daha sonra geri dışarı çıkarıldığında yüzeye kaplanmış yağ, bıçaklar vasıtasıyla sıyrılip dışarı damlatılmaktadır. (Şekil 3.31).



Şekil 3.31. Sinolea sisteminde damlayan yağlardan bir görüntü  
([www.vea.es/688\\_english/sinolea\\_method.htm](http://www.vea.es/688_english/sinolea_method.htm))

Daha önce de değinildiği gibi, perkolasyon sisteminde sıvı fazı oluşturan yağ, karasudan ve hamurdan aralarındaki yüzey gerilimi farkı sayesinde ayrılır.

Perkolasyon sisteminin verimi zeytin hamurunun reolojik özelliklerine bağlıdır. Perkolasyon sistemi ile elde edilen yağ doğal kalite özelliklerinin, örneğin polife-

nol miktarının, tümünü bünyesinde taşır. Yağın elde edilmesi ortam sıcaklığında gerçekleşir, ayrıca su ile sulandırma olmadığı için kontaminasyon riski hiç yoktur. Bu sistemin en önemli avantajları otomatik olması, işçiliğin düşük olması ve sınırlı enerji ihtiyacıdır. Bu avantajlarının yanı sıra var olan dezavantajlarının başında, zeytin hamuru bünyesindeki yağın tamamen alınamaması gelmektedir. Bunun sonucu olarak pirina oldukça nemlidir (%50-65) ve yağ miktarı da nispeten yüksektir (%8-12). Bu sorunun çözümü için perkolasyon sistemi, diğer yağ elde edilme metodlarından herhangi birisi ile birlikte kullanılmaktadır.

Geçmişte; yağı perkolasyon sistemi ile kısmen alınmış olan nemli pirina, yağ verimini artırmak için baskılama işleminden geçirilirdi. Fakat perkolasyon ve baskıyı arka arkaya kullanan bu işleme metodunun bir çok dezavantajı bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi; ihtiyaç duyulan işçiliğin, yalnızca baskı uygulanan sistemle aynı olması ve işlemin devamlılığını yine engellemesidir. Bu nedenle, sürekliliği sağlamak için daha rasyonel olan perkolasyon ve santrifüjleme (dekantör) metodlarının birlikte kullanılması uygulanmış ve tercih edilmiştir.

Bu iki sistem bir arada kullanıldığında, perkolasyon sistemi doğal olarak daha az sayıda yağ alıcı bıçağa sahip olmakta ve kapasitesi nispeten düşmektedir. Zira; perkolasyon tankı tabanına, yağı kısmen alınmış olan pirinayı santrifüj sistemine taşıması için vidalı bir taşıma sistemi monte edilmiştir. Sürekli santrifüjleme sisteminin bu sisteme bağlanması ile bütün sistem, yarı-sürekli ve otomatik bir sistem olur. Bu sistemin işçilik gereksinimi düşük, ancak iki kez yağ ayırma nedeni ile yağ verimi yalnızca baskı sistemine yakındır.

Yapılan bir çok çalışmada yağın ayrılması işleminde uygulanan farklı metodların verimi birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Bu çalışmalarda benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Tablo 3.3'te verildiği üzere baskı ve 3-fazlı santrifüj sistemlerinin yağ verimi açısından çok farklı olmadıkları görülmektedir. Ayrıca yan ürünlerin bünyesinde kalan yağ miktarları da kabul edilebilir normal değerlerdir.

Tablo 3.3. Zeytinyağı çıkarmak için kullanılan baskı ve 3-fazlı dekantör sistemlerinin ortalama yağ verimleri ve bazı kalite karakteristikleri (Giovacchino ve ark., 2002)

Yapılan analiz	Baskılama sistemi	3-fazlı dekantör
Yağ çıkarma verimi (%)	85,6	85,1
Pirinada		
Nem (%)	27,9	51,2
Yağ (Toplam pirinanın yüzdesi)	7,7	4,2
Yağ (kuru maddenin yüzdesi)	10,7	8,7
Karasuda		
Kuru katı madde (%)	16,4	9,0
Yağ (g/l karasu)	6,7	12,5
Yağ (kuru maddenin yüzdesi)	4,1	14,1

Farklı bir çalışmada Sinolea sistemine ait verim değerleri üzerinde de çalışılmış ve Tablo 3.4'teki yağ verim değerleri elde edilmiştir. Yine bu çalışmada da Sinolea sisteminin tek başına olduğu durum hariç yağ verimlerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Tablo 3.4. Zeytinyağı çıkarmak için kullanılan pres, 3-fazlı dekantör ve Sinolea sistemlerinin ortalama yağ verimleri (Bianchi, 1999)

Yağ işleme sistemi	Yağ verimi (%)
Pres (Süper presler)	80-88
3-fazlı dekantör	75-86
Perkolasyon (Sinolea)*	30-70 (30 dakika)
Perkolasyon+3-fazlı dekantör	77-88

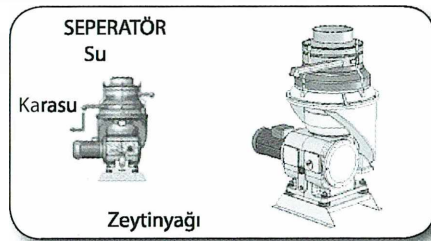
\*Bu sistemde zeytin hamurunun yapısal özellikleri verim üzerinde çok etkilidir.

### 3.3.4. Yağın Su ve Tortudan Ayrılması (Safılaştırma) İşlemi

Kullanılan metot ya da prensibe bağlı olarak, sıvı faz ayırma işleminden sonra elde edilen sıvı fazın içerisinde değişik oranlarda karasu ve katı madde bulunur. Son ürün olan zeytinyağının kalitesinin kaybedilmeden korunması ve tüketimi için karasuyun ve muhtemel katı maddelerin yağdan uzaklaştırılarak yağın safılaştırılması gerekir.

Presleme metodu ile elde edilen sıvı faz çok büyük oranda karasu ve bir miktar da katı madde içermekte olup bu karasuyun yağdan ayrılması genellikle iki aşamalı olmaktadır. Birinci aşamada baskı kuvveti sebebiyle hamurdan ayrılan sıvı fazın tamamı bir yüzdürme/taşırma çukuru ya da tankı denilen tankın içinde biriktirilerek ağır olan katı maddenin dibe çökmesi ve hafif olan yağın da suyun üzerinde birikmesi ve bu yağın üst taraftan alınarak ayrı bir kaptaki biriktirilmesi sağlanmaktadır. Bu şekilde yağın içinde kalan karasu ve katı madde miktarı en aza indirilmektedir. Ancak yağın standart kalite değerlerine ulaşabilmesi için ikinci bir santrifüj işleminden de geçirilerek kalan karasu ve katı maddelerin uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Burada kullanılan santrifüj prensibi sıvı faz ayırma işlemi olan dekantör sistemindeki ile aynı olmakla birlikte daha çok sıvı fazları birbirinden ayırmakta kullanılmaktadır. Dik santrifüj sistemi yağın safılaştırılmasında alternatifi gözükmeyen standart işlem haline gelmiş durumdadır.

Santrifüj-dekantör ile elde edilen yağın içindeki karasu ve katı madde oranı pres sistemindekine oranla çok daha az olduğu için yüzdürme/taşırma tanklarına ihtiyaç duyulmaz ve elde edilen yağ bir süre dinlendirildikten sonra direkt olarak dik santrifüje verilerek su ve tortudan ayrıştırılır (Şekil 3.32).



Şekil 3.32. Dik santrifüj (seperatör) sistemi ile yağın sudan ayrılması (www.polatas.com.tr)

Perkolasyon sisteminde elde edilen yağın içindeki karasu oranı dekantör sistemindekinden bile az olup elde edilen yağ neredeyse olduğu gibi tüketilebilecek kadar temizdir. Ancak uzun süreli koruma ve depolama için ve özellikle de katı maddeden temizlenmesi için bu yağın da dik santrifüj ile saflaştırılması tavsiye edilir.

Daha önce de bahsedildiği gibi yağın şişelenerek pazarlanacağı durumlarda dik santrifüjden çıkan yağ ayrıca ince filtrelerden geçirilerek çok daha iyi bir saflaştırma işlemine tabii tutulmalıdır.



## KAYNAKLAR

- Bianchi, G. 1999. Extraction systems and olive oil. OCL 6, 49-55.
- Caponio, F., Catalano, P. 2001. Hammer crushers vs disk crushers: the influence of working temperature on the quality and preservation of virgin olive oil. Eur. Food Res. Technol. 213, 219-224
- Di Giovacchino, L., Sestili, S., Vincenzo, D. 2002. Influence of olive processing on virgin olive oil quality. Eur. J. Lipid Sci., Technol. 104, 587-601.
- <http://www.hakkiusta.com.tr>
- <http://www.oliveoilsource.com>
- <http://www.ozanlar.com.tr/content.php?content=2>
- <http://www.ozanlar.com.tr/content.php?content=2>
- <http://www.pacificsunoliveoil.com>
- <http://www.polatas.com.tr>
- <http://www.theolivecentre.com.au>
- <http://www.theolivecentre.com.au/html/harvesting.html>
- [http://www.vea.es/688\\_english/sinolea\\_method.htm](http://www.vea.es/688_english/sinolea_method.htm)
- Işık, E., Ünal, H. 2003. Mekanik titreşimli zeytin hasat makinesinin performans değerlerinin belirlenmesi. Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg. 17, 103-110.
- Kiritsakis, A.K., Lenart, E.B., Willet, E.C. and Hernandez, R.J. 1998. Olive oil. From the tree to the table, Food and Nutrition, Trumbull, Connecticut, USA.
- Petrakis, F. 1994. Good manufacturing practice (GMP) guidelines for virgin olive oil production, Grasas Aceites, 45, 53-54.
- Rodney M., Damian C. and Jamie A., 2005. Olive Harvest; Harvest timing for optimal olive oil quality, RIRDC Publication No 05/013, RIRDC Project No DAN-197A
- Vlyssides, A. G., Loizides, M. and Karlis, P. K. 2004. Integrated strategic approach for reusing oil extraction. J. Cleaner Product. 12, 603-611.
- Yıldırım, N., Göğüş, F., Kapucu, S. ve Evrendilek, G.A. 2006-devam. Yüksek kaliteli zeytinyağı üretimi için değişik işlem tekniklerinin araştırılması/geliştirilmesi, 105 O 461 nolu TÜBİ-TAK projesi.

## TEŞEKKÜR

Hakkı Usta Oğulları Mak. San. ve Tic. Ltd. Şti. ve Polat Makina A.Ş.'ye katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

Fahri Yemişciöğlü<sup>1</sup>, Aytaç Saygın Gümüşkesen<sup>1</sup>

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

Rafinasyon işlemleri, yağ dışı safsızlıkların yağın trigliserit yapısına ve tokoferollere mümkün olduğunca en az zarar verecek şekilde yağdan uzaklaştıırılarak yağa tüketilebilir özellikler kazandırmak amacıyla uygulanmaktadır.

Yağlarda rafinasyon işlemleri *kimyasal rafinasyon* ve *fiziksel rafinasyon* olmak üzere iki yöntemle yapılmaktadır. *Kimyasal rafinasyonda*; **yapışkan maddelerin giderilmesi (degumming)**, **asitlik giderme (nötralizasyon)**, **renk açma** ve **kokulu giderme (deodorizasyon)** kademeleri yer almaktadır. *Fiziksel rafinasyonun* birinci kademesini **yapışkan maddelerin giderilmesi**, ikinci kademesini **renk açma işlemleri** oluşturmaktadır, son kademede ise **asitlik giderme** ve **deodorizasyon işlemleri** tek kademede 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 zeytinyağlarının ve pirina yağlarının rafinasyonunda fiziksel rafinasyon yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır.

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir

## 4.1. KİMYASAL RAFİNASYON

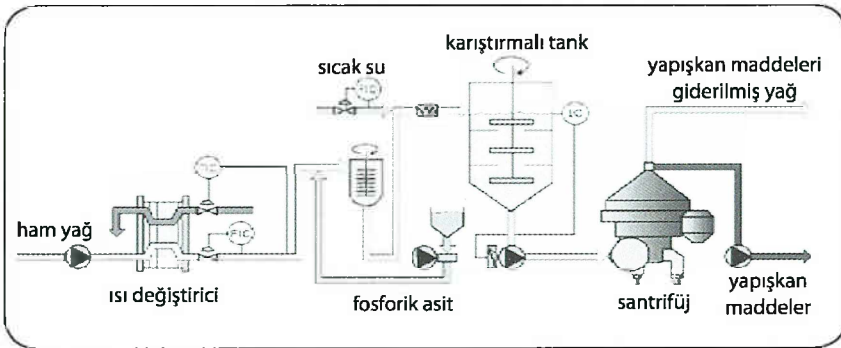
### 4.1.1. Yapışkan Maddelerin Giderilmesi (Degumming)

Bitkisel ham yağların rafinasyon işlemi genellikle yapışkan maddelerin giderilmesi işlemi ile başlamaktadır. Bu işlem ile fosfolipidler başta olmak üzere reçineler, iz metaller yağdan uzaklaştırılmaktadır. Yapışkan maddelerin yağdan uzaklaştırılma nedenleri üç grup altında incelenmektedir;

- Emülgatör karakterdeki fosfolipidler özellikle alkalilerle yapılan asitlik giderme kademesinde yağ kaybını artırmaktadır.
- Yapışkan maddeler, özellikle yüksek sıcaklıkta gerçekleştirilen deodorizasyon işlemi sırasında koyu renkli maddeler oluşturarak yağın renginin koyulaşmasına neden olmaktadır.
- Yapışkan maddeler arasında yer alan iz metaller prooksidatif yapıda oldukları için oksidatif reaksiyonları hızlandırmaktadır.

Zeytinyağının fosfolipid içeriği 8-84 ppm gibi geniş bir aralıkta değişmektedir. Diğer taraftan bazı araştırmalar; hidrolik pres kullanılarak üretilen zeytinyağlarının 600 ppm civarında fosfolipid içerdiğini belirlemişlerdir. Dolayısıyla zeytinyağlarının fosfolipid içeriğindeki bu geniş aralık; rafinasyon kademelerinin fosfolipid içeriği üzerinde oluşturduğu etkilere yönelik genellemelerde sorun oluşturmaktadır. Bu nedenle zeytinyağlarına konvansiyonel degumming işlemi uygulanmamakta; fosfolipidlerin giderilmesi asitlik giderme işlemi ile beraber gerçekleştirilmektedir.

Zeytinyağının yapışkan maddelerinin giderilmesinde yaygın olarak kullanılan yöntemin akım şeması Şekil 4.1'de görülmektedir.



Şekil 4.1. Zeytinyağındaki yapışkan maddelerin giderilmesi

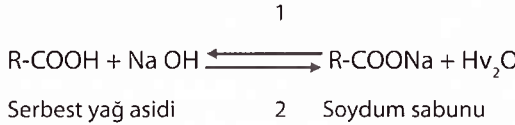
Bu yöntemde zeytinyağı önce işlem sıcaklığına (60-70°C) kadar ısıtılarak ilk aşamada fosforik asit çözeltisi ile ikinci aşamada ise sıcak su ile karıştırılmaktadır. Hidrate olamayan ve hidrate olabilen fosfolipidlerin zeytinyağından uzaklaştırılması işlemi ise santrifüj ayırıcılarda gerçekleştirilmektedir.

Yapışkan maddelerinden arındırılan yağ, asitlik giderme işleminden önce depolanacaksa vakum altında kurutulmaktadır. Ancak düşük oranda fosfolipid içeren zeytinyağlarına uygulanan yapışkan maddelerin giderilmesi işleminde sırasıyla asit ve sıcak su ile işlenen zeytinyağına ayırma işlemi uygulanmaksızın alkali çözeltisi ilave edilerek asitliği giderilmekte, yapışkan maddeler, oluşan sabunla birlikte santrifüjlü ayırıcılar kullanılarak yağdan uzaklaştırılmaktadır.

#### 4.1.2. Asitlik Giderme (Nötralizasyon)

Yüksek asitli zeytinyağlarının ve pirina yağının yemeklik yağ olarak tüketilebilmesi için serbest yağ asitlerinin yağdan uzaklaştırılması gerekmektedir.

Asitlik giderme işleminde yaygın olarak kullanılan yöntem; serbest yağ asitlerinin sodyum hidroksit, potasyum hidroksit, sodyum karbonat gibi alkali çözeltilerle sabunlaştırılarak, oluşan sabunun yağdan uzaklaştırılmasıdır.



Yukarıda belirtilen reaksiyonun yönü, işlem koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Atmosferik basınçta, 60-80°C sıcaklıklarda reaksiyonun yönü sabunlaşma (1) doğrultusundadır. Buna karşın, yüksek sıcaklık ve basınçta reaksiyon yağ asitlerinin oluşumu yönünde (2) gerçekleşmektedir.

Nötralizasyon işlemi, yağdaki serbest yağ asitlerinin su fazına transferi şeklinde gerçekleşen bir kütle transfer işlemidir. Serbest yağ asitleri ile alkali çözeltilerinin temas yüzeyi, mekaniksel karıştırma işlemi ile artırılmaktadır. Ayrıca yağ ve su fazları, stabil olmayan bir dispersiyon oluşturmaktadır. Kütle transferi açısından alkali çözeltisi, sürekli fazı oluşturan yağ içinde disperse olarak, yağın bünyesinde bulunan serbest yağ asitlerine doğru hareket etmektedir. Serbest yağ asitlerinin konsantrasyon gradienti yanında, disperse olan damlacıkların boyutları ve yapısal özelliklerini etkileyen reaksiyon sıcaklığı da kütle transfer hızını etkilemektedir.

Yağa kıyasla daha hidrofilik (veya polar) karakterde olan fosfolipidler ve steroller mekaniksel olarak oluşturulan damlacıkların çevresinde birikerek, serbest yağ asitlerinin alkali çözeltisi ile temas yüzeyini azaltmaktadır. Diğer yandan yağ/su dispersiyonu bünyesinde bir yüzey aktif maddenin bulunması, stabilitesi daha az olan bir emülsiyonun oluşmasına neden olmaktadır. Nötralizasyon işleminde en önemli yü-

zey aktif madde, oluşan sabundur. Sabunun yapısında yer alan hidrofobik yapıdaki açıl zinciri yağ fazına eğilim gösterirken, sodyum içeren katyonik grup su fazına eğilimli olduğu için, sodyum sabunu çözünen yapıdadır. Bu çözünürlük, polimoleküler yapıdaki sabunların oluşumu ile yükselmektedir.

Sodyum sabununun oluşumu, yağ/su emülsiyonuna daha dayanıklı bir yapı kazandırmaktadır. Bu ise, oluşan sabunun nötr yağdan uzaklaştırılmasını zorlaştırmaktadır. Ayrıca gereken miktardan daha fazla alkali çözeltisi kullanılması veya stabil yapıda su/yağ emülsiyonu oluşumu, nötr yağın da sabunlaşmasına neden olarak nötr yağ kaybını yükseltmektedir. Serbest yağ asitlerinin başlangıçta yağdaki konsantrasyonları yüksek olduğu için serbest yağ asitlerinin alkali çözeltiye transferi oldukça hızlı meydana gelmekte, hızla oluşan sabunlaşma reaksiyonu alkali konsantrasyonunu düşürmektedir. Bu durum, nötr yağın da sabunlaşmasını engellemektedir. Reaksiyon hızının düşmesini önlemek için, oluşan sabunun hızla yağdan uzaklaştırılması gerekmektedir. Kesikli sistemlerde karıştırma işlemine son verip oluşan sabunun çökmesini bekleyerek, sürekli sistemlerde ise oluşan sabunu santrifüjlü ayırıcılar yardımı ile sürekli olarak yağdan uzaklaştırarak bu sorunun çözümlenmesi mümkün olmaktadır.

### **Kesikli Yöntemle Asitlik Giderme**

Kesikli yöntemle asitlik giderme işlemi klasik bir yöntem olup, yağ sanayiinde yaygın olarak uygulanmaktadır. Bu amaçla 10-12 ton kapasiteli, dip kısmı konik; buhar serpantinleri, mekanik karıştırıcı ve alkali çözeltisinin verildiği püskürtücü sistemlerle donatılmış silindirik tanklar kullanılmaktadır.

Nötralizasyon tankı yapışkan maddelerinden arındırılmış yağ ile doldurularak yağın sıcaklığı 50-60°C'ye çıkarılır. Isıtılan yağa, yağın asitliğine göre hesaplanan miktardaki alkali çözeltisinden ilave edilerek karıştırma eşliğinde (30-50 devir/dak) yağın sıcaklığı 70-80°C'ye yükseltilir. Bu sırada yağdaki serbest yağ asitleri alkali çözeltisi ile reaksiyona girerek sabun oluşturmaktadır. Sabunlaşma reaksiyonu sırasında fosfolipidler, okside gliseridler, renk maddeleri de alkali çözeltisinin bir kısmını kullandığı için yağın asitliğine göre hesaplanan alkali miktarından daha fazlası yağa ilave edilmelidir.

Karıştırma işlemine son verilmesi ile oluşan sabun, nötralizasyon tankının dip kısmında birirmektedir. Sabunun çökme hızı, yağ ve su damlacıklarının çapına, yağ ve sabun fazı arasındaki yoğunluk farkına ve bu fazların viskozitelerine bağlı olarak değişmektedir. Bu değişim Stokes Kanunu ile ifade edilmektedir.

$$u = [ g D^2 (\rho^s - \rho) ] / 18 \eta$$

Yukarıda verilen eşitlikte ;  $u$  yer çekimi kuvveti (santrifüjleme işlemi kullanıldığında santrifüj kuvveti),  $g$  yer çekimi nedeniyle oluşan hız artışı,  $D$  damlacık çapı,  $\rho$  ve  $\rho^s$  damlacıkların ve alkali çözeltisinin yoğunluğu,  $\eta$  viskozitedir.

Asitlik giderme işleminde en önemli parametre, uygun alkali çözeltisinin konsantrasyonunun belirlenmesidir. Bu seçimde göz önünde bulundurulması gereken noktalar şu şekilde özetlenebilir;

- Asitliği giderilecek yağın serbest yağ asidi içeriği
- Oluşan sabunun kalitesi
- Kaybolan nötr yağ miktarı
- Oluşan sabunun çökeltme hızı
- Nötr yağda istenen renk

Serbest yağ asitlerinin çeşidi yanında yağın serbest asit içeriği, alkali konsantrasyonunu belirleyen en önemli faktördür. Genellikle hesaplanan miktardan %10-25 daha fazla miktarda alkali çözeltisi kullanılmaktadır. Asitlik giderme işlemi ile yağın serbest yağ asidi içeriği %0,05-0,1 oranına düşürülmektedir. Asitliği yüksek olan zeytinyağlarının ve pirina yağının nötralizasyonunda konsantre alkali çözeltileri kullanılmaktadır. Asitliği giderilecek yağın asitliğine bağlı olarak kullanılması gereken alkali çözeltisinin konsantrasyonu Tablo 4.1'de verilmiştir.

Asitlik giderme işleminin tamamlanmasından sonra; oluşan sabun, çökeltme ya da santrifüjleme yöntemiyle yağdan uzaklaştırılmaktadır. Sabunun yağdan uzaklaştırılmasını takiben nötr yağ 2-4 kez su ile yıkanarak, yağda kalan sabun kalıntıları alınmaktadır.

Asitlik giderme işlemi sırasında bir miktar nötr yağ da kayba uğramaktadır. Özellikle nötralizasyon işleminin ekonomisi, nötr yağ kaybının hesaplanması ile belirlenmektedir.

Tablo 4.1. Yağın asitliğine göre kullanılacak alkali çözeltisinin konsantrasyonu (Swern 1982)

Serbest yağ asidi içeriği (%oleik asit)	Alkali konsantrasyonu (N)	NaOH çözeltisi (%)
< %1	0,8	3,2
%1-2	4	16
%2-3	5	20
>%3	9	36

Asitlik giderme işlemi sırasında meydana gelen **rafinasyon kaybı**, *rafinasyon faktörü (RF)* kullanılarak hesaplanmaktadır;

$$RF = \frac{\{(ham\ yağ-su-safsızlıklar) - (nötr\ yağ-su-safsızlıklar-sabun)\}}{\{(ham\ yağın\ serbest\ asit\ içeriği-nötr\ yağın\ serbest\ asit\ içeriği)\}}$$

Kullanılan diğer parametre ise *yağ asidi faktörüdür (YAF)*;

$$YAF = \frac{sabundaki\ toplam\ yağlı\ materyal\ miktarı}{\{(ham\ yağın\ serbest\ asit\ içeriği - nötr\ yağın\ serbest\ asit\ içeriği)\}}$$

Yağ asidi faktörü; rafinasyon faktörüne kıyasla daha duyarlı olarak belirlenebilmektedir. Yağ asidi faktörünün 1,8 olması, her 1 kg serbest yağ asidi ile 0,8 kg nötr yağ + yapışkan maddeler + yağda çözünen diğer maddelerin de kaybolduğunu göstermektedir.

Kesikli yöntemle asitlik giderme işleminde, normal düzeylerde serbest yağ asidi içeren ham yağlar için rafinasyon faktörü 1,8-2,0 arasında değişirken, asitliği %2'den daha yüksek olan yağlar için bu faktör 3-5 değerlerine ulaşmaktadır.

### **Sürekli Yöntemle Asitlik Giderme**

Sürekli yöntemle asitlik giderme işleminde yağ bir ısı değiştiricisinden geçirilerek yaklaşık 80°C'ye ısıtılmakta, daha sonra gerekli miktardaki alkali çözeltisi ile sürekli bir karıştırıcı sistemde karıştırılarak, oluşan sabun nötr yağdan santrifüjlü ayırıcılar yardımı ile uzaklaştırılmaktadır.

Sürekli yöntemle asitlik giderme işleminde gerekli alkali miktarı aşağıda verilen eşitlik yardımı ile hesaplanmaktadır;

$$Q = \{ (Q' \cdot P \cdot A \cdot 1000) / 100 \cdot M \cdot N \} \times 1.10$$

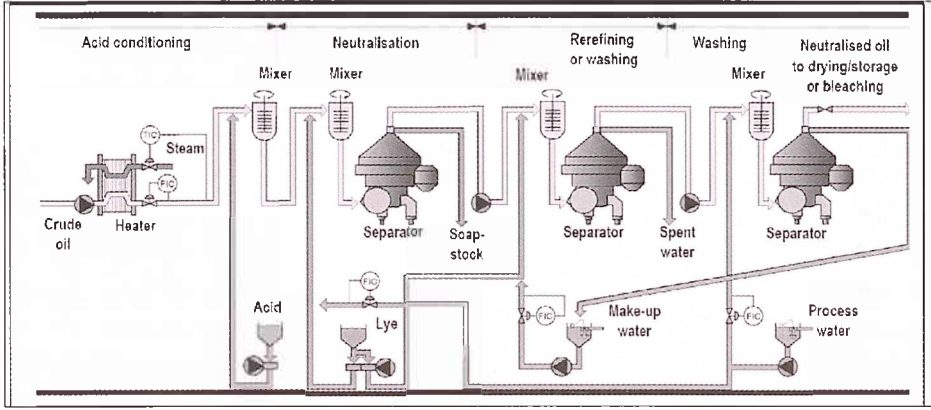
Bu eşitlikte;  $Q$  gerekli alkali miktarı (NaOH l/s),  $Q'$  nötralize edilecek yağ miktarı (l/s),  $P$  yağın özgül ağırlığı,  $A$  yağın asitliği (%oleik asit),  $M$  yağ asitlerinin molekül ağırlığı (282),  $N$  alkali çözeltisinin normalitesidir.

Sürekli yöntemle asitlik giderme işleminde, değişik reaksiyon sürelerinin ve karıştırma aşamalarının uygulandığı yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden başlıcaları *Long-mix*, *Multi-mix*, *Laval-short mix*, *Ultra-short mix* olarak adlandırılan sürekli sistemlerdir.

**a) Long-mix yöntemi:** Bu yöntemde yağın sıcaklığı 25-40°C'ye getirilerek, 12-20°Bé'lik alkali çözeltisinden, yağın asitliğine göre hesaplanan miktarının %80-100 fazlası yağa ilave edilmektedir. Sürekli bir karıştırıcıda karıştırılan yağ ve alkali çözeltisi; daha sonra bir ara tanka alınarak karıştırma işlemine 3-6 dakika süreyle devam edilmektedir. Bu süre içinde oluşan sabun ile yağ arasındaki emülsiyon, 60-80°C'lik bir ısıtma işlemi ile kırılarak, daha sonra santrifüjlü ayırıcı ile sabun, nötr yağdan uzaklaştırılmaktadır. Nötr yağ tekrar 90°C'ye kadar ısıtılıp, ağırlıkça %10-15 oranında sıcak su ile yıkanarak ikinci santrifüjlü ayırıcıya gönderilmektedir. Yıkama işlemi ile, 500-1000 ppm arasında değişen sabun miktarı, 70 ppm değerinin altına düşürülebilmektedir. Yıkanan nötr yağ %0,2-0,5 oranında nem içerdiği için, vakumlu kurutucuda, 80°C sıcaklıkta kurutulurken nem içeriği %0,05 değerine kadar indirilmektedir. Bu yöntemin en önemli özelliği, ham yağın yüksek miktardaki alkali fazlası ile, düşük sıcaklıkta, uzun süre reaksiyona sokulmasıdır.

**b) Multi-mix yöntemi:** Bu yöntem, özellikle düşük kaliteli ham yağların rafine edilmesinde olumlu sonuç veren bir yöntemdir. Bu nedenle de yüksek asitli zeytin-

yağları ile pirina yağlarının asitliğinin giderilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Nötralize edilecek yağ 85-95°C sıcaklığa ısıtılarak %0.05-0.15 oranında %85'lik fosforik asit çözeltisi ile 30 saniye süreyle karıştırılmakta, daha sonra gerekli miktarda alkali çözeltisi ilave edilerek serbest yağ asitlerinin sabunlaşması gerçekleştirilmektedir. Multi-mix yönteminde yıkama işlemi iki kademe tamamlanarak nötr yağdaki sabun miktarı 20 ppm değerine düşürülmektedir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Multi-mix yöntemiyle asitlik giderme işleminin akım şeması

**c) Laval-short mix yöntemi:** Bu yöntem özellikle asitliği çok yüksek olan ham yağlarda iyi sonuç vermektedir. Ham yağ 75-90°C sıcaklığa ısıtılarak alkali çözeltisi ile yaklaşık 30 saniye süreyle reaksiyona sokulmaktadır. Reaksiyon süresi çok kısa olduğu için gerekenden daha fazla miktardaki konsantre alkali çözeltisinin kullanılabilmesi mümkün olmaktadır.

**d) Ultra-short mix yöntemi:** Ultra-short mix yöntemi de asitliği yüksek ham yağlar için uygun bir yöntemdir. Bu yöntemde karıştırıcı ünitenin de santrifüjli ayırıcı içine yerleştirildiği bir sistem kullanılmaktadır. Nötrleştirilecek yağ doğrudan santrifüje girdiği için reaksiyon süresi kısalmakta, bu nedenle konsantre alkali çözeltisi kullanımı mümkün olabilmektedir.

#### 4.1.3. Renk Açma İşlemi

Bitkisel ve hayvansal kaynaklı hammaddelerden elde edilen yağların renkleri, içerdikleri kendilerine özgü renk veren lipokromlardan kaynaklanmaktadır. Doğal renk maddelerinden bitkisel kaynaklı yağlarda en yaygın olarak bulunanları alfa ve beta karoten, ksantofil ve klorofildir. Klorofiller, karotenoidlerle birlikte zeytinyağının karakteristik rengini oluşturan renk maddeleridir. Klorofil miktarına meyvenin çeşidi, olgunluk derecesi, bitkinin yetiştiği iklim koşulları ve yağ ekstraksiyon yöntemi etki etmektedir. Klorofillerin yağların oksidasyonu üzerindeki etkileri birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Klorofiller ışık bulunmayan ortamlarda antioksi-



dan, ışıktaki prooksidan özellik taşımakta ve bu nedenle de yağdaki miktarlarının bilinmesi önem taşımaktadır. Uygun koşullarda depolanmayan düşük kaliteli hammaddelerden elde edilen yağlar, doğal renk maddeleri yanında, oksidatif tepkimeler sonucu oluşan ve yağa koyu renk veren bileşenleri de içermektedir. Yağdaki bu renk maddelerinin bir kısmı, asitlerle yapılan yapışkan maddelerin giderilmesi işlemi sırasında yağdan alınmaktadır. Ancak nötr yağda da renk açma işlemi ile yağdan alınması gereken önemli miktarda renk maddeleri bulunmaktadır.

#### 4.1.3.1. Adsorbantlarla Renk Maddelerinin Alınması

Günümüzde yağların renklerinin açılmasında uygulanan en yaygın yöntem, yağdaki renk maddelerinin, kalan fosfolipidlerin, oksidasyon ürünlerinin, iz metallerin, sabun kalıntılarının adsorbantlarla tutulup, daha sonra adsorbantların filtrasyon ile yağdan uzaklaştırılmasıdır.

Adsorplanan madde ve adsorbant arasında gerçekleşen iki tip adsorpsiyon vardır; **fiziksel adsorpsiyon**, **kimyasal adsorpsiyon**. *Fiziksel adsorpsiyon* geriye dönüşümlü bir adsorpsiyon tipi olup molekül içi zayıf kuvvetlerin yönlendirdiği bir olaydır. *Kimyasal adsorpsiyon* ise geriye dönüşümsüz olduğu için adsorplanan maddenin yapısal değişikliğe uğramaksızın geri kazanılması mümkün olmamaktadır. Kimyasal adsorpsiyon, adsorplanan madde ile adsorbant arasındaki kimyasal tepkimeler sonucu oluşmaktadır. Adsorpsiyonun tipini ise sıcaklık ve fiziksel koşullar belirlemektedir.

Renk açma işleminde kullanılan ve ağartma toprağı olarak adlandırılan adsorbantlar; **doğal** ve **asitle aktifleştirilmiş ağartma toprakları** olmak üzere iki tiptir.

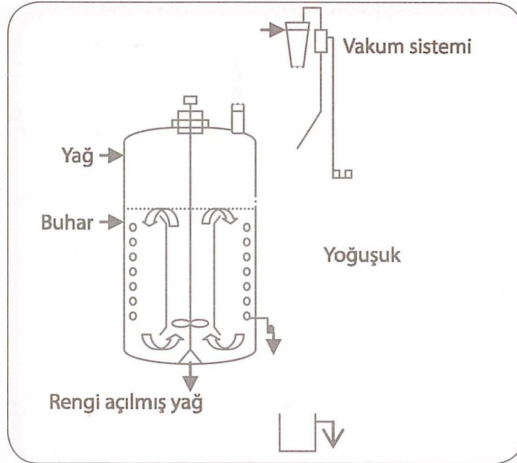
**Doğal ağartma toprakları**; magnezyum, kalsiyum, sodyum ve demir içeren alüminyum silikat yapısındaki bentonitlerdir. Montmorillonit ve attapulgit minerallerini içeren doğal yapıdaki killer buharla ısıtılıp kurutuldukları zaman, tabakalar halindeki moleküler kafes açılarak, su, yağ, fosfatidler, sabun, renk maddeleri gibi bileşenleri kolayca adsorplayabilen aktif noktaların yer aldığı makroporlar oluşmaktadır. Doğal yapıdaki bu adsorbantların aktif noktalarının önemli kısmı metallerle işgal edilmiş durumda olduğu için renk açma yetenekleri zayıftır. Bu tip topraklarla yapılan renk açma işleminde tutulan yağ miktarı, kullanılan adsorbantın ağırlıkça %30'una eşittir.

**Asitle aktifleştirilmiş ağartma topraklarının** üretiminde sülfürik veya hidroklorik asit kullanılmaktadır. Doğal yapıdaki killerin asidik çözeltilerle yüksek sıcaklıklarda muamele edilmesi, metaller tarafından işgal edilen aktif noktaların serbest hale geçmesine neden olmaktadır. Asitle muamele edilen kil daha sonra fazla asidin giderilebilmesi için su ile yıkanarak kurutulmaktadır. Bu şekilde hazırlanan asitle aktifleştirilmiş ağartma toprakları yağdaki iz metallerin alınmasında da etkili olmaktadır. Asitle aktifleştirilmiş ağartma topraklarının, yağa ilave edilen miktarlarına eşdeğer düzeyde yağ tuttukları kabul edilmektedir.

**Aktif karbon**, kömür tozlarının, odunun, bitkisel atıkların, şekerin ve benzeri karbon içeriği yüksek bitkisel kaynaklı maddelerin yakılarak karbonize edilmesi ile elde edilmektedir. Bu işlem sırasında kalsiyum klorid, sülfürik ve fosforik asit gibi asitler de kullanılmaktadır. Daha sonra uygulanan yıkama, kurutma ve boyut küçültme işlemleri ile uygun gözenek boyutlarına sahip, aktivitesi yükseltilmiş aktif karbon üretilmektedir. Özellikle yüksek oranda polisiklik aromatik hidrokarbonları içeren zeytinyağlarının renklerinin açılmasında aktif karbonun kullanılması önerilmektedir.

#### 4.1.3.2. Renk Açma İşleminde Kullanılan Sistemler

Renk açma işleminde yaygın olarak kesikli sistemler kullanılmaktadır. Kesikli renk açma işlemi; 10-12 ton kapasiteli, hızı ayarlanabilen karıştırıcının, ısıtma ve soğutma amacıyla kullanılan serpantinlerin bulunduğu, vakum sistemiyle donatılmış, kapalı, silindirik tanklarda yapılmaktadır (Şekil 4.3). Rengi açılacak yağ, vakum altında (40-70 mbar), 90-110°C sıcaklıkta, en az %0,1-0,3 nem içeriğine kadar kurutulmaktadır. Gerekli miktardaki ağartma toprağı, toprak/yağ oranı 1:3 olacak şekilde yağ ile bulamaç haline getirilerek ısıtılmış yağa ilave edilmektedir. Renk açma işlemi, ilk 5 dakika içinde dengeye ulaşmaktadır. Ancak hidroperoksitlerin de yıkımını sağlayabilmek için işleme 30 dakika süreyle devam edilmektedir. Bu süre sonunda yağın oksidasyonunu engellemek için sıcaklık 70°C'ye düşürülmekte, ağartma toprağı rengi açılmış yağdan filtrasyon yolu ile alınmaktadır.



Şekil 4.3. Kesikli renk açma tankı

Renk açma işlemi sırasında yağda koyu renk oluşumuna neden olan bileşenlerin yanında, sabun kalıntısı, pestisitler, diğer organik kontaminantlar (bulaşanlar), inorganik maddeler de ağartma toprakları tarafından adsorplanarak yağdan uzaklaştırılmaktadır.

#### 4.1.4. Koku alma (Deodorizasyon)

Kimyasal rafinasyonun son aşamasını oluşturan deodorizasyon işlemi, yağa istenmeyen tat ve koku veren maddelerin yüksek sıcaklık ve düşük basınç altında, su buharının da sürükleyici etkisi ile yağdan uzaklaştırılması amacıyla uygulanır.

Deodorizasyon işleminin amaçları şu şekilde sıralanabilir;

- Uçucu tat ve koku maddelerinin uzaklaştırılması
- Yağda kalan serbest yağ asitlerinin uzaklaştırılması
- Yağda kimyasal değişiklikler oluşturarak daha stabil ürün elde edilmesi

Deodorizasyon işlemi sırasında yağdan uzaklaştırılan maddeler; *sabunlaşan maddeler* (serbest yağ asitleri, kısmi gliseridler, metilik esterler, mumsu maddeler), *sabunlaşmayan maddeler* (parafinik hidrokarbonlar, olefinik ve poliolefinik maddeler, steroller, triterpenik alkoller) ve *oksidatif tepkimeler sonucu oluşan ürünler* (aldehitler, ketonlar, peroksitler) olmak üzere üç grup altında incelenmektedir.

Bu maddelerin yağdaki miktarları 1000 ppm civarında olmakla beraber, 1-30 ppm düzeyinde bile duyuşsal olarak hissedilebildikleri için yağdan uzaklaştırılmaları gerekmektedir.

Yağa istenmeyen tat ve koku veren maddeler trigliserit molekülündeki yağ asidi zincirlerine, zayıf Van der Waals kuvvetleri ile bağlıdır. Yüksek sıcaklıklarda bile düşük buhar basıncına sahip olan bu maddelerin buhar basınçlarını yüksek sıcaklık (200-275°C) ve düşük basınç (1-8mmHg) altında çalışarak distile edilebilecekleri basınca yaklaştırmak mümkündür. Yağa su buharı enjekte ederek, su buharının da sürükleyici etkisi ile bu maddelerin yağdan daha kolay uzaklaştırılmaları mümkün olmaktadır.

Yağdaki deodorizasyon işlemi ile uzaklaştırılması gereken tat ve koku maddelerinin miktarı, ağırlıkça yağın en fazla %0,1'i oranındadır. Ancak buhar distilasyonu sırasında yağdaki bazı bileşenler de uzaklaştırıldığı için, oluşan toplam kayıp daha yüksektir. Meydana gelen bu kayıp, işlem sıcaklığına, süresine, basıncına, kullanılan su buharı miktarına ve yağın serbest asit içeriğiyle sabunlaşmayan madde miktarına bağlı olarak değişmektedir. Modern sistemlerde, serbest yağ asidi içeriği %0,1 olan yağın 200-245°C sıcaklıkta ve 5-10 mmHg basıncında deodorize edilmesi ile oluşan kaybın, %0,2-0,8 arasında değiştiği belirtilmektedir.

Deodorizasyon işlemi sırasında distilasyon nedeni ile yağdan uzaklaştırılan bileşenlerin en önemlisi, deodorizasyon sıcaklığında buhar basınçları 5-10 mmHg arasında değişen serbest yağ asitleridir. Bu nedenle deodorizasyon distilatı %25-45 oranında serbest yağ asitlerini içermektedir. Ayrıca yağa verilen su buharı, hidroliz sonucu serbest yağ asitlerinin de oluşmasına neden olmaktadır.

Yağın yapısındaki sabunlaşmayan maddelerden steroller, serbest yağ asitlerinden daha az uçucudurlar. Ancak deodorizasyon sırasında uygulanan yüksek sıcaklık

nedeni ile yağdaki sabunlaşmayan maddelerin önemli kısmı alınmaktadır. Ayrıca deodorizasyon işlemi sırasında antioksidatif özelliği nedeni ile önemli bir bileşen olan tokoferol miktarında da azalma meydana gelmektedir.

#### 4.1.4.1. Deodorizasyon Koşulları

Deodorizasyon işleminin etkinliği; *işlem sıcaklığına* ve uygulanan *vakuma* bağlıdır.

**a) Sıcaklık:** Clausius-Clapeyron eşitliğine göre uçucu bileşenlerin buhar basınçları mutlak sıcaklıkla orantılı olarak değişmektedir. Yüksek deodorizasyon sıcaklığı, işlem süresini kısaltmaktadır. İşlem sıcaklığındaki her 17°C artışın, süreyi yarıya indirdiği belirtilmektedir.

Gerekli buhar miktarı, uçucu bileşenlerin buhar basınçları ile ters orantılı bir değişim göstermektedir. Bu nedenle yüksek sıcaklık, gerekli buhar miktarını da azaltmaktadır.

Genellikle deodorizasyon işlemi 200-275°C arasındaki sıcaklıklarda yapılmaktadır. Ancak yüksek sıcaklık doymamış yağ asitlerinde izomerizasyona neden olmaktadır. Özellikle 240°C'den daha yüksek sıcaklıklarda çalışıldığında izomer yap oluşumu ve tokoferol kaybı hızlanmaktadır. Düşük sıcaklıkta uzun süre uygulanan deodorizasyon işlemi ile tokoferollerde meydana gelen kayıp yaklaşık %20 olup, sıcaklığın yükselmesi ile bu kayıp %30-50 değerine ulaşmaktadır.

**b) Vakum:** Deodorizasyon işlemi yüksek sıcaklıkta uygulanan bir işlem olduğu için, yağın oksidasyonunu önlemek ve hidroliz sonucu serbest yağ asitlerinin oluşumunu engellemek amacı ile vakum altında gerçekleştirilmektedir.

Deodorizasyon işleminde gerekli olan buhar miktarı, sistemin mutlak basıncı ile ilişkilidir. Örneğin 24 mmHg basıncında uygulanan deodorizasyon işleminde gerekli buhar miktarının, 6 mmHg basıncında uygulanan işlemde dört kez daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Üç kademeli buhar jet ejektörleri kullanılarak sistemin basıncını 6 mmHg değerine düşürebilmek mümkündür. Basıncın 1-3 mmHg değerine düşürülmesi ile hem işletme masrafları yükselmekte, hem de tokoferol kaybı artmaktadır.

#### 4.1.4.2. Deodorizasyon Sistemleri

Deodorizasyon işleminin yapıldığı ünitelerin dizaynında; materyal seçimi, vakum, ısıtma ve soğutma sistemlerinin belirlenmesi ve yağın direkt su buharı ile temas etmesini sağlayan püskürtme sistemleri oldukça önemlidir.

**a) Materyal seçimi:** Günümüzde modern deodorizasyon sistemleri alüminyum-nikel alaşımli paslanmaz çelikten (304 paslanmaz çelik) yapılmaktadır. Ancak asitlik

giderme işlemleri ile deodorizasyon işleminin aynı sistemde gerçekleştirildiği fiziksel rafinasyon işleminde, yüksek asit miktarının materyal üzerindeki korozif etkisi nedeni ile 316 tipi paslanmaz çelik kullanılmaktadır.

**b) Vakum sistemleri:** Mekaniksel vakum pompaları pahalı olmaları ve çalışma güçlükleri nedeni ile modern sistemlerde kullanılmamaktadır. Modern deodorizasyon sistemlerinde barometrik yoğunlaştırıcı ile kombine edilmiş çok kademeli buhar jet ejektörleri yardımı ile vakum sağlanmaktadır. Buhar jet enjektörlerinde yüksek basınçlı buhar, buhar püskürtücüleri yardımı ile sisteme beslenmektedir. Yüksek akış hızına ulaşan buharın kinetik enerjisi, basınç etkisine dönüştürülmektedir. Üç kademeli buhar jet ejektörleri ile sistemdeki basıncı 5-6 mmHg değerine düşürebilmek mümkün olmaktadır. Sistemdeki basıncın 1-3 mmHg değerine düşürülebilmesi için dört kademeli buhar jet ejektörlerinin kullanılması gerekmektedir.

**c) Isıtma sistemleri:** Deodorizasyon işlemi yüksek sıcaklıkta (240-75°C) gerçekleştirilen bir işlemdir. Isıtma işlemi genellikle su buharı ile gerçekleştirilmektedir. Ancak 10,5 kg cm<sup>-2</sup> basıncındaki su buharı ile yağın sıcaklığının 185°C'ye sıcaklığa kadar yükseltilmesi mümkün olmaktadır. Yağın sıcaklığının 280°C değerine çıkarılabilmesi için gereken su buharı basıncı ise 65 kg cm<sup>-2</sup> dir. Difenil-difenil oksid gibi ötektik karışımlar kullanılarak 1,1 kg cm<sup>-2</sup> gibi düşük basınçta yağın 280°C'ye kadar ısıtılabilmesi mümkün olmaktadır. Bu karışımların yanıcı olmaları kullanımlarını kısıtlamaktadır.

**d) Soğutma sistemleri:** Günümüzde enerji gereksinimini azaltmak için deodorize edilen yağ, ısı değiştiriciler yardımı ile soğutulmaktadır. Bu amaçla deodorize yağ, deodorize edilecek yağ ile karşılaştırılarak soğutulurken, deodorize edilecek yağ da ön ısıtma işlemine tabi tutulmuş olmaktadır. Bu şekilde yarı sürekli ve sürekli sistemlerde %40-80 oranında enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Isı değiştiriciler deodorizasyon kolonunun son iki kademesine ya da sistemin dışına monte edilmiştir.

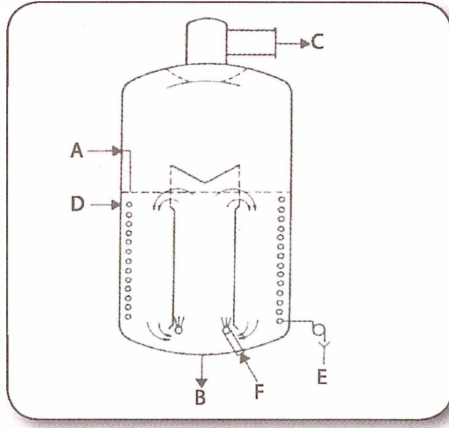
**e) Yağın direkt su buharı ile temas ettirilmesi:** Kesikli sistemlerde yağın soğumasını engellemek, yarı sürekli ve sürekli sistemlerde ise daha az buhar kullanılarak, daha kısa sürede deodorizasyon işlemini tamamlayabilmek için kızgın buhar kullanılmaktaydı. Ancak günümüzde deodorizasyon işleminde kızgın buhar kullanımını terk edilmiştir. Önemli olan, kullanılan buharın kuru ve oksijenden arındırılmış olmasıdır. Buhar üretiminde kullanılan suyun mineral madde içermemesine de dikkat edilmesi gerekmektedir.

### Kesikli Deodorizasyon Sistemleri

Kesikli deodorizasyon işlemi genellikle yukarıda açıklanan noktalar göz önünde bulundurularak dizayn edilmiş, 5-20 ton kapasiteli, düşey konumdaki silindirik tanklarda yapılmaktadır. Bu tanklar vakum sistemi, ısıtma ve soğutma amacıyla kullanılan serpantinler, direkt buhar giriş sistemiyle donatılmıştır. Çalışma basıncı 6-20

mbar arasında değişmektedir. Bir ton yağı ısıtmak için gerekli ısıtma yüzeyinin 5-6 m<sup>2</sup> olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tankta termometre, gözetleme camı, örnek alma ve yağ giriş-çıkış vanaları, manometre, basınç ayarlama vanası ve orifismetre bulunmaktadır. Buhar enjektör memeleri 3 mm çapında olup, buharın yağ içinde kararlı akış hızında, tekdüze olarak ve küçük kabarcıklar hâlinde dağılmasını sağlayacak dizaynda olması, deodorizasyon işleminin etkinliğini arttırmaktadır.

Deodorizasyon işlemi sırasında yağın sıcaklığı 210°C gibi yüksek değerlere ulaştığı için kesikli deodorizasyon tanklarının paslanmaz çelikten yapılması gerekmektedir. Ancak sıcaklığın 210°C değerinden daha yüksek olduğu çalışma koşullarında özel paslanmaz çelik tiplerinin (V2A, 316) kullanılması önerilmektedir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Kesikli deodorizasyon tankı

(A: yağ girişi, B: yağ çıkışı, C: vakum sistemi, D: indirekt ısıtma sistemi, E: yoğuşuk çıkışı, F: direkt buhar girişi)

Sistemde vakum, mekanik pompalar ve/veya üç ya da dört kademeli buhar jet ejektörleri ile sağlanmaktadır. Vakum sistemleri barometrik yoğunlaştırıcı ile kombineli olarak çalışmaktadır. Ayrıca sistemde barometrik yoğunlaştırıcıda kullanılan soğutma suyu ve atık yağ kollektörleri için yağ tuzakları bulunmaktadır.

#### **Yarı Sürekli ve Sürekli Sistemler:**

Sistemlerin dizaynı açısından karşıt akımlı sürekli sistemlerle yarı sürekli sistemler arasında benzerlik vardır. Her iki sistemde de deodorizasyon kolonları birbiri üze-

rine yerleştirilmiş kamaralardan oluşmaktadır. Bu kamaralarda ısıtım/deaerasyon, ısıtım/ön buhar enjeksiyonu, ısıtım/buhar enjeksiyonu, işlem sıcaklığında tutma/buhar enjeksiyonu ve soğutma/buhar enjeksiyonu işlemleri gerçekleştirilmektedir.

Deodorizasyon işlemi çok yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilmiyorsa ısıtım işleminde buhar kullanılmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilen deodorizasyon işleminde ise yüksek basınçlı buhar yardımı ile yağ istenilen sıcaklığa kadar ısıtılmaktadır. Buhar distilasyonu amacı ile yağa enjekte edilen buhar, yağda karıştırma işlemini de sağlamaktadır. Mikro damlacıklar hâlinde buharın yağda dağılımını sağlayan buhar dağıtıcı sistemler her kamaraya yerleştirilmiştir. Buhar dağıtıcı sistemlerin, enjekte edilen buharda titreşim oluşumunu engelleyici bir şekilde dizayn edilmesi gerekmektedir. Kullanılan buhar deodorize edilecek yağın ağırlıkça %4'üne eşittir. Bu buharın %3'ü deodorizasyon işleminin gerçekleştirildiği kamarada yağa enjekte edilirken, kalan %1'lik kısmı her bir kamaraya eşit oranda yağı karıştırmak amacı ile enjekte edilir.

Deodorizasyon kolonlarının tek (single-shell) ya da iki (double-shell) gövdeli oluşuna göre yatırım ve işletme maliyetleri değişmektedir. Çalışma sıcaklığının 210°C'nin üstünde olduğu durumlarda kamaraların da özel paslanmaz çelik materyalden yapılması gerekmektedir. Önemli olan diğer bir nokta, özel santrifüj pompalar kullanılarak vakum altındaki sisteme hava girişini engelleyecek şekilde sıcak yağın ısı değiştiricilere transfer edilmesinin sağlanmasıdır. Bütün sistem barometrik yoğunlaştırıcı, distilat geri kazanım kuleleri ile bağlantılı olarak çalışmaktadır.

Karşıt akım prensibi ile çalışan sistemlerde yağ, deodorizasyon kolonunu oluşturan kamaralardan aşağı doğru akmaktadır. Deodorizasyon kolonunda kalma süresi, istenen özellikteki deodorize yağ üretimine imkân verecek minimum işlem süresini sağlayacak şekilde ayarlanmaktadır. Kolondan akan yağın kalınlığı (250-350 mm) ve kolonda kalış süresi özel sistemlerle kontrol altında tutulmaktadır. Yağın kolonda kalış süresi 20-120 dk. arasında değişmektedir. Çalışma basıncı ise 1-8 mbar arasında olacak şekilde ayarlanmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda çalışıldığı için deodorize edilecek yağın, içerdiği çözülmüş oksijenden arındırılması gerekmektedir.

Yağ çalışma sıcaklığı olan 230-270°C'ye kadar ısıtılarak gerekli miktarda buhar enjekte edilmektedir. İşlem sonunda yağın sistemin içinde ya da dışında 60°C'ye kadar ısı değiştirici sistemler yardımı ile soğutulması gerekmektedir. Soğutma evresinde yağa, %10-15'lik sitrik asit çözeltisinden %0,02 oranında ilave edilmektedir.

Yukarıdaki açıklamalardan da görüldüğü gibi kimyasal rafinasyon; yağların bileşiminde yer alan trigliserit dışı bileşenlerin önemli bir kısmının uzaklaştırıldığı ve böylece yağın tüketilebilirlik özelliklerinin arttırıldığı bir işlemler dizinidir. Bu bileşenlerin uzaklaştırılması sırasında yağın kompozisyonunda değişiklikler meydana gelmekte ve bazı bileşenler de açığa çıkabilmektedir. Kimyasal rafinasyon kademeleri sırasında yağdan uzaklaştırılan ve yağda oluşan maddeler özet olarak Tablo 4.2' de verilmiştir.

Tablo 4.2. Kimyasal rafinasyon kademelerinde yağdan uzaklaştırılan ve yağda oluşan maddeler

Rafinasyon kademesi	Meydana gelen bileşenler	Miktarları azaltılan ve/veya yağdan uzaklaştırılan bileşenler
1.Yapışkan maddelerin giderilmesi (Degumming)	-	Fosfolipidler Bazı renk maddeleri
2. Nötralizasyon	-	Serbest yağ asitleri Fosfolipidler Bazı renk maddeleri
3. Renk açma	Konjuge yağ asitleri Peroksitler Diğer oksidasyon ürünleri	Renk maddeleri Hidrokarbonlar
4. Deodorizasyon	Doymamış yağ asitlerinde geometrik izomerizasyon Polimerize ürünler	Serbest yağ asitleri Peroksitler Aldehitler, ketonlar Steroller Tokoferoller Pestisitler Mikotoksinler

## 4.2. FİZİKSEL RAFİNASYON

Kimyasal rafinasyon işleminde serbest yağ asitleri bir alkali çözeltisi ile emülgatör karakterdeki sabuna dönüştürülmektedir. Özellikle yüksek asitli yağlarda asitlik giderme işlemi sırasında oluşan emülsiyon, rafinasyon kaybının yükselmesine neden olmaktadır. Ayrıca işlem sıcaklığına, süresine ve alkali çözeltisinin konsantrasyonuna bağlı olarak nötr yağ da sabunlaşarak rafinasyon kaybını yükseltmektedir. Örneğin %4 serbest yağ asidi içeren bir yağın kimyasal yöntemle rafine edilmesi sonucu rafinasyon kaybı %8 iken, fiziksel rafinasyon işlemi ile bu oran %4,4'e düşmektedir.

Fiziksel rafinasyonda ise asitlik giderme ve deodorizasyon işlemi aynı kademe ve su buharı distilasyonu ile gerçekleştirilmektedir. Yağdan uzaklaştırılan tat ve koku maddeleri ile serbest yağ asitlerinin buhar basınçlarının birbirine yakın olması, bu iki işlem kademesinin aynı anda gerçekleştirilmesini mümkün kılmaktadır. Bu işlemle yüksek asitli yağların asitliği %0,2-0,5 değerine kadar düşürülebilmektedir. Genel olarak fiziksel rafinasyon işlemi 1 mbar basınçta, 250°C sıcaklıkta, 40-50 kg buhar/ton yağ oranında su buharı kullanılarak gerçekleştirilmektedir.

Ancak fiziksel rafinasyon işleminin uygulanması sırasında bazı zorluklar söz konusu olmaktadır. Bunları aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür:



- Fosfolipidlerin yağdan tümüyle uzaklaştırılabilmesi oldukça zordur. Özellikle hidrate olamayan fosfolipidlerin yağdan uzaklaştırılması sırasında hidrasyon yöntemini takiben fosforik asit çözeltisi kullanılmaktadır. Fosforik asit fazlasının yağdan tamamen uzaklaştırılmaması, yüksek sıcaklığın uygulandığı buhar distilasyonu kademesinde yağda istenmeyen tat ve koku oluşumuna neden olmaktadır.
- Yağdaki renk maddelerinin bir kısmı özellikle alkali nötralizasyonu sırasında oluşan sabunun sürükleyici etkisi ile yağdan uzaklaştırılmaktadır. Fiziksel rafinasyonda ise renk açma işlemi, yapışkan maddelerin giderilmesinden sonra uygulandığı için gerekli ağartma toprağı miktarı daha yüksektir. Bu ise maliyeti yükseltmekte, atık madde miktarının artmasına neden olmaktadır.
- Yüksek asitli yağların korozyon etkisi nedeni ile fiziksel rafinasyon işleminde kullanılan deodorizasyon kolonunun korozyona dayanıklı materyallerden yapılması gerekmektedir. Bu da maliyeti arttırmaktadır.
- Fiziksel rafinasyon işlemi, yüksek asitli zeytinyağları ve pirina yağı için ekonomik olmaktadır.

### 4.3. RAFINASYON İŞLEMİ SIRASINDA ZEYTİNYAĞLARININ BAZI FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİKLİKLER

Rafinasyon kademelerinde, işlem koşullarına bağlı olarak zeytinyağının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişiklikler meydana gelmektedir. Bu özelliklerde meydana gelen değişiklikler aşağıda özetlenmiştir.

**Yoğunluk:** Yağların özelliklerinin belirlenmesinde mutlak bir terim olan yoğunluk, yağların molekül ağırlıklarına, doymuşluk ve doymamışlık özelliklerine göre değişim göstermektedir. Ham ve rafine zeytinyağlarının yoğunlukları 0,9088-0,9154 g/ml arasında değişmektedir. Yapılan çalışmalar, rafinasyon işlem kademelerinin zeytinyağlarının yoğunluk değerleri üzerinde etkili olmadığını ortaya koymuştur.

**Sabunlaşma Sayısı:** Sabunlaşma sayısı, trigliserit bünyesindeki yağ asitlerinin zincir uzunlukları ve buna bağlı olarak trigliseritlerin ortalama molekül ağırlıkları ile ilgili bir terimdir. Rafinasyon kademelerinde oluşan değişikliklerin zeytinyağlarının sabunlaşma sayılarında küçük bir artış meydana getirdiğini göstermektedir. Bu artışlar genellikle yüksek sıcaklık düzeylerinin uygulandığı deodorizasyon ve/veya buhar distilasyonu kademelerinde meydana gelebilmektedir.

**Renk:** Bitkisel yağlar karoten, ksantofil, klorofil gibi doğal renk maddelerini içermektedir. Uygun koşullarda depolanmayan ve işlenmeyen yağlarda doğal renk maddelerinin yanı sıra, oksidasyon sonucu oluşan bileşenler de bulunmaktadır. Bu bileşenler; yağların renk değerlerinde farklılıklar oluşturmaktadır. Tüketici isteklerine uygun sıvı yağlar üretebilmek için renk açma işleminin uygulanması teknolojik

bir zorunluluktur. Ancak zeytinyağı için durum farklıdır. Yağın doğal olarak sahip olduğu yeşil-sarı renk tüketici tarafından arzulanmaktadır. Zeytinyağlarının renk değerini zeytinlerin hasat dönemi etkilemektedir. Zeytin sezonu başında hasat edilen zeytinlerden elde edilen yağlarda yeşil renk hakim iken, sezon sonuna doğru rengin sarıya yaklaştığı görülmektedir. Diğer yandan yeşil-sarı rengi veren klorofil ve karotenoidler yağın oksidasyonu üzerinde etkili olmaktadır. Klorofiller ve parçalanma ürünleri olan feofitin ve feoforbidler güçlü prooksidan etkiye sahip olup özellikle yemeklik rafine zeytinyağların kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir.

Kimyasal yöntemle rafine edilen zeytinyağlarının tintometrik renk değerlerinde özellikle alkalilerle yapılan asitlik giderme ve renk açma kademelerinde azalma gerçekleşmektedir. Kimyasal nötralizasyon işlemi sırasında yağdaki renk maddelerinin parçalanması ve sabunun sürükleyici etkisi nedeni ile yağın renginde açılma meydana gelmekte, yağda kalan renk maddeleri ise renk açma işlemi sırasında ağartma toprağı yardımı ile yağdan uzaklaştırılmaktadır.

Deodorizasyon işlemi ise zeytinyağının renk değerlerinde az da olsa yükselmeye neden olmaktadır. Deodorizasyon işlemi ile yağın renginde meydana gelen koyulaşma yüksek sıcaklıklarda uzun süreyle yapılan deodorizasyon işlemi ile yağdaki renksiz maddelerin tekrar okside olarak koyu renkli ürünlere dönüşmesine bağlanmıştır. Benzer değişiklikler, fiziksel yöntemle rafine edilen zeytinyağı örneklerinde de gözlenmektedir.

Diğer yandan özellikle renk açma işlemi ile zeytinyağının sarı renk değerinde önemli ölçüde azalma meydana gelmekte, mavi renk değeri sıfıra düşmektedir. Bu azalma, zeytinyağının karakteristik yeşil rengini veren klorofillerin büyük kısmının, renk açma kademesinde yağdan uzaklaştırıldığını göstermektedir.

Kimyasal yöntemle rafine edilen zeytinyağının klorofil içeriğinde nötralizasyon ve renk açma işlemi ile ortalama %95, fiziksel yöntemle rafine edilen zeytinyağlarında ise ortalama %99 oranında bir azalma meydana gelmektedir.

**Kırılma İndeksi:** Genellikle zeytinyağlarının 20°C'deki kırılma indeksi değerleri 1.4677-1.4705 olarak bilinmektedir. Hidrokarbon zincir uzunluğu, yağın doymamışlık derecesinin artışı, konjuge yapı oluşumu kırılma indeksini yükseltmektedir. Ancak yağların oksidasyonu sonucu azalan doymamışlık derecesi iyot sayısını düşürürken; dimer, trimer, polimer gibi büyük moleküllü bileşiklerin oluşumu kırılma indeksi değerini yükseltmektedir. Yağların serbest asitliğindeki her %1'lik artış, kırılma indeksini 0.0001 kadar düşürmektedir. Yağlara yüksek sıcaklıklarda uzun süre uygulanan deodorizasyon işlemi, yağın kırılma indeksini yükseltmektedir. Yağ asitlerinin ve gliseridlerin homolog serilerinde zincir uzunluğunun ve doymamışlık derecesinin artışı kırılma indeksini yükseltirken, konjuge yapı oluşumu da kırılma indeksini artırmaktadır. Ancak yağların otoksidasyonu ve termik oksidasyonu sonucu doymamış yağ asitlerinin tahribatına bağlı olarak iyot sayısı düşerken, kırılma indeksi yükselmektedir.

Gerek kimyasal gerekse fiziksel rafinasyon kademeleri zeytinyağının kırılma indeksi değerlerinde yükselmeye neden olabilmektedir. Özellikle renk açma işlemi sırasında dien ve trien konjuge yapıdaki artış, kırılma indeksini de yükseltmektedir.

**Ultraviyole Işığında Özgül Soğurma Değeri:** Yağlardaki oksidatif bozulma düzeyinin belirlenmesinde 232 nm ve 268 nm'deki özgül soğurma değerlerindeki değişimler de ölçülmektedir.

Zeytinyağının rafinasyonu sırasında, oksidasyonun ilk basamağında oluşan hidroperoksit artışı 232 nm'deki özgül soğurma değerini yükseltirken, hidroperoksitlerin renk açma işlemiyle yıkıma uğraması sonucu oluşan trien yapı ise 270 nm'deki özgül soğurma değerini artırmaktadır.

**Serbest Yağ Asidi İçeriği:** Yağlar trigliseritlerin yanı sıra, trigliseritlerin hidrolizi sonucu meydana gelen serbest yağ asitlerini de içermektedir. Alkalilerle yapılan kimyasal nötralizasyon işlemi, serbest yağ asitleri sodyum hidroksit veya diğer alkalilerle sabunlaştırılarak yağdan uzaklaştırılır. Fiziksel rafinasyon yönteminde ise serbest yağ asitleri, buhar distilasyonu ile yağa yüksek sıcaklıkta, vakum altında su buharı enjekte edilerek istenmeyen tat ve koku maddeleri ile beraber ortamdandır alınır.

Serbest asitlik zeytinyağı için bir kalite kriteridir. Türk Gıda Kodeksi, Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (Tebliğ No: 2007/36)'ne göre, oleik asit cinsinden asitliği %3,3'ten küçük olan yağlara natürel zeytinyağı (virgin olive oil), fazla olanlara ise lampant zeytinyağı (lampant olive oil) denilmektedir. Asitliği yüksek olan lampant zeytinyağlarının tüketilebilmeleri için rafine edilmeleri gerekmektedir. Zeytinyağlarında asitlik giderme işlemi genellikle buhar distilasyonu kademesinin yer aldığı fiziksel rafinasyon yöntemiyle gerçekleştirilmektedir. Böylece zeytinyağının asitliğini %0,01-0,03 düzeylerine düşürmek mümkün olmaktadır. Ancak, deodorizasyon sıcaklığının 260°C'ye yükselmesi ile trigliseritlerin kısmi hidrolizi sonucu serbest asitlikte tekrar artış meydana gelmektedir.

Gerek kimyasal gerekse fiziksel yöntemle rafine edilen zeytinyağlarının serbest asit içerikleri, renk açma kademesinde az da olsa yükselme göstermektedir. Bu artış, renk açma işlemi kullanılan asitle aktifleştirilmiş ağartma toprağından kaynaklanmaktadır. Renk açma işlemi, yağın asitliğinde %0,05-0,10 oranında yükselmeye neden olabilmektedir. Özellikle kimyasal rafinasyon işlemi nötralizasyon sonrasında kalan yağ sabun kalıntısı; derişik asitlerle aktive edilen ağartma toprağı kullanıldığında, rengi açılmış yağın asitlik değerinde artışa neden olabilmektedir.

**Oksidasyon Düzeyi:** Yağlarda acılaşmaya ve kötü koku oluşumuna neden olan reaksiyonların en önemlilerinden olan oksidasyon; doymamış yağ asitlerinin oksijen ile tepkimeye girerek oluşturduğu bir zincir reaksiyondur.

Yağda oksidatif tepkimeler sonucu oluşan hidroperoksitler 100°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda parçalanmaktadır. Bu nedenle, 100°C ve üzerindeki sıcaklıklarda gerçekleştirilen renk açma ve deodorizasyon işlemleri zeytinyağının peroksit de-

ğesinde daha etkili bir azalmaya neden olmaktadır. Peroksit değerinde rafinasyon kademelerinde meydana gelen azalma deodorizasyon kademesi dışında, peroksit bileşiklerinin yağdan uzaklaşması şeklinde olmayıp, ikincil ürünlere parçalanması sonucu meydana gelmektedir.

Ham zeytinyağının başlangıçta oldukça yüksek olan peroksit değeri, kimyasal rafinasyonun her kademesinde düşerek, rafine zeytinyağında bu azalma yaklaşık %88 oranına ulaşmaktadır. Diğer yandan kimyasal ve fiziksel rafinasyon kademelerinde zeytinyağının serbest asit içeriği ile peroksit değerinde oluşan değişimler arasında da önemli düzeyde ilişki bulunmaktadır. Bu nedenle; rafinasyon işleminin yeterli düzeyde yapıp yapılmadığının kontrolünde yağın serbest asit içeriği ile peroksit değeri birlikte değerlendirilmektedir.

Yağlarda işlem kademelerinde ve depolama sırasında oluşan yüksek molekülü karbonil bileşikleri olan ikincil oksidasyon ürünlerinin belirlenmesi amacıyla yağın p-anisidin değeri saptanmaktadır. Kimyasal rafinasyon işleminde alkalilerle gerçekleştirilen asitlik giderme işleminin ham zeytinyağının p-anisidin değerini önemli düzeyde değiştirmedığı, renk açma işlemi ile bu değer yükseldiği, deodorizasyon işlemi ile tekrar düştüğü bilinmektedir. Renk açma işlemi ile p-anisidin değerinde meydana gelen yükselme, ortamdaki hidroperoksitlerin parçalanarak, ikincil oksidasyon ürünlerinin artması sonucunda meydana gelmektedir. Yağa istenmeyen tat ve koku veren bu maddeler trigliserit molekülündeki yağ asidi zincirlerine zayıf Van der Vals kuvvetleri ile bağlı olup, yüksek sıcaklıklarda bile düşük buhar basıncına sahiptirler. Bu ürünler, deodorizasyon kademesinde yüksek sıcaklık ve düşük basınçta, su buharının da sürükleyici etkisi ile yağdan uzaklaştırılmakta, sonuç olarak yağın p-anisidin değeri düşmektedir.

Yağda oksidatif tepkimeler sonucu oluşan birincil ve ikincil oksidasyon ürünlerinin toplamı ise toplam oksidasyon değerini vermektedir. Toplam oksidasyon değeri (TOD);  $TOD = 2 * \text{peroksit sayısı} + p\text{-anisidin değeri}$  eşitliğiyle hesaplanmaktadır. Kimyasal ve fiziksel rafinasyon kademelerinde toplam oksidasyon değerinde sürekli bir azalma oluşmaktadır. Bu azalma her iki rafinasyon yöntemi için yaklaşık %74-79 düzeyinde gerçekleşmektedir. Zeytinyağlarının peroksit sayısı, p-anisidin ve toplam oksidasyon değerleri üzerinde kimyasal ve fiziksel rafinasyon yöntemleri farklılık göstermemektedir.

**İz Metal İçeriği:** Yağlar genellikle iz miktarda ağır metalleri içerirler. İz metaller ya çamurlu tohum ya da meyveden yağa doğal yolla ya da ham maddenin işlenmesi sırasında metalik ekipmanlardan veya depolama, taşıma aşamasında kullanılan kaplardan kontaminasyon sonucu geçmektedir. Yağların bozulma tepkimeleri sırasında iz metaller, serbest radikallerin oluşum oranını artırarak zincir reaksiyonların hızlanmasına ve oksidasyon hızının artmasına neden olurlar.

Yağdaki yapışkan maddelerin fosforik asit ile giderilmesi sırasında iz metal miktarında da bir azalma meydana gelmektedir. Degumming işlemi sırasında yağın demir ve fosfor miktarlarında sırasıyla %14-57 ve %80-96 oranında bir azalma

oluşmaktadır. Dolayısıyla fosforik asit kullanımıyla gerçekleştirilen asit degumming işlemi zeytinyağının oksidatif stabilitesini olumlu yönde etkilemektedir.

Yağların oksidasyonunda prooksidan özelliğinden dolayı katalizör rolü oynayan demirin, rafinasyon işlemiyle yağdan uzaklaştırılması zorunludur. Kimyasal ve fiziksel rafinasyon kademelerinin zeytinyağlarının demir içeriği üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Kimyasal rafinasyon işlemi sırasında nötralizasyon ve renk açma kademelerinde yağın demir içeriğinde genel olarak bir düşme görülmektedir. Bu durum oluşan sabun fazının sürükleyici etkisinden ve özellikle ağartma topraklarının fosfolipid benzeri iz metallerle şelat oluşturan unsurları uzaklaştırmasından kaynaklanmaktadır.

Deodorizasyon ve özellikle yüksek asitli zeytinyağlarının işlendiği buhar distilasyonu kademelerinde yüksek asitliğin sistemlerde oluşturabileceği korozif etki büyük önem taşımaktadır. Yüksek sıcaklığın etkisiyle bu işlemlerde iz metal kontaminasyonunun gerçekleşebileceği bilinmektedir. Bununla birlikte yağların demir miktarlarında meydana getirdikleri azalma açısından rafinasyon yöntemleri arasında önemli bir farklılık olmadığı saptanmıştır. Diğer yandan zeytinyağlarının demir içerikleri ile serbest asit içerikleri arasında istatistiki olarak önemli düzeyde bir ilişki olduğu bilinmektedir.

Bitkisel yağların içerdiği fosfor, fosfolipidlerin yapısında yer alan fosfordan kaynaklanmaktadır. Yağın fosfolipid içeriği tohumun ya da meyvenin çeşidine, olgunluk derecesine, toprak ve iklim koşullarına bağlıdır. Özellikle soya, pamuk çiğidi ve ayçiçeği yağlarında, diğer yağlara kıyasla yüksek oranda bulunan fosfolipidler, emülsifiye edici özellikleri nedeniyle rafinasyon sırasında nötr yağ kaybını artırdığı için, degumming işleminde su ya da fosforik asit çözeltileri kullanılarak yağdan uzaklaştırılmaları gerekir. Bu nedenle rafinasyonun etkin bir şekilde yapıp yapılmadığının kontrolünde rafine yağdaki fosfor miktarı belirleyici bir rol oynamaktadır.

