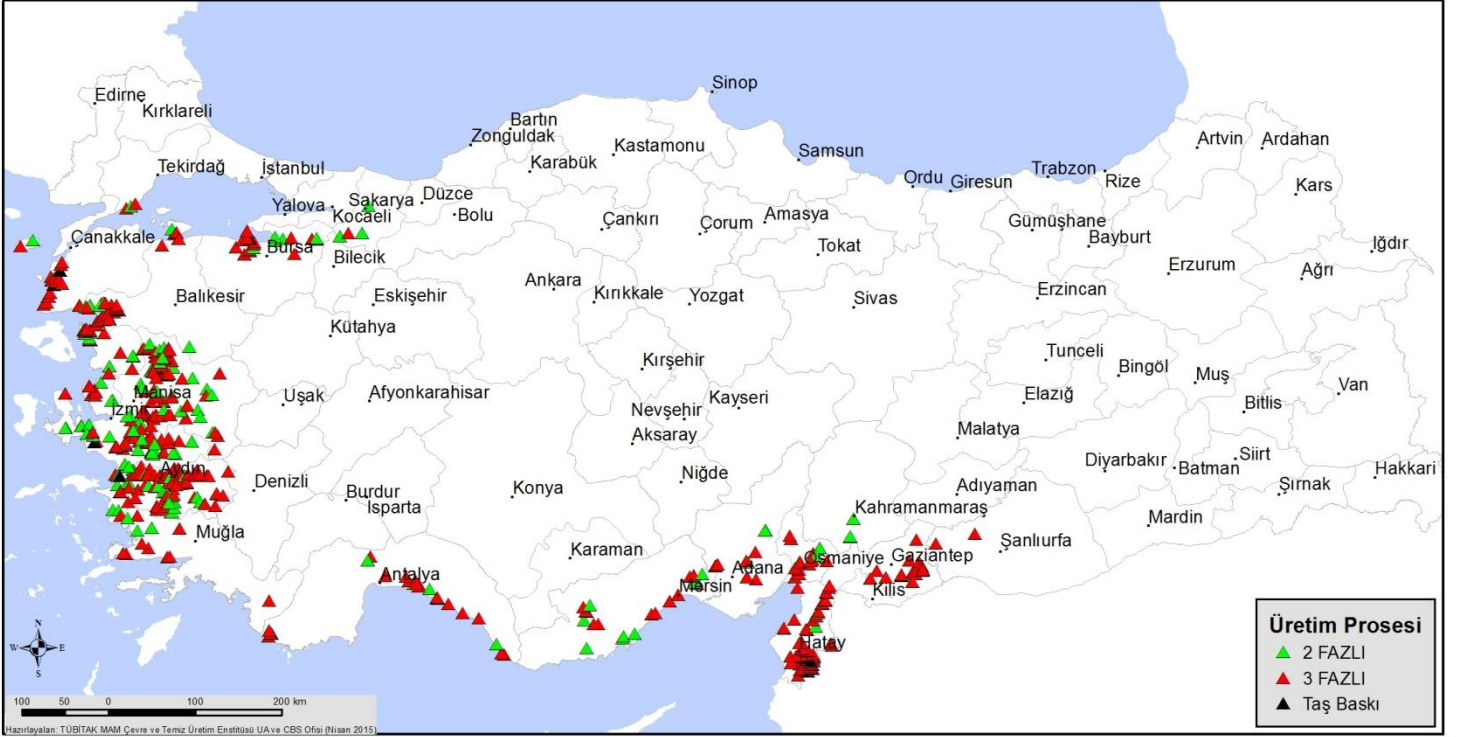


ZEYTİN SEKTÖRÜ ATIK/ARTIKLARININ YÖNETİMİ (ZEYTİNAY)



DESTEKLEYEN
**T.C. ÇEVRE ve ŞEHİRCİLİK
BAKANLIĞI**

ÇEVRE YÖNETİMİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ

**TÜBİTAK
MAM**

ÇEVRE VE TEMİZ
ÜRETİM ENSTİTÜSÜ



ZEYTİN SEKTÖRÜ ATIK/ARTIKLARININ YÖNETİMİ (ZEYTİNAY)

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Proje Ekibi

Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü

Muhammet ECEL (Genel Müdür)

Recep AKDENİZ (Genel Müdür Yrd.)

Su ve Toprak Yönetimi Dairesi Başkanlığı

Ercan GÜLAY (Daire Başkanı)

Makbule Şükran ARCAN (Şube Müdürü)

Ali Hakan BALMAN (Uzman)

TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü Proje Ekibi

Dr. Selda MURAT HOCAOĞLU (Proje Yürütücüsü)

Dr. B. Hande GÜRSOY HAKSEVENLER (Proje Yür. Yrd.)

Dr. Cihangir AYDÖNER

İrfan BAŞTÜRK

Pamir TALAZAN

Doç. Dr. Ahmet GÜNAY

Dr. Şeyma KARAHAN

Emrah ŞIK

Tuba BUDAK

ÖNSÖZ

Zeytinyağı önemli ve kıymetli bir besin kaynağı olmakla birlikte, üretimi esnasında atıksu (karasu) ve yan ürün (pirina) oluşmaktadır. Pirina çeşitli yollarla ekonomiye geri döndürülebildiği için bir yan üründür, ancak hâlihazırda ticari bir getirisi olmayan karasu bir atık niteliğindedir ve zeytinyağı üretimin ağırlıkta olduğu bölgelerde çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Bu çerçevede, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ülkemizde faaliyet gösteren zeytinyağı sektöründen kaynaklanan zeytin karasuyu probleminin çözümüne yönelik arıtma teknolojilerinin incelenmesi, üretim proseslerinin iyileştirilmesi ve yenilenmesi, yeni teknolojilere geçiş için ekonomik fizibilitenin ortaya konulması, çözüm önerileri getirilmesi ve çözüme yönelik bir Yönetim Planı oluşturulması amacıyla, “Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi” projesi, 29 Ağustos 2014 itibariyle TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü tarafından yürütülmeye başlanmış ve 24 Ağustos 2015 tarihinde tamamlanmıştır.

Bu proje ile sektörden kaynaklanan atıksu probleminin çözümüne yönelik alternatifler tüm boyutları ile (ürün miktar ve kalitesi, atık oluşumu ve miktarı, su kullanımı, ilk yatırım ve işletme maliyetleri, pirina tesislerinin yeterliliği, alternatif pirina değerlendirme yöntemlerinin analiz edilmesi vb.) ele alınmış, aynı zamanda alternatif çözümlerin, gerek zeytinyağı işletmeleri, gerekse de pirina tesisleri açısından maliyet analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, zeytinyağı işletmelerini çözümlemek ve oluşan atıksu miktarı, yağ miktarı, pirina miktarı gibi bileşenleri hesaplayabilmek için hem 2 faz, hem de 3 faz işletme için kütle dengesi çıkarılmış ve web tabanlı “3 Faz ve 2 Faz Üretim Hesaplama Aracı” adı altında bir program hazırlanmıştır. Bu özellikleri ile proje çıktıları sektör açısından bir ilk olma niteliği taşımaktadır.

Proje kapsamında yapılan çalışmalar ve çıktılar kısaca özetlenerek ‘Zeytin Sektörü Atık/Artıklarının Yönetimi’ başlıklı kitapçıkta kullanıcıların bilgisine sunulmuştur. Ayrıca, proje çıktıları ile ilgili detaylı bilgiler ‘Nihai Rapor’ başlıklı son raporda yer almaktadır.

Dr. Selda MURAT HOCAOĞLU

Proje Yürütücüsü

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	6
ŞEKİL LİSTESİ	7
1 GİRİŞ	8
2 ZEYTİNYAĞI ÜRETİM PROSESLERİ VE PROSES ATIK/ARTIKLARI	9
2.1 Zeytinyağı Üretimi Aşamaları	9
2.2 Zeytinyağı Üretiminde Kullanılan Yağ Ayırma Prosesleri	10
2.3 Zeytinyağı Üretim Atık/Artıkları.....	10
2.4 Zeytinyağı Üretim Atık/Artıklarının Bertaraf ve Değerlendirilme Yöntemleri	12
3 ÜLKEMİZDEKİ ZEYTİNYAĞI VE PİRİNA İŞLEME TESİSLERİ.....	14
3.1 Envanter Çalışması (Veri Toplama ve Analizi)	14
3.1.1 Zeytinyağı Üretim Tesisleri	14
3.1.2 Pirina İşleme Tesisleri	18
3.2 Saha Çalışması.....	22
3.3 Karakterizasyon Çalışması	22
3.3.1 Yıkama Suyu, Karasu ve Seperatör Suyu Karakterizasyonu	22
3.3.2 Pirina Karakterizasyonu	27
4 ZEYTİNYAĞI ÜRETİM PROSESLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	28
4.1 İki Fazlı ve Üç Fazlı Sistemlerin Su Kullanımı, Atıksu Kirliliği ve Pirina Oluşumu Açısından Karşılaştırılması	28
4.2 Ülkemizdeki İşletmelerin Dönüşümünün Su Kullanımı ve Atıksu Kirliliği Açısından Değerlendirilmesi	30
5 ÜLKEMİZDEKİ ZEYTİNYAĞI TESİSLERİNİN DÖNÜŞÜME UYGUNLUĞUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ	32
5.1 Zeytinyağı Üretim Tesislerinde Kullanılan Makine ve Ekipmanlar	32
5.2 Zeytinyağı Tesislerinin Dönüşümüne Yönelik Makine ve Ekipman Maliyet Analizi	33

