

**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

**BALIK YEMLERİNDE PİRİNA VE PİRİNA YAĞI  
KULLANIMI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

**Murat DEMİRTEPE**

**Su Ürünleri Yetiştiriciliği Ana Bilim Dalı**

**Bilim Dalı Kodu: 504.04.01**

**Sunuş Tarihi: 05.09.2008**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Belgin HOŞSU**

**Born**

**IR**



Sayın Murat DEMİRTEPE tarafından YÜKSEK LİSANS tezi olarak sunulan “Balık Yemlerinde Pirina ve Pirina Yağı Kullanımı Üzerine Araştırmalar” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi'nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 05.09.2008 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oy birliği ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri

İmza

Jüri Başkanı : .....

.....

Raportör Üye: .....

.....

Üye : .....

.....



**ÖZET****BALIK BESLEMEDE PİRİNA VE PİRİNA YAĞI KULLANIMI  
ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

DEMİRTEPE, Murat

Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Belgin HOŞSU

Eylül 2008, 55 sayfa

Ticaretin oldukça zorlaştığı ve rekabet piyasasının zirveye ulaştığı bir dönemde maliyet düşürücü her türlü çalışma girişimcilerin en büyük hedefi haline gelmiştir. Su ürünleri yetiştiriciliğinde de toplam maliyetin %60-70'ini yem giderleri oluşturmaktadır. Yem yapımında en çok kullanılan hammadde olan balık unu, özellikle doğal stoklarının azalması ve yurt dışından getirilmek durumunda olması dolayısıyla yüksek fiyatlara ulaşmaktadır. Bu nedenlerden dolayı, balık yemlerinde alternatif yem hammaddelerinin kullanımı konusu üzerinde durulması gereken bir hal almıştır. Bu araştırmada zeytin ve zeytinyağı prosesi esnasında yan ürün olarak meydana gelen pirina ve pirina yağının alternatif besin kaynağı olarak yem formülasyonlarına eklenmesi ile balık beslemede kullanılabilirliği araştırılmıştır. Sonuç olarak balık yemi sanayisine yeni bir hammadde kazandırılmasıyla birlikte ülke ekonomisine katma değer sağlanması hedeflenmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Pirina; Pirina yağı; Balık unu; Alternatif yem hammaddesi; Balık besleme



**ABSTRACT**

**STUDIES ON USING OF OLIVE POMACE AND OLIVE  
POMACE OIL IN FISH FEEDING**

DEMİRTEPE, Murat

Msc in Fisheries

Supervisor: Prof. Dr. Belgin HOŞSU

September 2008, 55 pages

It has become the greatest target for the entrepreneurs to try to reduce the costs in this period which has made the trade considerably hard and the rivalry in the market has reached to the top. In aquaculture, also, the expenses of feed form the sixty-seventy percent of the total cost. The fishmeal, which is used most in the production of feed, has reached to the unreasonable prices since the natural stocks have decreased and needed to be imported from abroad. Thus, it has become vital to look for alternative feed ingredients in fishmeals. In this study, it has been studied that olive pomace and olive pomace oil, which occurs a by-product during olive and olive oil production, supplements to fish feed formulation as an alternative feedstuff and using in fish feeding. In conclusion, it is targeted to supply a new feedstuff for fish feed industry as well as financial supplementation to national economy.

**Keywords:** Olive pomace; Olive pomace oil; Fish meal; Alternative feedstuff; Fish feeding





## **TEŞEKKÜR**

Çalışma konumun belirlenmesi ve hazırlanması esnasında beni yönlendiren ve çalıőmamı takip eden, araştırma sürecim boyunca bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Belgin HOŞSU' ya, Sayın Araő. Gör. Dr. Nejdet GÜLTEPE' ye ve Sayın Su Ürünleri Yük. Müh. Semih SALNUR' a, tez çalıőmam süresince bana her konuda destek olan sevgili eőim Meral DEMİRTEPE' ye ve son olarak da tüm yaşamım boyunca benden maddi manevi desteklerini esirgemeyen değerli anneme ve babama teőekkürü bir borç bilirim.

Murat DEMİRTEPE

İzmir – 2008



**İÇİNDEKİLER**Sayfa

<b>ÖZET .....</b>	<b>V</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>VII</b>
<b>TEŞEKKÜR .....</b>	<b>IX</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ.....</b>	<b>XIV</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ.....</b>	<b>XV</b>
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERYAL.....</b>	<b>4</b>
<b>3. YÖNTEM .....</b>	<b>6</b>
<b>4. ZEYTİN ÜRETİMİ.....</b>	<b>7</b>
4.1. Türkiye'de Zeytin Üretimi .....	7
4.2. Dünya Zeytin Üretimi ve Türkiye'nin Bu Üretimdeki Payı.....	7
<b>5. ZETİNYAĞI ÜRETİM AŞAMALARI .....</b>	<b>11</b>
5.1. Ön İşlemler .....	11
5.1.1. Temizleme ve yıkama.....	11
5.1.2. Zetinlerin kırılması .....	12
5.1.3. Zeytinlerin yoğurulması .....	15

**İÇİNDEKİLER (devam)**

	<u>Sayfa</u>
5.2. Yağ ve Karasuyun Katı Fazdan Ekstraksiyonu.....	16
5.2.1. Klasik presleme .....	16
5.2.2. Santrifüjleme .....	18
5.2.3. Seçici filtrasyon (Perkolasyon) .....	21
5.3. Yağ ve Karasuyun Birbirinden Ayrılması.....	22
5.3.1. Dekantasyonla ayırma .....	22
5.3.2. Santrifüjleme ile ayırma.....	22
<b>6. ZEYTİNYAĞI YAN ÜRÜNLERİ.....</b>	<b>24</b>
6.1. Karasu .....	24
6.2. Pirina .....	24
6.2.1. Pirinanın kurutulması .....	26
6.2.2. Pirinanın besinsel kompozisyonu.....	29

**İÇİNDEKİLER (devam)**

	<u>Sayfa</u>
6.3. Pirina Yağı.....	29
6.3.1. Pirina yağının yağ asidi kompozisyonu.....	31
6.3.2. Balık yağının yağ asidi kompozisyonu.....	33
<b>7. PİRİNA İLE YAPILAN ÇALIŞMALARDA ELDE EDİLEN BULGULAR.....</b>	<b>34</b>
7.1. Zeytin Yağı Üretiminden Elde Edilen Katı Atığın (Pirina) Fermentasyonu.....	34
7.2. Pirinanın Yapısında Bulunan Lignin'in <i>Basidiomycete</i> türleri Kullanılarak Parçalanması.....	37
7.3. Morocco'da Zeytin Endüstrisi ve Katı Atık Pirinanın Değerlendirilmesi .....	38
7.4. Yemde Kullanılan Pirina Yağının ve L-carnitin'in Afrika Yayın Balıklarının, <i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822) Büyümesi ve Kimyasal Kompozisyonu Üzerine Etkileri.....	40
<b>8. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>41</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>47</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>55</b>

**ŞEKİLLER DİZİNİ**

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Zeytin meyvesi .....	5
5.1. Zeytinlerin temizlenmesi.....	12
5.2. Taş değirmen .....	13
5.3. Metal kırıcılar .....	14
5.4. Presleme üniteleri.....	17
5.5. Klasik presleme yöntemi .....	18
5.6. İki fazlı dekantör yöntemine göre işletilen fabrikaların ve ham pirina işleme tesislerinin akım şeması .....	19
5.7. Üç fazlı dekantör yöntemine göre işletilen fabrikaların ve ham pirina işleme tesislerinin akım şeması .....	20
5.8. Perkolasyon sistemi.....	21
6.1. Pirina .....	26

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.1. Dünyada zeytin alanlarının ülkelere göre dağılımı .....	8
4.2. Dünya zeytin üretiminin ülkelere göre dağılımı.....	9
4.3. Bazı ülkelerde zeytinin yıllara göre dış alım durumu.....	9
4.4. Bazı ülkelerde zeytinin yıllara göre dış satım durumu .....	10
5.1. Üç farklı zeytin işleme tekniğinde oluşan ürün ve atık miktarları ...	23
6.1. Taze ve işlenmiş pirinanın ortalama bileşimi .....	25
6.2. Dünyada önemli zeytinyağı üreticisi ülkelerin pirina yağı üretimleri .....	31
6.3. Zeytinyağı ve pirina yağının başlıca yağ asitleri bileşimi .....	32
6.4. Bitkisel yağ kaynaklarının yağ asidi kompozisyonları.....	32
7.1. Üç farklı bölgeden alınan pirina örneklerin besinsel kompozisyonu .....	35
7.2. Alkali ön uygulamasının ham pirinanın kimyasal kompozisyonu üzerine etkisi.....	36
7.3. Kuru ağırlıkta ham pirinanın ve fermente pirinanın kimyasal kompozisyonu.....	36





## 1. GİRİŞ

Dünyadaki su ürünleri yetiştiriciliğinin hızla artışı ve alternatif bir besin kaynağı olarak değerlendirilmesine paralel olarak, özellikle son yıllarda ülkemizde de bu alanda önemli gelişmeler gözlenmektedir. Teknolojik gelişmelerin yanı sıra yetiştiriciliği yapılan türün en kısa sürede pazarlama ağırlığına getirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu da besleme, dolayısıyla canlının optimum gelişimi için besin maddelerinin uygun şekilde bir araya getirilmesiyle gerçekleştirilebilir (Hoşsu vd., 2001).

Su ürünleri yetiştiriciliğinde toplam maliyetin % 60 – 70'ini yem ve yemleme giderleri oluşturduğuna göre bu yönde yapılacak bir takım düzenlemelerle belirgin ölçülerde tasarruf sağlanabilmesi mümkündür. Son yıllarda yem maliyetini düşürebilmek için önemli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmaların amacı, daha ucuz ve kaliteli yem yapmak, sonuç olarak da balıkları kontrollü olarak en kısa sürede pazara sunmaktır.

Balıkların yem karmalarında kullanılan protein kaynakları tüm bu nedenlere dayalı olarak değişik tür ve özellikte olmak zorundadır. Bu bakımdan balık yemlerinde farklı yöntemlerle elde edilen değişik türde küspeler, proteince zengin diğer endüstri yan ürünleri, hayvansal yemler özellikle balık unu gibi çeşitli protein kaynaklarından yararlanılmaktadır. Ancak bunlar içerisinde balık unu, soya küspesi gibi bazı yem hammaddelerinin hem yurt dışından getirilmesi hem de oransal olarak daha pahalı olmaları nedeniyle yem maliyetinde her zaman büyük sorun teşkil ederler. Bu nedenle hazırlanan yem karmalarında balık unu

miktarını mümkün olabildiğince alt düzeye indirebilmek için çeşitli olanaklardan yararlanılmaya çalışılmaktadır (FAO, 1978).

Özellikle balık unu ve soya küspesi, balık yemleri içerisinde en çok kullanılan protein kaynaklarıdır. Bunların büyük bir kısmı yurt dışından getirilmektedir ve maliyetleri yüksektir. Bunun yanı sıra dünyadaki balık unu stoklarının azaldığı da bilinen bir gerçektir. Bu nedenle hazırlanan yem karmalarında balık unu miktarını en alt düzeye indirebilmek için “alternatif protein kaynakları”nın kullanımı konusunda çalışmalar yapılmaktadır.

Balıkların yemlerinde kullanılan yağ kaynakları besiyeye alınan türün büyüme performansı, yem dönüşümü ve proteinden faydalanma oranını arttırmaktadır. Balık yemlerinde kullanılan en önemli yağ kaynağı balık yağıdır (Eroldoğan vd., 2008). Balık yemlerinde, esansiyel besin maddelerini dengeleyebilmek için yüksek oranlarda balık unu ve yağının kullanılması zorunludur (Akpınar, 1999). Yağlar, diğer organik bileşiklere göre çok daha fazla enerji vermektedirler ve yemin lezzetini arttırmaktadırlar. Doğal şartlarda karnivor tür balıkların yemlerinde kuru ağırlıkta %50 protein, %50 diğer besin maddeleri oluşturmaktadır ve bununda %6-16'sı yağdır (Hoşsu vd., 2001). Buda yemin içerisindeki yağın önemini arttırmakta, maliyetini ve bulunabilirliğini önemli derecede etkilemektedir.