Zeytinyağlarının fosfolipid içeriği diğer yağlara göre çok düşük düzeydedir. Bu nedenle zeytinyağlarına bazı işletme akışlarında konvansiyonel degumming uygulanmamakta; fosfolipidlerin giderilmesi alkalilerle yapılan asitlik giderme işleminin hemen öncesinde gerçekleştirilebilmektedir. Genel olarak fosfolipid içeriğindeki azalma degumming işleminde gerçekleşmekte, kalan fosfolipidler ise renk açma işlemi sırasında ağartma toprağı tarafından adsorplanarak yağdan uzaklaştırılmaktadır. Bunun yanı sıra yağın fosfolipid içeriği; özellikle buhar distilasyonu öncesinde önemli düzeyde azaltılmalıdır. Fosfolipidlerin yüksek sıcaklıklara duyarlılığı ve renkte olumsuz değişmelere neden olmaları dolayısıyla degumming işleminin fosfolipid miktarında sağlaması gereken azalma önemlidir.

**İyot Sayısı:** İyot sayısı katı ve sıvı yağların doymamışlık derecesinin bir ölçüsüdür. Tekli doymamış yağ asitlerini ağırlıklı olarak içeren zeytinyağlarının iyot sayısı değerleri; doymuş katı yağlarla (hayvansal yağlar), doymamış yağ asidi içeriği yüksek olan tohum yağları arasında yer almaktadır. Zeytinyağlarının iyot sayısı 15 ile 94 arasında dağılım göstermektedir. Isıl işlemlere maruz kalan yağlarda termal ve

oksidatif tepkimeler sonucu doymamış yağ asitlerinin tahribatına bağlı olarak iyot sayısı da düşmektedir. İyot sayısı; deodorizasyon kademesinde işlem sıcaklığının yükselmesi ve süresinin uzaması ile azalmaktadır.

**Yağ Asidi Kompozisyonu:** Zeytinyağlarını, diğer bitkisel yağlardan ayıran başlıca özellikleri, 0°C gibi düşük sıcaklıklarda donmadan sıvı olarak kalması, düşük linoleik asit içeriği nedeniyle oksidasyona karşı dirençli olması ve hemen hemen hiç kuruma özelliği göstermemesi olarak sıralanabilir. Esansiyel karakterdeki çok doymamış yağ asitleri insan beslenmesi açısından önemlidir. Ancak bu yağ asitleri, kolayca okside olarak bozulmaktadır. Özellikle rafinasyon sırasında yağın bazı özellikleri düzeltilirken, doğal antioksidanlardan tokoferollerin kaybına da bağlı olarak yağdaki doymamış yağ asitleri tahrip olmaktadır.

Zeytinyağında en önemli yağ asidi oleik asittir. Dolayısıyla bu yağ asidinin saf şekilde elde edilebileceği tek kaynak zeytinyağıdır. Palmitik asit başlıca doymuş yağ asidini oluşturur. Linoleik asit içeriği çok düşük olduğu için oksidasyona dirençli diğer sıvı yağlardan daha yüksektir. Zeytinyağına uygulanan rafinasyon işlem kademelerinin yağ asidi kompozisyonuna etkileri, uygulanan sıcaklık-süre kombinasyonlarının oluşturabileceği oksidatif tepkimeler nedeniyle doymamış yağ asidi miktarları üzerinde gerçekleşmektedir. Ancak kimyasal ve fiziksel rafinasyon kademelerinin etkisinin istatistiksel olarak önemli düzeyde olmadığı bilinmektedir.

**Sterol Kompozisyonu:** Steroller yağların sabunlaşmayan unsurlarındandır. Zeytinyağında sterol kompozisyonu taşıdığı belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan bir unsurdur. Rafinasyon kademelerinden renk açma ve buhar distilasyonu kademeleri diğer işlemlere göre daha yüksek sıcaklıkta gerçekleştirilmektedir. Sıcaklık ve süre kombinasyonunun etkisinin yanı sıra ağartma işleminde kullanılan toprağın derişik asitle aktivasyonu sırasında oluşan adsorptif uçlar, zeytinyağının bileşiminde yer alan mumsu maddeler, steroid esterler, triterpenik alkoller gibi unsurların kimyasal yapılarında ve miktarlarında önemli değişikliklere neden olabilmektedir. Bu bağlamda; en önemli değişiklik sitosterollerin dehidrasyonu sonucunda açığa çıkan stigmastadienlerdir. 2,4 ve 3,5 stigmastadienler rafine zeytinyağında renk açma ve buhar distilasyonu işlemleri sonucunda oluşmaktadır. Sızma zeytinyağlarında bu bileşenlerin üst sınırı 0,15 mg/kg iken; rafine zeytinyağlarında bu değer 2-45 mg/kg aralığındadır. Genel olarak 150°C işlem sıcaklığına kadar stigmastadienlerin oluşumu yavaş olup, özellikle bu sıcaklık değerinin aşılması ile stigmastadienlerin oluşumu hızlanmaktadır. Renk açma işleminde kullanılan ağartma toprağının birim yüzey alanında yer alan aktif uç yoğunluğu da sitosterol dehidrasyonunu artırmaktadır. İşlem sıcaklığının 200°C değerini aştığı buhar distilasyonu kademesi de rafine zeytinyağının stigmastadien miktarını belirleyici rol oynamaktadır. Bu nedenle natürel zeytinyağlarının rafine yağlarla taşıdığı belirlenmesinde stigmastadien miktarının tespit edilmesi yaygın olarak tercih edilmektedir.

**Tokoferol Miktarı:** Tokoferoller, yağın sabunlaşmayan kısmında yer alan, vitamin aktivitesi ve antioksidan etkisinden dolayı önemli olan bir bileşendir. Bitkisel yağlardan  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\tau$ , tokoferoller izole edilmiştir. Her bir tokoferolün biyolojik etkinli-

ği farklılık göstermektedir.  $\alpha$ -tokoferolün biyolojik aktivitesi,  $\tau$ -tokoferolden 100 kez daha yüksek olmasına karşın, antioksidan olarak  $\tau$ -tokoferol,  $\alpha$ -tokoferolden daha etkilidir. Tokoferoller, vitamin A,  $\beta$ -karoten ve çok doymamış yağ asitlerinin vücut tarafından absorbe edilmeleri sırasında oksidasyon sonucu bozulmalarını önleyerek, vücudun bu besin öğelerinden yararlanmasını sağlar. Natürel zeytinyağları; önemli bir tokoferol kaynağıdır. Bu nedenle zeytinyağlarının rafinasyonu sırasında işlem koşullarının, tokoferollere mümkün olduğunca zarar vermeyecek şekilde ayarlanması gerekmektedir.

Tokoferoller rafinasyon işlemi sırasında en fazla deodorizasyon ve/veya buhar distilasyonu kademesinde kayba uğramaktadır. Yağların genel olarak;  $\alpha$ -tokoferol (mg/100 g yağ)/çok doymamış yağ asitleri (%) oranının 0,60 değerine eşit veya bu değerden yüksek olması, söz konusu yağın oksidasyona karşı dirençli olması için yeterli kabul edilmektedir. Natürel zeytinyağları yaklaşık 175-200 ppm  $\alpha$ -tokoferol içermekte, depolamayla bu değer 28-55 ppm değerine kadar düşmekte ve bazı rafine zeytinyağlarında ise iz miktarda tokoferol bulunabilmektedir. Bu durumda temel etken rafinasyon işlem kademelerinden buhar distilasyonudur.

Sonuç olarak; zeytinyağlarına uygulanan kimyasal ve fiziksel rafinasyon işlem kademeleri; zeytinyağlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişiklikler meydana getirmektedir. Bu etki genellikle yağda kötü koku ve tat oluşturan bileşenlerin azalması yönünde gerçekleşmektedir. Bunun yanı sıra önemli kontaminantlardan olan ve prooksidan etki gösteren iz metal içeriklerinde de azalmalar görülmektedir. Bununla birlikte uygulanan yüksek sıcaklık dolayısıyla özellikle tokoferollerde önemli azalmalar meydana gelmektedir.

Diğer yandan zeytinyağlarında ve özellikle pirina yağlarında en önemli kontaminantlar arasında polisiklik aromatik hidrokarbonlar(PAH) yer almaktadır. Rafinasyon kademelerinden renk açma işleminde kullanılan asitle aktifleştirilmiş ağartma topraklarının zeytinyağlarında ve pirina yağlarındaki PAH miktarında azalma sağladığı bilinmektedir.

**KAYNAKLAR**

- Anonymous 1989. *Degumming and neutralizing methods for vegetable and animal oils and fats*. Alfa-Laval Food Engineering AB, Fats & Oils Division, Sweden.
- Anonymous 1990. *Amélioration de la qualité de l'huile d'olive*. Conseil Oléicole International. Madrid, 79.
- Anonymous 1996. *Türk Gıda Kodeksi, Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği*, Tebliğ No: 2007/36.
- Archer, J. 1997. *An Introduction to Olive Oil Processing From Picking to Pouring*. Olives Australia, s.60.
- Bayaz, M. 1992. *Fiziksel ve Kimyasal Rafinasyonun Zeytinyağının Özelliklerine Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, 47.
- Bernardini, E. 1973. *Oil and Fat Technology*. II. Revised Edition. Publishing House "Technology" s.r.l., Rome, 763.
- Bonveh, J.S., Torrent, M.S., Coll, F.V. 2001. A laboratory study of the bleaching process in stigmasta-3,5-diene concentration in olive oils. *J. Ame. Oil Chemists' Soc.* 78:3, 305-310.
- Boskou, D. *Olive Oil. Chemistry and Technology*. AOCS Press, Champaign, Illinois. 161.
- Brennar, J.G., Butters, J.R., Cowell, N.D., Lilly, A.E.X. 1976. *Food Engineering Operations*. 2<sup>nd</sup> edition. Applied Science Publishers Ltd. 700.
- Camacho, M.L., Alcaide, V.I., Mendez, M.V.R. 2003. Elimination of polycyclic aromatic hydrocarbons by bleaching of olive pomace oil. *J. of Lipid Sci. and Technol.* 105, 9-16.
- Clausen, K. 2001. Enzymatic oil-degumming by a novel microbial phospholipase. *European J. of Lipid Sci. and Technol.*, 333-340.
- Eckey, E.W. (1954). *Vegetable Fats and Oils*. Reinhold Publishing Corporation. New York, 836.
- François, R. 1974. *Les Industries des Corps Gras*. Technique & Documentation, France, 431.
- Giovacchino, L. 1994. Results obtained on extracting olive oil in a new dual-phase decantor. *Olvae*, 5, 42-44.
- Gordon, M.H., Firman, C. 2001. Effects of heating and bleaching on formation of stigmastadienes in olive oil. *J. Sci. Food Agric.* 81:1530-1532.
- Gümüşkesen, A.S., Yemişçioğlu, F. 2004. *Bitkisel Yağ Teknolojisi*. II. Basım, Asya Tıp Yayıncılık Ltd. Şti. ISBN: 975-94208-0-5, İzmir, 224.
- Hoffmann, G. 1989. *The chemistry and Technology of Edible Oils and Fats and Their Fat Products*. Academic Press, USA, 384.
- Kayahan, M. 2005. *Yemeklik Yağ Rafinasyon Teknolojisi*. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası, Filiz Matbaacılık San. ve Tic. Ltd. Şti. Ankara ISBN 975-395-925-7, 199.
- Oktar, A., Çolakoğlu, A., Işıklı, T., Acar, H. 1983. *Zeytinyağı ve Teknolojisi*. Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Yayınları, No: 27, İzmir, 42.
- Swern, D. 1982. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. Vol.2. John Wiley & Sons, Canada.
- Wan, P.J. 1991. *Introduction to Fats and Oils Technology*. American Oil Chemists' Society, Champaign, USA.





Fahrettin Göğüş<sup>1</sup>, Hüseyin Bozkurt<sup>1</sup>

## 5.1. GİRİŞ

Zeytin meyvesi, doğasından gelen özellikleri nedeniyle hasat edildiği hâliyle doğrudan tüketilememektedir. Ancak işlenmiş sofralık zeytin olarak veya kendine has yağ ile gıda sanayinin önemli ürünleri arasında tüketime sunulabilmektedir. Bunun yanı sıra, zeytinyağı üretimi esnasında elde edilen yan ürünler diğer başka sanayi dallarına ham madde oluşturmaktadır.

Pirina, zeytin ağacı (*Olea europaea L.*) meyvesinin (zeytin) fiziksel işlemler uygulanarak yağının ve suyunun büyük kısmı alınmış küspesine verilen isimdir. Pirina, bulundurduğu yağ ve kuru küspesi nedeniyle zeytin meyvesinin en önemli yan ürünüdür. Pirinanın ticari değeri, başlıca içerdiği yağ ve su miktarına bağlıdır. Pirina bünyesinde kalan yağ ve su miktarı, zeytinyağı işleme özelliklerine bağlı olarak değişir.

Geleneksel hidrolik pres, sürekli 2-fazlı ve 3-fazlı santrifüjleme işlemi uygulayan zeytinyağı fabrikalarından elde edilmesine bağlı olarak farklı pirina tipleri mevcuttur. Bu farklı pirina tipleri 2-fazlı ve 3-fazlı sistem için sırasıyla %25-30 ve %45-55 nem içermeleri ile birbirlerinden ayrılmaktadır. Modern sürekli sistemlerden elde edilen pirina klasik sistemlerden gelen pirinaya oranla daha çok nem ve daha az yağ içerdiği için daha düşük ticari değer taşımaktadır.

## 5.2. PİRİNANIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Zeytinyağı işletmelerinden çok büyük oranda atık su ve pirina (100 kg zeytin-den yaklaşık 35 kg ham pirina ve 100 l atık su) ortaya çıkmaktadır. Bu kadar büyük oranda atık su ve pirina oluşması çevreye zarar verebileceği için oldukça önemlidir. Dolayısıyla pirina, bünyesinde kalan artık yağın alınması amacıyla işlenerek ve atık su ise arıtılarak çevreye zararsız hâle getirilebilir.

<sup>1</sup>Gaziantep Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü 27310 Gaziantep

Pirina, zeytinyağı fabrikalarının bir yan ürünü olup Akdeniz ülkelerinde görülen önemli bir biyokütle çeşididir. Pirinadan elde edilen en önemli ürün pirina yağıdır. Bu yağ kozmetik ve sabun endüstrisinde kullanılabilirdiği gibi, uygun şartlarda işlendikten sonra rafine edilerek yemeklik pirina yağı üretimi amacıyla da kullanılabilir. Yağı alınmış pirina, kükürt içermemesi ve düşük kül yüzdesi nedeniyle yenilenebilir enerji kaynağı olarak dikkat çeken atık bir maddedir. Enerji üretiminde verimli ve uygun bir şekilde yağsız pirina kullanımı; hem temiz enerji üretimi için alternatif bir yakıt hem de atıkların değerlendirilmesi bağlamında çözüm sağlamaktadır. Günümüzde yağı alınmış pirina; enerji üretiminin yanı sıra hayvan yemi, gübre, biyogaz, aktif karbon ve fenolik bileşiklerin üretiminde de kullanılabilir.

### 5.3. PİRİNA YAĞI

Zeytinin işlenip zeytinyağının çıkarılmasından sonra pirinada kalan, organik bir çözücü (hekzan gibi) ile ekstraksiyon sonucu elde edilen ve yeniden esterleşme işleminden geçirilmemiş yağa pirina yağı adı verilir. Pirina yaklaşık %2-8 yağ içermektedir. Bu yağ nem miktarı yaklaşık %5'e düşürüldükten sonra pirina işleme fabrikalarında ekonomik bir şekilde elde edilebilir. Uzun süreli saklama koşulları ve yüksek sıcaklıktaki kurutma uygulamalarından dolayı, elde edilen bu yağ düşük kalitelidir. Ham, rafine edilmemiş pirina yağı kendine has ağır kokusu olan, koyu yeşil renkli ve çok asidiktir. Pirinanın yüksek su miktarı hızlı bir bozulmaya ve bunun sonucunda trigliseritlerin hidrolizine sebep olur. Pirina bünyesinde bekletilen yağın asitliğinin kısa sürede %5'ten %60'a kadar çıktığı rapor edilmiştir. Bu yüzden pirina yağı sabun üretiminde ve endüstriyel amaçlı kullanılır. Yağ asidi kompozisyonu bakımından zeytinyağına benzemektedir. Fakat yağın insan tüketimine uygun hâle getirilebilmesi için rafine edilmesi gerekmektedir. Son yıllarda yemeklik olarak üretilen pirina yağına artan bir talep vardır. Fakat yüksek serbest yağ asidi miktarı (%15-45) yağın işlenmesini zorlaştırır. Verimin zaten çok düşük olduğu üretimde bu durum birim ürünün maliyetini de yükseltmektedir.

Teknik amaçlar veya insanların tüketimi için rafine edilmek üzere üretilen yağ ham pirina yağı denir. Ham pirina yağından elde edilen yemeklik yağ iki kategoriye ayrılır.

1. Rafine pirina yağı: Orijinal trigliserit yapısı değişmeden ham pirina yağından rafinasyon yöntemleriyle elde edilen yağıdır.
2. Karma pirina yağı: Rafine pirina yağı ve natürel zeytinyağı karışımı ile elde edilen yağıdır.

Pirinanın ticari değeri özellikle içerdiği yağ miktarına ve yağın ekstraksiyon sonrası sahip olduğu kalitesine bağlıdır. Pirina yağında güdülen bu temel amaç (tüketime uygun kalite) öncelikle zeytinyağının kendisi için de geçerlidir. Bu hedefe ulaşmak için zeytinin toplanması ile başlayan ve zeytinyağının paketlenmesine

kadar dikkat edilmesi gereken birçok unsur vardır. Zeytinyağının pirinadan ayrıldığı zamana kadar dikkat edilmesi gereken bu unsurlar hem zeytinyağının kendisi hem de pirina için ortaktır. Temel ürünün zeytinyağı olduğu ve işletmelerin önemli bir kısmının yüksek kapasiteli olduğu düşünüldüğünde, pirina işletmelerinin de yüksek kapasiteli ve daha donanımlı sistemlere ihtiyaç duyduğu kesindir. Zira günümüzün zeytinyağı tesislerinden atık olarak çıkan pirina, artık hem daha az yağ hem de daha fazla su içermektedir. Bu özelliklerdeki bir pirinayı işlemek, özellikle kurutma sistemlerinde kapasite artışı zorunlu kılarken, sulu gelen pirinada yağın bozulma risklerinin artması nedeniyle de hızlı işlemeyi gerektirmektedir. Ancak bu işlemin aynı zamanda ekonomik olması için işletmeler pirina yağını klasik yollarla ayırmaktadır. Bunun sonucu olarak uzun süre uygun olmayan şartlarda beklemiş, yüksek sıcaklıkta yanma ürünlerine maruz kalmış olan pirinadan çok düşük kaliteli pirina yağları elde edilmektedir.

Türkiye’de üretilen zeytinyağının yaklaşık %10’u kadar pirina yağı üretilmektedir. Türkiye’de pirina yağı üretiminde temel hedef kaliteli yemeklik pirina yağı üretimi olmalıyken, ülkemizde üretilen pirina yağının oldukça önemli bir kısmı Türk Gıda Kodeksi’ndeki vasıflara uygun olmadığı için sanayi dallarında özellikle kozmetik endüstrisinde kullanılmaktadır. Böylece katma değeri yüksek olan bir üründen gerekli verim alınamamakta, ekonomik anlamda kayıplar yaşanmaktadır. Standartlara uygun üretilen pirina yağı ise yemeklik yağ olarak tüketime sunulmaktadır. Böylece kaliteli yemeklik pirina yağı üretilerek, hem zeytinyağı gibi zengin özelliklere sahip bir yağ tüketmek mümkün olacak hem de ekonomimize yüksek katma değer sağlanacaktır.

Zeytinyağı üretiminde söz sahibi olan ülkeler pirina yağı üretiminde de söz sahibidir. İspanya yemeklik pirina yağı üretiminde en büyük paya (%70) sahip ülkedir. İspanya’yı sırasıyla, İtalya (%15), Yunanistan (%11), Portekiz (%3) ve Tunus (%1) izlemektedir. Türkiye’de ise yemeklik pirina yağı üretimi oldukça azdır.

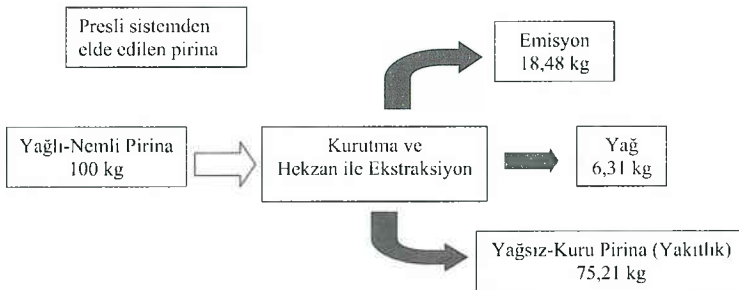
## 5.4. FARKLI ZEYTİNYAĞI İŞLEME METOTLARININ PİRİNA ÜZERİNE ETKİSİ

Pirina, işleme özelliklerine bağlı olarak yağ bazda yaklaşık %4-5’e varan oranlarda yağ, %25-60 arasında nem içermektedir (Tablo 5.1). Bu yağ, pirinadaki nem miktarı yaklaşık %5’e düşürüldükten sonra ekonomik bir şekilde elde edilebilir. Zeytinden elde edilecek pirina ve pirina yağı miktarları zeytinin yetiştirme tekniğine, iklim, toprak, çeşit özelliğine ve genellikle de zeytinyağı üretimi esnasında zeytini işleme şekillerine bağlıdır. Zeytinyağı fabrikalarında üretilen zeytinyağı miktarı (%20-30), yan ürün olarak elde edilen pirinadan (%80-70) oldukça azdır. Elde edilen pirina yağı, ancak pirinanın hemen işlenmesi ve çıkan yağın rafine edilmesi şartıyla yemeklik olarak kullanılabilir. Zeytinyağı fabrikalarında üretilen zeytinyağı miktarı (%20-30), yan ürün olarak elde edilen pirinadan (%80-70) oldukça azdır. Elde edilen pirina yağı, ancak pirinanın hemen işlenmesi ve çıkan yağın rafine edilmesi şartıyla yemeklik olarak kullanılabilir.

Tablo 5.1. Değişik zeytinyağı işleme sistemlerinden elde edilen pirinanın kompozisyonu (Vlyssides ve ark., 2004)

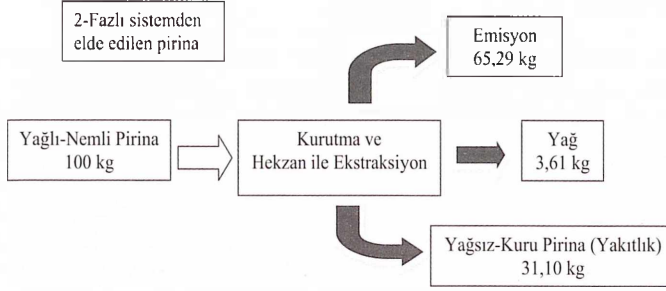
Özellik	Presli sistem	3-Fazlı sistem	2-Fazlı sistem
Nem, %	27,2	50,23	56,80
Yağ, %	8,72	3,89	4,65
Protein, %	4,77	3,43	2,87
Toplam şeker, %	1,38	0,99	0,83
Selüloz, %	24,1	17,37	14,54
Hemi-selüloz, %	11,0	7,92	6,63
Kül, %	2,36	1,70	1,42
Lignin, %	14,1	10,21	8,54
Toplam Azot, %	0,71	0,51	0,43
Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> cinsinden) %	0,07	0,05	0,04
Fenolik maddeler, %	1,14	0,326	2,43
Potasyum (K <sub>2</sub> O cinsinden) %	0,54	0,39	0,32
Kalsiyum (CaO cinsinden) %	0,61	0,44	0,37
Toplam karbon, %	42,9	29,03	25,37
Karbon azot (C/N) oranı	60,7	57,17	59,68
Karbon fosfor (C/P) oranı	588,7	552,9	577,2

Tablodan da anlaşılacağı üzere, presli sistemden elde edilen pirina 2-fazlı ve 3-fazlı sistemlere göre daha çok yağ içermekte, buna karşın daha az su içermektedir. 2-fazlı ve 3-fazlı sistemlerin yüksek su içeriği, kurutmanın zor olmasına ve daha çok enerjiye ihtiyaç duyulmasına neden olmaktadır. Bu da birim maliyeti arttırmaktadır. Presli sistemden elde edilen pirinanın daha az nem ve daha çok yağ içermesinden dolayı pirina yağı işletmelerinde bu pirina tercih edilmektedir. Değişik zeytinyağı işletmelerinden elde edilen pirinanın kütle eşitlikleri Şekil 5.1-5.3'de verilmiştir. Yağ ekstraksiyonunun verimliliği pirinanın içerdiği su miktarına bağlıdır. En iyi yağ eldesi en düşük su içeriğine sahip olan pirinadan mümkün olmaktadır. Bu yüzden pirina işleme tesisine gelen yağlı ve yaş pirinanın nem oranı yaklaşık %5'e düşürülmesi gerekmektedir. Bu amaçla değişik kurutucular kullanılmaktadır.



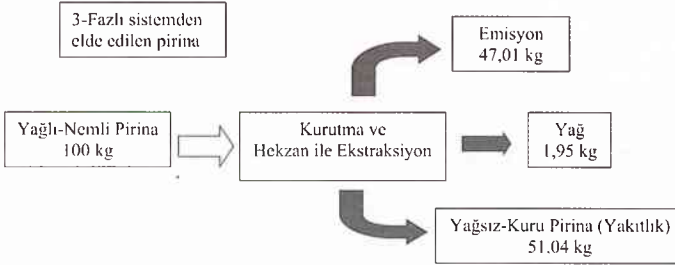
Şekil 5.1. Presli sistemden elde edilen pirinanın yağ ve yağsız kuru pirina verimleri

Presli sistemden elde edilen pirina, kurutma ve ekstraksiyon işlemlerine tabii tutulduğunda 100 kg yağlı ve nemli pirinadan yaklaşık 6,31 kg yağ elde edilmektedir (Şekil 5.1). Yağın bir kısmı yakıtlık pirinada ve uçucu olan bir kısmı da emisyon olarak atılmaktadır.



Şekil 5.2. 2-fazlı sistemden elde edilen pirinanın yağ ve yağsız kuru pirina verimleri

2-fazlı sistemden elde edilen 100 kg nemli pirinadan ortalama 3,61 kg yağ elde edilebilmektedir (Şekil 5.2). Bunun en önemli sebebi, yağlı pirinanın içerdiği düşük yağ miktarı ve yüksek nem miktarıdır. Yüksek nem içerdiğinden pirinayı kurutmak için daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır ki bu da daha yüksek maliyettir. 3-fazlı sistemden elde edilen 100 kg pirinadan ise yaklaşık 1,95 kg yağ elde edilebilmektedir (Şekil 5.3). 2-fazlı ve 3-fazlı sistemlerden elde edilen pirinanın yüksek nemli olması işlenmesini ve yağ eldesini oldukça güçleştirmektedir. Buna karşın presli sistemden elde edilen pirinadan yağ eldesi bu sistemlere göre daha kolay ve düşük maliyetlidir. Bu yüzden pirina yağı işletmeleri presli sistemden elde edilen pirinayı tercih etmektedirler.



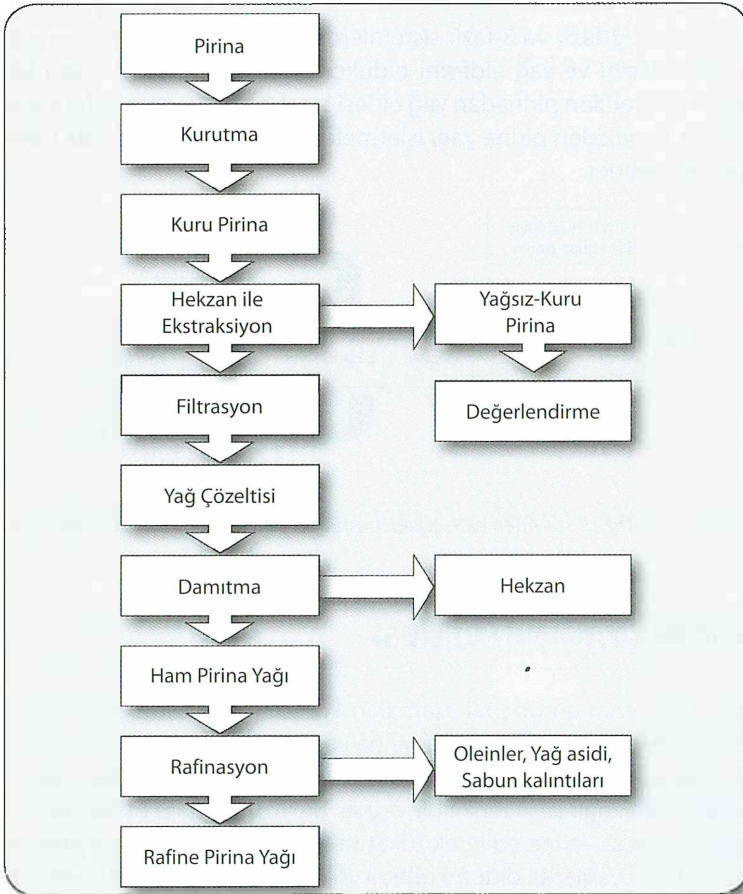
Şekil 5.3. 3-fazlı sistemden elde edilen pirinanın yağ ve yağsız kuru pirina verimleri

## 5.5. PİRİNA YAĞININ ELDESİ

Pirina işlemenin en önemli aşamaları kurutma ve ekstraksiyondur. Bu aşamalardan sonra elde edilen yağa ham pirina yağı adı verilir (Şekil 5.4). Ham pirina yağı kendine has kokusu olan, asit derecesi oldukça yüksek ve ilk önce koyu sarı, bekle-dikçe koyulaşan koyu yeşil renkli bir yağdır. Bu yüzden ham olarak tüketmek mümkün değildir ancak rafine edilerek tüketime sunulabilmektedir. Rafine yöntemi diğer ham bitkisel yağlarda olduğu gibidir. Bilindiği gibi rafinasyon yöntemi temelde ikiye ayrılmaktadır. Bu yöntemler kimyasal ve fiziksel rafinasyondur.

### 5.5.1. Kurutma

Kurutma, pirina yağının genel özelliklerini önemli oranda etkilemektedir. Kurutma sürecinde uygulanan yüksek sıcaklıktan dolayı pirina yağının kalitesinde önemli kayıplar olmaktadır. Pirina yağının asitliği artarken, kokusu, rengi ve diğer özellikleri olumsuz yönde etkilenmektedir. Günümüzde hâlâ birçok pirina işletmesinde, yağlı pirina açıkta alev veya yanma ürünlerinin doğrudan yağlı pirina ile temas ettirilmesiyle kurutulmaktadır. Ancak, kurutma sistemleri önemli gelişmeler kaydetmiştir. Gelişmiş ülkelerde ve modern pirina işleme ünitelerinde bu kurutucular (dönel valsli, akışkan yataklı kurutucu, bantlı kurucular vs. gibi) kullanılmaktadır. Yanma ürünlerinin doğrudan kullanıldığı işletmelerde üretilen pirina yağının kokusu ve rengi çok kötü olmakta, aynı zamanda yağ bünyesinde istenmeyen zararlı bileşenlerin oluşumu da gerçekleşmektedir. Bu bileşenlerin en önemlilerinden birisi poli aromatik hidrokarbon (PAH)'lardır. PAH'lar özellikle fosil yağlarının yanması esnasında oluşur ve tütün sigarasında ve taşıt egzoz dumanında bulunur. PAH'ların en tehlikelilerinden biri olan benzo(a)piren PAH'lar için gösterge olarak kullanılır ve daha önce yağlar üzerinde yapılan birçok çalışmada yüksek oranda benzo(a)pirene rastlanmıştır.

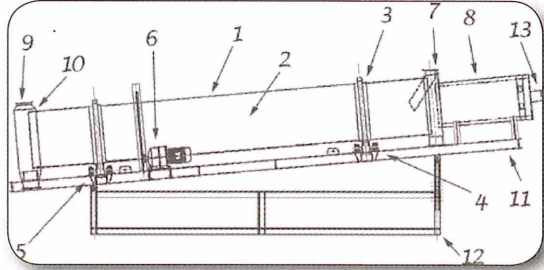


Şekil 5.4. Rafine pirina yağı üretimi

Alevli veya direkt ısıtmalı kurutucular yüksek sıcaklıkta çalışmakta olup posalı maddelerin kurutulması için en uygun kurutucu tipleridir. Sıcak hava veya duman kurutulacak ürünün etrafından, içinden geçirilerek kısa sürede kuruma sağlanmaktadır. Bu kurutucular ekonomik ve yüksek kapasitelidir.

Yeni kurutucuların temel özelliği, kurutmada, yanma ürünlerinin direkt pirina ile temas ettirilmesi yerine kuru havanın uygun ortamlarda ısıtılması ve kurutma amacı için pirina ile temas ettirilmesidir. Sıcak kuru hava; elektrik, doğalgaz veya yağı alınmış pirina veya diğer katı yakıtlarla ısıtıldıktan sonra kurutma ünitesine (kurutuculara) gönderilmekte, yanma ürünleri ile kuru hava temas ettirilmemektedir (Şekil 5.5). Böylece sıcak hava yanma ürünleri içermemekte ve kuruma sıcaklığı daha düşük olmakta ve dolayısıyla kurutma sürecinde meydana gelen bozulmalar en aza indirgenmektedir.

Bu amaçla kullanılan en yaygın kurutucular dönel kurutuculardır. Bu kurutucular kaskat (basamaklı) ve Louvre (paralel tirizli) olmak üzere iki tiptir. Dönel kurutucuların yanı sıra kullanılan diğer bir kurutucu tipi de akışkan yataklı kurutuculardır. Ayrıca valsli kurutucuların kullanıldığı durumlar da bulunmaktadır. Bunlara ek olarak pirinanın kurutulmasında kullanılmak üzere mikrodalganın etkisi ile ilgili deneysel çalışmalar da bulunmaktadır.



Şekil 5.5. Fuel-oil veya doğal gazla çalışan dönel kurutucu sistemi

- |                     |                           |                            |
|---------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1. Kurutucu gövdesi | 6. Motor                  | 11. Gövde desteği          |
| 2. Kaldıraçlar      | 7. Besleme                | 12. Hareketli destek sehpa |
| 3. Dönme halkası    | 8. Yanma haznesi          | 13. Brülör                 |
| 4. Bilyalar         | 9. Emisyon çıkışı         |                            |
| 5. Emniyet tekeri   | 10. Emisyon gövde contası |                            |

### 5.5.1.1. Kaskat (Basamaklı, Şelale) Tipi Dönel Kurutucu

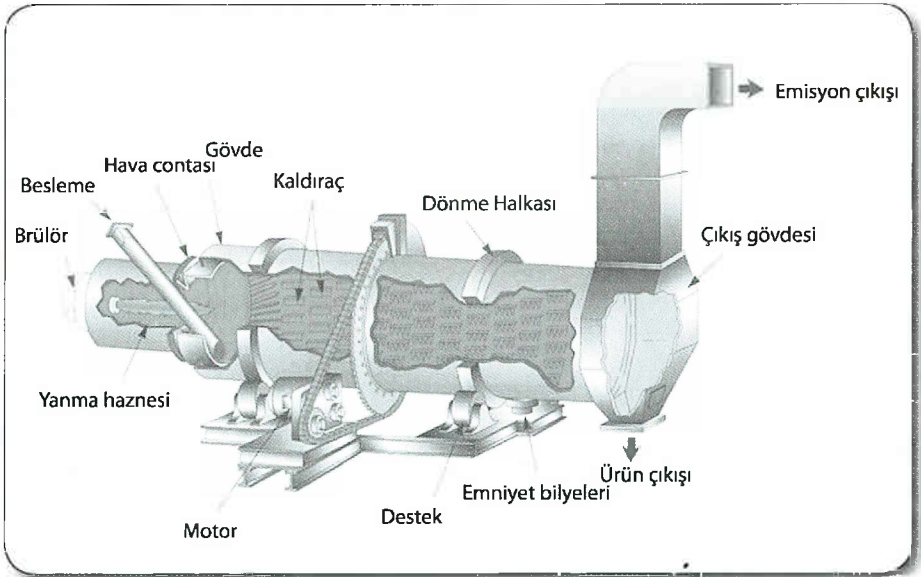
Bu kurutucu sürekli kurutma sağlayan basit bir dönel kurutucu tipidir (Şekil 5.6). Kurutma pirinanın sürekli dönen ve sıcak hava akışının da olduğu bir tambur içerisinde taşınması esasına dayanmaktadır. Dönen tamburun iç yüzeyine monte edilen



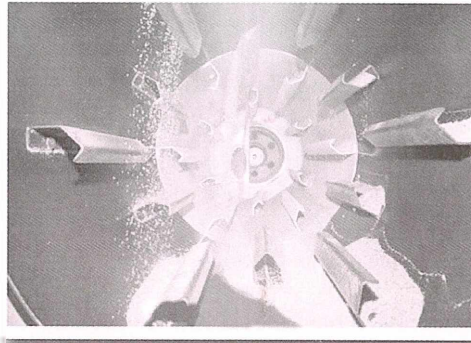
kaldırıcı kanatçıklarla tambur içinde kaldırılan pirina, sıcak hava içine dökülmektedir (Şekil 5.7). Hava veya alev pirinanın taşındığı paralel yönde veya ters yönde olabilmektedir. Paralel yönlü kurutucularda yağ pirina ile tambur boyunca hareket eden sıcak havanın akım yönü aynıdır fakat ters yönlü kurutucuda, yağ pirina ile sıcak hava ters yönlerde hareket eder. Ters yönlü kurutucu, enerji tasarrufu ve verimi açısından paralel yönlü kurutucuya tercih edilmektedir. Ters yönlü kurutucuda kuruma yolu boyunca, kuruyan ürün sıcak hava ile karşılaşırken yağ pirina da nispeten soğuk hava ile temas eder. Bu sistemde çıkan kuru ürün diğerine göre daha sıcaktır. Bu kurutucularda, sıcak hava genellikle pirina posasının yakılmasıyla elde edilerek birim maliyet düşürülmektedir. Ayrıca, sıvılaştırılmış petrol gazı, fuel-oil, elektrik, doğal gaz ve katı yakıtlarda kullanılabilir. Kuru havanın sıcaklığı 100°C den 700°C'ye kadar değişmektedir. Havanın debisi, sıcaklığını etkileyen en önemli unsurdur; debi düştükçe sıcaklık artmaktadır.

Yağı alınmış kuru pirinanın yakılmasıyla hem atık değerlendirilmiş olmakta, hem de yakıtta olan dış bağımlılık ortadan kaldırılmaktadır.

Kurutucunun emisyon gazı belirli bir miktar partikül içerebilmektedir. Bu da siklon ve/veya baca filtresi kullanılarak önlenmektedir. Baca gazı, filtre veya siklondan çıktıktan sonra kurutucuya giren soğuk hava için ön ısıtma amacıyla kullanılarak enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.



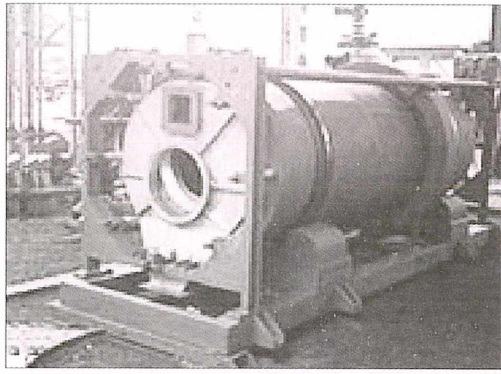
Şekil 5.6. Kaskat (basamaklı, şelale) tipi dönel kurutucu ([www.feeco.com](http://www.feeco.com))



Şekil 5.7. Kaskat (basamaklı, şelale) tipi dönel kurutucunun iç görünüşü (www.feeco.com)

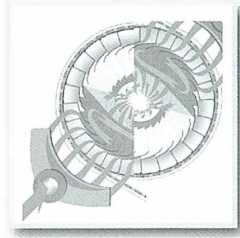
### 5.5.1.2. Louvre Tipi Dönel Kurutucu

Louvre tipi dönel kurutucular genellikle nem miktarı az olan maddeleri kurutmak için kullanılmaktadır. Bu tip kurutucuda hava sıcaklığı ve dolayısıyla ürün sıcaklığı diğer dönel kurutucuya göre daha düşük olduğundan konvansiyonel kurutuculara alternatiftir (Şekil 5.8).



Şekil 5.8. Louvre tipi dönel kurutucu

Bu sistemde pirina, iç yüzeyine bir seri kanatçığın abajur şeklinde yerleştirildiği dönel yatay tambur boyunca geçirilmek suretiyle kurutulur. Sıcak hava, kurutulacak olan hareketli pirina yığını içerisinde geçmek suretiyle kurumayı sağlar (Şekil 5.9). Tamburun sürekli dönmesi; pirina yığınının yuvarlanmasını, böylece pirinanın iyice karıştırılmasını ve sıcak hava ile sürekli temasını sağlar. Böylelikle kuruma işlemi gerçekleştirilir. Kaskat tipi kurutucularda olduğu gibi pirinanın yukarıya doğru taşınması ve sıcak hava akışı içerisinde dökülmesi söz konusu değildir. Bu iyi karıştırma ve sıcak hava teması nedeniyle Louvre tipi kurutucular kaskat tipi dönel kurutuculara göre daha verimli olarak çalışır.

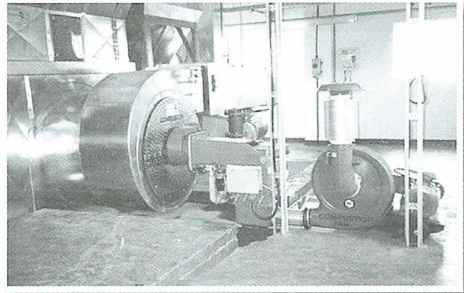
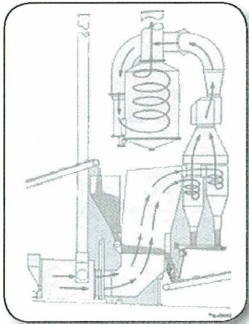


Şekil 5.9. Louvre tipi dönel kurutucunun iç görünüşü (www.feeco.com)

Bu kurutucuda da kurutma havası, katı veya sıvı yakıtlar vasıtasıyla cehennemlikte doğrudan ısıtılarak kurutucuya gönderildiği gibi, havanın buhar veya benzeri bir sistemle dolaylı olarak ısıtılmasıyla da elde edilebilmektedir. Dolaylı sistemlerde sıcak hava ile alev birbirine temas ettirilmaz, bu yüzden de yanma ürünleri içermez. Hava sıcaklığı kaskat tipi dönel ısıtıcıda olduğu gibi 100°C'den 700°C'ye kadar değişmektedir

### 5.5.1.3. Akışkan Yataklı Kurutucu

Pirina kurutmak için kullanılan kurutuculardan biri de akışkan yataklı kurutucudur (Şekil 5.10). Bu kurutucunun çalışma prensibi; yüksek debideki ısıtılan havanın hareket halindeki yaş pirina ile doğrudan teması esasına dayanmaktadır. Bu amaç için ilk önce yaş pirina besleme haznesinden verilir ve pirina helezon ile kurutma haznesine iletilir. Aynı bir ünite de (brülör ile) hava ısıtılır. Havanın ısınması için yakıt olarak doğalgaz, elektrik, LPG, motorin, fuel-oil gibi yakıtlar kullanılabilir. Kurutma haznesinde hareket hâlinde bulunan yaş pirina, sıcak kuru hava ile temas eder. Bu temas sonucunda pirinanın nemi çok kısa bir sürede alınır, kuru pirina kurutucudan dışarı alınır; bu esnada hava ile birlikte hareket eden bir kısım küçük taneçikli kuru pirina ise siklonda tutularak kurutucudan ayrılan pirinayla birleştirilir. Nemli hava aspiratör vasıtası ile dışarıya atılır. Burada giriş hava debisi ve basıncı çok önemlidir. Dışarıya atılan nemli ılık havadan taze havayı ısıtarak enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.



Şekil 5.10. Akışkan yataklı kurutucu (www.feeco.com)

#### 5.5.1.4. Diğer Kurutucular

Pirinanın kurutulması için kullanılan diğer bir kurutucu tipi de valsli kurutma tipidir. Bu kurutma yönteminde, kurutma yüzeyini oluşturan valsler, iç yüzeylerinde yoğunlaşan buhar veya alevle ısıtılır. Valsler sürekli olarak dönüş hareketi yapar ve yüzeye kuruyarak yapışan pirina kazıyıcılarla sıyrılarak kuru pirina alınır.

Mikrodalga kurutucunun birkaç bilimsel çalışmada kullanıldığı görülmektedir. Mikrodalga kurutma tekniğinde kuruma süresi oldukça kısa ve kuruma sıcaklığı da diğer pirina kurutma tekniklerine göre düşüktür. Bu yüzden, elde edilecek pirina yağının kalitesinin daha iyi olacağı düşünülmektedir.

#### 5.5.2. Ekstraksiyon

Kurutma işlemini takiben yağ çözücü bir çözenle, genellikle hekzan, pirinanın bünyesindeki yağ ekstrakt edilir.

En iyi yağ eldesi, en düşük su içeriğine sahip ve küçük partiküllü pirinadan mümkün olmaktadır. Bu yüzden pirina işleme tesisine gelen yağ ve yağlı pirinayı ekstraksiyona hazırlamak gereklidir. Bu amaç için ilk olarak yağ pirina kurutulur ve partikül boyutu küçültülür. Partikül boyutunun küçülmesi yağ verimini arttırmaktadır. Pirinanın nem oranının yaklaşık %5-7'e kadar düşürülmesi hekzan ile yağ ekstraksiyon işleminin verimini yaklaşık iki kat arttırarak yağ eldesini kolaylaştırır. Ayrıca, kurutma işlemi ile fermantasyon önlenmekte ve enzim (özellikle lipaz enzimi) aktivitesi engellenmektedir. Böylelikle yağın kalitesinin bozulmasına neden olan etkenler kısmen ortadan kaldırılmış olmaktadır.

Ekstraksiyon işlemi özel tasarlanmış tanklarda gerçekleştirilmektedir. Kurutulmuş pirina tanka doldurulur ve çözenle ekstraksiyon işlemine tabi tutulur. Pirina yağı iki farklı, klasik (kesikli) veya modern (sürekli) sistemle ekstrakt edilir. Klasik sistem ile modern sistemin en önemli farkı klasik sistemde kesikli, modern sistemde ise sürekli olarak çözen ile ekstraksiyona tabi tutulmasıdır.

Kesikli sistemde pirina birinci tanka taşınır ve üzerine hekzan eklenir. Belirli bir sürede, belirli ısıda karıştırmak suretiyle ekstraksiyon yapılır. Birinci tanktaki ekstraksiyon işleminden sonra pirina, ikinci tanka alınır ve taze çözenle tekrar muamele edilir ve bu olay seri şekilde 5 ile 8 tanka kadar uzayabilir. Pirina her yeni tanka taşındığında üzerine taze çözen eklenir. Bu işlemin temel amacı taze çözen kullanımı ile daha fazla yağ ekstraksiyonu sağlamaktır.

Sürekli sistemde ise kuru pirina seri hâlde bağlanmış birden fazla tankta devamlı olarak çözenle karıştırılmak suretiyle muamele edilir. Tanklar çift cidarlı ve karıştırıcılıdır ve daha iyi ekstraksiyon için devamlı olarak ısıtılır ve karıştırılır. Çözen ile pirinanın hareket yönüne göre iki farklı sürekli (paralel ve ters yönlü) ekstraktör vardır. Paralel yönlü ekstraktörde çözen ile pirina aynı yönden girer ve aynı yönden çıkar.

Ters yönlüde taze çözgenin ekstraktöre girdiği tanktan pirina posası, yağlı ve kuru pirinanın girdiği tanktan ise yağlı çözgen çıkar. Bu iki ekstraksiyon tipi yağ verimi açısından karşılaştırıldığında, ters yönünün paralel yönlüye göre daha avantajlı olduğu söylenebilir. Çünkü pirina posasının çıkışta taze çözgenle karşılaşması pirina posasında daha az yağ kalmasına neden olur. Hâlbuki paralel yönlüde yağlı pirina ile taze çözgen karşılaşmakta ve beraber ekstraksiyon ünitesinden çıkmaktadır. Bu da yağ verimini azaltmaktadır.

Her iki sistemden (kesikli ve sürekli) elde edilen çözgen-yağ karışımları ayrı bir üniteye birleştirilir ve filtrasyon işlemi yapılır. Eğer partiküller ekstraksiyon işlemi ile taşınmışsa filtrasyon işleminden sonra posa preslenerek çözgen-yağ karışımı ayrılır. Daha sonra çözgen-yağ karışımı damıtma işlemine tabi tutulur ve ham pirina yağı elde edilir. Ekstraksiyon işlemi esnasında sıcaklıktan dolayı bir miktar su buharı ile kaynama noktası düşük olan bileşenler buharlaşmaktadır. Bu bileşenler özel yoğunlaştırıcılarda yoğunlaştırılmak suretiyle toplanmaktadır.

### 5.5.3. Rafinasyon

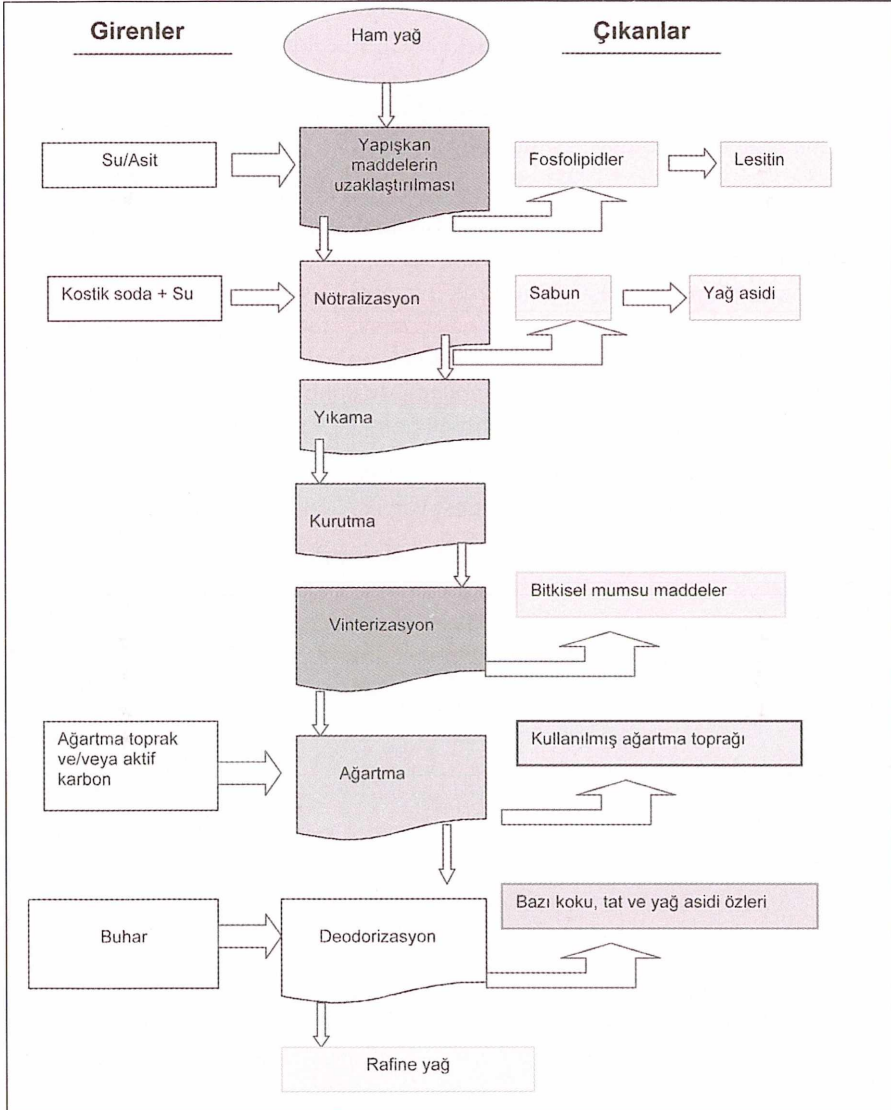
Ekonomik değeri olmadığı düşünülen yağlı pirina bazı yörelerde yakıt olarak kullanılmaktadır. Yağın alınması ve rafine edilmesiyle değerli bir yağın değerlendirilmesinin yanı sıra çevre kirliliği sorunu da önlenecektir. Rafinasyon işlemi kimyasal ve fiziksel olmak üzere iki farklı teknik ile yapılabilmektedir.

#### 5.5.3.1. Kimyasal Rafinasyon

Yüksek asitli pirina yağını Türkiye’de kullanılan kimyasal rafinasyon yöntemi ile yemeklik yağa işlemek ekonomik olmamakta, aynı zamanda arzu edilen kalite ve sağlık kriterleri de sağlanamamaktadır. Bu nedenle, Türkiye’de üretilen pirina yağının önemli bir kısmı katma değerli yemeklik yağ yerine, düşük kalitede sabun ve benzeri sanayilerde kullanılan bir yağ olarak tüketilmekte veya yurt dışına katma değeri düşük bir ham madde olarak ihraç edilip ekonomik anlamda kayıplara neden olmaktadır.

Kimyasal rafinasyonda, öncelikle yapışkanimsi maddeleri (fosfotid ve protei-naceous) çöktürmek amacıyla asit kullanılır (Şekil 5.11). Fosforik asit ve sitrik asit en çok kullanılan asitlerdir. Çöken maddeler uzaklaştırıldıktan sonra nötralizasyon aşamasına geçilir. Nötralizasyonda serbest yağ asitleri, oksidasyon ürünleri ve bazı pigmentlerin miktarları düşürülür. Çünkü insanlar tarafından, yağın kullanıma uygun hâle gelmesi için bunların miktarlarının olabildiğince düşürülmesi gerekmektedir. Bu amaç için sodyum hidroksit ilavesi yapılır. Yağ içerisinde bulunan serbest yağ asidi sodyum hidroksit ile reaksiyona girer ve sabun oluşturur. Yıkama işlemi ile de sabun uzaklaştırılır. Vinterizasyonda ise mumsu maddeler kristalize edilir ve uzaklaştırılır. Mumsu maddeler, yağın görünüşünü matlaştıran, albenisini azaltan

ve düşük sıcaklıklarda çöken bileşenlerdir. Ağartma işleminde klorofil, karetenoid gibi bazı pigment seviyelerinin düşürülmesinin yanı sıra fosfotid, sabun kalıntıları ve oksidasyon ürünleri de uzaklaştırılır. Ağartma toprak olarak aktive killi ve silisli toprak kullanılabilirdiği gibi aktif karbon da kullanılabilir ki bu PAH'ları elimine etmek açısından çok önemlidir. Deodorizasyon ise yağlarda arzu edilmeyen tat, renk ve kokulara neden olan uçucu bileşenlerin uzaklaştırılmasını hedefleyen basit vakumlu damıtma yöntemidir.



Şekil 5.11. Kimyasal rafinasyon

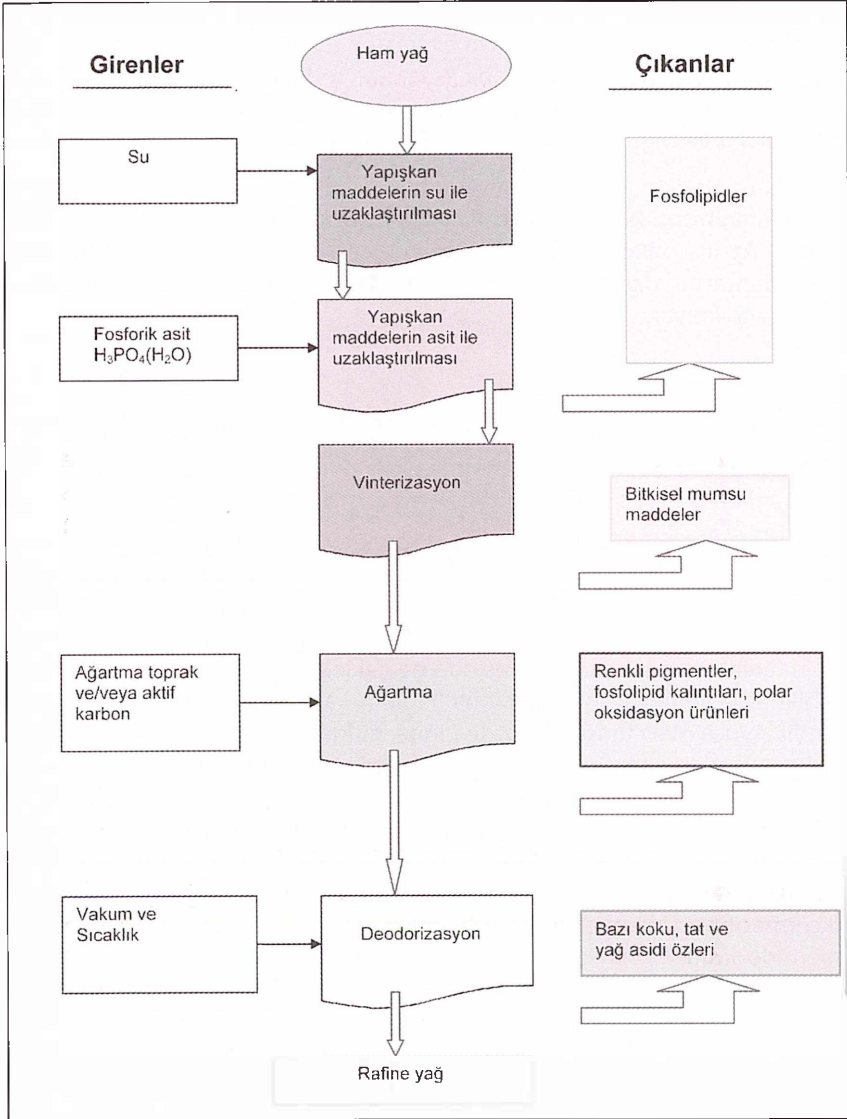
### 5.5.3.2. Fiziksel Rafinasyon

Fiziksel rafinasyonun alkali rafinasyondan ayrılan yönü, serbest yağ asitlerini uzaklaştırma yoludur (Şekil 5.12). Fiziksel rafinasyonda, alkali rafinasyondaki nötralizasyon işlemi uygulanmaz. Ayrıca deodorizasyonda 0.5-8 mbar basınçta, yüksek sıcaklıkta (180°-270°C) vakumlu buhar damıtma gerçekleştirilir. Fiziksel rafinasyon oldukça etkili bir rafinasyon yöntemidir. Bu yöntem buhar damıtma ile asitsizleştirme (asitliğini uzaklaştırma) olarak bilinmektedir. Fiziksel rafinasyon, serbest yağ asitleri ve uçucu bileşiklerin uygun şartlarda yağdan uzaklaşmasını sağlayan bir işlemdir (Şekil 5.12). Genel olarak bitkisel yağlar, triaçilgliserol, serbest yağ asitleri, kısmen diğer açilgliseroller ve bazı minör bileşenlerden oluşan kompleks bir karışımdır. Bitkisel yağların fiziksel rafinasyonu, serbest yağ asitlerinin triaçilgliserollere göre daha fazla uçucu olması esasına dayanmaktadır.

Fiziksel rafinasyonda asitsizleştirme ve kokudan arındırma tek bir işlemle sağlanır. Yaygın olarak en çok kullanılan metot, buhar kullanılarak vakum altında yüksek sıcaklık uygulanan metottur. Fiziksel rafinasyonun, yağ verimini arttırma, doğrudan serbest yağ asidi geri dönüşümünü sağlama, atık oluşumunu azaltma, üretim sürecini kısaltma, maliyeti düşürme gibi pek çok avantajı bulunmaktadır. Fakat ham yağa, asitsizleştirme işleminden önce uygun bir ön hazırlık yapmak gerekmektedir. Çünkü yağın kalitesini olumsuz etkileyebilecek fosfolipid, ağır metaller, pigment ve mumsu maddeleri ortamdaki uzaklaştırmak gerekir.

Pirina yağında rafinasyon daha çok fiziksel rafinasyona dayanmalıdır. Çünkü pirina yağı ortalama %10 gibi yüksek serbest yağ asitliğine sahiptir.

Yemeklik pirina yağı üretimi sonrasında kalan yağsız küspe, yakıt olarak kullanılabilir ve diğer yakıtlarla karşılaştırıldığında oldukça düşük maliyeti, yüksek ısı değeri ve yenilenebilir oluşu yanında çevreye dost bir yakıt olması ile endüstriye büyük yararlar sağlamaktadır. Bunun yanında, pirinadan pirina yağı üretmek çevresel kirliliği azaltmaktadır.



Şekil 5.12. Fiziksel rafinasyon

Moleküler damıtma, bir fiziksel rafinasyon yöntemidir. Moleküllerin, buharlaşan sıvının sıcak yüzeyinden kondensörün soğuk yüzeyine doğru kısa bir mesafede güçlü bir vakumda ( $0,069-6,9 \times 10^{-5}$  mbar) transfer edilmesi, moleküler damıtma işleminin temelidir. Bu işlem genelde endüstride vitaminlerin ve bazı ürünlerin saflaştırılmasında kullanılır. Güçlü vakumdan dolayı kaynama noktası ve ekstraksiyon süresi oldukça düşüktür. Dolayısıyla yağ içerisinde ısıya duyarlı bileşenlerin kaybı önlenmiş olur. Buhar basıncı düşük ve moleküler ağırlığı yüksek bileşenlerin de ayrımı yapılmış olur. Düşük basınç ve düşük ekstraksiyon sürecinden dolayı moleküler damıtma, arzu edilen bileşenleri (vitamin E) kaybetmeme açısından avantaja sahiptir.



Moleküler damıtma işleminde, sıcak yüzeyle karşılaşan ürün buharlaşır ve daha sonra kondensörde yoğunlaşır. Güçlü bir vakum uygulandığı için yüksek sıcaklıklara ihtiyaç duyulmaz. Uçuculuğu daha fazla olan serbest yağ asitleri, mono ve diglisitler daha önce yoğunlaşmaya başlayıp, hepsi bir kerede veya ayrı ayrı kademeli olarak toplanır ve triglisitlerden ayrılır. Böylece yağın rafinasyonu sağlanmış olur.

Moleküler damıtma işlemi, dünyada bazı araştırmacılar tarafından çeşitli şekillerde uygulanmıştır. Bu yöntem kullanılarak serbest yağ asitlerini soya yağından ayrılmıştır. Ayrıca, palm yağından karetenoidlerin tekrar kazanılması, yine bu yöntemle sağlanmıştır. Üzüm çekirdeği yağının asitsizleştirme işlemi de moleküler damıtma ile yapılmıştır.

## 5.6. PİRİNA YAĞININ KALİTESİNE OLUMSUZ ETKİ EDEN NEDENLER

Pirinada bulunan yüksek su miktarı, enzimler ve mikroorganizmalar (*Gliomastix chartarum*, *Cephalosporium Sp.*, *Aspergillus glaucus* gibi) ortam şartlarının da etkisiyle triglisit hidrolizine ve dolayısıyla serbest yağ asitliğinin artmasına neden olur. Asitlik kısa bir zaman içinde %5'ten %60'lara kadar çıkabilir. Asitlik artışının yanı sıra, pirinin beklemeye süreci içerisinde gerçekleşen oksidasyona bağlı ürünlerde oluşabilmektedir. Bütün bunlar pirina yağının kalitesine olumsuz yönde etki etmektedir. Ayrıca mevcut işletmelerde pirina, pirina yağı üretim aşamasında yüksek sıcaklıkta kurutulmaktadır. Bu işlem için genellikle kurutma ünitesinde yakılan yakıtların yanma ürünleri direkt olarak kurutulacak pirinayla temas etmektedir. Yakıtlardaki organik maddelerin tamamlanmamış yanmaları sonucu PAH oluşmaktadır. Kurutma sonucu pirina bünyesine geçen PAH'lar ve yüksek sıcaklığa bağlı pirinin kendi yapısında oluşan PAH'lar, pirinadan ekstrakte edilen yağların yüksek oranda PAH içermesine sebep olmaktadır. PAH'ların kanserojenik etkisi ve bu nedenle gıda ürünlerinde limitlendirilmiş olmaları, elde edilecek yağın verimli olarak değerlendirilmesini engellemektedir. Bu nedenle, Türkiye'de üretilen pirina yağlarının önemli bir kısmı katma değerli yemeklik yağ yerine düşük kalitede sabun ve benzeri sanayilerde kullanılan bir yağ olarak tüketilmektedir. Bu yağ, uygun şartlarda rafine edilir ve istenmeyen minör bileşenlerinden uzaklaştırılırsa; yemeklik yağ olarak insanlar tarafından tüketilebilir.

Ham pirina yağı işleme öncesi ortaya çıkan olumsuz özelliklerinin yanı sıra işleme metodlarından kaynaklanan ciddi kalite kayıplarına sahiptir. Bu nedenle ham pirina yağı asla yemeklik yağ olarak adlandırılmaz. Çünkü asitlik derecesi oldukça yüksek, duyu özellikleri çok kötü ve istenmeyen birçok bileşeni bünyesinde bulundurmaktadır. İstenmeyen bu bileşenler pirina yağının sağlık açısından risk oluşturmasına dahi neden olabilmektedir. Bu bileşenlerin en önemlilerinden birisi de PAH'lardır. PAH'ların en tehlikelilerinden biri olan benzo(a)piren PAH'lar için gösterge olarak kullanılırlar ve daha önce yağlar üzerinde yapılan birçok çalışmada yüksek oranda benzo(a)pirene rastlanmıştır. Uygun şartların sağlandığı ve titizlikle yapılmış rafine işlemleri ham pirina yağından yemeklik olarak kullanılabilir ve

sıfta pirina yağı üretimini sağlayacaktır. Üretilcek bu yağın tadı hafif, fiyatı ucuz ve ayrıca zeytinyağı tüketim alışkanlığı olan müşteriler açısından kaynağı halen zeytinyağı olan bir yağdır.

Daha önce de bahsedildiği gibi pirinanın bekletilmeden hızla kurutulması veya kurutma tekniklerinin iyileştirilmesi ve pirina yağının rafine edilmesi, pirina yağının daha kaliteli üretimi için çok önemlidir. Birçok araştırmacı pirinanın çeşitli kurutma karakteristiklerini araştırmıştır. Pirinanın kurutulmasının pirina yağının kimyasal parametrelerine olan etkisini incelenmiş ve değişik sıcaklıklarda laboratuvar koşullarında tepsili kurutucuda kurutulan ve heksan ile ekstrakt edilen pirina yağı ile endüstride dönerli fırınlarda kurutulan ve sonra ekstraksiyonu gerçekleştirilen pirina yağı arasında karşılaştırılmıştır. Endüstriyel üretilen pirina yağının peroksit ve serbest yağ asidi değerlerinin laboratuvar koşullarında üretilen pirina yağına göre çok daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Fakat süregelen pirina yağı fabrikalarında kurutma tekniklerini iyileştirmek oldukça zordur. Bu nedenle bilinen rafinasyon tekniklerinin iyileştirilmesi, farklı ve modern rafinasyon uygulamaları ile pirina yağının dezavantajları ortadan kaldırılabılır.

## 5.7. YAĞSIZ PİRİNANIN KULLANIM ALANLARI

### 5.7.1. Yakıt Olarak Değerlendirilmesi

Yağı alınmış pirina, kükürt içermemesi ve düşük kül yüzdesi nedeniyle yenilenebilir enerji kaynağı olarak birçok ülkede kullanılmaktadır. Türkiye’de de Çevre ve Orman Bakanlığı, alternatif enerji çeşitlerinden olan ve biyokütle kapsamında ele alınan pirinanın, yakıt olarak kullanılabilceğini belirtmiştir. Böylelikle pirinanın direkt olarak evsel ısınma ve sanayide enerji kaynağı olarak kullanılması ile ülke ekonomisine kazandırılması sağlanmıştır. Sanayide, özellikle zeytinyağı ve/veya pirina yağı rafinerilerinde, kendi atıklarını değerlendirdikleri için ekonomik açıdan oldukça önemli kazançlar elde edilmektedir. Günümüzde pirina; elektrik üretiminde, sıcak su ve buhar imalinde, kireç ocaklarında, merkezî kalorifer sistemlerinde ve sanayi kuruluşlarında buhar üretiminde ve kızgın yağların ısıtılmasında yakıt olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, pirina bazı yörelerimizde evsel ısınma amaçlı olarak da kullanılmaktadır.

Dünyadaki enerji ihtiyacı artışı ekonomik gelişimlere paralel olarak artış göstermektedir. Artan enerji ihtiyacını karşılayacak enerji üretimi ve çevre kirliliği yönetmeliklerini karşılayacak uygun enerji kullanımı, yenilenebilir bir enerji kaynağı olan biyokütle kullanımını çok önemli bir hâle getirmektedir. Biyokütle kullanımı ile üretilen enerji güçlü bir kalkınmaya yardımcı olurken, Kyoto Antlaşması’nın hedefleri ile örtüşmesi açısından oldukça gereklidir.

Böylece Türkiye'de oldukça büyük bir sektör olan zeytinyağı üretiminde sene-lerce atık madde olarak çevre kirliliği yaratmış olan pirinanın yakacak olarak en-düstriye kazandırılmasının gerekliliği anlaşılmaktadır. Diğer yakıtlarla karşılaştırıl-dığında oldukça düşük maliyeti, yüksek ısı değeri (3600 kkal/kg) ve yenilenebilir oluşu yanında çevreye dost (kükürt oranı kütlece %0,05-0,1) bir yakıt olması gibi özellikleriyle, pirina yakılmasının endüstriye getireceği yararlar oldukça fazladır. Pi-rina kömür ile kıyaslandığında; daha ucuz, oldukça düşük kükürt miktarı ve her yıl elde edildiği için yenilenebilir olduğundan dolayı daha avantajlı bir enerji kayna-ğıdır. Pirina tek başına kullanılabilceği gibi düşük kalorili linyit kömürü gibi diğer yakıtlarla birlikte de yakılabilir.

### 5.7.2. Hayvan Yemi Olarak Değerlendirilmesi

Ham pirinadan hayvan yemi üretmek için ilk önce çok yüksek olan asitliğinin ayarlanması ve yağının alınması gerekmektedir. Yağı alınmış ve asitliği düzenlenmiş katı pirina hayvan yemi fabrikalarına gönderilerek buralarda hayvan yemi olarak üretilmektedir. Hayvan yemi olarak tercih edilmesinin en büyük nedeni ucuz olmasıdır. Ancak, protein bakımından fakir olması ve yüksek miktarda selüloz içermesi ise en büyük dezavantajıdır.

### 5.7.3. Gübre Olarak Değerlendirilmesi

Gübre olarak değerlendirme birçok endüstri atığına önerilen başlıca değeren-dirme yöntemidir. Bu yöntemin en önemli getirisi atığın taşıdığı yüksek miktarda-ki besleyici bileşenleri toprağa doğal yollarla kazandırmaktır. Ham pirinada (%50 nemli) azot (%0,96), fosfor (%0,56) ve toplam organik karbon (%60,45) vardır. Bu bileşenler, pirinanın havasız ortamda fermantasyonu ile zenginleştirilmesinden elde edilen humus benzeri ürün ile toprağa kazandırılmaktadır. Havasız ortamda fermantasyonu sırasında pirinanın bir başka değerlendirme yöntemi olan biyogaz da elde edilmektedir. Böylelikle biyogaz ve gübre aynı işletmede elde edilmekte-dir. Gübre olarak değerlendirilmesinin en büyük avantajı doğal olması, yüksek azot içeriği, toprağa kolayca ve doğrudan yayılabilmesidir. Ancak koku problemi ve su kaynaklarını kirlletmesi riskinden dolayı birçok ülkede kullanımı kısıtlanmıştır. Ayrı-rica dikkatli kullanılmadığında ağaç köklerini yakma olasılığı da bulunmaktadır.

### 5.7.4. Fenolik Bileşenlerin Üretiminde

Pirina; oleuropein, hydroxytyrosol, tyrosol, fenolik asit ve flavonoid içeriği bakı-mından oldukça zengindir. 100 g kuru yağsız pirinada yaklaşık 0,27-0,29 g polifenol (oleuropein, hydroxytyrosol, tyrosol ve tokoferol) ve flavonoid (apigenin, quersetin, luteolin.. vb.); 70,0-79,3 g selüloz; 3,54-4,75 g kül; 107,1-195,4 mg polialkol (manni-tol) bulunmaktadır. Tüm bunlar pirinanın yüksek miktarlarda antioksidan içerdiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, doğal ve ucuz bir kaynak olması da oldukça önemlidir.

## KAYNAKLAR

- Anonim. 1995. Türk Standartları Enstitüsü "TS 5269 Pirina Yağı Standardı".
- Anonim. 1998. Yemeklik Zeytinyağı ve Yemeklik Pirina Yağı Hakkında Tebliğ. Tebliğ No: 98/7. (Değişiklik 2000).
- Batistella, C.B. ve Wolf-Maciél, M.R. 1998. Recovery of Carotenoids from Palm Oil by Molecular distillation. *Comp. Chem. Eng.* 22, 53-60.
- Belibağlı, B.K. ve Göğüş, F. 2005. Pirinanın (Zeytin Küspesi) Kurutulmasının Pirina Yağının Bazı Kimyasal Parametrelerine Olan Etkileri. *Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü Gıda Kongresi 2005*.
- Ceriani, R., ve Meirelles, A.J.A. 2005. Simulation of continuous physical refiners for edible oil deacidification. *J. Food Eng.* 76, 261-271.
- Doymaz, I., Gorel, O. ve Akgun, N.A. 2004. Drying Characteristics of Solid By-product of Olive Oil Extraction. *Biosys. Eng.* 88, 213-219.
- European Commission, Health & Consumer Protection Directorate-General 2003. General Report on a Series of Missions to Assess the Control Measures in Place for Vegetable Oil Production and in Particular for the Assessment of Controls on PAH Contamination of such Oils in Certain Member States.
- <http://www.feeco.com>
- Firestone, D. 2005. Olive oil: in Bailey's Industrial Oil and Fat Product (Ed. Shahidi, F) Volume 2, Edible Oil & Fat Products. John Wiley & Sons., New York.
- Food Standards Agency, 2001. Olive Pomace Oil: Your Questions Answered.
- Göğüş, F. ve Maskan, M. 2006. Air Drying Characteristics of Solid Waste (Pomace) of Olive Oil. *J. Food Eng.* 72, 378-382.
- Kiritsakis, A.K., Lenart, E.B., Willet, E.C. ve Hernandez, R.J. 1998. Olive oil. From the tree to the table, Food and Nutrition, Trumbull, Connecticut, USA.
- Martinello, M., Hecker, G., ve Prampora, M.C. 2007. Grape seed oil deacidification by molecular distillation: Analysis of operative variables influence using surface methodology. *J. Food Eng.* 81, 60-64.
- Martins, P.F., Ito, V.M., Batisella, C.B. ve Maciel, M.R.W. 2005. Free fatty acid separation from vegetable oil deodorizer distillate using molecular distillation process. *Sep. Purif. Technol.* 48, 78-84.
- Moret, S., Purcaro, G. ve Contel, L.S. 2005. Polycyclic aromatic hydrocarbons in vegetable oils from canned foods. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 107, 488-496.
- Şekeroğlu G., Göğüş F. ve Fadıloğlu S., 2007. Determination of Benzo(a)pyrene in Vegetable Oils by High Performance Liquid Chromatography. *J. Food Qual.*, 30, 300-308.
- Tiryaki, Y.G. ve Tunalıoğlu, R. 2003. Bitkisel yağ açığımızın kapatılmasında önemli bir potansiyel: yemeklik pirina yağı. *Türkiye I. Yağlı Tohumlar ve Bitkisel Yağlar Sempozyum Bildirileri, Yayın No: T.E.A.E. 107/BYDS: 6 Kasım 2003*, İstanbul.
- Tunalıoğlu, R. 2004. Pirina yağı. *T.E.A.E.-Bakış, Sayı 5*, Nisan 2004.
- Vlyssides, A. G., Loizides, M. ve Karlis, P. K. 2004. Integrated strategic approach for reusing oil extraction. *J. Cleaner Product.* 12, 603-611.
- Yusty, L.M.A. ve Davina, C.J.L. 2005. Supercritical fluid extraction and high-performance liquid chromatography-fluorescence detection method polycyclic aromatic hydrocarbons investigation in vegetable oil. *Food Cont.* 16, 59-64.