6 ÜLKEMİZDEKİ PİRİNA TESİSLERİNİN DÖNÜŞÜME UYGUNLUĞUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ	36
6.1 Mevcut Pirina Miktarı ve Üretim Prosesi Değişikliğinin Pirina Miktarına Etkisi	36
6.2 Pirina Tesislerinin Dönüşüme Uygunluğu	37
6.3 İki Faz Dönüşüm Sonrası Mevcut Pirina Tesislerinin Yeterliliği	42
7 ZEYTİNYAĞI ÜRETİM TESİSLERİ İÇİN FAYDA-MALİYET ANALİZİ.....	50
8 PİRİNA TESİSLERİ İÇİN FAYDA-MALİYET ANALİZİ.....	54
8.1 Alternatif Pirina Değerlendirme Yöntemlerinin Fayda-Maliyet Analizi	55
9 ALTERNATİFLERİN TEKNİK VE ÇEVRESEL İNDİKATÖRLER AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	56
10 PİRİNA TESİSLERİNİN 2 FAZ PİRİNAYA ÖN İŞLEM OLARAK DEKANTASYON YAPMASI	57
11 ZEYTİNYAĞI ÜRETİM TESİSLERİNDE OLUŞAN ATIKSULARIN BERTARAF SÜRECİ	58
12 SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	61
13 REFERANSLAR	63

TABLO LİSTESİ

Tablo 1 Zeytindeki katı madde bileşenlerinin içeriği.....	9
Tablo 2 İllere göre zeytinyağı üretim tesisi ve eklenen tesis sayısı.....	17
Tablo 3 İllere göre zeytinyağı tesislerinin kapasite kullanımı	18
Tablo 4 Türkiye'deki pirina tesisleri.....	19
Tablo 5 Proje kapsamında ve literatürde incelenen tesislerde yıkama suyu karakterizasyonu	23
Tablo 6 Proje kapsamında incelenen tesislerde ve literatürde karasu karakterizasyonu	25
Tablo 7 Proje kapsamında ve literatürde incelenen tesislerde seperatör çıkış suyu karakterizasyonu	26
Tablo 8 Üç faz ve iki faz pirina karakterizasyonu özet tablosu	27
Tablo 9 Zeytinyağı üretim tesisinde kullanılan makine ve ekipmanlar	32
Tablo 10 Dekantörlerin dönüşüm maliyetleri	34
Tablo 11 Farklı kapasiteler için seçilen yeni dekantör fiyatı.....	34
Tablo 12. Toplam dönüşüm maliyetleri.....	35
Tablo 13 İllere göre oluşan 3 faz ve 2 faz tahmini pirina miktarı ile 2 faz üretim prosesine geçildiğinde oluşacak tahmini pirina miktarı ve artış oranı	37
Tablo 14 Solvent ekstraksiyon tesisinde kullanılan makine/ekipmanların dönüşüme uygunluğu ve gerekli ilave yatırımlar.....	40
Tablo 15 İki fazlı pirina işleme yöntemi farklılıklarına göre pirina tesislerinde yapılabilecek ek yatırımlar ve yaklaşık maliyetleri	41
Tablo 16 Ülkemizdeki pirina tesislerinin 3 faz ve 2 faz pirina işleme kapasiteleri...	42
Tablo 17 Senaryo 2'ye göre önerilen pirina tesislerinin yeri ve kapasiteleri	45
Tablo 18 Senaryo 3'e göre önerilen pirina tesislerinin yeri ve kapasiteleri.....	46
Tablo 19 Farklı alternatiflerin fayda ve maliyetlerinin Net Bugünkü Değeri	51
Tablo 20. %60 kapasite varsayımıyla üç-faz pirina tesislerinin varsayılan maliyet ve gelirleri (yatırım ve personel giderlerinin tam kapasite ile aynı olacağı varsayılmıştır)	54
Tablo 21 Üç fazdan 2 faza dönüşümün karlılık analizi (10 yıllık işletme dönemi) ..	55
Tablo 22 Atıksu kaynaklı kirliliğin önlenmesi ve pirinanın değerlendirilmesi alternatifleri.....	56

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1 Kuru pirina	11
Şekil 2 Zeytinyağı üretim tesislerinin işlenen zeytin miktarına göre gruplandırılması	15
Şekil 3 Türkiye genelinde tercih edilen zeytinyağı üretim prosesleri ve yüzdesel dağılımı	15
Şekil 4 İllere göre mevcut zeytinyağı üretim prosesleri	16
Şekil 5 Üç fazlı pirinanın işlenmesi	20
Şekil 6 İki fazlı pirinanın işlenmesi	21
Şekil 7 Üç fazlı üretim prosesi kütle dengesi	28
Şekil 8 İki fazlı üretim prosesi kütle dengesi.....	29
Şekil 9 Üç fazlı üretim prosesinde oluşan atıksu miktarları.....	29
Şekil 10. İki fazlı üretim prosesinde oluşan atıksu miktarları	29
Şekil 11. Zeytinyağı üretim proseslerinde oluşan atıksu kirlilik yükleri a) 3 fazlı üretim prosesi b) 2 fazlı üretim prosesi	30
Şekil 12 Mevcut durumda ve tüm işletmelerin 2 fazlı üretim prosesine geçmesi durumunda su kullanımı, atıksu oluşumu ve oluşan kirlilik yüklerinin karşılaştırılması	31
Şekil 13 Türkiye’deki 3 fazlı dekantörlerin 2 faza dönüşebilme durumları	33
Şekil 14 Mevcut durumda üretim prosesine göre Türkiye’de oluşan tahmini pirina miktarı ve yüzdesi	36
Şekil 15 Pirina tesislerinde üç fazlı pirinanın işlenmesi	38
Şekil 16 Pirina tesislerinde iki fazlı pirinanın işleme yöntemi farklılıkları a) Ön kurutulmuş pirina ile karıştırma b) 3 fazlı 2. sıkım yapma c) 3 fazlı 2. sıkım ve ön kurutulmuş pirina ile karıştırma	39
Şekil 17 Senaryo 1’e göre önerilen pirina tesisinin konumu ve öngörülen hizmet alanı	47
Şekil 18 Senaryo 2’ye göre önerilen pirina tesislerinin konumu ve öngörülen hizmet alanları.....	48
Şekil 19 Senaryo 3’e göre önerilen pirina tesislerinin konumu ve öngörülen hizmet alanları.....	49
Şekil 20 İki faz pirinanın pirina tesislerinde 2. sıkım (dekantasyon) yapılması	57
Şekil 21 Zeytinyağı üretim tesislerinde oluşan atıksuların bertarafı süreci	59

1 GİRİŞ

Zeytin ve zeytinyağı üretimi Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz ülkelerinin ekonomisinde önemli bir yer tutmaktadır. Zeytinyağı önemli ve kıymetli bir besin kaynağı olmakla birlikte, üretimi esnasında atıksu (karasu) ve yan ürün (pirina) oluşmaktadır. Pirina çeşitli yollarla ekonomiye geri döndürülebildiği için bir yan üründür, ancak hâlihazırda ticari bir getirisi olmayan karasu bir atık niteliğindedir ve zeytinyağı üretimin ağırlıkta olduğu Akdeniz ülkelerinde çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Zeytinyağı üretimi esnasında oluşan karasuyun, çevre zararının bertaraf edilebilmesi amacıyla ülkelerin aldıkları önlemler ve uygulamalar farklılıklar göstermektedir. Uygulamalar arasında en yaygın olanları, sıkım sırasında karasu oluşmayan üretim prosesin kullanımı, buharlaştırma lagünlerinin kullanımı ve kontrollü sulama yapılması yer almaktadır.

3 fazlı zeytinyağı işletmeleri atıksuyu: Yıkama atıksuyu, dekantör atıksuyu ve separatör atıksularının tamamı,

2 fazlı zeytinyağı işletmeleri atıksuyu: Yıkama atıksuyu ve separatör atıksuyu (separatör atıksuyunun pirina ile birlikte değerlendirilmesi durumunda sadece yıkama atıksuyu),

Karasu: 3 fazlı zeytinyağı işletmelerinde dekantör atıksuyu (dekantöre giren su, zeytin özsuyu karışımı) ve separatör atıksuyu,

3 fazlı pirina: 3 fazlı çalışan zeytinyağı işletmelerinde zeytinlerin sıkılmasından sonra arta kalan yağlı zeytin küspesi,

2 fazlı pirina: 2 fazlı çalışan zeytinyağı işletmelerinde zeytinlerin sıkılmasından sonra arta kalan sulu ve yağlı zeytin küspesi,

Entegre zeytinyağı tesisi pirinası: 2 fazlı pirinanın zeytinyağı tesisinde (oluştugu yerde) çekirdeğinin alınması ve 2. sıkım yapılması sonrasında arta kalan zeytin küspesi,

Yağı alınmış pirina: Pirina işletmelerinde fiziksel ve kimyasal yöntemlerle yağı alınmış (yağ içeriği $< \%1,5$) ve kurutulmuş zeytin küspesi.

2 ZEYTİNYAĞI ÜRETİM PROSESLERİ VE PROSES ATIK/ARTIKLARI

Zeytin, kabuk, etli kısım ve çekirdekten olmak üzere üç ana kısımdan oluşmaktadır. İçeriğinde %40-60 oranda su; %10-30 oranda yağ bulunmaktadır. Kuru ağırlığının %30'u katı maddeden oluşmaktadır. Katı madde, %12-25 oranda çekirdek, %1-3 oranda tohum, %8-10 kabuk ve posa, %3 şeker, %2 protein ve %2 oranda diğer bileşikler (asitler, vitaminler, mineraller, pektinler) olarak dağılmaktadır (Vossen, 2007). Bu bileşenlerin kimyasal içeriği Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1 Zeytindeki katı madde bileşenlerinin içeriği
(Yalılı-Kılıç, 2011)

Bileşenler	Etli Kısım (%)	Çekirdek (%)	Tohum (%)
Su	50-60	9,3	30
Yağ	15-30	0,7	27,3
Azotlu Bileşikler	2-3	3,4	10,2
Şeker	3-7,5	41	26,6
Selüloz	3-6	38	1,9
Mineraller	1-2	4,1	1,5
Polifenoller	2,25-3	0,1	0,5-1
Diğer Bileşenler	-	3,4	2,4

2.1 Zeytinyağı Üretimi Aşamaları

Akdeniz ülkelerinde yetiştirilen zeytinler, yılın Kasım ayında olgunlaşmaya başlar ve Kasım-Şubat aylarında ise hasat işlemi gerçekleştirilir. Zeytinyağı üretiminde kullanılan işlemler genel olarak dört adımdan oluşur.