Bu bağlamda, balık unu ve yağın yüksek oranlardaki kullanımı yemlerin fiyatını arttırmakla birlikte ihtiyacı karşılayacak yeterlilikte üretilmemesi, alternatif yem hammaddelerinin önemini arttırmakta, balık yağı yerine kullanılabilecek diğer yağların araştırılmasını ve bu konu ile ilgili çalışmalar yapılmasını zorunlu hale getirmektedir. Bunların başında, balık yağı üretimi bakımından daha dengeli ve daha ucuz

bitkisel yağ kaynakları (soya, ayçiçeği, kanola yağı ve pamuk tohumu yağı) gelmektedir. (Eroldoğan vd., 2008). Deniz balıklarının beslenmesinde kullanılmak üzere, balık yağına alternatif olabilecek bitkisel yağ kaynakları, balığın ihtiyacı olan linoleik ve linolenik yağ asitlerince zengin olmalıdır. Aynı zamanda kullanılacak yağın insan tüketiminden çok daha fazla üretimi söz konusu olması ve fiyat aralığının balık yağı fiyatlarına yakın, hatta daha az olması gerekmektedir (Akpınar, 1999).

Ülkemizin sahip olduğu doğal zenginliklerin neticesinde pek çok canlı türünün yetişmesine olanak sağlanmaktadır. Ancak ülkemizde üretilen bitkisel ve hayvansal kökenli ürünlerin veya bunların yan ürünlerinin her zaman değerlendirilmesi mümkün olamamaktadır.

Bu noktadan yola çıkılarak, dünyadaki üretiminin %6'sına sahip olduğumuz zeytinin işlenmesi sonucu elde edilen pirina ve pirina yağının alternatif bir hammadde olup olamayacağı konusu araştırılmıştır.

## 2. MATERYAL

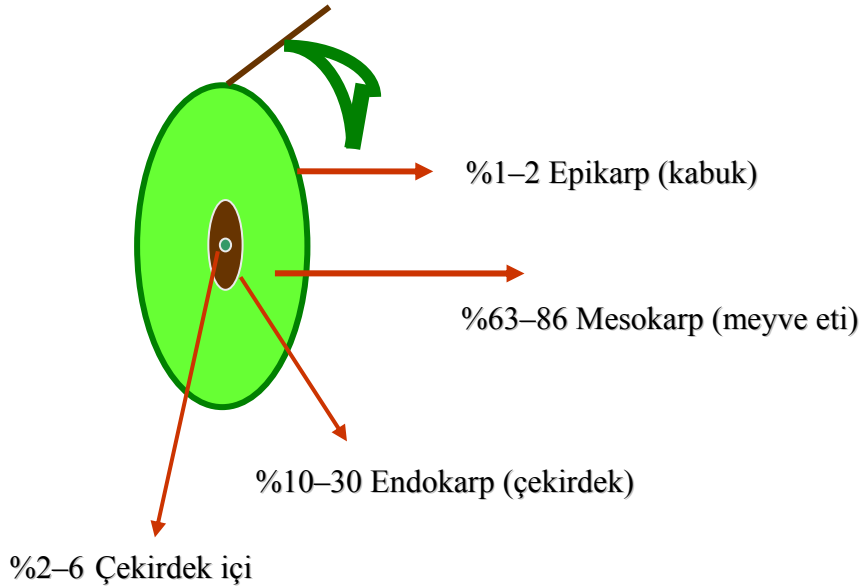
Bu çalışmada su ürünleri yetiştiriciliğinde toplam maliyetin % 60-70'ini oluşturan yem giderlerinin düşürülmesi amacıyla yerel, bulunabilirliği yüksek ve maliyeti düşük yeni bir hammaddenin yem sanayine kazandırılarak ülke ekonomisine katma değer sağlaması öngörülmüştür. Zeytinyağı üretim prosesi esnasında yan ürün olarak açığa çıkan pirina ve pirina yağının alternatif yem hammaddesi olarak kullanılabilmesi düşünülmektedir. Bu bağlamda çalışmada materyal olarak zeytin, zeytinyağı, pirina, pirina yağı, balık unu, balık yağı ve balık ele alınmıştır.

Zeytin ağaçları genellikle eğimli, kireçli ve zayıf topraklarda, sulanmayan yerlerde yetiştiği için, Türkiye büyük bir zeytin üretim potansiyeline sahiptir. Sulanabilen alanlarda dekara 20–30 ağaç dikilmektedir. Verim; zeytinliğin yaşına, sulanma durumuna ve yıla göre değişiklik göstermektedir. Zeytin meyvesinin besi dokusu bol miktarda yağ içermektedir (Öksüz, 1998).

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 (Ulaş, 2001).

Oval şeklinde olan zeytin meyvesi perikarp (etli kısım) ve endokarptan (çekirdek) oluşmuştur. Perikarp ise epikarp (kabuk) ve mezokarptan (etli kısım) meydana gelmiştir. Meyve eti meyvenin yaklaşık % 68-83'ünü, çekirdek % 13-30'unu, meyve kabuğu %1-2'sini teşkil etmektedir. Zeytinde bulunan yağın önemli bir kısmı mesokarp

kısımında, mevcut suyla kısmi emülsiyon halinde bulunur. Meyvedeki su oranı % 70'lere kadar çıkabilse de genellikle % 50 civarındadır. Bunun yanında meyvede % 1,6 protein, % 20 yağ, % 20 karbonhidrat, % 5–6 selüloz, % 1,5 kül bulunmaktadır (Boskou, 1996). Zeytin meyvesinin yağı çıkarıldıktan sonra geriye kalan ve “pirina” olarak adlandırılan küspe; gübre ve hayvan yemi şeklinde değerlendirilmektedir (Öksüz, 1998).



**Şekil 2.1.** Zeytin meyvesi (Gümüşkesen, 1999).

Zeytin Yağı % 13 – 30 yağ taşıyan meyvelerden temel olarak aşağıdaki kademelerden geçilerek elde edilir. Yağ verimi açısından Dünya ortalaması % 19 – 20 civarındadır.

- a) Meyveler temizlenir (TEMİZLEME).
- b) Tüm meyve (çekirdek ile birlikte) ezilerek hamur elde edilir (EZME).
- c) Yağ verimini arttırmak için karıştırılır (KARIŞTIRMA)
- d) Hamur kitlesi sıkılarak yağ ve su etenden (pulpa) ayrılır (PRESLEME)
- e) Yağ ve su birbirinden ayrılır (DEKANTASYON)
- f) Yağ temizlenir (RAFİNASYON)

Bu proses sırasında zeytin hamurunun preslenmesinden sonra geriye kalan katı atık pirina olarak adlandırılır. Pirinanın kurutulması ve solvent bazlı çözücülerle ekstrakte edilmesiyle elde edilen yağa da pirina yağı adı verilmektedir.

Pirina ve pirina yağının elde ediliş yöntemleri ve besinsel içerikleri ile balık yemlerinde en çok kullanılan hammaddeler olan balık unu ve balık yağının yerine geçip geçemeyecekleri ilgili literatürlerle desteklenerek çalışma içerisinde yer almıştır.

### **3. YÖNTEM**

Balık yemlerinde pirina ve pirina yağı kullanımına ilişkin olarak bugüne dek yapılmış araştırmaların literatürleri derlenmiş ve çalışma içerisinde detaylı olarak yer verilmiştir.

## **4. ZEYTİN ÜRETİMİ**

### **4.1. Türkiye’de Zeytin Üretimi**

Türkiye’deki zeytinlik alanlar 595,000 ha olup; toplam tarım alanlarının %2’sini, bağ ve bahçe alanlarının ise %22’sini oluşturmaktadır. Zeytinliklerin yaklaşık %75’i dağlık arazilerde yer almaktadır. Bu nedenle zeytin ağaçlarının ancak %8’i sulanmaktadır. Sulanan zeytinliklerin çoğunda sofralık zeytin üretimi hakimdir. (Gümüşkesen, 1999).

Zeytin Türkiye’de özellikle Ege, Marmara, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu (Nizip, Gaziantep) Bölgeleri’nde yetiştirilmektedir. Marmara Bölgesi daha çok salamura çeşitlerinin yetiştirildiği bir bölge olup üretiminin % 80’ini Gemlik çeşidi oluşturur. Ege Bölgesi ise Türkiye zeytin üretiminin yaklaşık % 70’ini karşılamaktadır ve bu bölgede yağlık çeşitler yaygındır. En yaygın çeşitler ise Ayvalık ve Memecik’tir. Akdeniz Bölgesi’nde ise daha çok yağlık çeşit yetiştirilmesine rağmen üretim oldukça düşüktür. Güney Anadolu’da Gaziantep-Nizip bölgesinde bazı yağlık çeşitler yetiştirilmektedir. (Tekin, 2004).

### **4.2. Dünya Zeytin Üretimi ve Türkiye’nin Bu Üretimdeki Payı**

Dünya’da 37 ülkede zeytin üretimi yapılmakta olup, 9.8 milyon hektar olan dünya zeytin üretim alanlarının %95’i Akdeniz Bölgesi’nde yer almaktadır. Yaklaşık 13 milyon ton olan dünya zeytin üretiminin %86’sı, Türkiye’nin de aralarında bulunduğu 6 Akdeniz ülkesinde yoğunlaşmıştır. Dünya zeytin üretiminin yaklaşık % 97’sini karşılayan



Akdeniz havzası ülkelerinin başında İtalya, İspanya, Yunanistan, Türkiye, Tunus, Portekiz ve Fas gelmektedir. İspanya dünyada en fazla zeytin alanına sahip ülke durumundadır (Çizelge 4.1). FAO kaynaklarına göre 2004 yılı Dünya zeytin üretimi 15.340.488 ton olup, ülkemizde ise 1.800.000 ton'dur (Çizelge 4.2). Dünya zeytin üretimi bakımından Türkiye, % 10,7'lik bir payla 4. sırayı almaktadır (Bozdoğan, 2002).

Ülkemizde zeytin üretiminin hala ilkel yöntemlerle yapılması nedeniyle üründe büyük zararlar oluşmakta ve kalitesi düşmektedir. Bu nedenle Avrupa ülkelerine olan zeytin dış satımımız yok denecek kadar azdır. Bu ülkeler zeytin gereksinimini daha çok diğer Akdeniz ülkelerinden sağlama yoluna gitmektedir. Türkiye ise ihracatının büyük çoğunluğunu Doğu Bloğu ülkelerine gerçekleştirmektedir (Öksüz, 1998). Ülkemizin zeytin dışsatım - dışalımını diğer ülkelere göre çok azdır (Çizelge 4.3, Çizelge 4.4). Bunun nedeni son yıllarda zeytin ağaçlarının sökülerek değişik bitkilerin ekilmesinden ve zeytinin geleneksel hasat yöntemleri kullanılarak hasat edilmesi sonucunda ağaçta meydana gelen zarardan kaynaklanabilmektedir.

**Çizelge 4.1.** Dünya zeytin alanlarının ülkelere göre dağılımı  
(FAO, 2004).

Alan(Ha)	Yıllar				
	2000	2001	2002	2003	2004
<b>Yunanistan</b>	765.151	767.144	765.000	765.000	765.000
<b>İtalya</b>	1.136.627	1.142.579	1.140.546	1.140.685	1.140.685
<b>İspanya</b>	2.300.000	2.400.000	2.300.000	2.400.000	2.400.000
<b>Tunus</b>	1.387.240	1.377.700	1.377.700	1.500.000	1.500.000
<b>Türkiye</b>	594.072	599.400	594.000	597.000	597.000

**Çizelge 4.2.** Dünya zeytin üretiminin ülkelere göre dağılımı  
(FAO, 2004).

Üretim(ton)	Yıllar				
	2000	2001	2002	2003	2004
<b>Yunanistan</b>	2.273.836	2.249.430	2.573.835	2.050.260	2.300.000
<b>İtalya</b>	2.821.000	2.894.047	3.231.300	3.149.830	3.149.830
<b>İspanya</b>	4.943.800	6.762.600	4.290.700	7.290.900	4.556.000
<b>Tunus</b>	550.000	150.000	350.000	500.000	350.000
<b>Türkiye</b>	1.800.000	600.000	1.800.000	900.000	1.800.000

**Çizelge 4.3.** Bazı ülkelerde zeytinin yıllara göre dış alım durumu  
(FAO, 2004).

Zeytin Dış alım- Miktar (1000 ton)	Yıllar					
	1998	1999	2000	2001	2002	2003
<b>Yunanistan</b>	72	70	66	14	62	22
<b>İtalya</b>	2415	2039	2146	2058	2162	2947
<b>İspanya</b>	120	115	304	150	89	75
<b>Tunus</b>	3	2	0	0	0	0
<b>Türkiye</b>	2	0	0	0	0	0

**Çizelge 4.4.** Bazı ülkelerde zeytinin yıllara göre dış satım durumu  
(FAO,2004).

<b>Zeytin</b>	<b>Yıllar</b>					
<b>Dış alım- Miktar (1000 ton)</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
<b>Yunanistan</b>	10137	8455	8968	7664	9813	7263
<b>İtalya</b>	416	576	719	835	687	649
<b>İspanya</b>	7.069	5018	5054	6992	793	5978
<b>Tunus</b>	240	34	0	0	0	0
<b>Türkiye</b>	81	12	0	91	10	42

## **5. ZEYTİNYAĞI ÜRETİM AŞAMALARI**

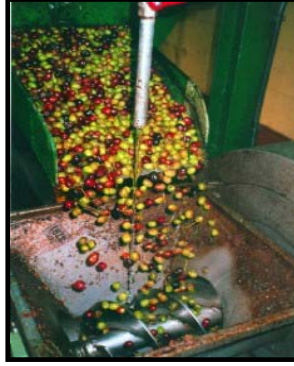
### **5.1. Ön İşlemler**

Zeytinden yağ ekstraksiyonuna uygun reolojiye sahip bir hamur elde edilmesi amacıyla uygulanır. Bu işlemler temizleme, zeytinlerin kırılması ve malaksiyondur (Gümüşkesen, 1999).