Erdirinç İkozozlu<sup>1</sup>

## 6.1. GİRİŞ

Dünyada yaklaşık yıllık 2,5 milyon ton zeytinyağı üretiminin %98'i Akdeniz ülkelerinde, bu değerin yarısı ise tek başına İspanya'da gerçekleşmektedir. Ülkemizde ise 1000 civarında tesiste yaklaşık yıllık 150.000 ton zeytinyağı üretimi gerçekleştirilmektedir. Zeytinyağı üretim süreçleri de, üretim miktarlarında hızlı artış nedeni ile kesikli klasik pres sürecinden sürekli akış santrifüjle üretim süreçlerine yönelmiştir. Tüm üretim süreçlerinde zeytinin içerdiği ortalama %20 oranındaki yağ kazanılırken, ortalama %30 katı madde içeriği ile %50 su içeriği ise atık olmaktadır. Zeytinyağı üretim süreçlerinde katı atık olarak çıkan pirina, özel tesislerde hekzan ile ekstrakte edilip içerdiği %2-5 yağ kazanılmakta, geriye kalan kurutulmuş pirina da yakıt olarak değerlendirilmektedir. Ekonomik olarak değerlendirilebilen pirinaya karşı atık su (karasu) ise çevreye gelişigüzel bırakılmaktadır. Bunun sonucu olarak da ekonomik değerini kaybetmekte ve çevreyi büyük ölçüde kirletmektedir. Akdeniz ülkelerinde zeytinyağı üretim sezonu olan kasım-mart aylarında yaklaşık 10 milyon m<sup>3</sup> karasuyun çevreye bırakıldığı tahmin edilmektedir.

Akdeniz ülkelerinde 2000 yıldan beri zeytinyağı üretimi klasik taş baskı ve presle yapılmaktadır. Ancak; bu klasik kesikli yöntemle üretilebilen zeytinyağı miktarının düşük ve işçilik sürecinin yoğun olması nedeni ile 1970'li yıllarda daha yüksek üretim kapasitelerine sahip sürekli akış santrifüjlü süreçler kullanılmaya başlanmıştır. Bu yeni süreçle (3 fazlı sistem) üretim miktarları hızla artarken, üretim sürecinde kullanılan su miktarının da artmasıyla birlikte atık su problem olmuştur. 1980'li yılların sonunda çevre bilincinin de gelişmesiyle, üretim sürecinde su kullanmayan ve zeytin öz suyunu pirina ile birlikte ayıran 2 fazlı sistem denilen yeni bir üretim süreci kullanılmaya başlanmıştır. Bugün İspanya'da %95'in üzerinde büyük kooperatif zeytinyağı üreticileri 2 fazlı üretim sürecine geçmiştir. Bu süreçten çıkan karasulu pirina için özel pirina yağı tesisleri kurulmuştur. Büyük ölçekli işletmelerde yağ alınan kurutulmuş pirinadan gazlaştırma ile elektrik ve kömür üretimi yapılmaktadır. İtalya, Yunanistan ve Türkiye'de mevcut zeytinyağı işletmelerinin yarısından fazlası 3 fazlı sürekli sistemde, kalanı ise klasik pres kesikli sistemde çalıştırılmaktadır.

En yaygın zeytinyağı üretim süreçleri 3 fazlı sürekli sistem ile kesikli pres sistemi olduğundan, bu süreçlerin en önemli atığı olan karasuyun arıtılması ve değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

## 6.2. ZEYTİNYAĞI ENDÜSTRİSİ ATIK SUYU (KARASU)

### 6.2.1. Karasuyun Özellikleri

Zeytinyağı endüstrisi atık suları (zeytin karasuyu), İspanya, İtalya ve Yunanistan gibi Akdeniz ülkelerinde yüzyıllardan beri önemli bir kirlilik kaynağı olmuştur. Ancak üretimin son 35 yılda önemli ölçüde artması, üretim yapılan işletmelerin küçük ve üretim yapılan bölgelerin her yanına dağılmış durumda olması, atık suların doğrudan toprağa veya yer altı sularına boşaltılması nedeniyle çevresel etkileri son yıllarda ön plana çıkmıştır.

Zeytinyağı üretimi atık suları esas olarak zeytinde bulunan maddeleri içermektedir. Ancak zeytinyağı üretiminden kaynaklanan zeytin karasularının çok yüksek konsantrasyonlarda Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Askıda Katı Madde (AKM), yağ ve gres ve fitotoksik özelliği olan çeşitli fenol ve polifenol bileşikleri içermeleri; söz konusu sektör atık sularının önemli bir kirlenme potansiyeline sahip olduklarını göstermektedir.

Zeytinyağı üretiminde kullanılan üretim teknolojisine bağlı olarak işlenen zeytinin bir tonu başına ortaya çıkan karasu miktarı ve karasuyun kirlilik özellikleri değişmektedir. Tablo 6.1'de, kullanılan üretim teknolojisine bağlı olarak bu özellikler verilmektedir.

Tablo 6.1. Üretim teknolojisine bağlı olarak karasu miktarı ve özellikleri (Anonim, 1992)

Üretim Şekli	Giren	Girdi Miktarı	Çıkan	Çıktı Miktarı	KOI (g/l)
Geleneksel Sıkma Yöntemi	Zeytin Yıkama Suyu Enerji	1 ton 0,1-0,12 m <sup>3</sup> 40-63 kWh	Yağ Katı Atık (%25 su+%6 yağ) Atık su	200 kg 400 kg 0,6 m <sup>3</sup>	90-130
Üç Fazlı Kontinu Sistem	Zeytin Yıkama Suyu Dekantör Suyu Cilalama Suyu Enerji	1 ton 0,1-0,12 m <sup>3</sup> 0,5-1,0 m <sup>3</sup> 10 litre 90-117 kWh	Yağ Katı Atık (%50 su+%4 yağ) Atık su (%1 yağlı)	200 kg 500-600 kg 1,0-1,2 m <sup>3</sup>	60-90
İki Fazlı Kontinü Sistem	Zeytin Yıkama Suyu Enerji	1 ton 0,1-0,12 m <sup>3</sup> 90-117 kWh	Yağ Katı Atık (%60 su+%3 yağ)	200 kg 800-950 kg	10-15

Zeytinyağı üretim tesislerinden çıkan karasuyun kirlilik karakteristikleri Tablo 6.2'de özetlenmiştir. Her zeytinyağı işletmesinin atık su karakteri, üretim teknolojisine, zeytinin türüne, olgunlaşmasına, yetiştirildiği bölgenin toprak ve iklim özelliklerine, ayrıca işletmede kullanılan suyun kimyasal özelliklerine bağlı olarak büyük farklılıklar göstermektedir.

Tablo 6.2. Karasuyun kirlilik özellikleri (Andreozzi ve ark., 1998; Pompei ve Codovolli, 1974; Steegmans ve Fragemann, 1992; Fiestas Ros de Urinos, 1981; Hamdi, 1993)

Parametre	Birim	Pompei	Fiestas	Steegmans	Hamdi	Andreozzi
pH	-	-	4,7	5,3	3-5,9	5,1
KOI	g/l	195	-	109	40-220	122
BOI5	g/l	38	-	41	23-100	-
Toplam Katı Madde	g/l	-	1-3	19	1-20	103
Organik Katı Madde	g/l	-	-	17	-	82
Yağ ve Gres	g/l	-	-	2,3	1-23	10
Polifenoller	g/l	18	3-8	0,002	5-80	6,2
Uçucu Organik Asitler	g/l	-	5-10	0,78	0,8-10	0,96
Toplam Azot	g/l	0,81	0,3-0,6	0,6	0,3-1,2	0,95

Zeytinyağı üretiminden oluşan karasuyun tipik özellikleri aşağıda verilmiştir:

- Koyu kahverengi-menekşe tonlarında ve hatta siyah renkte,
- Kuvvetli zeytinyağı kokusuna sahip,
- KOI/BOI5 oranı 2,5-5 arasında ve KOI değeri 220 g/l'ye kadar çıkabilen,
- pH'ları 3-5,9 arasında değişen asidik,
- Yüksek polifenol içeriği (3-80 g/l),
- Yüksek katı madde içeriği (20 g/l'ye kadar)

Zeytin karasuyu, asidik pH ve yüksek organik madde içeriğine sahiptir. Askıda katı madde (AKM), pektinler, şeker, fenol bileşikleri ve bitkisel yağları da büyük miktarlarda içermektedir. Diğer taraftan karasu, içerdiği aromatik bileşikler, basit ve kompleks şekerlerden dolayı yüksek enerji kaynağı potansiyeline sahiptir. Karasuyun içerdiği maddelerin kazanımı konusunda da çalışmalar yürütülmektedir.

## 6.2.2. Zeytin Karasuyunun Arıtımında Uygulanan Yöntemler

### 6.2.2.1. Zeytin Karasuyunun Fiziksel Yöntemlerle Arıtılması

Zeytin karasuyu, yüksek konsantrasyonlarda KOI, BOI ve fenol içeriğine sahiptir. Zeytin karasuyunun fiziksel arıtımı amacıyla pek çok yöntem kullanılmaktadır. Santrifüjleme, çökeltim, filtrasyon, adsorpsiyon, buharlaştırma, distilasyon, havalandırma zeytin karasuyu için uygulanabilecek fiziksel ve fizikokimyasal arıtım yön-



temleridir. Al-Malah ve ark. (2000), yaptıkları çalışmada zeytin karasuyuna öncelikle santrifüjleme ve filtrasyon gibi fiziksel arıtma yöntemlerini, daha sonra da aktif hale getirilmiş kilden geçirerek adsorpsiyon yöntemini uygulamışlardır. Bu arıtma işlemleri sonunda %81 fenol ve %71 organik madde giderimi elde etmişlerdir.

#### a) Zeytin karasuyunun adsorpsiyon yöntemi ile arıtımı

Adsorpsiyon yöntemi, suda bulunan çözünmüş organik kirliliklerin giderilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Zeytin karasuyuna renk veren bileşenler, biyolojik olarak ayrışamayan bileşikler, bakteriler ve biyolojik arıtımı inhibe edici bileşikler adsorpsiyon yöntemiyle giderilebilmektedir. Zeytin karasuyunun adsorpsiyon yöntemiyle arıtılmasında aktif karbon kullanılabilir, ancak aktif karbonun yeniden kullanımı mümkün olmadığı için yakılmak zorundadır. Bu da büyük miktarlarda katı atık oluşmasına neden olacaktır. Ayrıca bu atıkların yanması sonrasında oluşan gazlar da hava kirliliğine neden olacaktır.

#### b) Zeytin karasuyunun sulama ve gübre amaçlı kullanımı

Zeytin karasuyunun sulama amaçlı kullanımı konusunda, İtalya ve İspanya gibi ülkeler çalışmışlardır. Zeytin karasuyu, fitotoksik olan fenolik bileşikler ve organik asitler içerdiğinden, düşük pH ve tuzluluk (iletkenlik) değeri yüksek olduğundan doğrudan toprağa deşarjı kontrollü olarak yapılmalıdır.

Özellikle İtalya'da zeytin karasuyunun tarımsal arazilerde sulama amaçlı kullanımı konusu önem kazanmıştır. 11 Kasım 1996 tarih ve 574 sayılı Kanunla yağ çıkarma fabrikalarının vejetasyon sularının tarım arazilerine boşaltılmasına ilişkin yeni hükümler ortaya konmuştur (İtalyan Cumhuriyeti Resmî Gazetesi, 12.11.1996). Ancak, 19 Temmuz 2005 tarih ve 166 sayılı İtalyan Resmî Gazetesi'nde yayınlanan yeni yasa ile uygulama 8 saatlik çalışmada 4 ton ve daha az zeytin sıkan tesisler için kısıtlanmıştır.

İspanya'da yapılan bir araştırmada ise 1000 m<sup>3</sup>/hektar/yıl gibi yüksek miktardaki karasuyun boşaltıldığı topraklarda; organik madde, toplam ve çözünmüş azot, fosfor, tuz, ağır metal içeriğinin arttığı gözlenmiştir.

#### c) Lagünlerde buharlaştırma

Akdeniz ülkelerinin çoğu, zeytinyağı üretiminden kaynaklanan karasuyu buharlaşma lagünlerine boşaltmaktadırlar. Lagünlerde buharlaştırmayla KOI giderme verimi oldukça düşüktür. Lagünleme yöntemini uygulamak için gereken alan yüksektir, ancak işletme maliyeti düşüktür. Buharlaşma hızını arttırmak, dolayısıyla alan gereksinimini azaltmak amacıyla zorlanmış buharlaştırma sistemleri geliştirilmiştir. İtalya'da Alayco isimli bir firma lagünün yüzeyinde, su seviyesine bağlı olarak hareket eden türbinlerle havalandırma yapmıştır. Böylece daha iyi bir buharlaşma sağlanmış, aynı zamanda havalandırma ile suya oksijen kazandırılması sonucunda koku sorununda da azalma yaşanmıştır. Bu işlem için yapılan masraf 0,241 avro/m<sup>3</sup> buharlaşan sudur.

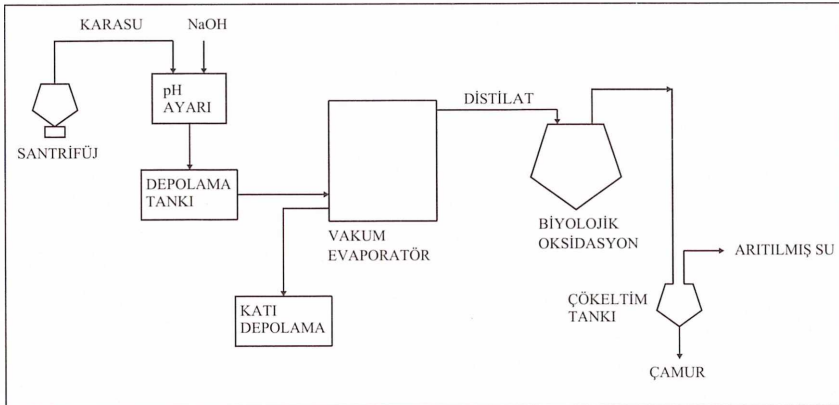
Nucleos De Interfase, S.A. isimli bir firma ise karasuyun içine boşaltıldığı, plastikten imal edilen hücreleri kullanarak sıvı ve hava arasındaki transferi geliştirmiştir. 2,8 m<sup>3</sup> hücre hacmi ve 560 m<sup>2</sup> temas yüzey alanı kullanılmış, böylece atmosfer koşullarındaki absorpsiyon kapasitesine ulaşılmıştır. Bu sistem için toplam masraf, 4,22 Avro/m<sup>3</sup> ve enerji ihtiyacı 1,5 kWh/m<sup>3</sup>'tür.

İspanya'da geliştirilen yeni buharlaşma proseslerinde doğal hava ile zeytin karasuyu buharlaştırılmaktadır. Bu sistemde, üzerine özel delikler açılmış plakalardan zeytin karasuyu spreylenecektir. Böylece zeytin karasuyunun hava ile temas yüzeyi arttırılmakta, panellerin etrafını çevreleyen hava sayesinde zeytin karasuyu buharlaşmaktadır. Bu sistemin tek enerji ihtiyacı, geri devir pompalarından gelmektedir. Hava koşullarının yağışlı olması durumunda bu yöntem uygun değildir. Oluşabilecek koku sorunu da diğer bir dezavantajdır. Karasuyun oldukça güçlü ve istenmeyen kokusu nedeniyle tesisler yerleşim yerlerinden uzağa inşa edilmeli, rüzgâr ile kokunun taşınmamasına da dikkat edilmelidir.

Portekiz'de yapılan bir çalışmada ise yüksek kirliliğe sahip atık suların arıtımında, buharlaştırma panelleri kullanılmıştır. Bu sistem, plakaların üzerinden geçen su filmi ile yarı doygun hava akımı arasındaki kütle transferi esasına dayanmaktadır. 30° eğimli plakalardan oluşan sistemde, etkili bir katı-sıvı faz ayrımı gözlenmiştir. Sıcaklık, rüzgâr gibi doğal faktörler sayesinde ayrılan sıvı kısım buharlaşmış, katı kısım ise plakaların üzerinde kalmıştır. Katı kısmın plakalardan sıyrılarak gübre amaçlı değerlendirilmesi mümkündür.

#### d) Vakumlu buharlaştırma metodu

Zeytin karasuyu arıtımında, 1997 yılında İtalya'da yapılan bir çalışmada, vakumlu buharlaştırma yöntemi uygulanmıştır. Şekil 6.1'de vakumlu evaporatörler ile zeytin karasuyunun arıtımının yapıldığı bir tesisin akım şeması verilmiştir. Buharlaşma, vakumlu evaporatörlerde, 5 kPa basınç ve yaklaşık 38°C (100°F) sıcaklıkta gerçekleşmektedir:



Şekil 6.1. Vakumlu Evaporatörler ile Karasuyun Arıtımı (Led Italia Technical Report, 1997)

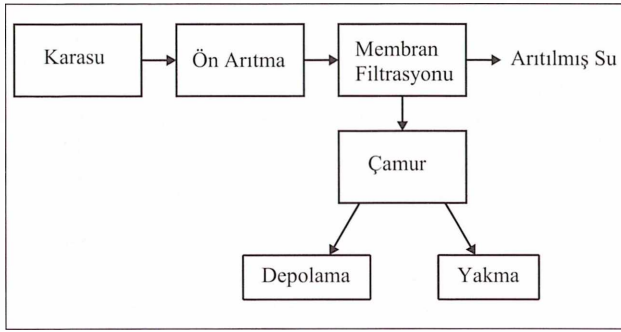
Evaporatörlerde genellikle iki akım oluşmaktadır: Distilat (sürekli üretilmektedir) ve konsantre kısım (otomatik olarak, kesikli deşarj). Distilasyon verimi yaklaşık %90'dır. Depolama tankına gönderilen distilatın KOİ değeri, 3000-4000 mg/l olup, renksiz bir sıvıdır. Bu yüksek kirlilik yükü, zeytin karasuyu içeriğinde bulunan şeker ve uçucu organik kısmın fermantasyonundan oluşan alkol ürünlerinden kaynaklanmaktadır. Distilasyon işleminden sonra, C:N:P oranının (azot ve fosfor ilavesiyle) ayarlanması ve ayrıca pH kontrolü sonrasında biyolojik arıtım gerekmektedir. Böylece arıtılmış su deşarj standartlarını sağlayabilmektedir. Evaporatörden çıkan konsantre kısım, sulu formdadır ve bu kısım pirina ile veya santrifüj seperatörden çıkan çamur ile karıştırılarak, içeriğindeki yağın geri kazanılabilmesi için tesisin başına gönderilebilir ya da konsantre kısım depolanarak, düzenli olarak organik gübre veya hayvan yemi üretiminde kullanılabilir (Konsantre kısım %14 protein, %8 potasyum içermektedir). Bu sistemin inşa edilmesi kolaydır, ön veya ileri arıtım seçeneklerinde de kolaylıkla kullanılabilir.

#### e) Distilasyon yöntemi

Distilasyon işleminde karasuyun organik ve inorganik madde içeriği ve su muhtevası buharlaştırma yapılarak konsantre hale getirilmektedir. Suyun buharlaştırılması için gereken enerji doğal ya da yapay yollardan sağlanabilir. Bu yöntemde sıvı kısım ve konsantre hale getirilmiş olan katı kısım bertaraf edilmelidir. Katı kısım, yüksek konsantrasyonda potasyum içermektedir. Bu nedenle hayvan yemi olarak kullanılması kısıtlanmıştır. Oluşan katı kısım, distilasyon düzeneğine enerji sağlamak amacıyla yakıt olarak da kullanılabilir. Fakat bu proses sonrası açığa çıkan olan gaz emisyonları hava kirliliğine neden olmaktadır. Sıvı kısım olan distilat, tamamen saf bir sıvı değildir; uçucu yağ asitleri ve alkoller gibi uçucu bileşenleri içermektedir. Bu bileşenler, distilatta 3-5 g/l gibi yüksek KOİ içeriğine neden olmaktadır.

#### f) Membran filtrasyon prosesi

Biyolojik atık su arıtma yöntemleri, arıtılacak olan endüstriyel atık su yüksek toksisiteye sahipse veya biyolojik olarak ayrışamayan atıkları içeriyorsa yetersiz kalmaktadır. Böyle durumlarda kimyasal veya fiziksel prosesler kullanılarak, klasik arıtmanın eksikliği giderilmelidir. Zeytin karasuyunun arıtımında, kaba filtrasyondan sonra, membran filtrasyon yöntemi (ters osmoz veya ultrafiltrasyon) kullanılabilir. Membran filtrasyonunda zeytin karasuyu iki faza ayrılır. Bunlar; arıtılmış su (permat) ve çamur (konsantrat veya retentat)'dur. Çamur, düzenli depolama alanına veya yakma tesisine gönderilebilir. Şekil 6.2'de bu tesisin akım şeması verilmiştir.



Şekil 6.2. Karasuyun membran filtrasyon prosesiyle arıtıldığı bir tesisin akım şeması (Improlive, 2002).

Membran proseslerin kullanımını kısıtlayan en önemli unsur, konsantrasyon faktörüdür. Atık sular, distilasyon prosesine kıyasla daha az konsantre olurlar. Bunun yanında oluşan son ürünlerin (katı ve sıvı kısım) bertaraf edilmeden önce başka işlemlerden geçirilmesi gerekmektedir. Sıvı kısmın, KOI konsantrasyonunun kabul edilebilir değerlerin üzerinde olması nedeniyle son arıtmadan geçirilmesi gerekmektedir.

## 6.2.2.2. Zeytin Karasuyunun Kimyasal Yöntemlerle Arıtılması

### a) Kimyasal çökeltim

Karasuyun kimyasal arıtımında çökelmeyi sağlamak amacıyla koagulantlar kullanılır. Bunlar örnek olarak  $FeCl_3$ ,  $H_2SO_4$ , HCl ve  $Ca(OH)_2$ 'dir. Zeytin karasuyunun kimyasal olarak arıtılabilirliğinin araştırılmasında koagulant olarak genellikle kireç ( $Ca(OH)_2$ ) kullanılmıştır. Zeytin karasuyunun kimyasal çöktürme ile arıtımında daha önce yapılan çalışmalar incelendiğinde, %26 KOI ve %39 AKM giderme verimi (Oktav ve Şengül, 2000), %28 AKM, %77 yağ ve gres (Lolos ve ark., 1994), %42-43 KOI, %95-96 yağ ve gres giderme verimi (Aktaş vd., 2001) elde edilmiştir.

Mitrakas ve ark. (1996), yaptıkları çalışmada karasuyun pH seviyesini  $H_2SO_4$  ilavesiyle 2.0'ye getirmişler, asidik hale getirilmiş bu suyu santrifüjleyerek yağ-gres ve KOI giderme verimlerini incelemişlerdir. Bu işlemler sonucunda elde edilen giderme verimleri %47 yağ ve gres, %68 KOI olarak bulunmuştur.

### b) Kimyasal oksidasyon

Atık su arıtımında kimyasal oksidasyon, istenmeyen kimyasal maddelerin zararsız hale dönüştürülmesidir. Kimyasal Oksidasyon yöntemleri;

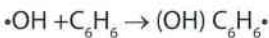
1. Oksijen ile oksidasyon: Atık su arıtımında oksijenin kimyasal oksidasyon işlemlerinde rolü çok önemlidir. Oksijen etkili ve ucuz bir oksidan olup hava ile birlikte

arıtma tesislerine kolaylıkla verilebilmektedir. Ancak katalizör mevcut olmadığına çok uzun reaksiyon süresi gerektirmektedir.

2. Hava ile oksidasyon
3. Ozon ile oksidasyon: Ozon güçlü bir oksitleyicidir. Atık sulardaki organik maddelerle ve mevcut mikroorganizmalarla kolayca reaksiyona girer. Suda tat ve koku bırakmaz. Havanın oksidasyonundan elektrik enerjisi ile üretilir. Ozon arıtma tesislerinde; renk giderme, tat ve koku giderme, dezenfeksiyon, Fe ve Mn giderme, fenol oksidasyonu ve siyanür oksidasyonu amacıyla kullanılır.
4. Hidrojen peroksit ile oksidasyon
5. Potasyum permanganat ile oksidasyon: Güçlü bir oksidasyon maddesidir. Uygulanan derişime bağılı olarak alg ve mikroorganizma üremesini durdurur veya öldürür. Arıtılmış suda tat ve koku oluşturmaz. Permanganat; proses suyu hazırlanması (alg kontrolü, organik madde giderme, Fe<sup>2+</sup> ve Mn<sup>2+</sup> giderme), endüstriyel atıkların arıtılması (fenol giderme, H<sub>2</sub>S ve radyoaktif kirleticileri giderme) ve içme suyu arıtımında (tat ve koku kontrolü, fenol giderme, mangan, demir, H<sub>2</sub>S giderme, su depolarında alg kontrolü) kullanılmaktadır.
6. Klor veya hipokloritler ile oksidasyon
7. Klordioksit ile oksidasyon
8. Fenton oksidasyonu: Fenton ayıracını esas alan oksidasyon sistemi (demir varlığında hidrojen peroksit), organik ve inorganik maddelerin arıtımında kullanılmaktadır. Proses, atık sudaki kirleticileri etkili bir şekilde degrade edebilen oksitleyici reaktiflerin oluşumunu esas almaktadır. Fenton Reaksiyonunda pH değerine dikkat edilmelidir. Fenton oksidasyonunda ideal pH 3 ila 4 arasındadır. Atık suya demir ve hidrojen peroksit ilavesinden sonra bunlar bazı hidroksil radikallerini oluşturmak üzere birbirleriyle reaksiyona girerler. Bu reaksiyonlar aşağıdaki denklemlerde gösterilmiştir:



Fenton Reaksiyonu elektron alış verişinedayanan bir redoks tepkimesidir. Etkinliği ise meydana geldiği ortamda radikallerin oluşması ile ortaya çıkar. Çok aktif yapılara sahip olan kimyasal radikaller, en hızlı reaksiyonları verirler. Fenton uygulamasında, hidroksil radikallerinin direkt olarak organik maddelerle tepkime vermesi istenir.



Fenton Reaksiyonunu etkileyen faktörler arasında; kirlilik yüküne bağlı olarak  $Fe^{+2}/H_2O_2$  oranı, sıcaklık, pH, reaksiyon süresi, oksijen, UV ışınları vb. sayabiliriz.  $Fe^{+2}$  konsantrasyonu 15 mg/l'den az ise yeterli katalitik etkiyi yapamamaktadır. •OH kaynağı olarak  $H_2O_2$  konsantrasyonu da ortam kirlilik yüküne paralel olarak oksidasyonu gerçekleştirecek seviyede olmalıdır. Sıcaklık ve pH'ın yüksek olması  $H_2O_2$ 'in bozunmasını hızlandırdığı gibi yüksek pH değeri  $Fe(OH)_3$  oluşmasına neden olarak katalitik etkiyi ortadan kaldırır. Oksidasyon süresi ise kirlilik yükü ve organik yapıların direncine bağlı olarak dakikalar periyodundan günlerle ifade edilen periyotlara uzayabilmektedir. Oksidasyonun başarılı bir şekilde gerçekleşmesi, ortamdaki  $O_2$  varlığına bağlıdır. Oksijensiz bir ortamda organik radikaller birleşerek daha büyük moleküllü yapılar oluşturur.

### **6.2.2.3. Zeytin Karasuyunun Elektroliz Yöntemiyle Arıtılması**

Elektroliz yöntemi, anotta titanyum/platinyum, katotta ise paslanmaz çeliğin kullanıldığı bir elektrolitik oksidasyon yöntemidir. Bu yöntemin zeytin karasuyu için kullanımı hâlâ laboratuvar ölçeklidir. Laboratuvar ölçekli oluşturulan kesikli sistemde, 10 saat süre ile elektroliz yapılmış, %93 KOI, %80,4 TOC, %80,4 uçucu katı madde ve %99,4 toplam fenol giderimi sağlanmıştır. Bu yöntemin en büyük dezavantajı çok pahalı olmasıdır. 3 saatte 4,73 kWh/kg enerji gerektirmektedir. 10 saatlik elektroliz süresi için 15 kWh/kg enerji ihtiyacı bulunmaktadır. Bu da 1 m<sup>3</sup> su için 15000 kWh elektrik tüketimi demektir. Bununla beraber, bu yöntem zeytin karasuyundan toksik bileşiklerin giderilmesi için ön arıtım olarak kullanılabilir.

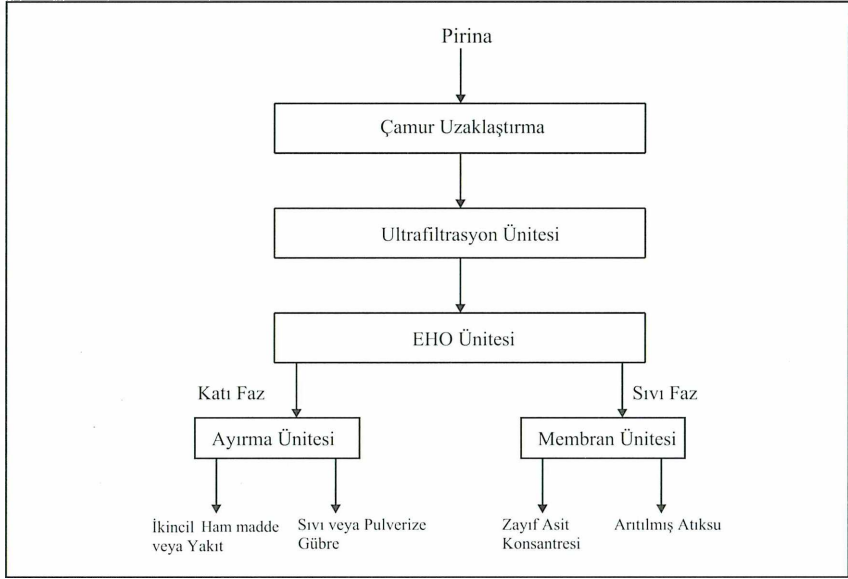
### **6.2.2.4. Buharlaştırma, Hidroliz, Oksidasyon, Ultrafiltrasyon (Eho) Yöntemi**

EHO yöntemi; buharlaştırma, hidroliz ve oksidasyon kademelerinden oluşmaktadır. Atık su içeriğindeki bileşikler, kontrollü bir ısı verilmesi ile önce hidrolize edilir ve daha sonra hava ile okside edilir. Proses aşağıda belirtilen adımları kapsamaktadır:

- Çamurun giderimi: Çamurun yağ ekstraksiyonu veya yakıt olarak kullanımı mümkündür.
- Kalıntı yağlı bileşiklerin atık sudan uzaklaştırılması için seramik ultrafiltrasyon membran ünitesinin kullanımı.
- EHO ünitesinde, karasudaki fitotoksik etki oluşturan bileşiklerin uzaklaştırılması ve konsantratin yağ ekstraksiyonu, yakıt olarak kullanımı veya gübre eldeğinde kullanımı.

Şekil 6.3'de EHO prosesinin akım şeması görülmektedir. Ortalama 1400 tonluk bir zeytinyağı üretimi için kurulan bir pilot tesis, üç bileşenden oluşmaktadır: Çamur tasfiye ünitesi, ultrafiltrasyon ünitesi (seramik membran), EHO ünitesi. Pilot tesisin

ilk yatırım maliyeti 14 milyon avro'dur. Yıllık işletme maliyeti ise 1 milyon avro'dur. Tesisten elde edilen yağ ve gübrenin satışından elde edilen kazanç ise 1,8 milyon avro'dur.



Şekil 6.3. EHO prosesi akım şeması (Improlive, 2002)

### 6.2.2.5. Zeytin Karasuyunun Biyolojik Yöntemlerle Arıtılması

Zeytin karasuyu, zeytin öz suyunun seyrelmiş kısmı olması nedeniyle biyolojik olarak kolayca parçalandığı kabul edilebilir. Fakat karasuyun içeriğindeki polifenol ve lipidlerin biyolojik olarak parçalanma reaksiyon hızı, şeker ve uçucu asitlere göre daha düşüktür. Bu nedenle karasuyun biyolojik arıtımı, kirliliklerin hızla parçalanmasını gerektirdiğinden, oldukça zor olmaktadır. Zeytin karasuyunun biyolojik olarak parçalanmasında birbirinden farklı birçok yaklaşım bulunmaktadır.

#### a) Aerobik biyolojik arıtım

Aerobik biyolojik prosesler, aerobik mikroorganizmaların, oksijen varlığında, kirlilikleri okside ederek parçalaması esasına dayanırlar. Organizmalar kirlilikleri kullanarak biyomas ve çamur gibi yeni hücreler üretirler. Aerobik prosesler genellikle atık suda düşük konsantrasyonlarda bulunan çözünmüş ve koloidal haldeki kirlilikleri arıtırlar. Aerobik proseslerin etkili işletilmesi 1 g KOI/l gibi düşük konsantrasyonlarda mümkündür. Yüksek konsantrasyonlardaki kirlilikler ise ancak yüksek alıkonma sürelerinde ve yüksek geri devir oranlarında arıtılabilir. Bu nedenle zeytin karasuyunun aerobik biyolojik arıtımı, yüksek KOI ve fenol içeriği nedeniyle uygun değildir. Bunun yanısıra, aerobik biyolojik arıtım sonrasında çok yüksek miktarlarda

çamur oluşmaktadır. Zeytin karasuyunun KOI konsantrasyonu 50 g/l gibi oldukça yüksek değerlerde olduğundan, proses sonrası oluşacak çamur miktarı da arıtılan atık su hacmine yaklaşık olarak eşittir.

Fenoller, bazı mikroorganizmalar tarafından aerobik ve anaerobik koşullarda zararsız hale getirilebilmektedir. Bazı aerobik bakteri ve funguslar, fenollerini karbon ve enerji kaynağı olarak değerlendirip belirli konsantrasyonlara kadar parçalayabilmektedirler. Zeytin karasuyunda gelişen mikroorganizmaların, fenolik bileşiklerini metabolize etmeleri ya da metabolize edebilecekleri bileşiklere dönüştürmeleri gerekmektedir. Fenolik bileşiklerin metabolize edilebilir hale dönüştürülmesinde mikroorganizmaların lakkaz ve benzeri polifenoloksidazları üretimi önemli rol oynamaktadır.

Aerobik arıtma ile elde edilen %80 mertebesindeki KOI gideriminin 24 saatlik bir reaktörde gerçekleştirilmesi, yöntemin umut verici olduğunu gösterir. Ancak bu verimin laboratuvar koşullarında ve özel bakteri kullanımı ile gerçekleştiğini belirtmek gerekir. Tüketilen oksijenin suya aynı hızda verilebilmesi için %20-25 gibi yüksek verimli difüzörler veya saf oksijen kullanılması gerekir.

Zeytin karasuyunun biyolojik yöntemle kirletici bileşenlerinin giderilmesi için seyreltilme yapılmadan, ön işlem görmeden ve besin maddesi ilave edilmeden çalışmalar yapılmış ve *Trametes versicolor* zeytin karasuyuna adapte edilerek fenol giderimi açısından başarılı sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca adsorban ve hidrojen peroksit ile fiziksel-kimyasal çalışmalar yapılmış; aktif karbon, fenol gideriminde, hidrojen peroksit ise renk açılımında başarılı sonuçlar vermiştir.

## **b) Anaerobik biyolojik arıtım**

Anaerobik arıtma prosesleri, sıvı ve katı atıkların giderilmesinde kullanılan ve metan oluşumunu sağlayan proseslerdir. Anaerobik organizmalar tarafından parçalanarak organik bileşikler; metan, CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>S'e dönüşürler.

Metan, kokusuz ve rensiz bir gazdır. Enerjisi oldukça yüksektir. Biyolojik olarak metan oluşumuna "biyometanasyon" denmektedir. 3 basamakta incelenir;

1. Hidroliz: Makromoleküllerin monomerlere parçalanmasıdır. Oksijenli ortamda hidrolitik enzimlere sahip mikroorganizmalar (aerobik veya fakültatif anaerobikler) iş görür.
2. Fermentasyon: Mikroorganizma popülasyonu değişir. Monomerler arttıkça hidroliz enzimlerine sahip mikroorganizmalar, yerlerini fermentasyon enzimlerine sahip mikroorganizma popülasyonlarına bırakırlar. Bu organizmalar daha küçük çözünebilir monomerleri fermente eder. Fermentatif bakterilerin metabolizmaları sonucunda uçucu yağ asitleri, etanol veya diğer alkoller veya ketonlar, laktik



asit gibi organik asitler oluşur. Bu basamakta çok fazla asit oluştuğu için bu basamak "Asidogenesis" olarak da adlandırılır. Bu asitlerin üretilmesi sonucu mikrobiyal popülasyon yine değişikliğe uğrar ve ortamda metanogenik bakteriler çoğalmaya başlar.

3. Metanogenesis: Metanogenik bakteriler, bir önceki basamakta oluşmuş bazı ürünleri (asetik asit, H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) substrat olarak kullanarak metan gazı üretmektedirler.

Anaerobik biyolojik prosesler, oksijensiz ortamda organik maddelerin özel organizmalarca parçalanması esasına dayanır. Anaerobik proses boyunca birden çok organizma çeşidi kullanılmaktadır. Bu da proses kontrolünün daha kolay olmasını sağlamaktadır.

Anaerobik proses, KOL konsantrasyonu 1500 mg/l'den büyük atık suların arıtımında kullanılması, düşük miktarda atık çamur oluşturmaya (aerobik arıtmadan 20 kat az), proses sırasında açığa çıkan biyogazın kullanılabilmesi ve az yer işgal etmesi nedeniyle günümüzde sıkça kullanılmaktadır. Ancak zeytinyağı üretimi atık sularının arıtımında kullanılan anaerobik reaktörler sadece pilot ölçeklidir, gerçek uygulamaları yoktur. Yapılan deneysel çalışmalarda, anaerobik ve aerobik arıtım alternatiflerinin, zeytinyağı üretimi atık sularında da kullanılabilirdiği görülmüştür. Anaerobik aktif çamur prosesiyle, UASB reaktörler kıyaslandığında, ikisinin de aynı sonuçları verdiği, sadece karasuyun ön arıtımı amacıyla kullanıldığı, sonrasında aerobik biyolojik arıtımın gerektiği görülmüştür.

Karasuyun anaerobik arıtımı için öncelikle seyreltme yapmak gerekmektedir. Çünkü bu suyun içeriğindeki aromatik bileşenler ve lipidler metan bakterileri üzerinde toksik etki yaratmaktadır. Karasuyun *Aspergillus niger* ile ön arıtımı, bu suyun toksik etkisini azaltmakta, metan bakterilerinin daha iyi çalışmasını sağlamaktadır.

Karasuyun arıtımında pek çok anaerobik proses kullanılabilir; anaerobik lagünleme, anaerobik kontakt proses, yukarı akışlı anaerobik çamur yatak reaktör (UASB) ve anaerobik filtreler, bu prosesler arasında yer almaktadır.

### A. Anaerobik lagünleme

Anaerobik lagünleme, karasuyun diğer bir arıtma yöntemiyle arıtımından önce yıl boyunca depolandığı bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemle arıtma verimleri %20-30 ile %75-80 arasında değişirken, karasuyun alıkonma süresi 2-4 ay olmaktadır.

Yapılan incelemeler sonrasında değişik anaerobik arıtma çalışmaları kıyaslanmış, sonuçlar Tablo 6.3'te verilmiştir.

Tablo 6.3. Değişik Anaerobik Arıtma Çalışmalarının Kıyaslanması (Improlive, 2002)

	Fiestas (1981)	Spinosa (1982)	Steegmans (1992)	Rozzi A (1986)	Rozzi B (1986)	Ubay (1997)	Rindone (1991)
<b>Arıtım Prosesi</b>	Kontakt Proses	UASB Reaktör	UASB Reaktör	Klasik Reaktör	UASB Reaktör	UASB Reaktör	Dolgu Yatak Reaktör
<b>Giriş Suyu</b>	33-42 gBOI <sub>5</sub> /l	4-6 g BOI/l	26,7 g BOI/l	20-65 g BOI/l	5-25 g BOI/l	5-19 g BOI/l	45-50 g BOI/l
<b>Hacimsel Yükleme</b>	1,2-1,5 kg BOI/m <sup>3</sup> .gn	15-20 kg KOI/m <sup>3</sup> .gn	1,59 kg KOI/m <sup>3</sup> .gn	20-65 kg KOI/m <sup>3</sup> .gn	5-21 kg KOI/m <sup>3</sup> .gn	5-18 kg KOI/m <sup>3</sup> .d	-
<b>Arıtma Verimi</b>	%80-85 BOI	%70 KOI	%55,9 KOI	%80-85 KOI	%70-80 KOI	%75 KOI	%45-55 KOI
<b>Gaz Üretimi</b>	700 l/kg BOI	-	50-100 l/kg KOI	550 l/kg KOI	8000 l/m <sup>3</sup> .gn	3500 l/kg KOI	300-600 l/kg KOI
<b>Metan Gazı İçeriği</b>	%70	-	%70	%50-70	%70-80	-	%84

### B. Anaerobik kontakt proses

Anaerobik kontakt proses, anaerobik aktif çamur sistemi olarak da tanımlanabilir. Bu yöntemle, hacimsel yükleme değerinin  $L=2-4$  kg KOI/m<sup>3</sup> ve hidrolik bekleme süresinin  $t_{hidrolik}=20-25$  gün arasında olduğu durumlarda %80-85 KOI giderme verimleri elde edilmiştir.

### C. Yukarı akışlı anaerobik çamur yatak reaktör (UASB)

UASB reaktörler, zeytin karasuyundan çok daha düşük kirlilik konsantrasyonlarına (3-6 kg KOI/m<sup>3</sup>) sahip atık suların arıtımı için kullanılmaktadır. Bu nedenle zeytin karasuyunun bu reaktörlerde arıtılabilmesi için yüksek oranlarda seyreltilmesi gerekmektedir. İtalya'da pilot ve laboratuvar ölçekte yapılan çalışmalarda karasu 5 kg KOI/m<sup>3</sup> değerine kadar seyreltilmiş, bu değer kademeli olarak 15 kg KOI/m<sup>3</sup> değerine ulaşılan kadar arttırılmıştır. Karasu, azot bakımından yetersiz olduğu için alkali kimyasal ilavesi de yapılmıştır. Maksimum KOI giderme verimi %70-75 olarak bulunmuştur. Bu reaktörlerde çamurun çok iyi çökelebildiği gözlenmiştir.

### D. Anaerobik filtreler

Anaerobik filtreler, içinde doğal veya sentetik dolgu malzemesinin bulunduğu, bu malzeme üzerinde bakterilerin sabit biyofilm formunda büyüdüğü bir ortamdır. Bu filtrelerin en önemli avantajı, proses kontrolünün kolay olması ve değişken yükleme değerlerinin sorun yaratmamasıdır.

İtalya'da yürütülen laboratuvar ölçekli bir çalışmada 1 haftadan kısa bir sürede, 9-18 kg KOI/m<sup>3</sup> yükleme değerinde %60-65 giderme verimi elde edilmiştir. Ancak, dolgu malzemesinin üst kısımlarında tıkanma olma ihtimali nedeniyle bu proses çok uygun görünmemektedir. İtalya'da yapılan bir başka çalışmada, plastik dolgu malzemesiyle doldurulan 2 m<sup>3</sup> hacminde anaerobik filtre kullanılmıştır. 3-4 kg KOI/m<sup>3</sup> yükleme değerinde, 3-4 günlük hidrolik bekleme süresinde %80 KOI giderme verimi elde edilmiştir.

### c) Zeytin karasuyunun biyoremediasyonu

Ramos-Cormenzana ve ark. (1996), yaptıkları çalışmada zeytin karasuyunun yeniden kullanımını sağlayacak biyoremediasyon sistemlerini açıklamışlardır. Aynı zamanda, her sistem için, daha sonraki olası kullanımlarını tartışmışlardır. Tartıştıkları sistemler;

1. Gübre veya toprak şartlandırıcısı olarak kullanımı,
2. Yenebilir mantarlar için büyüme ortamı olarak kullanımı,
3. Açık havuzlarda algler için büyüme ortamı olarak kullanımı,
4. Zeytin karasuyundan biyopolimerik maddelerin eldesi, özellikle polisakkarit ve biyolojik olarak bozunabilir plastiklerin üretimi,
5. Biyoenerji kaynağı olarak kullanımı,
6. İlaç kaynağı olarak kullanımı.

Lopez ve Ramos-Cormenzana (1996), yaptıkları çalışmada zeytin karasuyundan xanthan üretimini gerçekleştirmiştir. Xanthan, ekstraselüler bir heteropolisakkarit olup, gıda, kozmetik, ilaç, kâğıt, boya ve tekstil sanayinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Yaptıkları çalışma sonunda atık konsantrasyonu ve azot ya da tuz ilavesi arasında yeterli denge sağlandığında iyi bir xanthan verimi elde edilebileceği ortaya çıkmıştır.

Fadil ve ark. (2002), yaptıkları çalışmada, zeytin karasuyunda, *Geotrichum sp.*, *Aspergillus sp.* ve *Candida tropicalis* olarak adlandırılan üç mikroorganizma ile büyüme ve polifenol biyodegradasyonu üzerinde çalışılmıştır. Bu üç mikroorganizma polifenollere olan toleransları yüzünden seçilmiştir. Zeytin karasuyu biyodegradasyonu prosesinde Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) 'na göre deneyler yapılmıştır. *Geotrichum sp.*, *Aspergillus sp.* ve *Candida tropicalis* ile fermente edilen atık sularda sırasıyla %55,0, %52,5 ve %62,8 verim elde edilmiştir. Maksimum polifenol giderimi ise %46,6 *Geotrichum sp.*, %44,3 *Aspergillus sp.* ve %51,7 *Candida tropicalis* olmuştur. Ayrıca önemli miktarda klor giderimi elde edilmiştir.

### d) Kompostlaştırma

Zeytin karasuyunun ve zeytinyağı üretim sistemlerinden gelen katı atıkların kompostlanması (co-composting) yeni ve umut verici bir yöntemdir. Bu yöntemle organik materyalin tamamı toprak düzenleyicisine dönüştürülebilmektedir.

Kompostlaştırma işlemi sonrasında CO<sub>2</sub>, su buharı, mineraller ve stabilize olmuş organik madde oluşmaktadır. Bu nedenle, kompostlaştırma işlemi, karasuyun geri kullanımı için pratik ve ekolojik bir yöntemdir. Bu sayede karasu ve prinanın, herhangi bir fitotoksik etkisi olmaksızın, organik gübre olarak kullanılması sağlanmaktadır. Ancak bu gübrenin pazarlanmasının olabilirliği hiç incelenmemiştir.

### **6.3. SONUÇ VE TARTIŞMA**

Akdeniz ülkelerinin en önemli su ve toprak kirleticisi kaynağı olan zeytinyağı fabrikaları atık suyuna (Karasu) bugüne değin kalıcı bir çözüm bulunamamasının ana nedenleri; üretimin mevsimsel kısa süreli olması ve üreticilerin küçük aile şirketleri olup zeytin üretim alanlarının her yerine dağılmış olmasıdır. Dolayısıyla, küçük işletmelerin büyük yatırıma girip mevsimsel atık su arıtma tesisi çalıştırmaları imkansızdır.

Karasu bertarafı ile ilgili her ülke farklı uygulamalarda bulunmaktadır. Dünyanın en büyük zeytinyağı üreticisi İspanya, diğer ülkelere farklı olarak büyük kooperatifler ve holdingler zeytinyağı üreticisi olduğundan iki fazlı üretim sürecini tercih ederek entegre tesislere yönelmişlerdir. Kendi kurdukları özel pirina tesislerinde iki fazlı üretimden çıkan sulu pirinayı işleyip, fabrikaların ihtiyacı olan temiz suyu da, elektrik enerjisini de üretmişlerdir.

Diğer Akdeniz ülkelerinde ise karasu toprağa, dereye, göle veya denize verilmekte ya da en iyi yöntem olarak sızdırmaz lagünlerde biriktirilip yazın buharlaşması beklenmektedir. Dolayısıyla; toprak kirliliği, yer altı ve yüzey suları kirliliği, koku ve sinekler gibi halk sağlığı problemleri ortaya çıkmaktadır.

Yazıda belirtilen ve genellikle laboratuvar ölçeğinde kalan çalışmaların bir kısmı ile istenilen deşarj standartlarına uygun arıtma yapılabilse de küçük zeytinyağı üreticilerinin mevsimlik problemlerini karşılayabilecek basit ve uygulanabilir ekonomik yöntemler değildir. En uygun çözüm, en az 8-10 işletmenin karasuyunu özel kurulacak arıtma fabrikalarına toplayıp, ileri membrane teknolojileri kullanarak arıtılmış suyu yeniden kullanmak, ayrıca karasuda kalan yağ, polifenoller kazanmak olacaktır. Kurulacak merkezi arıtma fabrikaları zamanla katma değeri yüksek ürünlerin (Mikroalgal yağ ve hayvan yemi ile arıtma çamurundan gübre) üretimine yönelindiğinde zeytinyağı işletmeleri için karlı ortaklıklar olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Aktaş, E., İmre, S. and Ersoy L., 2001, Characterization and Lime Treatment of Olive Mill Wastewater, *Water Research*, 9: 2336-2340 pp.
- Al-Malah, K., Azam, M.O.J. and Abu-Lail, N.I., 2000, Olive Mills Effluent (OME)Wastewater Post Treatment Using Activated Clay, *Seperation and Purification Technology*, 20: 225-234 pp.
- Andreozzi, R., Longo, G., Majone, M. and Modesti, G., 1998, Integrated Treatment of Olive Oil Mill Effluents (OME): Study of Ozonation Couple with Anaerobic Digestion, *Water Research*, 32: 2357-2364 pp.
- Anonim, 1992, Avrupa Birliği Komisyon Raporu.
- Archibald, S., Paice, M.G., and Jurasek, L., 1990, Decolorization of Craft Bleachery Effluent Chromofore by *Trametes versicolor*, *Enzyme and Microbial Technology*, 12: 846-853 pp.
- Atayol, A.A., 2003, Anaerobic Co-Treatability of Olive Mill Wastewaters and Domestic Wastewater, Msc Thesis, Izmir Institute of Technology, 58 p.
- Demichelli, M. and Bontoux, L., 1996, Survey Current Activity on the Valorization of By-Products from the Olive Oil Industry, European Commision Joint Research Centre, Final Report.
- Duarte, E.A., 1996, Neto I, Evaporation Phenomenon as a Waste Management Technology, *Water Sci. Tech.*, 33/8: 53-61 pp.
- Durucan, Z. ve Gördük, Y., 2002, Karasu Bertarafı ve Yasal Çerçevesi, 1. Zeytinyağı Üretiminde Çevre Sorunları ve Çözümleri Uluslararası Çalıştayı Bildiriler Kitabı, Balıkesir, 298s.
- Ergüder, T.H., Güven E. anı Demirer, G.N., 2000, Anaerobic treatment of olive mill wastes in batch reactors, *Process Biochemistry*, 36: 243-248 pp.
- Ergun Ergül, F., 2004, Zeytin Karasuyunun Fiziksel ve Biyolojik Yöntemlerle İyileştirilmesi, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Fadil, K., Chahlaoui, A., Ouahbi, A., Zaid, A., Borja, R., 2002, Aerobic Biodegradation and Detoxification of Wastewaters from the Olive Oil Industry, *International Biodeterioration & Biodegradation*.
- Fiestas Ros de Ursinos, J.A., 1981, The Anaerobic Digestion of Wastewater from Olive Oil Extraction, Anaerobic Digestion, Travemünde, poster.
- García, I.G., Peña Jiménez, P.R., Bonilla Venceslada, J.L., Martín Martín, A., Santos Martín, M.A. and Gómez Ramos, E., 2000, Removal of Phenol Compounds from Olive Mill Wastewater Using *Phanerochaete chrysosporium*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus terreus* and *Geotrichum candidum*, *Process Biochemistry*, 35: 751-758 pp.
- Gernjak, W., Krutzler, T., Glaser, A., Malato, S., Caceres, J., Bauer, R. and Fernandez-Alba, A.R., 2003, Photo-Fenton Treatment of Water Containing Natural Phenolic Pollutants, *Chemosphere*, 71-78 pp.
- Hamdi, M., 1991, Effects of Agitation and Pretreatment on the Batch Anaerobic Digestion of Olive Mill Wastewater, *Biosource Technology*, 36: 173-178 pp.
- Hamdi, M., 1993, Toxicity and Biodegradability of Olive Mill Waste Waters in Batch Anaerobic Digestion, *Bioprocess Engineering*, 8-79 pp.
- İkizoglu, E., Haskok, S., 2005, Zeytin Karasuyunun Fiziksel, Kimyasal ve İleri Yükseltgenme Yöntemleri ile Arıtımı, *Kimya Muhendisliği*, 167:8-12pp

2. Haskok, S., 2005, Zeytin Karasuyunun Kimyasal ve Anaerobik Biyolojik Yöntemlerle Arıtımının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- Improlive, <http://www.fiw.rwthachen.de/improlive/englisch/rsanfall/abwasser/anaerob.html>
- Israilides, C.J., Vlyssides, A.G., Mourafeti, V.N. and Karvouni, G., 1997, Olive Oil Wastewater Treatment with use of an Electrolysis System, *Biosource Technology*, 61: 163-170 pp.
- Led Italia Technical Report, 1997, Olive Mill Water Treatment through Vacuum Evaporation, Led Italia s.r.l., Italy, 7 p.
- Lolos, G., Skordilis, A. and Parissakis, G., 1994, Polluting Characteristics and Lime Precipitation of Olive Mill Wastewater, *Journal of Environmental Science and Health, Part A: Environmental Science and Engineering*, 29: 1349-1356 pp.
- Lopez, M.J., Ramos-Cormenzana, A., 1996, Xanthan Production from Olive-Mill Wastewaters, *International Biodeterioration & Biodegradation*, 249-268 pp.
- Mitrakas, M., Papageorgiou, G., Docoslis, A. and Sakellaropoulos, G., 1996, Evaluation of Various Pretreatment Methods for Olive Oil Mill Wastewaters, *European Water Pollution Control*, 6: 10-16 pp.
- Monteoliva-Sanchez, M., Incerti, C., Ramos-Cormenzana, A., Paredes, C., Roig, A., Cegarra, J., 1996, The Study of the Aerobic Bacterial Microbiota and the Biototoxicity in Various Samples of Olive Mill Wastewaters (alpechin) During the Composting Process, *International Biodeterioration & Biodegradation*, 53: 211-214 pp.
- Oktav, E. ve Şengül, F., 2000, Zeytinyağı Endüstrisi Atık sularının Arıtilabilirliği Üzerine Bir Çalışma, İTÜ 7. Endüstriyel Kirlenme Kontrolü Sempozyumu Bildiriler Kitabı, İstanbul, 52-58s.
- Oruç, N., 2002, Zeytin Karasuyunun oluşumu ve tarımda kullanım olanakları, I. Zeytin Yağı Üretiminde Çevre Sorunları ve Çözümleri Uluslararası Çalıştay Bildiriler Kitabı, 12-16 s.
- Pompei, C. and Codovoli, F., 1974, Risultari preliminary sul trattamento di deparazione delle acque di vegetazione delle olive per osmosi inverse, *Scienza e Tecnologia Degli Alimenti*, 363-364 pp.
- Ramos-Cormenzana, A., Juárez-Jiménez, B. and García-Pareja, M. P., 1996, Antimicrobial Activity of Olive Mill Waste-Waters (Alpechin) and Biotransformed Olive Oil Mill Wastewater, *International Biodeterioration & Biodegradation*, 283-290 pp.
- Rozzi, A. and Malpei, F., 1996, Treatment and Disposal of Olive Mill Effluents, *International Biodeterioration & Biodegradation*, 38: 135-144 pp.
- Sciogli, C. and Vollaro, L., 1997, The Use of *Yarrowia lipolytica* to Reduce Pollution in Olive Mill Wastewaters, *Water Research*, 31: 2520-2524 pp.
- Steegmans, R. and Fragemann, H.J., 1992, Optimierung der anaeroben Verfahrenstechnik zur Reinigung von organisch Hochverschmutzten Abwässern aus der Olivenölgewinnung, Oswald-Schulze-Stiftung, Forschungsbericht AZ 101/81.



Semih Ötles<sup>1</sup>, Özlem Çağındı<sup>1</sup>

## 7.1. GİRİŞ

İnsan beslenmesi ve sağlığı için en uygun yağ olan zeytinyağı, sadece zeytin ağacı (*Olea europaea sativa Hoffm. et Link*) meyvelerinden elde edilen ve hiçbir kimyasal işlem görmeden doğal olarak tüketilebilen tek yağdır. Zeytinyağı, zeytin ağacının olgun meyvelerinden mekanik yolla elde edilen, oda sıcaklığında (20-25°C) sıvı olan, berrak yeşilden sarıya değişen renkte, kendine özgü tat ve kokuda olan bitkisel kaynaklı önemli bir yağdır.

Zeytinyağı renk, koku, görünüş, elde edilmiş şekli, tazelik gibi unsurlara dayanılarak dört grup olarak sınıflandırılmaktadır. Bu gruplar:

**1. Natürel Zeytinyağı:** Zeytin ağacı meyvesinden doğal niteliklerinde değişikliğe neden olmayacak 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 doğal halinde gıda olarak tüketilebilen yağlardır. Natürel zeytinyağlarına hiç bir gıda katkı maddesi ilave edilemez. Natürel zeytinyağları da kendi içerisinde doğrudan tüketime uygun ve doğrudan tüketime uygun olmayan natürel zeytinyağları olarak iki kısımda incelenebilir.

Doğrudan tüketime uygun natürel zeytinyağları ise üç grup altında toplanmaktadır:

**1.1. Natürel Sızma Zeytinyağı:** Kokusu ve tadında kusur olmayan, serbest yağ asitliği (maksimum %0.8) oleik asit cinsinden her 100 gramda 0,8 gramdan fazla olmayan yağlardır.

**1.2. Natürel Birinci Zeytinyağı:** Kokusu veya tadında çok hafif kusurları bulunabilen, serbest yağ asitliği (maksimum %2) oleik asit cinsinden her 100 gramda 2,0 gramdan fazla olmayan yağlardır.

**1.3. Natürel İkinci Zeytinyağı:** Kokusu veya tadında tolere edilebilen kusurları bulunan, serbest yağ asitliği (maksimum %3,3) oleik asit cinsinden her 100 gramda 3,3 gramdan fazla olmayan yağlardır.

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü



Doğrudan tüketime uygun olmayan natürel zeytinyağı:

**1.1. Ham zeytinyağı (lampant):** serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden %3,3'ün üzerinde ve/veya duyuusal ve karakteristik özellikleri bakımından natürel zeytinyağı özelliklerini taşımayan rafinasyon veya teknik amaçlı kullanıma uygun zeytinyağıdır.

**2. Rafine Zeytinyağı:** Ham zeytinyağının doğal trigliserit yapısında değişikliğe yol açmayan metotlarla rafine edilmeleri sonucu elde edilen, sarının değişik tonlarında rengi olan, kendine özgü tat ve kokuda, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 0,3 gramdan fazla olmayan yağlardır.

**3. Riviera Zeytinyağı:** Rafine zeytinyağı ile gıda olarak doğrudan tüketilebilecek natürel zeytinyağları karışımından oluşan, yeşilden sarıya değişen renkte, kendine özgü tat ve kokuda, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 1,0 gramdan fazla olmayan yağlardır.

**4. Çeşnili Zeytinyağı:** Zeytinyağlarına değişik baharat, meyve ve sebzeler veya bunların doğal aroma maddeleri katılarak çeşitlendirilmesi ile elde edilen ve serbest yağ asitliği (maksimum %0,8) oleik asit cinsinden her 100 gramda 0,8 gramdan fazla olmayan yağlardır. Çeşnili zeytinyağlarının kalite ve saflık kriterleri natürel sızma zeytinyağı için verilen kriterlere uygun olmalıdır.

## 7.2. ZEYTİNYAĞINDA KALİTE KONTROL PARAMETRELERİ

Zeytinyağı çeşitli özelliklerine göre sınıflandırıldıktan sonra; sağlık ve beslenme açısından, hile açısından ve duyuusal açıdan kalite kontrolü yapılmaktadır. Zeytinyağının fiziksel ve kimyasal özellikleri; zeytin çeşidi, iklim ve toprak koşulları, zeytinin olgunlaşma derecesi, zeytinyağı üretiminde kullanılan yöntemler gibi birçok faktöre bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Zeytinyağının kalitesi hasatta başlamakta, sıkım ve şişelemeyle devam etmektedir. Zeytinin hasat zaman, bölgeden bölgeye değişiklik göstermekle birlikte, kaliteli bir zeytinyağı elde etmenin koşullarından birisi de doğru zamanda ve doğru metotla hasat yapabilmektir. Ayrıca, en kaliteli zeytinin kötü işlenmesi durumunda elde edilecek yağın, gereken kaliteyi sağlayamayacağı da bir gerçektir. Bu nedenle zeytinyağıyla ilgili kalite kontrolleri üretimin her aşamasında gerçekleştirilmektedir. Kaliteli bir ürün elde etmek için zeytinyağı üretimi sırasında dikkat edilmesi gereken kontrol noktaları:

1. Zeytinlerin kabulü ve seçimi ile kullanılacak suyun temini
2. Zeytinlerin bekletilmesi
3. Zeytinlerin temizlenmesi ve yıkanması
4. Zeytinlerin kırılması ve öğütülmesi
5. Zeytin hamurunun karıştırılması

6. Zeytinyağının ayrılması
7. Zeytinyağının depolanması

Zeytin çeşidine göre ekstraksiyon yönteminin seçilmesi ve yağın paketlenme öncesi muhafazası önem taşımaktadır. Elde edilen ürün, uygun depolama koşullarında, yabancı koku olmayan, direk güneş ışığı almayan; serin yerlerde (14-15°C), renkli cam şişelerde, renkli camlı damacanalarda ve içi laklı teneke kutularda ağız kapalı ve dolu olarak saklandığında, natürel zeytinyağları 24 ay, riviera ve rafine zeytinyağları ise 18 ay özelliklerini kaybetmezler.

Zeytinyağlarında kalite kontrol parametreleri; kaliteyi ve saflığı belirten analizler olmak üzere iki kısma ayrılmaktadır. Kaliteyi belirten parametrelerin başında; serbest yağ asitliği, peroksit, UV soğurma değerleri (özgül absorban- $K_{232}$ ,  $K_{270}$ ,  $\Delta K$ ), eterde çözünmeyen safsızlıklar, nem ve uçucu madde, ağır metaller ile duysal özellikler (Natürel zeytinyağlarını kapsar) gelmektedir. Saflığını belirten parametreleri ise; kırılma indisi, yağ asitleri kompozisyonu, sterol kompozisyonu, toplam sterol miktarı,  $\beta$ -pozisyonlu palmitik ve stearik asit miktarı, vaks miktarı, trigliserit kompozisyonu ve stigmastadien miktarı gelmektedir. Bu parametreleri belirlemede kullanılan standartlar:

1. Ulusal Standartlar
2. TS 341 Yemeklik Zeytinyağı Standardı
3. Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği 2007/36
4. Uluslararası Standartlar (ISO, AOCS)
5. Uluslararası Zeytinyağı Konseyi Ticari Standardı (IOCC)
6. Avrupa Birliği Standardı (EEC)
7. Codex Alimentarius

### 7.3. ZEYTİNYAĞI KALİTE KONTROL ANALİZLERİNDE KULLANILAN METOTLAR VE YAPILIŞLARI

Zeytinyağlarının kalitelerinin belirlenmesi amacıyla kalite kontrol analizleri yapılarak ilgili standartlara uygun olup olmadığı kontrol edilmektedir. Bu analizlerin metodları:

#### *Serbest Yağ Asitliği*

Zeytinyağlarındaki serbest yağ asidi miktarı önemli bir kalite unsurudur ve değişik zeytinyağlarını karakterize etmek için geleneksel olarak kullanılmaktadır. Serbest yağ asitliği zamanla lipaz enzimi, ısı ve ışık gibi etkenlerden etkilenerek artar. Bu artış randsidite ya da acılaşıma adı verilen kalite kusurunun oluşmasına yol açmaktadır. Asit sayısı ve asitlik tayini, TS 1605 ISO 660'a, ISO 660'a, IUPAC 2.201'e ya

da AOCS Cd3d-63'e göre yapılabilir. Tablo 7.1'de zeytinyağlarına ait serbest asitlik değerleri görülmektedir.

Asit sayısı: 1 g yağda bulunan bütün serbest (organik ve inorganik) asitleri nötralleştirmek için gerekli mg cinsinden KOH miktarıdır.

Bir yağ numunesinin asit sayısı değerinden numunedeki serbest yağ asidi miktarını hesaplayabilmek için bu değer, miktarı hesaplanacak yağ asidine ait olan bir faktör (f) ile çarpılması gerekir. Örneğin; serbest yağ asidi miktarını oleik asit cinsinden hesaplamak için asit indisini 0,503 faktörü ile çarpmak gerekir.

$$\text{Oleik asit cinsinden serbest yağ asidi miktarı (\%)} = \text{Asit sayısı} \times 0,503$$

Yağlarda bulunan serbest yağ asitleri toplamı oleik asit yüzdesi olarak belirtildiği gibi, 1 g yağın nötralleştirilmesi için gerekli olan KOH'ın mg olarak ağırlığı şeklinde de belirtilebilir.

### Deneyin Yapılışı

Yağ örneği içindeki suyu uzaklaştırmak için örnek ısıtılır. Filtre kâğıdından süzülür. Süzüntüden 5-10 g alınarak 50-150 ml 1/1 (v/v) oranındaki etanol (%95'lik, 100 ml'sinde 5 damla fenolftalein çözeltisi bulunmalı ve kullanılmadan hemen önce 0,1 N etanollü KOH ile nötrleştirilmiş olmalı)-diethyl eter (fenolftaleine karşı nötrleştirilmiş) karışımında çözülür. Birkaç damla %1'lik fenolftalein çözeltisi damlatılır ve ayarlı 0,1 N etanollü KOH (rengi saman sarısından koyu olmamalı) ile fenolftalein kalıcı renk verinceye kadar titre edilir.

Aynı şartlar altında yağ örneği katılmamış ikinci bir kör deneme yapılır.

Hesaplama:

$$\text{Serbest yağ asitliği} = \frac{(a-b) \times 2,82}{M}$$

$$\text{Asit sayısı} = \frac{5,611 \times (a-b) \times F}{M}$$

a : Yağ örneği bulunan denemede sarf edilen 0,1N KOH miktarı (ml)

b : Kör denemede sarf edilen 0,1N KOH miktarı (ml)

F : 0,1N KOH'in faktörü

M : Alınan yağ örneği miktarı (g)

Tablo 7.1. Zeytinyağlarına ait serbest asitlik değerleri  
(Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2007/36)

Zeytinyağı çeşidi	Maksimum asitlik (100 g oleik asit cinsinden)	Maksimum asit sayısı (mg KOH/g yağ)
Natürel Sızma Zeytinyağı	0,8	1,6
Natürel Birinci Zeytinyağı	2,0	4,0
Natürel İkinci Zeytinyağı	3,3	6,6
Rafine Zeytinyağı	0,3	0,6
Riviera Zeytinyağı	1,0	2,0

### Peroksit Değeri

Peroksit sayısı, yağlarda bulunan etkin oksijen miktarının ölçüsüdür. 1000 g yağda bulunan peroksit olarak bağlı oksijenin milieşdeğer-gram (me/kg) olarak miktarıdır ya da KI'ü I<sub>2</sub>'a yükseltgeyen aktif oksijenin miliekivalent gramı şeklinde tanımlanabilir. Yağdaki peroksit miktarı yağın bozulma derecesi ve daha ne kadar saklanabileceği konusunda fikir vermektedir. Peroksit değeri tayini TS 4964'e, ISO 3960'a, IUPAC 2.501'e ya da AOCS Cd 8b-90'a göre yapılabilir. Tablo 7.2'de zeytinyağlarına ait peroksit değerleri görülmektedir.

### Deneyin Yapılışı

Deneme indirekt ışıkta veya elektrik ışığı ile aydınlatılan bir yerde yapılmalıdır.

Kapaklı erlene enjektör ya da yağ tartım kaşığı ile yağ örneğinden aşağıdaki tablo dikkate alınarak 0,001 g duyarlıkta tartımla örnek alınır.

Peroksit sayısı (meq)	Alınacak örnek miktarı (g)
0-12	5,0-2,0
12-20	2,0-1,2
20-30	1,2-0,8
30-50	0,8-0,5
50-90	0,5-0,3

Tartım kaşığı kullanılmışsa örnek kaşıkla birlikte erlene koyulur, üzerine 10 ml kloroform (Analitik saflıkta olup içerisinde inert bir gaz geçirilerek oksijen kabarcıklarından arındırılmalı.) ilave edilip çalkalanarak yağ çözülür. 15 ml asetik asit (Analitik saflıkta olup, kloroform gibi, oksijenden arındırılmış olmalı.) ve 1 ml KI (0,01 N veya 0,002 N olarak hazırlanmalı ve kullanılmadan hemen önce ayarlanmalı.) çözeltisi ilave edilir. Erlenin kapağı kapatılıp 1 dk. çalkalanır ve 15-25°C sıcaklıkta karanlık bir yerde tam 5 dk. bekletilir. Bu süre sonunda 75 ml saf su ve 1 ml indikatör (çözünbilir nişastanın taze olarak hazırlanmış %1'lik sulu çözeltisi) eklenir. Oluşan

mavi renk kayboluncaya kadar ayarlı tiyosülfat çözeltisi ile titre edilir. Titrasyon işlemi, peroksit sayısı 12'den küçük ise 0,002 N  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ile, 12'den büyük ise 0,01 N  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ile yapılır. Aynı koşullarda bir de şahit deneme yapılır.

Hesaplama:

$$POI = \frac{(V - B) \times N \times F \times 100}{m}$$

POI : Peroksit sayısı

V : Örnek bulunan denemede harcanan tiyosülfat hacmi (ml)

B : Şahit denemede harcanan tiyosülfat hacmi (ml)

N : Sodyum tiyosülfat ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) çözeltisinin normalitesi

F : Sodyum tiyosülfat çözeltisinin faktörü

m : Yağ örneği miktarı (g)

Tablo 7.2. Zeytinyağlarına ait peroksit değerleri  
(Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2007/36)

Zeytinyağı çeşidi	Maksimum (meq aktif oksijen/kg yağ)
Natürel Sızma Zeytinyağı	20
Natürel Birinci Zeytinyağı	20
Natürel İkinci Zeytinyağı	20
Rafine Zeytinyağı	5
Riviera Zeytinyağı	15

### UV Işığında Özgül Soğurma Değerleri ( $K_{232}$ , $K_{270}$ , $\Delta E$ )

Zeytinyağlarının 232 ve 270 nm'de ölçülen özgül absorpsiyon değerleri, oksidasyona dayanıklılıklarının bir ölçütü olarak değerlendirilen önemli bir kalite kriteridir. 232 nm'de ölçülen özgül absorpsiyon değeri, oksidasyonun birinci basamağı olan hidroperoksitlerin ve konjuge dienlerin; 270 nm'de ölçülen özgül absorpsiyon değeri de oksidasyonun ikinci basamağı olan karbonil bileşikler ile konjuge trienlerin göstergesidir. Delta ( $\Delta E$  ya da  $\Delta K$ ) E değeri ise zeytinyağlarının asit aktive ağartma toprakları ile işlenip işlenmediğinin belirlenmesinde kullanılan ve rafine ya da piri-na varlığının tespit edildiği önemli bir kriterdir. Ultraviyole ışığında özgül soğurma tayini, TS 5051 EN ISO 3656'ya, ISO 3656'ya, COI/T.20/Doc. No. 19'a ya da AOCS Cg 5-91'e göre yapılabilir. Tablo 7.3'te zeytinyağlarına ait ultraviyole ışığında özgül soğurma değerleri görülmektedir.

### Deneyin Yapılışı

0,5 g zeytinyağı 50 ml'lik balonjojeye 0,0001 duyarlılıkla tartılır, sikloheksanla (UV saflıkta, optik geçirgenliği 200 nm'de en az %40 ve 250 nm'de en az %95) 50 ml'ye tamamlanır ve çalkalanır. 1 cm kalınlığındaki kuvarz küvetler kullanılarak,

sikloheksana karşı 232 nm ve 270 nm'de absorbands ölçülür. Ayrıca  $\Delta E$  değerinin tespiti için, 266 nm ve 274 nm'de de absorbands değeri ölçülür.

Hesaplama:

$$UV \text{ ışığında özgül soğurma değeri} = \frac{A}{2 \times m}$$

A: 232 ve 270 nm'de 1 cm'lik küvette okunan absorbands değeri

m: Yağ örneği miktarı (g)

$$\Delta E = A_{270} - \frac{A_{274} - A_{266}}{2}$$

Tablo 7.3. Zeytinyağlarına ait ultraviyole ışığında özgül soğurma değerleri (Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2007/36 ve IOOC COI/T.15/NC No 3-25)

Zeytinyağı çeşidi	270 nm	232 nm	$\Delta E$
Natürel Sızma Zeytinyağı	$\leq 0.25$	$\leq 2.5$	$\leq 0,01$
Natürel Birinci Zeytinyağı	$\leq 0.25$	$\leq 2.6$	$\leq 0,01$
Natürel İkinci Zeytinyağı	$\leq 0.30^*$	-	$\leq 0,01$
Rafine Zeytinyağı	$\leq 1.10$	-	$\leq 0,16$
Riviera Zeytinyağı	$\leq 0,90$	-	$\leq 0,15$

\*Natürel zeytinyağlarının 270 nm'deki özgül absorbandsı 0,25'ten büyük olduğu durumlarda, örnek aktif alüminyum oksitten (alumina) geçirilir. 30 g bazik alüminyum oksit yaklaşık 10 mm çapında boşaltma borulu, yaklaşık 35 mm çapında ve 450 mm uzunluğundaki kromatografi kolonuna yerleştirir. Düşey durumdaki kolona, örneğin heksandaki %10'luk çözeltisinden 100 ml konur ve boşaltma borusundan çekilen çözelti 25°C'den düşük sıcaklıkta ve vakum altında tutularak çözücü buharlaştırılır. Örneğin 270 nm'deki özgül absorbands değeri 0,11'e eşit veya küçük olmalıdır.