- Zeytinin temizlenmesi (Yaprak Ayırma, Yıkama):
- Zeytinin hamur hale getirilmesi (Kırma, Yoğurma)
- Katı ve sıvı fazların ayrılması (Dekantasyon)
- Zeytinyağındaki kalıntıların giderilmesi (su ve posa kalıntılarının uzaklaştırılması- separasyon).

2.2 Zeytinyağı Üretiminde Kullanılan Yağ Ayırma Prosesleri

Günümüzde zeytinyağı üretiminde kullanılan yöntemler yağ ayırma sistemlerindeki farklılığa göre geleneksel presleme (kesikli) ve sürekli (kontinü) üretim (üç fazlı ve iki fazlı) olmak üzere ikiye ayrılır. Geleneksel presleme yöntemi, yağın hidrolik presler yardımıyla çıkarılması esasına dayanır. Sürekli sistemler ise daha modern bir yöntem olup, yağın santrifüjle çıkarılması esasına dayanır.

2.3 Zeytinyağı Üretim Atık/Artıkları

Zeytinyağı üretimi sonucunda sıvı ve katı olmak üzere iki tip atık/artık oluşmaktadır. Bunlardan sıvı atıklar karasu ve yıkama suyu olarak ayrılmaktadır. Karasuyun içeriği, işlenen zeytinlerin olgunluk derecesine ve türüne göre değişmektedir. Ayrıca zeytin ağaçlarının yetiştirildiği toprağın cinsi, iklim şartları ve zeytinlerin depolanması, yağ elde etme yöntemleri ve bu sırada kullanılan su miktarları ile atıksuyun birleştirildiği ortamın farklı olması da atıksuyun içeriğinde belirgin farklılıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Karasu

Üç fazlı zeytinyağı üretimi sırasında ortaya çıkan karasuyun kirletici özelliği çok yüksektir. Karasuyun miktarı ve fizikokimyasal özellikleri üretim yerine, ürün alınan ağacın yaşına, hasat sezonuna, ürünün o yıl var veya yok olmasına, zeytin çeşidine ve ekstraksiyon metotlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Fenolik bileşikler zeytinin çekirdeğinde ve etli kısmında bulunmaktadır ve yağa nazaran sudaki çözünürlüğü daha fazladır. Böylece konsantrasyonu normalde 500 mg/L civarlarındayken, atıksuda 2500 mg/L olabilmektedir. Karasuda otuzdan fazla fenolik bileşik tespit edilmiştir (McNamara, 2008). Karasuyun içerdiği fenolik bileşiklerden olan monomerik ve polimerik yapıli fenoller yüksek miktarda KOİ ve BOİ içermektedir. Monomerik fenoller fitotoksik ve antimikrobiyal aktivite

göstermektedir. Diğer taraftan polimerik fenoller ise yapısal olarak lignine benzemekte olup, karasuya tipik rengini vermektedir (Hamdi, 1993).

Pirina

Zeytinyağı fabrikalarında zeytinlerin sıkılmasından sonra arta kalan çekirdek, kabuk ve posa pirinayı oluşturmaktadır. 100 kg zeytinin işlenmesinden ortalama olarak 35-45 kg kuru pirina elde edilmektedir. Geleneksel presleme, 3 fazlı santrifüj dekantasyon işlemi ve 2 fazlı santrifüj dekantasyon işlemi uygulayan zeytinyağı fabrikalarından elde edilmesine bağlı olarak üç tip pirina çeşidi bulunmaktadır. Söz konusu üç tip pirina sırasıyla % 25-30, % 45-55 ve %60-75 nem içermeleri ile birbirinden ayrılmaktadır. Kurutma işleminden geçmiş pirina Şekil 1’de gösterilmektedir.

İşlemlerden geçirilen pirina farklı isimlendirilmektedir. Buna göre;

- **Ham pirina:** Zeytinlerin yağları alındıktan sonra oluşan ilk ürün,
- **Çekirdek kısmı ayıklanmış pirina:** Elekten geçirilerek ventilasyon işlemiyle posadan çekirdeklerin ayrılması sonucu oluşan pirinayı
- **Yağı alınmış pirina:** Ham pirinanın solvent ekstraksiyon sonucu yağı alınmasıyla elde edilen pirina,

ifade etmektedir.



Şekil 1 Kuru pirina

2.4 Zeytinyağı Üretim Atık/Artıklarının Bertaraf ve Değerlendirilme Yöntemleri

Karasuyun Bertarafında Kullanılan Yöntemler

Zeytinyağı endüstrisinden kaynaklanan atıksular, zeytinyağı üretiminin yoğun olarak gerçekleştirildiği Akdeniz ülkelerinde ciddi çevresel sorunlara yol açmaktadır. Zeytinyağı karasuları, üretimi açısından bölgesel ve mevsimsel olup, 10-100 m³/gün aralığında değişen düşük debilerde oluşmaktadır. Karasu, KOİ değeri genellikle 80-200 g/L arasında değişmektedir (Gotsi ve diğ., 2005). Polifenolik (tirosol, hidroksi tirosol, kafeik asit, sinamik asit, vb.), polialkol, lipid, pektin, şeker ve tannin içerikleri nedeniyle yüksek organik kirletici konsantrasyonu ve özellikle 10 g/L'yi aşan fenolik ve tannik asit içerikleri nedeniyle biyolojik olarak zor ayrışan bir yapıdadır (Mulinacci ve diğ., 2001).

Karasuyun bertarafı ile ilgili izlenen yaklaşımlar aşağıda sıralanmıştır.

- Kanalizasyona Direkt Deşarjı
- Lagünlerde Buharlaştırma
- Sulamada Kullanımı
- İşletmelerin Bireysel Artıma Tesislerini Kurması

Pirinanın Değerlendirilme Yöntemleri

Türkiye'de zeytinyağı üretimi önemli bir yere sahip olduğu için üretim sonucu çok miktarda pirina oluşmaktadır. Ekonomik değeri olan pirina, uygun şekilde değerlendirilmeli ve atık olarak görülmemelidir. Türkiye'de yağı alınmış pirinanın neredeyse tamamı yakıt olarak kullanılırken, zeytinyağı üretimi yapılan Akdeniz ülkelerinde ise birçok alanda kullanımı bulunmaktadır. Akdeniz ülkelerinde pirina, gübre, yakıt, büyükbaş hayvanlar için yem olarak, hatta bitümle karıştırıldığında yol yapımında katkı malzemesi olarak kullanılabilir. Ancak sahip olduğu enerji içeriği nedeniyle yakıt amaçlı olarak kullanımı da yaygınlaşmaktadır. Ayrıca pirinadan solventler kullanılarak elde edilen yağın; sabun sanayisinde, şeker

fabrikalarında evaporasyon kazanlarında köpük giderici olarak, yağ asidi imalinde yakıt maddesi olarak kullanılabildiği görülmektedir (Öcal, 2005; Görel, Doymaz, Akgün, 2004).

Genel olarak pirinanın en yaygın değerlendirilme alternatifleri şunlardır;

- Pirina yağı ve yakıt elde edilmesi,
- Pirinanın tamamından çeşitli teknolojiler kullanılarak enerji elde edilmesi,
- Pirina yağının alınarak kozmetik gibi çeşitli sektörlerde kullanılması, kalan posanın yakma gibi çeşitli alternatifler için değerlendirilmesi,
- Pirinadan çekirdeğin ayrılarak yakıt olarak değerlendirilmesi, kalan posanın hayvan yemi maddesi olarak değerlendirilmesi,
- Pirinadan kompost elde edilmesi.

3 ÜLKEMİZDEKİ ZEYTİNYAĞI VE PİRİNA İŞLEME TESİSLERİ

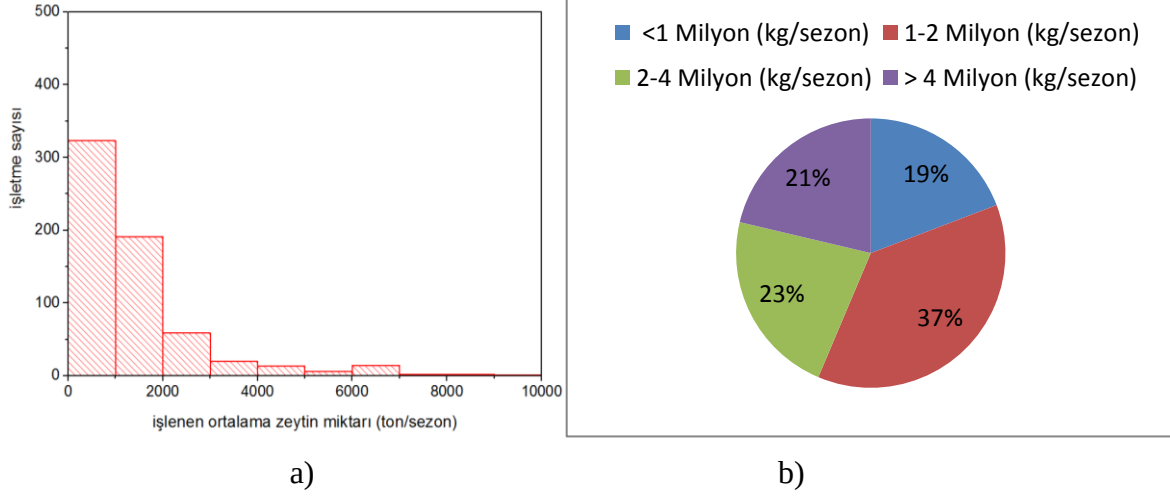
Türkiye’de yaklaşık olarak 1000-1100 civarında zeytinyağı üreticisi olduğu belirtilmektedir. Ancak ne kadar firmanın aktif olarak çalıştığına ve kapasite kullanımının ne olduğuna ilişkin net bir bilgi bulunmamaktadır. Bu kapsamda, Ülkemizde mevcut zeytinyağı üretim ve pirina işleme tesislerinin mevcut durumlarının tespit edilebilmesi için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı desteği ile anket çalışması yapılmış; anket sonuçlarına göre üretim kapasitesi ve üretim teknolojilerine göre tesisler seçilerek yerinde ziyaret edilmiştir. Ziyaret edilen bu tesislerden zeytinyağı üretimi aşamalarında çıkan yıkama suyu, dekantör suyu, separatör suyu ve pirina örnekleri alınarak TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü Su-Atıksu Laboratuvarında ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Referans Laboratuvarında analizleri yapılmıştır. Yapılan çalışmalar ve sonuçlar özetlenerek aşağıda sunulmuştur.