#### **5.1.1. Temizleme ve yıkama**

İklim koşullarına ve zeytin toplama yöntemine bağlı olarak yabancı madde miktarının %15 değerine kadar ulaştığı bilinmektedir (Gümüşkesen, 1999).

Temizleme aşamasında, zeytinlerde bulunabilecek yaprak ve dal parçaları işlemden sonra yağda acı tat oluşturacağından ve yapraklardaki klorofil ışık bulunan ortamlarda fotooksidasyona neden olacağından ayrılmalıdır (Kiritsakis, 1998). Bir dizi yıkama işleminde temizlenen meyvelerin yüzeyindeki fazla suyun uzaklaştırılması, daha sonraki işlem basamaklarında emülsiyon oluşumunun engellenmesi bakımından önemlidir (Gümüşkesen, 1999).



**Şekil 5.1.** Zeytinlerin temizlenmesi (Gümüşkesen, 1999).

Zeytinin fazla miktarda yaprak içermesi, özellikle metal kırıcıların kullanılması durumunda; yağın yeşil renginin artmasına, duyuşal açıdan da istenmeyen sonuçların oluşmasına neden olmaktadır (Gümüşkesen, 1999).

Yapılan bir çalışmada; zeytinin yaprakla beraber işlenmesinin yağın toplam fenolik madde içeriği ve oksidatif stabilitesi üzerinde etkili olmadığı belirtilmektedir. (DiGiovacchini et. al., 2002).

### **5.1.2. Zeytinlerin Kırılması**

Yıkamadan sonra zeytin meyveleri kırma ünitelerine gönderilirler. Bu aşama zeytin işlemenin en önemli aşamalarından biridir ve amaç hücre çeperlerini parçalayarak yağın vakuollerden ayrılmasını sağlamaktır. Kırma sırasında mikroskopik halde bulunan yağ damlacıkları daha büyük yağ damlalarına dönüştürülür. Bu amaçla klasik ve kesikli sistemlerde granitten yapılan taş değirmenler, sürekli sistemlerde ise otomasyona elverişlilikleri nedeniyle metal kırıcılar kullanılmaktadır (Kiritsakis, 1998).



**Şekil 5.2.** Taş değirmen (Gümüşkesen, 1999).

Zeytinyağının kalitesi üzerine kırma metodunun etkisini belirlemek için yapılan çalışmalarda, taş kırıcıların veya metal kırıcıların serbest yağ asitliği, peroksit değeri, UV bölgede spektrofotometrik absorpsiyon değerleri ve duyusal değerlendirme gibi özelliklere bir etkisinin olmadığı görülmüştür (Angerosa and Giacinto, 1995; Alloggio et al., 1996).



Şekil 5.3. Metal kırıcılar (Gümüşkesen, 1999).

Fakat kırma metodunun yağların toplam fenol içeriği üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Çok sert metal kırıcıların kullanılması ile elde edilen yağların toplam fenol içeriği, taş kırıcıların kullanılması ile elde edilen yağların toplam fenol içeriğine kıyasla daha yüksektir. Bu durum zeytin etinin tamamen kırılması dolayısıyla zeytin etinin farklı hücrel dokularına bağlı fenolik maddelerinin yüksek oranda salınmasıyla açıklanmaktadır. Böylece zeytin ezmesinde fenolik maddelerin konsantrasyonu artmaktadır (Ranalli, 1989; Angerosa and Salinas, 1990). Kırma metodu, sızma zeytinyağının uçucu bileşik içeriğini de etkilemektedir. Bıçaklı kırıcılar ile elde edilen yağlardaki 1-hekzanal ve trans 2-hekzanal gibi altı karbonlu aldehitler ve bunların hekzil asetat, 3-hekzenil-asetat ve cis-4-hekzenil asetat gibi bazı esterlerinin konsantrasyonu, çekiçli kırıcılara nazaran oldukça yüksek bulunmuştur (Angerosa and Giacinto, 1995).

### 5.1.3. Zeytinlerin yoğurulması

Zeytin meyvesi kırıldıktan sonra elde edilen ezme yoğurulur. Yoğurma işleminin amacı; devamlı bir faz oluşturacak şekilde yağ damlacıklarının birleşerek büyük damlalar oluşturmasını kolaylaştırmak ve yağ/su emülsiyonunu kırarak yağın serbest hale gelmesini sağlamaktır. Başka bir deyişle; zeytin hamurunun homojenleştirilmesi ve yağ globüllerinin birleşerek elde edilen hamurun bir sonraki sıvı-katı faz ayrımı işlemine hazırlanmasıdır (Gümüşkesen, 1999). Kırma aşamasında en iyi kırma işlemi uygulansa bile damlacıkların sadece % 40-45'inin çapı 30µ ve üzerinde elde edilir. Fakat bu oran yoğurmadan sonra % 80'in üzerine çıkmaktadır (Moreno et al., 1957).

Yoğurmada genellikle silindirik bir mil etrafında bıçak bulunan karıştırıcılar kullanılır. Yoğurma ezmenin çeşidine bağlı olmakla birlikte oldukça yavaştır (19–20 rpm). Süre ise olgun zeytinler kullanıldığında 20–30 dk'dır. Yoğurma işleminde optimum sonuç alabilmek için ezmenin sıcaklığı ve yoğurma süresi kontrol edilmelidir (Kiritsakis, 1998). Yapılan bir çalışmada malaksiyon süresinin ve sıcaklığının artması ile zeytinyağı ekstraksiyon veriminin arttığı belirlenmiştir (Di Giovacchino and Mascolo, 1988). Yapılan çalışmalarda malaksiyonun zeytinyağının serbest asitlik, peroksit değeri, UV bölgede spektrofotometrik absorpsiyon değerleri ile duyusal değerlendirme gibi kalite parametrelerini değiştirmedeği görülmüştür (Di Giovacchino et al., 2002). Fakat malaksiyon süresinin uzaması toplam fenol içeriğinde bir azalma meydana getirmektedir. Ancak bu azalma oranının % 10-20'yi geçmediği belirtilmektedir (DiGiovacchino, 1988, 1991, 2002). Malaksiyon süresinin uzaması aynı zamanda toplam uçucu bileşiklerde artışa neden olmaktadır (Angerosa et al., 2001). Verimi artırabilmek için yardımcı katkı maddelerinin zeytin



hamuruna eklenmesi, zeytinin yoğrulması aşamasında gerçekleştirilmektedir. Endüstriyel zeytinyağı işleme tesislerinde yağ verimi % 70-80'lere kadar düşmektedir. Bunun nedeni stoplazmanın kolloidal hücrelerinde yağın hapsedilmesi veya karasu ile yağın emülsiyon oluşturmasıdır. Bu gibi durumlarda talk pudrası ve çeşitli pektolitik ya da selülitik özellik gösteren enzim preparatları kullanılarak zeytin ezmesindeki serbest yağ miktarı artırılmaktadır (Di Giovacchino et al., 2002).

## **5.2. Yağ ve Karasuyun Katı Fazdan Ekstraksiyonu**

Zeytin hamurundan sıvı fazı oluşturan yağ ve karasu karışımının ekstraksiyonunda presleme, santrifüjleme ya da seçici filtrasyon (perkolasyon) olarak adlandırılan sistemler kullanılmaktadır (Gümüskesen, 1999).

### **5.2.1. Klasik presleme**

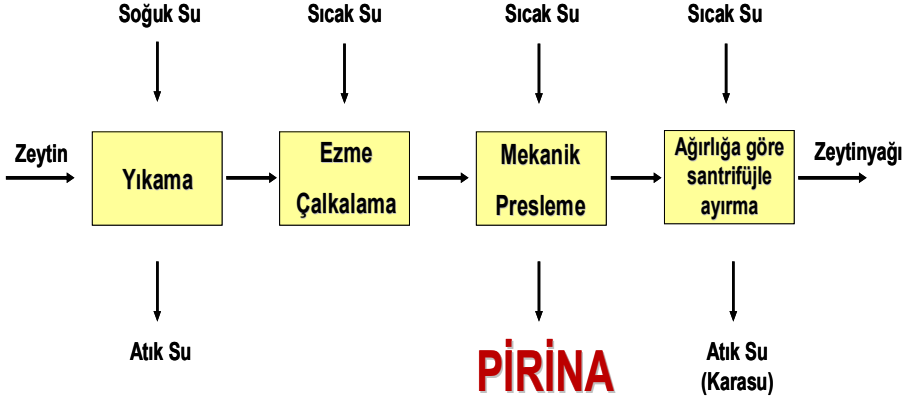
Presleme zeytinden yağ eldesinde kullanılan en eski ve en yaygın metottur. Bu teknik yıllar boyu değişmiş ve günümüzde daha güçlü ve güvenilir makineler kullanılmaya başlanmıştır. Önceleri insan ve hayvan gücüyle çalıştırılan presler, hidrolik preslerin keşfinden sonra otomatik hale gelmiştir.

Presleme işleminde kırılmış ve yoğrulmuş zeytin ezmesi torbalara 2–3 cm kalınlığında ve düzgün bir şekilde yerleştirilir. Daha sonra torbalar yükleme ünitesi yardımıyla prese yüklenir. Daha stabil bir yükleme 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 (Kiritsakis, 1998).



Şekil 5.4. Presleme Üniteleri (Gümüşkesen, 1999).

Hidrolik presler, presleme ve pompa ünitelerinden oluşmuşlardır. Presin yüksekliği genelde 2.15 m olup, 145 diskli bir presin presleyebileceği zeytin hamurunun miktarı 20000 kg/gün'dür. Piston çapı 35–40 cm olan modern preslerde uygulanabilen basınç 350–400 kg/cm<sup>2</sup>, enerji gereksinimleri 1,5–2,0 kW'tır (Gümüşkesen, 1999). Fakat daha düşük basınçlarda daha kaliteli yağ elde edildiği belirlenmiştir (Kiritsakis, 1998). Yapılan bir çalışmada preslemeyi etkileyen faktörler; zeytin çekirdeğinin miktarına bağlı olarak pres torbalarının filtrasyon kabiliyeti, zeytin ezmesindeki koloidal bileşiklerin dağılım oranı ve konsantrasyonu, su içeriği, partiküllerin boyut ve şekilleri, zeytinyağının fiziksel özellikleri ve sıcaklık olarak belirlenmiştir (Petruccioli, 1975; Moreno, 1975) Hidrolik presler; düşük yatırım maliyetleri, basit makine gereksinimleri, düşük enerji tüketimleri, az miktarda karasu üretmeleri, pirinada düşük nem ve yağ bırakmaları sebepleriyle tercih edilmektedir. Fakat işlemin kesikli olması, torba kontaminasyonunun söz konusu olması, işçilik maliyetlerinin yüksek olması gibi dezavantajları da bulunmaktadır (Di Giovacchino, 1989, Kiritsakis, 1991).



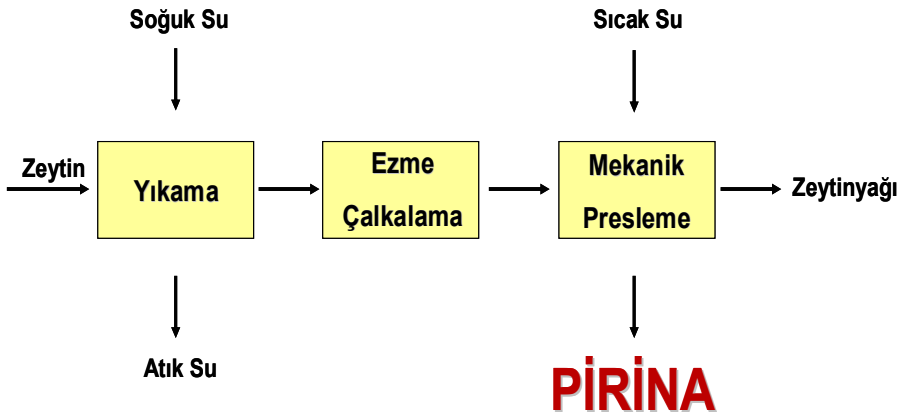
Şekil 5.5. Klasik presleme yöntemi (Aragon, and Jose, 2000).