### Nem ve Uçucu Madde

Zeytinyağının ekstraksiyonu sırasından zeytin dokularından yağa geçen suyun ve uçucu maddelerin tespit edilmesi amacıyla etüvde kurutma yöntemi ile yapılmaktadır. Nem ve uçucu madde miktarı tayini, TS 1607 ISO 662'ye, IUPAC 2.601'e ya da ISO 662'ye göre yapılabilir. Tablo 7.4'te zeytinyağlarına ait nem ve uçucu madde değerleri görülmektedir.

### Deneyin Yapılışı

Buharlaştırma kabının içerisine termometre yerleştirilerek birlikte ağırlığı kaydedilir. İçerisine 20 g örnek tartılır ve kum banyosuna yerleştirilir. Kum banyosu

dakikada sıcaklığı 10°C artacak şekilde ayarlanarak 90°C'ye kadar kap karıştırılarak ısıtılır. Kabin alt kısmından yükselen kabarcıklara göre sıcaklık artırılır veya azaltılır. Sıcaklığın 105°C'yi geçmemesi gerekmektedir. Tüm uçucu maddelerin uçmasını sağlamak için sıcaklık 5-6 kere 90°C'ye düşürülüp 105°C'ye çıkarılır. Kabarcıkların çıkması duruncaya kadar karıştırılarak deneye devam edilir. Buharlaşma kabı desikatörde soğutulur ve tartım alınır.

Hesaplama:

$$\% \text{ nem ve uçucu madde} = \frac{(m - m_1) \times 100}{m}$$

m = Alınan numune miktarı

m<sub>1</sub> = (Buharlaşma kabı + termometre + ısıtılmış örnek)-(Buharlaşma kabı + termometre)

Tablo 7.4. Zeytinyağlarına ait nem ve uçucu madde değerleri  
(Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2007/36)

Zeytinyağı çeşidi	Maksimum %
Natürel Sızma Zeytinyağı	0,2
Natürel Birinci Zeytinyağı	0,2
Natürel İkinci Zeytinyağı	0,2
Rafine Zeytinyağı	0,1
Riviera Zeytinyağı	0,1

#### Eterde Çözünmeyen Safsızlıklar

Zeytinyağında bulunan uçucu maddeler dışında kalan toplam yabancı maddelerdir. Zeytinyağı üretimi sırasındaki kötü işlemlerin bir göstergesidir. Petrol eteri ya da n-hekzanda çözünmeyen maddeler, toprak, kum ve benzeri maddeler, mineral maddeler, okside olmuş yağ asitleri, mineral maddeler, karbohidratlar, azotlu maddeler, bazı reçine ile kalsiyum ve alkali sabunların bir kısmını içine alır. Eterde çözünmeyen yabancı madde tayini, TS 1608 EN ISO 663'e, IUPAC 2.604'e ya da ISO 663'e göre yapılabilir. Tablo 7.5'te zeytinyağlarına ait eterde çözünmeyen yabancı madde değerleri görülmektedir.

20 g zeytinyağı 0.01 g duyarlılıkla erlene tartılır ve üzerine 200 ml dietiler (nötr, taze damıtılmış) eklenir. Erlen kapatılarak çalkalanır ve 20°C'de 30 dk. bekletilir. Önceden darası alınmış ve kurutulmuş süzgeç kâğıdına süzülür, süzgeç kâğıdı az miktarda dietiler ile yıkanır. Süzgeç kâğıdındaki çözücü önce çeker ocakta buharlaştırılır sonra 103±2°C'de etüvde sabit tartıma gelinceye kadar tutulur ve soğutularak tartılır.

Süzüntüde kül bulunması durumunda çözücü dikkatle buharlaştırılarak ayrılır, kalıntı darası alınmış bir krozede yakılarak kalan kül tartılır.

Hesaplama:

$$\% \text{ Eterde çözünmeyen yabancı madde ve kül} = \frac{(m_4 + m_3) - (m_1 + m_2) \times 100}{m}$$

$m_1$  : Kuru süzgeç kağıdının ağırlığı, g

$m_2$  : Krozenin darası, g

$m_3$  : Süzgeç kağıdı ve yabancı madde toplam ağırlığı, g

$m_4$  : Kroze ve külün toplam ağırlığı, g

$m$  : Yağ miktarı, g

Tablo 7.5. Zeytinyağlarına ait eterde çözünmeyen yabancı madde değerleri  
(Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2007/36)

Zeytinyağı çeşidi	Maksimum %m/m
Natürel Sızma Zeytinyağı	0,1
Natürel Birinci Zeytinyağı	0,1
Natürel İkinci Zeytinyağı	0,1
Rafine Zeytinyağı	0,05
Riviera Zeytinyağı	0,05

### Ağır Metaller

Uluslararası standartlarda yer alan ve zeytinyağının kalite kriterlerinden biri olan ağır metaller atomik absorpsiyon spektrofotometrelerinde tayin edilir. Grafit fırının kullanıldığı bu cihazlarda zeytinyağının içerdiği toplam demir ve bakır miktarları tespit edilir. Ağır metaller katalistlerin ve/veya toprak ağartıcıların kontaminasyonunun göstergesidir. Ayrıca, depolama ve işleme ekipmanlarından da kaynaklanan kontaminasyon sonucu zeytinyağında bulunabilir. Zeytinyağında ağır metal tayini ISO 8294'e göre yapılabilir. Tablo 7.6'da zeytinyağlarına ait ağır metal değerleri görülmektedir.

Tablo 7.6. Zeytinyağlarına ait ağır metal değerleri (IOCC, COI/T.15/NC no 3-25)

Zeytinyağı çeşidi	Demir (mg/kg)	Bakır (mg/kg)
Natürel Sızma Zeytinyağı	≤ 3,0	≤ 0,1
Natürel Birinci Zeytinyağı	≤ 3,0	≤ 0,1
Natürel İkinci Zeytinyağı	≤ 3,0	≤ 0,1
Rafine Zeytinyağı	≤ 3,0	≤ 0,1
Riviera Zeytinyağı	≤ 3,0	≤ 0,1



### Duyusal Özellikler

Zeytinyağının kalite kontrolünde büyük önem taşıyan duysal analizleri gerçekleştirecek olan panelistlerin eğitilmiş ve deneyimli olması gerekmektedir. Panelistlerin, zeytinyağı kokusunu algılamasını etkileyebilecek, yanıltacak maddeleri (parfüm, koku vb.) kullanmaması ve panelin yapıldığı ortamda da bu gibi kokuların bulunmaması gerekmektedir. Aynı şekilde, burnun koku almasını engelleyecek nezle vb. rahatsızlığı olanlar da panele katılamazlar. Panele katılacak kişinin duysal analize yoğunlaşması gerekmektedir. Panelistlerin sigara kullanmaması istenmektedir. En uygun panel saatleri 10.30 ve 14.30 civarındadır. Panelistler panelden önceki yarım saat içinde bir şey yememeli ve zeytinyağı tadımından önce panelistlerin midederi boş olmalıdır.

### Duyusal Analizin Yapılışı

Natürel zeytinyağları kapsayan duysal analizler sırasında, zeytinyağları, cam bardak veya kadehlere az miktarda konularak farklı rakamlarla numaralandırılmaktadır. Kadehlerden biri alınarak üstü el ile kapatılır. Sonra eksenini çevresinde döndürülerek hafif çalkalanır; el, kadehin üzerinden çekilerek yağın aroması koklanır ve küçük bir yudum alınarak ağız içerisinde iyice gezdirilir. Bir seferde en fazla üç-dört yağın tadımı yapılmalı, bir sonraki yağın tadına bakmadan önce bir dilim elma çiğnenerek ağız temizlenmelidir. Tadım sırasında ise tatlı-yumuşak yağların tadına önce, acı-sert yağların tadına en son bakılmalıdır. Uluslararası Zeytinyağı Konseyi'ne göre duysal özelliklerin değerlendirilmesi sırasında her bir örneğe 10 veya 5 üzerinden not verilerek zeytinyağının tadı ve kokusuna ilişkin olumlu ya da olumsuz nitelendirme yapılmaktadır. Olumsuz özelliklerine ait notlardan herhangi biri, 10 üzerinden 2,5'i geçmemelidir. Zeytinyağının duysal analizleri IOCC COI/T.20/Doc. No. 15'e göre yapılabilir. Tablo 7.7'de natürel zeytinyağlarına ait duysal özellikler verilmiştir. Olumsuz nitelendirmeler; badem (yavan kokulu tatlı yağda), ekşi, acı, yanık, minder veya paspas, yavan, gres, paslı veya metalik, sirkemsi veya şarabımsı, küflü veya küf kokan, ransid gibi; olumlu nitelendirmeler ise; meyvemsi, elma, badem/ceviz, enginar, muz, kavun, ot kokulu, yaprak kokulu, kuru ot kokulu, mayhoş, yakıcı (biberisi), tatlı ve acı gibi diğer özelliklere aittir. Olumlu nitelikler içerisindeki acılık taze sıkılmış zeytinyağı, meyvenin çok yoğun tadını ve kokusunu içerir. Boğazı hafifçe yakan acılık, zeytinyağının yüksek miktarda fenolik madde içerdiğinin bir göstergesidir.

Tablo 7.7. Natürel zeytinyağlarına ait duysal özellikler

(Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2007/36; IOCC, COI/T.15/NC no 3-25)

Zeytinyağı çeşidi	Kusurların Ortancası/ Medyanı (Me)	Meyvemsi Özellik Ortancası/ Medyanı (Me)
Natürel Sızma Zeytinyağı	=0	>0
Natürel Birinci Zeytinyağı	0 < Me ≤ 2.5	>0
Natürel İkinci Zeytinyağı	2.5 < Me ≤ 6.0*	

\*Kusurların ortancası 2,5' a eşit ya da 2,5' dan küçük ve meyvemsi özellik ortancası 0'a eşit olduğunda

## 7.4. ZEYTİNYAĞINDA TAKLİT VE/VEYA TAĞŞIŞ BELİRLEME METOTLARI VE YAPILIŞLARI

Büyük bir ekonomik değere sahip olan zeytinyağı, duysal karakteristikleri ve kimyasal kompozisyonu açısından oldukça kıymetli bir yağdır. Bu nedenle zeytinyağının diğer sıvı yağlara ve diğer sıvı yağların zeytinyağına karıştırılmaması gerekmektedir. Buna rağmen zeytinyağında yaşanan en büyük sorunlardan birisi de zeytinyağındaki taklit ve/veya tağşıştır. Bu nedenle de zeytinyağındaki taklit ve/veya tağşışi saptanması oldukça önem taşımaktadır.

Zeytinyağındaki taklit ve/veya tağşışin saptanması için öncelikli olarak kırılma indisi, iyot sayısı, sabunlaşma sayısı, pamuk yağı aranması, Bellier indisi, madeni yağ aranması gibi analizler yapılırken, gelişen teknolojiyle birlikte günümüzde gaz kromatografisi, yüksek basınç sıvı kromatografisi, kolon kromatografisi, ince tabaka kromatografisi gibi ileri teknikler kullanılarak %1'lik tağşış bile tespit edilebilmektedir.

Zeytinyağında yapılan tağşışler üç başlıkta incelenebilir.

1. Zeytinyağına diğer bitkisel yağların karıştırılması
2. Zeytinyağına pirina yağı karıştırılması
3. Natürel zeytinyağına rafine zeytinyağının karıştırılması

Zeytinyağına diğer bitkisel yağların karıştırılıp karıştırılmadığının belirlenmesi amacıyla yapılan analizler:

- Sabunlaşmayan madde
- Toplam sterol miktarı ve sterol kompozisyonu
- Yağ asidi kompozisyonu
- Trans yağ asitleri içeriği
- $\Delta$ ECN42
- Trigliseritlerin 2. pozisyonlu palmitik ve stearik asit toplamı

Zeytinyağına pirina yağının karıştırılıp karıştırılmadığının belirlenmesi amacıyla yapılan analizler:

- Eritrodiol ve uvaol miktarı
- Alifatik alkoller
- Vaks miktarı

Natürel zeytinyağına rafine zeytinyağının karıştırılıp karıştırılmadığının belirlenmesi amacıyla yapılan analizler:

- UV ışığında özgül soğurma değerleri
- Trans yağ asitleri içeriği
- Stigmastadien miktarı

Zeytinyağında tağşışın belirlenmesi amacıyla belirtilen analizler yapılarak ilgili standartlara uygun olup olmadığı kontrol edilmektedir. Bu analizlerin metotları:

### Bağıl Yoğunluk

20°C'de belirli hacimdeki zeytinyağı kütlesinin aynı sıcaklık ve hacimdeki suyun kütlesine oranıdır. Bağıl yoğunluk tayini, TS 341'e, IUPAC 2.601'e ya da ISO 662'ye göre yapılabilir. Tablo 7.8'de zeytinyağlarına ait bağıl yoğunluk değerleri görülmektedir.

### Deneyin Yapılışı

Piknometre (yaklaşık 50 ml hacimli, termometreli, cam kapaklı) iyice temizlenir, kurutulur ve kapalı olarak darası alınır. Taze kaynatılmış ve soğutulmuş 15°C-18°C'deki su ile içinde hava kabarcığı kalmayacak şekilde doldurulur ve termometreli kapağı kapatılır. Piknometre boyun kısmına kadar su banyosuna (20°C ± 0,2°C'de tutulabilen) daldırılır ve 30 dakika süre ile bu şekilde tutulur. Yan kılcal borudan taşan su dikkatle giderilir ve kapağı kapatılır. Piknometre sudan çıkarılır, silinerek tamamen kurutulur ve tartılır. Piknometre boşaltılır ve kurutulur, 15°C-18°C'ye getirilmiş zeytinyağı ile hava kabarcığı kalmayacak şekilde doldurulur ve kapak kapatılır. Su banyosuna daldırılmış olarak 30 dakika süre ile tutulur, kılcal borudan taşan yağ dikkatle silinir, kapağı kapatılır, banyodan çıkarılır, iyice kurulanır ve tartılır. Bütün tartımlar 0,0001 g yaklaşımla yapılmalıdır.

Hesaplama:

$$\text{Bağıl yoğunluk} = \frac{m_{20^{\circ}\text{C}}}{m1_{20^{\circ}\text{C}}}$$

m1 : Suyun 20°C'deki kütlesi, g,

m : Aynı hacimdeki yağın 20°C'deki kütlesi, g

Tablo 7.8. Zeytinyağlarına ait bağıl yoğunluk değerleri  
(Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2007/36)

Zeytinyağı çeşidi	g/g
Natürel Sızma Zeytinyağı	0,910-0,916
Natürel Birinci Zeytinyağı	0,910-0,916
Natürel İkinci Zeytinyağı	0,910-0,916
Rafine Zeytinyağı	0,910-0,916
Riviera Zeytinyağı	0,910-0,916

### Kırılma İndisi

Kırılma indisi, zeytinyağının saflığını gösteren fiziksel analizlerden birisidir. Her yağ çeşidinin kendine özgü bir kırılma indisi aralığı vardır. Refraktometre kullanıla-

rak ölçümü yapılır. Ortam sıcaklığı, sonuçları oldukça etkilemektedir. Bu nedenle ölçümün 20°C'de yapılması gerekmektedir. Bir ortamın kırılma indisi, ışığın boşluk-taki hızının bu ortama giren ışık demetinin düşey düzlem ile meydana getirdiği havada ve bu ortamdaki açılarının sinüslerinin oranı olarak ölçülür. Kırılma indisi sodyumun D ışığı kullanılarak ölçülebilirse de genellikle beyaz ışıkta ölçülür, kompensatör yardımı ile sodyumun D ışığına göre düzeltilerek belirtilir ve işaret olarak örneğin nD 20°C kullanılır ki bu işaretle n kırılma indisini, D sodyumun D ışığına göre verildiğini, 20°C'de tayinin 20°C'de yapıldığını gösterir. Kırılma indisi tayini TS 4960 ISO 6320'ye, ISO 6320'ye ya da IUPAC 2.102'ye göre yapılabilir. Tablo 7.9'da zeytinyağlarına ait kırılma indisi değerleri görülmektedir.

### Deneyin Yapılışı

İki prizma arası numune ile tamamen doldurulur. Sıcaklığın en az 5 dakika değişmemesi sağlandıktan sonra kırılma indisi virgülden sonra 4 haneye kadar okunur. Okumanın yapıldığı sıcaklık standart sıcaklıktan farklı ise düzeltme yapılmalıdır. Bu fark 2°C'den farklı olmamalıdır. Refraktometrenin kalibrasyonunda saf suyun 20°C'de kırılma indisi 1,3330 olmalıdır.

Hesaplama:

$$nt = nt_1 + (t_1 - t) \times F$$

t : Standart sıcaklık, 20°C

t<sub>1</sub> : Okumanın yapıldığı sıcaklık, °C

nt : Standart sıcaklıktaki kırılma indisi

nt<sub>1</sub> : Okunan kırılma indisi

F : 20°C civarında 0,00035 olan düzeltme kat sayısı

Tablo 7.9. Zeytinyağlarına ait kırılma indisi değerleri  
(Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2007/36)

Zeytinyağı çeşidi	nD 20°C
Natürel Sızma Zeytinyağı	1,4677-1,4705
Natürel Birinci Zeytinyağı	1,4677-1,4705
Natürel İkinci Zeytinyağı	1,4677-1,4705
Rafine Zeytinyağı	1,4677-1,4705
Riviera Zeytinyağı	1,4677-1,4705

### İyot Sayısı

Yağların ve yağ asitlerinin doymamışlık derecelerinin belirlenmesi ilkesine dayanır. İyot sayısı, ağırlık olarak yüz kısım yağın belli koşullar altında bağlayabildiği iyodun ağırlığını vermektedir. İyot sayısı tayini TS 4961 ISO 3961'e, ISO 3961'e ya da

IUPAC 2.205/1'e göre yapılabilir. Tablo 7.10'da zeytinyağlarına ait iyot sayısı değerleri görülmektedir.

### Deneyin Yapılışı (Wijs yöntemi)

#### Wijs Çözeltisinin Hazırlanması

İyot triklorür kullanılarak 9 g iyot klorür, 700 ml asetik asit ve 300 ml karbon tetraklorürden oluşan çözelti içerisinde çözülerek kahverengi şişede saklanır. Bu çözeltide bulunan halojen miktarı şu şekilde hesaplanır: Çözeltiden 5 ml alınarak üzerine 5 ml potasyum iyodür çözeltisi ve 30 ml saf su eklenir. Birkaç damla nişasta indikatörü eklenerek 0,1 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilir. Kalan çözeltinin içerisine 10 g toz iyot katılır ve çözdürülür. Yukarıdaki gibi 5 ml çözelti alınarak aynı şartlarda titrasyon yapılır. Harcanan 0,1 N sodyum tiyosülfat çözeltisinin hacmi ilk harcanan hacmin 1,5 katı olmalıdır. Aksi takdirde iyotlu çözeltiye bir miktar daha iyot eklenir ve 1,5 katını çok az geçmesi sağlanır.

Aşağıdaki tabloda belirtilen miktar, örnek cam tartım kaşığı içerisine tartılarak kaşık erlenin içerisine yerleştirilir. 15 ml karbon tetraklorür (içinde oksitlenebilen madde olmamalıdır, bunun için 10 ml çözeltiye 1 ml doymuş sulu potasyum dikromat çözeltisi (10 g potasyum iyodür bir miktar saf suda çözülüp son hacmi 100 ml ye tamamlanır ve 2 ml derişik sülfüruk asit eklenerek çalkalanır, yeşil renk meydana gelmemelidir.) erlene eklenerek yağın çözünmesi sağlanır ve büret yardımı ile 25 ml wijs çözeltisi eklenir. Erlenin ağzı kapatılarak yavaşça çalkalanılır ve karanlık bir yerde 1 saat bekletilir. 1 saat sonra 20 ml potasyum iyodür çözeltisi ve 150 ml saf su eklenir. 2-3 damla nişasta indikatörü (%1'lik) eklenerek hızlı bir şekilde sodyum tiyosülfat ile mavi renk kaybolana kadar titre edilir. Şahit deney yapmak için yukarıdaki deney aynı şekilde örnek koyulmadan yapılır.

Beklenen iyot sayısı	Alınacak numune miktarı, g
5'e kadar	3,00
5-20	1,00
21-50	0,60
51-100	0,30
101-150	0,20
151-200	0,15

Hesaplama:

$$\text{İyot sayısı} = \frac{[(V_2 - V_1) \times 0,01269 \times 100]}{m}$$

$V_2$  : Şahit deney için harcanan tiyosülfat çözeltisinin hacmi, ml

$V_1$  : Örnek ile yapılan deney için harcanan tiyosülfat çözeltisinin hacmi, ml

$m$  : Alınan örnek miktarı, g

\*Harcanan 1 ml 0,1 N tiosülfat 0,01269 g iyoda eşdeğerdir. Eğer tiosülfat çözeltisi tam olarak 0,1 N hazırlanamamışsa, örneğin 0,0987 N hazırlanmışsa 0,01296 yerine  $(0,0987 \times 0,01298)/0,1$  hesaplanmasından çıkan sonuç yazılır.

Tablo 7.10 Zeytinyağlarına ait iyot sayısı değerleri  
(Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2007/36)

Zeytinyağı çeşidi	Wijs
Natürel Sızma Zeytinyağı	75-94
Natürel Birinci Zeytinyağı	75-94
Natürel İkinci Zeytinyağı	75-94
Rafine Zeytinyağı	75-94
Riviera Zeytinyağı	75-94

### Sabunlaşmayan Madde

Bu analiz Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği'nde (2007/36) kalite kriteri olarak belirtilirken IOOC standardında saflık kriteri olarak yer almaktadır. Sabunlaşmayan madde, yağda çözülmüş halde olup sabunlaşmadan sonra suda çözünmeyen, sadece analizde kullanılan çözücüde maddeler toplamıdır. Steroller, alifatik alkoller, pigmentler, hidrokarbonlar, 105°C'de uçucu olmayan mineral yağlar ve yabancı organik maddelerdir. Temel prensip, yağın alkolde hazırlanmış baz çözeltisi ile sabunlaştırılması, sabunun çözücü ile birkaç kez ekstraksiyonu ve yıkanan ekstraktın kuruyuncaya kadar buharlaştırılmasıdır. Sabunlaşmayan madde tayini TS 7570 EN ISO 3596'ya, ISO 3596'ya, AOCS Ch 3-91'e ya da IUPAC 2.401 (part 1-5)'e göre yapılabilir. Tablo 7.11'de zeytinyağlarına ait sabunlaşmayan madde değerleri görülmektedir.

### Deneyin Yapılışı

5 gram yağ 0,01 duyarlılıkta tartılır. 50 ml 2N etanollü KOH ilave edilir. Geri soğutucu altında yavaşça 1 saat kaynatılarak sabunlaşması sağlanır. Isıtma işlemi bittikten sonra geri soğutucunun üzerinden 50 ml su eklenir ve çalkalanır. Soğutulur, balonun içindekiler ayırma hunisine aktarılır. Balon toplam 50 ml petrol eteri ile çalkalanır ve ayırma hunisine aktarılır. Ayırma hunisi 1 dakika kuvvetle çalkalanır. İki fazın birbirinden ayrılması için beklenir. Faz ayrımı olmazsa bir miktar etanol veya derişik KOH ilave edilerek emülsiyon bozulur. Aşırı ölçüde alkalilik nedeni ile emülsiyon meydana gelmiş ise, birkaç damla yaklaşık 1 N hidroklorik asit çözeltisi katılır. Balondaki sulu etanollü sabun çözeltisi iki kez daha 50 ml petrol eteri kullanarak aynı şekilde ekstrakte edilir. Ekstraktların hepsi ikinci ayırma hunisine toplanır. Ayırma hunisi kuvvetle çalkalamadan döndürülür. Fazlar ayrıldıktan sonra yıkama çözeltisi alttan akıtılır. Petrol eteri çözeltisi her seferinde 50 ml etanol ile 3 kere yıkanır ve darası alınmış balona eterli çözelti aktarılır. Balondaki eter evapore edilir. Balon yatay olarak  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de etüvde 15 dakika kadar bekletilir, desikatörde soğutulup

tartılır. Etüvde yine 15 dakika bekletilir, desikatörde soğutulur ve tekrar tartılır. Arka arkaya iki tartım arasındaki fark %0,1 den az oluncaya kadar devam edilir. Sabunlaşmayan madde de sabun olup olmadığını anlamak için, kalıntı yakılır ve kül hidroklorik asit çözeltisi ile metil oranja karşı titre edilir.

Hesaplama:

$$\%Sabunlaşmayan\ madde = \frac{(M_1 - 0,32V) \times 100}{m}$$

$M_1$  : Kalıntı miktarı, g

$m$  : Alınan numune miktarı, g

$V$  : Titrasyonda harcanan 0,1 N hidroklorik asit çözeltisi, ml

Tablo 7.11. Zeytinyağlarına ait sabunlaşmayan madde değerleri  
(Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2007/36)

Zeytinyağı çeşidi	Maksimum g/kg
Natürel Sızma Zeytinyağı	15
Natürel Birinci Zeytinyağı	15
Natürel İkinci Zeytinyağı	15
Rafine Zeytinyağı	15
Riviera Zeytinyağı	15

### Sabunlaşma Sayısı

1 g yağda bulunan serbest asitlerle gliserinin sabunlaşması sırasında açığa çıkan serbest yağ asitlerini nötrleştirmek için gereken mg cinsinden KOH miktarına sabunlaşma sayısı denir. Bu sayı yağın ortalama molekül ağırlığını ifade eder. Kısa zincirli yağ asitlerinden oluşan yağların sabunlaşma sayısı uzun zincirli yağ asitlerinden oluşan yağlarınkine göre daha yüksektir. Sabunlaşma sayısı, yağların ve yağ asitlerinin saflığının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılır. Zeytinyağının diğer bitkisel yağlara göre en önemli üstünlüğü ham olarak tüketilebilmesidir. Buna karşın diğer bitkisel yağlar ham olarak kullanılamaz ve rafine edilmeleri gerekmektedir. Rafine bitkisel yağlar, içlerinde sabun parçacıkları taşırlar ve zeytinyağına karıştırıldığında sabun parçacıkları zeytinyağına geçer. Bunun dışında sabunlaşma yağ işleme teknolojisinde serbest asitliğin giderilmesi için kullanılmaktadır. Sabunlaşma sayısı tayini TS 4962 ISO 3657'ye, ISO 3597'ye ya da IUPAC 2.202'ye göre yapılabilir. Tablo 7.12'de zeytinyağlarına ait sabunlaşma sayısı değerleri görülmektedir.

### Deneyin Yapılışı

2 gram yağ 0,001 duyarlılıkta balona tartılır, 25 ml 0.5 N etanollü KOH ilave edilir, gerisoğutucuya bağlanır ve yavaşça 60 dakika kaynatılır. Kaynama süresi dolduktan

sonra sıcak iken 4-5 damla fenolftalein çözeltisi (%1'lik, %95'lik etanolde hazırlanmış) damlatılarak 0,5 N HCl ile titre edilir. Etanollü KOH ile şahit denemesi yapılır.

Hesaplama:

$$\text{Sabunlaşma sayısı} = \frac{(V_2 - V_1) \times 28,05}{m}$$

$V_1$  : Örnek için titrasyonda harcanan 0,5 N hidroklorik asit çözeltisi, ml

$V_2$  : Şahit deneme için titrasyonda harcanan 0,5 N hidroklorik asit çözeltisi, ml

m : Alınan numune miktarı, g

Tablo 7.12. Zeytinyağlarına ait sabunlaşma sayısı değerleri  
(Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2007/36)

Zeytinyağı çeşidi	mg KOH/kg
Natürel Sızma Zeytinyağı	184-196
Natürel Birinci Zeytinyağı	184-196
Natürel İkinci Zeytinyağı	184-196
Rafine Zeytinyağı	184-196
Riviera Zeytinyağı	184-196

### Toplam Sterol Miktarı ve Sterol Kompozisyonu

Sterol kompozisyonu, zeytinyağındaki yağışın belirlenmesinde kullanılan en önemli kriterlerden biridir. Zeytinyağının gliserin olmayan (sabunlaşmayan) önemli bir kısmını steroller oluşturmaktadır. Bir çeşit alkol grubu olan steroller her bitkisel yağda farklı yapı gösterir. Rafine zeytinyağında ve pirina yağında yüksek miktarlarda bulunur. Fındık yağı gibi, zeytinyağı kompozisyonu ile benzerlik gösteren yağların karışımı bu analizle tespit edilebilmektedir. Sterol varlığı gaz kromatografisi kullanılarak tespit edilir. Zeytinyağındaki başlıca sterol  $\beta$ -sitosterol (%75-90)'dür, bunu d5-avenasterol, kampesterol, stigmasterol takip etmektedir. Bitkisel yağlardaki sterol kompozisyonunun tespit edilmesi botanik orijininin belirlenmesi açısından oldukça önem taşımaktadır. Sterol kompozisyonu (brassikasterol, kampesterol, stigmasterol,  $\beta$ -sitosterol ve  $\Delta$ 7-stigmasterol) ile toplam sterol miktarı zeytinyağına diğer bitkisel yağların (pamuk, soya, mısır, ayçiçeği, fıstık, kolza, susam, fındık, vb.) karıştırılıp karıştırılmadığının en etkili göstergesidir. Her bitkisel yağın toplam sterol miktarı ve sterol kompozisyonu belirli değerler arasında olduğu için sterol analizi sayesinde çok düşük miktarlardaki yağışlar kolayca anlaşılabilir. Ayrıca, sterol analizi sayesinde zeytinyağına pirina yağının karıştırılıp karıştırılmadığının belirlenmesi amacıyla yapılan eritrodol ve uvaol gibi maddelerin varlığı



da tespit edilmektedir. Toplam sterol miktarı ve sterol kompozisyonu tayini TS EN ISO 12228'e, ISO 12228'e, AOCS Ch 6-91'e, IUPAC 2.403'e ya da COI/T.20/Doc. No. 10'a göre yapılabilir. Tablo 7.13'te zeytinyağlarına ait toplam sterol miktarı ve Tablo 7.14'te zeytinyağlarına ait sterol kompozisyonu görülmektedir.

### Deneyin Yapılışı

Belli bir gram yağ alınır, etanollü potasyum hidroksit ile sabunlaştırılır. Daha sonra sabunlaşmayan maddeler dietil eter ile ekstrakte edilir. Sabunlaşmayan kısmı alınır, ince tabaka kromatografisi (bazik silika jel plaka, 20x20 cm) ile sabunlaşmayan maddelerden steroller ayrılır. Ayırma ve yürütme işinde kullanılan hekzan, dietil eter (65:35, v/v)'dir. İnce tabaka kromatografisi sonucu ayrılan steroller, trimetil silil eterlere dönüştürülür ve gaz kromatografisi ile analiz edilir. Gaz kromatografisi çalışma şartları:

Fırın sıcaklığı : 260°C

Enjektör sıcaklığı : 280°C

Dedektör sıcaklığı : 290°C, FID (Alev iyonizasyon detektörü)

Taşıyıcı gaz tipi : Hidrojen, 30 ml/dakika

Hava akışı : 300 ml/dakika

Split oranı : 40: 1(40 ml/dakika)

Kolon : Supelco SPB-5, kapiler, 30 m x 0.25 mm id x 0.25 µm (maksimum T: 330°C)

Çalışma şekli : İzotermal

Gaz kromatografisi ile sterollerin tayini yapıldığında 16 adet sterol piki ve arkasından triterpenik alkollerin pikleri gelmektedir. Bu pikler çıkış sırasına göre; kolesterol,  $\alpha$ -kolestanol, brassikasterol, 24-metilen-kolesterol, kampesterol, kampestanol, stigmasterol,  $\Delta$ 7-kampesterol,  $\Delta$ 5-23-stigmastadienol, klorosterol,  $\beta$ -sitosterol, sitostanol,  $\Delta$ 5-avenasterol,  $\Delta$ 5-24-stigmastadienol,  $\Delta$ 7-stigmastenol,  $\Delta$ 7-avenastrol, eritrodiol ve uvaoldur.

Tablo 7.13. Zeytinyağlarına ait toplam sterol miktarı  
(Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2007/36)

Zeytinyağı çeşidi	Minimum mg/kg
Natürel Sızma Zeytinyağı	1000
Natürel Birinci Zeytinyağı	1000
Natürel İkinci Zeytinyağı	1000
Rafine Zeytinyağı	1000
Riviera Zeytinyağı	1000

Tablo 7.14. Zeytinyağlarına ait sterol kompozisyonu  
(Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2007/36)

Sterol kompozisyonu (%)	Natürel Sızma Zeytinyağı	Natürel Birinci Zeytinyağı	Natürel İkinci Zeytinyağı	Rafine Zeytinyağı	Riviera Zeytinyağı
Kolesterol	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Brassikasterol	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1
Kampesterol	≤ 4,0	≤ 4,0	≤ 4,0	≤ 4,0	≤ 4,0
Stigmasterol	Yemeklik zeytinyağlarındaki kampesterolden daha az				
Δ7-stigmastenol	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5
β-sitosterol+Δ5-avenasterol +Δ5-24-stigmastadienol+ klorosterol+sitostanol+Δ5-23- stigmastadienol	> 93,0	> 93,0	> 93,0	> 93,0	> 93,0

### Yağ Asitleri Kompozisyonu

Zeytinyağlarının yağ asidi kompozisyonları; saflık kriterleri arasında yer almakta olup; yağı oluşturan yağ asitleri yağ çeşitlerinde farklı miktarlarda bulunmakta ve zeytinyağı yağ asitlerindeki değişimler, olabilecek taşşışler hakkında bilgi vermektedir. Yağ asitleri kompozisyonu bitkisel yağların kendi çeşitleri arasında ve yetiştirildiği bölgeler hakkında da bilgi vermektedir. Ayrıca, yağ asitleri bileşenleri kullanılarak, doğal zeytinyağına rafine edilmiş zeytinyağı tahşışı saptanabilmektedir. Zeytinyağında bulunmayacak birtakım kimyasal maddeler, özel işlemler sırasında oluşabilir. Doğal zeytinyağlarında tüm yağ asitlerinin doğal bir sıralanışı vardır ama rafine işlemlerinden geçmiş yağlarda, yağ asitleri (cis) şeklinden (trans) şekline dönüşürler. Zeytinyağında oleik, linoleik, palmitik, stearik ve palmitoleik asit miktarları yüksek oranlarda bulunmaktadır. Linolenik, miristik, araşidik, gadoleik, behenik asit ve lignoserik asit miktarının yüksek olması diğer bitkisel yağların karıştırıldığına göstergesidir. Günümüzde, yüksek oleik asit içerikli ayçiçeği, kolza yağı üretimi söz konusudur, bu da yağ asitleri kompozisyonunu taşşışin belirlenmesinde önemini yitirmesine sebep olmaktadır. Yağ asitleri kompozisyonu gaz kromatografisi kullanılarak tespit edilir. Yağ asitleri kompozisyonu tayini TS 4504 EN ISO 5509 ve TS 4664 EN ISO 5508'e, ISO 5508: 1990/5509: 1999'a, IUPAC 2.301, 2.302 ve 2.304'e, AOCS Ch 2-91'e ya da COI/T.20/Doc. No. 24'e göre yapılabilir. Tablo 7.15'te zeytinyağlarına ait yağ asitleri kompozisyonu görülmektedir.

### Deneyin Yapılışı

Zeytinyağı örneğinin esterleştirilmesi için soğuk metilasyon yöntemi uygulanır. Metil esterlerine dönüştürülmesi için 0,1-0,2 g zeytinyağı örneğine 2 ml hekzan, 0,4

ml 2 N metanollü KOH eklenerek 1 dk çalkalanır, üst fazdan yaklaşık 2 µl alınarak gaz kromatografisi cihazına enjekte edilir. Gaz kromatografisi çalışma şartları:

Fırın sıcaklığı	: 100°C'den 175°C'ye 5°C/dak, 175°C'den 210°C'ye 10°C/dak, 210°C'de 15 dakika bekletilerek fırın programı gerçekleştirilir.
Enjektör sıcaklığı	: 220°C
Dedektör sıcaklığı	: 220°C, FID (Alev iyonizasyon dedektörü)
Taşıyıcı gaz tipi	: Hidrojen, 0,5 ml/dakika (sabit akış modeli)
Destek gazı (Make up)	: Azot , 24.5 ml/dakika
Split oranı	: 1/100

Elde edilen kromatogram aynı kromatografik şartlarda çalışılmış standart zeytinyağı yağ asitleri kromatogramı ile karşılaştırılarak yağ asitleri kompozisyonu çıkartılır.

Tablo 7.15. Zeytinyağlarına ait yağ asitleri kompozisyonu  
(Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2007/36)

Yağ asitleri kompozisyonu (%m/m, metil esterleri)	Natürel Sızma Zeytinyağı	Natürel Birinci Zeytinyağı	Natürel İkinci Zeytinyağı	Rafine Zeytinyağı	Riviera Zeytinyağı
Miristik asit	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Palmitik asit	7,5-20	7,5-20	7,5-20	7,5-20	7,5-20
Palmitoleik asit	0,3-3,5	0,3-3,5	0,3-3,5	0,3-3,5	0,3-3,5
Heptadekanoik asit	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,3
Heptadesenoik asit	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,3
Stearik asit	0,5-5,0	0,5-5,0	0,5-5,0	0,5-5,0	0,5-5,0
Oleik asit	55,0-83,0	55,0-83,0	55,0-83,0	55,0-83,0	55,0-83,0
Linoleik asit	3,5-21,0	3,5-21,0	3,5-21,0	3,5-21,0	3,5-21,0
Linolenik asit	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,0	1,0
Araşidik asit	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6
Gadoleik asit	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4
Behenik asit	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2
Lignoserik asit	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2

### Trans Yağ Asitleri İçeriği

Yağlarda yer alan yağ asitlerinin doğal formu cis konfigürasyonudur. Bununla birlikte geometrik izomer olan trans formuna; ham yağlarda da çok az miktarlarda rastlanabilmektedir. Rafinasyon işlemi sırasında (yüksek ısı ve basınca maruz kaldığında) cis formu trans formuna dönüşmektedir. Ancak ham olduğu ve rafinasyon işlemi görmediği belirtilen bir zeytinyağında doymamış trans yağ asidi miktarının fazla olması; zeytinyağının rafine bitkisel yağlar ile tağış edildiğini göstermektedir. Bu nedenle de zeytinyağlarında; C18:1 Trans ve C18:2 Trans+ C18:3 Trans toplamı değerleri saptanmaktadır. Trans yağlar kötü kolesterol olarak bilinen LDL kolesterolün artmasına, iyi kolesterol olarak bilinen HDL kolesterolün azalmasına sebep olmakta, ayrıca kan damarlarının iç çeperlerine olumsuz etki yapmakta ve diyabetin riskini arttırmaktadır. Trans yağ asitleri gaz kromatografisi kullanılarak tespit edilir. Trans yağ asitleri tayini TS EN ISO 15304'e, ISO 15304'e, AOCS Ce1f-96'ya ya da COI/T.20/Doc. No. 17'ye göre yapılabilir. Tablo 7.16'da zeytinyağlarına ait trans yağ asitleri içeriği görülmektedir.

### Deneyin Yapılışı

Zeytinyağı örneği Whatman-42 nolu süzgeç kağıdı üzerine konulan susuz sodyum sülfattan süzülerek esterleştirilmesi için soğuk metilasyon yöntemi uygulanır. Metil esterlerine dönüştürülen yağ örneklerinin yağ asitleri analizleri için gaz kromatografisi cihazına enjekte edilir. Gaz kromatografisi çalışma şartları:

Fırın sıcaklığı: 170-210°C programlı, 170-210°C arasında 2°C/dk artışlı 210°C'da 10 dakika bekletilerek fırın programı gerçekleştirilir.

Enjektör sıcaklığı	: 250°C
Dedektör sıcaklığı	: 250°C, FID (Alev iyonizasyon detektörü)
Taşıyıcı gaz tipi	: Helyum 0,5 ml/dakika (sabit akış modeli)
Hava akışı	: 300 ml/dakika
Destek gazı (Make up)	: Azot , 24.5 ml/dakika
Split oranı	: 1/100

Trans yağ asitlerinin teşhisinde, standart olarak bütirik asitten (C 4:0) nervonik asite (C 24:0) kadar içerisinde trans yağ asitlerinin de bulunduğu 37 yağ asidinin metil esterleri karışımı (Sigma-Aldrich Chemicals 189-19) kullanılabilir. Kromatogramdaki pikler, standarttaki bütün yağ asitlerinin metil esterlerinin alıkonma zamanları ile karşılaştırılarak teşhis edilir. Sonuçlar kalitatif değer olarak %yağ asidi üzerinden verilir.

Tablo 7.16. Zeytinyağlarına ait trans yağ asitleri içeriği  
(Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2007/36)

Zeytinyağı çeşidi	C 18:1T %	C 18:2 T + C 18:3 T %
Natürel Sızma Zeytinyağı	≤ 0,05	≤ 0,05
Natürel Birinci Zeytinyağı	≤ 0,05	≤ 0,05
Natürel İkinci Zeytinyağı	≤ 0,05	≤ 0,05
Rafine Zeytinyağı	≤ 0,20	≤ 0,30
Riviera Zeytinyağı	≤ 0,20	≤ 0,30

### ΔECN42-Gerçek ve Teorik ECN42 Trigliserit İçeriği Arasındaki Maksimum Fark

ECN kavramı eş değer karbon sayısını ifade etmektedir ve ECN:

$$ECN = \text{Karbon sayısı} - \text{çift bağ sayısı}$$

olarak hesaplanmaktadır. Eş değer karbon sayıları hesaplanarak tablolar halinde verilmektedir. Zeytinyağlarının doymamış yağ asitlerince zengin tohum yağları ile taşımasının belirlenmesinde kullanılmakta ve zeytinyağlarında tespit edilen analizlerin başında gelmektedir. Eşdeğer Karbon Ağırlığı (ECN) 42 olan trigliseritlerin yağ asidi kompozisyonundan hesaplanan teorik ve gerçek trigliserit kompozisyonu yoluyla bulunan gerçek miktarları arasındaki farktır. Üç aşamalı bir analizdir. Bu aşamalar:

1. Gaz kromatografisi ile yağ asitleri kompozisyonunun belirlenmesi
2. ECN42 ile trigliseritlerin teorik kompozisyonlarının hesaplanması
3. HPLC ile ECN42 ile trigliseritlerin belirlenmesi

Yüksek basınç sıvı kromatografisi (HPLC) ile tayin edilen, 42 eş değer karbon sayısı (ECN42) içeren trigliseritlerin içeriği ile ECN 42 içeren trigliseritlerin kuramsal içeriği (GLC ile tayin edilen yağ asitleri bileşimine dayalı olarak hesaplanmış), saf zeytinyağlarında belirli bir sınıır içinde birbirine karşılık gelir. Her bir yağ tipi için kabul edilen değerlerden daha fazla bir farklılık varsa bu, zeytinyağının tohum yağları içerdiğini göstermektedir. Trilinolein doğal olarak zeytinyağında bulunmayan bir trigliserit moleküldür ve özellikle ayçiçeği yağında bulunur. HPLC ile bu molekül direk olarak tespit edilebilmektedir. ΔECN 42 trigliserit tayini, TS 342'ye, AOCS 5b-89'a ya da COI/T.20/Doc. No. 20'ye göre yapılabilir. Tablo 7.17'de zeytinyağlarına ait ΔECN 42 değerleri görülmektedir.

### Deneyin Yapılışı

Zeytinyağı örneği kolon kromatografisi yöntemi ile saflaştırıldıktan sonra 10 ml'lik ölçülü balona, 0,5 g ± 0,001 g numune tartılarak ve ölçülü balonun işaret çizgisine kadar çözücüsü aseton ile tamamlanarak analiz edilecek olan numunenin %5'lik bir çözeltisi hazırlanır ve 10 µl enjekte HPLC sistemine enjekte edilir. HPLC çalışma şartları:

Hareketli faz : Asetonitril + aseton karışımı (50:50), 1,5 ml/dakika

Kolon : Oktadesilsilan şeklinde %22-23 karbonlu 5 µm çapındaki silika parçaları dolgulu, 250 mm x 4,5 id, [Örneğin, Lichrosorb (Merck) RP 18, Art 503331 veya Lichrosphere (Merck) 100 CH18 Art 503771 veya eş değeri].

Çalışma şekli : İzokritik

Detektör tipi : Diferansiyel refraktometre (Tam ölçek duyarlılığı en az 10-4 kırılma indisi birimi olmalıdır.)

Referans trigliseritler, ticari trigliseritler (tripalmitin, triolein, vb.) kullanılabilir ve daha sonra eş değer karbon sayılarına göre alıkonma süreleri grafiğe geçirilebilir veya alternatif olarak, 30:70'lik soya yağı-zeytinyağı karışımı ve saf zeytinyağı ile elde edilen referans kromatogramlar kullanılabilir. Alan normalizasyonu yöntemi kullanılır; yani, ECN 42'den ECN 52'ye kadar olan trigliseritlere karşılık gelen piklerin alanlarının toplamının %100 olduğu varsayılır. Her bir trigliseritin bağlı yüzdesi aşağıdaki bağıntı kullanılarak hesaplanır.

Hesaplama:

$$\% \text{ trigliserit} = \frac{\text{pik alanı} \times 100}{\text{pik alanlarının toplamı}}$$

Tablo 7.17. Zeytinyağlarına ait ΔECN 42 değerleri  
(Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2007/36)

Zeytinyağı çeşidi	Maksimum ΔECN 42
Natürel Sızma Zeytinyağı	0,2
Natürel Birinci Zeytinyağı	0,2
Natürel İkinci Zeytinyağı	0,2
Rafine Zeytinyağı	0,3
Riviera Zeytinyağı	0,3

### Trigliseritlerin 2.Pozisyonlu Palmitik ve Stearik Asit Toplamı

Doymuş yağ asitlerinin [2. pozisyonlu palmitik (16:0) ve stearik (18:0) asitin] 2. pozisyonlu toplam yağ asitlerine oranıdır. Doğal olarak natürel zeytinyağlarının trigliserit molekülündeki orta karbon (2 ya da β formu) her zaman oleik ya da linoleik asit gibi doymamış yağ asitlerini içermektedir. Bu pozisyonda doymuş yağ asitlerinin tespiti zeytinyağının esterifikasyona uğramış yağlarla karıştırıldığına göstergesidir. Esterifiye yağların tespiti için oldukça uygun bir yöntemdir. Trigliseritlerin 2. pozisyonlu palmitik ve stearik asit toplamı tayini, TS 7163 EN ISO 6800'e, IUPAC No. 2.210'a, ISO 6800'e ya da AOCS Ch 3-91'e göre yapılabilir. Tablo 7.18'de zeytinyağlarına ait trigliseritlerin 2. pozisyonlu palmitik ve stearik asit toplam değerleri görülmektedir.

### Deneyin Yapılışı:

Serbest yağ asitliği %3'ün üzerinde olan zeytinyağları öncelikle nötralizasyon işlemine tabi tutulur. 1 g yağ örneği (serbest yağ asitliği %3'ün altında) 500 mg silica gel SPE kartuştan geçirilir ya da kolon kromatografisi ile saflaştırılır. SPE kartuş yağ geçirilmeden önce 3 ml n-hekzan ile yıkanır. Örnek süzöldükten sonra 4 ml n-hekzan/dietil eter 9/1 (v/v) ile seyreltilir. 10 ml tüpe alınır ve azot altında buharlaştırılır. Kalan madde pankreatik lipaz ile hidroliz edilir. 0,1 g saflaştırılmış yağ santrifüj tüpüne konur, üzerine 2 ml tris (hydroxymethyl) aminomethan (1M, pH'i 8 HCl ile ayarlanmış) ve 0,5 ml %0,1 sodyum kolat ve 0,2 ml %22'lik kalsiyum klorid çözeltisi eklenerek iyice çalkalanır.  $40 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ 'deki su banyosuna ağzı kapatılarak konur. 20 mg lipaz eklenerek çalkalanır ve 2 dakika su banyosunda bekletildikten sonra, 1 dakika kuvvetlice çalkalanır ve soğumaya bırakılır. 1 ml dietil eter eklenir ve çalkalanır. Santrifüj edildikten sonra, eter kısmı temiz bir tüpe alınır. Bu çözeltiden 100 µL alınarak 10 ml konik tabanlı tüpe aktarılır, azot gazı altında buharlaştırılır, 200 µL silanizasyon ajanı (pyridine/hexamethyldisilazane, trimethylchlorosilane 9/3/1 (v/v/v)) eklenir, ağzı kapalı bir biçimde 20 dakika tutulur. 20 dakika sonunda 5 ml n-hekzan ilave edilir, karıştırılır ve 0,5-1 µl gaz kromatografisi cihazına enjekte edilir. Gaz kromatografisi çalışma şartları:

Fırın sıcaklığı : 60-340°C programlı, 60°C'de 1°C, 15°C/dk artışlı 180°C, 5°C/dk artışlı 340°C, 340°C'de 13 dakika bekletilerek fırın programı gerçekleştirilir.

Enjektör sıcaklığı : 68°C

Dedektör sıcaklığı : 350°C, FID (Alev iyonizasyon detektörü)

Taşıyıcı gaz tipi : Helyum ya da hidrojen 0,5 ml/dk (sabit akış modeli)

Aynı kromatografik şartlar altında standart çözeltiler enjekte edilir ve örnekteki 2. pozisyonlu palmitik ve stearik asitler belirlenir yüzdesi hesaplanır.

Hesaplama:

$$\% 2. \text{ pozisyonlu palmitik ve stearik asitler} = \frac{\text{pik alanı} \times 100}{\text{pik alanlarının toplamı}}$$

Tablo 7.18. Zeytinyağlarına ait trigliseritlerin 2. pozisyonlu palmitik ve stearik asit toplam değerleri (Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2007/36)

Zeytinyağı çeşidi	Maksimum %
Natürel Sızma Zeytinyağı	1,5
Natürel Birinci Zeytinyağı	1,5
Natürel İkinci Zeytinyağı	1,5
Rafine Zeytinyağı	1,8
Riviera Zeytinyağı	1,8

### Eritrodiol ve Uvaol Miktarı

Eritrodiol ve uvaol zeytinyağında bulunan önemli iki terpenik alkoldür. Bu grubun başlıca bileşeni iseritrodioldür ve *homoolestranol* olarak da isimlendirilir. Bu bileşenler çoğunlukla meyvenin dış kabuğunda bulunmaktadır. Zeytinyağlarında yer alan eritrodiol ve uvaol miktarları toplamı zeytinyağına pirina yağı taşımasının belirlenmesinde kullanılmaktadır. Eritrodiol ve uvaol miktarı tayini, IUPAC No. 2.431'e göre yapılabilir. Tablo 7.19'da zeytinyağlarına ait eritrodiol ve uvaol toplam değerleri görülmektedir.

### Deneyin Yapılışı:

Zeytinyağının sterol kompozisyonu tayini yapılarak sterol kompozisyonu çıkarılır. Toplam steroller içinde toplam eritrodiol ve uvaol yüzdesi hesaplanır.

Tablo 7.19. Zeytinyağlarına ait eritrodiol ve uvaol toplam değerleri  
(Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2007/36)

Zeytinyağı çeşidi	%
Natürel Sızma Zeytinyağı	≤4,5
Natürel Birinci Zeytinyağı	≤4,5
Natürel İkinci Zeytinyağı	≤4,5
Rafine Zeytinyağı	≤4,5
Riviera Zeytinyağı	≤4,5

### Alifatik Alkoller

Toplam alifatik alkoller, natürel zeytinyağında oldukça az miktarda bulunması-na karşın, alifatik alkollerin zeytin kabuğunda oldukça fazla bulunmasından dolayı pirina yağında yüksek oranda bulunmaktadır. Toplam alifatik alkoller sabunlaşmayan maddelerin bileşiminde yer alır. Kuru iklimsel koşullar ve yüksek sıcaklık, zeytinyağındaki alkanol miktarının artmasına neden olmaktadır. Zeytinyağıdaki mevcut başlıca lineer alifatik alkoller heksakosanol, oktakosanol, tetrakokanol ve dekoko-kanoldür. Gaz kromatografisi ile tespit edilmektedir. Alifatik alkol miktarı tayini, COI/T.20/Doc. No. 26'ya göre yapılabilir. Preslenmiş zeytinyağlarında toplam alifatik alkol miktarı 350 ppm'i geçmemelidir. Toplam alifatik alkol miktarı tayini uluslararası standartlardan çıkartılmıştır. 2002 yılından beri ham zeytinyağlarında (lampant) yapılmaktadır.

### Vaks Miktarı

Zeytinyağlarına pirina yağının ve diğer rafine tohum yağlarının taşımasının tes-pitinde yararlanılan bir analizdir. Bu analizin sonucunda zeytinyağında yer alan C40, C42, C44 ve C46 karbon sayılı alifatik vakslarının miktarları tespit edilmektedir. Vakslar, tüm bitkisel yağların kendi iç tepkimeleriyle oluşmuş daha büyük mole-küllerdir ve zeytinyağı içeriğinden kolay kolay uzaklaştırılmazlar. Normal zeytin-



yağı uzun süre bekletildiğinde bozunma tepkimeleri (oksidasyon), iç tepkimelerin önündedir. Bu nedenle peroksit yükselirken vakslardaki artış aynı oranda olmayabilir. Vaks miktarı, kolon kromatografisi ile yağ örneğinde vakslar ayrıldıktan sonra gaz kromatografisi ile belirlenir. Vaks miktarı tayini, TS 342'ye, AOCS Ch 8-02'ye ya da COI/T.20/Doc. No. 18'e göre yapılabilir. Tablo 7.20'de zeytinyağlarına ait vaks miktarı görülmektedir.

### Deneyin Yapılışı:

Zeytinyağına uygun iç standardın ilâve edilmesi, daha sonra bir sulu silika jel kolon kromatografisi ile kısımlara ayrılmasıdır. Deney koşullarında ayrılan ilk kısmın (bu kısmın polaritesi trigliseritlerinkinden daha düşüktür) alınması ve daha sonra kapiler gaz kromatografisi ile analiz edilmesidir.

%2 su içeren 15 g silika jel (70 mesh-230 mesh. Silika jel 4 h süre ile 500°C'deki fırında tutulur, soğutulur ve daha sonra kütlece %2 oranında su ilave edilir. Karışımın homojen olması için iyice çalkalanır. Kullanımdan önce 12 saat süre ile karanlıkta bekletilir) susuz n-hekzan ile süspansiyon haline getirilir ve kolona aktarılır, kendiliğinden yerleşmeye bırakılır. Ayrılan kromatografik kısmın daha homojen olmasını sağlamak için yerleşme işlemi bir çalkalayıcı yardımıyla tamamlanır. Hazırlanan bu kolondaki safsızlıkların ayrılması için kolondan 30 ml n-hekzan geçirilir. 25 ml'lik erlen içine 500 mg numune tartılır ve tahmini mumsu maddeler içeriğine bağlı olarak; örneğin zeytinyağı için 0,1 mg lauril araşidat [heksanda, %0,1 (m/v)'lik] iç standart çözeltisi, pirina yağı için 0,25 mg - 0,50 mg lauril araşidat iç standart çözeltisi ilave edilir. Hazırlanan numune 2 ml'lik iki kısım halinde n-hekzan yardımı ile kromatografik kolona aktarılır. Ayırma çözücüsünün akışı, emici maddenin üst seviyesinin 1 mm üzerinde kalacak şekilde sağlanır. Daha sonra kromatografik ayrılmaya başlanır; her 10 saniyede yaklaşık 15 damla akış hızında (2,1ml/dakika) n-hekzan/etil eter karışımından (99:1) 140 ml biriktirilir. Toplanan kısım bir döner buharlaştırıcıda hemen hemen tamamen kuruluğa kadar buharlaştırılır. Ayırma çözeltisinin son 2-3 ml'si zayıf azot gazı akışında uzaklaştırılır, daha sonra 10 ml n-heptan ilave edilir. 10 µl'lik mikroşırınga ile çözeltiden 1 µl alınır ve cihaza enjekte edilir. Gaz kromatografisi çalışma şartları:

Fırın sıcaklığı: Başlangıçta 80°C'den dakikada 30°C artışla 120°C'ye, daha sonra dakikada 5°C artışla 340°C'ye yükselecek şekilde programlanır.

Enjektör sıcaklığı : 250°C

Dedektör sıcaklığı : 350°C, FID (Alev iyonizasyon detektörü)

Taşıyıcı gaz tipi : Hidrojen doğrusal hızı, 20 cm/s-35 cm/s.

Kolon : 10 m-15 m uzunlukta, 0,25 mm-0,32 mm iç çaplı, iç kısmı SE-52 ya da SE-54 veya eş değeri bir sıvı faz ile 0,10 µm-0,30 µm arasında

Hava akışı : 300 ml/dakika

Aynı koşullar altında analiz edilmiş mumsu maddelerin karışımlarının bilinen alıkonma süreleri ile karşılaştırılarak, pikler alıkonma sürelerinden tespit edilir. Her bir esterinin mumsu madde içeriği, E, yağın kilogramı başına miligram olarak aşağıdaki bağıntıyla hesaplanır.

Hesaplama:

$$E = \frac{Ax \times ms \times 100}{As \times m}$$

Ax : Her bir esterinin pikine karşılık gelen alan, mm<sup>2</sup>,

As : Lauril araşidat pikine karşılık gelen alan, mm<sup>2</sup>,

ms : Lauril araşidatın kütlesi, mg,

m : Tayin edilecek numunenin kütlesi, g

Tablo 7.20. Zeytinyağlarına ait vaks miktarı  
(Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2007/36)

Zeytinyağı çeşidi	mg/kg
Natürel Sızma Zeytinyağı	≤ 250
Natürel Birinci Zeytinyağı	≤ 250
Natürel İkinci Zeytinyağı	≤ 250
Rafine Zeytinyağı	≤ 350
Riviera Zeytinyağı	≤ 350

### UV Işığında Özgül Soğurma Değerleri

Natürel zeytinyağına rafine zeytinyağının karıştırılıp karıştırılmadığının belirlenmesi amacıyla yapılan analizlerden biridir. 270 nm'de absorpsansı konjuge trienlerden kaynaklanmaktadır. Benzer olarak ΔK değeri de rafine yağların saptanmasında belirlenir (Bu analiz zeytinyağlarının kalite kriterleri bölümü içerisinde detaylı olarak verilmiştir).

### Stigmastadien Miktarı

Stigmastadien, rafinasyon sırasında önemli ölçüde ağartma toprağı ile işleme ve sonrasındaki ısıt işlemler sırasında oluşmaktadır. Doğal zeytinyağında hiçbir zaman yüksek sıcaklık ve uzun süre ile ısıt işlem bulunmamaktadır. Rafinasyon işlemi bir dizi ısısal işlem gerektirdiğinden rafine yağlarda stigmastadien miktarında artışlar gözlenmektedir. Zeytinyağlarına rafine bitkisel yağların tağışının belirlenmesinde stigmastadien miktarının tesbiti önemli rol oynamaktadır. Rafinasyon sırasında sterollerin özellikle β-sitosterol'un dehidrasyonu sonucu stigmastadien hidrokarbonu formuna dönüşmektedir. Steroidal hidrokarbonlar, kolesta 3,5 dien, kampesta 3,5 dien ve stigmastadien, küçük miktardaki izomerleri ile birlikte sterol kaynaklıdır. Bu

yöntemle, zeytinyağına ilave edilen rafine edilmiş %1 ayçiçek yağı, %1 kolza yağı ve %1'den az soya yağı tespit edilebilir. Stigmastadien miktarı tayininde, öncelikle stigmastadien yağdan ayrıştırılır ve gaz kromatografisi ile belirlenir. Stigmastadien miktarı tayini IUPAC No. 2.431'e, COI/T.20/Doc. No. 11 ya da EN ISO 15788-1'e göre yapılabilir. Tablo 7.21'de zeytinyağlarına ait stigmastadien miktarı görülmektedir.

### Deneyin Yapılışı:

Kolon kromatografisi ile zeytinyağı içerisindeki stigmastadienler ayrılır. Gaz kromatografi cihazına 1 µl enjektör edilir. Gaz kromatografisi çalışma şartları:

- Fırın sıcaklığı : 235°C'de 6 dakika beklenir, sonra dakikada 2°C artışla 285°C'ye yükselecek şekilde programlanır.
- Enjektör sıcaklığı : 300°C
- Dedektör sıcaklığı : 320°C, FID (Alev iyonizasyon dedektörü)
- Taşıyıcı gaz tipi : Hidrojen ya da helyum, 80 ya da 120 kpa basınçta
- Kolon : SPB5 (0,25 mm i.d.x 25 m, %5-phenylmethylsilicone ile kaplanmış, 0,25 mm film)
- Split oranı : 1/15

Gaz kromatografi cihazından elde edilen kromatogram değerlendirilerek iç standart yöntemi ile mg/kg cinsinden stigmastadien pikleri toplamı bulunur. Buradan hesaplama ile örnekteki stigmastadien miktarı saptanır.

Hesaplama:

$$\text{Stigmastadien mg/kg} = \frac{A_s \times M_c}{A_c \times m}$$

$A_s$  : Stigmastadien pikine/piklerine karşılık gelen alan, mm<sup>2</sup>,

$A_c$  : kolestadien pikine karşılık gelen alan, mm<sup>2</sup>,

$M_c$  : Eklenen standardın kütlesi, mg,

$m$  : Tayin edilecek numunenin kütlesi, g

Tablo 7.21. Zeytinyağlarına ait stigmastadien miktarı  
(Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2007/36)

Zeytinyağı çeşidi	mg/kg
Natürel Sızma Zeytinyağı	≤ 0,15
Natürel Birinci Zeytinyağı	≤ 0,15
Natürel İkinci Zeytinyağı	≤ 0,15
Rafine Zeytinyağı	-
Riviera Zeytinyağı	-

### Tokoferol Miktarı

Zeytinyağının başka yağlarla karıştırılması, yani tağışı son derece kolaydır. Fiyatının ucuz olmasından dolayı pamuk yağı ya da zeytinyağına benzer yapısından dolayı fındık yağı kullanılmaktadır. Pamuk yağı, renk olarak uymaktadır. Fındık yağı da kimyasal kompozisyonu bakımından zeytinyağına benzer yapı göstermektedir. Bu nedenle de saptanması oldukça zor olmaktadır. %5 ya da daha az oranda fındık yağı eklendiğinde, bu tağışı saptamak çok zordur. Bunun için IOOC kimyacıları bazı metotlar önermektedir. Bu metotlar:

1. Evrensel metot: Yağ asitleri ve trigliseritlerin (propionitril metodu) saptanmasına dayanan metottur. Deneyler sonucunda elde edilen veriler özel bir bilgisayar programında analiz edilir ve zeytinyağının gerçek olup olmadığı saptanır.
2. Örnek gösterilen metot: Yağ asitleri ve trigliseritlerin saptanmasına dayanan metottur. Deneyler sonucunda elde edilen veriler 1. metotta bahsedilen bilgisayar programından farklı bir programda analiz edilerek zeytinyağının gerçek olup olmadığı saptanır.
3. Serbest ve esterifiye steroller metodu: Bu metot da serbest ve esterifiye sterollerin saptanmasına dayanan bir metottur. Formül kullanılarak zeytinyağının gerçek olup olmadığı saptanır.

Zeytinyağlarına fındık yağı tağışını belirlemekte kullanılabilecek yöntemlerden biri de zeytinyağının tokoferol içeriğini belirlemektir. Fındık yağının tokoferol içeriği zeytinyağına göre oldukça fazladır. Tokoferollerin tayini, TS 5036'ya ya da göre IUPAC 2.404'e göre yapılabilir. HPLC kullanılarak ile zeytinyağındaki tokoferoller tespit edilir.

### Deneyin Yapılışı

1 g zeytinyağı örneği 10 ml asetonda çözülerek HPLC'ye enjekte edilir. HPLC çalışma şartları:

Hareketli faz : %48 asetonitril, %48 metanol, %4 su Asetonitril + 0,02 ml kadar fosforik asit 1.5 ml/dakika

Kolon : Oktadesilsilan şeklinde %22-23 karbonlu 5 µm çapındaki silika parçaları dolgulu, 250 mm x 4,5 id, (Örneğin, Lichrosorb (Merck) RP 18, Art 503331 veya Lichrosphere (Merck) 100 CH18 Art 503771 veya eş değeri).

Çalışma şekli : İzokritik

Dedektör tipi : UV dedektör, 295 ya da floresans dedektörü (Ex: 295 nm, Em: 330nm) kullanılabilir.

Aynı koşullar altında analiz edilmiş tokoferol karışımlarının bilinen alıkonma süreleri ile karşılaştırılarak, pikler alıkonma sürelerinden tespit edilir ve tokoferol miktarı hesaplanır.

## KAYNAKLAR

- Anon. 1989. Codex Standard for Olive Oil, Virgin and Refined and for Refined Olive-Pomace Oil.
- Anon. 1995. *The Olive Tree, The Oil, The Olive*. IOOC Publications.
- Anon.2008. IOOC Standards. <http://www.internationaloliveoil.org>.
- Christopoulou, E. 2008. Analytical Criteria For Quality And Purity Evaluation Of Olive Oil. <http://www.aocs.org/archives>.
- Dıraman, H. ve Hışıl Y. 2005. Ege Bölgesi'nde İki Farklı Kampanya Döneminde Üretilen Rafine Zeytinyağlarında ve Rafine Yemeklik Pirina Yağlarında *Cis-Trans* Yağ Asitleri Üzerine Bir Çalışma. Gıda Kongresi 2005, 19-21 Nisan, 2005 Bornova-İzmir. Kongre Poster Bildiriler Kitabı Sayfa: 25-28. Bornova-İzmir.
- Ersoy, B. 2000. Zeytinyağı Elde Edilmesinde Yapılan Hatalar, Zeytinyağı Kalitesinin İyileştirilmesi. Zeytinyağı Teknolojisi Kursu, Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı. Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Bornova-İzmir
- Gümüşkesen, A.S. 1999. *Bitkisel Yağ Teknolojisi*. Asya Tıp Yayıncılık, İzmir.
- Gümüşkesen, A.S., Yemişçioğlu, F., Tibet, Ü. ve Çakır, M. 2003. Türkiye'deki Bazı Zeytin Çeşitlerinden Elde Edilen Zeytinyağlarının Bölgesel Olarak Karakterizasyonu. I. Zeytinyağı Ve Sofralık Zeytin Sempozyumu Bildirileri, İzmir.
- Kara, H., Şahin, M., Yıldız, M. ve Kulu, M. 2005. Yağ Kalitesinin Tayininde Kromatografik Yöntemler. Zeytinyağı ve Pirina Yağı Sempozyum ve Sergisi, Kasım 2005, İzmir.
- Laleli, Y. 2008. Zeytinyağın Kalitesine Etki Eden Faktörler ve Tağşiş. T.C. Adana Valiliği Doğu Akdeniz Bölgesi, Zeytin & Zeytinyağı Zirvesi.
- Tibet, Ü. 2005. Natürel Zeytinyağlarının Kalitesine Etki Eden Faktörler. Zeytinyağı ve Pirina Yağı Sempozyum ve Sergisi, Kasım 2005, İzmir.
- Tibet, Ü. 2005. Tağşiş Saptama Yöntemleri. Zeytinyağı ve Pirina Yağı Sempozyum ve Sergisi, Kasım 2005, İzmir.
- Tiryaki, G.T. ve Köseoğlu, O. 2003. Üç-Fazlı Kontinu Sistem Zeytinyağı Üretiminde HACCP'e Giriş: Tehlike Analizi. I. Zeytinyağı ve Sofralık Zeytin Sempozyumu Bildirileri, İzmir.
- Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği 2007/36.
- Ünsal, A. 2007. *Ölmez Ağacın Peşinde-Türkiye'de Zeytin ve Zeytinyağı*. Yapı Kredi Yayınları.
- Yılmaz, E. ve Öğütçü, M. 2005. Sterol Konsantrasyonu ve Kompozisyonunun Zeytinyağı Kalitesine Etkileri. Zeytinyağı ve Pirina Yağı Sempozyum ve Sergisi, Kasım 2005, İzmir.

Gülgün Yıldız Tiryaki<sup>1</sup>

Zeytinyağı sektörünü etkileyen en önemli faktörlerin başında kalite gelmektedir. Son yıllarda dünya zeytinyağı tüketiminde kaliteye giderek daha fazla önem verildiği bilinmektedir. Gerek Avrupa Birliği (AB) ve gerekse diğer gelişmiş ülkeler tüm tarımsal ürünlerde olduğu gibi zeytinyağı konusunda da politika olarak kaliteyi temel almaktadır. Bu nedenle coğrafi işaret ile organik ürün logosuna sahip olan zeytinyağları ve natürel sızma zeytinyağı tüketim tercihleri de giderek artmaktadır.

Günümüzde zeytinyağı piyasasında anahtar sözcüğün kalite olduğuna işaret eden uzmanlar, zeytinyağı talebinin birçok faktöre bağlı olmakla birlikte bölgesel/geleneksel faktörler, kültürel faktörler, damak tadı alışkanlıkları ve sağlık etkeni gibi faktörlerin zeytinyağı talebi konusunda öne çıkan ve genellikle de birbirleriyle bağlantılı olan dört ana faktör olduğunu da vurgulamışlardır. Üretimi yapılan zeytinyağlarının mutlak suretle yukarıda belirtilen dört etken tarafından yönlendirilen tüketicilerin istediklerini karşılama gerekmektedir. Bu talepleri karşılamanın etkili yolu kaliteden geçmektedir.

Zeytinyağı üretim maliyetleri ve kendisine özgü nitelikleri, özellikle duyuusal (organoleptik) özellikleri ve beslenme değeri nedeniyle diğer birçok bitkisel yağlardan daha pahalıdır. Bu durum hem zeytinyağının nitelikleri ile bu niteliklerin belirlenmesine yönelik analiz yöntemleriyle ilgili düzenlemeleri hem de spesifik etiketleme kurallarını da içeren yeni pazarlama standartları belirlenmesini gerekli kılmaktadır.

İlgili düzenlemelerin (standartlar, mevzuatlar vb.) varlığı ve bunların titizlikle uygulanması, piyasaya sunulan yağların saflığının temin edilmesine, satılan zeytinyağlarının güvenilirliğinin garanti altına alınmasına, tüketicilerin yanlış yönlendirilmesini engelleyerek tüketici haklarının korunmasına ve böylelikle birey ve toplum sağlığının iyileştirilmesine çok önemli katkılar sağlayacaktır.

## 8.1. ULUSAL DÜZENLEMELER

Ülkemizde zeytinyağı konusunda geçerli 2 ayrı mevzuat bulunmaktadır. Yemeklik Zeytinyağı Standardı 1967 yılında zorunlu uygulamaya konulmuş olup 25.04.1998 yılında Tarım Bakanlığı tarafından iç piyasada uygulamaya konulan 'Yemeklik Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği'ne kadar devam etmiş bu tarihten sonra iç piyasada Tebliğ, ihracatta ise TS 341 uygulanmaya devam etmiştir. Zeytinyağı ve

<sup>1</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

pirina yağlarını üreten ve satan iş yerleri; tescil ve izin, ithalat, iş yerleri kontrol ve denetimi sırasında bu Tebliğ hükümlerine uymakla yükümlüydüler. Bu Tebliğ ile "TS 341 Yemeklik Zeytinyağı" ve "TS 5269 Rafine Pirina Yağı" mecburi uygulamadan kaldırılmıştır. Revize Edilen "TS 341 Yemeklik Zeytinyağı Standardı" ve "TS 342 Yemeklik Zeytinyağı-Muayene ve Deney Yöntemleri Standardının Dış Ticarete Zorunlu Uygulamaya Konulmasına İlişkin Tebliğ" (Tebliğ No: 2004/30) 03.06.2004 tarihinde yayımlanmıştır.

Standartların hazırlanmasında ülke şartları, can ve mal güvenliği, gümrük birliği, üretim ve ihracatı geliştirme, ithalatı denetleme, tüketici meseleleri, kalite ve çevre konularına öncelik ve önem verilerek yayımlanmış uluslararası ve bölgesel standartlar ile diğer gelişmiş ülkelerin standartları esas alınmaktadır. Uluslararası standartlarla uyum ve ülke gerçeklerinin dikkate alınması büyük önem taşımaktadır. Standart ve Tebliğlerin revizyon çalışmalarında İzmir İhracatçı Birlikleri ve Ticaret Borsası'nın önderliğinde görev yapan ve bütün sektör temsilcilerini (ihracat ve üretim yapan firmalar), sanayi ve ticaret odası meslek komitesi temsilcilerini, ilgili kamu kurum ve kuruluşları (Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, Tarım İl Müdürlüğü) ile gıda mühendisliği temsilcilerinden oluşan zeytin ve zeytinyağı kimyası alt komitesi tarafından genel bir konsensüs ile görüş hazırlanmakta ve Ankara'da takibi yapılmaktadır. Bu mevzuatların büyük bir kısmı uluslararası mevzuatlarla uyumludur. AB'ne giriş süreci içinde zeytin ve zeytinyağı sektörü AB ile uyumlu ender sektörlerden birisidir. 03.06.2004 tarihinde yayımlanan 2004/30 nolu Tebliğ ile dış ticarete zorunlu uygulamaya konulan revize edilen "TS 341 Yemeklik Zeytinyağı Standardı", "TS 342 Yemeklik Zeytinyağı-Muayene ve Deney Yöntemleri Standardı" ve 03.08.2007 tarihinde yürürlüğe giren 2007/36 nolu Tebliğ; sınıflandırma, fiziksel ve kimyasal özellikleri açısından hem birbirleri ile hem de büyük çapta uluslararası standartlarla uyumludur.