3.1 Envanter Çalışması (Veri Toplama ve Analizi)

3.1.1 Zeytinyağı Üretim Tesisleri

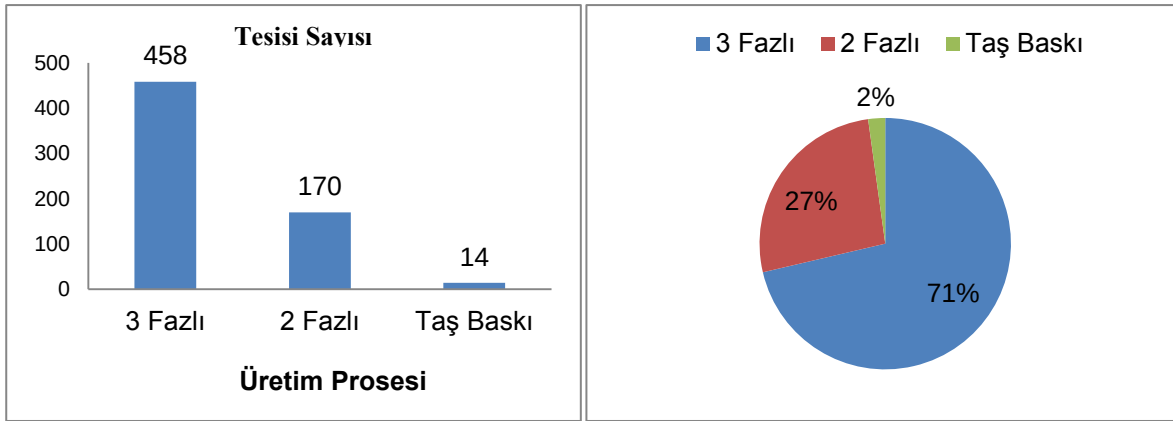
Anketler yardımıyla 642 zeytinyağı üretim tesisinin bilgisine ulaşılmıştır. Anket bilgilerinden yola çıkarak zeytinyağı üretim tesisleri, işlenen zeytin miktarına göre, sezonda 1 milyon kg’dan az, 1-2 milyon kg arası, 2-4 milyon kg arası ve 4 milyon kg’dan fazla olmak üzere 4 gruba ayrılmıştır. Toplanan verilere göre işletmelerin yarısından fazlası, sezonda bir milyon kg’dan daha az zeytin işlemektedir. Bununla birlikte, işletmelerin %45’i, sezonda ortalama 1-4 milyon kg arası yağlık zeytin işlemektedir (toplam üretimin %60’ını oluşturmaktadır). Bu işletmelerin sadece %4’ü sezonda dört milyon kg’dan fazla zeytin işlemektedir. Elde edilen sonuçlar,

Ülkemizde faaliyet gösteren zeytinyağı tesislerinin çoğunlukla küçük ve orta ölçekli işletmeler olduğunu göstermektedir (Şekil 2).



Şekil 2 Zeytinyağı üretim tesislerinin işlenen zeytin miktarına göre gruplandırılması
a) İşlenen zeytin miktarına göre tesis sayısı b) Toplam işlenen zeytin miktarının işletme büyüklüklerine göre dağılımı

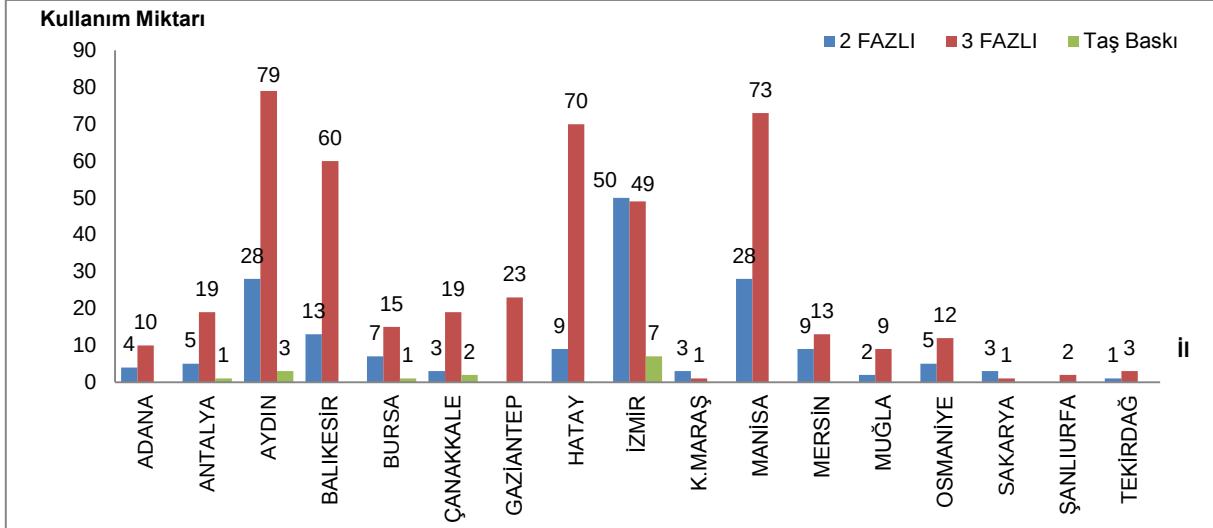
Anket dolduran firmalar incelendiğinde, bu firmaların %71'i üç fazlı, %27'si iki fazlı ve %2'si taş baskı olarak üretimlerini gerçekleştirmektedirler (Şekil 3).



Şekil 3 Türkiye genelinde tercih edilen zeytinyağı üretim prosesleri ve yüzdesel dağılımı

İllerin büyük çoğunluğu üretimini 3 fazlı olarak gerçekleştirirken, İzmir'de üretimin 2 fazlı ve 3 fazlı olarak tercih edilme oranının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Ayrıca zeytinyağı üretimini taş baskı olarak yapan firmaların yarısı İzmir'de bulunmaktadır (

Şekil 4).



Şekil 4 İllere göre mevcut zeytinyağı üretim prosesleri

Zeytinyağı üretim tesislerinde kullanılan dekantörlerin yaklaşık %78'i yerli üretim, %22'si ise yabancı üretim olup, %78'i herhangi bir kapasite ve verim kaybı olmadan kolaylıkla 2 faza dönüşebilmekte, %20'sinin dönüşümü için dekantörlerin üreticiye gönderilmesi gerekmekte ve bir miktar kapasite kaybı söz konusu olabilmektedir, %2'si ise dönüşemez niteliktedir.

Anketlerden elde edilen veriler incelendiğinde, işletmelerin %89'nun karasuyu buharlaştırma lagünlerinde topladığı, %11'nin ise vidanjör ile taşıyarak/kanalizasyona deşarj ettiği görülmektedir.

Eksik İşletme Verilerinin Tamamlanması

Anketler aracılığıyla 642 adet zeytinyağı üretim tesisinin bilgisi toplanmıştır. Ancak anket sırasında faaliyette olmayan zeytinyağı üretim tesislerinin bilgileri alınamamıştır. Ülkemiz genelinde mevcut durumun ortaya konabilmesi ve toplam maliyetlerin tahmin edilebilmesi için bu işletmelerin de dâhil edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, senaryo analizlerinde, toplam işletme sayısının ve ortalama işlenen zeytin miktarının tahmin edilebilmesi için Çevre ve Şehircilik İl Müdürlükleri'nde mevcut

olan işletme sayıları ve il bazında rekolte tahminleri kullanılmıştır (UZZK verileri 6 yıllık ortalaması). Buna göre; ildeki toplam zeytinyağı tesis sayısı ile anket dolduran zeytinyağı tesis sayısı arasındaki fark kadar, bahse konu İl'e zeytinyağı tesisi eklenmiştir. Ayrıca, bu işletmelerde işlenen ortalama zeytin miktarı (ton/sezon), her ilin sahip olduğu rekolte tahmin ortalamasından, anket yardımıyla toplanan değerler çıkarılıp, eklenen işletme sayısına bölünerek belirlenmiştir. Buna göre, Ülkemizde toplam yaklaşık 1031 zeytinyağı tesisi olduğu ve sezonda işlenen ortalama zeytin miktarının yaklaşık 1 milyon ton olduğu tahmin edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2 İllere göre zeytinyağı üretim tesisi ve eklenen tesis sayısı

Şehir	Toplam zeytinyağı tesis sayısı	Anket dolduran zeytinyağı tesis sayısı	Eklenen firma sayısı	Ortalama işlenen zeytin miktarı* (ton/sezon)	Yağlık için kullanılan zeytin miktarı** (ton/sezon)	Zeytinyağı için işlenen toplam zeytin miktarı (ton/sezon)
Adana	14	14	-	8 080	14 557	8 080
Antalya	33	25	8	22 367	24 933	24 927
Aydın	154	110	44	187 024	109 289	195 824
Balıkesir	80	73	7	151 633	105 417	153 033
Bursa	38	23	15	14 403	12 551	18 403
Çanakkale	47	24	23	53 950	58 300	58 320
Gaziantep	50	23	27	22 450	37 267	37 300
Hatay	90	79	11	52 281	89 242	89 241
İzmir	194	106	88	99 625	118 848	118 985
K.Maraş	4	4	-	4 500	4 761	4 500
Kilis	10	-	10	-	12 912	13 000
Manisa	167	101	66	97 717	69 782	110 917
Mersin	29	22	7	23 580	62 378	62 080
Muğla	85	11	74	18 662	90 121	90 072
Osmaniye	17	17	-	34 875	13 832	34 875
Sakarya	8	4	4	1 300	3 267	3 300
Şanlıurfa	7	2	5	1 100	5 740	5 600
Tekirdağ	4	4	-	2 500	1 203	2 500
Genel Toplam	1031	642	389	796 046	836 305	1 030 956

*Anket yardımıyla toplanan değer.