### 5.2.2. Santrifüjleme

Santrifüjleme; yağ, su ve çözünmeyen katıların yoğunluk farkından yararlanarak, ayırım yapma prensibine dayanan bir zeytinyağı işleme yöntemidir. Ayırım daha çok yatık santrifüjlerde gerçekleştirilir. Bu yöntemle mikrojeller içindeki hapsedilmiş yağı santrifüjle alabilmek için zeytin hamuruna su ilave edilir. Su kullanıldığı için de önemli oranda fenolik madde kaybı söz konusudur. Su sıvı fazda fenollerin konsantrasyonunu azaltmaktadır (Welsh and Williams, 1989; Di Giovacchino et. al., 1994; Bianchi, 1999). Bu sistemin bir başka dezavantajı ise yüksek miktarda üretilen atık suyun çevre kirliliği sorunu yaratmasıdır (Kiritsakis, 1998).

### 5.2.2.1. İki fazlı sistemler

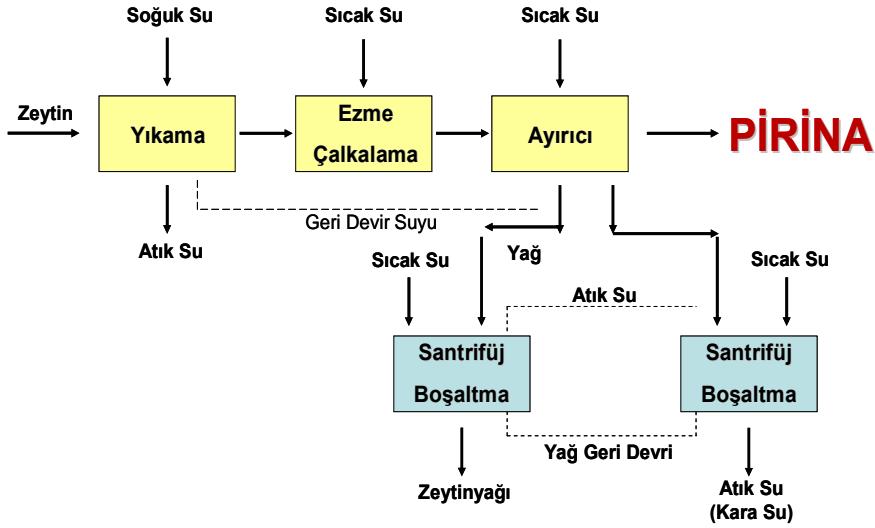
Bu yöntemde, dekantörlü değirmene zeytin ile birlikte yalnız işletme suyu verilmektedir. Ayrıca atık su çıkışı bulunmamaktadır. Ancak bu sistemde oluşan ham pirina çok sulu, pastöz kıvamdadır.



Şekil 5.6. İki fazlı dekantör yöntemine göre işletilen fabrikaların ve ham pirina işleme tesislerinin akım şeması (Aragon, and Jose, 2000).

### 5.2.2.2. Üç fazlı sistemler

Bu yöntemde, dekantörlü değirmene zeytin ile birlikte işletme suyu verilmektedir. Ayrıca dekantöre de yıkama suyu verilerek yağın posasız olarak çıkması sağlanmaktadır.

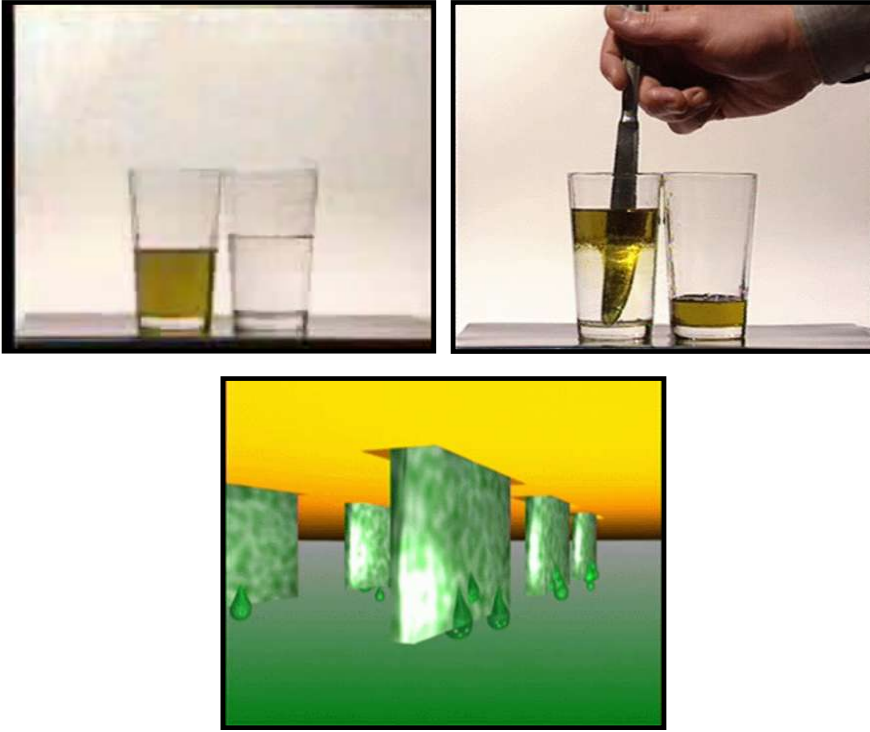


Şekil 5.7. Üç fazlı dekantör yöntemine göre işletilen fabrikaların ve ham pirina işleme tesislerinin akım şeması (Aragon, and Jose, 2000).

Zeytin ezmesine ilave edilen suyun miktarını azaltmak ve karasu miktarını düşürmek için iki fazlı sistemler geliştirilmiştir. Bunlardan biri İspanya’da yaygın olarak kullanılan iki fazlı santrifüj dekantör (integral tipi) tipidir ve zeytin ezmesine su ilave edilmeden yağ ve pirinayı ayırmaktadır. İki fazlı ve yarı santrifüj dekantör tipli olan sistem İtalya’da yaygındır ve her 100 kg zeytin ezmesi başına 0–30 L ılık su ilave edilmekte; yağ, pirina (%55–60 nemli) ve karasu (5–30 L/100 kg zeytin) elde edilmektedir (Di Giovacchino et. al., 2002).

### 5.2.3. Seçici filtrasyon (Perkolasyon)

Zeytin hamurunun içersine daldırılan çelik plaka yüzeyinin, sıvı fazlar arasındaki (yağ ve karasu ) yüzey gerilimi farkı nedeniyle yağ fazıyla kaplanması esasına dayanmaktadır.



Şekil 5.8. Perkolasyon sistemi (Gümüşkesen, 1999).

Perkolasyon sisteminde yağ verimi çok düşük olup pirinada kalan yağ oranı yüksektir (%8–12). Bu nedenle perkolasyon yöntemi genel olarak santrifüjleme sistemiyle beraber kullanılmaktadır.

### **5.3. Yağ ve Karasuyun Birbirinden Ayrılması**

Değişik sistemlerden elde edilen yağ-karasu karışımındaki karasuyun, zeytinyağı üretiminde son işlem basamağı olan ayırma işlemi ile yağdan uzaklaştırılması gerekmektedir. Bu amaçla dekantasyonla ayırma ve santrifüjle ayırma yöntemleri kullanılmaktadır.

#### **5.3.1. Dekantasyonla ayırma**

Doğal dekantasyonda ayırma işleminin çok uzun sürede gerçekleşmesi, yağ ve karasuyun çok uzun süre ve oksidasyona açık bir ortamda temas etmesi, yağın kalitesinin düşmesine neden olmaktadır. Bu sebeple 1900'lü yılların ilk yarısından itibaren yağ-karasu karışımındaki yağın kısa sürede karasudan ayrılarak enzimatik ve oksidatif bozulmaların önlenmesi ile çok daha kaliteli yağ elde edilmesinin mümkün olabildiği santrifüj sistemlerinin geliştirilmesi amacıyla çalışmalar başlamıştır.

#### **5.3.2. Santrifüjleme ile ayırma**

Santrifüjleme ile ayırma işleminde kullanılan aletin çalışma ilkesi, santrifüj kuvvetin etkisi ile yoğunlukları farklı olan zeytinyağı ile karasuyun birbirinden ayrılmasıdır. Etkin bir ayırmada yağda kalan su miktarının % 0,5 değerinin altında olması gerekmektedir (Gümüskesen, 1999).

**Çizelge 5.1.** Üç farklı zeytin işleme tekniğinde oluşan ürün ve atık miktarları (Aragon and Jose, 2000).

İŞLEME TEKNİĞİ	GİRDİ	GİRDİ MİKTARLARI	ÇIKTILAR	ÇIKTI MİKTARLARI
<b>Klasik Presleme</b>	Zeytin İşleme Suyu Enerji	1000 kg 0.1-0.2 m <sup>3</sup> 40-63 kWh	Zeytin Yağı Katı Atık (ort. %25 su+%6 yağ) Pirina Yağı Yağı Alınmış Pirina	Ort. 200 kg Ort. 400 kg Ort. 600 kg 24 kg 350 kg
<b>Üç Fazlı Dekantör Sistemi</b>	Zeytin İşleme Suyu Yıkama Suyu Enerji	1000 kg 0.1-0.2 m <sup>3</sup> 0.5-1 m <sup>3</sup> 90-117 kWh	Zeytin Yağı Katı Atık (ort. %50 su+%4 yağ) Atık Su (ort. %94 su+%1 yağ) Kirlili Zeytin Yağı Pirina Yağı Yağı Alınmış Pirina	Ort. 200 kg Ort. 500-600 kg Ort. 1000-1200 kg Ort. 10 kg 10+30 kg 350 kg
<b>İki Fazlı Dekantör Sistemi</b>	Zeytin İşleme Suyu Enerji	1000 kg 0.1-0.2 m <sup>3</sup> <90-117 kWh	Zeytin Yağı Katı Atık (ort. %65 su+%3 yağ) Pirina Yağı Yağı Alınmış Pirina	200 kg 900-1000 kg 30 kg 350 kg



## **6. ZEYTİNYAĞI YAN ÜRÜNLERİ**

### **6.1. Karasu**

Zeytinlerin yağa işlenmesinden elde edilen koyu kırmızı renkli, organik ve mineral maddeler bakımından zengin asidik nitelikte, miktarı kullanılan yağ çıkarma sistemine bağlı olarak değişen sıvı alt üründür.

İçeriğinde % 83-96 su, % 3,5-15 Organik Maddeler ve % 0,2-2,0 Mineral Tuzlar bulunmaktadır. Karasudan arındırılan zeytinyağı, bir miktar tortu oluşturan madde ve su içermektedir. Bu maddeler zeytinyağının depolanması sırasında kaliteyi olumsuz etkileyerek yağ asitliğinde yükselmeye neden olmaktadır. Bu nedenle zeytinyağının filtre edilerek içindeki yabancı maddelerden arındırılması gerekmektedir. Bu amaçla genellikle pamuklu filtreler yaygın olarak kullanılmaktadır (Gümüşkesen, 1999).

### **6.2. Pirina**

Zeytinyağı fabrikalarında zeytinlerin sıkılmasından sonra arta kalan zeytin küspesine pirina denmektedir (Tunalıoğlu, 1995). Taze ve işlenmiş pirinanın ortalama bileşimi aşağıdaki gibidir:

**Çizelge 6.1.** Taze ve işlenmiş pirinanın ortalama bileşimi (Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, 2006).

	<b>Taze Pirina</b>	<b>İşlenmiş Pirina</b>
<b>Yağ</b>	6.0 – 9.0	0.1 – 0.3
<b>Çekirdek</b>	42 – 54	9.0 – 11
<b>Kabuk</b>	10 – 11	20 – 22
<b>Hamur</b>	21 – 33	10 – 15

100 kg zeytinden ortalama 15–22 kg zeytinyağı, 35–45 kg pirina, 100 kg pirinadan ortalama 6–7,5 kg pirina yağı ve 60–70 kg kuru pirina elde edilmektedir.