Ülkemiz koşulları değerlendirilerek AB uyumu çerçevesinde 16.11.1997 tarihli ve 23172 mükerrer sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği"ne göre Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından hazırlanan toplam 21 maddeden oluşan "Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği" (Tebliğ No: 2007/36), 03.08.2007 tarihinde Resmî Gazete'nin 26602 sayısında yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu Tebliğ 03.04.2002 tarih ve 24715 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan teknik mevzuatın ve standartların Türkiye ile AB arasında bildirimine dair yönetmelik kapsamında Avrupa Birliği Komisyonu'na bildirilmiştir. 2007/36 nolu Tebliğ ile 25.04.1998 tarihli ve 23323 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe giren "Türk Gıda Kodeksi Yemeklik Zeytinyağı ve Yemeklik Pirina Yağı Hakkında Tebliği" (Tebliğ No:98/7) ve 01.02.2000 tarihinde yayımlanan "Türk Gıda Kodeksi Yemeklik Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği"nde değişiklik yapılması hakkında Tebliğ'i yürürlükten kaldırılırken, bu alanda faaliyet gösteren firmalara bir yıl uyum süresi verilmiştir. Halen faaliyet gösteren ve bu Tebliğ kapsamındaki ürünleri üreten ve satan iş yerleri bu Tebliğ'in yayımı tarihinden itibaren bir yıl içinde bu Tebliğ hükümlerine uymak zorundadırlar.

03.08.2007 tarihinde 26602 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan "Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği"(Tebliğ No: 2007/36) ile natürel sızma zey-

tinyağının serbest yağ asitliği AB ve uluslararası zeytinyağı konseyi standartlarında olduğu gibi 1,0'den 0,8'e düşürülerek bu konuda da uyum sağlanmıştır.

Zeytinyağlarının sınıflandırılmasında, zeytinyağlarının analitik özellikleri ve serbest asitliği yanında duyuşal özellikleri de oldukça önemlidir. Duyuşal özellikler denilince koku, tat, temas hisleri, kinestetik hisler, lezzet, görünüş ve renk gibi duyuşlarımızla algılanan özellikler anlaşılmaktadır. Zeytinyağı duyuşal olarak değerlendirilirken önce kokusu sonra tadı, lezzeti ve genel uyumuna bakılır. Yağları hoş gitmeyen yapan özellikler, yağlarda kusurlar olarak adlandırılır. Analitik değerleri uygun olduğu halde duyuşal özellikleri kusurlu olan yağlara piyasada çokça rastlanmaktadır. Duyuşal değerlendirme metodu panel test sistemi ile yapılmaktadır. Burada natürel zeytinyağlarında kusurlar ile olumlu kabul edilen özellikler, algılanan koku veya tattaki şiddete göre değerlendirmeye alınmaktadır. Metot, natürel zeytinyağında kusurların tespiti ve değerlendirilmesi esasına dayanmaktadır.

"Natürel zeytinyağlarının duyuşal olarak değerlendirilmesi" metot çalışması Uluslararası Zeytinyağı Konseyi'nin öncü 6 ülkeden (İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, Fransa, Portekiz) 9 laboratuvarındaki proje sorumlularının eğitimi ile başlamış ve proje çalışmaları 1991 yılına kadar devam etmiştir. Oluşturulan bu metot 1992-1996 yıllarında revize edilmiş; uluslararası kabulü ile uygulamaya sunulmuştur. Metotta, duyuşal analiz için genel sözlük, zeytinyağı için özel sözlük, yağ tadım kapları, tadım odası ve gerekli düzenekler, zeytinyağı tadımcılarının (panel) seçimi ve eğitimleri konuları yer almaktadır.

Duyuşal değerlendirme kriterlerimizin bulunmaması, sınıflandırmada hem tariflerin eksik yapılmasına ve hem de yenilebilir zeytinyağının ne olması gerektiğinin kamuoyu önünde yanlış anlaşılmasına neden oluyordu. AB ile uyum doğrultusunda ihtiyaç duyulan en önemli değişiklik olan duyuşal özelliklerin tespitini de içeren 03.08.2007 tarihli 2007/36 nolu Tebliğ ile natürel zeytinyağları ile ilgili duyuşal özelliklere uyum için de 3 yıllık geçiş süresi tanınmıştır.

Bir önceki Tebliğ'de yer alan tanımdan farklı olarak "yemeklik" ifadesinin çıkarıldığı görülmektedir. Burada "yemeklik" terimi Madde 1'den kaldırılarak önemli bir kapsam genişletilmesi sağlanmıştır. Çünkü yemeklik teriminden anlaşılan şey, öncelikle yağın yemekte kullanılabilirliğidir. Oysa gıda olarak tüketim kavramı çok daha geniştir. 2007/36 nolu Tebliğ'in 2. maddesinde kapsamı "Gıda olarak tüketime uygun olan zeytinyağları ve pirina yağlarını kapsar." şeklinde yer almaktadır.

Tebliğ'in 4. maddesinde yapılan tanımların sırası değiştirilmiş olup eski metinde sıralama; (a) Zeytinyağı, (b) Çeşnili zeytinyağı, (c) Pirina yağı biçiminde iken, yeni metinde a-Pirina yağı, b-Zeytinyağı biçiminde yapılmış, hem pirina yağı hem de zeytinyağı tanımları genişletilerek çeşitler artırılmış, bu açıdan çeşnili zeytinyağı da b maddesindeki zeytinyağı tanımı içinde verilmiştir.

2007/36 nolu Tebliğ kapsamındaki ürünlere ait özellikler Madde 5'te yer almaktadır. Tebliğ'de, zeytinyağları ve pirina yağlarının kalite ve saflık kriterleri (Tablo 8.1.), natürel zeytinyağları ile ilgili duyuşal özellikler (Tablo 8.2.) ayrı ayrı belirlenirken, çeşnili zeytinyağlarının kalite ve saflık kriterlerinin natürel sızma zeytinyağı için verilen kriterlere uygun olması gerektiği belirtilmektedir. Yine Tebliğ'e göre zeytinyağı ve pirina yağı nihai tüketiciye dökme olarak satışa sunulamayacaktır.





Özellikler	Ham Zeytinyağı	Natürel Zeytinyağları <sup>(1)</sup>			Rafine Zeytinyağı <sup>(1*)</sup>	Riviera Zeytinyağı <sup>(1**)</sup>	Ham Pirina Yağı	Rafine Pirina Yağı	Karma Pirina Yağı
		Sızma	Birinci	İkinci					
-Gadoleik/ekiekosenoik asit (C20:1)	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4
-Behenik asit (C22:0)	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,3	≤ 0,3
-Lignoserik asit (C24:0)	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2
2.6. Trigliseritlerin 2-Pozisyonlu Palmitik ve Stearik Asit Toplamı, (%en çok)	-	1,5	1,5	1,5	1,8	1,8	2,2	2,2	2,2
2.7. Sterol Kompozisyonu									
2.7.1. Sterol Toplamındaki %'ler									
-Kolesterol	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5
-Brassikasterol	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,2
-Kampesterol	≤ 4,0	≤ 4,0	≤ 4,0	≤ 4,0	≤ 4,0	≤ 4,0	≤ 4,0	≤ 4,0	≤ 4,0
-Stigmasterol	Yemeklik zeytinyağlarındaki kampesterolden daha az								
-Delta-7-stigmastenol	≤ 0,5 <sup>(4)</sup>	≤ 0,5 <sup>(4)</sup>	≤ 0,5 <sup>(4)</sup>	≤ 0,5 <sup>(4)</sup>	≤ 0,5 <sup>(4)</sup>	≤ 0,5 <sup>(4)</sup>	≤ 0,5 <sup>(4)</sup>	≤ 0,5 <sup>(4)</sup>	≤ 0,5 <sup>(4)</sup>
-Beta-sitosterol + delta-5-avenasterol + delta-5,23-stigmastadienol+ klerosterol+ sitostanol + delta-5,24-stigmastadienol	≥ 93	≥ 93	≥ 93	≥ 93	≥ 93	≥ 93	≥ 93	≥ 93	≥ 93
2.7.2. Toplam Sterol İçeriği, (mg/kg en az)	-	1000	1000	1000	1000 <sup>(4)</sup>	1000 <sup>(4)</sup>	2500	1800	1600
2.8. Eritrodil ve Uvaol İçeriği (Toplam Steroller İçinde), (%)	≤ 4,5 <sup>(2)</sup>	≤ 4,5	≤ 4,5	≤ 4,5	≤ 4,5	≤ 4,5	> 4,5 <sup>(3)</sup>	> 4,5	> 4,5
2.9. Trans Yağ Asitleri (%)									
-C 18:1T	≤ 0,10	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,20	≤ 0,20	-	≤ 0,40	≤ 0,40
-C 18:2 T + C 18:3 T	≤ 0,10	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,30	≤ 0,30	-	≤ 0,35	≤ 0,35
2.10. Tohum Yağlarının Tespiti, gerçek ve teorik ECN 42 trigliserit içeriği arasındaki maksimum fark	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,6	0,5	0,5
2.11. Rafine Bitkisel Yağların Tespiti, Stigmastadienler (ppm)	≤ 0,5	≤ 0,15	≤ 0,15	≤ 0,15	-	-	-	-	-
2.12. Mumsu Maddeler (C40+C42+C44+C46), (mg/kg)	≤ 300 <sup>(2)</sup>	≤ 250	≤ 250	≤ 250	≤ 350	≤ 350	>350 <sup>(3)</sup>	>350	>350

- (1) Aktif alüminyum oksitten geçirildikten sonra, örneğin 270 nm dalga boyunda ölçülen özgül soğurması 0.11'e eşit veya daha az olmalıdır.
- (2) 300 mg/kg ile 350 mg/kg arasında mumsu maddelere sahip olduğunda, bu yağın ham zeytinyağı olarak tanımlanabilmesi için, toplam alifatik alkol içeriği  $\leq 350$  mg/kg veya eritrodol + Uvaol içeriği  $\leq \%3,5$  olması gerekmektedir.
- (3) 300 mg/kg ile 350 mg/kg arasında mumsu maddelere sahip olduğunda, bu yağın ham pirina yağı olarak tanımlanabilmesi için, toplam alifatik alkol içeriği  $>350$  mg/kg veya eritrodol + Uvaol içeriği  $>\%3,5$  olması gerekmektedir.
- (4) Yurt içinde üretilen yemeklik zeytinyağının klimatolojik ve agronomik koşullara göre özelliklerinde oluşabilecek değişiklikler, zeytinyağı komisyonu tarafından zeytin üretim bölgelerinden gelen izleme çalışmalarının değerlendirilmesiyle belirlenir. İthalatta bu Tebliğdeki hükümler geçerlidir.

<sup>(1)</sup>'Zeytinyağları' kelimesi anlam bütünlüğü sağlanması amacıyla yazılır, G.Tiryaki tarafından ilave edilmiştir.

<sup>(2)</sup>'Zeytinyağı' kelimesi anlam bütünlüğü sağlanması amacıyla yazılır, G.Tiryaki tarafından ilave edilmiştir.

Tablo 8.2. Natürel Zeytinyağlarına Ait Duyusal Özellikler (Resmî Gazete, 2007b)

	Kusurların Ortancası/Medyanı (Me)	Meyvemsi Özellik Ortancası/Medyanı (Me)
Natürel Sızma Zeytinyağı	Me=0	Me >0
Natürel Birinci Zeytinyağı	$0 < Me \leq 2,5$	Me >0
Natürel İkinci Zeytinyağı	$2,5 < Me \leq 6,0^*$	

\*Kusurların ortancası 2,5'e eşit ya da 2,5'ten küçük ve meyvemsi özellik ortancası 0'a eşit olduğunda.

2007/36 No'lu Tebliğin ürün özellikleri (Madde 5-ç) kısmında 'Zeytinyağı diğer sıvı yağlara ve diğer sıvı yağlar zeytinyağına karıştırılamaz' ifadesi yer almaktadır. Kanada'da uygulanan zeytinyağları standartlarında da bu durum benzerlik göstermektedir. Ottawa Büyükelçiliği Ticaret Müşavirliği'nin Kanada Zeytinyağı Pazar Araştırması kapsamında Kanada'da uygulanan zeytinyağı standartlarıyla ilgili rapor incelendiğinde, bitkisel yağların pirina yağı veya diğer zeytinyağları ile karıştırılarak zeytinyağı olarak sunulmasına izin verilmediği ve bu durumun hile olarak kabul edildiği görülmektedir. İthalatçılar, dağıtıcılar ve perakendeciler sattıkları zeytinyağlarının kanunlar çerçevesinde belirlenen şartlara uymasından doğrudan sorumludurlar. Pazara giren ve pazarda bulunan bütün ürünlerin gıda kanun ve yönetmeliklerine uygun olup olmadıklarını devamlı olarak kontrol eden Kanada Gıda İnceleme Enstitüsü'nün yayınladığı zeytinyağı uygunluğuna ilişkin yazıda ithalatçı, dağıtıcı ve perakendeciler, Kanada'daki düzenleyici kurallar hakkında bilgilendirilmektedir.

Diğer yandan, AB standartlarına göre zeytinyağlarının diğer nebati yağlarla karışımı yapılabilmektedir. Ancak etikette zeytinyağının öne çıkartılıp olumlu şöhretin-

den haksız rekabet yaratacak şekilde fayda sağlanması yasaklanmıştır. Karışımların isimlerinde içerdikleri tüm yağlara yer verilmesi ve zeytinyağı yüzdesinin açık şekilde gösterilmesi gerekmektedir. Yüzde kuralı, zeytinyağı içeren ve bunu vurgulayan diğer ürünler için de geçerlidir.

Yine, bu Tebliğ kapsamında özel hükümler şu şekilde belirtilmiştir (Madde 6): Yurt içinde üretilen zeytinyağının klimatolojik ve agronomik koşullarına göre sterol kompozisyonunda Delta-7-stigmastenol ve toplam sterol içerikleri ile ultraviyole ışığında özgül soğurma kriterlerinde oluşabilecek değişiklikler Zeytinyağı Komisyonu tarafından belirlenir. Özel hükümler ithalatta uygulanmaz.

Ayrıca ihracatta alıcı ülke isteklerine göre işlem yapılır. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından ithalat ve ihracat denetimleri 05.06.2004 tarihinde yayımlanan 'Gıdaların Üretimi Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararname'nin Değiştirilerek Kabulü Hakkında 5179 sayılı Kanun'un ilgili maddesine göre yapılmaktadır.

İhracatta ve ithalatta gıda maddeleri ve gıda ile temasta bulunan madde ve malzemelerin gıda güvenliği ve kalitesi yönünden denetim esaslarını oluşturmaya Tarım ve Köyişleri Bakanlığı yetkilidir. Ancak ihraç edilmek üzere üretildiğinin önceden bildirilmiş olması ve/veya ihraç edilmek istenen ülke tarafından talepte bulunduğu ihracatçı tarafından beyan edilmesi halinde kodekse uygunluk aranmaz.

İhraç edilen ürünün geri gelmesi halinde halk sağlığını tehlikeye düşürmemek şartı ile ayniyet tespiti yapılarak yurda girişine izin verilir. Bu ürünlerin yurt içinde satışına ancak Türk Gıda Kodeksi'ne uygun hale gelmesi ile izin verilir.

Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği'nde katkı maddeleri, aroma maddeleri, bulaşanlar, pestisit kalıntıları, hijyen, ambalajlama, etiketleme ve işaretleme ile ilgili konular Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği ve bu Yönetmelik'te yapılan değişimlere atıfta bulunur: Bu Tebliğ kapsamındaki ürünlerde kullanılacak katkı maddeleri, 22.12.2003 tarihli ve 25324 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Türk Gıda Kodeksi-Renklandırıcılar ve Tatlandırıcılar Dışındaki Gıda Katkı Maddeleri Tebliği'ne uygun olmalıdır (Madde 7). Karma pirina yağları da dahil olmak üzere diğer tüm zeytinyağlarında kullanılan katkı maddelerine ait değerler Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nin "Katkı Maddeleri" bölümünde rafine zeytinyağları için verilen değerlere uygun olmalıdır.

Buna ilave olarak;

a) Natürel zeytinyağlarına hiçbir gıda katkı maddesi ilave edilemez.

b) Rafine zeytinyağı, riviera zeytinyağı, rafine pirina yağı ve karma pirina yağına rafinasyon işlemi sırasında kaybolan doğal alfa tokoferollerin yeniden kazandırılması amacıyla alfa tokoferol ilavesi yapılabilir. Ancak son üründe alfa tokoferol konsantrasyonu 200mg/kg'ı geçmemelidir.

Bu Tebliğ kapsamında yer alan;

- Çeşnili zeytinyağlarında kullanılacak olan aroma maddeleri, Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nin "Gıda Aroma Maddeleri" bölümünde yer alan hükümlere uygun olmalıdır (Madde 8),
- Ürünlerdeki bulaşanların miktarları, 23.09.2002 tarihli ve 24885 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Türk Gıda Kodeksi-Gıda Maddelerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerinin Belirlenmesi Hakkında Tebliğ'de yer alan hükümlere uygun olmalıdır (Madde 9),
- Ürünlerdeki pestisit kalıntı miktarları, 11.01.2005 tarihli ve 25697 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Türk Gıda Kodeksi-Gıdalarda Maksimum Bitki Koruma Ürünleri Kalıntı Limitleri Tebliği'nde yer alan hükümlere uygun olmalıdır (Madde 10),
- Ürünler Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nin Gıda Hijyeni Bölümü'nde yer alan genel kurallara uygun olarak üretilmelidir (Madde 11),
- Ürünleri üreten iş yerleri, Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nin Gıda Maddeleri Üreten İş Yerlerinin Taşınması Gereken Özellikler bölümünde yer alan genel kurallara uygun olmalıdır (Madde 12),
- Ürünleri üreten ve satan iş yerleri; tescil ve izin, ithalat işlemleri, kontrol ve denetim sırasında bu Tebliğ hükümlerine uymak zorundadır. Bu hükümlere uymayan iş yerleri hakkında 27.05.2004 tarihli 5179 sayılı Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararname'nin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun hükümlerine göre yasal işlem yapılır (Madde 17),
- Ürünlerin taşınması ve depolanması, Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nin Gıdaların Taşınması ve Depolanması bölümünde yer alan kurallara uygun olmalıdır (Madde 14),
- Ürünlerden Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nin Numune Alma ve Analiz Metotları bölümünde belirtilen kurallara uygun olarak numune alınmalı ve uluslararası kabul görmüş analiz metotları uygulanmalıdır (Madde 15),
- Ürünler, Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nin Ambalajlama-Etiketleme ve İşaretleme bölümünde ve 25.08.2002 tarihli ve 24857 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Türk Gıda Kodeksi-Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliği'nde yer alan hükümlerine uygun olmalıdır (Madde 13).

Bu Tebliğe ilave olarak;

- a) Çeşnili zeytinyağlarında ürün adının önünde çeşni maddesinin adı belirtilir.
- b) Sadece natürel sızma zeytinyağları ve natürel birinci zeytinyağları etiketlerinde ilgili mevzuatına uygun olarak coğrafi işaret taşıyabilir.

01.05.2004 tarihli 2002R1019 nolu düzenlemeye göre de sızma zeytinyağı ve natürel zeytinyağlarında koruma altına alınmış orijin ve coğrafi işaretin belirtilmesi

gerekliliği vurgulanmaktadır. Sadece natürel sızma zeytinyağları ve natürel birinci zeytinyağları etiketlerinde ilgili mevzuata uygun olarak coğrafi işaret taşıyabilir olması, etkili bir kontrol sisteminin kurulması şartı ile hem dış hem de iç piyasada haksız rekabeti önleyecektir. Ülkemizde, coğrafi işaretlerin korunması hakkında 555 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ve Coğrafi İşaretlerin Korunması Hakkında Düzenlemeler Yapılması Hakkında 556 sayılı Kanun Hükmünde Kararname gereğince, Türk Patent Enstitüsü'nden alınacak zeytinyağı menşe adı ve/veya mahreç işareti için tescil ile coğrafi işaret ve orijin koruma altına alınabilmektedir. Bu nedenle, Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği'nin "ambalajlama, etiketleme ve işaretleme" kısmına sızma zeytinyağı ve natürel birinci zeytinyağlarında koruma altına alınmış orijin ve coğrafi işaretin belirtilmesi çok faydalı olmuş ve bu sayede ilgili konuda AB standartlarına uyum sağlanabilmektedir. Çünkü AB pazarlama standartlarına göre ürünün menşe adı sadece natürel sızma ve natürel birinci zeytinyağlarının etiketlerinde belirtilebilmektedir. Menşe adı bir üye devletin, topluluğun veya üçüncü bir ülkenin adı olabilir. Bölgelerin adları ise coğrafi işaretler diye adlandırılan sınai mülkiyet haklarına mevzu olduğundan ancak gerekli tescil işlemlerinin yapılması durumunda kullanılabilir. Bir natürel sızma zeytinyağı paçalının en az %75'inin bir üye devlet veya AB menşeli olması, ürünün menşe adından faydalanması için söz konusu yüzdenin belirtilmesi koşuluyla yeterli olmaktadır. Aksi takdirde, bir İtalyan firması %25'i Türk zeytinyağlarından oluşan bir paçalı AB'de İtalyan malı diye satabilir. Yukarıda örnek olarak verilen durumların oluşmaması için menşe adlarına ilişkin hüküm ve hükümlere gereken hassasiyetin verilmesi ülke çıkarlarının korunması açısından büyük önem taşımaktadır.

Tüketicilerde ürünün özgün ve bağlantılı kalitesiyle ilgili çağrışımlar uyandıran "soğuk baskı" ve "soğuk ekstraksiyon" terimleri ile "meyvemsi" gibi duyu nitelik ibarelerinin kullanılması da (EC) 1019/2002 sayılı Tüzük Madde 5 yağların etiketlenmesinde isteğe bağlı olarak kullanılan bazı ibareleri kurallara bağlamaktadır. Bu kurallar aracılığıyla tüketicilerin yanlış bilgilendirilmesi ve yanlış yönlendirilmesinin önüne geçilmektedir. Yapılacak Tebliğ değişikliklerinde bu durumun da dikkate alınması Türk tüketicilerin yanlış bilgilendirilmesi ve yanlış yönlendirilmesini engelleyecektir.

03.08.2007 tarihinde yayımı ile yürürlüğe giren 2007/36 nolu Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği'nin hükümlerini Tarım ve Köyişleri Bakanı yürütmektedir. Bu Tebliğ'de yer alan hükümlerin uygulanması ile ilgili denetim ise 5179 sayılı Kanun'a göre Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından yerine getirilir (Madde 18).

## **8.2. ULUSLARARASI DÜZENLEMELER**

Avrupa Birliği dünya zeytinyağı piyasasının en büyük oyuncularından birisidir. AB'de zeytinyağı üreticisi olan beş ülke bulunmaktadır; İspanya, İtalya, Yunanistan,

Portekiz ve Fransa. Bu ülkelerden ilk üçü aynı zamanda dünyanın en büyük üç zeytinyağı üreticisi ve tüketicisidir. AB'de zeytinyağı sektöründe üretimden dış ticarete tüm konuları kapsayan ayrıntılı düzenlemelere gidilmiştir. AB'nin zeytin ve türev ürünlerini (sofralık zeytin, zeytinyağı, pirina ve pirina yağı) ilgilendiren zeytinyağı mevzuatı, hacim açısından çok geniş ve oldukça dinamik bir yapıya sahiptir.

Temmuz 2002 tarihinde yayınlanan '*Avrupa Birliği Zeytinyağı Mevzuatı: Sıvı ve Katı Yağ Piyasası Ortak Örgütlenmesi*' kitabı; Topluluğun "Zeytinyağı Anayasası" şeklinde nitelendirilebilecek olan sıvı ve katı yağ piyasası için bir ortak örgütlenmenin tesis edilmesine dair 22.09.1966 tarih ve 136/66/EEC sayılı Konsey Tüzüğü ile bu Tüzüğü çeşitli şekillerde etkileyen ileri tarihli 37 yasal belgenin çevirilerini ve Tüzüğün aldığı son halini içermektedir. 136/66/EEC sayılı Konsey Tüzüğü temel hükümlere yer vermekte, ayrıntılı hususları Komisyon Tüzüklerine bırakmaktadır. 136/66/EEC sayılı Konsey Tüzüğü'nün EK'inde yapılan değişiklik Tablo 8.3'te verilmiştir. Daha önceki durum, yani EK'in en son 10.02.1992 tarih ve (EEC) 356/92 sayılı Konsey Tüzüğü tarafından yenilenmiş ve (EC) 1638/98 sayılı Tüzük tarafından değiştirilmiş olan hali ve Komisyon'un önerisiyle karşılaştırmalı olarak incelenmektedir. Tablo 8.4. ise yapılan değişiklikleri sadece serbest asitlik açısından incelemektedir.

AB müktesebatı ve uluslararası hukuk kapsamında zeytinyağı sunum düzenlemeleri, Topluluğun zeytinyağı kalite stratejisi, zeytinyağı ve pirina yağının nitelikleri ve ilgili analiz yöntemleri, zeytinyağı ambalajlanması, etiketlenmesi ve pazarlanması düzenlemeleri, tarımsal ürünler ve gıda maddelerinin isimlerinin korunma sistemleri '*Avrupa Birliği Zeytinyağı Mevzuatı: Üretim ve Pazarlama*' kitabının ikinci cildinde ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Avrupa Birliği'nde zeytinyağı standartları ikiye ayrılmaktadır:

- (1) Duyusal nitelikler dahil olmak üzere fiziksel ve kimyasal standartlar
- (2) Pazarlama standartları

AB mevzuatında özgün kaliteye ilişkin değişkenler fiziko-kimyasal nitelikler olarak adlandırılmakta ve belirli numune alım ve analiz yöntemleriyle saptanmaktadır. Her üye devletin tayin ettiği tadım panelleri tarafından duyusal analizi de gerçekleştirilmektedir. Zeytinyağlarının böylece tespit edilen kalite sınıflarına ilişkin adlandırma ve tanımlamalar Tablo 8.5'te verilmiştir.

Kabul edilen (EC) 1513/2001 sayılı Konsey Tüzüğü aracılığıyla zeytinyağı kalite sınıfları değiştirilmiştir. Komisyon da zeytinyağı için kalite stratejisi raporu doğrultusunda bir dizi Tüzük yayınlamıştır. (EC) 1513/2001 sayılı Konsey Tüzüğü'nün getirdiği yeni sınıflandırma 01.11.2003'ten itibaren geçerli olmuştur. Bu kuralın tek istisnası 01.11.2002'den itibaren yürürlüğe giren ham pirina yağı tanımlamasıdır.

Tablo 8.3. Eski ve Yeni Zeytinyağı ve Pirina Yağı Adlandırma ve Tanımlamalarının Karşılaştırılması (Güldoğan ve Tan, 2004)

(EEC) 356/92 ve (EC) 1638/98 Sayılı Konsey Tüzükleri Tarafından Ortaya Konulan Adlandırma ve Tanımlamalar	Komisyon'un Zeytinyağı için Kalite Stratejisi Raporu'nda Önerdiği Adlandırma ve Tanımlamalar	(EC) 1513/2001 Sayılı Konsey Tüzüğü Tarafından Ortaya Konulan Adlandırma ve Tanımlamalar
<p><b>1. Natürel zeytinyağları</b></p> <p>Mekanik veya diğer fiziksel süreçler sonucu, yağın bozulmasına neden olmayan, bilhassa ısı koşulları altında; filtrasyon, santrifüjleme, dekantasyon ve yıkama dışında başka işlemden geçirilmeden üretilen; ancak solventler veya yeniden esterifikasyon ve başka çeşit yağlarla karıştırılma aracılığıyla elde edilen yağları içermeyen, zeytin ağacının meyvesinden elde edilen yağlar.</p> <p><b><u>Natürel zeytinyağı aşağıdaki biçimde sınıflandırılır ve tanımlanır:</u></b></p> <p>(a) Sızma zeytinyağı: Serbest yağ asidi içeriği 100 gram başına 1 gramdan fazla olmayan oleik asit şeklinde ifade edilen ve bu sınıf için ortaya konan diğer özelliklere uyan natürel zeytinyağı.</p> <p>(b) Natürel birinci zeytinyağı (üretim ve perakende aşamalarında "halis" ifadesi kullanılabilir): Serbest yağ asidi içeriği 100 gram başına 2 gramdan fazla olmayan oleik asit şeklinde ifade edilen ve bu sınıf için ortaya konan diğer özelliklere uyan natürel zeytinyağı.</p> <p>(c) Natürel ikinci zeytinyağı: Serbest yağ asidi içeriği 100 gram başına 3,3 gramdan fazla olmayan oleik asit şeklinde ifade edilen ve bu sınıf için ortaya konan diğer özelliklere uyan natürel zeytinyağı.</p> <p>(d) Lampant zeytinyağı: Serbest yağ asidi içeriği 100 gram başına 3,3 gramdan fazla olan oleik asit şeklinde ifade edilen ve bu sınıf için ortaya konan diğer özelliklere uyan natürel zeytinyağı.</p>	<p><b>1. Ham zeytinyağı:</b></p> <p>Mekanik veya diğer fiziksel süreçler sonucu, yağın bozulmasına neden olmayan koşulları altında; yıkama, dekantasyon, santrifüjleme veya filtrasyon dışında başka bir işlemden geçirilmeden üretilen; ancak solventler veya kimyasal veya biyokimyasal etkiye sahip ajanlarla veya yeniden esterifikasyon süreci ve diğer çeşitte yağlarla karıştırılma aracılığıyla elde edilen yağları içermeyen yağlar.</p> <p><b><u>Natürel zeytinyağı sadece aşağıdaki biçimde sınıflandırılır ve tanımlanır:</u></b></p> <p>(a) Natürel sızma zeytinyağı: Oleik asit cinsinden azami serbest yağ asidi içeriği 100 g başına 0,8 g olan, diğer nitelikleri bu kategori için ortaya konulanlara uyan ham zeytinyağı.</p> <p>(b) Natürel birinci zeytinyağı: Oleik asit cinsinden azami serbest yağ asidi içeriği 100 g başına 2 g olan, diğer nitelikleri bu kategori için ortaya konulanlara uyan ham zeytinyağı.</p> <p>(c) Lampant zeytinyağı: Oleik asit cinsinden serbest yağ asidi içeriği 100 g başına 2 g'dan fazla olan ve/veya diğer nitelikleri bu kategori için ortaya konulanlara uyan ham zeytinyağı.</p>	<p><b>1. Natürel zeytinyağları:</b></p> <p>Mekanik veya diğer fiziksel süreçler sonucu, yağın bozulmasına neden olmayan, bilhassa ısı koşulları altında; yıkama, dekantasyon, santrifüjleme veya filtrasyon dışında başka işlemden geçirilmeden üretilen; ancak solventler veya kimyasal veya biyokimyasal etkiye sahip katkı maddeleriyle veya yeniden esterifikasyon süreci ve başka çeşit yağlarla karıştırılma aracılığıyla elde edilen yağları içermeyen yağlar.</p> <p><b><u>Natürel zeytinyağı sadece aşağıdaki biçimde sınıflandırılır ve tanımlanır:</u></b></p> <p>(a) Sızma zeytinyağı: Oleik asit cinsinden azami serbest yağ asidi içeriği 100 gram başına 0,8 gram olan ve bu sınıf için ortaya konulan diğer özelliklere uyan natürel zeytinyağı.</p> <p>(b) Natürel birinci zeytinyağı: Oleik asit cinsinden azami serbest yağ asidi içeriği 100 gram başına 2 gram olan ve bu sınıf için ortaya konulan diğer özelliklere uyan natürel zeytinyağı.</p> <p>(c) Lampant zeytinyağı: Oleik asit cinsinden serbest yağ asidi içeriği 100 gram başına 2 gramdan fazla olan ve/veya bu sınıf için ortaya konulan diğer özelliklere uyan natürel zeytinyağı.</p>



(EEC) 356/92 ve (EC) 1638/98 Sayılı Konsey Tüzükleri Tarafından Ortaya Konulan Adlandırma ve Tanımlamalar	Komisyon'un Zeytinyağı için Kalite Stratejisi Raporu'nda Önerdiği Adlandırma ve Tanımlamalar	(EC) 1513/2001 Sayılı Konsey Tüzüğü Tarafından Ortaya Konulan Adlandırma ve Tanımlamalar
<p><b>2. Rafine zeytinyağı:</b></p> <p>Natürel zeytinyağını rafine ederek elde edilen, serbest yağ asidi içeriği oleik asit cinsinden 100 gram başına 0,5 gramdan fazla olmayan ve bu sınıf için ortaya konulan diğer özelliklere uyan zeytinyağı.</p>	<p><b>2. Rafine zeytinyağı:</b></p> <p>Natürel zeytinyağını rafine ederek elde edilen, oleik asit cinsinden serbest yağ asidi içeriği 100 g başına 0,3 g'dan fazla olmayan ve diğer nitelikleri bu kategori için ortaya konulanlara uyan zeytinyağı.</p>	<p><b>2. Rafine zeytinyağı:</b></p> <p>Natürel zeytinyağını rafine ederek elde edilen, oleik asit cinsinden serbest yağ asidi içeriği 100 gram başına 0,3 gramdan fazla olmayan ve bu sınıf için ortaya konulan diğer özelliklere uyan zeytinyağı.</p>
<p><b>3. Zeytinyağı:</b></p> <p>Rafine zeytinyağı ile dökme yağ dışındaki natürel zeytinyağının paçal yapılmasından oluşan, serbest yağ asidi içeriği oleik asit cinsinden 100 gram başına 1,5 gramdan fazla olmayan ve bu sınıf için ortaya konulan diğer özelliklere uyan zeytinyağı.</p>	<p><b>3. Standart zeytinyağı:</b></p> <p>Rafine zeytinyağı ile lampant yağ dışındaki natürel zeytinyağının paçal yapılmasından oluşan, serbest yağ asidi içeriği oleik asit cinsinden 100 g başına 1 g'dan fazla olmayan ve diğer nitelikleri bu kategori için ortaya konulanlara uyan zeytinyağı.</p>	<p><b>3. Zeytinyağı-</b></p> <p>Rafine zeytinyağları ve natürel zeytinyağlarından ibarettir.</p> <p>Rafine zeytinyağı ile lampant yağ dışındaki natürel zeytinyağının paçal yapılmasından oluşan, oleik asit cinsinden serbest yağ asidi içeriği 100 gram başına 1 gramdan fazla olmayan ve bu sınıf için ortaya konulan diğer özelliklere uyan zeytinyağı.</p>
<p><b>4. Ham pirina yağı:</b></p> <p>Zeytin yaın ürünlerinin solventlerle işleme tabi tutularak elde edilen, yeniden esterifikasyon ve başka çeşit yağlarla karıştırılma aracılığıyla elde edilen yağları içermeyen ve bu sınıf için ortaya konulan diğer özelliklere uyan yağ.</p>	<p><b>4. Ham pirina yağı:</b></p> <p>Yeniden esterifikasyon ve diğer çeşitteki yağlarla karıştırılma aracılığıyla elde edilen yağlar hariç, pirina solventlerle işleme tabi tutularak elde edilen <u>veya bazı belirli nitelikleri dışında lampant zeytinyağına tekabül eden</u> ve diğer nitelikleri bu kategori için ortaya konulanlara uyan yağ.</p>	<p><b>4. Ham pirina yağı:</b></p> <p>Pirinadan, solventlerle işleme tabi tutularak veya fiziksel yöntemlerle elde edilen veya bazı özel nitelikleri dışında, lampant zeytinyağına teka-bül eden; yeniden esterifikasyon ve başka çeşit yağlarla karıştırılma aracılığıyla elde edilen yağları içermeyen ve bu sınıf için ortaya konulan diğer özelliklere uyan yağ.</p>
<p><b>5. Rafine pirina yağı:</b></p> <p>Pirina yağı rafine edilerek elde edilen, serbest yağ asidi içeriği oleik asit cinsinden 100 gram başına 0,5 gramdan fazla olmayan ve bu sınıf için ortaya konulan diğer özelliklere uyan yağ.</p>	<p><b>5. Rafine pirina yağı:</b></p> <p>Ham pirina yağı rafine edilerek elde edilen, oleik asit cinsinden serbest yağ asidi içeriği <u>100 g başına 0,3 g'dan</u> fazla olmayan ve diğer nitelikleri bu kategori için ortaya konulanlara uyan yağ.</p>	<p><b>5. Rafine pirina yağı:</b></p> <p>Ham pirina yağı rafine edilerek elde edilen, oleik asit cinsinden serbest yağ asidi içeriği 100 g başına 0,3 g'dan fazla olmayan ve diğer nitelikleri bu kategori için ortaya konulanlara uyan yağ.</p>
<p><b>6. Pirina yağı:</b></p> <p>Rafine pirina yağı ile dökme yağ dışındaki natürel zeytinyağının paçal yapılmasından oluşan, serbest yağ asidi içeriği oleik asit cinsinden 100 gram başına 1,5 gramdan fazla olmayan ve bu sınıf için ortaya konulan diğer özelliklere uyan yağ.</p>	<p><b>6. Pirina yağı:</b></p> <p>Rafine pirina yağı ile lampant yağ dışındaki natürel zeytinyağının paçal yapılmasından oluşan, oleik asit cinsinden serbest yağ asidi içeriği <u>100 g başına 1,0 g'dan</u> fazla olmayan ve diğer nitelikleri bu kategori için ortaya konulanlara uyan yağ.</p>	<p><b>6. Pirina yağı:</b></p> <p>Rafine pirina yağı ile lampant yağ dışındaki natürel zeytinyağının paçal yapılmasından oluşan, oleik asit cinsinden serbest yağ asidi içeriği 100 gram başına 1,0 gramdan fazla olmayan ve bu sınıf için ortaya konulan diğer özelliklere uyan yağ.</p>

Tablo 8.4. Eski ve Yeni Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tanımlamalarının Oleik Asit Değeri Açısından Karşılaştırılması

Kalite Sınıfı	Eski Oleik Asit Değeri (g/100 g)	Yeni Oleik Asit Değeri (g/100 g)
<b>Natürel Zeytinyağları</b>		
• Sızma	≤ 1,0	≤ 0,8
• Natürel Birinci	> 1,0 ≤ 2,0	> 0,8, ≤ 2,0
• Natürel İkinci	> 2,0 ≤ 3,3	tip yürürlükten kaldırılmıştır
• Lampant	> 3,3	> 2,0
Rafine Zeytinyağı	≤ 0,5	≤ 0,3
Riviera	≤ 1,5	≤ 1,0
Rafine Pirina Yağı	≤ 0,5	≤ 0,3
Karma Pirina Yağı	≤ 1,5	≤ 1,0

Tablo 8.5. 865/2004 Sayılı Konsey Tüzüğüne Göre AB'nin Temel Standardındaki Zeytinyağlarının Tespit Edilen Kalite Sınıflarına İlişkin Adlandırma ve Tanımlamalar.

İngilizce Adlandırma	Türkçe Karşılığı	Tanımlama
Virgin Olive Oils	Natürel Zeytinyağı	Özellikle ısıl olmak üzere yağın bozulmasına neden olmayacak koşullar altında mekanik veya diğer fiziksel süreçlerle ve yıkama, dekantasyon, santrifüjleme ve filtrasyon dışında başka işlemde geçirilmeden üretilen; solventler veya kimyasal ya da biyokimyasal etkiye sahip katkı maddeleri kullanılarak, reesterifikasyon süreciyle veya başka çeşit yağlarla paçal aracılığıyla elde edilmeyen zeytinyağları
Extra Virgin Olive Oil	Natürel Sızma Zeytinyağı	Oleik asit cinsinden en fazla serbest yağ asidi içeriği %0,8 olan ve bu sınıf için ortaya konulan diğer özelliklere uyan natürel zeytinyağı
Virgin Olive Oil	Natürel Birinci Zeytinyağı	Oleik asit cinsinden en fazla serbest yağ asidi içeriği %2 olan ve bu sınıf için ortaya konulan diğer özelliklere uyan natürel zeytinyağı
Lampante Olive Oil	Lampant Zeytinyağı	Oleik asit cinsinden serbest yağ asidi içeriği %2'den daha fazla olan ve/veya bu sınıf için ortaya konulan diğer özelliklere uyan natürel zeytinyağı
Refined Olive Oil	Rafine Zeytinyağı	Natürel zeytinyağı rafine edilerek elde edilen, oleik asit cinsinden azami serbest yağ asidi içeriği %0,3 olan ve bu sınıf için ortaya konulan diğer özelliklere uyan natürel zeytinyağı
Olive Oil- Composed of Refined Olive Oils and Virgin Olive Oils	Riviera Zeytinyağı- Rafine zeytinyağları ve natürel zeytinyağlarından ibarettir.	Lampant haricindeki natürel zeytinyağlarının rafine zeytinyağı ile paçal edilerek elde edilen, oleik asit cinsinden en fazla serbest yağ asidi içeriği %0,8 olan ve bu sınıf için ortaya konulan diğer özelliklere uyan natürel zeytinyağı

Zeytinyağı ve pirina yağının nitelikleri ve ilgili analiz yöntemlerine dair 11.07.1991 tarihinde EEC No 2568/91 sayılı Komisyon Tüzüğü olarak yayınlanmış olup AB'nin zeytinyağı mevzuatındaki en uzun belgesidir. 136/66/EEC sayılı Tüzük'te adlandırma ve tanımlamaları ortaya konulan zeytinyağı ve pirina yağı kategorilerinin fiziko-kimyasal nitelikleri ve bu niteliklerin değerlendirilmesi için kullanılması gereken test yöntemleri bu Tüzük tarafından ortaya konulmaktadır. Tüzük organoleptik değerlendirme yapmaktan sorumlu olan tadım panelleri hakkında idari kurallar da ortaya koymaktadır. (EEC) 2568/91 sayılı Komisyon Tüzüğü'nün organoleptik değerlendirmeyle ilgili hükümleri en çok değiştirilen hükümler olmuştur. (EEC) 2568/91 sayılı Komisyon Tüzüğü'nün içerdiği hükümler idari kurallar ve teknik kurallar olarak ikiye ayrılabilir. Teknik kurallar Tüzük'ün EK'lerinde yer alan analiz yöntemlerinden oluşmaktadır. İdari kurallar ise bu analiz yöntemlerinin nasıl uygulanacağını ve bu uygulamadan doğacak sonuçları ortaya koymaktadır.

(EEC) 2568/91 sayılı Komisyon Tüzüğü'nün Madde 1 tarafından değinilen ilk EK'i "Zeytinyağının nitelikleri" başlığını taşımaktadır; ama bu EK pirina yağlarının niteliklerini de kapsamaktadır. Bu EK toplam altı defa değiştirilmiştir. Son değişiklik 06.11.2003 tarih ve (EC) 1989/2003 sayılı Komisyon Tüzüğü aracılığıyla gerçekleştirilmiş ve EK zeytinyağı için kalite stratejisi doğrultusunda tamamen yenilenmiştir. Yenilenen EK, iki çizelgeden oluşmaktadır. İlk çizelgede sekiz zeytinyağı ve pirina yağı türü için yüzde cinsinden asitlik, mEq O<sub>2</sub>/kg cinsinden peroksit değeri, mg/kg cinsinden mumsu maddeler, yüzde cinsinden trigliseritte 2-pozisyonunda doymuş yağ asidi içeriği, mg/kg cinsinden stigmastadienler, gerçek (HPLC) ECN42 ile teorik ECN42 arasındaki fark, K<sub>232</sub>, K<sub>270</sub>, Delta-K, duyuşal değerlendirmede saptanan kusurların medyanı ve meyvemsilik medyanı değerleri verilmektedir. Ancak çizelgede her yağ türü için her değer tanımlanmış değildir. İkinci çizelgede ise yüzde cinsinden yağ asidi içeriği (miristik, linoleik, arşidik, eikosenoik, behenik ve lignoserik asitler için ayrı ayrı olarak), transoleik izomerlerin toplamı, translinoleik ve translinolenik izomerlerin toplamı, yüzde cinsinden steroller (kolesterol, brassikasterol, kamposterol, stigmasterol, beta-sitosterol ve delta-7-stigmasterol için ayrı ayrı olarak), mg/kg cinsinden toplam steroller ve yüzde cinsinden eritrodiol ve uvaol için değerler verilmektedir. Ancak çizelgede her yağ türü için her değer tanımlanmış değildir.

Zeytinyağı için kalite stratejisi raporu doğrultusunda bu Tüzük'te yapılan değişiklikler arasında Tüzük'e bir karar-alma ağacı ilave edilmesi öne çıkmaktadır. Zeytinyağı ve pirina yağının nitelikleri ve ilgili analiz yöntemlerine dair 11.07.1991 tarih ve (EEC) 2568/91 sayılı Tüzüğü değiştiren 06.11.2003 tarih ve (EC) 1989/2003 sayılı Komisyon Tüzüğü ile tanımlamalar değiştirilmiş ve Tüzüğe (EK 1b) karar şeması (karar-alma ağacı) ilave edilmiştir. Madde 2a, üye devletlere bir esneklik tanımakta ve zeytinyağı numunelerinin beyan edilen kategorilerle uyumlu olup olmadığının teyit edilmesi için ya EK'lerdeki testlerin herhangi bir sırayla tatbik edilmesini ya da karar-alma ağacında ortaya konulan sıraya göre karar-alma ağacında yer alan kararlardan birine ulaşılan kadar devam edilmesini şart koşturmaktadır.

(EEC) 2568/91 sayılı Komisyon Tüzüğüne getirilen değişikliklerin çoğu sadece teknik niteliktedir: (EEC) 2568/91 sayılı Komisyon Tüzüğü sadece Uluslararası Zey-

tinyağı Konseyi değil, Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) standartlarına da atıfta bulunmaktadır. Madde 2 fıkra 3'ün ikinci bendi, maddeye 19.02.1999 tarih ve (EC) 379/1999 sayılı, 06.03.2001 tarih ve (EC) 455/2001 sayılı ve (EC) 796/2002 sayılı Komisyon Tüzükleri aracılığıyla yapılan değişiklikler sonrasında yağların niteliklerinin saptanması için kullanılan numunelerin, test numunelerinin hazırlanmasına dair EN ISO 661 sayılı uluslararası standardın yanı sıra numune alımına dair EN ISO 5555 sayılı uluslararası standarda da uygun olarak alınması hükme bağlanmıştır. EN ISO 661 ve EN ISO 5555 sayılı uluslararası standartların uygulanmasının 100 litreden küçük ambalajlarda büyük masraflara yol açmasından dolayı bu ambalajlar için farklı bir yöntemin kullanılması hükme bağlanmıştır (EK 1a). 100 litreyi geçmeyen ambalajlarda teslim edilen zeytinyağı ve pirina yağından numune alınması ayrıntılı olarak 'Avrupa Birliği Zeytinyağı Mevzuatı: Üretim Ve Pazarlama' kitabının ikinci cildinde ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Ayrıca analizlerin doğru koşullar altında yürütüldüğünün temin edilmesi amacıyla numunelerin mümkün olduğu kadar hızlı şekilde yüksek ısıdan uzakta bulunan karanlık bir yere kaldırılması ve bölgeler arasındaki uzaklıklar karşısında numune alımından sonra numunelerin laboratuvara gönderilmesi için, her mevsimdeki hava koşulları da dikkate alınarak aşağıdaki tarihlerden daha geç olmamak üzere analiz için laboratuvara gönderilmesi gerektiği belirtilmektedir:

- Ekimden Mayıs'a kadar olan dönemde alındıkları günden sonraki onuncu çalışma günü ve
- Hazirandan Eylül'e kadar olan dönemde, alındıkları günden sonraki beşinci çalışma günü.

Lampant zeytinyağları ve pirina santrifüjlenmesi aracılığıyla elde edilen yağların bir analitik parametre olmaksızın birbirinden ayırt edilebilmesi için waks, eritrodixol ve uvaol bileşimlerinin ve toplam alifatik alkol bileşiminin yeniden tanımlanması amacıyla EK 1 (zeytinyağının nitelikleri) değiştirilmiş ve bu değişikliklik 15.05.2002 tarihli *Official Journal of the European Union* (L 128)'da yayınlanmıştır.

(EEC) 2568/91 sayılı Komisyon Tüzüğü'nün evrimi gözden geçirildiğinde metnin belirli ilkelere uygun olarak şekillendiği söylenebilir:

1. Piyasaya sunulan yağların saflığının temin edilmesi ve böylelikle tüketicilerin haklarının korunması,
2. Farklı yağ türlerinin niteliklerinin saptanması için Topluluk'un her yerinde aynı yöntemlerin kullanılmasının sağlanması,
3. Yağların niteliklerine ve ilgili analiz yöntemlerine göre yapılan değişikliklerin, Topluluk'un gerek iç gerekse de dış ticaret akımlarını olumsuz etkilememesi için gerekli geçiş dönemleri sonucunda uygulamaya konulması,
4. Analiz yöntemlerine ilişkin teknik gelişmelerin izlenerek hayata geçirilmesi ve Uluslararası Zeytinyağı Konseyi'nin çalışmalarının dikkate alınması, özellikle organoleptik değerlendirme yöntemi konusunda Konsey tarafından alınan kararların gecikmeksizin Topluluk iç hukukuna aktarılması.

Avrupa Birliği'nin temel standardı 'Corrigendum to Council Regulation (EC) No 865/2004 of 29.04.2004 on the common organisation of the market in olive oil and table olives and amending Regulation (EEC) No 827/68' orijinal başlığıyla 30.04.2004 tarihinde *Official Journal of the European Union (L 161)*'da yayınlanmıştır.

Bu temel standartta zeytinyağı ve pirina yağlarının adlandırılması ve tanımlanmasına Madde 4'te yer verilmiştir (bakınız Tablo 8.5). AB'nin temel standardındaki adlandırma ve tanımlama 03.08.2007 tarihinde yürürlüğe giren Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (Tebliğ No: 2007/36) ile karşılaştığımızda (bakınız Tablo 8.6-a ve Tablo 8.6-b), aşağıda görüldüğü üzere büyük kısmı örtüşmesine rağmen 2007/36 nolu Tebliğde Madde 4-tanımlar kısmında "Doğrudan tüketime uygun olmayan, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden %3,3'ün üzerinde olan ya da duysal ve karakteristik özellikleri bakımından natürel zeytinyağı özelliklerini taşımayan, rafinasyon veya teknik amaçlı kullanıma uygun yağlar ham zeytinyağı/lampant olarak sınıflandırılır." tanımı yer alırken, AB'nin temel standardında sadece 'lampante olive oil' olarak yer aldığı ve "oleik asit cinsinden serbest yağ asidi içeriği %2'nin üzerinde olan ve/veya bu sınıf için ortaya konulan diğer özelliklere uyan natürel zeytinyağlarının lampant zeytinyağı" olarak tanımlandığı görülmektedir. 2007/36 nolu Tebliğin tanımlar kısmında yer alan natürel ikinci zeytinyağı sınıflandırmasının AB temel standardında yer almadığı görülmektedir (bakınız Tablo 8.4). "Riviera" terimi ülkemizde zeytinyağına yabancı olan tüketicinin kafasını karıştıran bir adlandırma olup, daha da vahim olanı ise birçok AB ülkesinde riviera yerine sadece "zeytinyağı" denmektedir. Bu nedenle Komisyon söz konusu kalite sınıfını açıklamalı şekilde adlandırmayı (Tablo 8.5) uygun görmüştür.

AB temel standardına göre sadece natürel sızma zeytinyağı, natürel birinci zeytinyağı, riviera zeytinyağı ve pirina yağı, perakende aşamasında pazarlanabilmektedir. Pirina yağı adlandırmasının aslında lampant haricindeki natürel zeytinyağları ile rafine pirina yağının paçal edilmesinden elde edilen yağlar için kullanıldığı görülmektedir. Perakende aşamasında satış, bu yağların hem doğal halleriyle hem de bir gıda maddesine (örneğin mayonez veya ton balığı konservesi) katılarak nihai tüketicie satışı anlamına gelmektedir.

Ultraviyole ışığında özgül soğurma için 270 nm'de ve Delta E değerlerinde natürel sızma zeytinyağının 270 nm'deki özgül soğurma değeri hariç (AB temel standardında natürel sızma zeytinyağı için 270 nm'de özgül soğurma  $\leq 0,22$ ; 2007/36, Türk Gıda Kodeksi'nde ise bu değer  $\leq 0,25$  olarak yer almaktadır.) diğer zeytinyağı sınıflarındaki değerler uyuşmaktadır. Diğer bir nokta ise 232 nm'de ultraviyole ışığında özgül soğurma değerleri natürel sızma zeytinyağı ( $\leq 2,5$ ) ve natürel birinci zeytinyağı ( $\leq 2,60$ ) için AB temel standardında verilirken 2007/36 nolu Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliğinde bu kalite kriteri yer almamaktadır. Kalite kriterlerinden duysal özelliklerin saptanmasına yönelik olarak 'kusurların ortancası/medyanı' ve 'meyvemsi özellik ortancası/medyanı' değerleri hem AB standardında hem de 2007/36 nolu Türk Gıda Kodeksi'nde natürel sızma ve natürel birinci zeytinyağları için aynı değerleri içermektedir.

Tablo 8.6. a. 865/2004 Sayılı Konsey Tüzüğüne Göre AB Zeytinyağı Temel Standardındaki Bazı Kalite Kriterlerinin Karşılaştırılması

	Lampant Zeytinyağı	Natürel Zeytinyağları		Rafine Zeytinyağı	Paçal Zeytinyağı	Ham Pirina Yağı	Rafine Pirina Yağı	Pirina Yağı
		Sızma	Birinci					
Asitlik (%)	> 2,0	≤ 0,8	≤ 2,0	≤ 0,3	≤ 1,0		≤ 0,3	≤ 1,0
K270	-	≤ 0,22	≤ 0,25	≤ 1,10	≤ 0,90	-	≤ 2,00	≤ 1,70
Delta-K	-	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,16	≤ 0,15	-	≤ 0,20	≤ 0,18
K232	-	≤ 2,5	≤ 2,6	-	-	-	-	-

Tablo 8.6. b. 2007/36 Nolu Türk Gıda Kodeksi'ndeki Bazı Kriterlerin Karşılaştırılması

	Ham Zeytinyağı	Natürel Zeytinyağları <sup>(*)</sup>			Rafine Zeytinyağı <sup>(**)</sup>	Riviera Zeytinyağı <sup>(**)</sup>	Ham Pirina Yağı	Rafine Pirina Yağı	Karma Pirina Yağı
		Sızma	Birinci	İkinci					
Serbest asitlik, (100 g'da oleik asit cinsinden)	> 3,3	≤ 0,8	≤ 2,0	≤ 3,3	≤ 0,3	≤ 1,0		≤ 0,3	≤ 1,0
Ultraviyole Işığında Özgül Soğurma	-	≤ 0,25	≤ 0,25	≤ 0,30	≤ 1,10	≤ 0,90	-	≤ 2,00	≤ 1,70
270 nm'de Delta E	-	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,16	≤ 0,15	-	≤ 0,20	≤ 0,18

<sup>(\*)</sup>'Zeytinyağları' kelimesi anlam bütünlüğü sağlanması amacıyla yazar G.Tiryaki tarafından ilave edilmiştir.

<sup>(\*\*)</sup>'Zeytinyağı' kelimesi anlam bütünlüğü sağlanması amacıyla yazar G.Tiryaki tarafından ilave edilmiştir.

Zeytinyağı ve pirina yağının nitelikleri ve ilgili analiz yöntemlerine dair 11 Temmuz 1991 tarih ve (AET) 2568/91 sayılı Komisyon Tüzüğü'nde yer alan diğer standartları ise konuyla ilgili Avrupa Toplulukları Komisyonu ve Uluslararası Zeytinyağı Konseyi tarafından yürütülen teknik çalışmaların bir sonucu olarak Avrupa Birliği L 161 nolu Resmî Gazetesi'nde 22.06.2007 tarihinde yayınlanan bir Tüzükle bu standartlar ve analiz yöntemlerinde önemli değişiklikler yapılmış bulunmaktadır. Bu değişiklikler 01.01.2008 tarihinden itibaren uygulamaya konulmuştur. Yeni düzenlemeler 01.01.2008'den önce Avrupa piyasasına sürülen ürünlere uygulanmayacaktır.

AB zeytinyağı standartlarındaki değişiklikler aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

1. EK 2'nin başlığı-soğuk metot-ilavesi ile 'Determination of the free acids, cold method' şeklinde değiştirilmiştir.
2. Vaks içeriğinin kapiler kolonlu gaz-sıvı kromatografisi aracılığıyla saptanması yönteminde değişiklikler yapılmıştır. Mumsu maddeler içeriğiyle ilgili olarak EK 4'te gaz-likit kromatografisi yerine sadece gaz kromatografisi ifadesi kullanılarak yeni başlık 'Determination of wax content by capillary column gas chromatography' olarak değiştirilmiştir.

3. Esterifiye yağların tespit edilmesi amacıyla trigliseritin ikinci pozisyonunda doymuş yağ asitlerinin saptanması yerine 2-gliseril monopalmitat yüzdesinin saptanması yöntemi kimya uzmanları tarafından benimsenmiştir ve daha kesin olacağı kararına varmışlardır. 2-gliseril monopalmitat'ın ölçülmesiyle trigliseritlerin 2-pozisyonlu palmitik asit yüzdesinin saptanması için analitik proses EK VII'de 'Determination of the percentage of 2-glyceryl monopalmitate' başlığı ile ayrıntılarıyla yer almaktadır. Zeytinyağı kategorilerine göre istenen 2-gliseril monopalmitat değerleri (%) Tablo 8.7a'da görülmektedir. Buna göre natürel sızma zeytinyağında 2-gliseril monopalmitat yüzdesi toplam palmitik asit yüzdesinin  $\leq 14$  olması durumunda  $\leq 0,9$ ,  $> 14$  olması durumunda  $\leq 1,0$  olmalıdır.
4. Kimya uzmanlarının vurguladığı diğer bir nokta ise natürel zeytinyağında stigmastadien için sınır değerini aşağıya çekerek natürel zeytinyağları ile rafine zeytinyağlarının ayırımının daha iyi başarılmasının mümkün kılınmasıdır (bakınız Tablo 8.7a). Bu nedenle, natürel ve rafine yağların daha iyi ayırt edilebilmesi için stigmastadien sınır değerleri düşürülmüştür. Natürel zeytinyağlarında stigmastadien sınır değerleri  $\leq 0,15$ 'ten  $0,10$  mg/kg'a düşürülmüştür.
5. Yine, yağ asitlerinin metil esterlerinin gaz kromatografisi ile analizinde küçük bir değişikliğe gidilmiştir.

AB'de zeytinyağlarının ambalajlanması, etiketlenmesi ve pazarlanmasına ilişkin düzenlemeler tüketicinin korunması, gıda güvenliği ve tarım politikalarının kesişim alanında yer almaktadır. Bunlar sadece zeytinyağı ve sofralık zeytinler değil, zeytinyağı içeren konserveler ve mayonez gibi ürünler açısından da önemlidir.

Pazarlama standartları 'piyasaya sunulan malların kalite niteliklerini doğru yansıtması ve bunları muhafaza edebilmesine yönelik düzenlemeler' olarak tanımlanmış olup bu standartların "hem 'özgün' hem de tüketicinin zihninde kurguladığı 'bağlantılı kalite'yi güvence altına almak için tasarlandığı" vurgulanmıştır. Yine, zeytinyağının şöhretini korumak için pazarlama standartları getirilmesi hem tüketici haklarının hem de sektörün genel çıkarlarının korunması için elzemdir.

Zeytinyağlarının tespit edilen özgün kalite sınıflarına ilişkin adlandırma ve tanımlamalarının (Tablo 8.5) üye devletlerde zorunlu kullanımı pazarlama standartlarının temelini oluşturmaktadır.

Pazarlama standartları; zeytinyağlarının ambalajlanması, etiketlenmesi ve sunumu gibi diğer konuları da kapsamakta olup pazarlama standartları, gıda güvenliği ve tüketici hakları mevzuatlarının kapsamına giren yatay nitelikli hükümlere, zeytinyağına özgü ilave kurallar getirmiştir.

Topluluk "zeytinyağı anayasası"nın ilgili düzenlemelere ilişkin olarak geçirdiği evrim EK A'da ortaya konulmuş olup "136/66/EEC Sayılı Konsey Tüzüğü'nün Pazarlama Düzenlemeleri Açısından Evrimi" başlığını taşıyan EK A bu konuyu ayrıntılı olarak ele almakta, değişikliklerin hem metinlerini vermekte hem de özlü bir analizini sunmaktadır.

AB'de zeytinyağı ambalajlanması, etiketlenmesi ve pazarlanması düzenlemeleri konularındaki ayrıntılı bilgiler Tarıf Planlama ve Koordinasyon Müdürlüğü'nün yayımladığı *Avrupa Birliği Zeytinyağı Mevzuatı: Üretim ve Pazarlama* kitabının II. cildinde yer almaktadır.

Tablo 8.7. a. Zeytinyağlarının Nitelikleri (Resmî Gazete L161, 2007c)

Kategori	Asitlik (%) (*)	Peroksit değeri mEq O <sub>2</sub> /kg (*)	Mumsu maddeler mg/kg (**)	2-gliseril monopalmitat (%)	Stigmas-tadienler mg/kg (!)	Gerçek (HPLC) ve teorik ECN42 arasındaki fark <sup>(1)</sup>	K <sub>232</sub> (*)	K <sub>270</sub> (*)	Delta-K (*)	Duyusal değerlendirme	
										Kusurların medyanı (Md) (*)	Meyvensilik medyanı (Mf) (*)
1. Natürel sızma zeytinyağı	≤ 0,8	≤ 20	≤ 250	toplam palmitik asit yüzdesinin ≤ 14 olması durumunda ≤ 0,9 toplam palmitik asit yüzdesinin > 14 olması durumunda ≤ 1,0	≤ 0,15	≤ 0,2	≤ 2,50	≤ 0,22	≤ 0,01	Md = 0	Mf > 0
2. Natürel birinci zeytinyağı	≤ 2,0	≤ 20	≤ 250	toplam palmitik asit yüzdesinin ≤ 14 olması durumunda ≤ 0,9 toplam palmitik asit yüzdesinin > 14 olması durumunda ≤ 1,0	≤ 0,15	≤ 0,2	≤ 2,60	≤ 0,25	≤ 0,01	Md ≤ 2,5	Mf > 0
3. Lampant zeytinyağı	>2,0	—	≤ 300 <sup>(2)</sup>	toplam palmitik asit yüzdesinin ≤ 14 olması durumunda ≤ 0,9 toplam palmitik asit yüzdesinin > 14 olması durumunda ≤ 1,1	≤ 0,50	≤ 0,3	—	—	—	Md > 2,5 <sup>(2)</sup>	—
4. Rafine zeytinyağı	≤ 0,3	≤ 5	≤ 350	toplam palmitik asit yüzdesinin ≤ 14 olması durumunda ≤ 0,9 toplam palmitik asit yüzdesinin > 14 olması durumunda ≤ 1,1	—	≤ 0,3	—	≤ 1,10	≤ 0,16	—	—
5. Rafine ve natürel zeytinyağlarından oluşan paçal edilmiş yağ	≤ 1,0	≤ 15	≤ 350	toplam palmitik asit yüzdesinin ≤ 14 olması durumunda ≤ 0,9 toplam palmitik asit yüzdesinin > 14 olması durumunda ≤ 1,0	—	≤ 0,3	—	≤ 0,90	≤ 0,15	—	—
6. Ham pirina yağı	—	—	> 350 <sup>(4)</sup>	≤ 1,4	—	≤ 0,6	—	—	—	—	—
7. Rafine pirina yağı	≤ 0,3	≤ 5	> 350	≤ 1,4	—	≤ 0,5	—	≤ 2,00	≤ 0,20	—	—
8. Pirina yağı	≤ 1,0	≤ 15	> 350	≤ 1,2	—	≤ 0,5	—	≤ 1,70	≤ 0,18	—	—

1. Bir kapiler kolon tarafından ayrılabilen (veya ayrılmayan) izomerlerin toplamı
2. Veya kusurların medyanı 2.5'tan daha küçük veya buna eşitse ve meyvensilik medyanı 0 ise.
3. Mumsu maddeler içeriği 300 mg/kg ile 350 mg/kg arasında olan yağlar, eğer toplam alifatik alkol içeriği 350 mg/kg'dan daha az veya buna eşitse veya eritrodixol ve uvaol içerikleri %3.5'tan daha küçük veya buna eşitse lampant zeytinyağı olarak addedilmelidir.
4. Mumsu maddeler içeriği 300 mg/kg ile 350 mg/kg arasında olan yağlar, eğer toplam alifatik alkol içeriği 350 mg/kg'dan daha fazlaysa ve eritrodixol ve uvaol içerikleri %3.5'tan daha büyükse ham pirina yağı olarak addedilmelidir.



Tablo 8.7. b. Zeytinyağlarının Nitelikleri (Resmî Gazete L161, 2007C)

Kategori	Yağ asidi içeriği (%)						Transoleik izomerlerin toplamı (%)	Translinolenik ve trans linolenik izomerlerin toplamı (%)	Steroller kompozisyonu						Toplam steroller (mg./kg)	Eritrodioxol ve uvaol (%) (***)
	Miristik (%)	Linolenik (%)	Arşidik (%)	Eikosenoik (%)	Behenik (%)	Ligno-serik (%)			Koles-terol (%)	Brassi-kasterol (%)	Kampes-terol (%)	Stig-masterol (%)	Beta-sitosterol (%) (†)	Delta-7-Stigmasterol (%)		
1. Natürel sızma zeytinyağı	≤ 0,05	≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,4	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 4,0	< Kamp,	≥ 93,0	≤ 0,5	≥ 1 000	≤ 4,5
2. Natürel birinci zeytinyağı	≤ 0,05	≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,4	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 4,0	< Kamp,	≥ 93,0	≤ 0,5	≥ 1 000	≤ 4,5
3. Lampant zeytinyağı	≤ 0,05	≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,4	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,10	≤ 0,10	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 4,0	–	≥ 93,0	≤ 0,5	≥ 1 000	≤ 4,5 (‡)
4. Rafine zeytinyağı	≤ 0,05	≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,4	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,20	≤ 0,30	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 4,0	< Kamp,	≥ 93,0	≤ 0,5	≥ 1 000	≤ 4,5
5. Rafine zeytinyağları ve natürel zeytinyağlarından oluşan paçal edilmiş yağ	≤ 0,05	≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,4	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,20	≤ 0,30	≤ 0,5	≤ 0,1	≤ 4,0	< Kamp,	≥ 93,0	≤ 0,5	≥ 1 000	≤ 4,5
6. Ham pirina yağı	≤ 0,05	≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,4	≤ 0,3	≤ 0,2	≤ 0,20	≤ 0,10	≤ 0,5	≤ 0,2	≤ 4,0	–	≥ 93,0	≤ 0,5	≥ 2 500	> 4,5 (‡)
7. Rafine pirina yağı	≤ 0,05	≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,4	≤ 0,3	≤ 0,2	≤ 0,40	≤ 0,35	≤ 0,5	≤ 0,2	≤ 4,0	< Kamp,	≥ 93,0	≤ 0,5	≥ 1 800	> 4,5
8. Pirina yağı	≤ 0,05	≤ 1,0	≤ 0,6	≤ 0,4	≤ 0,3	≤ 0,2	≤ 0,40	≤ 0,35	≤ 0,5	≤ 0,2	≤ 4,0	< Kamp,	≥ 93,0	≤ 0,5	≥ 1 600	> 4,5

(1) Bulunan diğer yağ asitleri (%): palmitik: 7,5 ila 20,0; palmitoleik: 0,3 ila 0,35; heptadekanoik: ≤ 0,3; heptadesenoik: ≤ 0,3; stearik: 0,5 ila 5,0; oleik: 55,0 ila 83,0; linoleik: 3,5 ila 21,0.

(2) Toplam: Delta-5-23-Stigmastadienol + Klerosterol + Beta-Sitosterol + Sitostanol + Delta-5-Avenasterol + Delta-5-24-Stigmastadienol.

(3) Mumsu maddeler içeriği 300 mg/kg ile 350 mg/kg arasında olan yağlar, eğer toplam alifatik alkol içeriği 350 mg/kg'dan daha az veya buna eşitse veya eritrodioxol ve uvaol içerikleri %3,5'tan daha küçük veya buna eşitse lampant zeytinyağı olarak addedilmelidir.

(4) Mumsu maddeler içeriği 300 mg/kg ile 350 mg/kg arasında olan yağlar, eğer toplam alifatik alkol içeriği 350 mg/kg'dan daha fazlaysa ve eritrodioxol ve uvaol içerikleri %3,5'tan daha büyükse ham pirina yağı olarak addedilmelidir.

(5) **Notlar:**

(a) Analizlerin sonuçları her nitelik için mutlaka aynı haneye kadar ifade edilmelidir. Eğer izleyen hane dörtten daha büyük ise son hane mutlaka bir artırılmalıdır.

(b) Eğer sadece bir nitelik beyan edilen değerleri karşılamıyorsa bir yağın kategorisi değiştirilebilir veya yağın bu Tüzük'ün amaçları dahilinde saf olmadığı beyan edilebilir.

(c) Eğer bir nitelik (\*) şeklindeki asterikle işaretlenmişse bu durum yağın kalitesine ilişkin olarak aşağıdaki manalara gelmektedir:

— lampant zeytinyağı için her iki ilgili sınırdan da beyan edilen değerlerden aynı anda farklı olmasının mümkün olduğuna,

— natürel zeytinyağları için eğer bu sınırların en azından biri beyan edilen değerlerden farklıysa yağın kategorisinin değiştirileceğine, ancak yine de yağın natürel zeytinyağı kategorilerinden birinde sınıflandırılacağına.

(d) Eğer bir nitelik (\*\*) şeklindeki asterikle işaretlenmişse bu durum tüm pirina yağı sınıfları için iki ilgili sınırdan da beyan edilen değerlerden aynı anda farklı olmasının mümkün olduğu manasına gelmektedir.

Türkiye, Aralık 1999'da gerçekleştirilen Helsinki Avrupa Zirvesi sonucunda AB'ye tam üyelik için adaylık statüsünü elde etmiştir. Bu statü, sadece Türkiye'ye Kopenhag Kriterleri çerçevesinde AB müktesebatını üstlenme gibi büyük bir sorumluluğu da yüklemiştir. Dolayısıyla ülkemizin, AB'nin zeytinyağı politikasını benimseyerek hayata geçirmesi gerekmektedir. TARIŞ, T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığından gelen bu konuyla ilgili talebi olumlu karşılayarak, TARIŞ Genel Müdürlüğü çatısı altındaki Planlama ve Koordinasyon Müdürlüğü incir ile zeytin ve zeytinyağına yönelik olarak AB'ye uyum çalışmalarını yürütmekten sorumlu kılınmıştır. AB müktesebatının üstlenilmesine ilişkin Türkiye Ulusal programı, zeytinyağı sektörünü yakından ilgilendiren birçok yasal düzenleme ve proje yapılmasını öngörmektedir.

Ergonomik nedenlerden ötürü bu kitapta zeytinyağı ve pirina yağı üretim işletmelerinde kalite, çevre, iş sağlığı ve özellikle de gıda güvenliği performansının sürdürülmesi ve geliştirilmesinde etkin bir araç olarak kullanılan 'kalite yönetim sistemleri', 'çevre yönetim sistemleri', 'iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi' ve 'gıda güvenliği yönetim sistemi' standartlarına yer vermek mümkün olmamıştır.

Sonuç olarak, Türk tarımının özellikle ihracata yönelik önemli bir alt sektörünü oluşturan zeytin ve zeytinyağının dünya ticaretindeki hak ettiği yeri alabilmesi, bu konuda yapılacak gerçekçi uygulanabilir projeksiyonların yapılabilmesine, zeytinyağı ve pirina yağının nitelikleri ile ilgili analiz yöntemlerinin düzenlenmesine ve bunların titizlikle uygulanmasına bağlı olacaktır. Uygulanacak olan standartlar bir maliyet getirmesi yanında, analiz ve muayene yöntemlerinde bilimsel gelişmelerin dikkate alınması ve uygulanması kalitenin eldesine, devamına ve sürdürülebilirliğine çok önemli katkılar sağlayacaktır.

İhracatta ve iç piyasada ayrı standartların uygulandığı ülkemizde, bu farklılıkların giderilmesi, aşılması gereken önemli bir engel olarak karşımızda durmaktadır. Bu engelin gerekli düzenlemelerle çok hızlı bir şekilde aşılması, Türk tüketicilerinin haklarının korunması adına büyük katkılar sağlayacaktır.

Ülkemiz zeytincilik sektörü, AB'ye uyum sürecini, zeytinyağı kalitesinin geliştirilmesi adına bir fırsat olarak değerlendirdiği ve hukuksal altyapısını buna göre oluşturduğu takdirde, uluslararası pazarda söz sahibi olan, kendi zeytinyağı üretici ve tüketicisinin haklarını uluslararası standartlarda koruyabilen çok önemli bir ülke konumuna gelebilecektir.

## KAYNAKLAR

- Alinorm 01/17, 2001a. Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Alimentarius Commission, 24 Session, Genova, Switzerland, 2-7 July, 2001.
- Alinorm 01/17, 2001b. Report of the Seventeenth Session of the Codex Committee on Fats and Oils, London, United Kingdom, 19-23 February 2001.
- Anonim, 1995a. Coğrafi İşaretlerin Korunması Hakkında 555 Sayılı Kanun Hükmünde Kararname.
- Anonim, 1995b. Coğrafi İşaretlerin Korunması Hakkında Düzenlemeler Yapılması Hakkında 556 Sayılı Kanun Hükmünde Kararname.
- Arıkan, N. ve Arkış, A.E. 2005. Zeytinyağı tesislerinde kalite sertifikasyonu. İzmir, Türkiye, Zeytinyağı ve Pirina Yağı Sempozyum ve Sergisi. 10-12 Kasım, İzmir. ss. 91-95.
- Arkış, A.E. 2005. Gıda güvenliği yönetim sistemlerinde son gelişmeler. İzmir, Türkiye, Zeytinyağı ve Pirina Yağı Sempozyum ve Sergisi. 10-12 Kasım, İzmir. ss. 96-107.
- ElBGS, 2003. *UZK Zeytinyağı ve Pirina Yağı Duyusal Analizleri Metod Koleksiyonu*. Ege İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği Zeytin ve Zeytinyağı Servisi, İzmir.
- Ersoy, B. 2005. Natürel zeytinyağlarının kalitelerinde organoleptik özelliklerin önemi, değerlendirilmesi ve Türkiye'deki gelişmeler. Zeytinyağı ve Pirina Yağı Sempozyum ve Sergisi. 10-12 Kasım, İzmir. ss. 82-90.
- Güldoğan, E. 2007. AB'de Zeytinyağını Pazarlamanın da Standardı Var. *Z&Z Dergisi* Sayı: 4
- Güldoğan, E. ve Tan, M. 2004. *Avrupa Birliği Zeytinyağı Mevzuatı: Üretim ve Pazarlama*. Cilt II, S. 1153. Tarıf Planlama ve Koordinasyon Müdürlüğü. 1. Basım ISBN 975-92959-3-8 (Tk) 975-92959-4-6. AYMA Matbaacılık, İZMİR.
- Güldoğan, E. ve Tan, M. 2002. *Avrupa Birliği Zeytinyağı Mevzuatı: Sıvı ve Katı Yağ Piyasası Ortak Örgütlenmesi*. İzmir: S.S. TARIŞ Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifleri Birliği.
- INAO-IMO, 2001. Registered designations of origin and olive oil. *Olivae/No.* 86-April:22-25.
- IOOC, 1987a. Sensory analysis of olive oil standart. Sensory analysis: General basic vocabulary. COI/T.20/Doc. No.4, 18 June.
- IOOC, 1987b. Sensory analysis of olive oil standart. Glass for oil tasting. COI/T.20/Doc. No.5, 18 June.
- IOOC, 1987c. Sensory analysis of olive oil standart. Guide for the installation of a test room. COI/T.20/Doc. No.6, 18 June.
- IOOC, 1996a. Sensory analysis of olive oil standart. General methodology for the organoleptic assessment of virgin olive oil. COI/T.20/Doc. No.13/Rev.1. 20 November
- IOOC, 1996b. Sensory analysis of olive oil standart. Guide for the selection, training and monitoring of skilled virgin olive oil tasters. COI/T.20/Doc. No.14/Rev.1. 20 November.
- IOOC, 1996c. Sensory analysis of olive oil method. Organoleptic assessment of virgin olive oil. COI/T.20/Doc. no. 15/Rev. 1. 20 November.