** Ulusal Zeytin ve Zeytinyağı Konseyi'nin yapmış olduğu, son altı yılın rekolte ortalaması

Proje kapsamında illerin kapasite kullanımı tahmin edilmiştir. Kapasite kullanımı hesabında, ürün olsaydı tüm tesislerin ortalama 100 gün süreyle, günde 24 saat çalışabileceği, dekantörlerin ise aktif çalışma süresinin 20 saat civarında olabileceği varsayılarak hesaplanmıştır (temizlik, zeytin değişimi sebebiyle duraksamalar vb. süreler düşülmüştür). Buna göre, zeytinyağı üretiminin yoğun olarak yapıldığı illerdeki tesislerin, kapasitelerinin altında faaliyet gösterdiği, Türkiye’deki kapasite kullanım oranının ortalama %20-25 mertebelerinde olduğu tahmin edilmektedir (Tablo 3).

Tablo 3 İllere göre zeytinyağı tesislerinin kapasite kullanımı

Şehir	Yıllık ortalama işlenilen zeytin miktarı (ton/sezon)	Toplam maksimum kapasite (ton/sezon)	Kapasite kullanım oranı tahmini (%)
Adana	8 080	69 583	12%
Antalya	24 927	169 833	15%
Aydın	195 824	720 108	27%
Balıkesir	153 033	533 750	29%
Bursa	18 403	196 667	9%
Çanakkale	58 320	226 667	26%
Gaziantep	37 300	235 000	16%
Hatay	89 241	553 750	16%
İzmir	118 985	814 567	15%
K.Maraş	4 500	24 583	18%
Kilis	13 000	41 667	31%
Manisa	110 917	706 667	16%
Mersin	62 080	185 000	34%
Muğla	90 072	363 333	25%
Osmaniye	34 875	98 750	35%
Sakarya	3 300	36 667	9%
Şanlıurfa	5 600	27 500	20%
Tekirdağ	2 500	16 667	15%
Genel Toplam	1 030 956	5 020 758	21%

3.1.2 Pirina İşleme Tesisleri

Türkiye’de pirina işleyen 15 tesis bulunmaktadır (Tablo 4). Ülkemizdeki pirina tesisleri, zeytinin yoğun olarak bulunduğu Balıkesir, İzmir, Aydın, Muğla, Hatay ve

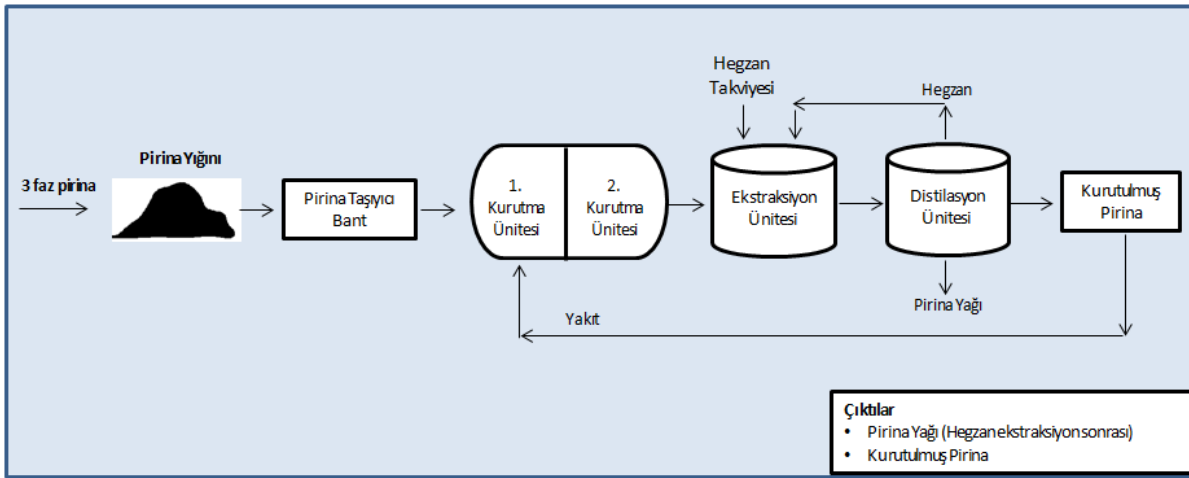
Gaziantep’te yer almaktadır. Bu tesislerin 14’ü pirinayı yakıt olarak, 1 tanesi ise yem maddesi olarak değerlendirmektedir. Pirinayı değerlendiren tesislerden beş tanesi, iki fazlı pirinayı işleyememektedir.

Tablo 4 Türkiye'deki pirina tesisleri

	Firma Adı	Şehir	Günlük işleme kapasitesi (ton/gün)	İşlenilen ortalama pirina miktarı (ton/sezon)	İşlenilen 3 fazlı pirina miktarı (ton/sezon)	İşlenilen 2 fazlı pirina miktarı (ton/sezon)
Hekzan ekstraksiyonu ile yağ ayıran ve kuru pirina, çekirdek vb. elde eden işletmeler	Orpir Pirina	Bergama - İzmir	700	62.000	35.000	27.000
	Girgin Pirina	Ödemiş - İzmir	600	50.000	30.000	20.000
	Ege Tarımsal Enerji	Gömeç- Balıkesir	150	30.000	20.000	10.000
	Dalan Yağ Pirina	Köşk - Aydın	240	33.200	32.000	1.200
	Uşaklı Pirina	İncirliova - Aydın	300	15.000	15.000	-
	Tirsay Pirina	Milas - Muğla	150	15.000	12.000	3.000
	Yükseller Pirina	Milas - Muğla	150	6.000	4.000	2.000
	Doğuş Pirina	Ayvalık - Balıkesir	550	55.000	35.000	20.000
	Solvent Pirina	Havran - Balıkesir	150	18.000	18.000	-
	Yeni Kurtuluş Pirina	Edremit - Balıkesir	150	-	-	-
	Alkanlar Pirina	Nizip - Gaziantep	200	13.000	13.000	-
	Zeymak Pirina	Nizip - Gaziantep	150	10.000	10.000	-
	Karagönler Pirina	Altınözü - Hatay	300	25.000	20.000	5.000
	Hatay (Asfuroğlu) Pirina	Hatay	150	15.000	15.000	-
Yem maddesi üretimi yapan işletmeler	Şenol Gıda San. A.Ş.	Atça-Aydın	250	11.000	1.000	10.000
Toplam			4.370	358.200	260.000	98.200

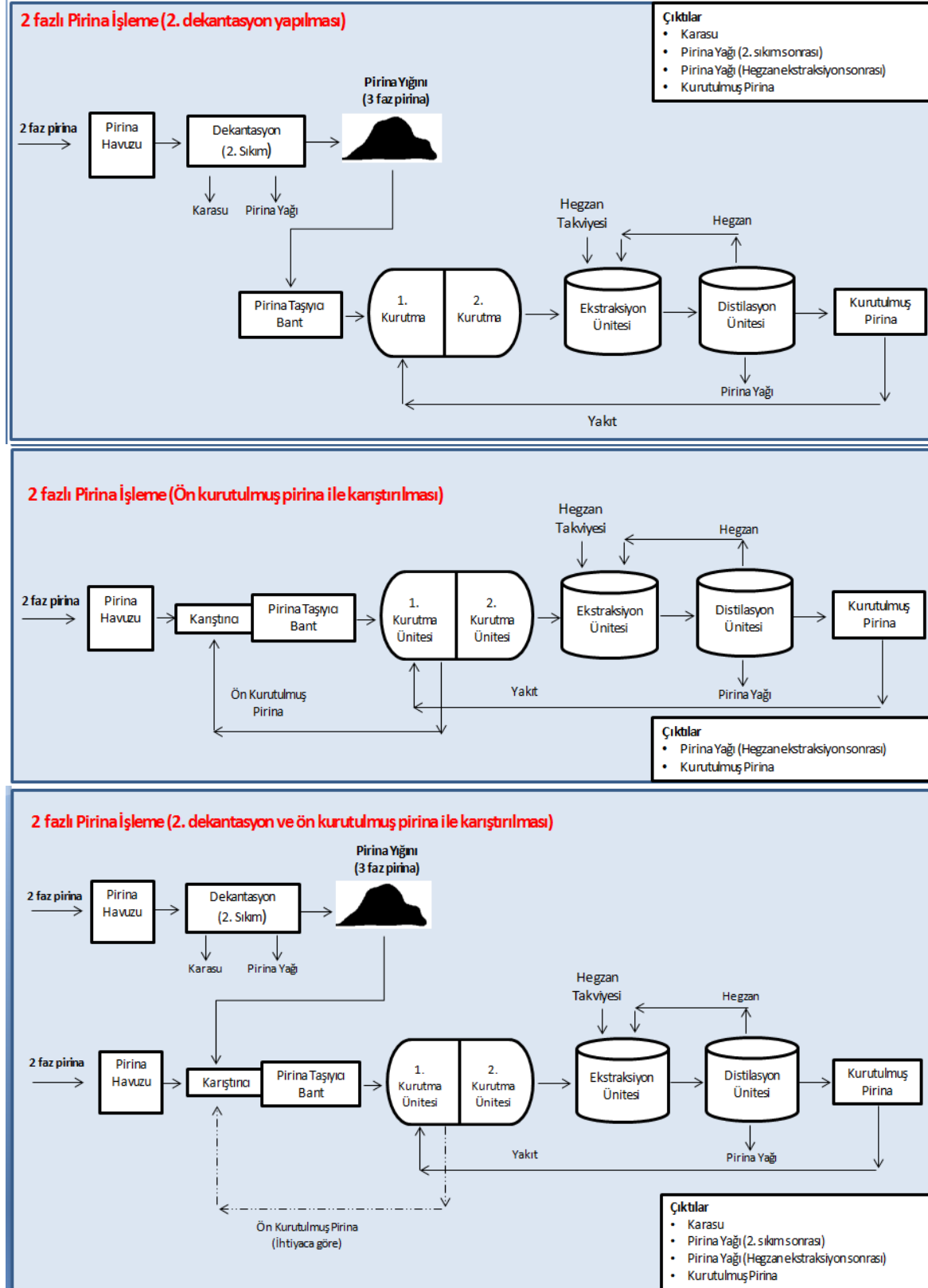
Yapılan anketlere göre oluşan pirinanın %55-60'ının pirina işleme tesislerine verildiği belirlenmiştir. Ancak pirinanın yaklaşık %30-35'inin, hangi tesis/firma tarafından değerlendirildiği bilinmemektedir. Bu tesislerdeki pirinalar, 2. sıkım işlemine tabi tutularak bünyesindeki yağın bir kısmı alınmakta, kalan posa kurutularak yakıt olarak satışa sunulmaktadır. Ancak pirinanın yakıt olarak satılabilmesi için kuru bazdaki yağ içeriğinin en fazla %1,5 olması gerektiğinden pirinanın solvent ekstraksiyonuna tabi tutulması gerekmektedir.