Pirinada enzimler nedeni ile serbest asitlik zaman içerisinde hızla yükselmektedir. Yağ asitliğindeki bu artışı önlemek için pirina kurutulmak üzere mümkün olan en kısa zamanda, mümkünse elde edildiği gün pirina fabrikalarına gönderilmelidir. Kurutma işlemi enzim faaliyetlerini durdurur ve pirinadan yağın çözgenle alınmasını kolaylaştırır (Zeytincilik Araştırma Enstitüsü, 2006).



**Şekil 6.1.** Pirina (Kırkağaç Zeytinyağı, 2005).

### **6.2.1. Pirinanın kurutulması**

Pirina kurutma makinesinin çalışma prensibi:

1. Yaş pirina besleme haznesinden verilir.
2. Helezon ile pirina, kurutma haznesine iletilir.
3. Dış ortamdan taze hava alınır ve bir brülör ile hava ısıtılır. Havanın ısınması için yakıt olarak doğalgaz, elektrik, LPG, motorin, fuel-oil gibi yakıtlar kullanılabilir.
4. Kurutma haznesinde hareket halinde bulunan ürün brülör ile ısıtılan sıcak hava ile temas eder. Bu temas sonucunda ürünün üzerindeki nem çok kısa bir sürede alınır.
5. Kuru hale gelen ürün aspiratör vasıtası ile çekilerek siklona iletilir. Burada aspiratörün giriş hava debisi ve basıncı çok önemlidir ve ürüne göre doğru olarak seçilmek zorundadır.

6. Siklona iletilen sulu ürün bu kısımda düşürülerek siklonun altından alınabilir.

7. Nemli hava aspiratör vasıtası ile dışarıya atılır. Dışarıya atılan nemli sıcak havadan daha etkin faydalanmak için takviye sistemler kurulabilir. (DAZB, 2008)

Pirinanın nakli sırasında zorluklar yaşanabileceği düşünülerek, sıkma tesisleri büyük kapasiteli olacak şekilde kurulmalı veya yukarıda da söz edildiği üzere birkaç sürekli sistemin birleştirilmesi sağlanarak bu kapasitelere uygun ikinci ekstraksiyon tesisi ilave edilmelidir.

Türkiye zeytinyağı sektöründe yaklaşık 20 pirina tesisi mevcuttur. Bunların kapasiteleri 1,500 ton/gün'dür. Bu tesislerin çalışma durumları ve kapasite kullanımları ürünün var-yok yılı olmasına göre değişmektedir. Tesislerin büyük bir çoğunluğu solvent metodu ile çalışmakta olup eski teknolojiye sahiptir. Bu nedenle verimli ve kaliteli bir üretim sağlanamamaktadır.

Yan ürünlerin uygun, ekonomik ve verimli bir şekilde değerlendirilmemesi de sektörün gelişiminde olumsuz etkisi olan diğer bir kriterdir. Modern zeytinyağı teknolojisinde geliştirilen ve günümüzde özellikle İspanya ve İtalya'da gittikçe yaygınlaşmakta olan en son uygulama, entegre tesis olmuştur. Bu tesislerde normal sürekli işleme sonucu elde edilen ve % 5-6 oranında yağ içeren pirina, ikinci ekstraksiyona tabi tutularak, pirinada kalan yağın önemli bir kısmı alınmaktadır. Elde edilen kuru pirina da yakıt olarak kullanılmaktadır. Ancak ülkemizde pirinanın yakıt olarak kullanılmasında problem vardır. Yağı alınmış ve % 20 neme kadar kurutulmuş pirina, diğer zeytinci ülkelerde ikinci kalite linyit kömürüne eşdeğer bir yakıt (3,200-3,800

kcal/kg) olarak kullanılmaktadır. Yağsız pirinanın diğer kullanım imkânları arasında, fakir topraklar için gübre olarak kullanımı, çekirdek kısmı ayrıldıktan sonra hayvan yemi hazırlanmasında kullanılması ve çekirdek parçacıklarından kimyasal madde üretimi sayılabilir. Ancak ülkemizde bu uygulamalar bulunmamaktadır (DAZB, 2008). Yüksek kirleticiliği olan kara suyun deşarjını önlemek ve üretim maliyetini optimize etmek amacıyla günümüzde zeytinyağı ekstraksiyonu için 3 yerine 2 fazlı dekanterler kullanılmaktadır. Presleme metoduyla elde edilen geleneksel pirina %20–25, 3 fazlı pirina %45 nem içeriğine sahiplerken, 2 fazlı pirina % 70 dolaylarında bir nemliliğe sahiptir (Alba et. al., 1990). Kara su ile gelen metaller, potasyum, kalsiyum, manganez, şekerler ve polifenoller gibi birçok kimyasal bileşenin varlığı yüzünden 2 fazlı dekanter ile oluşan pirinanın kompozisyonu da farklılık göstermektedir (Leon-Camacho et al., 2003).

2004 yılında İspanyadaki 1753 zeytin yağı imalathanesinin neredeyse %90'ı iki fazlı dekanter santrifüj sistemine geçmiştir. Çünkü 3 fazlı sistem yüksek hacimlerde kirletici atık oluşumuna sebep olmaktadır. Özellikle İspanya'da bu değer yılda yaklaşık olarak  $5 \times 10^6$  ton dolaylarındadır. Bu kirlilik değeri çevre için büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Sulu pirinanın üretilmesiyle daha az atık üretimi gerçekleştiğinden idari problemlerinde daha az olacağı düşünülmektedir. Katı tarımsal atıkların anaerobik yıkımı, bu çevresel problemin indirgenmesinde ekonomik bir çözüm yolu olarak düşünülmektedir. Bu teknoloji, herhangi bir ön uygulamaya ihtiyaç duyulmaksızın mükemmel bir enerji dönüşümü ve atık dengesi sağlamaktadır. (Borja et al., 2004).

### 6.2.2. Pirinanın besinsel kompozisyonu

İki fazlı dekanter ile elde edilen pirinanın (TPOP=Two Phase Olive Pomace) ortalama olarak kompozisyonu, %60,0 su, %11,6 lignin, %10,5 selüloz, %6,0 hamselüloz, %3,0 pulpada tutulan zeytinyağı, %3,0 seker, %2,5 mineral, %1,5 protein, %1,0 uçucu yağ asidi, %0,2 polialkoller, %0,2 polifenollerdir. Ayrıca, % 1.15 nitrojen, %0,78 fosfat ve %1,26 potasyum içermektedir (Borja et al., 2002).

Görüldüğü gibi, iki fazlı dekanter ile elde edilen pirina polifenol, polialkol ve uçucu yağ asitleri gibi inhibitör ve toksik özellikte bileşenlere sahip yüksek miktarlarda organik materyaller içermektedir (Paris et al., 1983; Borja et al., 1996, 1997, 2002).

Pirina %10-35 nem, %6-15 yağ, %7-13 protein, %32-42 karbonhidrat, %27-42 selüloz ve %3-8 külden oluşmaktadır. Yüksek nem içeriğine sahip olan pirina, bir miktar da yağ içermektedir. Pirinadan çözücü ekstraksiyon ile yağ elde edilmeden önce içeriğindeki nemin uzaklaştırılması gerekmektedir. Kurutma işleminden sonra içermiş olduğu nem %5-8 değerindedir (Doymaz vd., 2004).

### 6.3. Pirina Yağı

Pirinadan organik çözücülerle ekstraksiyon sonucu elde edilen yağa pirina yağı denir. Pirina yağı, rafine pirina yağı ve karma pirina yağı olmak üzere iki çeşide sahiptir.

Rafine pirina yağı, ham pirina yağının doğal trigliserid yapısında değişikliğe yol açmayan metotlarla rafine edilmeleri sonucu elde edilen, rengi açık sarıdan kahverengi sarıya kadar değişebilen bir yağdır.

Karma pirina yağı doğrudan gıda olarak tüketilebilecek natürel zeytinyağları ile yemeklik rafine pirina yağı karışımından oluşan bir yağdır.

Pirina yağının elde edilmesiyle ilgili fabrikaların çalışma şekilleri, kapasiteleri ve faaliyet sonuçlarının tümü pirina sanayisini oluşturmaktadır. Pirina sanayinin temeli, pirinanın bünyesindeki yağ elde etmek için önce pirinayı kurutmak, sonra da yağ çözücü bir solventle ekstraksiyona tabi tutmak esasına dayanmaktadır.

Pirina yağı üretim miktarı, zeytinyağından sonra elde edilen ikincil bir yağ olduğu için, zeytinyağı üretimi ile doğrudan ilişkilidir. Zeytinden elde edilecek pirina ve pirina yağı miktarları, zeytinin yetiştirme tekniğine, iklim ve toprak özelliğine, zeytinin işleniş şekillerine ve uygulanan teknolojik işlemlere bağlıdır. Ancak genellikle fabrikalarda üretilen zeytinyağı miktarının iki katı ağırlıkta pirina elde edilmektedir. Zeytinyağı fabrikalarının tipi ve işleyiş biçimleri, her ne kadar pirinanın içeriğini değiştiriyorsa da yağlı pirina ortalama %5–8 yağ ve %20–30 rutubet içermektedir. Böylece 100 kg pirinada ortalama 6–8 kg pirina yağı, 60–70 kg yağsız kuru pirina elde edilmektedir (Tunalıoğlu, 1995).

**Çizelge 6.2.** Dünyada önemli zeytinyağı üreticisi ülkelerin pirina yağı üretimleri (1000 ton). (Tiryaki ve Tunalıoğlu, 2003)

ÜLKELER	Zeytinyağı				Yemeklik Pirina Yağı				Endüstriyel Pirina Yağı			
	2003-2004	2004-2005	Ort.	%	2003-2004	2004-2005	Ort.	%	2003-2004	2004-2005	Ort.	%
İspanya	1.412	990	1.201	40	113	75	94	52	0	0	0	0
Yunanistan	308	430	369	12	24	33	29	16	0	0	0	0
İtalya	685	750	718	24	41	45	43	24	0	0	0	0
Portekiz	31	44	38	1	5	5	5	3	0	0	0	0
Diğer AB	12	12	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>AB Toplam</b>	2.448	2.227	2.338	78	183	157	170	94	0	0	0	0
Tunus	280	110	195	7	8	4	6	3	8	5	6	19
Türkiye	79	145	112	4	0	0	0	0	5	12	9	26
Suriye	110	175	143	5	0	0	0	0	12	20	16	48
Diğer	251	175	213	7	5	4	4	3	4	2	3	8
<b>Dünya Toplam</b>	3.168	2.832	3.000	100	199	165	182	100	28	38	33	100

### 6.3.1. Pirina yağının yağ asidi kompozisyonu

Pirina yağının incelenen bütün örneklerinde teşhis edilen başlıca yağ asitleri palmitik, stearik, palmitoleik, oleik ve linoleik asitlerdir. Zeytinyağı ve pirina yağının başlıca yağ asitleri bileşimi şu şekildedir (Marquaz et al., 2005).



**Çizelge 6.3.** Zeytinyağı ve pirina yağının başlıca yağ asitleri bileşimi (Marquaz et al., 2005).

Yağ Asidi	Zeytin yağı (%)	Arjantin Pirina Yağı (%)	Tunus Pirina Yağı (%)
<b>Palmitik Asit</b>	7,8-18,0	12,9-16,1	13,9
<b>Palmitoleik Asit</b>	0,5-3,0	1,5-1,9	1,6
<b>Stearik Asit</b>	0,5-3,0	1,2-1,8	1,9
<b>Oleik Asit</b>	63,0-83,0	64,1-69,9	64,0
<b>Linoleik Asit</b>	3,5-20,0	6,8-15,5	15,1

**Çizelge 6.4.** Bitkisel yağ kaynaklarının yağ asidi kompozisyonları (Hoşsu vd., 2001).

Yağ Asitleri	Soya Yağı	Kolza Yağı	Keten Tohumu Yağı	Ayçiçeği Yağı	Pamuk Yağı	Mısır Yağı
<b>Palmitik(16:0)</b>	10.3	4.0	16	5.9	22.7	10.6
<b>Palmitoleik (16:1)</b>	0.2	0.3	–	–	0.8	0.1
<b>Stearik (18:0)</b>	3.8	1.5	6	4.5	2.3	1.8
<b>Oleik (18:1)</b>	22.8	56.1	16	19.5	17	27.3
<b>Linoleik (18:2)</b>	51.0	20.3	60	65.7	51.5	53.5
<b>Linolenik(18:3)</b>	6.8	9.3	15	–	0.2	1.1

### 6.3.2. Balık yağı, balık unu yapımında yan ürün olarak elde edilir.

Balık yağı, balık unu yapımında yan ürün olarak elde edilir. Balıkların bütün olarak kullanılmasının yanında morina balığının karaciğerinden elde edilmektedir. Balık yağları içerdikleri A ve D vitaminleri nedeni ile hayvan yemlerinde vitamin ihtiyaçlarını dengelemek amacı ile kullanılmaktadır. Balık yağında yağ asit değerleri çok geniş bir aralıkta değişir. Bu çeşitlilik avlama sezonundan, avlama alanından, işleme tekniklerinden, balık türünden ve suyun sıcaklığından kaynaklanır (Sargent and Henderson, 1995).