- IOOC, 1996d. International Training Course for supervisors of virgin olive oil tasting panels. İzmir (Turkey), 22-26 October. International Olive Oil Council, Principe de Vergara 154 Madrid/Spain.
- IOOC, 1996e. Revised method for the organoleptic assessment of virgin olive oil. Resolution No. RES-3/75-IV/96.
- Ottava, 2007. Kanada Zeytinyağı Pazar Araştırması. Ss.17-18. T.C: Ottava Büyükelçiliği Ticaret Müşavirliği URL: <http://www.musavirlikler.gov.tr/upload/CDN/Zeytinyagi%20Pazar%20Arastirmasi-2007.doc>
- Özdeştan, M. 2005. Zeytinyağı ve Pirina Yağı İle İlgili Ulusal Mevzuatlar. İzmir İl Tarım Müdürlüğü Kontrol Müdürlüğü. İzmir, Türkiye, Zeytinyağı ve Pirina Yağı Sempozyum ve Sergisi. 10-12 Kasım, İzmir. ss. 86-90.
- Resmî Gazete L 161, 2007c. Commission Regulation (EC) No 702/2007 of 21 June 2007 amending Commission Regulation (EEC) No 2568/91 on the characteristics of olive oil and olive-residue oil and on the relevant methods of analysis. Official Journal of the European Union, p. 11-27.
- Resmî Gazete, 1998. Yemeklik zeytinyağı ve yemeklik pirina yağı hakkında Tebliğ (Tebliğ No:98/7). Yayınlandığı tarih: 25.04.1998 ve Sayı: 23323. URL: <http://www.kkgm.gov.tr/TGK/Tebliğ/98-7.html>
- Resmî Gazete, 2001. Avrupa Birliği Müktesebatının Üstlenilmesine İlişkin Türkiye Ulusal Programı. 24 Mart 2001 tarih ve 24352 Mükerrer sayı.
- Resmî Gazete, 2002. Türk Gıda Kodeksi-Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliği. Yayınlandığı tarih: 25.08.2002 ve Sayı: 24857
- Resmî Gazete, 2003. Avrupa Birliği Müktesebatının Üstlenilmesine İlişkin Türkiye Ulusal Programı. 24 Temmuz 2003 tarih ve 25178 Mükerrer sayı.
- Resmî Gazete, 2004. Revize Edilen TS 341 Yemeklik Zeytinyağı Standardı ve TS 342 Yemeklik Zeytinyağı-Muayene ve Deney Yöntemleri Standardının Dış Ticarete Zorunlu Uygulamaya Konulmasına İlişkin Tebliğ (Tebliğ No: 2004/30). Yayınlandığı tarih: 03.06.2004 ve Sayı: 25481 (Asıl)
- Resmî Gazete, 2006a. Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ (Tebliğ No: 2006/3). Yayınlandığı tarih: 22 Ocak, 2006 Sayı: 26057
- Resmî Gazete, 2006b. Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ (Tebliğ No: 2006/34). Yayınlandığı tarih: 7 Temmuz, 2006 Sayı: 26221
- Resmî Gazete, 2007a. Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ (Tebliğ No: 2006/34), Yayınlandığı tarih: 23 Ağustos, 2007 Sayı: 26622.
- Resmî Gazete, 2007b. Türk Gıda Kodeksi-Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (Tebliğ No: 2007/36). Yayınlandığı tarih:03.08.2007 ve Sayı:26602. URL: <http://rega.basbakanlik.gov.tr/eskiler/2007/08/20070803-7.htm>
- Tan, M. ve Çelikel, T.N. 2003. Avrupa Birliği'nin Zeytinyağı Politikası, Türkiye'deki Uyum Çalışmaları ve Tarış'ın Rolü. Türkiye 1. Zeytinyağı ve Sofralık Zeytin Sempozyumu, 2-3 Ekim, 2003, İzmir, Türkiye, s. 160-180.

- Tibet, Ü. 5 Şubat 2007. Yemeklik Zeytinyağı Standardı. [http://www.tarimmerkezi.com/yazar\\_kose.php?hid=2622](http://www.tarimmerkezi.com/yazar_kose.php?hid=2622)
- Tiryaki Yıldız, G. ve Akbay, C. 2005. Koruma Altına Alınmış Orijin Adı Ve Coğrafi İşaretlemenin Önemi. III. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu, 6-9 Eylül, Antakya-Hatay.
- Tiryaki Yıldız, G. ve Köseoğlu, O. 2003. Üç-Fazlı Kontinu Sistem Zeytinyağı Üretiminde HACCP'e Giriş: TEHLİKE ANALİZİ. Türkiye 1. Zeytinyağı ve Sofralık Zeytin Sempozyumu, 2-3 Ekim, 2003, İzmir, Türkiye, p. 102-106.
- Usta, R. ve Yılmaz, B. 2005. Zeytinyağı ve pirina yağında standartlar. İzmir, Türkiye, Zeytinyağı ve Pirina Yağı Sempozyum ve Sergisi. 10-12 Kasım, İzmir. ss. 108-110.

## TEŞEKKÜR

Sayın AB Uzmanı/Strateji Danışmanı **Evren Güldoğan**'a konuyla ilgili AB standartları ve tüzüklerinin sağlanması ve yorumlanmasındaki değerli katkılarından dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

**Önemli hatırlatma:** Zeytinciliğin dinamik bir tarımsal sektör olması ve Avrupa Birliği'nde her pazarlama yılı için yeni kararlar alınması sık aralıklarla yeni yasal belgelerin yayınlanması ve mevcut belgelerin yürürlükten kaldırılmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla kitabın bu bölümünün içerikleri değişime açıktır.

Renan Tunaloğlu<sup>1</sup>

## 9.1. DÜNYADA VE AVRUPA BİRLİĞİ'NDE ZEYTİNCİLİK VE ZEYTİNYAĞI

### 9.1.1. Zeytin Ağaç Sayısı-Dane Zeytin Üretimi ve Zeytincilik Yapılan Alan

Dünyada zeytin yetiştiriciliği Akdeniz'e kıyı olan (İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, Fransa, Portekiz, Tunus, Fas, Cezayir, Suriye vb.) ya da Akdeniz iklimi gösteren ülkelerin bazı mikroklima bölgelerinde (ABD-Kaliforniya, Avustralya, İran vb.) yapılmaktadır. Fakat zeytinciliğin ekonomik anlamda daha çok Avrupa Birliği (AB) içerisinde yer alan İspanya, İtalya, Yunanistan ve AB dışındaki Türkiye, Tunus, Fas ve son yıllarda da Suriye vb. ülkelerde yapıldığını ifade etmek mümkündür (Tablo 9.1.).

Tablo 9.1. Dünyada Önemli Üretici Ülkelerin Zeytincilik Verilerinin Karşılaştırılması (1990-2006) (Tunaloğlu R., 2006; www.fao.org., 2007; TÜİK, 2001)

Ülkeler/Kriterler	Türkiye	Avrupa Birliği			Tunus	Fas	Suriye
		İspanya	İtalya	Yunanistan			
1. Toplam Tarım Alanı (Bin ha)	21.000	26.953	14.685	3.465	*	*	*
2. Zeytin Alanı (Bin ha)	660,0	1.199,1	1.141,3	797,0	1.500,0	505,0	500,0
3. Toplam Zeytin Ağaç sayısı (Milyon adet)	120	200	200	150	70	60	58
4. Zeytin Üretici Sayısı (Adet/kışı)	196.361	2.500.000 (Fransa ve Portekiz dahil)			269.000	*	*
5. Zeytin Dane Üretimi (Bin ton) (Ortalama)	1.063,0	2.288,8	1.561,0	1.187,3	665,6	384,4	412,0
6. Zeytin Dane Verimi (kg/ha)	1,6	1,7	2,5	2,5	0,5	1,2	1,2

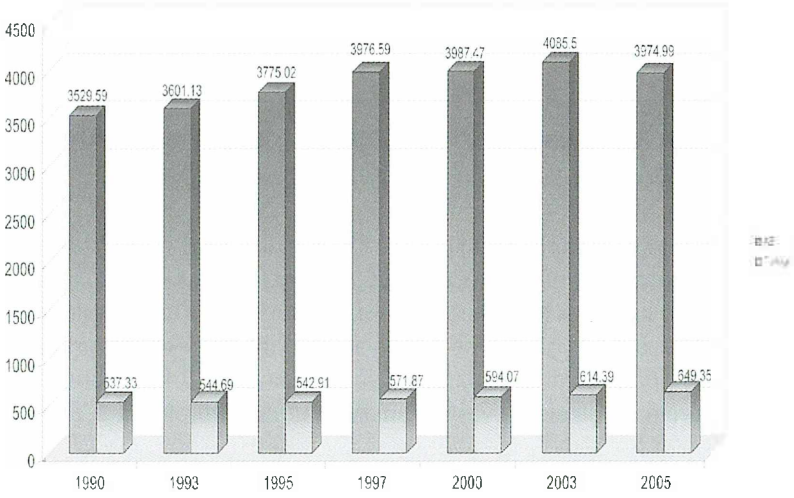
(\*) Net bilgilere ulaşılmadığından verilmemiştir.

(\*\*) Sadece üretim verilerinde söz konusu yıl ortalamaları alınmıştır.

Tablo 9.1 incelendiğinde önemli zeytin üreticisi ülkelerde mevcut tarım alanları, bu alan içerisinde zeytinlik alanlar, zeytin ağaç sayısı, zeytin üretici sayısı, zeytin dane üretimine ait veriler görülmektedir. Dünyada mevcut zeytin alan varlığı

7.993.000 hektar olduğuna göre bu ülkeler toplam alanın %84'üne, son on altı yıl dünya dane üretim ortalaması ele alındığında 13.927.000 ton dane üretimi ile dünya üretiminin %52'sine sahiptir (www.fao.org erişim Kasım 2007).

Türkiye, söz konusu kriterler dikkate alındığında çoğu kere Avrupa Birliği (AB) üyesi üç büyük ülkeden sonra gelmektedir. Şekil 9.1'de alan varlığı açısından Türkiye-AB karşılaştırması verilmiştir.



Şekil 9.1. Avrupa Birliği Ülkeleri ve Türkiye Zeytin Alan Varlığı  
(www.fao.org-erişim Kasım 2007'den hazırlanmıştır).

### 9.1.2. Zeytinyağı Üretimi-Tüketimi-Dış Satımı-Dış Alım ve Stoklar

Tablo 9.2'de dünyada önemli zeytinyağı üreticisi ülkeler karşılaştırılmıştır. Dünyanın en büyük zeytinyağı;

- **Üreticileri:** sırası ile AB (İspanya, İtalya, Yunanistan) Tunus, Türkiye, Suriye, Fas, Ürdün, Arjantin, Lübnan, Cezayir
- **İhracatçıları:** AB (İspanya, İtalya, Yunanistan), Tunus, Türkiye, Suriye, Fas, Arjantin
- **Tüketicileri:** AB (İspanya, İtalya, Yunanistan), Suriye, Türkiye, Fas, Tunus, Cezayir, Avustralya, Japonya, Kanada
- **İthalatçıları:** AB (İspanya, İtalya, Yunanistan), Japonya, Avustralya, Kanada, Brezilya'dır.

Tablo 9.2. Dünyada Önemli Üretici Ülkelerin Zeytinyağı Verilerinin Karşılaştırılması (1990-2006) (Tunalıoğlu, R., 2006; www.fao.org, 2007; TÜİK, 2001)

Ülkeler/Kriterler	Türkiye	Avrupa Birliği			Tunus	Fas	Suriye
		İspanya	İtalya	Yunanistan			
1. Zeytin üretiminden zeytinyağına ayrılan oran (%)	78	87	95	81	95	75	80
2. Zeytinyağı Randımanı (%) (Zeytinyağı/İşlenen yağlık zeytin*100)	18,0	20,9	19,2	18,6	18,5	16,0	17,5
3. Ağaç başına zeytinyağı üretimi (kg)	1,2	4,0	3,9	3,2	2,2	1,0	1,1
4. Zeytinyağı üretimi (1000 Ton) (ort.)	102	827	563	368	162	56	101
5. Dünya zeytinyağı üretimindeki payı (%) ve yeri (sıra)	5/5.	35/1.	24/2.	16/3.	6/4.	2/7.	4/6.
6. Zeytinyağı üreten işletme sayıları (adet)	1.200	2.500	6.353	2.800	1.590	-	-
7. Dünya zeytinyağı tüketimindeki payı (%) ve yeri (sıra)	3/5.	22/2.	31/1.	11/3.	2/7.	2/6.	4/4.
8. Dünya zeytinyağı ithalatındaki payı (%) ve yeri (sıra)	0,8/12.	7,0/8.	21,0/1.	0,8/11.	-	-	-
9. Dünya zeytinyağı ihracatındaki payı (%) ve yeri (sıra)	12/5.	43/1.	23/2.	21/3.	22/4.	1/7.	1/6.
10. Kişi başına zeytinyağı tüketimi (kg/kişi)	1,5	13,0	12,0	19,0	5,2	1,3	5,4

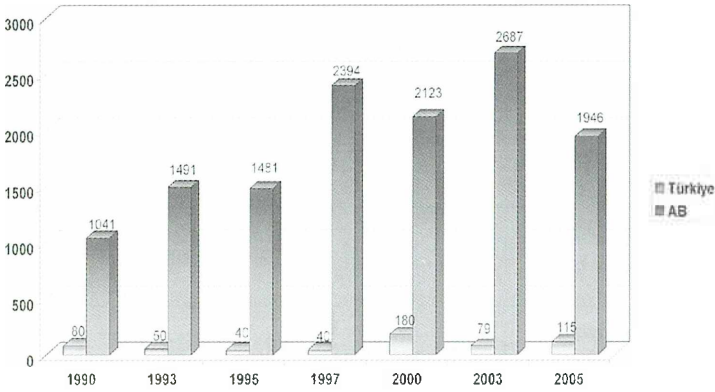
(\*) Sadece üretim verilerinde söz konusu yıl ortalamaları alınmıştır.

Avrupa Birliği'nin kendi içerisindeki en büyük zeytinyağı;

- **Üreticileri:** sırası ile İspanya, İtalya, Yunanistan
- **İhracatçıları:** İtalya, İspanya
- **Tüketicileri:** İtalya, İspanya, Yunanistan,
- **İthalatçıları:** İtalya, İspanya, Yunanistan'dır.

Türkiye, dünyada, Avrupa Birliği'nin bir kaç üretici ülkesinden sonra önemli bir zeytinyağı üreticisi olmasına rağmen üretim oranı olarak çok küçük bir değere sahiptir (Şekil 9.2.).





Şekil 9.2. Dünya zeytinyağı Üretiminde AB ve Türkiye'nin Yeri  
([www.internationaloliveoilcouncil.org](http://www.internationaloliveoilcouncil.org)).

AB, dünya zeytinyağı üretiminin %78'ini, tüketiminin %73'ünü, ithalatının %30'unu, ihracatının %57'sini karşılamaktadır. AB'nin büyük üretici ülkeleri olan İspanya, İtalya ve Yunanistan, aynı zamanda büyük tüketici ülkeleridir. İspanya ve İtalya, Yunanistan'dan farklı olarak ihracatlarını sadece AB ülkelerine değil AB dışındaki ülkelere de yapmakta iken Yunanistan bu ülkeler içerisinde AB'ye ithalatı önemsiz tek ülke olmaktadır.

Dünyada zeytinyağı bitiş stokları ise var ve yok yılları ortalaması olarak toplam talebin yaklaşık %17 ila 25'i arasında değişmekte ve 0,6 ila 1,1 milyon ton arasında olmaktadır. Dünya stoklarını, önemli üretici ülkelerin üretimleri, pazarlama organizasyonlarının işlerliği, diğer bir deyimle stoklama müesseselerinin varlığı etkilemektedir.

## 9.2. DÜNYADA ZEYTİNCİLİK VE ZEYTİNYAĞI POLİTİKALARI İLE REFORMLAR

Dünyada zeytincilik politikaları doğrudan Avrupa Birliği zeytincilik politikalarını oluşturmaktadır. Çünkü dünyanın en büyük üreten, tüketen, ihraç ve ithal eden ülkeleri bu ülkelerdir.

### 9.2.1. Avrupa Birliği'nde Ortak Tarım Politikası

Avrupa Birliği'nde ekonomik ve sosyal gelişmeler, Birliğe üye ülkelerin farklılıkları nedeniyle çeşitli ortak politikalarla sağlanmaktadır. Tarım sektörü ile ilgili düzenlemeler ortak tarım politikaları içerisinde yer almaktadır. Ortak Tarım Politikası'nın amacı, tarım sektöründe verimliliği arttırmak, bu kesimde çalışanların gelir ve refah

düzeyini yükselterek daha yüksek bir yaşam standardı sağlamak, tarım kesiminde üretimi artırırken piyasalarda kararlılığı sağlamak, kendine yeterli hale gelmek ve piyasalarda fiyat istikrarını sağlamaktır.

Ortak Tarım Politikası'nın işlerlik kazanmasında Avrupa Birliği'nin 1960'lı yılların başlarında bitkisel yağların Topluluk içindeki düşük üretimi nedeniyle yüksek düzeydeki tüketimi etkin olmuştur. Bitkisel yağ üretimi Birliğin yağ ihtiyacının ancak %10'unu karşılar iken, bitkisel yağlardaki bu açığı kapatılabilmek için Birliğin üçüncü ülkelerden gelen yağlı tohumlara tamamen açılması ve sıfır gümrük resmi ile bitkisel yağ ithali gibi çözüm yolları benimsenmişti. Ancak 1966 yılına gelindiğinde pazarda bolluğa, fiyatların düşmesine, diğer yağlara göre fiyatı yüksek olan zeytinyağı tüketiminin azalmasına neden oldu. Özellikle İtalya'da zeytin üreticisi çok sayıda ailenin bitkisel yağların zeytinyağı üzerindeki olumsuz baskısı ile Birlik yeni tedbirler almaya zorlandı. Bunun üzerine Ortak Tarım Politikası(OTP) çerçevesinde Zeytinyağı Piyasa Düzeni (ZPD), Konsey'in 136/66/EEC numaralı kararına göre 22 Eylül 1966'da katı ve sıvı yağlar Ortak Piyasa Organizasyonu'nu belirleyen yönetmelikle oluşturulmuştur. ZPD, altı üyeli Toplulukta ana üretici ülkenin İtalya olduğu dönemde kurulmuştur. Bu durum 1981'de Yunanistan ve 1986'da İspanya ve Portekiz'in Topluluğa girmesiyle tamamen değişmiştir. Topluluk, bu zeytinci ülkelerin katılmasıyla kendine yeterlilik oranını aşmıştır. Daha sonra yapılan birçok değişikliğe rağmen ZPD, yeterli bir destekleme sistemi oluşturma konusunda başarısız olmuştur.

Daha sonra, Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ)'nün baskıları sonucunda, Topluluk, desteklerin azaltılması konusunda bazı değişiklikler yapmak zorunda kalmıştır. Böylece ZPD'ye yönelik reformun koşulları oluşmuştur. Yıllar içinde daha birçok değişikliğe uğrayan ZPD'de reform niteliği taşıyan değişiklik 1998 yılında yapılan reformdur. 1986 yılında İspanya ve Portekiz'in Topluluk 'a girmesi ile net ihracatçı konumuna gelen AB'nin ZPD'ye yönelik yardım sisteminde önemli değişikliklerin yapılması gerekli hale gelmiştir. 1998 reformu, koruyucu, kaliteyi artırıcı, yetiştiricilere sabit bir geliri garanti edici bir yapıyı amaçlarken, dinamik bir pazar ve organizasyon ile sektörü kontrol etmeyi de hedeflemiştir. Aynı zamanda bu reform ile finansal kaynakların üretici yardımına yoğunlaştığı, bütçenin ulusal garanti edilmiş miktarlar şeklinde üye ülkelere dengeli bir biçimde dağıldığı bir yapı arzulanmıştır.

Konsey, ZPD'nin kontrol ve idare sistemini geliştirmek amacıyla; sektördeki istatistiksel verileri değerlendirmek ve düzenlemek, yeni dikimler için kayıt zorunluluğu getirmek, denetleme prosedürünü ve bunları ihlal durumunda cezai yaptırımları güçlendirmek ve verim tahmini için yeni bir yöntemin oluşturulması gibi bir dizi önlemleri içeren yeni bir düzenleme getirmiştir. 1998 yılında başlanılan ve 2001 yılı itibarıyla ZPD'yi baştan sona ele almayı ve getirilen yeni düzenlemelerin bir uygulamasının görülmesinin istendiği geçiş dönemi, CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi)'nin tamamlanamamasından dolayı 2004 yılına dek uzatılmıştır. Zeytin yetiştiriciliği konusunda oluşturulmaya çalışılan Coğrafi Bilgi Sistemi'nin tamamlanması ile birlikte Konsey, 1 Kasım 2003'ten itibaren CBS'ye göre kayıt olmamış zeytin ağaçlarından elde edilen üretim için yardım yapılmamasına karar vermiştir.

“Zeytinyağı kalite strateji” sinden oluşan bir dizi önlem de Komisyon tarafından 2001 yılında tanıtılmıştır. Bu önlemler; zeytinyağı sınıflandırılmasındaki değişiklik, tüketicilere tam bir bilgi sunmak için etiketleme kurallarının geliştirilmesi, pazarın izlenmesi ile görevli organizasyonların finanse edilmesi için düzenlemelerin geliştirilmesi, zeytin yetiştiriciliğinin çevreye etkisi, kalitenin yükseltilmesi ve üretim yardımı kesinti ile kalitenin korunması ve belgelenmesinin finanse edilmesidir.

### 9.2.2. Destekleme ve Pazar Politikaları

Avrupa Birliği’nde “Destekleme ve Pazar Politikaları”nın temelini fiyat politikaları ve ürünlere doğrudan destek sağlayan düzenlemeler oluşturmaktadır. Bu düzenlemeler üç farklı yıl aralığı ve reformlar bazında incelenecek olursa;

#### Avrupa Birliği’nde Zeytinyağı Piyasa Düzeni’nde 1966-1979 Yılları

İç piyasaya yönelik olarak ZPD iki tip yardımdan oluşmaktadır. Üreticilere verilen ve amacı üreticilere adil bir gelir sağlamak olan üretim yardımı ile zeytinyağının diğer bitkisel yağlarla rekabet edebilirliğini mümkün kılmak için azami 5 litreye kadar olan kutulu zeytinyağına ödenen tüketici yardımudur. Bu yaklaşım, hem üretim hem de tüketim yardımı önlemlerinin zeytin yetiştiriciliği sektörünün gelişmesinde uyumlu olarak kullanıldığı prensibine dayalıdır. Uygulamada her bir yardımda iki seviyede etkili olmuştur. Üretim yardımı talebini artırmada pozitif yönde etkili olurken tüketim yardımı da tüketimi artırdığı ölçüde dolaylı olarak üreticilerin desteklenmesine katkıda bulunmuştur.

ZPD başlangıçta bir seri kurumsal fiyatlara (*temsili pazar fiyatı, hedef fiyat, müdahale fiyatı*) dayanmakta ve Konsey tarafından aylık olarak hesaplanarak arttırılan bir sisteme göre yıllık olarak belirlenmekteydi. *Üretici Hedef Fiyatı* ile amaçlanan üreticilere adil gelir sağlanması ve üreticinin gelirinin artırılması amaçlanırken, *Temsili Pazar Fiyatı* ile tüketicinin fiyat artışlarından korunmasına çalışılmaktadır. Temsili Pazar Fiyatı, diğer yağların fiyatları dikkate alınarak teorik olarak belirlenmektedir. Diğer bir kurumsal fiyat olan *Müdahale Fiyatı* ise (1998/99 pazarlama yılından itibaren kaldırılmıştır), üreticilere minimum bir gelir düzeyi sağlamayı mümkün kılmakla Eşik Fiyat ile (1993/94 pazarlama yılından itibaren uygulamasına son verilmiştir.) ithal edilen zeytinyağının satış fiyatı birlik pazar fiyatına yaklaştırılarak AB üretiminin korunması sağlanmıştır. Bu sistem, değişen pazar koşullarına bir esneklik getirirse de bütçede tarafsızlık sağlamamış ve pazar koşulları dikkate alınmaksızın gelişmelerin sürmesine neden olmuştur.

1970’lerin sonundan itibaren, piyasa politikasından kaynaklanan AB bütçe harcamalarının kontrolü önemli bir sorun olmuş ve o yıllarda ZPD’ye ilişkin yönetmeliklerin şekillenmesinde belirleyici olmuştur. Zeytinin kendi özelliğinden dolayı (dayanıklı ürün, alternans göstermesi, gerek işleme gerekse yetiştirme seviyelerinde işletmelerdeki parçalılık, güvenilir veri eksikliği vb.) üretim hacminin yardım sistemi ile birlikte ele alınması bu işi daha da zorlaştırmıştır.

### Avrupa Birliği'nde Zeytinyağı Piyasa Düzeni'nde 1979-1986 Yılları

1981 yılında Yunanistan'ın AB'ye girmesi, Birliği kendine yeterli hale getirmiş, bu da ZPD'ye yönelik bazı kurallarda değişikliği gerektirmiştir. Bunun sonucu olarak 1978-1987 yılları arasında yeni zeytinliklerin dikimi yasaklanmıştır. Fakat bu kuralın uygulama aşamasında, yeni dikimlerin yerleri konusundaki veri eksikliğinden dolayı denetim konusunda sıkıntılar yaşanmıştır. Dahası fabrikaya gelen zeytinin yeni dikimlerden olup olmadığını anlamak mümkün olamamış, pratikte yeni dikimlerden gelen ürünün yardım kapsamı dışında bırakılması çok nadir mümkün olmuştur.

### Avrupa Birliği'nde Zeytinyağı Piyasa Düzeni'nde 1986-1998 Yılları

1986'da İspanya ve Portekiz'in katılımlarıyla, AB zeytinyağında net ihracatçı durumuna gelerek, dünya üretiminin %70'inden fazlasını gerçekleştirmeye başlamıştır. Bu yeni durum, ZPD'de yeni düzenlemeleri gerekli kılmıştır. Eğer yeni düzenlemeler yapılmadan ZPD'ye devam edilirse kontrolsüz bir üretim artışı söz konusu olacak ve AB bütçesinden ZPD'ye aktarılan miktar çok büyük bir yekûn tutacak, bu da bütçede önemli sıkıntılara neden olacaktır.

Bütçe harcamalarını durağan yapabilmek ve üretim artışını kontrol altına alabilmek amacıyla, 1987/88 pazarlama yılından itibaren Garanti Edilmiş Azami Miktar (GEAM) uygulamasına geçilmiştir (Tablo 9.3). Buna göre Topluluk azami üretimi 1.350.000 ton (AB'nin uzun yıllar üretim miktarı göz önünde bulundurularak belirlenmiştir) ile sınırlandırılmıştır. Azami miktarın aşılması durumunda aşılan miktara göre yardım miktarında azaltmaya gidilmiştir (bir pazarlama yılında %3'e kadar). Eğer azami miktar aşılmamış ise kalan miktarın bir sonraki pazarlama yılı kullanılabilmesi imkanı getirilmiştir. Pazar şartları dikkate alınmaksızın üretimde meydana gelebilecek bir artış bu sistem ile kontrol altına alındığı için AB, yeni zeytinliklerin dikim yasağını ortadan kaldırmıştır. Azami miktar uygulaması AB harcamalarını kontrol etmede başarılı olsa da birkaç yıl sonra AB üretimi konusunda etkili olamamıştır. Çünkü;

- Azami miktarın aşılmasındaki sorumluluklarına bakılmaksızın tüm üreticilere aynı şekilde uygulanmıştır.
- Verimliliklerini artırmaları mümkün olmayan ya da kârlılığı düşük işletmelerde cezaların etkisi daha ağır olmuştur. Bunun sonucu olarak da ekonomik yönden başarılı işletmelerin yardımdan aldıkları pay diğer işletmelerin tersine artış göstermiştir.
- Yeni dikimleri teşvik etmeme konusunda fazla etkili olmamıştır. Çünkü dikimden on yıl sonra buradan tam ürün alabilmek söz konusu olabilmektedir. Bu yüzden dikim kararının alındığı zamanki koşullar ile tam bir verimin alınmaya başlandığı zamandaki koşullar farklılık gösterebilmektedir.

1980 yılı Avrupa Tarımsal Garanti ve Yön Verme Fonu (EAGGF)'nun Garanti Bölümü harcamaları 8.672 milyon ECU olup bunun 467 milyon ECU ile %5'lik kısmını zeytinyağı sektörüne ait harcamalar oluşturmuştur. Sonraki yıllarda zeytinyağı sektörüne ayrılan garanti harcamaları, miktar olarak 1981 yılı dışında artış göster-

mesine karşın 1989 yılına kadar oransal olarak artmamış, sadece 1989 yılında artış göstererek 1980 yılındaki düzeyini aşmış ve %7,0'ye yükselmiştir. 1987-1998 yılları ortalaması olarak Zeytinyağı Piyasa Düzeni'ne yönelik harcamaların Garanti ve Yön Verme Fonu (EAGGF) Garanti bölümü harcamaları içindeki payı yıllık 1.670 milyon ECU ile %5,1 olarak gerçekleşmiştir. Zeytinyağının toplam üretim değerinin içinde Birlik bütçesinden ayrılan destekleme harcamalarının payı yıllar içinde farklılık gösterse de yaklaşık %35 dolayındadır. Bir başka deyişle AB'de zeytinyağı üretim değerinin 1/3'ü oranında desteklenmektedir. Bu tutarın %65'inden fazlasını üretim yardımı, yaklaşık %27'sini tüketim yardımı, %4'ünü ihracat geri ödemeleri ve geri kalanını da depolama masrafları vb. harcama kalemleri oluşturmaktadır. Görüldüğü gibi ZPD'ye yönelik harcamaların %96'sı üretim yardımı, tüketim yardımı ve ihracat geri ödemelerinden meydana gelmektedir.

Zaman içindeki seyri incelendiğinde üretim yardımının payı 1994'te %64 iken 1998'de %90'a yükseldiği, tüketim yardımının ise aynı dönemlerde %34'ten %6'ya gerilediği ve zaman içerisinde kaldırıldığı, aynı şekilde ihracat geri ödemelerinin de %3'ten %1'e gerilediği görülmektedir.

ZPD kurulduğunda, geçerli olan pazar koşulları şimdikinden oldukça farklıydı. O yıllarda sadece İtalya ve Fransa'da zeytin üretimi yapılıyordu ve 3. ülkelerin rekabeti ile karşı karşıya kalınmıştı. Bu da daha korumacı bir tarım politikasını gerektiren koşulları oluşturuyordu. Ancak Yunanistan, Portekiz ve İspanya'nın AB'ye girişiyle, AB pazarı dünya pazarının bir göstergesi oldu. Bunun sonucunda da pazar dengesi dış faktörlerden çok az etkilenen bir Birlik iç meselesine dönüşmüştür.

Bu düzenlemeler fiyat politikaları ve ürünlere doğrudan destek sağlayan düzenlemeler olarak incelendiğinde ise;

### **İç Pazarda Müdahale (Üçlü Fiyat Sistemi)**

**Üretici Hedef Fiyatı (Target Price):** Tavan Fiyat niteliğindedir. Üreticiler için adil bir gelir temin etmek ve Topluluk üretim miktarının sürdürülmesini sağlamak için uygulamaya konulmuştur. Geçiş dönemi süresince 3,837 avro/kg olarak sabitlenmiştir (2007'de değiştirildi).

**Müdahale Fiyatı (Intervention Price):** Taban Fiyat niteliğindedir. KONSEY tarafından belirlenen standart kalitedeki zeytinyağının pazarlama yılının son dört ayı itibarıyla, müdahale kuruluşları tarafından alınmasının zorunlu olduğu fiyattır. Geçiş dönemi ile uygulamadan kaldırılmıştır ve yerine özel depolama sistemi getirilmiştir (Uygulamadan kaldırıldı, yerine Özel Stoklama Sistemi getirildi).

**Temsili Pazar Fiyatı (Representative Market Price):** Ekonomik dönem için belirlenen temsili fiyattır. Dünya fiyatı olarak kabul edilebilir. Pazardaki diğer bitkisel yağların fiyatlarındaki gelişmeler dikkate alınarak zeytinyağının elden çıkarılabileceği fiyattır. Fiyat uygulamaları serbest yağ asidi miktarı gramda 3,3 oleik asidi geçmeyen perakende olarak satılan natürel ikinci zeytinyağı için belirlenmektedir. Geçiş dönemi süresince 2,515 avro/kg olarak belirlenmiştir (2007'de değiştirildi).

## Ürünlere Doğrudan Destek Sağlayan Düzenlemeler

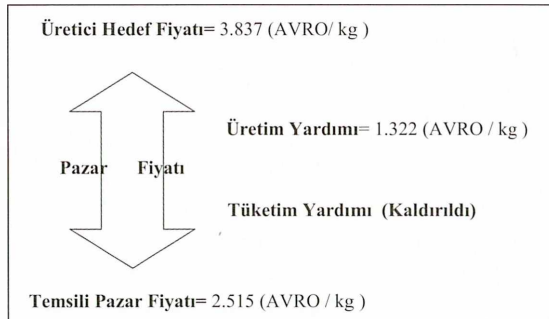
**Üretim Yardımı (Production Aid):** (Üretici Hedef Fiyatı-Temsili Piyasa Fiyatı-Tüketim Yardımı) olarak hesaplanmaktadır. Topluluk da hasat edilen zeytinden elde edilen zeytinyağı için üreticilere adil bir gelir düzeyi sağlanması amacıyla, önceleri büyük-küçük üretici ayrımı yapılarak verilen yardımdır. Herhangi bir pazarlama döneminde Garanti Edilmiş Azami Miktarı (MGQ-Maximum Guaranteed Quantity) aşması halinde ertesi pazarlama döneminde üretim yardımında da orantılı olarak indirim yapılmaktadır. Büyük-küçük üretici ayrımına son verilmiştir. Geçiş dönemi süresince bu yardım 1,322 avro/kg olarak sabitlenmiştir ancak Mayıs 1998'den sonraki ağaç dikimleri yardım kapsamı dışındadır (Uygulamada).

**Tüketim Yardımı (Consumption Aid):** (Üretici Hedef Fiyatı-Temsili Piyasa Fiyatı-Üretim Yardımı) Zeytinyağının tüketimini artırmak için alınacak önlemlerin finansmanını ve yağlı tohumlardan üretilen diğer bitkisel yağlarla zeytinyağının rekabetinin artırılması amacıyla verilen yardımdır. Geçiş dönemi ile uygulamadan kaldırılmıştır (Uygulamadan kaldırılmıştır).

**Özel Depolama Şeklinde Müdahale = Stoklama Yardımı (Intervention in the form of Private Storage):** Belirli dönemler itibarıyla yapılmış olan kontratlar çerçevesindeki özel depolama yardımını içermektedir. Arz fazlası dönemlerde stoklama yardımı uygulanmaktadır. Geçiş dönemi süresince bu yardım günlük olarak ülkelere göre 1,220 ila 1,664 avro/kg/gün olarak değişmektedir. Ayrıca zeytinyağı kalitelere göre bu miktarlar Natürel Sızma, Natürel Birinci ve Natürel 2 asit Lampant için 1.524,-1.710,-1.779,-avro/ton olarak değişmektedir (Uygulamada).

**Konserve Endüstrisi İçin Yardım (Refunds for the Canning Industry):** Zeytinyağının bu sektöre satışının kolaylaştırılması amacıyla verilen yardımdır. Konservelerinde zeytinyağı kullanan imalatçılara 0,44 avro iade vermektedirler (Uygulamada).

Avrupa Birliği, ayrıca son uygulama kapsamında faaliyet gösteren üretici birliklerine idari ve teknik masraflar için 30 milyon avro tahsis etmektedir. Avrupa Birliği'nde zeytinyağı üretim değerinin yaklaşık 1/3'ünü, verilen destekler oluşturmaktadır. AB'de geçiş dönemi süresinde belirlenen üretici yardımı 1,322 avro/kg'dır (Şekil 9.3 ve Tablo 9.3).



Şekil 9.3. Avrupa Birliği'nde İç Pazara Yönelik Fiyat Mekanizması (1998-2006)

Tablo 9.3. Avrupa Birliğinde Zeytincilik Sektörüne Yönelik Destekler ve Üreticilere Yapılan Yardımlar (TC. Dışişleri Bakanlığı Avrupa Birliği Genel Sekreterliği)

Zeytinyağı	Fiyat-Desteğin Niteliği ve Kime Verildiği	Tutarı (Avro)
1	Hedef Üretim Fiyatı (Avro/100 Kg)	383,77
2	Üretim Yardımı (Zeytinyağı Üreticilerine) (Avro/ton)	1.322,50
3	Üretim Geri Ödemesi Bazı konserve balık, konserve deniz kabukluları ve yumuşakçalar ile bazı konserve sebzelerin üretiminde kullanılan zeytinyağı için bu ürünleri üretenlere) (Avro/100 Kg)	44,00
4	Özel Depolama Yardımları Natürel sızma zeytinyağı için, (Avro/ton) Natürel 1. Zeytinyağı için (Avro/ton) 1 derecelik serbest asiditeye sahip lampante zeytinyağı için (Avro/ton) (*)	1.799,00 1.710,00 1.524,00
5	Zeytinlik Yardımı (Zeytin ağaçları ile kaplı alanlara yönelik çiftçilere verilen arazi esaslı yardım) (Avro/Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) hektar)	50,00

(\*) Bu oran her ilave asit derecesi için 3,67 ECU/100 kg oranında düşürülmektedir.

AB 1 Ocak 2005 tarihinden itibaren devreye giren Tek Ödeme Sistemi (Single Payment Scheme) kapsamına zeytinyağını da tedrici bir geçişle almıştır. Bunun anlamı AB desteğini azaltıyor demek değil, desteğin üretimle olan bağı kopartıyor demektir (decoupled). Bir başka ifade ile verilen 1,322 avro/kg üretim yardımı bundan sonra alan/verim ile ilişkilendirilerek devam edecektir

Şekil 9.3'deki uygulama 1998-2006 yılları arasında yürürlükte olan uygulamadır. 2006-2013 yılları arasında alan uygulamasına geçilecek ve zeytin üreticisi, üretim yardımı, ürün miktarına 1,322 avro/kg değil, üretim yaptığı alan başına 550 avro/ha olacaktır.

Avrupa Birliği'nde zeytinyağında değişen uygulamalar, fiyat politikaları, geçiş dönemi ile yaşanan uygulamalardaki değişim, AB'de ürün stoklarının oluşması ve bazı tarım ürünlerinde kendine yeterliliğin sağlanması nedeni yanında Birlik tarafından Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ)'ne verilen taahhütler çerçevesinde yaşanmıştır. Özellikle zeytinyağında, Birlik'e zeytinyağında söz sahibi üretici ülkelerin katılımı ile stoklar ve kendine yeterlilik açısından sınırı geçtiği görülmektedir. Bir yandan dünya ülkelerine tüketime yönelik yapılan reklam faaliyetleri ile ihracatın artması program dahilinde sürdürülürken bir yandan da korumacılık politikaları azaltılmaktadır. Daha önce de belirtildiği gibi tekrar özetlenecek olursa, değişim kapsamında Ulusal Garanti Edilen Miktarlar (UGM) sistemi uygulanmaya başlanmış, tüketim yardımları ve müdahale alımları kaldırılmış, müdahale alımları yerine özel stoklama sistemi getirilmiş, ayrıca Konserve Endüstrisi İçin Yardım ve zeytincilik için Coğrafi Bilgi sistemlerinin oluşturulmasına karar verilmiştir (Tablo 9.4).

Tablo 9.4. AB'de de Zeytinyağı Üretiminde Garanti Edilmiş Ulusal Kotalar (www.europa.eu.int)

Üye Ülkeler	Garanti Edilmiş Azami Miktar (ton)	Üretici Yardımı Tutarı (Avro/ton)	Toplam Azami Topluluk Yardımı Tutarı (Avro)
İspanya	760.027	1.322,5	1.005.135.708
Fransa	3.297	1.322,5	4.360.283
Yunanistan	419.529	1.322,5	554.827.103
İtalya	543.164	1.322,5	718.334.390
Portekiz	51.244	1.322,5	67.770.190
TOPLAM	1.777.261		2.350.427.673

Ayrıca zeytinyağı kalite sınıfları için 1 Kasım 2003'e kadar yürürlükte olan pazarlama standardı EC 1513/2001 sayılı tüzük ile belirlenmiştir. Bu yeni sınıflandırma hem Topluluk içine hem de Topluluk dışına olan ticaret için kullanılacak zorunlu standarttır. Fakat bilinen odur ki; Topluluk zeytinyağında hiçbir zaman korumacılıktan vazgeçmeyecektir.

AB'de de zeytinyağı ithalatı, üye ülkelerde Birlik tercihi ilkesinin gereği olarak kendi içerisinde yapılmakta ve böylece ihracat yapan ülkeler büyük avantajlar sağlamaktadır. AB'nin dış ticaretine uygulanan gümrük tarifeleri haricinde belli bir kısıtlama bulunmamaktadır.

İhracat iadeleri Topluluğun DTÖ taahhütleri çerçevesinde sınırlandırılmakta olup Topluluk içindeki fiyatlar dünya fiyatlarından yüksek ise ihracatçılara tüm toplulukta aynı seviyede olmak üzere ihracat iadesi (Son yıllarda bununla ilgili herhangi bir ödeme yapılmamıştır.) verilebilmektedir. Bunun yanında dünya fiyatlarının AB fiyatlarını geçmesi durumunda Topluluk iç pazarını korumak ve topluluk içindeki zeytinyağı arzını garanti altına almak için ihracat harcı uygulaması, gümrük tarifesinin kısmen ya da tamamen askıya alınması veya ithalat kotası konulması gibi önlemler alınmaktadır.

AB dış politika olarak kendi iç piyasası ile ilgili bu önlemleri alırken, içerisinde Türkiye'nin de bulunduğu üçüncü ülkelerle ticarete de özel bir dış ticaret rejimi uygulamaktadır. Ayrıca; Tunus'a 1986 yılından önce tanınan ayrıcalık artırılarak devam edilmektedir.

Diğer yandan Toplulukta fiyat ve dış ticaret politikalarının önceden belirlenmesi önemli bir prensiptir. Fiyatlar bir önceki kampanya döneminde ilan edilmekte, uygulamaya konulacak ya da kaldırılacak prensipler geçiş dönemi ile ilgili gruplara bildirilmektedir.



### 9.3. TÜRKİYE'DE ZEYTİNCİLİK VE ZEYTİNYAĞI

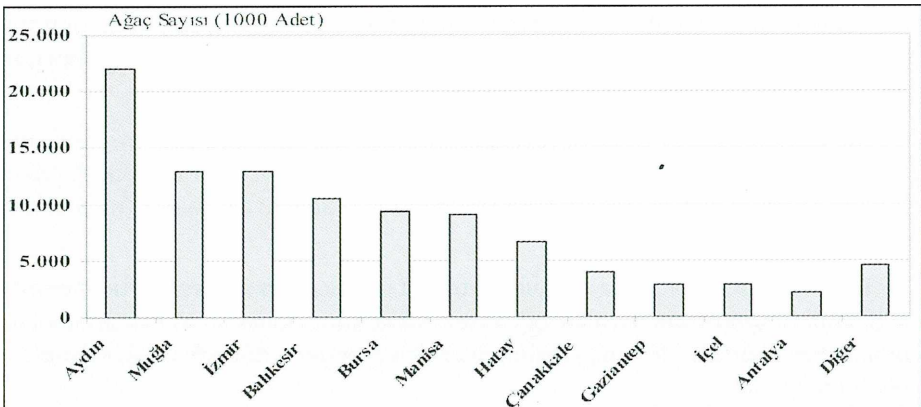
#### 9.3.1. Zeytin Ağaç Sayısı-Dane Zeytin Üretimi ve Zeytincilik Yapılan Alan

Dünyada olduğu gibi Türkiye'de de üretilen dane zeytinin yaklaşık %65-70'i yağlığa, %30-35'i sofralığa işlenmektedir. Ülkemizde tüketim genelde zeytinyağı ağırlıklı olduğu için yağlık zeytin üretimi daha fazla olmaktadır. Türkiye koşullarında zeytin ve dolayısı ile zeytinyağı üretiminde en önemli sorunlardan ilki genetik olarak var olan alternans eğiliminin kültürel işlemlerin yetersizliğinden kaynaklanan nedenlerle artmış olmasıdır (Tablo 9.5).

Türkiye'de son istatistik verilere göre:

- %75'i kuru, %25'i sulanan arazide;
- %75'i dağlık-eğimli arazide;
- Toplam 660 bin hektar alanda,
- 120 milyon zeytin ağaç varlığı ile
- 196 bin tarım işletmesi aile tarafından zeytincilik yapılmaktadır.

Türkiye'de Aydın, İzmir, Muğla, Balıkesir, Bursa, Manisa, Çanakkale, Hatay, Antalya, Gaziantep ve İçel önemli zeytinci illerdir. Türkiye'de İç Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgesi dışında her bölgede zeytincilik yapılabilmektedir. En fazla zeytin üretimi yapılan bölgeler sırasıyla Ege, Marmara, Akdeniz, Güneydoğu Anadolu Bölgeleri ile Karadeniz Bölgesi'nin bazı mikroklima kısımlarıdır (Şekil 9.4).



Şekil 9.4. Türkiye'de Önemli Zeytinci İllerin Ağaç Sayıları (Kaynak: TUIK, 2006)

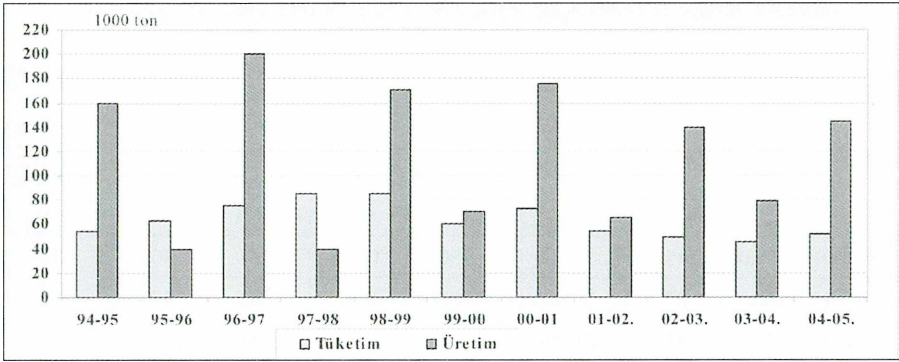
Tablo 9.5. Türkiye’de Zeytin Ağaç Sayısı, Zeytin, Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Üretimi (TUIK, 2006; www.internationaloliveoilcouncil.org)

Yıllar	Alan (Ha)	Toplam Ağaç Sayısı (1000 Adet)	Meyve Veren Ağaç Sayısı (1000 Adet)	Meyve Vermeyen Ağaç Sayısı (1000 Adet)	Zeytin Dane Üretimi (1000 Ton)	Sofralığa Ayrılan Dane (1000 Ton)	Yağlığa Ayrılan Dane (1000 Ton)	Zeytinyağı Üretimi (1000 Ton)
1990-91	855.000	85.560	79.600	5.950	1.100	337	763	80
1991-92	877 000	87.705	81.520	6.185	640	181	459	60
1992-93	871 000	87 088	81.260	5.828	750	231	519	56
1993-94	872 000	87 163	81.703	5.460	550	200	350	48
1994-95	881 000	88 147	82.192	5.955	1.400	350	1.050	160
1995-96	556 209	87 581	81.437	6.144	515	206	309	40
1996-97	568 405	89 740	83.200	6.540	1.800	435	1.365	200
1997-98	657 647	95 730	85.700	10.000	510	200	310	40
1998-99	600 000	93 450	85.850	7.600	1.650	430	1.220	170
1999-00	595 000	95 500	87.130	8.370	600	240	360	70
2000-01	600 000	97 770	89.200	8.570	1.800	490	1.310	190
2001-02	600 000	99 000	90.000	9.000	600	235	365	65
2002-03	620 000	101 600	91.700	9.900	1.800	450	1.350	140
2003-04	625 000	102 750	92.250	10 500	850	350	500	79
2004-05	644 000	107 100	94 950	12 150	1 600	400	1 200	145
2005-06	650.000	113.180	96.625	16.555	1200	400	800	112
2006-07	670 000	129 265	97 773	31492	1766	550	1211	166

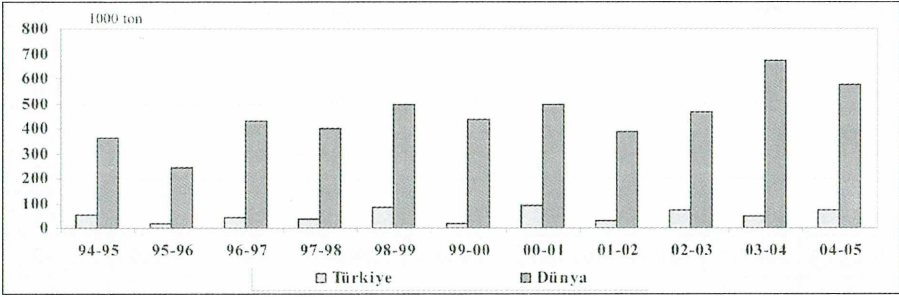
### 9.3.2. Zeytinyağı Üretimi-Tüketimi-Dış Satımı-Dış Alım ve Stoklar

Türkiye’de var-yok yılı ortalamasına göre 100-110 bin ton zeytinyağı üretilmektedir. Bu miktar ile Türkiye, zeytinyağı üretiminde İspanya, İtalya, Yunanistan ve Tunus’tan sonra beşinci sırada yer almakta ve dünya üretiminin yaklaşık %5’ini, ihracatının ise %10’unu sağlamaktadır.

Türkiye’de zeytinyağı tüketimi Türk halkının gerek fiyat, gerekse alışkanlıkları nedeniyle halen istenilen düzeyde değildir. Zeytinyağı tüketimi adeta üretim bölgeleriyle sınırlı kalmakta, ortalama 1 ile 1,5 kg arasında değişmektedir (Şekil 9.5-9.6).



Şekil 9.5. Türkiye'de Zeytinyağı Üretim, Tüketim ve İhracatı  
(www.internationaloliveoilcouncil.org)



Şekil 9.6. Türkiye Zeytinyağı İhracatının Dünya İhracatındaki Payı (%)  
(www.internationaloliveoilcouncil.org)

Türkiye'de genellikle zeytinyağı bitiş stokları 10 ile 25 bin ton arasında olmakta ve stok miktarını var-yok yılı doğrudan etkilemektedir.

## 9.4. TÜRKİYE'DE ZEYTİN VE ZEYTİNYAĞI POLİTİKALARI İLE REFORMLAR

### 9.4.1. Fiyatlar ve Destekleme Politikaları

#### *Fiyatlar*

Türkiye'de zeytinyağı fiyatları aşağıdaki gibi sınıflandırılmakta ve uygulanan fiyat politikaları genel anlamda üretici ve ihracat desteklerini kapsamaktadır. Ayrıca fiyat uygulamaları dışında Avrupa Birliği'nde olduğu gibi üreticilere sağlanan farklı destekler söz konusudur.

- Devlet alım fiyatları (eski haliyle) = Üretici Fiyatları = Üretici Eline Geçen Fiyatlar (Birlik Alım Fiyatları)
- Serbest Piyasa Fiyatları = Toptan Fiyatlar (Borsa Fiyatları)
- Perakende Satış Fiyatları (Tüketici Fiyatları)
- Dış Satım Fiyatları
- Dış Alım Fiyatları

Türkiye'de zeytinyağı fiyat politikalarının temelini maliyetler, dünya fiyatları, dünyadaki desteklemeler oluşturmaktadır. Böylece desteklemeler, iç piyasa fiyatlarının oluşumunda etkili olmakta ve toptan, perakende ve dış satım fiyatlarını etkilemektedir.

Türkiye'de zeytinyağı politikası Avrupa Birliği'nde olduğu gibi tam anlamıyla bir Tarım Politikası çerçevesinde değerlendirilmemekle birlikte zeytinyağı pazarında üreticiyi doğrudan ilgilendiren iki türlü fiyat oluşumu söz konusudur. Bunlar Devlet Alım Fiyatları (eski haliyle) = Üretici Fiyatları = Üretici Eline Geçen Fiyatlar (Birlik Alım Fiyatları) ve Serbest Piyasa Fiyatları = Toptan Fiyatlar (Borsa Fiyatları)'dır.

#### Devlet ya da Üretici Birlik Fiyatları

Türkiye'de zeytinyağında ilk kez destekleme fiyatlarının ilanı ve alımlarının yapıldığı yıl Avrupa Birliği ile aynı tarihte, yani 1966/1967 kampanya döneminde olmuştur. Uygulamaya 1973/74 ve 1979/80 kampanya dönemlerinde verilen ara dışında 1987/1988 kampanya dönemine kadar aralıksız devam edilmiştir. Daha sonra 1991/92 kampanya döneminde tekrar başlayan alımlar 1993/94 kampanya döneminde de devam etmiştir. Devlet alımlarının olmadığı yıllarda alım, Birlik alımları (TARİŞ ve GÜNEYDOĞU BİRLİK) şeklinde ve 5 asit ham zeytinyağı olarak tamamlanmıştır. Zeytinyağı 1994/95 kampanya döneminden itibaren ise tamamen devlet destekleme kapsamından çıkarılmış, 1998/99 kampanya dönemindeki prim (AB'deki üretim yardımı uygulamasına benzer) sisteminin uygulanmasına kadar fiyat ilanı üretici birliklerine bırakılmıştır. Zeytinyağının devlet destekleme kapsamından çıkarıldığı son yıllarda üretici birlikleri, özellikle de TARİŞ, kampanya dönemi başında fiyatlarını kendi ortaklarına avans fiyat olarak ilan etmekte ve piyasadaki gelişmelere göre ek ödemeler yapmaktadır. Türkiye'de zeytinyağına destekleme kapsamına alındığı 1966/1967 kampanya döneminden bu yana uygulanan sistemleri Tablo 9.6'da görülmektedir.

#### Serbest Piyasa Fiyatları

Bu fiyatları ticaret borsaları ile üretim bölgelerinde alım-satım yapan tüccarların ve yağ fabrikalarının fiyatlarından oluşan fiyatlar olarak nitelendirmek mümkündür.

Türkiye'de zeytin üreten işletmelerin ancak %22'si birliklere üye olup örgütlenme imkanlarından yararlandıkları için üreticilerin çoğu ürünlerini aracılara ya

da tüccarlara satmaktadır. Zeytinyağı Ege Bölgesindeki farklı ticaret borsalarında işlem görmekte; alım ve satım, peşin ve vadeli işlemler şeklinde olmaktadır. Peşin işlemlerde alım satımı yapılan zeytinyağının bedeli ürün tesliminde ödenmektedir. Ancak üreticiden ürünü alıp borsada pazarlayan araçların ödemelerinin belli bir süre geçtiği belirtilmektedir. Bunların dışında bazı özel şartlarla da alım-satım yapılmaktadır.

### **Destekleme Politikaları**

Anadolu'nun ılıman iklim bölgelerinde doğal olarak yetiştirilebilen zeytin, Osmanlı İmparatorluğu tarafından bitkilerle ilgili çıkan ve 1845'te yayınlanan bir nizamnamede yer almış, 1863 yılında çıkarılan "Muafiyet Nizamnamesi"nde de Yeniden yetiştirilen zeytinlikler, ilk mahsulden itibaren üç yıl öşürden muaf kılınacaktır." ibaresi ile teşvik alan ilk bitkilerden olmuştur.

Türkiye Cumhuriyeti'nde ise zeytinciliğin ilk resmî temelleri Atatürk'ün direktifleri ile Tarım Bakanlığının "Tarımda Tedrisatı Islah Kanunu" ile atılmış, gelişme 1929-1950 yıllarını kapsayan Teşkilatlı 1. Dönemde de devam etmiştir. Bunu izleyen 1950-1960 dönemlerinde gelişme durmamış, fakat birinci döneme göre yavaşlamıştır. Bu dönemden sonra gelen 1. Beş Yıllık Kalkınma Plan Dönemi'nde ise Türkiye, ilk kez ihracatçı ülkeler arasına girerek zeytinyağı ihraç etmeye başlamıştır. Daha sonraki 2. ve 3. plan dönemlerinde zeytincilik adeta plan dışı kalmış, durgunluk 4., 5., 6. ve hatta 7. plan dönemlerinde de devam etmiştir. 8. kalkınma plan döneminde ise toparlanmaya çalışmıştır.

Zeytinciliğin en önemli faaliyet alanını zeytinyağı oluşturmaktadır. Bunun nedeni zeytinyağının kendine has özellikleri olan ve doğal yöntemlerle üretilen tek bitkisel yağ olmasıdır. Zeytinyağı son yıllarda "Akdeniz Diyeti" çerçevesinde sağlıklı yaşam kaygısı taşıyan bir grup tarafından tüketilmekte; diğer yandan -çok yıllık bir meyveden elde edildiği için- yüksek fiyatı nedeniyle bir grup insan tarafından hâlâ tüketilememektedir. Bu nedenle de Avrupa Birliği içerisinde yer alan ve dünyanın büyük zeytinyağı üreticisi ve tüketicisi olan ülkeler, dünya tüketimini arttırmak için uzun soluklu politikalar uygulamaktadırlar. Bu çalışmalar, ciddi-sürelili ve tam disiplinli nitelikte olup üreticiden-tüketicie oluşan pazarlama zincirinde sağlanan finansal desteklerle devam etmektedir.

### **Desteklemelerde 1966-1998 Dönemi**

Zeytinyağı çok yıllık bir bitki olan zeytin ağacının meyvesinden elde edildiği ve bu ağaç da alternans (bir yıl ürün verme-bir yıl vermeme) gösterdiği için; üreticisi desteklenmek zorundadır. Çünkü üreticisinin değişen ekonomik şartlarda diğer yağlı tohumlu bitkiler gibi üretimden vazgeçme gibi bir şansı yoktur. Diğer yandan hem kaliteli üretim hem de alternansın etkisinin azaltılması için kültürel işlemlerin yapılması gerekmektedir. Üreticinin kültürel işlemleri zamanında ve doğru olarak

yapabilmesi ise desteklenmesi ile mümkün olabilecek ve o yıl ürününden elde ettiği gelirini gelecek yıl yine ürününe yatıracaktır.

İşte bu nedenlerle Türkiye’de zeytinyağı ilk kez 1966 yılında “Destekleme Alım” kapsamına alınan 24 üründen biri olarak 1998 yılına kadar aralıksız olarak desteklenmiştir. Bu destekleme; bir yandan “Devlet Destekleme Alımları” kapsamında taban fiyatı açıklaması ya da üretici birlikleri vasıtasıyla “Birlik Alımları” ile üreticiye alım garantisi sağlanması; diğer yandan aralıklı olarak gübre, fidan, ilaç (toplu mücadele) desteklemeleri olarak uygulanmıştır. Zeytinyağı, 5 Nisan 1994 kararlarıyla destekleme kapsamı dışı bırakılmış ve yeni bir uygulamaya geçilmiştir.

- *Destekleme Alım Fiyatları* (1966-aralıklarla devam etmiştir).
- *Birlik Fiyatları = Barem Fiyatları* (1973-aralıklarla devam ediyor)
- *Fidan Desteği* (aralıklarla devam etmiştir.)
- *İlaç Desteği* (aralıklarla devam etmiştir)
- *Gübre Desteği* (aralıklarla devam etmiştir)

#### Desteklemelerde 1998’den Bugüne Dek

Türkiye tarımında 1990’lı yılların başında pilot olarak, ikinci yarısında ise tarımsal üretime destek veren tüm üreticileri kapsayan yeni bir Destekleme Uygulaması oluşturulmuştur. İçinde Prim Desteği (PD), Doğrudan Gelir Desteği (DGD), Mazot Desteği (MD), Gübre (Kimyevi) Desteği (KGD) ve Sertifikalı Fidan Tesisi ile Kurulan Bahçelere Verilen Desteklerin yer aldığı bu sistemle detaylı ve değişken bir uygulamaya geçilmiştir. Zeytinyağı üreticileri de DGD uygulaması ile kayıt altına alınan üretici, bir başka ifade ile Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS)’ne kayıtlı olan zeytinyağı üreticileri gerekli bürokratik işlemleri yerine getirmeleri durumunda tüm bu desteklerden yararlanmaktadırlar (Tablo 9.6-9.14). Nitekim bu desteklerden prim destekleri sistemine geçişte Dünya Ticaret Örgütü (DTÖ) ve AB Ortak Tarım Politikalarına uyum sağlamak, ekonomiyi kayıt içine alarak vergi gelirlerini arttırmak, tarımsal kayıt ve envanter tutulmasını sağlamak, üretici ve sanayiciyi aynı zamanda koruyup üretimi teşvik etmek, sanayiye dünya fiyatlarından ham madde sağlamak ve devlet hazinesine en az yük getirecek olan aşamalı geçiş amaçlanmıştır.

PD (Prim Desteği) (1998-...)

DGD (Doğrudan Gelir Desteği) ve ÇKS (Çiftçi Kayıt Sistemi) (2000-...)

MD (Mazot Desteği) (2003-...)

Sertifikalı Fidan ile Bahçe Tesisi (2004-.)

KGD (Kimyevi Gübre Desteği) (2005-...)

Tablo 9.6. Türkiye'de Zeytinyağı Destekleme ve Fiyat Uygulamaları  
(TARİŞ, Tarım ve Köyşleri Bakanlığı ile Sanayi Ticaret Bakanlığı)

Yıl/Yıl	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1960	-	-	-	-	-	-	DA	DA	DA	DA
1970	DA	DA	DA	BF	DA	DA	DA	DA	DA	BF
1980	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	BF	BF	BF
1990	BF	DA	DA	DA	BF	BF	BF	BF	PD	BF
2000	PD	PD	PD	PD	PD	PD	PD	PD	-	-

**Destekleme Alımları (DA)** = Bir anlamda Destekleme Fiyatlarının açıklanması, devlet adına üretici birlikleri tarafından açıklanır ve hükümet politikası olarak uygulanır.

**Barem Fiyatı (BF)** = Devlet adına üretici birlikleri tarafından açıklanır ve hükümet politikası olarak uygulanır.

**Prim Desteği (PD)** = Devlet adına hükümet tarafından açıklanır ve uygulanır.

2001 yılından itibaren IMF'ye verilen iyi niyet mektubu çerçevesinde Türkiye'de başlatılan DGD (Doğrudan Gelir Desteği) uygulamasından Çiftçi Kayıt Sistemi (ÇKS)'ne kayıtlı zeytinyağı üreticileri yararlanmaktadır (Tablo 9.7).

Tablo 9.7. Türkiye'de Zeytinyağı Üreticilerinin Yararlandıkları DGD Miktarları  
(TKB-TUGEM verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır.)

YILLAR	Arazi Büyüklüğü	Kayıtlı Üretici Sayısı (adet)	Ödenen Miktar
2000/2001	İlk (pilot) uygulamada zeytinyağı yer almamıştır.		
2001/2002	0-200 dekar	Sistem farklılığı nedeniyle belli değil	10.000.000 TL = 10,00 YTL
2002/2003	=1-200 dekar	Sistem farklılığı nedeniyle belli değil	13.500.000 TL = 13,50 YTL
2003/2004	100m <sup>2</sup> 500 dekar	173 120	16.000.000 TL = 16,00 YTL
2004/2005	100m <sup>2</sup> 500 dekar	175.214	16.000.000 TL = 16,00 YTL
2005/2006	≥1-500 dekar	182 299	10.000.000 TL = 16,00 YTL
2006/2007	≥1-500 dekar	186 257	10.000.000 TL = 10,00 YTL
2007/2008	≥1-500 dekar	199.599	7.000.000 TL = 7,00 YTL

(\*): Zeytin üretici sayısı TÜİK 2001 kayıtlarına göre 196.361'dir.

(\*\*): 1,00 YTL = 1.000.000 TL

(\*\*\*): 2007/2008 döneminden itibaren toprak analizi için dekara 1 YTL, organik tarım için 5 YTL ayrıca ödeme yapılmaktadır.

2001 yılında 5 dekarın altında arazi tasarrufunda bulunan çiftçilerin arazileri 5 dekara tamamlanarak ödeme yapılmıştır. Yani 1 dekar arazi tasarrufunda bulunduran DGD müracaatında bulunan çiftçiye yapılan ödeme 50 milyon liradır (5 dekar x 10 milyon lira).

2005 yılında ise arazi büyüklüğü 1 dekar ile 500 dekar arasındadır. Çiftçiler bütün arazilerini ÇKS'ye kaydettirmekle yükümlü olmakla birlikte 500 dekara kadar olan arazileri DGD kapsamında değerlendirilmektedir. 2006 üretici başvuruları alınmaya başlanılmıştır. Ayrıca belirli bir ürün ya da belirli bir alan dışında, tavsiye edilen üretim teknikleri (toprak analizi, organik tarım, sertifikalı tohumluk vs) kullanan üreticiler dikkate alınarak bu üreticilere ek ödeme yapılacaktır.

Tablo 9.8. Türkiye'de Zeytinyağı Üreticilerinin Yararlandıkları Gübre ve Mazot Desteği (TKB-TUGEM)

Dönem	Alan	Gübre Destek (YTL/da)	Mazot Destek (YTL/da)
2003/2004	Azami 500 dekara	-	3.9 (*)
2004/2005	Azami 500 dekara	-	Verilmedi
2005/2006	Azami 500 dekara	1,0	1,5
2006/2007	Azami 500 dekara	1,43	1,8
2007/2008	Azami 500 dekara	1,55	1,8
2008/2009	Azami 500 dekara	3,0	2,0

(\*) 2002-2003 yılları toplamıdır.

Tablo 9.9. Türkiye'de Zeytinyağı Üreticisine Ödenen Primler (5 Asit Zeytinyağı) (TKB-TUGEM)

Dönem	Destek Miktarı
1998/1999 (1998 ürünü için)	40 Cent
1999/2000 (1999 ürünü için)	Verilmemiştir
2000/2001 (2000 ürünü için)	28 Cent
2001/2002 (2001 ürünü için)	150.000 TL/kg = 15,0 YKrş/kg
2002/2003 (2002 ürünü için)	175.000 TL/kg = 17,5 YKrş/kg
2003/2004 (2003 ürünü için)	200.000 TL/kg = 20,0 YKrş/kg
2004/2005 (2004 ürünü için)	250.000 TL/kg = 25,0 YKrş/kg
2005/2006 (2005 ürünü için)	100.000 TL/kg = 10,0 YKrş/kg
2006/2007 (2006 ürünü için)	110.000 TL/kg = 11,0 YKrş/kg
2007/2008 (2007 ürünü için)	200.000 TL/kg = 20,0 YKrş/kg
2008/2009 (2008 ürünü için)	210.000 TL/kg = 21,0 YKrş/kg

Tablo 9.10. Türkiye'de Zeytinyağında Birlik (TARİŞ) Alım Fiyatları (5 asit zeytinyağı için) (TARİŞ)

Dönem	Alım Fiyatı
1998/1999	500.000 TL/kg = 50,0 Ykrş/kg
1999/2000	990.000 TL/kg = 99,0 Ykrş/kg
2000/2001	1.110.000 TL/kg = 1,11 YTL/kg
2001/2002	2.500.000 TL/kg = 2,50 YTL/kg
2002/2003	2.600.000 TL/kg = 2,60 YTL/kg
2003/2004	3.200.000 TL/kg = 3,20 YTL/kg
2004/2005	3.350.000 TL/kg = 3,35 YTL/kg
2005/2006	5.000.000 TL/kg = 5,00 YTL/kg
2006/2007	4.500.000 TL/kg = 4,50 YTL/kg
2007/2008(*)	4.100.000 TL/kg = 4,10 YTL/kg

(\*) Tahmini



Türkiye'de şu an uygulamada olan prim sistemi (hükümetin açıkladığı prim) telafi edici ödeme veya fark ödeme sistemi olarak adlandırmaktadır.

**Prim = Telafi Edici Ödeme = Fark Ödemesi**

*Tablo 9.11. Türkiye'de Çiftçi Kayıt Sistemine Kayıtlı Zeytinyağı Üretici Sayıları ve Üreticiye Ödenen Prim Miktarları (TKB-TUGEM)*

Dönem	Üretici sayısı (Adet)	Prime esas üretim miktarı (ton)	Prim
2000/2001 (2000 ürünü için)	51.600	115.000	28 Cent/kg
2001/2002 (2001 ürünü için)	7.738	12.000	150.000 TL/kg
2002/2003 (2002 ürünü için)	40.604	97.000	175.000 TL/kg
2003/2004 (2003 ürünü için)	10.819	15.000	200.000 TL/kg
2004/2005 (2004 ürünü için)	37.652	94.264	250.000 TL/kg
2005/2006 (2005 ürünü için)	12.029	36.316	10 YKrş/kg
2006/2007 (2006 ürünü için)	**	**	11 YKrş/kg
2007/2008 (2007 ürünü için)	**	**	20 YKrş/kg
2007/2008 (2007 ürünü için)	**	**	21 YKrş/kg

(\*) Zeytin üretici sayısı TÜİK 2001 kayıtlarına göre 196.361'dir. (\*\*) Netleşmemiştir.

Türkiye'de zeytinyağı prim ödemeleri, prim ödemelerine başlanıldığı yıldan itibaren bir yıl hariç her yıl uygulanmaya devam edilmektedir. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından ilan edilen prim destekleri içerisinde zeytinyağı prim ödemeleri pamuk ve yağlık ayçiçeğinden sonra %6 ile önemli bir pay alırken, bu paydan yararlanan zeytinyağı üretici sayısı yıllara göre değişmekle birlikte ancak %6 ile %20 arasında değişmektedir.

AB'deki fiyat ve dış ticaret politikalarının yer aldığı büyük kurumsal yapıya rağmen Türkiye'de zeytinyağındaki fiyat ve dış ticaret politikalarının uygulanmaya başlanıldığı yıldan bu yana zaten sürekli değişken olduğu görülmektedir. Bu nedenle belki de değişimden bahsetmek yerine değişimlerin kronolojik sıralamasını yapmak daha doğru olacaktır.

Zeytinyağı, Türkiye'nin ihracatında geleneksel ürün olarak nitelendirilen ihrac kalemlerinden biri olarak yer almaktadır. Ancak üretimdeki alternans nedeniyle ihracatta da var ve yok yılına göre büyük dalgalanmalar yaşanması istikrarlı bir dış ticaret politikası yaratılmasına imkân tanımamaktadır. Alternans etkisi AB ülkelerinde en aza indirildiği ve stok politikaları ile dış ticarete belirli bir düzen sağlandığı halde Türkiye'de bu etki yok edilemediği ve stoklama bir sisteme oturtulmadığı için dış pazarda kalite ve miktar açısından devamlılık sağlanamamaktadır. Zaten bu nedenle ihracat daha çok ambalajlı ve markalı olarak değil, dökme olarak yapıla-

bilmektedir. Buna rağmen Türkiye net zeytinyağı ihracatçısı olma konumunu korumaktadır.

Türkiye'nin dış ticaret politikalarında yıllar itibarıyla değişiklikler yaşandığı görülmektedir. Türkiye zeytinyağı ihraç etmeye 1960 yılından sonra başlamasına rağmen ithalatı 1985 yılında serbestleştirilmiştir. 1990'lı yıllarda ihracatı teşvik etmeye yönelik bir vergi iade sistemi bulunmamakta, sadece Destekleme İstikrar Fonu kesintileri ve Fondan İhracat ödemeleri söz konusu iken son yıllarda uygulamalarda bazı değişiklikler yapılmıştır. En önemli değişim 1972/1973 kampanya döneminde rafinasyon ve ambalaj sanayindeki gelişmeler dikkate alınarak, varilli ve dökme zeytinyağına son verilmiş iken, 1994/1995 kampanya döneminde, ilk uygulamadan 22 yıl sonra rafine dökme ve natürel (sızma) dökme zeytinyağı ihracatının serbest bırakılması olmuştur.

1994 yılından sonra dökme zeytinyağı ihracatına izin verilmesi ile AB'nin Türkiye'den olan ithalatında uyguladığı gümrük vergilerine indirim uygulaması, KDV'nin %1'e indirilmesi ve zeytinyağı ihracatında mahsup kapsam sisteminde iadenin yükseltilmesi gibi uygulamalar, gerek iç piyasanın canlanması gerekse ihracat açısından olumlu etki yapmıştır. Türkiye zeytinyağı ithalatında son yıllarda %35 oranında gümrük vergisi uygulamakta olup üretimin az olduğu yıllarda kota açılarak vergiden muaf ithalata izin verilebilmektedir.

İhracat desteklerinin, DTÖ taahhütleri çerçevesinde, özellikle ambalajlı ve kalite sınıfları esas alınarak yapılması Türk zeytinyağlarının dünyada tanıtılması açısından önemlidir. Çünkü ihracatta AB tarafından uygulanan vergi oranlarının yüksekliği nedeniyle bu ülkelere dökme zeytinyağı dışında ihracat yapmak mümkün görülmemektedir.

Bunun yanında AB tarafından üye olmadıkları halde Tunus ve Suriye vb. ülkelere yıllık olarak dökme kotaları tanıdığı sürece Türkiye'nin AB'ye hem dökme hem de ambalajlı ihracatında fazla şansı olmayacaktır.

#### **9.4.2. Türkiye'de Uygulanan Fiyat ve Dış Ticaret Politikalarının Finansmanı**

Türkiye'de finansmanın kaynağı, sürekli değişen kurumlar olmuştur. Bunun yanında özellikle zeytinyağında kampanya bitiminden sonra, hatta diğer kampanyanın başlamasından az önce üretici ile ilgili ödemelerin yapılması, üreticiyi güç durumda bırakmaktadır. Oysa AB zeytinyağı üreticisi, kampanya dönemlerinde üreteceği ürün için alacağı üretim yardımını, pazar hedef fiyatını ve temsili piyasa fiyatını bilmektedir.

Türkiye'de fiyat politikalarına yönelik finansman kaynakları sürekli değişmektedir. Zeytinyağının da içerisinde bulunduğu tarım ürünlerine dönük destekleme alımlarının finansman kaynağı; Bütçe, T.C. Merkez Bankası ve T.C. Ziraat Bankası'dır.