Pirina tesislerinin çalışma prensibi ve nihai olarak elde edilen ürünler çoğunlukla benzerdir. Pirina önce kurutulur, daha sonra hekzan ile ekstraksiyon yapılarak, bünyesindeki yağın bir miktarı alınıp, daha sonra istenirse çekirdeği ayrılıp ayrı değerlendirilir, ya da çekirdekli olarak yakma amaçlı satışa sunulur (Şekil 5).



Şekil 5 Üç fazlı pirinanın işlenmesi

İki fazlı pirina yüksek nem içeriğine sahip olduğundan pirina tesislerinde direk kurutma işlemine tabi tutulmaz. 2 fazlı pirinanın çeşitli yöntemler ile işlenmesi sonucu oluşan ürünler ve akım şeması Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6 İki fazlı pirinanın işlenmesi

3.2 Saha Çalışması

Türkiye’de zeytinyağı üretimi yapan ve pirina işleyen tesislere ait bilgiler anket çalışması ile toplanmış, bu tesislerden pirina işleyenlerin 15’i; zeytinyağı üreticilerinin 25’i ise, zeytin işleme kapasitesine ve üretim prosesine göre önceliklendirilerek yerinde ziyaret edilmiştir. Ayrıca, saha çalışması esnasında, diğer kamu kurum ve kuruluşları ile de görüşülmüştür. Saha çalışmaları, Aralık 2014-Şubat 2015 tarihleri arasında, Bursa, Balıkesir, İzmir, Manisa, Aydın, Muğla, Antalya, Hatay ve Gaziantep İllerinde gerçekleştirilmiştir. Ayrıca ilgili kurum ve kuruluşlar ile görüşülerek proje ile ilgili bilgi verilmiş ve bölgelerindeki zeytinyağı tesisleriyle ilgili bilgiler alınmıştır.

3.3 Karakterizasyon Çalışması

3.3.1 Yıkama Suyu, Karasu ve Seperatör Suyu Karakterizasyonu

Yıkama Suyu

Genel olarak atıksuyun içeriğinde topraktan ve ezilen zeytinlerden gelen katı madde, az miktarda inorganik gübre, pestisit ve yağ bulunmaktadır.

Üretimin 2 fazlı veya 3 fazlı olması yıkama suyu karakterini etkilememekte ancak atıksu karakteri tesisten tesise değişkenlik göstermektedir. Buna göre, KOİ değeri 1961 ile 5000 mg/L arasında; AKM değeri 1080-7360 mg/L arasında; yağ-gres 55-1053 mg/L arasında yer almaktadır. KOİ ve AKM için bu değerlerin literatürle benzer olduğu görülmektedir (Tablo 5).

Tablo 5 Proje kapsamında ve literatürde incelenen tesislerde yıkama suyu karakterizasyonu

Parametre	Birim	Ziyaret Edilen Tesisler						Literatür					
		302-S.S.874 No'lu Ödemiş Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifi	290-S.S.994 No'lu Altınoluk Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifi	236-S.S.1076 No'lu Aydın Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifi	375-Yeniçağ Gıda San. Tic. A.Ş.	159-S.S.76 No'lu Burhaniye Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifi-Pelitköy İşletme	270-Verde Yağ Besin Maddeleri San. ve Tic. A.Ş.	1	2	3	4	5	6
Üretim Prosesi		2 fazlı	2 fazlı	2 fazlı	2 fazlı	3 fazlı	3 fazlı						
Sıcaklık	°C	18	16,4	16,4	18,5	17,5	19,7						
İletkenlik	µS/cm	704	1019	2360	1268	1011	1145						
pH		7,3	7,3	7,75	7,43	6,97	7,61	6,34	5,65	6,22	6,66	6,02	6,03
TOK	mg/L	720	559	1027	1337	536	1202						
KOİ	mg/L	3137	2118	4392	5000	1961	4706	810	4858	1640	222	809	4494
Yağ-gres	mg/L	894	392	55	132	1053	132						
AKM	mg/L	1360	1850	1080	7360	5300	3400						
UAKM	mg/L	960	570	920	1680	1050	1320						
FENOL	mg/L	0,1	< 0,07	0,08	0,24	< 0,07	0,31						
TP	mg/L	27,05	13,37	24,59	26,13	14,45	22,13						
NH ₃ -N	mg/L	<0,2	<0,2	0,56	<0,2	<0,2	<0,2						
TKN	mg/L	30,2	21,8	35,8	45,9	19,6	43,1						
Renk	Pt/Co	1510	1435	2325	3875	1245	1345						
BOİ ₅	mg/L							500	1820	348	148	121	1145
Organik Madde	%							0,10	0,22	0,15	0,10	0,07	0,34
Katı Madde	%							0,27	0,49	0,23	0,18	0,28	0,87
Kül	%							0,17	0,27	0,07	0,08	0,21	0,53

*Analizler TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Su-Atıksu Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

**Literatür olarak verilen değerler Borja ve diğ., 2006'den alınmıştır.

Karasu

Proje kapsamında 3 fazlı zeytinyağı üretimi yapan tesisler ziyaret edilmiş, dekantör çıkışından örnekler alınarak analiz edilmiştir. Tablo 6'deki değerler incelendiğinde karasuyun KOİ değeri ortalama 110.000 mg/L civarında yer almakta olup; bu KOİ değeri ile evsel atıksuya göre (yaklaşık 500 mg/L KOİ) 200-400 kat daha kirletici özellik göstermektedir. Diğer taraftan üretim tesisinin yağ elde etme verimini gösteren yağ-gres içeriği ise 110-14.824 mg/L arasında; AKM içeriği 10.000-40.000 mg/L arasında büyük değişiklik göstermektedir. Karasu için önemli kriterlerden birisi olan ve alıcı ortama karıştığında inhibe edici etki gösteren T-Fenol 345-5.600 mg/L arasında yer almaktadır. Fenolik bileşikler zeytinin çekirdeğinde ve etli kısmında bulunmaktadır ve yağa nazaran sudaki çözünürlüğü daha fazladır. Böylece konsantrasyonu normalde 500 mg/L civarlarındayken, atıksuda 2.500-5.000 mg/L olabilmektedir.

Tablo 6'dan görüldüğü üzere karasuyun karakterizasyonu tek tip olmayıp, çok geniş aralıklarda değişkenlik göstermektedir. Bu durum işlenen zeytinlerin olgunluk derecesi ve zeytinin türü, zeytin ağaçlarının yetiştirildiği toprağın cinsi, iklim şartları ve zeytinlerin depolanması ile ilişkili olmaktadır.

Karasuyun alıcı ortama deşarjı ile ilgili SKKY'de Gıda Sanayi (zeytinyağı ve sabun üretimi, katı yağ rafinasyonu) Tablo 5.5.'te kriter değerler verilmiştir. Verilen limit değerler 2 saatlik/24 saatlik kompozit bir numunede KOİ için 250/230 mg/L, yağ-gres için 60/40 mg/L ve pH için 6-9'dur. Tablo 6'da verilen KOİ değerleri dikkate alındığında, bu değerlere ulaşmanın çok maliyetli, ekonomik ve teknolojik açıdan zor olduğu görülmektedir.

Tablo 6 Proje kapsamında incelenen tesislerde ve literatürde karasu karakterizasyonu

Firma	Birim	Ziyaret Edilen Tesisler		Literatür												
		S.S.76 Nolu Burhaniye Zeytin Ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifi-Pelitköy İşletme	Verde Yağ Besin Maddeleri San. ve Tic. A.Ş.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Üretim Prosesi		3 Fazlı	3 fazlı	3 Fazlı	3 fazlı	3 Fazlı	3 fazlı	3 Fazlı	3 fazlı	3 Fazlı	3 fazlı	3 Fazlı	3 fazlı	3 Fazlı	3 fazlı	3 Fazlı
Sıcaklık	°C	27	32													
İletkenlik	µS/cm	14.830	15.080	-	15.100	6.800		9.000	5.500-10.000	8.000-9.000						
pH		5	5	5,1	5,27	4,8	4,16	4,5	2,24-5,59	4,80-5,00	4,99	5,22	5,52	5,14	5,15	4,90
Renk	Pt-Co	41.875	11.875													
KOİ	mg/L	119.373	132.078	43.300	65.000	89.000	126.632	180.000	30.000-320.000	140.000-150.000	79.200	148.000	100.000	112.000	144.000	92.000
TOK	mg/L	38.180	36.765	9.900	25.000	40.000	66.488	-	20.190-39.800	35.000-40.000						
TKN	mg/L	1.139	1.405							800-900						
TN	mg/L			160		980	248	-			50					
TP	mg/L	67	282	100		280	630	-		180-20	325					
AKM	mg/L	13.600	26.000	17.600	11.900		-	-	25.000-30.000	40.000-45.000	6.420	30.800	25.584	24.840	24.400	
UAKM	mg/L	12.400	24.700							45.000-50.000						
Yağ-Gres	mg/L	-	-	-	-***		-***	-	300-4.250	8.000-9.000	6.370	14.824	10.950	7.265	7.560	7.200
T-Fenol	mg/L	-	-	1.500	5.600		4.090	2.400	630-5.450	3.500-4.000	475	640	410		345	382
NH ₃ -N	mg/L	1,68	0,28													