Balık yağında önemli olan çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) dir. Kimyasal yapılarına göre n-3 yağ asitleri, n-6 yağ asitleri, n-9 yağ asitleri olarak sınıflandırılırlar.

Bunlar ayrıca omega yağ asitleri olarak da adlandırılırlar. Balıklar için esasen n-3 grubu esansiyel olmakla birlikte n-6 ve diğer doymamış yağ asitleri de esansiyel olarak kabul edilir. Esansiyel yağ asitlerinin özellikle vitellogenetik dişiler (yumurta üretmekte olan, üreme dönemi öncesi dişî damızlık balıklar) ve balık gelişiminin erken safhalarında kullanılmaları çok önemli ve gereklidir. Esansiyel yağ asitlerince yetersiz rasyonlarla beslenme embriyoda önemli bozukluklara, yumurta çıkış oranının düşmesine ve larvalarda abnormalitelere yol açar.

## 7. PİRİNA İLE YAPILAN ÇALIŞMALARDA ELDE EDİLEN BULGULAR

### 7.1. Zeytin Yağı Üretiminden Elde Edilen Katı Atığın (Pirina) Fermantasyonu

Pirinanın uygun fermantasyon işlemlerine tabi tutularak besinsel değerinin geliştirilmesi üzerine bir çalışma yapılmıştır.

Üç yerel zeytinyağı fabrikasından (Karak, Ramatha and Mafraq) alınan pirina örneklerinin nem, kül, ham protein, toplam yağ, hamselüloz ve selüloz değerleri bulunmuştur. Pirina örnekleri alkali ön uygulamasına tabi tutulmuştur. Bu işlemde bozunma enzimleri hücre duvarına nüfuz ederek şişmelere ve bozunmalara sebep olmasına rağmen ham protein ve yağ seviyelerinde etki az olmuştur. Ligninin parçalanması için mantar türlerinin uygunluğu test edilerek *Phanerochaete chryosporium* (ATCC 19343), *Phlebia radiata* (ATCC 39535), *Pleurotus ostreatus* (ATCC 20510) ve *Dacrymyces stellatus* (ATCC 20927) türleri ele alınmıştır. Alkali ön uygulamasına tabi tutulan pirina örneklerine maya türleri aşılantı ve mikrobiyal biyomas yaratılarak protein içeriği zenginleştirilmiştir.

**Çizelge 7.1.** Üç farklı bölgeden alınan pirina örneklerin besinsel kompozisyonu (mg kg<sup>-1</sup>).

	<b>Karak</b>	<b>Ramtha</b>	<b>Mafrag</b>	<b>Ortalama</b>
<b>Nem</b>	482.0	526.8	535.2	514.7
<b>Kül</b>	20.9	17.5	19.4	19.2
<b>Ham Protein</b>	60.3	56.6	55.3	57.3
<b>Yağ</b>	139.4	113.7	83.8	112.3
<b>Lignin</b>	385.5	317.9	358	353.8
<b>Ham Selüloz</b>	157.3	147.7	159.8	154.9
<b>Selüloz</b>	183.3	170.2	198.2	183.9
<b>İndirgeyici Şeker</b>	16.10	17.60	16.60	16.70

Üç farklı bölgeden alınan örneklerdeki kompozisyon farkı zeytinin varyetelerinden, pres işleminin farklılığından, veya zeytinin yetiştirme alanından kaynaklanabilmektedir.

**Çizelge 7.2.** Alkali ön uygulamasının ham pirinanın kimyasal kompozisyonu üzerine etkisi (% 3 NaOH, 121°C’de 1 saat).

<b>İşlem</b>	<b>Ham Protein</b>	<b>Yağ</b>	<b>İndirgeyici şeker</b>	<b>Ham Selüloz</b>	<b>Selüloz</b>	<b>Lignin</b>
<b>Ham Pirina</b>	5.73	11.23	1.67	15.50	18.37	35.40
<b>İşlenmiş</b>	5.67	11.17	0.78	13.60	15.67	33.01

**Çizelge 7.3.** Kuru ağırlıkta ham pirinanın ve fermente pirinanın kimyasal kompozisyonu ( $\text{gkg}^{-1}$ ).

<b>İçerik</b>	<b>Ham Pirina</b>	<b>Fermente Pirina</b>
<b>Kül</b>	19	46
<b>Ham Protein</b>	59	403
<b>Lignin</b>	353	69
<b>Brüt enerji (<math>\text{kcal/kg}^{-1}</math>)</b>	3215	4460

Bir yem hammaddesi olarak düşünülen pirinanın besinsel kompozisyonunun fermentasyonla önemli ölçüde arttığı gözlenmiştir. Özellikle kuru ağırlık üzerinden ham proteinin %5,9 dan % 40,3’e yükselmesi önemli bir artıştır.

Elde edilen fermente pirina tavuklarda gelişimin 4. haftasına doğru %5, 10, 15 soya unu yerine kullanılmıştır. Kontrol ve deneme gruplarında yem dönüşüm oranlarında önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Fakat deneme gruplarında 4. haftada ortalama yem alımı

ve ortalama ağırlık önemli derecede artmıştır. Bu çalışma yerel olarak üretilen fermente pirinanın soya unu yerine geçebileceği fakat fermente pirinanın lezzetinin geliştirilmeye ihtiyacı olduğunu göstermiştir (Haddadin et al., 1999).

## **7.2. Pirinanın Yapısında Bulunan Lignin'in *Basidiomycete* türleri Kullanılarak Parçalanması**

Ortadoğu'da ve Akdeniz çevresinde, zeytinyağı yemek yapımında önemli bir materyal olup zeytin üretimi için ayrılan araziler durmadan genişlemektedir. Örneğin Ürdün'de 1994 yılında toplam 96.000 ton zeytin üretimi olmuştur. Bunun 60.000 tonu yağ elde etmek amacıyla presleme sistemi kullanılarak üretilmiştir. Bu pres işleminden elde edilen katı atık pirina ise 36.000 tondur. Bu atığın sınırlı miktarı yakıt olarak kullanılmasına rağmen en büyük kısmı tarlalarda gübre olarak kullanılmaktadır. Nutrientlerin ve organik materyallerin bu dönüşümü en azından atığın elden çıkarımı ile ilgili problemler de yapıcı bir çözüm sunmaktadır. Fakat daha ticari bir çıkış yolu bulunabilmesiyle zeytin üretimi ve ekonomisinin daha çok gelişebileceği düşünülmektedir.

Kuru madde üzerinden % 58 lif, % 5,5 ham protein, %3,5 lipid, % 20 çözünen karbonhidrat ve %13 kül içeriğinden dolayı pirina birçok tarımsal atıkta olduğu gibi hayvan yemi olarak çekici değildir. Özellikle düşük protein ve enerji değeri pirinanın direk kurutulup kullanılmasını zorlaştırmaktadır. Pirinanın tavuk yemleri için uygun bir yem hammaddesi olabileceği, hayvan ve zeytin üreticileri için çekiciliği kanıtlanarak bu giderlerin düşürülebileceği düşünülmektedir.

Soya unu gibi hammaddelerin ithali yerel çiftçiler için çok pahalı olduğundan alternatif yem hammaddesi olarak pirina kullanımı düşünülmektedir. Bu amaçla yapılan bir çalışmada uygun fermantasyon işlemlerine tabi tutularak pirinanın besinsel değerinin gelişebileceği üzerinde durulmuştur.

Pirinanın yapısında bulunan ligninin parçalanması amacıyla yapılan çalışmada elde edilen *Basidiomycete* türleri kullanılmıştır (*Phanerochaete chrysosporium*, *Oxysporus sp*, *Schizophyllum commune*, *Hyphoderma sp* ve *Ganoderma sp.*). Çalışma sonucunda pirinanın protein değeri %33'e kadar yükseltilmiştir. Elde edilen bu fermente pirina tavuk yemlerine ilave edilmiş ancak lezzet yönünden zayıf olması nedeniyle problem teşkil ettiği bildirilmiştir. (Haddadin et al., 2002).

### **7.3. Morocco'da Zeytin Endüstrisi ve Katı Atık Pirinanın Değerlendirilmesi**

Morocco'da zeytin prosesinden sonra arta kalan pirina miktarı 180.000 tondur. Bu atığın bir kısmı kurutularak yakıt olarak kullanılırken, bir kısmı da toprağı ve suyu kirletmesine rağmen boş alanlara ve dere kenarlarına dökülmektedir. Morocco'da yapılan çalışmalar da ilk adım pirinanın ve şeker endüstrisi yan ürünü olan küspenin ekonomik kullanımını bulmak olmuştur. Öncelikle bu karışım mantarların çeşitli türleriyle fermente edilmiştir. Çalışmaların sonucu karışımın sindirebilirliğinin ve protein içeriğinin arttırıldığını göstermiştir. Özellikle Morocco'da küçük çiftçilerin ihtiyacı olan hayvan yemi olarak uygun olduğu düşünülmüştür.

Yapılan çalışmada Morocco'nun iki farklı bölgesinde fermentasyon için gerekli küçük, plastik, çift katlı seralar kurulmuştur. Fermenter aynı zamanda kurutucu olarak da kullanılabilir. Çiftçilerin bütün bitki çeşitlerini kurutabilmeleri içinde uygundur. Daha sonra sıradan çiftlik ekipmanları kullanılarak proses genişletilmiş ve düzenlenmiştir. Beton karıştırıcıya konulan nemli lapadan çekirdek kısımları ayrılmıştır. Karışıma, su, melas ve mantar tozu başlatıcı olarak eklendikten sonra fermenterdeki plastik sahan üzerine yerleştirilmiştir. 1 ya da 2 gün içinde karışımın protein içeriği % 20 artmıştır. Karışım 72 saat boyunca kurutulmuştur.

Hayvan yeminde kullanılan ticari yem hammaddelerinin yerine basit bir teknoloji ile elde edilen bu unun yarıya kadar kullanılabileceği düşünülmüştür. Karışımın fermentasyonunda çeşitli mantar türleri kullanılmıştır. Prosesin yan ürünü olarak meydana gelen büyük miktarlardaki enzimler (lipaz, esteraz gibi) karışımdaki yağları yıkıma uğratmıştır. Araştırmacılar tarafından bu proste diğer proseslere göre daha fazla enzim üretildiği açıklanmıştır. Bu enzimlerin kozmetik, gıda ve farmosötik endüstrilerinde üretim için gerekli reaksiyonları katalizlemelerinin yanı sıra en ilginç yanları ise potansiyel olarak satılabilen doğal aromasıdır. Araştırmacılar araştırmalarını bu yönde ilerleterek elma, muz ve ananas gibi meyveleri kullanarak birkaç doğal aromayı birleştirmeyi başarmıştır. Kimyasallara karşı doğal ürünlerin popülaritesi artmıştır. Bu nedenle bu aromaların pazarı mevcuttur. Morocco bile bu enzimleri ve aromaları yurtdışından ithal etmektedir. Dünya pazarında bu aromaların kg fiyatı 10 ila 340 dolar arasında değişmektedir. Ayrıca mantar sporları bitki hastalıklarına ve bitki zararlarına karşı potansiyel organik bir ilaçtır (Hibler, 2003).



#### **7.4. Yemde Kullanılan Pirina Yağının ve L-carnitin'in Afrika Yayın Balıklarının, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) Büyümesi ve Kimyasal Kompozisyonu Üzerine Etkileri.**

Pirina yağı ile ilgili yapılan bir çalışmada pirina yağı ve l-carnitine'nin Afrika Yayın balığının (*Clarias gariepinus*) büyüme performansı, vücut içerikleri ve kimyasal kompozisyonu üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırmada l-carnitine destekli ve 3 farklı enerji/protein oranına sahip yem kullanılmıştır. Ortalama 12g ağırlığa sahip 10 Afrika yayın balığı juvenilleri 80–100 cm. büyüklüğünde cam akvaryumda stoklanmış ve hazırlanan deneme yemi ile 7 hafta boyunca beslenmişlerdir. Yeme l-carnitine eklenmesi vücut içeriklerini etkilememiştir. Bununla beraber, yeme ilave edilen yağ ve l-carnitine büyüme ve kimyasal kompozisyonu etkilemiştir. Tüm uygulamalarda kaslardaki yağ artışı karaciğerdekenden daha fazla olmuştur. %3 pirina yağı eklenmiş yem ile beslenen balıklarda yem alımı ve büyüme iyi olurken %9 pirina yağı eklenen yemlerle beslenen balıklarda yem alımı ve iştahta düşüş gözlenmiştir. Diğer taraftan, yüksek enerjili yemde (%9 pirina yağı) l-carnitine eklenmiş olsun yada olmasın yem dönüşümü iyi olmuştur (Yılmaz vd., 2004).