Bir dönem, 5 asit zeytinyağı destekleme alım fiyatlarında, Birliklerin alımla görevlendirilmesi Ekonomik İşler Yüksek Koordinasyon Kurulunca yapılırken ürünün diğer tip ve kaliteleri için alım fiyatı Birliklerin teklifi ve Hazine ve Dış Ticaret Müsteşarlığının görüşü alınarak Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından belirlenmekteydi. Daha sonra, 24 Ocak 1984 tarihli Ekonomik İstikrar Tedbirlerinin uygulamaya konulmasından sonra kurulan "Destekleme ve Fiyat İstikrar Fonu" ile finansman, gerek üretici fiyatları gerekse dış ticaret politikalarında kullanılmıştır.

Son yıllarda, özellikle devlet desteklemenin olmadığı 1996 yılından bu yana (üretici birliklerinin belirlediği fiyatların açıklanmasının ardından) finansman, ya üretici birliklerinin öz kendi kaynaklarından ya da Ziraat Bankası kredileri vasıtasıyla sağlanabilmektedir. 1998 yılından bu yana uygulanan prim ödemeleri ise Hazine tarafından Ziraat Bankası aracılığı ile finanse edilmektedir. Dış Ticaret için Destekleme İstikrar Fonu'ndan zeytinyağı dış ticaretine ilişkin uygulamalarda yararlanılmaktadır. İhracat kesintileri bu fon için gelir kaydedilirken, ihracata yapılan teşvikler de bu fondan karşılanmaktadır.

### 9.4.3. Pazar Politikalarında Üretici Birlikleri (Türkiye ve AB karşılaştırması)

Türkiye'de bugünü 17 tarım satış kooperatif birliği vardır. Birliklerin temel görevlerinden birisi ortaklarının ürettiği ürünün fiyatını açıklamak ve üreticiden ürünü almaktır. Pamuk, fındık, ayçiçeği, zeytin ve zeytinyağı, üzüm, incir gibi birçok ürünün fiyatı bu birlikler tarafından belirlenmektedir. Zeytinyağının da içinde yer aldığı bu ürünlerin fiyatı 1990'lı yılların sonuna kadar devlet tarafından "Devlet Destekleme Alımları" olarak açıklanır. Birlikler devlet adına ürünü alır ve stoklayarak, zamanı gelince sanayici veya ihracatçının kullanımına uygun fiyatla verirlerdi. Stok maliyeti, ürün fiyatının düşmesinden doğan zarar da devlet tarafından karşılanırdı. Bu durumda birlikler, devleti yöneten otorite tarafından zararı devletin karşılaması nedeniyle yanlış yönlendirilirdi. Bu nedenle defalarca birliklerin borçları devlet tarafından affedilmekteydi. Bu sistemin uygulamada kalması ile üreticinin de, devletin de büyük zarar gördüğü anlaşılınca 2000 yılında Tarım Satış Kooperatifleri ve Birlikleri Yasası çıkarıldı. Bu yasa iyi niyetlerle hazırlanmasına karşın bugün uygulamada ciddi sorunlar yaşanmaktadır. Birliklere, "Siz artık özerksiniz, fiyatınızı kendiniz açıklayacaksınız, ürünü kendiniz alıp kendiniz satacaksınız." denilmesine rağmen aynı yasa ile birliklere "mali destek yapılması" yasaklanınca birlikler güç durumda kalmıştır.

2000 yılından beri sistem, alınacak ürün için sabit veya avans fiyat açıklanması ile başlamaktadır. Birlik açıklanan bu fiyat üzerinden üreticiden ürünü almakta ve genellikle ürün bedelini de peşin ödemektedir. Üretici, birliğin fiyatı açıklandıktan sonra piyasadaki fiyat hareketine göre karar vermekte ve serbest piyasadaki fiyat, birliğin açıkladığı fiyatın üzerine çıkarsa ürününü ortağı olduğu kooperatife (taahhüdü hariç) değil tüccara satmaktadır. Serbest Piyasa fiyatı, birlik fiyatının

altına düştüğünde üretici bu kez ürününü kooperatife vermektedir. Bu kez birlik, piyasaya göre daha yüksek fiyattan aldığı ürünü satamadığı zaman büyük zarara uğramakta ve devletten de hiçbir destek alamadığı için borçlanarak üreticiye ürün parasını ödemektedir. Sonuçta aldığı borcu ödeyemediğinde finansal açıyla karşı karşıya gelmektedir. Geçmişte devletin yaptığını şimdi birlik yönetimleri yapmaktadır. Oysa birlikler ürün almazsa zeytinyağı dahil birçok tarımsal üründe üretimin çok zor yapılacağı bilinmektedir.

Türkiye’de faaliyet gösteren kooperatif ve birlikler, zeytin üretimin yoğunlaştığı, Marmara, Ege ve Doğu Akdeniz bölgelerinde alım merkezleri ve kooperatifleri ile yaygın bir örgütlenme ağına sahiptir. Zeytin ve zeytinyağı üreticisinin %35’i bu kuruluşların ortağıdır (Tablo 9.12).

Tablo 9.12. Tarım Satış Kooperatifleri Birliklerinin Kooperatif ve Ortak Sayıları  
(T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı ve Tarım ve Köyşleri Bakanlığı, 2006)

Birlik/Kooperatif Adı	Konu	Birlik Ortağı Sayısı (adet)	Kooperatif Sayısı (adet)
TARİŞ Zeytinyağı Birliği	Zeytinyağı ve sofralık zeytin	25.391	33
MARMARA BİRLİK	Sofralık zeytin ve zeytinyağı	28.831	8
GÜNEYDOĞU BİRLİK	Zeytinyağı	4.945	3
<b>Toplam Örgütlü Çiftçi Sayısı</b>	<b>Zeytin ve Zeytinyağı</b>	<b>59.167</b>	<b>44</b>

(\*) Bu alanda toplam tarımsal kalkınma kooperatifi sayısı 70 olduğu halde, faal olan 37 kooperatif belirtilmiştir.

Kooperatifler ve birlikler, üreticilerin üretim girdilerinin de önemli bir kısmını tedarik ederek dağıtmaktadırlar. Tedarik ettikleri girdileri genelde aynı kredi olarak üreticilere vermektedirler. Ayrıca, finansman durumlarına göre ortaklarına nakdi kredi de verebilmektedirler. Ortaklarını üretim teknikleri konusunda da bilgilendirmektedirler. Kooperatif ortakları, beyan ettikleri üretim miktarlarının en az %50’sini kooperatife vermek zorunda olup, kalan kısmını da piyasa koşullarında, diğer alıcılara satmaktadırlar.

Diğer yandan, Türkiye’de, zeytinyağının depolanmasını sağlayan bir kamusal kurum ve kuruluş (stok kurumu) bulunmamaktadır. Birlikler yakın zamana kadar birer stok müessesesi gibi hareket etmişlerdir. Piyasadaki zeytinyağının ve sofralık zeytinin büyük bir kısmını alarak uzun süre depolamışlar, piyasanın ihtiyacına göre arz etmişlerdir.

Bu stok sorununu çözmek için, Türkiye’de lisanslı depoculuk sisteminin teşkil edilmesine ilişkin gerekli hukuki altyapı çalışmaları başlatılmıştır. Bu kapsamda, 5300 sayılı Tarım Ürünleri Lisanslı Depoculuk Kanunu yürürlüğe girmiştir. Bu sisteme en uygun ürünlerden birisi zeytinyağıdır.

AB ülkelerinde ve dünyanın en çok zeytin üreten ülkesi İspanya’nın kooperatifçilik uygulaması incelendiğinde ülkemizdeki gibi sadece sınırlı sayıda değil, çok sayıda kooperatif birliği olduğu görülmektedir. Bu birliklerden birisi olan Oleoestepa Birliği, 4 bin ortaklı 16 kooperatiften oluşmaktadır. Yılda ortalama 175 bin ton zeytin almakta ve zeytinin bir kısmını sofralık olarak satar iken geri kalanından da yılda ortalama 25 bin ton zeytinyağı elde etmektedir. Elde ettiği zeytinyağının %60’ını ihraç etmekte, geri kalanını iç piyasaya satmaktadır.

#### İspanya-Sevilla’da faaliyet gösteren Oleoestepa Kooperatifler Birliği uygulamaları:

İspanya’da zeytin üreticisi, ürettiği zeytinin tamamını ortağı olduğu kooperatife teslim etmek zorundadır.

Kooperatif, üreticiden aldığı zeytini sofralık olarak veya sıkarak yağ elde ettikten sonra piyasada satmakta; kooperatif, maliyetlerini ve masrafını düşükten sonra üreticiye ürünü ne zaman ve hangi fiyattan satılırsa onun üzerinden 15’er günlük dönemler itibarıyla ödeme yapmaktadır.

Üretici, ürünü satılmadıkça kooperatiftan avans veya ürün bedelini alamamakta ancak, çok zorunlu durumlarda, teslim ettiği ürünün yaklaşık değeri hesaplanmakta ve bankadan bunun %75’i kadar kredi alması sağlanmaktadır. Alınan kredinin yıllık faizi %4 civarında olmaktadır (Oysa Türkiye’de üretici halen %30 faiz ile kredi kullanmaktadır. Bu şartlarda ülkemizde iç veya dış piyasada rekabet etmek tabii ki zorlaşmakta, hatta mümkün olamamaktadır.).

Bu sistemin uygulanabilmesi için üreticinin yaşamını sürdüreceği bir gelire, bir güvenceye sahip olması gerekmektedir. İspanya ve diğer Avrupa Birliği üyesi ülkelerin verdikleri ciddi ve sürekli desteklerle sisteme işlerlik kazandırdıkları bilinmektedir.

Oleoestepa yöneticilerinin verdiği bilgilere göre; yıllarca üreticiye zeytinyağında kilo başına 1,3 avro destekleme primi ödenmiştir. Avrupa Birliği’nin tarımsal destekleme reformu kapsamında yapılan değişikliklerle şimdi kilo başına ödeme yerine, alan bazında destekleme ödemesi yapılmaktadır. Buna göre 2007-2013 yılları arasında İspanya’da zeytin üreticisine hektar başına 550 avro doğrudan destek ödenecektir. İspanya’daki zeytin üreticisi 2013 yılına kadar bu desteği alacağını şimdiden bilmektedir.

Türkiye’de ise zeytine destek olmayıp zeytinyağında ise kilo başına 2006-2007 üretim döneminde 11 kuruş destekleme primi ödenmiştir. Destekleme primi de genellikle bir yıl gecikmeli olarak ödenmektedir.

### 9.4.5. Zeytinyağı İşleme Tesisleri

2005 yılı itibarıyla Türkiye’de 5 ve üzeri işçi istihdam eden *zeytin sıkma tesisi sayısı*, T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı verilerine göre 290’dır.

Kapasiteye göre detaylandırılan *toplam kapasite*, T.C.Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Zeytincilik Araştırma Enstitüsü verilerine göre 343.000 ton yağlık zeytindir.

Zeytinyağı işleme tesisleri:

- Rafineri tesislerinin sayısı: 15 adet
- Pirina yağı üreten tesislerin sayısı: 18 adet
- Zeytinyağı şişeleme/kutulama tesislerinin sayısı: 100 adet

*Sofralık zeytin paketleme istasyonlarının sayısı ve işletme sayısı:* 2005 yılı itibarıyla, 5 ve üzeri işçi istihdam eden sofralık zeytin işleme ve paketleme tesisi sayısı, T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı verilerine göre 478’dir.

### 9.4.6. Pazarlamada Kontrol Önlemleri-Mevzuat ve Avrupa Birliği’ne Uyum

Zeytinyağının pazarlanması, etiketlenmesi ve paketlenmesi konusundaki standartlara ilişkin mevzuat, zeytinyağı için 25 Nisan 1998 tarih ve 23323 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “**Türk Gıda Kodeksi Yemeklik Zeytinyağı ve Yemeklik Pirina Yağı hakkında Tebliğ**” yürürlükte bulunmaktadır.

**Etiketlemede** bu Tebliğde yer alan özel hükümlerin yanında 25 Ağustos 2002 tarih ve 24857 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan “**Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliği**” hükümleri aranmaktadır. Bu Tebliğ “2000/13/EC sayılı gıdaların etiketlenmesi, sunumu ve reklamı ile ilgili kanunlarının yaklaştırılması üzerine Avrupa Parlamentosu ve Konseyi Direktifi” ile “90/496/EC sayılı gıda maddelerindeki besin değerinin etiketlenmesine ilişkin Direktifi” ne uyumludur.

**Ambalajlamada** ise 16 Kasım 1997 tarih ve 23172 mükerrer sayılı Resmî Gazete’ de yayımlanan “Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği”nin “Ambalajlama” bölümüne uygun olmalıdır.

Ayrıca “1019/2002/EC sayılı zeytinyağının pazarlanma standartlarına ilişkin Komisyon Tüzüğü” nün uyumu için yukarıda bahsedilen zeytinyağı tebliği revize edilmektedir.

Söz konusu ürünleri üreten ve satan iş yerlerinde, ürünlerin **piyasa gözetimi ve denetimi**; 5179 sayılı “**Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun**” gereği, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından gerçekleştirilmektedir. Kontrol ve denetimler uy-

gun sıklıkta ve gıda maddesinin taşıdığı risk ile orantılı olarak, ayrıca şikayet ve şüpheli durumlarında yapılmaktadır.

Yemeklik zeytinyağına ilişkin olarak TSE 341 nolu “İthalat ve İhracatta zorunlu standart” yürürlükte ve TSE (Türk Standartlar Enstitüsü) ile DTM (Dış Ticaret Müsteşarlığı) tarafından denetimi yapılmaktadır.

Gerek zeytinyağı gerek zeytin ve diğer yenilebilir sıvı yağlar dahil olmak üzere tüm gıda maddelerinin katkı maddeleri, bulaşanlar, pestisit (tarım ilacı) kalıntı limitleri, hijyen gibi hükümlerde Türk Gıda Kodeksi yatay tebliğ hükümlerine göre değerlendirme yapılmaktadır. Söz konusu mevzuat, ilgili AB mevzuatı ile uyumlu bulunmaktadır.

Zeytinyağı ve yemeklik yağlar dış ticarete pazarlama standartları için kalite kontrollerine tabidir. Zeytinyağı ve yemeklik yağların ihracat ve ithalatında pazarlama standartlarına yönelik olarak yapılan kalite kontrolleri, Dış Ticaret Müsteşarlığı altındaki Dış Ticaret Denetmenlerince, ilgili TSE standartlarına göre yapılmaktadır.

Zeytinyağı için Türkiye’de, AB’de olduğu gibi müdahale ajansı bulunmamaktadır. Ancak 1966-1993 yılına kadar zeytinyağında devlet müdahale alımlarıyla TARIŞ Zeytin ve Zeytinyağı Birliği ve GÜNEYDOĞUBİRLİK görevlendirilmiştir. Aynı tarihler arasında MARMARA BİRLİK de sofralık zeytinde müdahale alımlarıyla görevlendirilmiştir. Müdahale alımlarının finansmanı devlet bütçesinden karşılanmıştır. Kooperatif ve birlikleri 1994 yılından itibaren kendi nam ve hesaplarına alım yapmaya başlamışlardır.

1998 yılından itibaren zeytinyağı üreticilerine “Destekleme Primi” adı altında kg başına gelir desteği ödemesi yapılmaktadır. Desteklerin tutarları belirlenirken, iç ve dış piyasa fiyatları, üreticinin maliyetleri ve bütçe imkanları göz önünde bulundurulmaktadır. Ödemeler, Bakanlar Kurulunca her yıl yayımlanan Kararlar ve bu Kararlara dayanılarak çıkarılan Tebliğler çerçevesinde yapılmaktadır.

#### 9.4.7. Dış Ticaret Mevzuatı

Türkiye’de uygulanan ithalat rejimine göre zeytinyağı için ithalat lisansı aranmaktadır. Bu ürünler Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından yapılan SPS (*Dünya Ticaret Örgütü, Sağlık ve Bitki Sağlığı (SPS) Anlaşması*) denetimlerine tabidir. 05/06/2004 tarihinde yayımlanarak yürürlüğe giren 5179 sayılı “Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararnamenin Değiştirilerek Kabulü Hakkında Kanun” 19’uncu maddesi ile ithalatta gıda güvenliği ve kalitesi yönünden denetim esasları belirlenmiştir. İthalat Prosedürü ve Kontrol Belgesinin Onaylanması, T.C. Dış Ticaret Müsteşarlığınca yayımlanan 2005/5 sayılı “Dış Ticarete Standartizasyon Tebliği” eki VI-A sayılı listede yer alan gıda maddelerinin ithalatında, ilgili gümrük idaresince, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından düzenlenen kontrol belgesi aranmaktadır. Kontrol belgesi alınabilmesi için; 01/09/2003 tarih ve 25216

sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren 31 numaralı “Gıda Maddeleri ve Gıda İle Temas Eden Ambalaj Materyallerinin İthalatında Kontrol Belgesi Onaylanması ve İthalat Aşamasındaki Kontrol İşlemleri Hakkında Tebliğ”in 6’ncı maddesinde belirtilen belgelerle kontrol belgesi düzenlemeye yetkili 20 Tarım İl Müdürlüğünden birine müracaat edilmesi gerekmektedir.

İthalatta Kontrol belgesinin onaylanması ve malın gümrüğe gelmesinden sonra, 01/09/2003 tarih ve 25216 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren 31 numaralı “Gıda Maddeleri ve Gıda İle Temas Eden Ambalaj Materyallerinin İthalatında Kontrol Belgesi Onaylanması ve İthalat Aşamasındaki Kontrol İşlemleri Hakkında Tebliğ” in 7’nci maddesinde belirtilen belgelerle, kontrol belgesinde beyan edilen malın giriş gümrüğünün bulunduğu Tarım İl Müdürlüklerine müracaat edilmesi gerekmektedir.

İlgili Tarım İl Müdürlüğü tarafından yapılan kontroller sonucunda mevzuata uygun olan ürünlerin yurda girişine izin verilmektedir. T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığınca ithal edilecek ürünlerin girişi için 25 ilde 37 gümrük kapısı belirlenmiştir.

Zeytinyağı ihracatında her yıl Dış Ticaret Müsteşarlığınca ilan edilen sübvansiyon (destekleme) uygulaması vardır.

Bir kilogramın üzerindeki paketlerde ihraç edilen zeytinyağına ton başına yıllara göre değişen miktarlarda (150 veya 180 Dolar) ihracat desteği ile bir kilogramın altındaki paketlerde ihraç edilen zeytinyağı için Türk markaları ve “Made in Turkey” etiketli ihracatlarda ton başına yine dolar olarak ihracat desteği verilmektedir.

Zeytinyağında üçüncü ülkelerle yapılan ithalat/ihracat anlaşmaları ile ilgili olarak sınırsız kota ve %5 ila %10 arasında değişen gümrük vergisi uygulamaları söz konusudur.

IMF ya da Dünya Ticaret Örgütü taahhütleri, AB’ye üyelik çalışmaları nasıl olursa olsun, Türkiye’nin tarım politikalarında artık yeşil ışığı yakalama zamanı gelmiştir. Böylece yaşanan değişimlerden üretici ile başlayıp tüketici ile son bulan zeytinyağı sektörü uygulanan politika değişimlerinden daha az zarar görecektir.

## 9.5. AVRUPA BİRLİĞİ VE TÜRKİYE’DE ZEYTİNYAĞI POLİTİKALARININ KARŞILAŞTIRILMASI VE SONUÇ

AB’de ortak piyasa organizasyonu ile düzenlenerek özel bir önem verilmiş olan zeytinyağı sektörünün mevcut yapı ve uygulanan politikalar açısından sağlam bir yapıya sahip olduğu görülmektedir. Türkiye ile AB arasındaki fark; politikaların AB’de ortak bir kurumsal sistem ve yapı içinde yer alması, Türkiye’de ise belirli bir sistem altında değerlendirilememesinden kaynaklanmaktadır.

Türkiye’de zeytin ve dolayısı ile zeytinyağı üreticilerinin AB üreticilerinden daha az desteklendikleri ifade edilmektedir. Bu söylemlerin gerekçelerinin doğ-



ruleğunun tartışılması için yapılan bir araştırmada yıllara göre değişmekle birlikte Türkiye'de zeytinyağı üreticilerine verilen üretim yardımlarının %10 ila %50, üretici eline geçen fiyatların %40 ila %70 arasında Avrupa Birliği ülkelerinden daha az olduğu görölmüştür (Tablo 9.13 ve 9.14).

Avrupa Birliği, zeytinyağında düzenli işleyen bir fiyat mekanizmasına sahiptir. Bu mekanizma içerisinde üretici ya da ihracatçı en az beş yıl öncesinden alacağı yardım miktarlarını bilmektedir. AB üreticisi her yıl düzenli olarak kültürel işlemlerin başladığı aylarda açıklanan yardımlarla hem zeytin bahçesi için gerekli kültürel işlemleri yaparak alternans oranını azaltmayı başarmakta, hem de kaliteli üretim yapabilmektedir. Avrupa Birliği'nde 2005 Ocak ayından itibaren geçerli olacak biçimde üretim yardım miktarının aynı kalacağı fakat desteğin üretimle bağının koparılarak desteklenme oranlarının alan/verim oranı ile ilişkilendirilmiştir (2007 yılı itibarıyla uygulama başlamıştır.).

Türkiye'deki desteklerin zaman içinde değişiklik göstermesi ve çeşitliliği açısından AB ile benzeştiği fakat bir sonraki yılın desteklemelerinin nasıl olacağı ya da desteklenme garantisinin olup olmayacağının bilinmemesi açısından AB uygulamalarından ciddi farklılıklar gösterdiği bilinmektedir.

Zeytin çok yıllık bir bitki olduğu için yanlış ya da eksik olarak uygulanan tarım politikaları sonunda gelecek yılın üretiminden vazgeçme gibi bir olasılık söz konusu olmamaktadır. Asıl olan üreticinin desteklenerek üretimin arttırılması yanında üreticinin istikrarlı bir üretime teşvik edilmesidir. Nitekim Avrupa Birliği'nde politikalar, ne olursa olsun dünyadaki gelişen ve değişen düzenlemeler de göz önüne alınarak hazırlanmakta ise de üreticinin her koşulda desteklenmesi esas alınmaktadır.

Zeytinyağı dünyada ve Türkiye'de doğal olarak üretilen tek yağdır ve alternans gösteren bir ham maddeye bağlı olduğu için her zaman desteklenmek zorundadır. Avrupa Birliği, Dünya Ticaret Örgütü'nün desteğine rağmen, zeytin ve zeytinyağında desteklemeleri farklı biçimlerde değiştirerek azaltmaya devam etmiştir.

Türkiye koşullarında ise zeytinyağı prim desteği olarak DTÖ (Dünya Ticaret Örgütü) prensipleri içerisinde kırmızı kutuda, aynı zamanda DGD ve Mazot desteklerinden yararlanarak yeşil kutuda da yer alan bir üründür.

Türkiye'de desteklemelerin, sadece üretim ve ihracata yönelik değil, özellikle tüketimde sorun olduğu için tüketime yönelik olarak da yapılması zorunludur.

Türkiye'de Üretim-Tüketim; Üretim-İhracat dengesinin kurulması pazarlama politikalarının düzenli işlenmesi için Lisanslı Depoculuk-Ürün İhtisas Borsaları kapsamında en uygun ürünler arasında yer alan zeytinyağında stok sisteminin acilen kurulması gerekmektedir.

Türkiye'de "Tadım Panelleri" oluşturulması ile hem iç piyasada hem de dış sınıfta kaliteli üretimin arttırılması ve kaliteli üretim için üreticinin bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

Türkiye’de üretim yardımlarının doğrudan üreticiye verilebilmesi ve ağaç sayılarının ya da mevcut alanların belirlenebilmesi için Avrupa Birliği’nde olduğu gibi Coğrafi Bilgi Sisteminin (CBS) gecikmeden oluşturulması zorunludur.

Üreticilerin örgütlenme oranının artırılması ile yeniliklerden daha hızlı ve zamanında yararlanmalarının sağlanması gerekmektedir.

Avrupa Birliği’nde ise zeytinyağı üretici ve ihracatçı birliklerinin temel unsurlar olarak alındığı etkin ve işler bir kurumsal yapıda, üretimden-pazarlamaya dek olan zincir de gereken öneme sahiptir.

Diğer yandan Türkiye’de zeytinyağı etkin ve etkili bir kurumsal yapı içerisinde yer almamakta; iletişim ve işlerlik üretici birlikleri başta olmak üzere (TARİŞ-MARMARA BİRLİK-GÜNEYDOĞU BİRLİK) sanayi odaları, ticaret odaları, borsa, ihracatçı birlikleri, Tarım Bakanlığı, üniversiteler ve bazı özel sektör kuruluşlarının bireysel gayretleriyle sürdürülmeye çalışılmaktadır.

Fakat ülkemizde kurumsal yapı ile ilgili olumlu gelişmeler de mevcuttur. Nitekim Türkiye 1998 yılında resmen ayrıldığı Uluslararası Zeytinyağı Konseyine (UZK) yaklaşık iki yıldan bu yana girişimlerde bulunulmasına rağmen -2007 Aralık ayı itibari ile- tekrar üye olmamış ve Türkiye’nin tekrar üyeliği beklenmekte iken yaklaşık beş yıllık bir çalışma sonucu 2007 Haziran ayında Ulusal Zeytin ve Zeytinyağı Konseyi (UZZK) İzmir’de kurulmuştur.

İhtiyaç, bir kurumun doğmasına neden olmuş, Türkiye zeytinciliğinde ciddi ve sürekli çalışmalar yapması, umutla beklenen ve tekrar üyeliğe birlikte UZK ile doğrudan muhatap olacak bir kurum -UZZK- oluşturulmuştur.

Tablo 9.13. Türkiye'de (5 asit) ve Avrupa Birliği'nde (3,3 asit) Zeytinyağı Üreticisine Verilen Üretim Yardımlarının Karşılaştırılması (Tunalioglu, 2006) \*

TÜRK ÜRETİCİSİ 2002/2003 (Var yılı)	TÜRK ÜRETİCİSİ 2003/2004 (Yok yılı)	TÜRK ÜRETİCİSİ 2004/2005 (Var yılı)	TÜRK ÜRETİCİSİ 2005/2006 (Yok yılı)	AB ÜRETİCİSİ (Var-Yok yılı Dahil Son Dört yıl)
<b>Toplam</b> 0,271 Avro/kg	<b>Toplam</b> 0,660 Avro/kg	<b>Toplam</b> 0,322 Avro/kg	<b>Toplam</b> 0,129 Avro/kg	<b>Toplam</b> 1,322 Avro/kg
1 dekardan var yılında ortalama 44 kg zeytinyağı elde edildiği varsayımı ile ;  Dekara 13,5 YTL DGD verilmiştir;  1 kg zeytinyağı için 0,300 YTL DGD verilmiştir.  1 kg zeytinyağı için PD 17,5YKrş = 0,175 YTL ise;  Dekara 1,950 YTL MD verilmiştir;  1 kg zeytinyağı için MD 0,040 YTL verilmiştir.  (3+4+6)=0,515 YTL/kg = 0,271 Avro/kg	1 dekardan var yılında ortalama 17 kg zeytinyağı elde edildiği varsayımı ile ;  Dekara 16 YTL DGD verilmiştir;  1 kg zeytinyağı için 0,941 YTL DGD verilmiştir.  1kg zeytinyağı için PD 20YKrş = 0,200 YTL ise;  Dekara 1,950 YTL MD verilmiştir;  1 kg zeytinyağı için MD 0,114 YTL verilmiştir.  (3+4+6)=1,255 YTL/kg = 0,660 Avro/kg	1 dekardan var yılında ortalama 44 kg zeytinyağı elde edildiği varsayımı ile;  Dekara 16 YTL DGD verilmiştir;  1 kg zeytinyağı için 0,363 YTL DGD verilmiştir.  1kg zeytinyağı için PD 25YKrş=0,250 YTL ise;  MD verilmemiştir.  (3+4)=0,613 YTL/ kg= 0,322 Avro/kg	1 dekardan var yılında ortalama 17 kg zeytinyağı elde edildiği varsayımı ile;  Dekara verilen DGD henüz belli değildir.  1kg zeytinyağı için PD 10YKrş = 0,100YTL ise;  Dekara 1,5 YTL MD verilmiştir;  1 kg zeytinyağı için MD 0,088YTL verilmiştir.  Dekara 1,0 YTL KGD verilmiştir.  1 kg zeytinyağı için KGD 0,058YTL  (3+5+7)= 0,246 YTL = 0,129 Avro/kg  Sertifikalı fidan ile en az 10 dekar kapama zeytin bahçesi tesisine destek: 250 YTL/da = 13 Avro/hektar	Üretici Hedef Fiyatı (ÜHF) 3,837 Avro/kg  Temsili Pazar Fiyatı (ÜY) 2,515 Avro/kg  Üretim Yardımı (TPF) 1,322 Avro/kg  ÜHF-TPF=ÜY 3,837-2,515= 1,322 Avro/kg  Arazi Destek Primi = 50 Avro/hektar
* Metin içerisindeki resmi istatistikler yazar tarafından Zeytincilik Araştırma Enstitüsü'nün yıllık maliyet çizelgelerinden ve TKB TÜGEM kayıtlarından yararlanılarak hesaplanmıştır. 1 Avro= 1,9 YTL alınmıştır. DGD=Doğrudan Gelir Desteği; MD=Mazot Desteği; PD= Prim Desteği; KGD=Kimyevi Gübre Desteği				

Tablo 9.14. Türkiye'de (5 asit) ve Avrupa Birliği'nde (3,3 asit) 1 kg Zeytinyağı Üretimi Karşılığında Üreticinin (Üretim Yardımları + Satış Fiyatlarıyla) Eline Geçen Fiyatlarının Karşılaştırılması (Tunalioglu, 2006)

AB ÜRETİCİSİ (Var-Yok yılı Dahil Son Dört yıl)	TÜRK ÜRETİCİSİ 2005/2006 (Yok yılı)	TÜRK ÜRETİCİSİ 2004/2005 (Var yılı)	TÜRK ÜRETİCİSİ 2003/2004 (Yok yılı)	TÜRK ÜRETİCİSİ 2002/2003 (Var yılı)
3,837 Avro/kg	0,129+2,63=2,759 Avro/kg	0,322+1,763=2,085 Avro/kg	0,660+1,684=2,344 Avro/kg	0,271+1,368=1,639 Avro/kg

## KAYNAKLAR

- TÜİK. 2001. Tarım Sayımı-Hane Halkı İstatistikleri-Ankara
- Tunalıoğlu, R ve Göksu, Ç. 2003. Avrupa Birliği ve zeytinyağında değişen fiyat ve dış ticaret politikaları-İstanbul
- Dönmez, S. 2004. AB'de Zeytinyağı Piyasa Düzeni ve Türkiye Açısından Değerlendirilmesi, 66-70, İzmir.
- Tunalıoğlu, R. 2006. Türkiye'de Zeytinyağı Fiyat Politikalarındaki Değişimler ve Avrupa Birliği İle Karşılaştırılması.-VI.Tarım Ekonomisi Kongresi-Antalya.
- T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı ve Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Kayıtları. 2006.
- Tunalıoğlu R ve Karahocagil, P. 2006. Zeytinyağı-Sofralık Zeytin ve Pirina Yağı Durum Tahmin. TKB-TEAE Yayınları, Yayın No: 142-Ankara.
- TÜİK. 2006.Tarım İstatistikleri-Ankara
- [www.europa.eu.int](http://www.europa.eu.int)
- [www.fao.org](http://www.fao.org)
- [www.internationaloliveoilcouncil.org](http://www.internationaloliveoilcouncil.org)
- Yıldırım, A.E ,2007. İspanya ve Türkiye'de Zeytin Kooperatifçiliği. Dünya Gazetesi, 7.11.2007. İzmir.

## TEŞEKKÜR

Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü Yüksek Lisans Öğrencisi Sayın Nurçin Doğuay'a istatistiki verilerin güncellenmesi konusundaki desteği için çok teşekkür ederim.



Yahya Laleli<sup>1</sup>, Eren Akçiçek<sup>2</sup>, Semih Ötleş<sup>3</sup>

## 10.1. GİRİŞ

Diyetle alınan, bir kısmı esansiyel kabul edilen yağlar ve onların metabolitleri, insanın, hatta tüm memelilerin yaşamı için enerji kaynağını oluşturması yanında yapı taşları görevini de görmektedir. İnsanlar sosyal gruplar oluşturdukları dönemlerden başlayarak yaşadıkları coğrafi alanların imkanlarına göre kendilerine hayvansal ve bitkisel yağ kaynakları bulmuşlar ve kullanmışlardır. Her türlü coğrafi bölgenin o bölge insanına sağladığı yenebilir yağ kaynağı olmasına rağmen, yazılı tarih kadar eski olan zeytin ve zeytinyağı kullanım kültürü Akdeniz'in doğusundan başlayıp tüm Akdeniz'e ve iklimi uygun Afrika, Avustralya, Güney Amerika bölgelerine keşiflerle beraber yayılmış ve kullanılır olmuştur. Bu tercih, zeytinyağının insan yaşamına, diğer yağlardan daha lezzetli ve daha sağlıklı olan birikmiş pozitif etkisine dayanmaktadır.

Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi "FDA" zeytinyağı için kullanımı teşvik edecek bir duyuru yapmış, daha sonra bu duyuruyu Kanada ve Avrupa Birliği de benimsemiştir. Bu duyuru, kesin olmamakla beraber biriken bilgilerin, günlük kalori miktarını artırmadan, diğer yağlar yerine günde 22 ml zeytinyağı kullanımının kardiyovasküler hastalık riskini azaltabileceği yönünde yeterli bilgi birikimi olduğunu ve bu bilginin tüketiciyi bilgilendirmek için kullanılabileceğini belirtmekte ve zeytinyağının kardiyovasküler sistem üzerindeki koruyucu etkisini oleik asitin etkilerine bağlamaktadır. Hangi mekanizma üzerinden olursa olsun, zeytinyağının besinlerimizin ana yağ kaynağı olması başta sindirim sistemi olmak üzere birçok sistemimizin regülasyonunu kolaylaştırmakta, metabolik aktivitelere pozitif katkıda bulunmakta, gıdaların biyoyararlılığını artırmaktadır. Özetle; zeytinyağı, fenotipik karakterlerimizin korunması ve sağlığın sürdürülebilirliği yönünde pozitif regülatör etki yapmakta ve zeytinyağı diyetinde diğer yağların kullanıldığı diyetlere nazaran kronik hastalıkların gelişmesine daha az rastlanmaktadır.

Zeytinyağında, diğer bitkisel yağlara nazaran daha yüksek oranda, gliserole bağlanmamış, değişik karakterde kimyasal maddeler bulunmaktadır. Zeytinin türü, üretim bölgesi, üretim ve hasat şekli, depolama ve şişelemeye bağlı olarak değişkenlik gösteren bu maddeler, zeytinyağının en fazla %3'ünü teşkil ettiği için iz (minör) bileşenler olarak anılmaktadır. Bu gruptaki bileşenlerin natürel zeytinya-

<sup>1</sup>Düzen laboratuvarı, Atatürk Bulvarı No: 237/39, Kavaklıdere, 06680, Ankara

<sup>2</sup>Ege Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Gastroenteroloji Bilim Dalı, İzmir

<sup>3</sup>Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir

ğında diğer yağlardan daha yüksek bulunması; zeytinyağının, fiziksel etki dışında herhangi bir kimyasal işleme tabi tutulmadan türetilmesine bağlıdır. Bu nedenle, sadece rafinasyondan sonra kullanılabilen diğer tohum yağlarında, natürel zeytinyağında bulunan fenoller, steroller, hidrokarbonlar, alifatik alkoller ve vitaminler gibi 120'yi aşkın madde ya bulunmamakta ya da dar spektrumda ve kısıtlı miktarda bulunmaktadır. Bu gruptaki maddeler, diğer tohum yağlarının rafine edilmesinde kullanılan yüksek ısı ve kimyasal işlemler esnasında uzaklaştırılmakta veya etkilerini kaybetmektedir. Geniş spektrumdaki bu maddeler, bunların türevleri veya oluşturdıkları kompleksler, besinlerin daha etkin emilmelerini sağlar. Emildikten sonra bu iz bileşenlerin; birçok biyomolekülün sentezinde, örneğin membran yapısında, sterol sentezinde yer aldığı, serbest radikallerin elektron açığına kapattığı (antioksidan etki) ve hatta gen regülasyonu gibi fonksiyonlar gördüğü belirlenmiştir. Bu iz bileşenler, zeytinyağının diğer yağlardan farkını yaratır ve her zeytinyağında aynı düzeyde değildir.

### 10.1.1. Zeytinyağı Kullanımının Genetik Regülatörler Üzerine Pozitif Etkileri

Gıdaların da ilaçlar gibi, genetik regülasyon üzerinden metabolizmayı etkilediği bilinmektedir. Tercih edilen diyetler, bazı bireylerde, kronik hastalıkların oluşumunda diğer risk faktörlerinin etkinliğini önemli derecede artırmaktadır. Diyet maddeleri olarak tüketilen bazı kimyasallar insan genomunda gen ifadelerini aktive edebilmekte veya baskılayarak değişikliğe sebep olabilmektedir. İşlevleri diyetler aracılığıyla değişikliğe uğratılan bazı genler; kronik hastalıkların (şişmanlık, diyabet, yüksek tansiyon, bazı tip kanserler vs.) ortaya çıkması, gelişmesi, ilerlemesi ve en son halini almasını kapsayan tüm evrelerinde rol üstlenmektedir. Kullanılan diyet ve çevre, kişinin genetik yapısına bağlı olarak, onun soğuk ve hastalık durumu arasındaki dengeyi belirleyen faktörlerdendir.

Natürel zeytinyağının gen regülasyonuna ve bu yönden genel metabolizma üzerine negatif etkisi bilinmediği gibi, pozitif etkileri olduğu gösterilmiştir. Zeytinyağının genlerimiz üzerindeki pozitif regülatör etkisi ağırlıklı olarak, her zeytinyağında farklı olan iz bileşenlere bağlıdır. Besin ve gen ifadesi arasında doğrudan ve dolaylı ilişkiler için örnek olarak, salvasterolün cyp1a1 ve Sart2 üzerindeki etkileri, oleik asitin her-2/neu geni üzerinden gösterdiği baskılama etkisi ve oleuropeinin vazodilatator ve antiaritmik etkisini nitrik asit sentetaz enziminin genetik ekspresyonunu artırarak nitrik oksit (NO) üretimini artırması üzerinden yapması gösterilebilir.

### 10.1.2. Zeytinyağının Bileşenleri

Zeytinyağı bileşenleri, gliserole bağlı, kostikle 'sabunlaşan' (saponifiye edilebilen) ve gliserole bağlı olmayan 'sabunlaşmayanlar' (saponifiye edilemeyen) bileşenler şeklinde iki ana gruba ayrılabilir. Sabunlaşan bileşenler gliserol ile esterleşmiş

yağ asitleri "trیاçilgliserol"(tg) ve serbest yağ asitlerinden oluşur. Bu fraksiyon ağırlık bazında totalin %97-99'unu teşkil ettiğinden "majör"(asli) bileşenler olarak da anılır. Bu fraksiyonun dışında kalan 'sabunlaşmayan' bileşenler yağ karakterinde olmayan maddelerdir. Ağırlık bazında toplamın %1-3'ünü oluşturan bu kısma "minör"(tali) bileşenler denmektedir. Zeytinyağının önemli bir kısmını teşkil etmemesine rağmen minör bileşenler, sağlık yönünden pozitif katkıları nedeniyle çok değerlidir. Zeytinyağının yöresel, lezzet özelliklerini belirleyen maddeler, uçucular dahil olmak üzere bu grupta yer almaktadır. Bu minör maddelerin nitelik ve nicelikleri zeytinin cinsine, üretildiği bölgenin eko sistemine, yağın çıkarılış teknolojisine, depolama ve şişeleme faktörlerine bağlıdır. Zeytinyağının sınıflandırılmasında, serbest asit, peroksit ve optik soğurma gibi parametreler 'ana bileşenler' grubunda yer alan yağ asitlerine bağlı kalite parametreleriye, çok önemli olan organoleptik "tadım" değerlendirilmesinde yararlanılan görsel, koku ve lezzet uyaranları minör bileşenler grubundaki maddelere bağlıdır.

### 10.1.3. Zeytinyağının Ana Bileşenleri ve Sağlık Etkileri

Zeytinyağının %97-99'unu sabunlaştırılabilen ana bileşenler oluşturur. Önemli bir kısmı triaçilgliserol formundadır. Triaçilgliserol (TG) her gliserol molekülünün üç yağ asidiyle birleşmesinden oluşur. Tg veya eş anlamlı olarak trigliserit olarak da anılır.

Gliserolün üç karbon atomuna üç yağ asidinin birleşmesiyle oluşan TG formunun dışında gliserolün, çok düşük oranlarda da olsa, monogliserid (%0,2) ve digliserid (%5,5) formları da vardır. Yenebilir yağlarda gliserole bağlı olmadan serbest olarak bulunabilecek yağ asidi de %3 ile sınırlıdır. Zeytinyağlarının ihtiva ettiği yağ asitleri ve onların oranları göz önüne alındığında, oranı bölgelere göre değişmekle beraber (%68-79) oleik asidin, en önemli yağ asidi olduğu görülmektedir. TG yapıları bağladıkları yağ asitleri yönünden incelendiğinde, oleik asitle tercihli bağ yaptığı görülmektedir. Bu tercih bilhassa ikinci karbon atomu için geçerlidir. Yoğunluk olarak (%de mol) birinci karbonun oleik asit bağlama oranı %71,8, ikinci karbonun %82,9, üçüncü karbonun %73,9 olduğu rapor edilmiştir. TG mol başına çift bant yoğunluğu yönünden irdelendiğinde 3 çift bağ ihtiva eden (oleat-oleat-oleat) TG'lerin %39,2 mol, 2 çift bağ (palmitat-oleat-oleat veya stearat-oleat-oleat) ihtiva eden TG'in %26 mol, 3 den fazla çift bağ ihtiva eden TG'lerin (linoleat-oleat-oleat) %13,7 mol oranlarında olduğu görülmektedir. Oleik asitin her tg molekülünün en az iki karbonunda bulunması, oleik asidin yerleşiminde gliserole bağlandığı karbon atomları arasında tercih yapması, 3'ten fazla çift bağlı TG'lerin korunmuş olması bir doğal seleksiyondur. Bu da zeytinyağının, diğer bitkisel yağlardan farklı olarak, biyolojik yararlılığının artmasını sağlamaktadır.

Akdeniz diyetinin, özellikle de zeytinyağı tüketim alışkanlığının sorgulandığı bir çalışmada, 10 sene süreyle ölüm kayıtları takip edilmiş ve tüm yaş grupları içinde, zeytinyağı kullanım miktarı yüksek grupta, az kullanan veya hiç zeytinyağı kullanmayanlara göre daha az sorunlu ve daha uzun yaşam süreleri olduğu rapor edil-



miştir. Koroner kalp hastalığından primer ve sekonder korunma açısından Akdeniz diyetinin etkisinin incelendiği sistematik bir derlemede de Akdeniz diyetinin kardiyolojik olarak koruyucu etkisi olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Zeytinyağı kullanımının kan basıncı üzerine de önemli etkileri görülür. Avrupa'nın üç bölgesinde yapılmış bir çalışmada, 9 ay süre ile zeytinyağı kullandıktan sonra tansiyon değerlerinde bazal değerlere göre düşme meydana geldiği gözlenmiştir. Zeytinyağı kullanımının yüksek tansiyon nedeniyle ilaç kullanan hastalarda da ilaç kullanım ihtiyacını azalttığı gösterilmiştir.

### 10.1.3.1. Oleik Asit

Oleik asit, zeytinyağının ana bileşenidir ve zeytinin türüne, yetiştiği ekosistemine ve mevsime göre oranı farklılıklar (%68-81,5) gösterir. En yüksek konsantrasyonu Picual, en düşük konsantrasyonu Verbial tipinde görülmektedir. Edremit tipi zeytinin yağında oleik asit %68,5-72 oranında bulunmaktadır. Zeytinyağının sağlıkla ilişkisini irdeleyen ilk çalışmalar, zeytinyağıyla oleik asiti özleştirir; ilişkiyi oleik asit üzerinden kurar. Bu çalışmalar, yapıldığı dönem itibarıyla daha ziyade Riviera tipi yağların kullanıldığı döneme ait çalışmalardır. Riviera olarak adlandırığımız yağlar büyük oranda (%70-80) rafine, %20-30 oranında natürel zeytinyağı ihtiva eden yağlardır.

"The Nurses' Health Study" kapsamında yapılan bir çalışmada farklı yağ asitlerinin kan yağlarına etkisinin farklı olduğu gösterilmiştir. Bu çalışmada, karbon atom sayısı 12-16 arasındaki doymuş yağların LDL kolesterol düzeyini yükseltici etki gösterdiği, stearik (18:0) ve oleik (18:1) asitin kolesterol yükseltici etkisinin olmadığı, hatta kan TG ve LDL düzeylerinde düşme sağladığı, ayrıca bu etkilere ilaveten oleik asitin kendi başına HDL düzeyini yükseltici etkisi olduğu belirtilmiştir. Kolesterol yükselmesinde en etkin yağların ise sırasıyla miristik ve laurik asitler olduğu belirlenmiştir.

Avrupa Birliği içinde 74.607 yaşlı (60 yaş ve üstü) ve sağlıklı kişinin, 8 yıl süreyle, yaş gruplarına göre ölüm oranları, doymuş yağ asitleri yerine tekli doymamış yağ asitlerinin diyetlerindeki hakim olmasına göre (10 puan üzerinden sınıflanmış ve düzeltilmiş) ölüm oranı veya yaşam beklentisi yönünden, çok merkezli, kontrollü ve ileriye yönelik olarak araştırıldığında, Yunanistan ve İspanya'da daha bariz olmak üzere, bilhassa yaşlılarda, tekli doymamış yağ asiti kullanım hakimiyetiyle yaşam süresi arasında pozitif ilişki gösterilmiş, yaşam süresini artırdığı görülmüştür.

Oleik asitin meme kanserini uyaran Her-2/neu genini baskıladığı ve bu baskının oleik asit miktarıyla ilgili olduğu hayvan çalışmalarında gösterilmiştir. Oleik asit bu yolla trastuzumab (Herceptin®) (metastatik meme kanseri tedavisinde kullanılan bir ilaç) ile meme kanserinin tedavisinde de sinerjistik etki oluşturmaktadır.

Oleik asit ve diğer yağ asitleri zeytinyağı kullanıcılarının bağırsak hareketlerinin düzenliliğini sağlar, safra regülasyonunu artırır, postprandiyal şilomikronemiye azaltır. Ayrıca, düzenli kullananlarda kolon kanserinin daha az görüldüğü bildirilmiştir.

### 10.1.3.2. Doymuş Yağ Asitleri (Palmitik Asit ve Stearik Asit) ve Sağlık

**Palmitik Asit:** Elde edildiği bölgeye göre oranı değişmekle beraber zeytinyağının ikinci büyük komponentidir. Yağ asitlerinin yaklaşık olarak %15'ini teşkil eder. Zeytin meyvasında ilk sentezlenen yağ asididir (C<sub>16</sub>H<sub>32</sub>O<sub>2</sub>). Palmitik asit, palmiye ağacının meyvesinin en önemli yağıdır. Sağlık etkisi hakkında farklı raporlar mevcuttur. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), diyetteki palmitik asit oranıyla koroner hastalığın risk ilişkisi olduğu hakkında güvenilir bilgiler olduğunu belirtmektedir. Hayvan sütlerinden yapılan yağların, peynirlerin ve et kökenli yağların da önemli bir kısmını palmitik asit oluşturur. Yağı alınmış süte, A vitamini düzeyini arttırmak ve koruyucu olarak A vitamininin alkol formu (retinol) ile palmitik asidin kompleksi ilave edilmektedir. Eğer palmitik asitle beraber alınan linoleik asit (omega-6) miktarı, toplam enerjinin %4.5'dan fazlasını sağlayacak oranda ise palmitik asidin hiperkolesterolemik etkisi olmadığı bildirilmiştir. Bu veri çerçevesinde, palmitik asidin hiperkolesterolemik etkisinin diyetteki omega-6 miktarıyla ters orantılı olduğu bildirilmiştir. Doğal olarak palmitik asidin aterojenik etkisini nötralize edecek miktarda omega-6 alınması, beraberinde trans yağ alımı ihtimalini artıracaktır. Edremit bölgesi yağlarında lineolik asidin oranı zeytinyağda mevcut tüm doymuş yağların %45'ini teşkil ettiğinden, zeytinyağında doymuş yağ asitlerine bağlı hiperkolesterolemik etki beklenmez.

**Stearik asit:** Zeytinyağında doymuş yağlar içindeki ikinci yüksek oranda bulunanıdır (en fazla %5, C<sub>18</sub>H<sub>36</sub>O<sub>2</sub>). Metabolik olarak palmitik asitten çok daha etkin olarak oleik asite dönüştüğü için diğer doymuş yağlar kadar aterojenik kabul edilmemektedir. Zeytinyağı ürünlerinden sabun yapımında, sabunun sertleşmesine yardımcı olan ve parlaklığını veren fraksiyonudur.

### 10.1.3.3. Çoklu Doymamış Yağ Asitleri ve Sağlık (Linolenik asit, Linoleik asit)

Yağ asidi zincirinde birden fazla çift bağ ihtiva eden yağ asitleridir.

Organizmada sentez edilmediğinden, esansiyel yağlar grubunda değerlendirilir. Bu yağ asitleri, onlardan üretilen izomerleri ve konjuge formları; hücre ve hücre organellerinin membranlarının yapımında, prostaglandin sentezinde kullanılmaktadır. Bu nedenle fetal gelişme, neonatal gelişme dönemlerinde esansiyel yağlara ihtiyaç daha fazla artmaktadır. Günde 25-30 ml zeytinyağı ve Akdeniz tipi beslenmenin hakim olduğu toplumlarda, gebelik esnasında dahi ilave linolenik (omega-3) kullanım ihtiyacı olmayacaktır. Gebelerde ilave omega-3 kaynağı olarak balık yağı kullanımı önerilirse de fazla kullanımı plasenta ve fetüste kilo artışına sebep olabilir. Yüksek kilolu bebeklerin ileri yaşlarda obezite, diyabete yatkınlık ve yüksek tansiyon geliştirme ihtimallerinin daha yüksek olduğu ise epidemiyolojik kayıtlardan bilinmektedir.

Yaşlanma teorileri içinde serbest radikal teorisi en geçerlilerinden biridir. Mito-kondri enerji üretirken serbest radikaller de üretmektedir. Bu radikaller nötralize

edilmediği takdirde kendi membranı, kendi mDNA ve mRNA'sı gibi her biyomolekülünü etkilemektedir. Mitokondri membranı organizmanın tükettiği yağ asitlerinden yapıldığı için, eğer diyetle fazla miktarda çoklu doymamış yağ asitleri tüketilmişse, mitokondri membranında yüksek oranda çoklu doymamış yağ asitleri yer alacaktır. Bu durumda da membranların okside olma şansı da artacaktır. Çoklu doymamış yağ asitlerinin de kan yağları, kolesterol, LDL kolesterol üzerine düşürücü etkisi vardır ve bu bilhassa kullanılan omega-3 düzeyine ve omega-3/omega-6 oranına bağlıdır.

Zeytinyağındaki omega-3 yalnızca alfa formundadır. İzomeri gamma linolenik asit (GLA) kanola ve diğer benzer çekirdek yağlarında mevcuttur. Gamma linolenik asit preparatları gıda desteği olarak piyasada mevcutsa da bu preparatın biyolojik aktivitesi hakkında net bilgiler yoktur.

#### 10.1.4. Zeytinyağının Minör Bileşenleri ve Sağlık Etkileri

Zeytinyağının ancak %2-3'lük kısmını teşkil eden, gliserolle esterleşmiş yağ asitlerinin dışındaki 230 kimyasal komponentten oluşan kısmıdır. Yağların elde edilme teknolojilerine göre, natürel (virgin) yağlarda değişik oranda bulunan bu komponentler, rafinasyon esnasındaki uygulamalarla kaybolur veya çok azalır. Miktarı ve oranları, natürel zeytinyağlarında zeytinin cinsi ve geçirdiği mevsimsel etkiler, ürünün elde edildiği bölge, elde edilmiş şartları, depolama ve şişeleme yöntemlerine göre değişiklik gösterir. Bu maddeler sağlığın sürdürülebilirliğini sağlamakta etkin olmaları, biyolojik kullanımlarının yüksek düzeyde olması, ürünün raf ömrünü uzatması, yağın tadım karakterlerini (lezzeti, yakıcılığı, kokusu vs.) vermesi bakımından çok önemlidir.

Zeytinyağı dışındaki başka kökenli nebati yağlar, genellikle rafinasyona tabi tutulduktan sonra yenebilir hale gelir. Rafinasyon esnasında bu minör maddelerin kaybı, az miktarda kalan bileşenlerin bir kısmının da E vitamininde olduğu gibi farklı formda olması natürel zeytinyağındaki bu maddelerin önemini artırmaktadır.

Yağın tadım karakterleri tahşişi belirlemede, yağın gerçekliğini ortaya koymada en önemli unsurdur. Tadım karakterlerini veren uçucu maddelerin tip ve miktarlarının ölçülebilir şekilde belirlenmesi için, yüksek ısılı gaz-sıvı kromatografi sistemleri (GLC), yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC), Fourier Transform Infrared Spektroskopisi (FTIR) gibi birçok teknik geliştirilmiştir.

##### 10.1.4.1. Gliserid Olmayan Esterler (100-250 mg/kg)

Saf zeytinyağında bulunan yağ asitlerinin çoğunluğu gliserol ile esterleşmiş halde bulunur. Az miktardaki yağ asidi ise metanol, etanol gibi farklı alkollerle, hatta steroid yapıdaki  $\beta$ -sitosterol, Kampesterol, stigmasterol gibi maddeler ve triterpen alkollerle esterler oluştururlar. Oldukça az miktarda olan bu bileşikler, zeytinyağının kendine has yöresel karakteristiklerini belirleyici maddeler olarak ön plana çıkmaktadır.

#### 10.1.4.2. Alifatik Alkoller (60-200 mg/kg)

Uzun zincirli (C18-C10) doymuş alkollerden oluşan kısımdır. Alifatik alkollerin sağlık üzerine etkileri hakkında fazla bir birikim bulunmamaktadır.

#### 10.1.4.3. Triterpen Alkoller (500-3000 mg/kg)

Zeytinyağındaki minör bileşenler arasında yer alan triterpen alkoller, kuvvetli hipokolesterolemik ajanlar olarak biyolojik öneme sahiptir. Birçok bitkisel yağda olduğu gibi zeytinyağında da triterpen alkoller (sikloarterenol ve 24-metilen hidroarterenol) ile birlikte 2-feniletanol bulunur. Bu madde, kolesterol esteraz aktivitesini nonkompetitif olarak inhibe ederek kolesterol esterlerinin yavaş hidrolizini sağlar ve böylece kolesterol emilimini azaltır. Zeytinyağının ateroskleroz ve kardiyovasküler hastalığı önleyici etkileri ağırlıklı olarak yüksek miktardaki tekli doymamış yağ asidi içeriğine bağlanmaktaysa da, bu özellik terpenik alkol içeriğine de bağlı olabilir ve bu bileşen tekli doymamış yağ asitlerinin etkisini artırıyor olabilir.

Zeytinyağındaki iki doğal triterpenoid olan oleanolik asit ve eritrodiolün damarların gevşemesini indükleyici etkileri gösterilmiştir. Dolayısıyla bunlar, kardiyovasküler sistemi korumada kullanılacak yeni vazodilatör ilaçlar olarak terapötik potansiyele sahip moleküllerdir.

Uvaol, eritrodiol ve oleanolik asit IL-1 $\beta$  ve IL-6 yapımını önemli derecede azaltır.

Orujo yağındaki pentasiklik triterpenler olan uvaol, eritrodiol ve oleanolik asit, kimyasal yapıları ve dozlarına bağlı olarak pro-veya anti-inflamatuar etki gösterirler. Dolayısıyla bu maddeler, immün cevabı güçlendirmekte yararlı olabilirler.

Triterpen alkollerden dihidroksi triterpen maddeleri olan eritrodiol ve uvaolun zeytinyağı içindeki miktarlarının saptanması, yağın saflığının belirlenmesi için önemlidir. Natürel yağlarda toplam eritrodiol ve uvaol miktarı %4,5'dan az olmalıdır.

#### 10.1.4.4. Steroller (1130-2650 mg/kg)

Steroller halkalı yapıda bileşiklerdir. Birçok yağın sabunlaşmayan kısmının ana bileşenini steroller oluşturur. Zeytinyağında bulunan önemli steroller kampesterol, stigmasterol,  $\Delta$ 7-stigmasterol,  $\Delta$ 5-avenasterol,  $\Delta$ 7-avenasterol ve  $\beta$ -sitosteroldür. Zeytinyağındaki sterollerin varlığı ve miktarı yağın hangi yöreden geldiği ve saflığı hakkında bilgi verir. Sızma zeytinyağındaki toplam sterol miktarı 113-265 mg/100g yağ arasında değişir. Bu değerleri zeytinlerin yetiştirilişi ve olgunlaşma derecesi gibi iki faktör etkiler. Zeytinyağındaki ana sterol,  $\beta$ -sitosteroldür ve toplam sterolün %90-95'ini oluşturur. Kampesterol ve stigmasterol sırasıyla, zeytinyağının %3 ve %1'ini oluştururlar. Natürel yağlarda toplam sterol miktarı 1000 mg/kg'dan fazla olmalı, bunun içeriğinin en az %93'ü  $\beta$ -sitosterolden oluşmalı ve kampesterol miktarı %4'den az olmalıdır.

Sterollerin biyolojik etkileri arasında ilk olarak serum kolesterol düzeyini azaltıcı etkileri söylenebilir. Sızma zeytinyağınca zengin bir diyetle alınan bu fitosterollerin, özellikle kolesterolden zengin diyetle beslenen hiperlipidemik hastalarda serum kolesterol düzeyini düşürmede yararlı olabildiklerine dair çalışmalar mevcuttur. Kolesterol seviyesi normal kişilerde ise yüksek kolesterollü diyetlerde günlük 740 mg fitosterol alımı ile dikkate değer lipid düşürücü sonuçlar gözlemlenmiştir. Bu nedenle sızma zeytinyağı bakımından zengin olan diyetlerle fitosterol alımının, özellikle kolesterol bakımından zengin gıdalar tüketen hastalarda serum kolesterol konsantrasyonlarına etkisi açısından yararlı olabileceği kuşkusuzdur.

Bitkisel sterollerin ve stanollerin ağız ya da enjeksiyon yoluyla alınması plazma ve LDL-kolesterol konsantrasyonlarının azalmasına sebep olur. Bu azalmanın çoğunluğu bağırsak kolesterol emiliminin engellenmesindedir. Diyetle alınan kolesterolün bağırsaktan emiliminin engellenmesinde  $\beta$ -sitosterol özellikle önemlidir. Serum kolesterol seviyesindeki bu önemli azalmalara sadece fitosterol katkısının sağlandığı çalışmalarda ulaşılmıştır. Verilen dozlar günlük 1-3g'dır ve bu da günlük yemek tüketimiyle sağlanamayacak kadar yüksek bir değerdir. Birçok çalışmada sterol ya da stanol ile zenginleştirilmiş margarinler kullanılmıştır. Günlük 2 g bitkisel sterol ya da stanol alımının, serum LDL-kolesterol konsantrasyonunu %9-14 oranında düşürdüğü ve bu sırada HDL-kolesterol veya trigliseritlere etki etmediği bulunmuştur. Bitkisel sterollerin kolesterol düzeyini düşürücü etkisi, hiperkolesterolemik veya kolesterol bakımından zengin diyetlerle beslenenlerde farklı bir önem taşımaktadır. Zeytinyağındaki sterollerin ikinci önemli etkisi anti-tümoral etkileridir. Özellikle  $\beta$ -sitosterolün anti-tümoral etkileri üzerine pek çok yayın mevcuttur. Bunlar arasında prostat kanseri hücrelerinde apoptozu indüklemeye etkisi, iyi huylu prostat büyümesi tedavisinde etkinlik, mide kanserinden koruyucu etki, kolon ve meme kanseri hücrelerinin gelişimini önleyici etkileri sayılabilir.

#### 10.1.4.5. Hidrokarbonlar (1500-8000 mg/kg)

Başlıca hidrokarbon skualendir ve toplam hidrokarbonların büyük kısmını (> %90) oluşturur. Diğer hidrokarbonlar uçucu maddeler olarak fenantren, pyren, fluroanten gibi polisiklik aromatik hidrokarbonlardır.  $\beta$ -karoten ve likopen karotenoidler (aromatik hidrokarbonlar olarak) yağdaki renkten sorumludur. Bu karotenoidlerin yağdaki miktarı 0,33 ile 3,69 mg/kg arasında değişmektedir.  $\beta$ -karoten provitamin A etkisine sahiptir. Likopen ise güçlü antioksidan kapasite gösterir.

Skualen bir triterpendir ve kolesterol biyosentez yolunun ara ürünüdür. Saf zeytinyağı 100 gramda 400-450 mg skualen içerir. Rafine edilmiş zeytinyağı ise %25 daha az skualen içerir. Bazı kaynakların bulgularına göre sızma zeytinyağında skualen düzeyi 100 gramda 200-270 mg'dır.

Skualen, aynı zamanda kolesterol sentezinde yer alan bir ön metabolittir. Böylece teorik anlamda, günlük olarak alınan skualen vücutta kolesterole çevrilebilir ve

dolayısıyla serum kolesterol düzeyini yükseltebilir. Bu etki için hatırı sayılır miktarların alınmış olması gerekir. Araştırmalar, günlük olarak alınan skualenin çok büyük bir miktarının insan vücudunda kolesterole çevrildiğini göstermiştir. Aslında kolesterol sentezindeki bu artış serum kolesterol seviyesinin tutarlı artışı ile ilişkili değildir. Çoğunlukla bunun sebebi fekal eliminasyonun beraberinde gelen bir artıştır. Skualenin (düşük dozlarda pravastatin ile) pravastatin etkisini çoğalttığı ve kolesterol düşürücü ilaç olarak kullanılabilceği bulunmuştur. Eğer pravastatin ile beraber alınırlarsa, düşük dozda skualenin yüksek serum kolesterol seviyesi oluşturduğu düşüncesi doğru olmayabilir. Günde 0,5g ya da daha az alınan skualen, serum kolesterol konsantrasyonuna ters etki yapmaz.

Skualen anti-kanser etkiler de göstermektedir; meme ve prostat kanserlerine karşı koruyucu etkisi bildirilmiştir. Kimyasallar ile oluşan deri, kolon ve akciğer kanserlerine karşı etkilidir. Deri yüzeyindeki reaktif oksijen türlerini zararsız hale getirir. Göz sağlığı için, özellikle de retinada gece görüşü için gerekli olan hücreler için skualenin önemli olduğu düşünülmektedir. Skualen ile beslenen hayvanlarda (yüksek dozlar gerekmesine rağmen), hezazklorofen, striknin gibi toksinleri vücuttan atma kapasitesinde artma görülmüştür.

#### **10.1.4.6. Pigmentler (Klorofiller 1-10 mg/kg, Feofitinler 0,2-24 mg/kg)**

Klorofiller zeytinyağına renk veren bileşenler olarak önem taşımaktadır. Klorofil a ve klorofil b'nin oksidasyonu sonucu oluşmuş bileşikler feofitin a ve b, doğal olarak zeytinyağında bulunmaktadır ve zeytinyağına yeşil rengi verir. Klorofillerin zeytinyağındaki miktarı bazı faktörlere bağlıdır; zeytinin cinsi, hasat zamanı, zeytinyağının elde edilmiş yöntemi, biyolojik ve teknik faktörler gibi.

Klorofilin sağlık etkileri ile ilgili çalışmalar kanser alanına odaklanmıştır. Bu çalışmalar, bir klorofil türevi olan klorofilin maddesinin, aflatoksinler ile oluşan DNA hasarını önlediğinin bulunması ile başlamıştır. İnsanlarda yapılan çalışmalarda, dört ay boyunca günde üç kez olmak üzere 100 mg klorofilin (300 mg/gün) ilave edilmesi sonucu, aflatoksin ile oluşan DNA hasarının %55 oranında azaltılabileceği bulunmuştur. Bu miktardaki klorofil, yarım kaseden biraz fazla doğranmış çiğ ıspanak içinde bulunan klorofil miktarına eşittir. Klorofil içeren sebzelerin alımı ve diyetle klorofilin takviyesi ile karaciğer, deri ve kalın bağırsak kanserlerinden korunma ve tedavi konuları halen araştırılmaktadır.

#### **10.1.4.7. Fenoller (Lipofilik ve Hidrofilik Fenoller)**

Fenolik maddeler, serbest radikal bağlayıcıları olarak insan sağlığı açısından, ayrıca ürünün kalitesinin korunması, raf ömrünün uzaması bakımından da önemlidir. Lipofilik fenoliklerin miktarı 12-400 mg/kg arasındadır. Tokoferol ve tokotrienol natürel zeytinyağının en önemli lipofilik fenolikleridir. Bunlar içinde en fazla miktarda  $\alpha$ -tokoferol bulunmaktadır.

Tokoferoller ve tokotrienoller beslenmede 'E vitamini' olarak önemli bir role sahiptir. Her iki grup molekül de kuvvetli antioksidan maddelerdir, kanser ve ateroskleroz gibi, serbest radikal hasarı ile oluşan dejeneratif hastalıklara karşı koruyucudurlar. Tokotrienollerin trombosit kümelenmesi üzerinde koruyucu etkisi olduğu bildirilmiştir ve Tromboksan B2 salınımını azaltmak yoluyla prostanooid sentezini hafifletirler. Fizyolojik konsantrasyonlarda damar düz kas hücrelerinin çoğalmasını önlerler. Bu süreç ara aterosklerotik lezyon oluşumunda çok önemlidir. Reaktif oksijen salınımında, lipid peroksidasyonunda ve interleukin-1b salınımında azalma yapar.

E vitamini, vücutta çoklu doymamış yağ içeren hücre zarlarını oksidatif hasara karşı koruyan bir antioksidan olarak çalışır. Ayrıca üreme fonksiyonunda da önemli rolü vardır.

Trombosit kümelenmesinin engellenmesi E vitaminininin 268-804 mg  $\alpha$ -tokoferol/gün düzeyinde alımıyla sağlanabilir. Bu etkiler E vitamininin antioksidan özellikleriyle ilişkili değildir. Etkinin  $\alpha$ -tokoferolün direkt olarak adhezyon moleküllerinin gen ekspresyonu üzerine veya 5-lipoksijenaz ya da protein kinaz C gibi enzimleri üzerine olduğu görülmektedir.

Hidrofilik fenolikler 40-1000 mg/kg arasındadır. Zeytinyağının antioksidan özelliklerinin birçoğu hidrofilik fenoliklerden kaynaklanmaktadır. Bu maddeler sadece en üstün kaliteye sahip olan natürel sızma zeytinyağında görülmektedir. Hidrofilik fenoller arasında tirozol ve hidroksitirozol başta sayılmakla beraber, zeytinyağında ki birçok farklı fenolik bileşik (kaffeik asit, vanillik asit, (+)-1-asetoksipinorezinol ve oleuropein) antioksidatif özellikler göstermektedir. Sızma zeytinyağı ekstraları ise bilinen ve bilinmeyen birçok fenoliklerden oluşan bir karışımdır. Bu ekstralar karışım hallerinde, içeriğindeki bileşiklerin tek tek etkin olabildiği konsantrasyonlardan çok daha düşük bir konsantrasyonda etkili olabilmektedir, dolayısıyla bu bileşenler arasında bulunan sinerjistik etkiler, karışımın antioksidan potansiyelini artırmaktadır. Bu özellikler rafine zeytinyağında görülmemektedir.

Fenolik maddelerin ksantin oksidaz enzimi üzerinde yoğun bir baskılayıcı etkisi vardır. Ksantin oksidaz enzimi, karsinogenez ile ilişkili bir enzimdir ve bu enzimin inhibitörlerinin kanser hücreleri üzerinde önleyici etkisi olduğu gösterilmiştir. DHPE (1,1-di-(2',5'-dihydroxy-4'-tert-butylphenyl)ethane)'nin reaktif oksijen metabolitlerinin, hücreler ve DNA üzerinde hasar yapmasını önlediği tespit edilmiştir. Yine hidroksitirozol'un peroksinitrit ile oluşan DNA hasarını engellediği gözlenmiştir.

Fenolik bileşikler (tirozol ve hidroksitirozol) ayrıca LDL'nin in vitro oksidasyonu engeller ve ateroskleroz gelişme riskini azaltır. Fenollerin antioksidan etkilerinin yanı sıra anti-inflamatuvar özellikleri de vardır. Hidroksitirozol, oleuropein ve kaffeik asit, proinflamatuvar bir eikozanoid olan lökotrien B4 oluşumunu doza bağımlı bir şekilde engeller. DHPE ve daha az düzeyde olarak oleuropein, luteolin, apigenin ve quercetin de in vitro olarak trombosit kümelenmesini ve trombositte eikozanoid oluşumunu engeller.

### 10.1.4.8. Uçucu Maddeler

Uçucu maddeler, zeytinyağının üretimi sırasında ısı gibi etkenlerle zeytinyağından ayrıştırılmadığı takdirde olfaktif reseptörlerini harekete geçirerek yağın aromasına (tad ve kokusuna) katkıda bulunur. Uçucu maddeler birçok karbonil, alkol, ester ve hidrokarbon fonksiyonel grupları içerir.

Bu özelliklerinden başka, uçucu maddelerin önemli antimikrobiyal etkileri de belirlenmiştir. Staphylococcus aureus, Streptococcus mutans, Eschericia coli, Candida utilis ve Aspergillus niger üzerine etkili oldukları gösterilmiştir.

## 10.2. ZEYTİN VE ZEYTİN YAPRAĞININ HALK TIBBI UYGULAMALARI

Ağaçlar içinde, öteden beri insana en büyük hizmeti yapan zeytin ağacıdır. Meyvesinden, yağından, yaprağından, odunundan, kerestesinden ve gölgesinden çeşitli ihtiyaçlarımızı gideririz. Anadolu'da asırlardır, zeytin, zeytin yaprağı ve zeytinyağı bugünkü tıbbi kullanımlarına çok yakın bir şekilde halk tıbbında kullanılmıştır.

Bertikleri zeytinyağı ile ovarlar; sıtma için, bademcikler ve diş eti ağrıları için zeytin yaprağını kaynatıp suyunu içerler. Saçları zeytinyağı ile beslerler.

Dr. Feyzullah İzmidi, 1910 yılında Adapazarı'nda sıtma salgını ile mücadele ederken tıbbi tedavide görülen başarısızlıkla nasıl mücadele ettiğini şöyle anlatır:

*"Halk sıtma için kinin türevi olan sülfata denilen ilacı kullanıyordu. Yeterli oranlarda almış olmalarına karşın hastalık iyileşemiyordu. Bu tozdan bir miktar alıp tahlil ettirdim. İçinde çok az kinin bulunduğunu gördüm. Bu duruma acil çözüm bulmak gerekiyordu. İlk aklıma gelen çare, zeytin yaprağı oldu. İzmit'e yazdım. Çuvalla zeytin yaprağı getirttim. Zeytin yaprağından yaptığımız hulasayı hastalara verdik. Hastalar zeytin yaprağı tedavisiyle iyileşmeye başladılar."*

Yine Anadolu'da halkımız, zeytinin yaprakları kaynatıp tansiyon ve şekeri düşürmekte tatbik eder. Deri yumuşatmak ve nasırların düşmesi için zeytinyağı kullanılır. Denizde denizkestanesi dikenini battığında, dikenin çıkması için zeytinyağı sürülür.

Zeytin ağacı kutsal sayılan bir ağaç olduğundan yaprakları veya dalı yakılarak halk arasında nazardan korunmak için tütsü olarak tatbik edilir.



### 10.3. ZEYTİN YAPRAĞININ TIBBİ ÖZELLİKLERİ

Yapraklar tanen, uçucu yağ, organik asitler ve rezin taşır.

1960 yılında Panizzi ve arkadaşları acı bir glikozid olan oleuropeini zeytin yapraklarından izole ettiler. Daha sonra bu maddenin bir fenolik bileşik olduğu iridoid guruba ait olduğu gösterildi. Bu ayrıca zeytinde de mevcuttur. Oleuropein zeytin ağacında, yaprakta, tomurcukta, meyvede, odunda ve ağaç kabuğunda da bulunmaktadır. Zeytin yaprakları ortalama her gramda 60-90 mg (kuru ağırlık) oleuropein içermektedir.

İlaveten önemli seviyede içerdiği elenolik asidin glikozidik esteri ve hidroksitirozol (3,4-dihidrofeniletanol), oleuropein ve onun hidrolize ürünleri olan oleuropein aglycone, elenolik asid, beta-3,4 dihidroksifenetil alkol ve metil-o-metil elenolat, biyolojik olarak ilgi çeken moleküllerdir.

#### 10.3.1. Zeytin Yapağının Antimikrobiyal Etkisi

Zeytin yapraklarının ateş düşürücü etkisi 19'uncu yüzyılda tespit edilmiş ve zeytin yaprakları ekstratinın ateş düşürmede kininden daha etkili olduğu görülmüştür. Antimikrobiyal etki bakterilere, mantarlara ve virüslere karşıdır. Oleuropein güçlü antimikrobiyal özellikler gösterir. Elenolik asid güçlü bir antimikrobik, antiparaziter ve antivirütiktir.

Zeytin yapağı ekstresi kullanıldığında HIV'li hastalarda immün sistemin güçlendiği görülmüştür. Ağızdan alındığında anti HIV ilaç tedavisinin etkileri arttırdığı görülmüştür. Ayrıca HIV'in sebep olduğu Kaposi Sarkomu tedavisinde kullanılmıştır.

#### 10.3.2. Zeytin Yapağının Antioksidan Etkisi

Zeytin yapağı, bünyesindeki fenolik bileşikler sebebi ile zengin ve çok etkili bir antioksidan kaynağıdır. Zeytinin yapağı, meyvesi ve yağındaki fenolik bileşiklerin antioksidatif özellikler gösterdiği bilinmektedir. Çeşitli araştırmalar zeytin yapağının antioksidan etkisini göstermektedir.

#### 10.3.3. Zeytin Yapağının Kalp Üzerine Etkisi

Zeytin yapağı LDL kolesterol oksidasyonu önleyerek antiarteriosklerotik etki gösterir. Oleuropeinin koroner damar akımını arttırdığı görülmüş, aynı zamanda kalp atımlarını düzenlediği, aritmileri önlediği görülmüştür.

Zeytin yapağında oleuropeoside vazodilatatör etki gösterir. Oleanolik ve ursolik asit (oleuafricein) güçlü antihipertansif, diüretik, natriüretik, antihiperlipidemik, hipoglisemik ve antioksidan etki gösterir.