*Analizler TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Su-Atıksu Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

** (1) Papaphilippou ve diğ. (2012); (2) Belaid ve diğ. (2013); (3) Poerschmann ve diğ. (2013); (4) Sponza ve Öztekin (2014); (5) Ochando-Pulido ve diğ. (2013); (6) Dermeche ve diğ. (2013); (7) Gursoy-Haksevenler (2014); (8-13) Şengül ve diğ. (2003),

*** Yağ-Gres değerleri UAKM konsantrasyonuna kıyasla uyumsuz bulunmuş ve değerlendirmeye alınmamıştır.

Seperatör Suyu

Zeytinyağı üretimindeki son aşama olan seperasyonda yağdaki safsızlıkların ayrılması hedeflenmektedir. Dekantörden ayrılan yağ, separatörden geçerken ilave edilen su yardımıyla partiküllerden arınırken, taşıyıcı görevi gören su separatör atıksuyu olarak sistemi terk eder. Atıksuyun kirlilik karakteri incelendiğinde KOİ değerinin 952–11.529 mg/L arasında olduğu, AKM'nin 406-3450 mg/L arasında olduğu, yağ-gresin ise 69-598 mg/L arasında olduğu gözlenmektedir (Tablo 7).

Tablo 7 Proje kapsamında ve literatürde incelenen tesislerde separatör çıkış suyu karakterizasyonu

Parametre	Birim	Ziyaret Edilen Tesisler					Literatür	
		S.S.76 Nolu Burhaniye Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifi- Pelitköy İşletme	Verde Yağ Besin Maddeleri San. ve Tic. A.Ş.	S.S.874 Nolu Ödemiş Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifi	S.S.1076 Nolu Aydın Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifi	Yeniçağ Gıda san. Tic. A.Ş.	1	2
Üretim Prosesi		3 fazlı	3 fazlı	2 fazlı	2 fazlı	2 fazlı	3 fazlı	3 fazlı
Sıcaklık	°C	24	31,8	33,9	34,5	30,5	-	-
İletkenlik	µS/cm	1.366	1.689	1.210	3.600	1063	-	-
pH		6,84	7,22	6,83	7,6	6,92	6,26	6,50
TOK	mg/L	695	3.239	1.273	2.316	508,5	-	-
KOİ	mg/L	3.529	11.529	4.157	8.000	952	2.960	1.120
AKM	mg/L	680	3.420	620	1.030	406	1.566	373
Yağ-gres	mg/L	585	598	280	69	82	-	235
UAKM	mg/L	660	3.200	620	1.010	398	-	-
NH ₃ -N	mg/L	<0.2	<0.2	<0.2	0,56	0,84	-	-
TKN	mg/L	11,2	85	37,5	53,8	12,3	-	-
TP	mg/L	12,14	28,28	22,9	27,82	10,45	-	-
Renk	Pt/Co	1.880	1.510	1.725	1.910	805	-	-

*Analizler TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Su-Atıksu Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

** (1), (2) Şengül ve diğ. (2003).

3.3.2 Pirina Karakterizasyonu

Pirina, su, yağ, selüloz, lignin, protein, çözülebilir karbonhidratlar, fenol bileşikleri içerir. Kokulu, koyu renkli bir ürün olmakla birlikte, yüksek organik içerikli, orta seviyede pH değerine sahip, iletkenlik değeri yüksek olan bir üründür. Pirinanın içeriği zeytin cinsi, zeytinin yetiştiği bölgenin iklimi, zeytinyağı üretim prosesi, ikinci sıkım yapılıp yapılmaması, tesiste çekirdek ayırımı yapılıp yapılmaması gibi birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Tablo 8’de yer alan tüm pirinaların sonuçları nem açısından değerlendirildiğinde, 3 faz pirinanın ortalama neminin %51,2, kuru bazda ortalama yağ oranının %9,54 olduğu görülmektedir. 2 fazlı üretimde oluşan pirinanın ise ortalama nem içeriğinin %70,2, kuru bazdaki yağ oranının ortalama %10,47 olduğu görülmektedir.

Tablo 8 Üç faz ve iki faz pirina karakterizasyonu özet tablosu

Üretim prosesi	Parametre	Örnek sayısı	Ortalama±Std. Sapma	Min-Maks	Ortanca	%75 Persentil
3 faz pirina	Nem, %	530	51,2±4,5	35,2-65,0	51,4	53,9
	Yaş pirinanın yağ oranı, %	530	4,65±1,1	1,8-10,7	4,6	5,3
	Kuru bazda yağ oranı, %	530	9,54±2,0	3,2-16,7	9,3	10,7
2 faz pirina	Nem, %	439	70,2±4,9	55,7-85,5	70,0	72,7
	Yaş pirinanın yağ oranı, %	439	3,08±0,7	0,9-6,5	3,0	3,5
	Kuru bazda yağ oranı, %	439	10,47±2,3	3,1-17,2	10,2	11,8

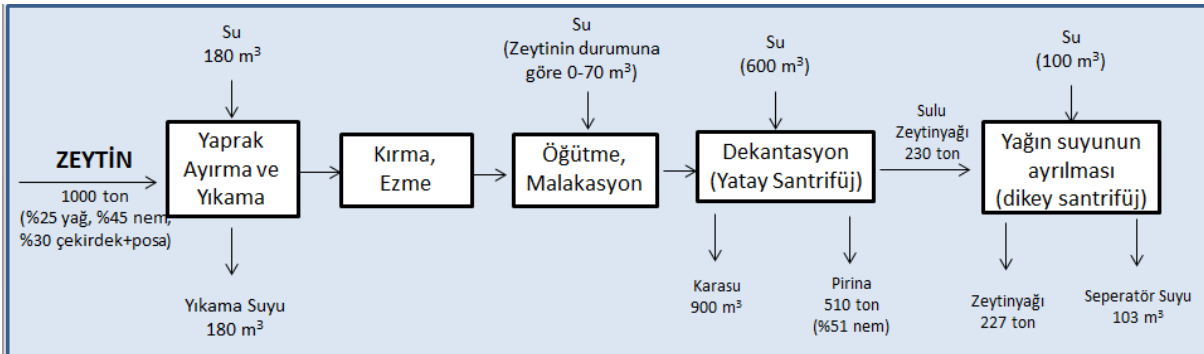
4 ZEYTİNYAĞI ÜRETİM PROSESLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

4.1 İki Fazlı ve Üç Fazlı Sistemlerin Su Kullanımı, Atıksu Kirliliği ve Pirina Oluşumu Açısından Karşılaştırılması

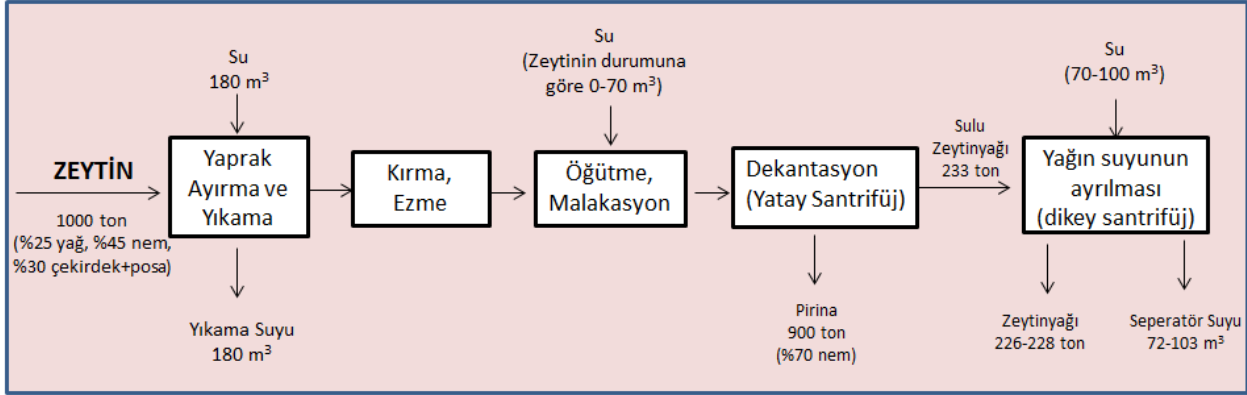
Zeytinyağı işletmelerini çözümlemek ve oluşan atıksu miktarı, yağ miktarı, pirina miktarı gibi bileşenleri hesaplayabilmek için hem 2 faz, hem de 3 faz işletme için kütle dengesi çıkarılmıştır.

Kütle dengesi hesaplarında, saha çalışması sırasında toplanan veriler, saha çalışması sırasında alınan atıksu ve pirina numunelerinin analiz sonuçları, pirina işleme tesislerinden temin edilen pirina analizleri kullanılmıştır.

Ülkemizdeki yaklaşık 1.0000.000 ton/sezon üretiminin, tamamının 2 fazlı ve 3 fazlı olması durumu, yağ üretimi açısından karşılaştırıldığında önemli bir fark olmayacağı, toplam 235.000 ton civarında gerçekleşecek yağ üretiminin $\pm$ 1.000-2.000 ton civarında olabileceği düşünülmektedir. Proje kapsamında hazırlanan Nihai Rapor 'da 1000 ton zeytin işlenmesi durumunda üretilecek yağ, oluşacak atıksu, pirina ve kullanılan su miktarları detaylı olarak verilmiştir. Bununla birlikte, 1000 ton zeytin işlenmesi durumunda 3 fazlı ve 2 fazlı üretim prosesinde kullanılan su ve oluşan atıksu miktarları aşağıda şematik olarak gösterilmiştir (Şekil 7 ve Şekil 8).