## 8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Su ürünleri yetiştiriciliği, dünya besin gereksiniminin önemli kısmını karşılayan temel bir endüstridir. Türkiye’de 2007 yılı verilerine göre yetiştiricilik yoluyla su ürünleri üretimi iç sularda 58.800 ton, denizlerde ise 81.200 ton olarak gerçekleşmiştir. Bu değerler milli ekonomiye katkısı yaklaşık 350 milyon dolardır. Türkiye’de su ürünleri yetiştiriciliği 1970’lerde ilk alabalık çiftliğinin kurulması ile başlamış ve 2004 yılı değerlerine göre iç sularda 1.301, denizlerde ise 358 adet olmak üzere yetiştiricilik yapılan toplam tesis sayısı 1.659’a yükselmiştir. Yetiştiriciliğin toplam su ürünleri üretimindeki payı ise hızla yükselmiş ve yaklaşık olarak toplam üretimin % 18’ine ulaşmıştır. Son yıllarda hızla gelişen balık yetiştiriciliğine paralel olarak balık yemi üretiminde de yatırımlar hızla artmıştır. Kültür balıkçılığında maliyetin % 60-70’ini oluşturan yem büyük bir sanayi koluna dönüşmüştür. Yem sanayisindeki her gelişme ülke ekonomisine katkıda bulunup yeni istihdam sahaları yaratmaktadır.

Günümüzde yetiştiriciliği yapılan pek çok balık türünün, gelişmelerine göre yüksek protein içeren yemlere ihtiyacı bulunmaktadır. Bu amaçla balık yemlerinin hazırlanmasında, başlıca protein kaynağı olarak yüksek besin değeri ve lezzete sahip olan balık unu tercih edilmektedir. Balık yetiştiriciliği yapan işletmelerin sayılarının her geçen gün artmasına bağlı olarak balık ununa olan ihtiyaç artmakta, buna karşın balık ununda kullanılan balıkların avcılığında görülen dalgalanmalarla birlikte, balık unu fiyatı giderek yükselmekte ve pazara sunulacak balığın maliyeti etkilenmektedir (Erdem, vd., 1982). Bununla beraber balık ununun artan fiyatı ve elde edilmesindeki belirsizlik, balık besleme uzmanları ve yem imalatçıların, balık unu yerine geçebilecek daha ucuz ve kolay elde

edilebilen bitkisel protein kaynaklarını, balık rasyonlarında kullanmalarını zorunlu kılmaktadır (Alçeste, 2000).

Balık ununun yerine kullanılacak hayvansal ve bitkisel protein kaynaklarının ortak yanları balık unundan daha ucuz olmasıdır. Ayrıca dünyanın belli bölgelerinde bulunabilme ve satın alınabilme imkanları da daha yüksektir (Ogunji, 2004). Balıklarda, ticari yetiştiricilikte kullanılan büyütme yemleri % 25–45 ham protein içerirler. Bundan dolayı yağlı tohumlar gibi sadece yüksek protein içeriğine sahip bitkisel yem maddeleri balık yemlerinde kullanılmaktadır. Yem üreticileri tarafından en yaygın kullanılanlar; soya unu, fındık unu, pamuk tohumu unu, ayçiçeği tohumu unu ve kolza tohumu unudur. (Alçeste, 2000).

Yüksek protein içeriği ve dengelenmiş amino asit profiline bağlı olarak balık unu geleneksel olarak ticari balık yemlerinde ana protein kaynağını oluşturmaktadır. Balık unu aynı zamanda mükemmel bir esansiyel yağ asiti, sindirilebilir enerji, vitamin ve mineral kaynağıdır. Artan talep ve çiftlik hayvanlarının yemlerinde kullanılmasından doğan rekabet ile dünya balık unu üretimindeki açık ikiye katlanmakta ve fiyatları daha da artmaktadır. Uzun vadede gelişmekte olan ülkelerin, balık yemlerinde balık ununa bağlı kalamayacağı açıktır. Bu nedenle balık yemlerinde balık ununun kısmen veya tamamen değiştirilmesi için çeşitli girişimlerde bulunmaktadır (El Sayed, 1999). Bunlara bağlı olarak, Türkiye'deki zeytinyağı işletmelerinde atık ürün olarak elde edilen ve değerlendirilemeyen prina ve prina yağından, balık beslemede alternatif bir besin kaynağı olarak yararlanılmasının mümkün olup olmayacağı araştırılmıştır.

Dünya zeytinyağı üretiminin ve tüketiminin %75'i Avrupa Birliği Ülkeleri'nde, bunlardan ise tamamına yakın bir kısmı Akdeniz

lkelerinde gerçekleştirilmektedir. Bu lkeler arasında Türkiye, sofralık zeytin üretiminde ikinci ve yağlık zeytin üretiminde ise beşinci büyük üretici konumundadır. Ülkemiz zeytinciliği 1,12 milyon hektar zeytin arazisi, 95 milyon zeytin ağacı ile önemli bir tarım, ticaret ve sanayi istihdam alanıdır. Gelişen teknolojik uygulamalar sonucunda ülkemizde 500'den fazla kontinü zeytinyağı üretim tesisi faaliyet göstermektedir (akaloz, 2005).

Zeytin Yağı, % 13 – 30 yağ taşıyan zeytin meyvelerinden temel olarak; Temizleme, Ezme, Yoğurma, Presleme, Dekantasyon ve Rafinasyon kademelerinden geçirilerek elde edilmektedir. Bu işlemlerin sonucunda zeytinyağının yanı sıra pirina ve karasu açığa çıkmaktadır. İki fazlı dekantasyon işlemi neticesinde elde edilen pirina üç fazlı dekantasyon işleminde sonra elde edilene göre çok sulu kıvamdadır. Presleme metoduyla elde edilen geleneksel pirina %20–25, 3 fazlı pirina %45 nem içeriğine sahiplerken, iki fazlı pirina % 70 dolaylarında bir nemliliğe sahiptir (Alba et. al., 1990). Kurutulmuş pirina %5–8 nem, %6–15 yağ, %7–13 protein, %32–42 karbonhidrat, %27–42 selüloz ve %3–8 külden oluşmaktadır. Pirinadan yağ elde edilmeden önce içeriğindeki nemin uzaklaştırılması gerekmektedir (Doymaz vd., 2004).

Türkiye'de zeytinyağı sanayi sonucu oluşan katı atık pirina miktarı yılda 200.000 tondur. Ticari olarak değerlendirilemeyen bu atığın bir kısmı yakıt olarak kullanılırken büyük bir çoğunluğu da boş arazilere dökülmektedir. Ancak lkemizde, halen bu ürünü değerlendiren bir sanayi kolu mevcut değildir.

Yetiştiriciliği yapılan balıkların yemlerinde kullanılan yağ kaynakları, türün büyüme performansını, yem dönüşümünü ve proteinden faydalanma oranını arttırmaktadır. Balık yemlerinde kullanılan en önemli

yağ kaynağı balık yağı olup, dünyadaki balık yağı üretimi avcılığa dayalıdır. Balık yağının, yaygın olarak kullanılması ve üretiminin sadece balık avcılığına dayalı olması, balık yemi endüstrisini ve araştırmacıları alternatif balık yağı kaynaklarına yöneltmiştir. Bunların başında daha ucuz bitkisel yağ kaynakları (soya, ayçiçeği, kanola yağı ve pamuk tohumu yağı) gelmektedir (Eroldoğan vd., 2008). Bu konuda yapılan bir çalışmada n-3 yağ asitleri bakımından zengin olan balık yağı yerine n-6 yağ asitleri bakımından zengin olan soya yağı, ayçiçeği yağı, mısır yağı ve n-9 yağ asitleri bakımından zengin olan zeytin yağının kullanıldığı yemlerin levrek (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) yavrularında büyüme performansı, balıkların vücut ve karaciğer yağı oranları üzerinde etkili olduğu ( $P<0.05$ ) görülmüştür. Sonuç olarak, soya yağı, ayçiçeği yağı, mısır yağı ve zeytin yağının levrek balıklarının yavru yemlerinde, balık yağı yerine belirli oranlarda kullanılabileceği ve optimum gelişme için en iyi oranın belirlenmesi konusunda yeni araştırmaların sürdürülmesi gerektiği anlaşılmıştır (Yıldız ve Şener, 2004).

Pirinanın hayvan beslemede kullanımına ilişkin yapılan bir çalışmada, pirinanın uygun fermantasyon işlemlerine tabi tutularak besinsel değerinin geliştirilmesi konusu incelenmiştir. Buna göre bir yem hammaddesi olarak düşünülen pirinanın besinsel kompozisyonunun fermantasyonla önemli ölçüde arttığı saptanmıştır. Kuru ağırlık üzerinden ham protein %5,9 dan % 40,3'e yükseltilmiştir. Elde edilen fermente pirina tavuklarda denenmiş ve yerel olarak üretilen fermente pirinanın soya unu yerine geçebileceği fakat fermente pirinanın lezzetinin geliştirilmeye ihtiyacı olduğunu gözlenmiştir (Haddadin et al., 1999). Yapılan başka bir çalışmada, pirinanın yapısında bulunan ligninin parçalanması amacıyla yapılan çalışmada elde edilen *Basidiomycete* türleri kullanılmıştır (*Phanerochaete chrysosporium*, *Oxysporus* sp., *Schizophyllum commune*, *Hyphoderma* sp ve *Ganoderma* sp.). Çalışma

sonuncunda pirinanın protein değeri %33'e kadar yükseltilmiştir. Elde edilen bu fermente pirina tavuk yemlerine ilave edilmiş ancak lezzet yönünden zayıf olması nedeniyle problem teşkil ettiği bildirilmiştir. (Haddadin et al., 2002). Pirina yağı ile ilgili yapılan bir diğer çalışmada pirina yağı ve l-carnitine'nin Afrika Yayın balığının (*Clarias gariepinus*) büyüme performansı, vücut içerikleri ve kimyasal kompozisyonu üzerine etkileri araştırılmıştır. Yeme l-carnitine eklenmesi vücut içeriklerini etkilememiştir. Bununla beraber, yeme ilave edilen yağ ve l-carnitine büyüme ve kimyasal kompozisyonu etkilemiştir. Tüm uygulamalarda kaslardaki yağ artışı karaciğerdekinden daha fazla olmuştur. %3 pirina yağı eklenmiş yem ile beslenen balıklarda yem alımı ve büyüme iyi olurken %9 pirina yağı eklenen yemlerle beslenen balıklarda yem alımı ve iştahta düşüş gözlenmiştir. Diğer taraftan, yüksek enerjili yemde (%9 pirina yağı) l-carnitine eklenmiş olsun yada olmasın yem dönüşümü iyi olmuştur (Yılmaz vd., 2004).

Bu araştırma neticesinde Türkiye'deki zeytinyağı fabrikalarında yan ürün olarak elde edilen pirinadan, balık beslemede alternatif bir besin kaynağı olarak yararlanılmasının yanı sıra; yerel, düşük maliyetli ve katma değeri yüksek bir ürün elde edilmesi amaçlanmaktadır. Böylelikle gerek zeytinyağı fabrikalarının bu atığı değerlendirebilecekleri gerekse yem üreticilerinin hammadde ihtiyaçları nedeniyle yurt dışına olan bağımlılıklarının azaltılabileceği ve üretim maliyetlerinin düşürüleceği düşünülmektedir. Ayrıca, değerlendirilmesi sağlanan pirinanın çevreye olan zararlı etkilerinin de azalacağı düşünülmektedir. Bunlara bağlı olarak da ülke ekonomisinin kalkınmasına yardımcı olunması öngörülmektedir.