## KAYNAKLAR

- Akçiçek, E. 2000. Zeytin ve Zeytinyağının Sağlık Konusunda Önemi ve Halk hekimliğinde kullanılışları, *II. Balıkesir Kültür Araştırmaları Sempozyumu*, Balıkesir.
- Anonymous, 2001. Chlorophyllin intervention reduces aflatoxin-DNA adducts in individuals at high risk for liver cancer. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2001 December 4; 98(25): 14601-14606.
- Anonymous, 2002. *İnançlar Halk Hekimliği Kötü Sözler, Kıbrıs Türk Kültürü Çalışmaları III*. 2002, Gazimağusa, KKTC.
- Ata, G. 1940. Zeytin Ağacının Yaprakları Ulus Gazetesi 10 Nisan 1940.
- Awad, A.B., Chen, Y.C., Fink, C.S., Hennessey, T. 1996. Beta-Sitosterol inhibits HT-29 human colon cancer cell growth and alters membrane lipids. *Anticancer Res.* 1996;16:2797-804.
- Awad, A.B., Downie, A.C., Fink, C.S. 2000. Inhibition of growth and stimulation of apoptosis by beta-sitosterol treatment of mda-mb-231 human breast cancer cells in culture. *Int.J. Mol.Med* 2000;5:541-5.
- Awad, A.B., von Holtz, R.L., Cone, J.P., Fink, C.S., Chen, Y.C. 1998. Beta-Sitosterol inhibits growth of HT-29 human colon cancer cells by activating the sphingomyelin cycle. *Anticancer Res.* 1998;18:471-3.
- Banaverta-Garcia, O., Castilo, J., Lorente, J., Ortuna, A., Del Rio, J.A. 2000. Antioxidant activity of phonolia extracted from olea europaea L. leaves. *Food Chem* 68,457-462.
- Baytop, T. 1984. *Türkiye'de Bitkilerde Tedavi (Geçmişte ve Bugün)*, İstanbul.
- Bennani-Kabcehi, N., Fdhil, H., Cherrah, Y., Kehel, L., El Bouayadi, F., Amerti, A., Saidi, M., Marquie, G. 1999. Effects of olea europea var oleaster leaves in hypercholesterolemia insulin resistant sand rats. *Therapie* 54(6) 717-723.
- Bonanome, A., Pagnan, A., Caruso, D. et al. 2000. Evidence of postprandial absorption of olive oil phenols in humans. *Nutr.Metab Cardiovasc.Dis.* 2000;10:111-20.
- Bondia-Pons, I., Schröder, H., Covas, M.I., Castellote, A. I. 2007. Moderate consumption of olive oil by healthy european men reduces systolic blood pressure in non-Mediterranean participants. *J. Nutr.* 2007; 137: 84-87.
- Boscoboinik, D., Szewczyk, A., Hensey, C., Azzi, A. 1991. Inhibition of cell proliferation by alpha-tocopherol. Role of protein kinase C. *J. Biol.Chem* 1991;266:6188-94.
- Brianta, R. La Cara, F., Tonzinello, M.P., Febbraia, F., Nucci, R. 2001. Antioxidant activity of the main bioactive derivatives from oleuropein hydrolysis by hyperthermophilic beta-glycosidase *J. Of Agricultural and Food Chem.* 49 (7):3198-3202.
- Carbin, B.E., Larsson, B., Lindahl, O. 1990. Treatment of benign prostatic hyperplasia with phytosterols. *Br.J. Urol.* 1990;66:639-41.
- Chan, P., Tomlinson, B., Lee, C.B., Lee, Y.S. 1996. Effectiveness and safety of low-dose pravastatin and skualen, alone and in combination, in elderly patients with hypercholesterolemia. *J. Clin.Pharmacol.* 1996;36:422-7.
- Cohen, L.A., Epstaein, M., Pittman, B., Rivenson, A. 2000. The influence of different varieties of olive oil on N-methylnitrosourea(NMU)-induced mammary tumorigenesis. *Anticancer Rec.* 2000, 20(4): 2307-12.
- De Stefani, E., Boffetta, P., Ronco, A.L. et al. 2000. Plant sterols and risk of stomach cancer: a case-control study in Uruguay. *Nutr.Cancer* 2000;37:140-4.
- Deiana, M., Aruoma, O.I., Bianchi, M. et al. 1999. Inhibition of peroxynitrite dependent DNA base modification and tyrosine nitration by the extra virgin olive oil-derived antioxidant hydroxytyrosol. *Free Radic.Biol.Med* 1999;26:762-9.
- Devaraj, S., Jialal, I. 1999. Alpha-tocopherol decreases interleukin-1 beta release from activated human monocytes by inhibition of 5-Lipoxygenase. *Arterioscler.Thromb.Vasc.Biol.* 1999;19:1125-33.
- Devaraj, S., Li, D., Jialal, I. 1996. The effects of alpha tocopherol supplementation on monocyte function. Decreased lipid oxidation, interleukin 1 beta secretion, and monocyte adhesion to endothelium. *J. Clin.Invest.* 1996;98:756-63.

- Duke, J.A.(Ed) 1992. *Handbook of biologically active photochemical and their activities*, CRS Press, 122.
- Egner, P., Wang, J., Zhu, Y., Zhang, B., Wu, Y., Zhang, Q., Qian, G., Kuang, S., Gange, S., Jacobson, L., Helzlsouer, K., Bailey, G., Groopman, J., Kensler, T. et al. 1995. A diet moderately enriched in phytosterols lowers plasma cholesterol concentrations in normocholesterolemic humans. *Ann.Nutr.Metab.* 1995; 39:291-5.
- Elliott, R., Ong, T.J. 2002. Science, medicine, and the future: Nutritional genomics. *BMJ* 2002;324:1438-1442.
- Ersoy, N. 1999."Muallim Doktor Feyzullah İzmidi" *Tarih ve Toplum*, 184, 23-28.
- Fliessler, S.J., Keller R.K. 1997. Isoprenoid metabolism in the vertebrate retina. *Int.J Biochem. Cell Biol.* 1997;29:877-94.
- Franceschi, S., Favero, A., Decarli, A. et al. 1996. Intake of macronutrients and risk of breast cancer. *Lancet* 1996;347:1351-6.
- Frank, B., Hu, J., Manson, A., Willett, W. 2001. Types of Dietary Fat and Risk of Coronary Heart Disease: A Critical Review. *J.Am.Coll.Nutr.* 2001;20:5-19.
- Freedman, J.E., Farhat, J.H., Loscalzo, J., Keaney, J.F. 1996. Alpha-tocopherol inhibits aggregation of human platelets by a protein kinase C-dependent mechanism. *Circulation* 1996;94:2434-40.
- Frensch, M.A., Sundram, K., Clandinin, M.T. 2002. Cholesterolaemic effect of palmitic acid in relation to other dietary fatty acids. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 11 suppl 7: s401-7.
- Gunstone, F.D., Harwood, J.L., Padley, F.B. 1994. *The Lipid Hand Book*, 2nd edn. Chapman & Hall, London, UK.
- Gutierrez, F., Jimenez, B., Ruiz, A., Albi, M.A. 1999. Effect of olive ripeness on the oxidative stability of virgin olive oil extracted from the varieties picual and hojiblanca and on the different components involved. *J Agric.Food Chem* 1999;47:121-7.
- Hanbury, D. 1854. On the febrifuge properties of the olive (*Olea europea* L.) *Pharmaceutical J. of Provincial Transections*, 353-354,
- Hirschman, S. Z. 1992. Inactivation of DNA polymerases of murine leukaemia viruses by calcium elenolate. *Nat New Bio*1238, 277-279.
- Huangah, S., Zhang, L. Huang, P.L, Cherg, Y.T., Huang, P. L. 2003. Anti-HIV activity of olive leaf extract (OLE) and modulation of host cell gene expression by HIV infection and OLE treatment. *Biochemical & Biophysical Res.Com.* 309, 1029-1037.
- Inouye, H., Yoshida, T. Tobita, S. Tanaka, K., Nishioka T. 1970. *Tetrahedron Letters* 28, 2459.
- Islam, K., Devaraj, S., Jialal, I. 1998. Alpha-tocopherol enrichment of monocytes decreases agonist-induced adhesion to human endothelial cells. *Circulation* 1998;98:2255-61.
- Jones, P.J., MacDougall, D.E., Ntanios, F., Vanstone, C.A. 1997. Dietary phytosterols as cholesterol-lowering agents in humans. *Can.J Physiol Pharmacol.* 1997;75:217-27.
- Kamimura, H., Koga, N., Oguri, K., Yoshimura, H. 1992. Enhanced elimination of theophylline, phenobarbital and strychnine from the bodies of rats and mice by squalene treatment. *J. Pharmacobiodyn.* 1992;15:215-21.
- Kelly, G.S. 1999. Squalen and its potential clinical uses. *Altern.Med Rev.* 1999;4:29-36.
- Kiribuchi, M., Miura, K., Tokuda, S., Kaneda, T. 1988. Hypocholesterolemic effect of triterpene alcohols with soysterolon plasma cholesterol in rats. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 1988;29:35-43.
- Kiritsakis, A., Markakis, P. 1987. Olive oil: a review. *Adv. Food Res.* 1987;31:453-82.:453-82.
- Klippel, K.F., Hiltl, D.M., Schipp, B. 1997. A multicentric, placebo-controlled, double-blind clinical trial of beta-sitosterol (phytosterol) for the treatment of benign prostatic hyperplasia. German bph-phyto study group. *Br. J. Urol.* 1997;80:427-32.
- Kohno, Y., Egawa, Y., Itoh, S., Nagaoka, S., Takahashi, M., Mukai, K. 1995. Kinetic study of quenching reaction of singlet oxygen and scavenging reaction of free radical by squalene in n-butanol. *Biochim.Biophys.Acta* 1995;1256:52-6.
- Kubo, A., Lunde, C.S., Kubo, I. 1995. Antimicrobial activity of the olive oil flavor compounds. *J Agric.Food Chem* 1995;43:1629-33.

- La Tutour, B., Guedon, D. 1992. Antioxidative activities of *Olea europaea* leaves and related phenolic compounds. *Phytochem.* 31(4), 1173-1178.
- La Vecchia, C., Negri, E. 1997. Fats in seasoning and the relationship to pancreatic cancer. *Eur. J Cancer Prev.* 1997;6:370-3.
- Landa, M.C., Frago, N., Tres, A. 1994. Diet and the risk of breast cancer in Spain. *Eur.J Cancer Prev.* 1994;3:313-20.
- Law, M.R. 2000. Plant sterol and stanol margarines and health. *West J. Med.* 2000;173:43-7.
- Lazzez, A., Perri, E., Caravita, M., Khlif, M., Cossentini, M. 2008. Influence of olive maturity stage and geographical origin on some minor components in virgin olive oil of the chemlali variety. *J. Agric. Food Chem.*, 56 (3), 982-988.
- Mana, C., Galletti, P., Cucciolla, V., Molledo, O., Leone, A., Zappia, V. 1997. The protective effect of the olive oil polyphenol (3,4-dihydroxyphenyl)-ethanol counteracts reactive oxygen metabolite-induced cytotoxicity in Caco-2 cells. *J. Nutr.* 1997;127:286-92.
- Markin, D., Auek L., Bedricevsky 1. 2003. In vitro antimicrobial activity of olive leaves *Mycoses* 46, 132-136.
- Marquez-Martin, A., De La Puerta, R., Fernandez-Arche, A., Ruiz-Gutierrez, V., Yaqoob, P. 2006. Modulation of cytokine secretion by pentacyclic triterpenes from olive pomace oil in human mononuclear cells. *Cytokine.* 2006;36(5-6):211-7.
- Martin-Moreno, J.M., Willett, W.C., Gorgojo, L. et al. 1994. Dietary fat, olive oil intake and breast cancer risk. *Int.J. Cancer* 1994;58:774-80.
- Menendez, J.A., Vellon, L., Colomer, R., Lupu, R. 2005. Oleic acid, the main monounsaturated fatty acid of olive oil, suppresses Her-2/neu (erbB-2) expression and synergistically enhances the growth inhibitory effects of trastuzumab (Herceptin) in breast cancer cells with Her-2/neu oncogene amplification. *Ann Oncol.* 2005;16(3):359-71.
- Owen, R.W., Giacosa, A., Hull, W.E., Haubner, R., Spiegelhalder, B., Bartsch, H. 2000. The antioxidant/anticancer potential of phenolic compounds isolated from olive oil. *Eur.J. Cancer* 2000;36:1235-47.
- Owen, R.W., Mier, W., Giacosa, A., Hull, W.E., Spiegelhalder, B., Bartsch, H. 2000. Phenolic compounds and skualen in olive oils: the concentration and antioxidant potential of total phenols, simple phenols, secoiridoids, lignans and skualen. *Food Chem.Toxicol.* 2000;38:647-59.
- Packer, L. 1991. Protective role of vitamin E in biological systems. *Am J Clin Nutr* 1991; 53(suppl):1050S-5S.
- Panagiotakos, D., Pitsavos, C., Polychronopoulos, E., Chrysohoou, C. 2004. Can a Mediterranean diet moderate the development and clinical progression of coronary heart disease? A systematic review. *Med Sci Monit.* 2004;10(8): RA193-8.
- Panagiotakos, D., Sitara, M., Pitsavos, C., Stefanadis, C. 2007. Estimating the 10-year risk of cardiovascular disease and its economic consequences, by the level of adherence to the Mediterranean diet: the Attica study. *J. Med. Food.* 2007 Jun;10(2):239-43.
- Panizzi, I., Scorpeti, M.I., Oriente, G. 1960. *Gazz.*, 1960, *Chim Ital.* 90, 1449.
- Petkov, V. Manolov, P. 1996. Pharmacological analysis of the iridoid oleuropein *Arzheim-Forsch (Drug Res)* 22(9) 1476-1486, 197.
- Petroni, A., Blasevich, M., Papini, N., Salami, M., Sala, A., Gali, C. 1997. Inhibition of leukocyte leukotriene B4 production by an olive oil-derived phenol identified by mass-spectrometry. *Thromb.Res.* 1997;87:315-22.
- Petroni, A., Blasevich, M., Salami, M., Papini, N., Montedoro, G.F., Gali, C. 1995. Inhibition of platelet aggregation and eicosanoid production by phenolic components of olive oil. *Thromb.Res.* 1995;78:151-60.
- Puerta, R., Dominguez, E. M. Gutierrez, V. R. 2000. Effect of minor components of virgin olive on topical anti-inflammatory assays *Z. Naturforsch.* 53,814-818,
- Ranalli, A., Ferrante, M.L., De Mattia, G., Costantini, N. 1999. Analytical evaluation of virgin olive oil of first and second extraction. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 47, 417-424.

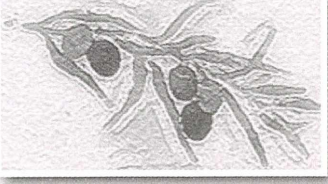
- Rao, C., Newmark, H.L., Reddy, B. 1998. Chemopreventive effect of squalene on colon cancer. *Carcinogenesis* 1998; 19:287-90.
- Renis, H. E. 1969. Invitro antiviral activity of Calcium elenolate. *Antimicrob. Agents Chemother* 9, 167-172.
- Richter, E., Fichtl, B., Schafer, S.G. 1982. Effects of dietary paraffin, squalane and sucrose polyester on residue disposition and elimination of hexachlorobenzene in rats. *Chem Biol.Interact.* 1982; 40:335-44.
- Richter, E., Schafer, S.G. 1982. Effect of squalane on hexachlorobenzene (Hcb) concentrations in tissues of mice. *J. Environ.Sci.Health B* 1982;17:195-203.
- Rodriguez-Rodriguez, R., Herrera, M. D., Perona, J.S., Ruiz-Guiterrez, V. 2004. Potential vaso-relaxant effects of oleanolic acid and erythrodiol, two triterpenoids contained in 'orujo' olive oil, on rat aorta. *British Journal of Nutrition*, 2004, 92, 4, 635-642.
- Saija, A., Oecella, N. 2001. Olive biophenols functional effects of human wellbeing. *Trends in Food Sci. and Tech.* 11 357-363.
- Smith, T.J. 2000. Skualen: potential chemopreventive agent. *Expert.Opin.Investig.Drugs* 2000;9:1841-8.
- Smith, T.J., Yang, G.Y., Seril, D., Liao, J., Kim, S. 1998. Inhibition of 4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone-induced lung tumorigenesis by dietary olive oil and squalene. *carcinogenesis* 1998;19:703-6.
- Smith, T. J., Kim, S., Lee, M. J., Yang, G. Y., Newmark, H. L., and Yang, C. S. 1999. Inhibition of 4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone (NKK)-induced lung tumorigenesis and DNA oxidation by dietary squalene. *Proceedings of the American Association for Cancer Research*, 40,262.1999.
- Strandberg, T.E., Tilvis, R.S., Miettinen, T.A. 1990. Metabolic variables of cholesterol during skualen feeding in humans: comparison with cholestyramine treatment. *J Lipid Res.* 1990;31:1637-43.
- Trichopoulou, A., Katsouyanni, K., Stuver, S. et al. 1995. Consumption of olive oil and specific food groups in relation to breast cancer risk in Greece. *J Natl.Cancer Inst.* 1995;87:110-6.
- Trichopoulou, A., Orfanos, P., Norat, T., Bueno-de-Mesquita, B. 2005. Modified Mediterranean diet and survival: EPIC-elderly prospective cohort study. *BMJ* 2005;330:991.
- Van Duuren, B.L., Goldschmidt, B.M. 1976. Cocarcinogenic and Tumor-promoting agents in tobacco carcinogenesis. *J. Natl.Cancer Inst.* 1976;56:1237-42.
- Visioli, F., Bellosta, S., Gali, C., 1998. Oleuropein the bitter principle of olives, enhances nitric oxide production by mouse macrophages. *Life Sci.* 62, 541-548,
- Von Holtz, R.L., Fink, C.S., Awad, A.B. 1998. Beta-Sitosterol activates the sphingomyelin cycle and induces apoptosis in LNCaP human prostate cancer cells. *Nutr.Cancer* 1998;32:8-12.
- WHO Technical Report Series 916, Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation, World Health Organization, Geneva, 2003, p. 88.
- Wilt, T.J., MacDonald, R., Ishani, A. 1999. Beta-sitosterol for the treatment of benign prostatic hyperplasia: a systematic review. *BJU.Int.* 1999;83:976-83.
- Yamaguchi, T., Nakagawa, M., Hidaka, K. et al. 1985. Potentiation by Squalene of Antitumor Effect of 3-[(4-amino-2-methyl-5-pyrimidinyl)methyl]-1-(2-chloroethyl)-Nitros Ourea in a Murine Tumor System. *Jpn.J. Cancer Res.* 1985;76:1021-6.
- Yund K. 1953. Barış Ağacı: Zeytin ve Dolayısıyla, *Türkiye Ziraat Mec.* 3, 140-142.
- Zarzuelo, A Duarte, J., Jimenez, Jo, Gonzalez, M., Utrille, M.P. 1991.Vasodilator effect of olive leaf. *Planta Medica* 57(9) 417-41.

[www.fda.gov/bbs/topics/news/2004/NEW01129.html](http://www.fda.gov/bbs/topics/news/2004/NEW01129.html)

[www.food-info.net](http://www.food-info.net)

[www.ig.csic.es/](http://www.ig.csic.es/)

Fügen Durlu Özkaya<sup>1</sup>



*Bir adet zeytin ve bir parça köy ekmeği,  
kırmızı biber, dağ kekiği ve biraz çiprika ile soslanmış  
yeşil sızmada nasıl bir aşkla buluşur, bilir misiniz?*

**Aşçı FOK**

## 11.1. İNSANLIĞIN EVRİMİNDEN GÜNÜMÜZE BESLENMENİN YERİ VE ÖNEMİ

İnsanlığın evriminde beslenme biçiminin önemli rol oynadığı bilinmektedir. Canlının çevresiyle olan ilişkisinde yiyecek arama, gıda tüketimi ve gıdaların biyolojik süreçlerdeki kullanımı gibi faktörler öncelik kazanmıştır. Yapılan çeşitli araştırmalarda günümüzden 1.8 milyon yıl önce yaşayan *hominid*'lerin iklim değişikliklerine bağlı olarak yiyecek toplarken, daha az enerji harcamak ve işlerini kolaylaştırabilmek için insanlığın evrimleşmesinde birinci dönüm noktası olarak kabul edilen iki ayak üzerinde yürümeye başlamışlardır. İnsanlık evriminin ikinci dönüm noktası ise insanoğlunun beyninin büyümeye başlamasıdır. Diğer primatlarla karşılaştırıldığında insan beyninin bedenine oranla daha büyük yapıya ulaştığı bilinmektedir. Beslenme açısından bakıldığında beynin en ilginç özelliği, öteki dokulara göre tükettiği enerji miktarının yüksekliğidir. Örneğin bir birim beyin dokusunun aynı miktardaki kas dokusuna göre yaklaşık 16 kat daha fazla enerji tükettiği, ancak insan bedeninin dinlenme sırasındaki toplam enerji gereksiniminin kendisiyle aynı büyüklükteki öteki memelilerin enerji gereksiniminden fazla olmadığı ifade edilmektedir. İnsanlar toplam enerji gereksinimlerinin %20-25'ini beyin için harcarken diğer memelilerde bu oran %3-5, diğer primat türlerinde ise %8-18 olarak bildirilmektedir. *Hominid*'lerin beyinlerinin büyümeye başlaması, çeşitli faktörlerin yanı sıra kalori ve besin değeri yönünden zengin bir beslenme biçiminin benimsemesi ile de

<sup>1</sup>Gazi Üniversitesi, Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi, Turizm İşletmeciliği Eğitimi Bölümü Ankara

ilişkilendirilmektedir. Daha büyük beyinler daha karmaşık toplumsal davranışların ortaya çıkmasını; karmaşık toplumsal davranışlara yiyecek bulma yöntemlerinin gelişmesini ve daha iyi beslenmelerini sağlamıştır. İnsanlar daha iyi beslendikçe de beyinleri büyümüştür. Afrika'da *Homo erectus*'un ortaya çıkışı, insan evriminde üçüncü dönüm noktası olmuştur. Afrika'dan göçlerin gerçekleştiği bu dönemde *homo erectus*'lar gittikçe daha çok hayvansal gıdalara bağımlı hâle gelmişlerdir.

İnsanlığın evrimi sürecinde çeşitli yollarla beslenmenin niteliği artırılmıştır. Yemeğin pişirilmesi, tarım yapılmaya başlanması ve modern gıda teknolojisinin ortaya çıkışı, bu amaçla kullanılan yöntemler arasında sayılabilir. Pişirme ile yabancı bitkilerin besin değeri artırılmıştır. Ayrıca bitkisel gıdaların yumuşamaları sağlanarak çiğnenmeleri kolaylaştırılmış, özellikle patates gibi nişasta içeriği yüksek yumrulu sebzelerin enerji içeriğinin artışı da sağlanmıştır. Nişasta ham hâldeyken, insan vücudundaki enzimler tarafından kolaylıkla parçalanamaz. Ancak pişirildiğinde, bu karmaşık karbonhidrat daha kolay sindirilir forma dönüşür; dolayısıyla daha fazla kalori alınmasını sağlar. Yapılan incelemeler *Homo erectus*'ların yiyeceğini ateşe tutan olası ilk hominidler olduğunu göstermiştir.

Taş Devri'nde, yaklaşık 12.000 yıl önce, atalarımız yiyeceklerini doğada aramak yerine kendileri yetiştirmeye başlamışlardır. Böylece insanların beslenme alışkanlıklarında et ve yabancı meyve-sebze yanında tahıllar da yer almaya başlamıştır.

Sağlıklı gıda tüketimi günümüzden yüzyıllar önce yaşayanlar için de çok önemliydi. MÖ 400'lü yıllarda beslenme ilmi yiyeceklerin sindirimi ve dengeli beslenmeye dayanmaktaydı. Çeşitli araştırmacılar 16. yüzyılda pişirme üzerine kurulu bu sistemin 17. yüzyılda sorgulandığını ve sindirimdeki temel etkinliğin pişirmeden çok mayalanma olduğunu belirtmişlerdir. Buna göre tohum, toprağın mayalanmasıyla bitkiye; tahıl ve meyvelerin ise ekmeğe, bira ve şaraba dönüştüğü ifade edilmiştir. Bu dönemde sofralardaki yiyecek seçiminde sağlıklı olanların yanı sıra lezzetli yiyecekler de önem kazanmıştır. Deniz ürünleri, yeşil sebzeler, mantar, taze meyveler sofralarda yerini almaya başlamış; sosların yapımında tereyağı ve zeytinyağı kullanılırken, şekerin her ana yemeğin içini ve üstünü süslemek yerine ayrı bir mutfakta hazırlanan ve yemek sonrasında tüketilen tatlılarda kullanıldığı bildirilmiştir.

Bu yeni beslenme sistemini, yeni tatları, yeni mutfakçı açığı tutmaya gücü yetmeyen orta ve alt sınıfa da ulaştırabilmek amacıyla "restaurant" (koruyucu, iyileştirici) adı altında mekânlar oluşturulmuş ve bütün Avrupa'ya yayılması sağlanmıştır. 19. ve 20. yüzyıllarda beslenme uzmanlarının başta fabrika işçileri ve askerler olmak üzere, daha az varlıklı kesime ucuz ama yeterli bir beslenme düzeni geliştirmeye çalıştıkları bir dönem olarak ortaya çıkmıştır.

Bir zamanlar sadece varlıklı üst sınıflara hitap eden Batılı yemek tarzı, yine Batılı toplumlar için de olsa, ulaşılmaz olmaktan çıkmıştır. Ancak bazı eksilerinin olduğu da bir gerçektir. Sözgelimi taze meyve ve sebzeler günümüz beslenme sisteminde de önemli yer tutarken, yağın aldığı puanlar o kadar da çok olmamaktadır. Gelişmiş ülkelerde et ve yağın yaygın tüketimi, obezitenin başlıca nedenleri arasında görülmektedir. Günümüzde insanlar hem lezzetli hem de sağlıklı yeni gıda maddeleriyle uyumlu bir "mutfak" arayışına yönelmiş durumdadır.

ABD Tarım Bakanlığı (USDA) tarafından 1992 yılında bir "Beslenme Rehber Piramidi" yayınlanmıştır. Bu piramide göre, yağ tüketiminin en aza indirilmesi ve 6-11 porsiyon karmaşık karbonhidrat içerikli (ekmek, tahıl, pirinç, pasta vb.) gıda tüketilmesi önerilmektedir. Aynı zamanda bol miktarda sebze (patates ve başka karmaşık karbonhidrat içerikli), meyve ve süt ürünü tüketiminin yanı sıra da kırmızı et, kümes hayvanı, balık, fındık, kuru meyve ve yumurtanın bir arada bulunduğu et-baklagil grubundan da günde en az 2 porsiyon tüketimi tavsiye edilmektedir. Ancak yapılan çeşitli araştırmalar bu beslenme piramidinde çeşitli değişikliklerin yapılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Yağ tüketimini oldukça kısıtlayan ve karmaşık karbonhidrat tüketimine olanak sağlayan bu beslenme tipine karşıt görüş olarak yağların tümünün sağlığımız için kötü olmadığı bunla birlikte tüm karmaşık karbonhidratların ise koşulsuz olarak iyi kabul edilemeyeceği ileri sürülmüştür. Ne yazık ki, pek çok beslenme uzmanı, hangi yağların sağlıklı, hangilerinin sağlıksız oldukları konusunda halkı eğitmenin kolay olmayacağını düşünerek, bunun yerine çok daha basit bir mesaj vermeyi tercih etmişlerdir: "Yağlar kötüdür." Bununla birlikte 1960'larda yapılan kontrollü beslenme çalışmaları, doymuş yağın kolesterol düzeyini artırdığını, bitkisel yağların ve balıklarda bulunan çoklu doymamış yağların ise düşürdüğünü göstermiştir. Bu nedenle, 1960'lı ve 1970'li yıllarda beslenme ile ilgili tavsiyelerde, yağların tamamen diyetten çıkarılması değil, doymuş yağların çoklu doymamış yağlarla yer değiştirmesi, ağırlıklı olarak kullanılması gereken yağın tekli doymamış yağ olması gerekliliği üzerinde durulmuştur.

## 11.2. YAĞLARIN BESLENMEMİZDEKİ ROLÜ

Yağlar insan vücudu için yaşamsal değeri olan ve insan beslenmesinde önemli yer tutan temel ihtiyaç maddelerinden biridir. Ancak beslenmemizde kullanılan yağın niteliği ve miktarı sağlığımız açısından önem arz etmektedir.

Gıdalardaki yağ asitlerini doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri olmak üzere başlıca üç grupta toplamak mümkündür. Doymuş yağ asitleri; bir yağ asidinin bütün karbon bağları, bir hidrojen ile eşleşerek meydana gelmektedir. Bu tip yağ asitleri kandaki kolesterol miktarını arttırmakta ve kalp hastalıklarında önemli bir risk faktörü olmaktadır. Bu yağlara hayvansal yağlar (kuyruk yağı, tereyağı, kaymak) ve tropikal yağlar (hindistan cevizi yağı gibi) örnek olarak verilebilir. Hayvansal yağların başlıca kolesterol kaynağı olduğu bilinmektedir.

Yapılarındaki iki karbon atomunun birbirine çift bağ ile bağlı olması nedeniyle iki hidrojen atomu açığı olan yağ asitleri tekli doymamış olarak adlandırılmaktadır. Bu yağ asitleri kan kolesterolünü yükseltmezler ve hatta faydalı bile olabilirler. Gıda maddelerinde en çok bulunan türü oleik asittir ve başlıca kaynakları zeytinyağı, badem yağı, kolza tohumu yağı ile avokado bitkisinin yağıdır.

Yapılarında iki ya da daha fazla çiftli bağ bulunan, dört ya da daha fazla hidrojen atomu açığı olan yağ asitleri ise çoklu doymamış yağ asidi olarak adlandırılmaktadır. Mısırözü, ayçiçeği ve soya yağı gibi birçok bitkisel yağda çoklu doymamış yağ



asitlerinden biri olan linoleik asit (omega-6), bazı tohum yağları (keten), ceviz, yumurta sarısı ve balıkta ise yine çoklu doymamış yağ asidi grubundan alfa-linolenik asit (omega-3) yüksek miktarlarda bulunmaktadır. Bu yağ asitlerinin kanda bulunan kolesterol seviyesinde herhangi bir etkisi olmamakla birlikte diyetle doymuş yağ asitleri ile yer değiştirmesinin faydalı olacağı görüş yaygındır. Bununla birlikte balık yağında bulunan ve omega-3 çoklu doymamış yağ asidi kolesterolü düşürmeye yardımcı olması ve çocuk gelişiminde önemli rol oynaması nedeniyle diyetle bulunması istenir.

Çeşitli araştırmaların ışığı altında "kötü kolesterol" olarak bilinen düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) ve "iyi kolesterol" olarak bilinen yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) kalp hastalıkları üzerinde farklı etkilerinin olduğu ortaya konmuştur. Kolesterolün karaciğerden damarlara LDL aracılığıyla, damarlardan karaciğere ise HDL ile taşındığı bilinmektedir. Kanda, LDL'nin HDL'ye oranının azalması kalp hastalıkları riskini düşürürken, oranın artması bu riski artırmaktadır.

Sıvı yağlarda doymamış yağlar daha fazladır, bu nedenle sıvı yağ tüketiminin tercih edilmesi önerilmektedir. Ancak öncelikli olarak tercih edilmesi gereken tekli doymamış yağ asidine sahip olan ve iyi kolesterol (HDL) oranı yüksek olan zeytinyağıdır. Yapılan kontrollü beslenme çalışmaları, doymuş yağdan alınan kalorinin karbonhidratla değiştirilmesinin, LDL'nin toplam kolesterole oranını düşürdüğünü, ancak HDL düzeyinin de düştüğünü göstermiştir. Tablo 11.1'de çeşitli diyetlerde yer alan yağ asitlerinin cinsi, yağların kaynağı, oda sıcaklığındaki fiziksel durumları ve kolesterol düzeyine etkisi görülmektedir.

Gıdalardaki kolesterol miktarı kan kolesterol seviyesini etkilediği ancak bu etkinin sanıldığı kadar büyük ölçülerde olmadığı ifade edilmektedir. Yapılan çeşitli çalışmalar bazı kişilerde kolesterol düzeyinin diyetle bir miktar düşürülebildiğini, ancak bunun her zaman mümkün olmadığını göstermiştir.

Tablo 11.1. Diyetle yer alan çeşitli yağların cinsi ve kaynağı

Yağ asidinin cinsi	Yağın kaynağı	Oda sıcaklığındaki hali	Kolesterol düzeylerine etkisi
Tekli doymamış (Monounsaturated)	Zeytin, zeytinyağı, kolza yağı, fıstık yağı, kaşiv, badem, fıstık, diğer kuruyemişlerin çoğu, avokado.	Sıvı	LDL'yi azaltır; HDL'yi artırır
Çoklu doymamış (Polyunsaturated)	Mısır, soya, pamuk yağları; balık.	Sıvı	LDL'yi azaltır; HDL'yi artırır
Doymuş	Tam yağlı süt, tereyağı, peynir, dondurma, kırmızı et, çikolata, hindistan cevizi, hindistan cevizinin sütü ve yağı, palm yağı.	Katı	Hem LDL hem de HDL'yi artırır.
Trans	Yemeklik ve kahvaltılık margarinlerin çoğu, kısmen hidrojene bitkisel yağlar, derin tavada kızartılmış patates, "fast food"ların ve ticari fırın ürünlerinin (bisküvi, hazır kek, v.s.) çoğunluğu.	Katı veya yarı katı	LDL'yi artırır.

### 11.3. ZEYTİNYAĞININ TARİHSEL GELİŞİMİ VE ÖNEMİ

Zeytin ağacının geçmişi Ege Denizi'ndeki Santorini adasında yapılan arkeolojik kazılara kadar uzanmaktadır. Bu kazılarda 39 bin yıllık zeytin yaprağı fosilleri bulunmuştur. M.Ö. 12 bin yılına ait zeytin ağacı bulguları ise Kuzey Afrika Sahra Bölgesi'nden gelmektedir. Zeytin ağacı yüzyıllardır kutsallığın, bolluğun, bilgeliğin ve sağlığın sembolü olarak kabul edilmiştir. Kuran'da da zeytin ağacından, meyvesi zeytinden ve yağından övgüyle bahseden, kutsal kabul eden ayetler bulunmaktadır. Bu ayetlerde zeytin ağacının yine kutsal bir yer olan Sina Dağı'nda yetiştirildiği, sıkılarak yağının çıkarıldığı ve bu yağın yemeklere lezzet, hastalıklara şifa vermek için kullanıldığı yazılıdır.

Zeytin ve zeytinyağının insan beslenmesindeki değeri ve ekonomik önemi ile mutfak kültüründeki geçmişi 8000 yıl öncesi gibi çok eski tarihlere dayanmaktadır. Bu da zeytinin ve zeytinyağının insanlık tarihindeki yeri ve önemini gösteren en güzel kanıttır. Bununla birlikte ilk zeytin hasadının ne zaman ve hangi uygarlık tarafından yapıldığı bilinmemektedir ancak zeytinyağı üretimine ilişkin en belirgin izlerin Akdeniz'in tam ortasındaki Girit medeniyetine, M.Ö. 4500 yıllarına dek uzandığı çeşitli araştırmacılar tarafından gösterilmiştir. Zeytinyağı kültürünün Akdeniz'deki diğer kavimlere yayılmasındaki en önemli rolü yaklaşık 3000 yıl boyunca Giritlilerin oynadığı bildirilmektedir. Güçlü ticaret filolarına sahip olan Giritlilerin gerçekleştirdiği zeytinyağı ticaretinin günümüzdeki en canlı tanıkları, Knossos ve Faistos saraylarının yıkıntıları arasında bulunan 2 metrelik zeytinyağı küpleridir. "Pithoi" denilen bu dev küplerle beraber bulunan tabletlerde ise o günkü zeytinyağı ticaretinin nerelere yapıldığına ve zeytinyağının nerelerde üretildiğine dair bilgiler yer almaktadır.

Zeytinyağı, özellikle doymuş yağ oranlarının düşük olması, vücut için gerekli ancak vücutta sentezlenemeyen temel yağ asitleri ile sadece yağda eriyebilen E vitamininin kaynağını oluşturması ve yüksek kalori değerinin (16 ml zeytinyağı 120 kalori içermektedir.) yanı sıra, meyve suyu gibi natürel tüketilebilen tek yağ olma özelliği ve kendine has renk, koku, tat ve aromasıyla insan beslenmesinde çok önemli bir konuma sahiptir.

Sızma ve natürel zeytinyağı, herhangi bir kimyasal işleme tabi tutulmadan üretilen, üretildiği anda tüketilebilen tek sıvı yağdır. Sebze ve yağlı tohumlardan elde edilen hemen hemen bütün diğer bitkisel yağlar, fiziksel ve kimyasal koku ve istenmeyen tat giderme gibi işlemlere tabi tutulmaktadır yani rafine edilmektedir. Aksi hâlde tüketilmeleri mümkün değildir. Sızma zeytinyağı ise zeytinin sıkılıp yağı çıkarıldığı andan itibaren yenilebilir ve besin değeri bakımından diğer bütün yağlardan çok daha zengindir. İlaveten, gerek salata ve kahvaltılıklarla çiğ yendiğinde gerekse de yemeklerde kullanıldığında olağanüstü tadı ve lezzetiyle yemeğin zevkle yenmesini mümkün kılar.

Zeytinyağı, açık rengi ve eşsiz lezzeti ile ayrı bir özelliğe sahiptir. Yağın, kendine has lezzeti ve aroması, yapısında bulunan düşük konsantrasyonlardaki çok çeşitli

bileşenlerden kaynaklanmaktadır. Yağın büyük bir kısmı (>95%) gliserole bağlı yağ asitlerinden, yani trigliseritlerden oluşmaktadır; diğer taraftan tokoferoller, fenoller, lezzet bileşikleri, hidrokarbonlar ve steroller gibi çok sayıda fakat az miktarlarda bulunan bileşenler mevcuttur. Yapılan incelemeler minör elementler olarak adlandırılan bu bileşenlerin oldukça önemli olduğunu göstermiştir. Bu elementlerden bazılarının insan sağlığı yönünden faydalı olduğu, diğer bir kısmının yağın kararlılığını olumlu yönde etkilediği, azımsanmayacak bir kısmının ise yağın kendine has lezzetini oluşturduğu ortaya konmuştur.

Zeytinyağında tat ve lezzetinin oluşmasına katkıda bulunan bileşiklerin 70'ten fazla olduğu tahmin edilmektedir. Bunlar arasında doymamış yağ asitlerinin oksidatif bozulmalarından oluşan aldehit gibi ürünler; hekzanal, nonanal, 1-hekzonal ya da 2,4 dekadienal bulunmaktadır. Ayrıca alifatik ve aromatik hidrokarbonlar, alkol, ketonlar, eterler, furan ve thioterpen türevlerinin de zeytinyağına farklı bir koku ve lezzet kattığı da bilinmektedir. İnsan sağlığı üzerine olumlu etkisi olduğu öne sürülen yüksek konsantrasyondaki doymamış yağ asitlerinin, polifenollerin ve diğer bazı maddelerin ekstra saf zeytinyağında bulunduğu bilinmektedir. Bu maddelerin bazılarının ısıtmaya duyarlı olduğu, yüksek sıcaklıklarda yağdaki bazı maddelerin sağlığı destekleyici niteliklerinin kaybolduğu ifade edilmektedir. Isıl işlemin yanı sıra yağın işleme tekniğinin de zeytinyağının besin değeri üzerine etkisi olduğu bir gerçektir. Günümüzde endüstriyel düzeyde zeytinyağı üreten belli başlı kuruluşların yanı sıra geleneksel yöntemleri kullanarak üretim yapan işletmeler de mevcuttur. Örneğin Hatay'da "zeyt" adı verilen zeytinyağı, su zeyti denilen özel bir teknikle üretilmektedir. Bu teknik, olgunlaşmış zeytinin ezildikten sonra özel havuzlarda su üzerinde biriktirilen yağın yüzeyden toplanması esasına dayanmaktadır. Bu şekilde elde edilen zeytinyağı et ve sebze yemeklerine özel bir tat vermektedir. Üretimi zor olduğundan ticari amaçtan çok, ev halkının gereksinimini karşılamaya yönelik yapılmaktadır. Bununla birlikte üretim tekniği yönünden incelendiğinde bu şekilde elde edilen yağın su, hava ve ışıkla teması göz önünde bulundurulduğunda asitlik düzeyi yüksek, besin değeri daha düşük yağ elde edilmesi kaçınılmazdır.

## 11.4. AKDENİZ BESLENME MODELİ

Dünyanın üç eski kıtasını; Asya, Avrupa ve Afrika'yı birleştiren Akdeniz Havzası; kültürel ilişkiler, ticari alışverişler ve siyasal çatışmalar bakımından en ayrıcalıklı bölgelerden biri olarak kabul edilmektedir. Aynı zamanda farklı kültürel özellikler taşıyan birçok uygarlığın kaynağı ve birleşme noktası olmuştur. Akdeniz kültürü; iklimi, coğrafi yapısı, florası ve köklü geçmişi ile evrensel bir bütünlüğe ulaşmıştır. Akdeniz mutfağı bu özgün kültürel yapının en önemli bölümlerinden birini oluşturmaktadır.

Gastronomi dünyasında geçmişten günümüze kadar artarak devam eden çalışmalarında, insanlığın yaşamını sağlıklı devam ettirebilmek için yeterli ve dengeli

bir beslenme alışkanlığı kazanmasının önemi vurgulanmaktadır. Bu anlayıştan yola çıkarak araştırmacıların birleştikleri ortak nokta, geleneksel Akdeniz beslenme biçimidir. Bu beslenme sistemi çok genel olarak tahıl (özellikle buğday), zeytinyağı, meyve-sebze, su ürünleri, süt ürünleri, baharat ve şaraba dayanmaktadır. Tahıldan sonra ikinci sırada yer alan zeytin ve zeytinyağının Akdeniz'deki tarihi çok eski dönemlere dayanmaktadır.

Tahıl ürünleri Türk mutfağının olmazsa olmaz grubunda yer almaktadır. Buğday unundan hazırlanan ekmek türleri, unlu ve hamurlu yiyeceklerimizde çeşit fazlalığı dikkati çekmektedir. Bulgur, kuskus, yarma gibi buğday ürünlerinin mutfağımızdaki kullanımı tüm bölgelerimizde, özellikle Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu'da yaygındır. Buğday ürünlerinin çeşitli bakliyat ve sebzeyle birleştirilmesi ile elde edilen yemek ve yiyecekler yoğun olarak tüketilmektedir.

Zeytin ve zeytinyağı, geleneksel Akdeniz beslenme biçiminin ikinci önemli yönünü oluşturmaktadır. Zeytinin Akdeniz'deki tarihi çok eski dönemlere dayanmaktadır. Akdeniz'i çevreleyen nispeten sert ve kıraç topraklarda yetişen verimli zeytin ağaçları Romalı yazar Apicius'un yazdığı yemek kitabında anlatılmaktadır. Romalı yazarın, eserinde zeytinyağı ile yapılan balık, et ve sebze kızartmalarına da yer verdiği bildirilmektedir.

Akdeniz beslenme sistemi içerisinde sebze-meyvenin de önem taşıdığı görülmektedir. Akdeniz'in kışları yumuşak, yazları sıcak ve genelde az yağışlı ikliminde iyi gelişen bitkiler Akdeniz bitkileri adını almaktadır. Yabani otların Akdeniz mutfak kültürü içindeki tarihsel gelişimini yansıtan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Konuyu Türk mutfağı yönünden değerlendirdiğimizde yabani otların farklı şekillerde kullanıldığı, ülkemizde yenilebilen her türlü ot, kök, mantar ve meyve türlerinden yararlanıldığı, bu kullanımın Ege ve Akdeniz bölgelerimizin yanı sıra diğer bölgelerimizde de sürdürüldüğü gözlenmektedir.

Akdeniz beslenme sisteminin diğer bir karakteristik yönünü su ve deniz ürünleri oluşturmaktadır. Deniz ve akarsularımızın yeterli olmasına rağmen, Türk mutfağında su ürünlerinin tüketimi düşüktür. Bu oran doğal olarak kıyı bölgelerimizde yükselmektedir. Orhun Abideleri'nde anlatılan balık avları tatlı su balıkçılığının Anadolu'dan önce de Türkler tarafından bilindiğini göstermektedir.

Akdeniz beslenme sisteminin diğer önemli yönünü oluşturan üzümün, Akdeniz'in tarihi kadar eski bir ürünü olduğu belirtilmektedir. Üzüm ve şarap konusunu Türk mutfağı içerisinde değerlendirdiğimizde, şarabın üzümünden elde edilen diğer ürünlere göre oldukça düşük bir tüketim oranına sahip olduğu saptanmıştır. Pekmez, şıra, pestil, muska, bulama, sucuk, şurup, şerbet, tükenmez vb. gibi birçok üzüm kaynaklı ürün, hemen her yöremizde yaygın olarak tüketilmektedir.

Akdeniz beslenme biçiminin bir başka özelliğini oluşturan baharatlar geçmiş dönemlerde Akdeniz havzasına Suriye yolu ile Yakın Doğu ve Orta Doğu bölgelerinden gelmiştir. Mutfağımızın genel yapısında baharat çeşitleri sayıca az olmakla birlikte, Doğu Akdeniz ve Güney Anadolu bölgelerimizde çeşidin ve kullanım oranının fazlalığı görülmektedir.

Geleneksel Akdeniz beslenme biçiminde son olarak ele alınacak ürün süt ve süt ürünleridir. Bu ürünlerin Akdeniz havzasındaki kullanımı ile ilgili yeterli bilgi bulunmamakla birlikte hayvancılığın bu coğrafyada eski tarihlerden beri var olduğu bilinmektedir. Farklı kaynaklarda yoğurt kavramının Anadolu'ya Türkler tarafından getirildiği ve yoğurt kültürü olarak da çeşitli malzemelerin kullanıldığı belirtilmektedir. Buna ilaveten ayran, kefir, onlarca çeşit yöresel peynir sofralarımızı süslemektedir. Türk mutfağını bu yönü ile değerlendirdiğimizde süt ve süt ürünlerinin doğrudan tüketimi ve çeşitli yiyecek-içecek üretiminde kullanımının yaygınlığı dikkati çekmektedir.

## 11.5. TÜRK MUTFAK KÜLTÜRÜ

Mutfak kültürü, insanların beslenmesini sağlayan yiyecek içecek türlerinin hazırlanma, pişirilme, tüketilme ve saklanma sürecini kapsamaktadır. Aynı zamanda bu işlemlerin gerçekleştirildiği mekân, donanım, yeme-içme geleneği, bu çerçevede geliştirilen inanç ve uygulamalardan oluşan kendine özgü kültürel bir yapıyı içerir.

Beslenme biçimleri, içinde bulunulan kültürel, coğrafi, ekolojik, ekonomik yapıya ve tarihsel sürece göre şekillenmektedir. Türk mutfağı denildiğinde Türkiye'de yaşayan insanların tükettiği yiyecek ve içecekler, bunların hazırlanması, pişirilmesi, korunması; bu işlemler için gerekli araç gereç ve teknikler ile yemek yeme adabı ve mutfak çevresinde gelişen tüm uygulamalar ve inanışlar anlaşılmaktadır.

Türk mutfağındaki çeşit zenginliği birçok etkene bağlıdır. Türkiye'nin coğrafi konumu, tarihi süreç boyunca birbirinden farklı birçok kültürle yaşanan etkileşim, Selçuklu ve Osmanlı gibi imparatorlukların saraylarında gelişen yeni tatlar, mutfak kültürümüzün yeni yapısını kazanmasında rol oynamıştır. Türklerin Orta Asya'dan Anadolu'ya gelişi ile birlikte mutfak anlayışlarında önemli değişiklikler olduğu birçok uzman tarafından kabul edilmektedir. Anadolu'nun iklim, toprak özellikleri ve bitki örtüsü bakımından çok farklı olduğu bilinmektedir. Bazı kaynaklarda Türklerin Orta Asya'da birkaç sebze türü ile yetindiği bildirilmektedir.

Yapılan çalışmalarda, insanların yaşamlarını sağlıklı devam ettirebilmeleri için yeterli ve dengeli beslenme alışkanlığının önemi vurgulanmaktadır. Yöresel mutfaklar özgün yapıları, lezzet ve çeşitliliklerinin yanı sıra sağlıklı beslenme yönüyle de değerlendirilmektedir. Bu açıdan bakıldığında Türk mutfak kültürünün de içinde yer aldığı Akdeniz mutfağı, sağlıklı, yeterli ve dengeli beslenme yönünden önem arz etmektedir.

## 11.6. TÜRK MUTFAĞINDA ZEYTİNYAĞI

Türkiye'nin coğrafi konumu, tarihî süreç içinde ilişkide bulunulmuş olan uygarlıklar, Türk mutfak kültüründeki çeşitliliği belirleyen etkenler olmuştur. Et ve

fermente süt ürünlerinden oluşan beslenme çeşidi Orta Asya'dan, gelişen tarım sistemine bağlı olarak tahıla dayalı beslenme kültürü Mezopotamya'dan, meyve ve sebze türleri ile çeşitlenen beslenme sistemi ise Akdeniz ve Ege bölgelerinden gelerek Türk mutfak kültürünün temelini belirlemiştir. Zeytinyağının Akdeniz ve Ege mutfağındaki önemi, her öğünde ve her yemeğin yapımında kullanılmasıyla açıklanabilir. Ülkemizde zeytinyağı kültürü, Türklerin Anadolu'yu Doğu Roma'dan devraldığı tarihlere kadar uzanmaktadır. Osmanlı Devleti'nde de son derece önemli bir yere sahip olan zeytinyağlı yemekler, bugünkü Türk mutfak kültürünün temel yapı taşlarını oluşturmuştur.

Geleneksel Akdeniz mutfağı tahıl, zeytinyağı, meyve-sebze, deniz ürünleri, süt ürünleri, baharat ve şaraba dayanmaktadır. Akdeniz mutfağında tahıldan sonra ikinci sırada yer alan zeytin ve zeytinyağının Akdeniz'deki tarihi çok eski dönemlere dayanmaktadır. Çeşitli kaynaklar incelendiğinde "zeytinyağı" sözcüğüne Türkçede ilk kez Harzemşahlar döneminde yazılmış olan Arapça-Türkçe *Mukaddimet Ul-edeb* adlı sözlükte rastlandığı görülmektedir. Mutfağımızdaki "zeytinyağlılar" kavramı konumuz açısından önem taşımaktadır. Ancak zeytinyağlıların son yıllarda sıvıyağlılar olarak adlandırılacak duruma geldiği bilinmektedir. Zeytinyağı özellikle Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerimizde yoğun olarak kullanılmaktadır. Ege illerimizin bir bölümünde, sabah öğünlerinde kekik, nane gibi otlarla tatlandırılan zeytinyağı, ekmele birlikte tüketilmektedir.

Ülkemizde özellikle Akdeniz ve Ege bölgelerinde yapılan çeşitli salatalar, sebze ve et yemekleri ile kızartmalar, bazı hamur işleri, pasta ve börekler zeytinyağı kullanımıyla lezzetlendirilmektedir. Bununla birlikte Akdeniz ve Ege bölgeleri dışındaki kesimlerde zeytinyağı tüketimi yok denecek kadar azdır.

Türkler, Anadolu'yu Doğu Roma İmparatorluğundan devralırken, Romalılardan gelen zeytinyağı kültürünü korumuşlar ve zenginleştirmişlerdir. Böylece Anadolu mutfak kültürünün temellerinden biri atılmıştır ve zeytinyağının varlığı, Türk mutfağının vazgeçilmezi olan tereyağının yerini bir ölçüde almaya başlamıştır. Zeytinyağlı yemeklerin Osmanlı mutfağında da daima çok özel bir yeri olduğu bilinmektedir. Osmanlı mutfağı da, bugünkü yemek kültürümüzün temellerinden bir diğerini oluşturmaktadır.

Türkiye'de zeytinyağı denince hayali bir Samsun-İskenderun hattından söz edilmektedir. Buna göre zeytinyağlı yemekler, en çok bu hattın batısında kalan bölgede yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Zeytin ağaçlarının bu bölgede yetişmesi de, bunun bir göstergesidir. Bu durumun tek istisnası Gaziantep ve çevresidir.

Ülkemizde yaygın olarak Marmara, Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde üretilen zeytinyağının tüketimi çeşitli şekillerde gerçekleştirilmektedir. Akdeniz ve Ege mutfağında yer alan çeşitli salatalar, mezeler, sebze ve et yemekleri ile bazı hamur işleri, pasta ve börekler zeytinyağı kullanımıyla lezzetlendirilmektedir. Bununla birlikte kızartma amacıyla zeytinyağı tüketimi yok denecek kadar azdır. Kızartma sırasında zeytinyağının çabuk yanması gibi yanlış bir bilgi bu duruma yol

açmaktadır. Ancak yağlar kritik (kimyasal yapısının bozulmaya başladığı) sıcaklık derecesine göre sıralandığında en iyi kızartma yağının palm yağı olduğu, bunu yer fıstığı yağı ve zeytinyağının takip ettiği bildirilmektedir. Ancak kızartma amaçlı zeytinyağı kullanılırken dikkat edilmesi gereken noktalar, her kullanım sonrası zeytinyağının filtre edilmesi, ısı ve ışıktan uzakta muhafaza edilmesi olarak sıralanabilir.

Zeytinyağlı yemekler, dünyada "soğuk başlangıç yemekleri" kategorisinde değerlendirilse bile, bu sınıflandırmanın Türk mutfağı için tam doğru olduğu söylenemez. Zeytinyağlıları yemeğin başında ve az miktarda yemek, Türk yemek alışkanlıklarına uymamaktadır. Türkiye'de, sıcak yaz günlerinde hafif ve serin bir yemek için tercih edilen zeytinyağlılar, ana yemekler arasında kabul edilmektedir.

Ülkemizde zeytinyağı en yoğun olarak Ege kıyılarında tüketilmektedir. Ege bölgesinin bazı illerinde sabah kahvaltılarında da zeytinyağı kullanıldığı bilinmektedir. Sabahları sofraya getirilen zeytinyağı kekik, nane, kırmızı pul biber gibi baharatlarla çeşnilendirilmekte ve ekmek banılarak yenmektedir. Diğer bölgelerde ise zeytin, kahvaltı sofrasının vazgeçilmez yiyecekleri arasındadır.

Besin ögeleri açısından incelendiğinde en değerli zeytinyağı natürel sızma zeytinyağıdır. Bu zeytinyağının besin değerini kaybetmeden kullanılabilmesi için daha çok çiğ olarak tüketilmesi uygundur. Hazırlanan salata ve soslarda, çeşitli mezelerde, pişirildikten sonra garnitürlerde, baharatla çeşnilendirilerek kahvaltılarda bu zeytinyağının herhangi bir ısıl işleme maruz kalmadan tüketimi mümkündür.

Kızartmalarda ise riviera zeytinyağı kullanımı tercih edilmelidir. Riviera zeytinyağı, rafine zeytinyağı ile natürel sızma zeytinyağının belli oranlarda karıştırılmasıyla elde edilmektedir. Bu yağ tipinde besin değeri uygulanan rafinasyon işlemi nedeniyle natürel sızma zeytinyağına göre daha düşüktür. Ancak diğer sıvı yağlarla kıyaslandığında besin değerinin yüksekliği ve yanma sıcaklığının yüksek olması nedeniyle kızartmalarda tercih edilmesi önerilir.

Pişirilerek yapılan yemeklerde ise ya sadece natürel sızma zeytinyağı ya da bu yağın riviera zeytinyağı ile kombine edilerek kullanımı uygun olacaktır. Burada yemek hazırlarken kavurma, soteleme gibi aşamalarda riviera zeytinyağı kullanılmıyorsa, natürel sızma zeytinyağı ise özellikle pişen yemeğin altı kapatılmadan hemen önce ilave edilmelidir. Her iki tip zeytinyağının birbirinin yerine kullanımı mümkün olmakla birlikte maliyet ve kalite açısından bakıldığında bu kullanım şekli tavsiye edilmektedir.

Ülkemiz bitki florası yönünden oldukça geniş bir yelpazeye sahiptir. Türk mutfağında, Akdeniz ve Ege sofraları başta olmak üzere her türlü yenilebilen bitkiden faydalanılmaktadır. Özellikle zeytinyağı kullanılarak pişirilen bu bitkilerin bir kısmı salata olarak da tüketilebilmektedir.

Türk mutfağında öneme sahip olan deniz ürünlerinin hazırlanması sırasında da zeytinyağı vazgeçilmezdir. Kızartması, buğulaması ve ızgarasının yanı sıra köftesi de yapılan balığın; soğan, sumak ekşisi, biber ve zeytinyağıyla birlikte servis edilmesi önerilmektedir.

## 11.7. ZEYTİNYAĞINI SAKLAMA KOŞULLARI

Zeytinyağı depolanma aşamasında hava, ışık ve sıcakla temas ettiği takdirde yapısal özelliklerinde (tat, koku, asitlik, besin değeri gibi) bozulmalar meydana gelmektedir. Bu nedenle hava almayan bir kabın içinde serin bir yerde muhafaza edilmesinin gerekli olduğu belirtilmektedir. Ortalama 14 °C, zeytinyağının saklanması için ideal bir ısı olarak kabul edilmektedir. Araştırmacılar bu koşullara uygun olarak muhafaza edilen zeytinyağının ömrünün daha uzun olacağını ifade etmektedirler.

Zeytinyağının, soğukta bırakıldığında ya da buzdolabında muhafaza edildiğinde içinde bulunan partikül sayısına bağlı olarak renk değiştirebileceği, hatta donabileceği bildirilmektedir. Donmuş olan zeytinyağı oda sıcaklığında bekletildiği takdirde tekrar sıvı hâle gelecektir. Bu durum yağın rengini değiştirirse de tadında herhangi bir bozukluğa neden olmayacaktır.

Zeytinyağını muhafaza etmek için kullanılacak en iyi materyal cam, porselen ya da krom nikel kaplardır. Plastik ve diğer metal kaplardan kaçınılmasında fayda vardır.

Raf ömrü 18 ay olan zeytinyağının son kullanma tarihi geçtikten sonra kullanılması sağlık açısından doğrudan tehlike yaratmamakla birlikte tadının zamanla değişeceği, asitliği yükselerek tadının acılaşacağı, unutulmaması gereken bir noktadır. Ayrıca midesi hassas olan kişiler için asitliği yükselen yağın mideyi etkileyebileceği unutulmamalıdır.

## 11.8. SONUÇ

Böylesi zengin bir kültüre sahip olan mutfağımızın Akdeniz diyetini yansıtan örneklerinin ön plana çıkarılması, bu sayede zeytinyağı tüketiminin yaygınlaştırılması, sağlık açısından son derece önemli olan bu beslenme sisteminin ülkemizin her bölgesinde tanıtılması ve benimsetilmesi son derece önemlidir. Bu zenginliğimizin, özellikle de yöresel yemeklerimizin, geleneksel tatlarımızın zeytinyağı ile lezzetlenirlerken devamlılığı ve yaygınlaştırılması amacıyla gençlerimize ve ülkemize gelen turistlere tanıtılması önceliklerimiz arasında olmalıdır.

Sağlıklı beslenme adına, yöresel yemeklerimizin hazırlanması sırasında orijinal tariflerini değiştirmeden sadece bileşimine giren yağın yerine tekli doymamış yağ asidi içeren zeytinyağı kullanımı tercih edilmelidir.

Bu yaklaşımla mutfak kültürümüzün tanıtımı sağlanmış olacak ve besin değeri yüksek olan zeytinyağı kullanımı artırılmış olacak ve sağlıkla ilgili çeşitli riskler ortadan kaldırılabilecektir.



## KAYNAKLAR

- Anonim, 2008. Doymuş ve doymamış yağlar nelerdir? <http://www.food-info.net/tr/qa/qa-fi42.htm>
- Anonim, 2008. Kolesterol. <http://www.vesaglik.com/kalp-sagligi/kolesterol.html>
- Assmann G. And Wahrburg U. 2008. Zeytinyağın azınlık bileşenlerinin sağlık üzerine etkileri (Bölüm I). <http://www.food-info.net/tr/products/olive/olive05.htm>
- Durlu-Özkaya F., 2007. Gazi Üniversitesi, Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi, Turizm İşletmeciliği Eğitimi Bölümü, Mutfak İşlemleri II Dersi, Basılmamış ders notları, 25 sayfa.
- Durlu-Özkaya F., 2007. Gazi Üniversitesi, Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi, Turizm İşletmeciliği Eğitimi Bölümü, Pastanecilik Uygulamaları Dersi, Basılmamış ders notları, 30 sayfa.
- Durlu-Özkaya F., Cömert M., Şanlıer N. and Özkaya M.T. 2008. Recognition and Consumption of Olive Products. The Sixth International Symposium on Olive Growing, 9-13 September 2008, Evora, Portugal, p. 300.
- Cömert M., Şanlıer N., Durlu-Özkaya F. and Özkaya M.T. 2008. Determining Women Behaviour over olive Oil Usage. The Sixth International Symposium on Olive Growing, 9-13 September 2008, Evora, Portugal, p. 302.
- Şanlıer N., Durlu-Özkaya F., Cömert M. and Özkaya M.T. 2008. Awareness of Consumers over Effects of Olive Oil on Human Health. The Sixth International Symposium on Olive Growing, 9-13 September 2008, Evora, Portugal, p. 303.
- HAGEM Arşivi: Hatay İli Halk Kültürü Alan Araştırması. Derleyen: Nihal Kadioğlu
- Kadioğlu-Çevik N., 1997. Türk Mutfağının, Akdeniz Mutfak Kültürünün Genel Özellikleri Yönünden Değerlendirilmesinin Önemi. 5. Milletlerarası Türk Halk Kültürü Kongresi Madde Kültür Seksiyon Bildirileri, Ankara 1997, Kültür Bakanlığı HAGEM Yayınları
- Kadioğlu-Çevik, N., 2007. Türk Mutfak Kültürü. [http://www.folklor.org.tr/haber\\_detay.asp?id=55](http://www.folklor.org.tr/haber_detay.asp?id=55)
- Oğuz, B. 1976. Türkiye Halkının Kültür Kökenleri-Teknikleri, Müesseseleri. inanç ve Adetleri 1 Giriş-Beslenme Teknikleri. İsa. 1976 sf.313-543
- Ötleş S. ve Akçiçek E. Türk Mutfağında Zeytinyağlı Yemekler. Tarihine kucağında Gömeç Sempozyumu 108-110.
- Özer Z., 2004. Beslenme ve insan evrimi. [www.sciam.com/article.cfm?articleID=OQQSF174-694D-10C](http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=OQQSF174-694D-10C)
- Özkaya M.T. ve Çelik M., 1988. Ülkemiz zeytin yetiştiriciliğinin bugünkü durumu ve sorunları. Ankara Üniv. Fen Bil. Ens., Yüksek Lisans Tez Semineri.
- Özkaya 2007. Zeytin hakkında her şey. E-kitap, <http://www.keyifdunyasi.com/downloads.php>
- Tok G., 2004. Gösteriş mi, Gereksevim mi? Tarımın Ortaya Çıkması. Holmes, B., Manna or Millstone, New Scientist, 18 Eylül, 2004.
- Tosun M. 2003. Bitkisel sıvı yağlar sektör araştırması. Türkiye Kalkınma Bankası A.Ş. Genel Araştırmalar GA/03-1-2.
- Tozar Z. 2004. Çok yaşa iyi yaşa. TÜBİTAK Bilim ve Teknik, Ağustos 2004.
- Tozar Z., 2004. Modern Beslenme. Laudan, R. "Birth of the Modern Diet" Scientific American, Ocak 2004
- Viola ve Audisio 1987. Olive oil and health. Int. Olive Oil Council, p 34.
- Yılmaz E., 2004. Paleobeslenme.<http://altmed.creighton.edu/Paleodiet>
- Zülal A., 2004. Food for thought. William R.L., Scientific American 13 November 2002.
- Zülal A., 2004. Hayvansal yağ beyne yaramıyor. <http://www.nature.com/news/2004/041025/full/041025-11.html>

## A

- alandırma 196, 200, 202, 204, 197, 199  
ağaç sayısı 10, 13, 14, 15, 16, 17, 211, 223  
ağartma 102, 103, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 131, 162, 183  
akdeniz diyeti 226  
akışkan yataklı kurutucu 124, 128, 128  
alan 1, 9, 14, 23  
alifatik alkoller 167, 171, 181, 244, 249  
alkoller 35, 36, 37, 39, 44, 47, 50, 104, 115, 144, 149, 167, 171, 181, 244, 249  
alternans 1, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 216, 222, 226, 230, 238  
antioksidan 29, 38, 41, 53, 87, 101, 115, 116, 136, 244, 250, 252, 254  
asitliği, serbest yağ 157  
ateroskleroz 249, 252  
avrupa birliği 159, 187, 188, 195, 196, 201, 203, 204, 208, 209, 211, 212, 213, 214, 219, 220, 225, 226, 234, 237, 238, 241

## B

- β-karoten 35, 51, 55, 116, 250  
β-sitosterol 36, 37, 38, 173, 174, 175, 248, 250  
bağıllı yoğunluk 168, 190  
beslenme 32, 158, 187, 194, 209, 259, 260, 261, 262, 264, 265, 266, 267, 269, 270  
budama 9, 11, 18, 24

## C-Ç

- coğrafi işaret 187, 194, 195  
çekirdek 7, 22, 23, 60, 61, 78, 83, 86, 248  
çiçek 3, 7, 12, 68  
çiçek salkımları 7

## D

- dekantör 73, 74, 81, 83, 86, 87, 88, 89, 91, 92, 93

delice 5

- desteklemeler 9, 225  
diğliserit 33, 34, 35, 51  
döllenme 12  
dtö 215, 220, 221, 227, 231, 238  
duyusal özellikler 81, 159, 166, 189, 192  
düzenlemeler 187, 195, 203, 204, 208, 214, 216, 217, 218, , 219, 238

## E

- ECN42 167, 178, 200, 205  
ekonomi 24, 25  
eritrodioil 37, 38, 167, 173, 174, 181, 191, 192, 249  
erozyon 11, 20  
etiketleme 187, 193, 194, 195, 209, 216, 235

## F

- fenolik asitler 28, 39  
fenolik bileşikler 38, 142, 252, 254  
feofitinler 251  
fiyatlar 216, 221, 224, 225  
fiziksel rafinasyon 95, 106, 109, 110, 112, 113, 114, 115, 116, 132, 133  
fotooksidasyon 54, 55  
FTIR 248

## G

- gençleştirmek 24  
gençlik kısırlığı 5, 24  
GLC 178, 248  
gliserol 27, 34, 35, 51, 244, 245  
gübreleme 11, 20

## H

- hasat 14, 17, 20, 23, 28, 33, 39, 41, 42, 43, 49, 50, 53, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66,

67, 68, 69, 70, 71, 75, 93, 158, 219, 243, 251  
 HDL 27, 31, 177, 246, 250, 262  
 her-2/neu geni 244, 246  
 hidrokarbon 27, 30, 32, 35, 36, 111, 250, 253  
 hidroksitirozol 38, 39, 41, 43, 252, 254  
 HPLC 56, 178, 185, 200, 205, 248

## I-İ

IUPAC 159, 161, 163, 164, 168, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 179, 181, 184, 185  
 ihracat 11, 188, 193, 218, 221, 224, 230, 231, 232, 236, 237, 238  
 ithalat 188, 193, 194, 221, 236, 237  
 iki-fazlı sistem 89, 123

## K

kalite 12, 16, 21, 29, 35, 41, 42, 43, 51, 53, 59, 60, 78, 81, 82, 87, 90, 91, 92, 112, 120, 130, 134, 158, 159, 162, 165, 166, 171, 183, 187, 188, 189, 190, 196, 197, 199, 200, 202, 203, 204, 207, 208, 216, 221, 230, 231, 236  
 kalite kriterleri 183, 190  
 kalite stratejisi raporu 196, 197, 200  
 kampesterol 36, 37, 173, 174, 175, 191, 200, 248, 249  
 karasu 72, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 139, 140, 141  
 karotenoidler 28, 51  
 kaskat tipi kurutucu 127  
 kazık kök 6  
 kırılma indisi 159, 167, 168, 169, 179, 190  
 kırma 13, 14, 16, 70, 71, 72, 73, 75, 76, 78, 79, 80, 84, 88  
 kimyasal rafinasyon 95, 96, 108, 109, 112, 113, 130, 131  
 klorofiller 35, 101, 111, 251

## L

LDL 27, 31, 177, 246, 248, 250, 252, 254, 262  
 lignanlar 38, 41  
 lipoksigenaz 44, 45  
 lipoliz 53  
 louvre 125, 127, 128

## M

mDNA 248  
 mevzuat 187, 235, 235, 236  
 moleküler damıtma 133, 134  
 monogliserit 33, 34, 51

## N

nitrik asit sentetaz 244  
 nötralizasyon 95, 97, 98, 99, 109, 111, 112, 114, 130, 132, 180

## O-Ö

oksidatif stabilite 114  
 olea 3, 4, 255  
 oleaceae 3, 4  
 olea europaea 1, 3, 4, 5, 6, 25, 119, 157, 257  
 oleik asit 17, 18, 27, 29, 32, 33, 35, 36, 44, 95, 99, 100, 112, 157, 158, 160, 161, 175, 176, 190, 197, 198, 199, 202, 203, 245, 246  
 oleuropein 15, 16, 38, 39, 40, 41, 56, 136, 252, 254, 255, 257, 258  
 omega-3 31, 247, 248, 262  
 omega-6 31, 247, 248, 262  
 orijin 194, 195  
 otoksidasyon 54  
 OTP 215  
 özgül soğurma 112, 162, 163, 167, 183, 190, 192, 193, 202, 203

**P**

- palmitik asit 18, 29, 30, 35, 115, 176, 190, 204, 205, 247
- pazarlama 187, 195, 196, 201, 204, 208, 210, 214, 216, 217, 218, 219, 221, 226, 236, 238
- peroksit değeri 81, 113, 161, 190, 200
- pigmentler 27, 28, 171, 251
- pirina 37, 38, 44, 72, 83, 88, 89, 91, 119, 120, 121, 122, 123, 124
- pirina yağı 37, 38, 50, 51, 56, 110, 117, 120, 130, 137, 159, 161, 165, 166, 167, 173, 174, 178, 180, 181, 183, 184, 186, 187, 190, 196, 197, 198, 199, 202, 206, 235, 241
- poli aromatik hidrokarbon 124
- politika 25, 187, 221, 237

**R**

- reformlar 214, 216, 224
- retinol 247

**S**

- sabunlaşmayan madde 104, 167, 171, 172, 190
- safılık kriterleri 158, 175, 189, 190
- santrifüj 71, 72, 73, 74, 75, 76, 81, 83, 84, 87, 88, 89, 91, 92, 93, 96, 97, 98, 157
- serbest yağ asitliği 157, 158, 159, 160, 180, 189, 202
- sınıflandırma 188, 196, 221
- sızma 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 49, 50, 51, 187, 188, 189, 194, 195, 197, 202, 204, 205, 206, 250, 252, 268
- sinolea 83, 90, 91, 92, 93
- skualen 27, 35, 36, 250, 251, 255, 257, 258
- sofralık zeytin 9, 11, 24, 60, 119, 186, 196, , 210, 223, 233, 235, 241
- somak 7, 22

- standart 12, 17, 18, 25, 76, 92, 169, 176, 177, 180, 182, 184, 188, 198, 208, 218
- stearik asit 18, 29, 30, 159, 167, 176, 179, 180, 190, 191, 247
- sterol 35, 36, 37, 38, 115, 159, 167, 173, 174, 175, 181, 186, 191, 193, 244, 249, 250
- stigmastadien 115, 159, 167, 183, 184, 204
- stomalar 5
- sulama 11, 12, 21, 22, 23, 142

**T**

- tağış 167, 177, 186
- taclit 161
- tarım 9, 11, 20, 25, 27, 41, 51, 63, 142, 186, 187, 188, 193, 195, 204, 208, 209, 211, 214, 215, 218, 220, 222, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 241, 260, 261, 267
- tebliğ 56, 112, 117, 137, 187, 188, 189, 193, 194, 195, 202, 209, 235, 236, 237
- teraslama 19, 20
- tirozol 38, 39, 41, 43, 252
- tokoferol 27, 41, 43, 44, 55, 105, 115, 116, 185, 193, 251
- toprak işleme 19, 20
- tozlanma 12
- trans 9, 32, 44, 45, 47, 48, 167, 175, 177, 178, 186, 191, 247, 262
- trastuzumab 246, 257
- triacilgliserol 34, 132, 245
- trigliserit 27, 34, 35, 53, 108, 120, 134, 178, 179
- tüketici 110, 111, 187, 188, 204, 214, 216, 225, 237
- tüketim 10, 135, 187, 189, 216, 218, 219, 220, 222, 224, 238, 265
- Türk Gıda Kodeksi 36, 112, 117, 159, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 168, 169, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 178, 179, 180, 181, 183, 184, 186, 188, 193, 194, 195, 202, 209, 235, 236
- türk mutfağı 265, 266, 268

**U-Ü**

uvaol 37, 38, 167, 173, 181, 191, 192, 200, 201, 205, 206, 249

üretim 8, 9, 10, 11, 24, 25, 53, 75, 124, 132, 139, 140, 141, 152, 153

üç-fazlı sistem 89, 119, 122, 123

zeytinyağı 11, 29, 35, 38, 41, 53, 55, 60, 75, 84, 88, 89, 91, 92, 95, 112, 117, 119, 121, 137, 139, 140, 141, 154, 158, 159, 161, 162, 163, 164, 169, 171, 174, 175, 180, 181, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 196, 197, 198, 202, 203, 213, 215, 219, 220, 221, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 238, 239, 240, 241, 244, 246, 267, 269

**V**

verbaskozit 39

**W**

wijs 170, 171, 190

**Y**

yağ alkolleri 50

yağ asitleri 18, 27, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 44, 55, 97, 98, 109, 112, 115, 116, 132, 144, 159, 160, 167, 175, 176, 177, 178, 185, 186, 190, 191, 245, 246, 247, 248, 261

yıkama 70, 71, 73, 84, 88, 89, 100, 101, 103, 130, 140, 157, 171, 197, 199

yoğurma 71, 72, 73, 74, 75, 76, 79, 80, 81, 82, 84, 85

**Z**

zeytin 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 27, 28, 33, 38, 39, 49, 53, 54, 60, 61, 62, 64, 65, 68, 69, 70, 71, 79, 82, 87, 88, 111, 119, 137, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 147, 148, 152, 154, 158, 159, 186, 198, 208, 209, 210, 211, 215, 220, 222, 223, 228, 230, 233, 236, 238, 239, 241, 247, 253, 254, 255, 258, 262, 263, 270

zeytin ağacı 3, 25

zeytincilik 9, 17, 18, 25, 117, 186, 188, 211, 220, 222, 235, 240