## KAYNAKLAR

- Akpınar, M.A., 1999**, Besinsel Yağ Asitlerinin ve Açlığın *Cyprinion macrostomus* 'un (HECKEL,1843) Kas Dokusu Yağ Asidi Bileşimine Etkisi. Tr. J. Biology, 23, 309–317.
- Alçeste, C.C., 2000**, Tilapia-Alternative protein sources in tilapia feed formulation. Aquaculture Magazine, 26 (4).
- Alloggio, V., Capanio, F. and Leonardis, T.D., 1996**, Influenza delle tecniche di preparazione della paste di olive sulla qualità dell'olio. Nota I. Profilo qualiquantitativo delle sostanze fenoliche, mediante HPLC, in olio d'oliva vergine della cv Ogliarola Salentina. Riv. Ital. Sost. Grasse., 73; 355-360.
- Alba, J., Ruiz-Gómez, M.A., Hidalgo-Casad, F., 1990**, Technological evolution of the different process for olive oil extraction. In: Edible Fats and Oils Processing: Basic Principles and Modern Practices. Ed. D. R. Erickson, Am. Oil Chem. Soc. Champaign, Illinois (USA), pp. 341–347.
- Angerosa, F. and Salinas, M. 1990**, Influenza della frangitura sulle caratteristiche di qualità dell'olio di oliva . Atti del Seminario Internazionale 'Olio di oliva e olive da tavola: tecnologia e qualità'. Ed. Ist. Sper. Elaiotecnica, Città S. Angelo; 135–146.
- Angerosa, F. and Giacinto, L.D. 1995**, Caratteristiche di qualità dell'olio di oliva vergine in relazione ai metodi di frangitura. Nota II. Riv. Ital. Sost. Grasse., 72; 1-4.



**KAYNAKLAR (devam)**

**Angerosa, F., Mostallino, R., Basti, C. and Vito, R., 2001**, Influence of malaxation temperature and time on the quality of virgin olive oils. *Food Chem.*, 72; 19-28.

**Aragon, M. and Jose, V.D., 2000**, Improvements of Treatments and Validation of the Liquid-Solid Waste from the Two-Phase Olive Oil Extraction. Project Improlive FAIR CT96 1420.

**Bianchi, G., 1999**, Extraction systems and olive oil. *OCL.*, 6; 49-55.

**Borja, R., Banks, C.J., Maestro-Duran, R., Alba, J., 1996**, The effects of the most important phenolic constituents of olive mill wastewater on batch anaerobic methanogenesis. *Environmental Technology* 17, 167 – 174.

**Borja, R., Alba, J., Banks, C.J., 1997**, Impact of the main phenolic compounds of olive mill wastewater (OMW) on the kinetics of acetoclastic methanogenesis. *Process Biochemistry* 32, 121–133.

**Borja, R., Rincon, B., Raposo, F., Alba, J., Martin, A., 2002**, A study of anaerobic digestibility of two-phases olive mill solid waste (OMSW) at mesophilic temperature. *Process Biochemistry* 38, 733–742.

**KAYNAKLAR (devam)**

- Borja, R., Rincon, B., Raposo, F., Sanchez, E., Martin, A., 2004,** Assessment of kinetic parameters for the mesophilic anaerobic biodegradation of two-phase olive pomace. *International Biodeterioration & Biodegradation* 53 (2004) 71 – 78.
- Boskou, D., 1996,** Olive oil chemistry and technology. AOCS Press, Champaign, IL, 161p, USA.
- Bozdoğan, D., 2002,** Hatay’da Üretilen Natürel Zeytin Yağlarının Bazı Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özelliklerinin İncelenmesi. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Antakya.
- Çakaloz, T., 2005,** Recent Improvements in Olive Oil and Pomace Oil. Olive Oil and Olive Pomace Oil Symposium and Exhibition. Presentations. UCTEA Chambers of Chemical Engineers Ege Branch. November 10-12. p:3. İzmir.
- Di Giovacchino, L. and Mascolo, M., 1988,** Incidenza delle tecniche operative nell’estrazione dell’olio dalle con il sistema continuo. *Nota II. Riv. Ital. Sost. Grasse.*, 65; 283-289.
- Di Giovacchino, L., 1989,** Olive processing systems, separation of oil from must. *Olivae*, 26; 21.
- Di Giovacchino, L., 1991,** Olive oil extraction by pressing, centrifugation and percolation: Effect of extraction methods on oil yields. *Olivae*, 36;14.

**KAYNAKLAR (devam)**

- Di Giovacchino, L., Solinas, M. and Miccoli, M., 1994**, Aspetti qualitativi e quantitativi delle produzioni olearite ottenute dalla lavorazione delle olive con i differenti sistemi di estrazione. Riv. Ital. Sost. Grasse., 71; 587-594.
- Di Giovacchino, L., Sestili, S. and Vincenzo, D.D., 2002**, Influence of olive processing on virgin olive oil quality. Eur. J. Lipid Sci Technol., 104; 587-601.
- Doğu Akdeniz Zeytin Birliği (DAZB)., 2008**, Pirina Kurutma. <<http://www.dazb.org.tr/>> (14 Nisan 2007).
- Doymaz, I., Gorel, O., Akgün, N. A., 2004**, Drying Characteristics of the Solid By-Product of Olive Oil Extraction. Biosystems Engineering 88(2), 213-219.
- El-Sayed, A.F.M., 1999**, Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, *Oreochromis* spp. Aquaculture, 179: 149-168.
- Erdem, M., Atay, D., Erer H., 1982**, Alabalık Rasyonlarında Balık Unu Yerine Et–Kemik Unu ve Mısır Gluteninin Birlikte Kullanılmasının Balıkların Kimyasal ve Histolojik Yapılarına Etkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları: 808 Bilimsel Arastırma ve İncelemeler: 479, Ankara.

**KAYNAKLAR (devam)**

- Eroldoğan, O.T., Taşbozan O., Engin, K., Gökçe, M.A., Tabakoğlu S., Kiriş, G.A., Yılmaz, H.A., Ölçülü, A., 2008,** Yemlerdeki Balık Yağına Alternatif Bitkisel Yağ Kaynakları. Sf. 46.
- FAO, 1978,** Fish Feed Technology, Aquaculture Development and Coordination Programme ADCP/REP/80/11, U.S.A.
- FAO, 2004,** Food and Agriculture Organization of the United Nations.(1998-2004).
- Gümüşkesen, A.S., 1999,** Bitkisel Yağ Teknolojisi. Asya Tıp Yayıncılık Ltd., 182s, İzmir.
- Haddadin, M.S., Abdülrahim, S.M., Al-Khawaldeh,G.Y. and Robinson, R.K., 1999,** Solid state fermentation of waste pomace from olive processing . J. Chem Technol Biotechnol 74: 613–618.
- Haddadin, M.S., Al-Natour, R., Al-Qsous, S. and Robinson, R.K., 2002,** Bio-degradation of lignin in olive pomace by freshly-isolated species of *Basidiomycete*. Bioresource Technology 82, 131–137.
- Hibler, M., 2003,** Improving Morocco’s olive industry, from harvest to waste disposal. Science in Africa.
- Hoşsu, B., Korkut, A.Y., Fırat, A., 2001,** Balık Besleme ve Yem Teknolojisi I. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayın no:50. Ders kitabı Dizini no: 19. E.Ü. Basımevi, Bornova/ İzmir.

**KAYNAKLAR (devam)**

- Kırkağaç Zeytinyağı., 2005,** Zeytinyağı Ürünleri.  
<<http://www.kirkagac.com.tr/urunler.htm>> (07 Mart 2006).
- Kiritsakis, A.K., 1991,** Extraction of olive oil. In Olive Oil.J. Am. Oil Chem. Soc.; 61-79.
- Kiritsakis, A.K., 1998,** Olive oil from the tree to the table. Food and nutrition press, 330 p., Trumbull, Connecticut.
- Leon-Camacho, M., Viera-Alcaide, I. and Ruiz-Mendez, V. M., 2003,** Elimination of polycyclic aromatic hydrocarbons by bleaching of olive pomace oil. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 105: 9–16.
- Marquaz, A.J., Molina, D.A., Pascual, R.M.I., 2005,** Sensors and Actuators B. 107, 64-68.
- Moreno, J.M.M., Herrera, C.G. and Janer, C., 1957,** Estudios fisico-quimicos sobre las pastas de aceituna molidas. IV. Las gotas de aceite. *Grasas Aceites*, 8; 112-120.
- Moreno, J.M.M., 1975,** Other systems of extraction. Olive oil technology, FAO; 42–46, Rome.
- Ogunji, J.O., 2004,** Alternative Protein Sources in Diets For Farmed Tilapia. *Nutrition Abstracts and Reviews. Series B, Livestock Feeds and Feeding.* vol. 74, no. 9. p: 23–32.

**KAYNAKLAR (devam)**

- Öksüz, E., 1998,** Ülkemizde Zeytin Hasat Mekanizasyon Düzeyi, Hasat Edilebilirlik Kriterleri ve Maliyetinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Paris, D.F., Wolfe, N.L., Steen, W.C., 1983,** Applied and Environmental Microbiology 45, 1153–1155.
- Petruccioli, G., 1975,** Oil extraction. Olive oil technology, FAO; 41-51, Rome.
- Ranalli, A., 1989,** Confronto tra frangitore a mertelli e frantoio tradizionale: incidenza sulla qualità dell'olio. L'Informatore Agrario, 22; 43–49.
- Sargent, J.R. and R.J. Henderson., 1995,** Marine polyunsaturated fatty acids. Hamilton, R.J.\_Eds., Developments in Oils and Fats. Blackie Academic and Professional, London, pp. 32–65.
- Tekin, A., 2004,** Zeytinyağı Teknolojisi ders notları, Ankara Üniversitesi Gıda Müh Böl., (yayınlanmamış), Ankara.
- Tiryaki, Y.G. ve Tunalioğlu, R., 2003,** Bitkisel Yağ Açığımızın Kapatılmasında Önemli Bir Potansiyel: Yemeklik Pirina Yağı. Türkiye I. Yağlı Tohumlar ve Bitkisel Yağlar Sempozyum Bildirileri. Yayın No: TEAE 107/BYDS: 6 Kasım 2003, İstanbul.

**KAYNAKLAR (devam)**

- Tunalıoğlu, R., 1995,** Önemli Zeytin Üreticisi Ülkelerin Zeytinciliği ile Türkiye Zeytinciliğinin Bazı Yönlerden Karşılaştırılması. Doktora Tezi. EİB: Yayın:1. İzmir.
- Ulaş, M., 2001,** Çukurova Bölgesinde Yaygın bazı Sofralık ve Yağlık Zeytin Çeşitlerinin Morfolojik, Fenolojik ve Pomolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- Welsh, F.W. and Williams, R.E., 1989,** The use of vegetable oils to recover compound from aqueous solutions. J. Chem. Tech. Biotech., 46; 169-178.
- Yıldız, M. ve Şener, M., 2004,** Farklı Bitkisel Yağlar İlave Edilen Diyetlerin Levrek (*Dicentrarchus Labrax* L., 1758) Yavrularında Büyüme Performansı ve Vücut Kompozisyonuna Etkileri. İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fak. Dergi Yayınları, 30(1), 75–88, 2004.
- Yılmaz, E., Naz, M., Akyurt, İ., 2004,** Effect Of Dietary Olive Pomace Oil And L-Carnitine On Growth And Chemical Composition Of African Catfish, *Clarias Gariepinus* (BURCHELL, 1822). The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh 56 (1), 2004, 14-21.
- Zeytincilik Araştırma Enstitüsü., 2006,** Zeytinyağı Teknolojisi. <<http://www.zae.gov.tr/zeytinyagi/6.asp>> (2007, Haziran 13).

## ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Eskişehir’de doğan ve Türkiye Cumhuriyeti vatandaşı olan Murat DEMİRTEPE, orta öğrenimini Eskişehir Cumhuriyet Lisesi’nde tamamlamıştır. 1999 yılında başladığı Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Yetiştiriciliği Bölümü’nü 2004 yılında başarıyla tamamlamış ve aynı yıl Kılıç Deniz Ürünleri A.Ş. Bafa Kuluçkahanesi Yavru Balık Üretim Merkezi’nde çipura larva üretim mühendisi olarak çalışmıştır. 2005 yılında Erasmus-Link programı kapsamında Norveç Hükümeti’nin sağladığı burs ile Norveç Yaşam Bilimleri Üniversitesi Hayvancılık ve Akuakültür Bilimleri Bölümü’nde iki öğretim dönemi süresince yüksek lisans eğitimi almıştır. Buradaki eğitimi sürecinde Norveç Yaşam Bilimleri Üniversitesi bünyesinde üretim yapan Fortek Yem Teknolojisi Merkezi Ltd. Şti.nde çalışmıştır. 2006 yılında Ada Su Ürünleri Ltd. Şti.nin Milas-Muğla’da yer alan paketleme tesisinde işletme ve satış müdürü olarak göreve başlamıştır. Halen görevini sürdürmekte olup, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Yetiştiriciliği Ana Bilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine de devam etmektedir.