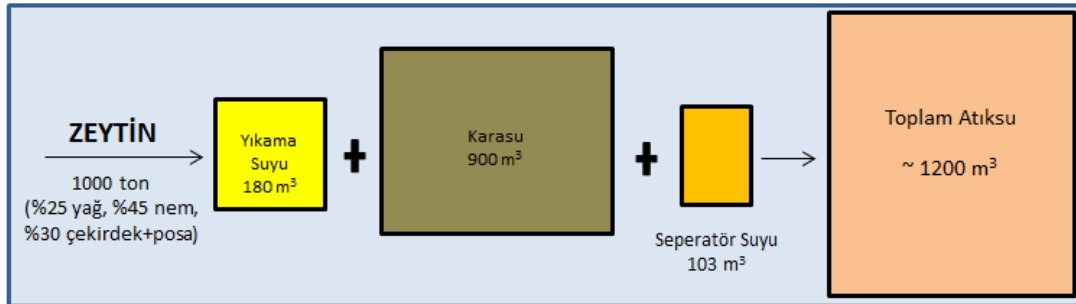


Şekil 7 Üç fazlı üretim prosesi kütle dengesi

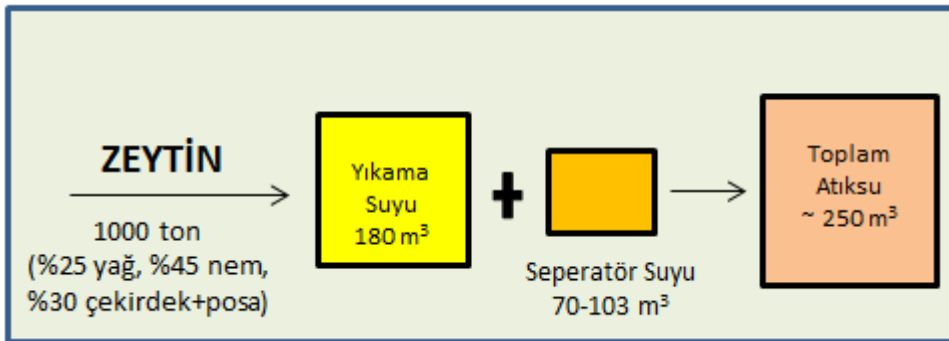


Şekil 8 İki fazlı üretim prosesi kütle dengesi

Görüldüğü gibi, 1000 ton zeytin işlenmesi sonucu, 3 fazlı sistemde yaklaşık 1200 m³ atıksu oluşmakta iken (Şekil 9), 2 fazlı üretim prosesinde ortalama 250 m³ atıksu oluşmaktadır (Şekil 10).



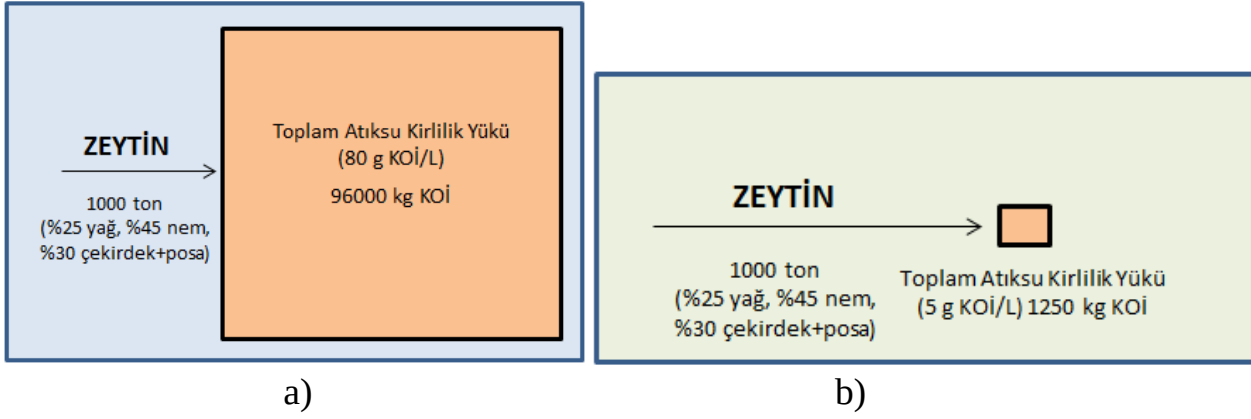
Şekil 9 Üç fazlı üretim prosesinde oluşan atıksu miktarları



Şekil 10. İki fazlı üretim prosesinde oluşan atıksu miktarları

Sonuç olarak, üretim prosesine göre su kullanımı ve atıksu kirlilik yükleri karşılaştırıldığında, iki proses arasında önemli farklar olduğu görülmektedir. 3 fazlı üretim prosesinde 1000 ton zeytin işlemek için ortalama 940 m³ su kullanılmakta iken 2 fazlı üretim prosesinde ise, 310 m³ su kullanılmaktadır. Görüldüğü üzere, 2 fazlı

sistemlerde, daha az su kullanımına gereksinim duyulduğundan doğal kaynakların korunması açısından avantajlıdır. Diğer taraftan, 3 fazlı üretimde 1000 ton zeytin işlenmesi sonucu oluşan atıksuyun kirlilik yükü 96000 g KOİ iken, 2 fazlı istemdeki atıksu kirlilik yükü sadece 1250 g KOİ'dir (Şekil 11). İki üretim prosesi arasında kirlilik yükleri açısından yaklaşık olarak 70-80 kat fark olduğu görülmektedir. 2 fazlı üretim, sadece atıksu oluşumu açısından değil, atıksu kirlilik yükü açısından da avantajlı olduğu görülmektedir.

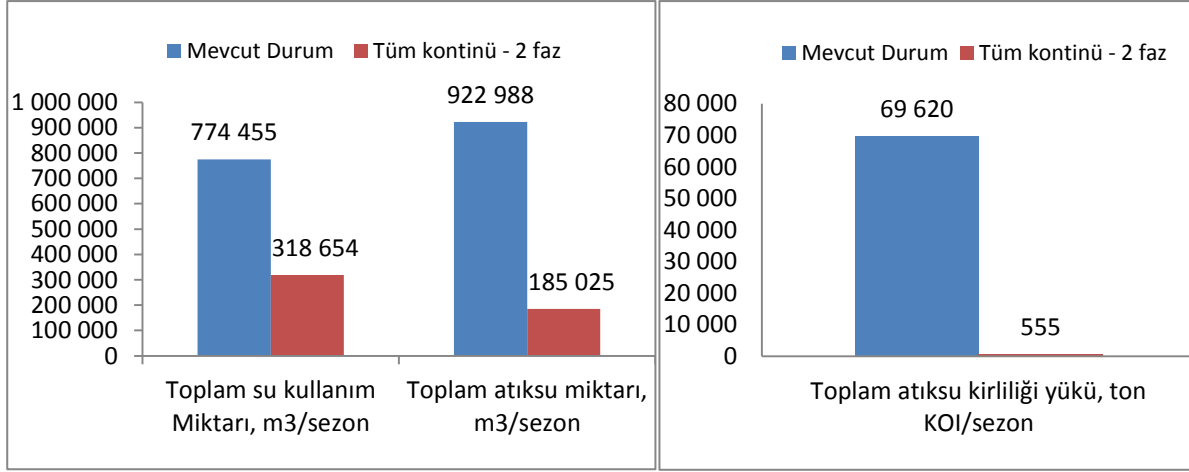


Şekil 11. Zeytinyağı üretim proseslerinde oluşan atıksu kirlilik yükleri a) 3 fazlı üretim prosesi b) 2 fazlı üretim prosesi

4.2 Ülkemizdeki İşletmelerin Dönüşümünün Su Kullanımı ve Atıksu Kirliliği Açısından Değerlendirilmesi

Mevcut durumda, Türkiye'deki 1031 zeytinyağı tesisinin 742 tanesinin 3 fazlı, 273 tanesinin 2 fazlı ve 16 tanesinin de taş baskı olarak faaliyet gösterdiği tahmin edilmektedir. Bu tesislerde, ortalama toplam 775.000 m³ su kullanıldığı, kullanılan suyun sadece yaklaşık 94.000 m³'ünün 2 fazlı tesislerde oluştuğu düşünülmektedir (Şekil 12). Türkiye'de yer alan tüm zeytinyağı üretim tesisleri, 2 fazlı üretime geçecek olursa, kullanılan su miktarının yaklaşık 320.000 m³ olacağı tahmin edilmektedir. Görüldüğü gibi, 2 fazlı sisteme geçilmesi durumunda su kullanımında 2 kattan daha fazla su tasarrufu sağlanmış olacaktır. Diğer taraftan mevcut durumda, yaklaşık 923.000 m³ atıksu oluştuğu, 2 faza geçilmesi durumunda ise bu değer 185.000 m³ seviyesine ineceği öngörülmektedir. Ayrıca mevcut durumda kirlilik

yükü, yaklaşık 70.000 ton KOİ/sezon iken, 2 faza geçilmesi durumunda bu değerin 555 ton KOİ/sezon olacağı tahmin edilmektedir .



Şekil 12 Mevcut durumda ve tüm işletmelerin 2 fazlı üretim prosesine geçmesi durumunda su kullanımı, atıksu oluşumu ve oluşan kirlilik yüklerinin karşılaştırılması

5 ÜLKEMİZDEKİ ZEYTİNYAĞI TESİSLERİNİN DÖNÜŞÜME UYGUNLUĞUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1 Zeytinyağı Üretim Tesislerinde Kullanılan Makine ve Ekipmanlar

Genel olarak zeytinyağı üretim tesisinde bunker, zeytin taşıma bandı, zeytin yıkama makinası, zeytin kırıcı, malaksör, dekantör (yatay santrifüj) ve seperatör (dikey santrifüj) kullanılır. Diğer taraftan, 3 fazlı pirina, yığınlar halinde depolanabilirken, 2 fazlı pirina yığın şeklinde depolanamadığından, pirina silosu veya havuzuna ihtiyaç vardır. Bununla birlikte, pirina taşıma helezonun tadilatına ve pirina yükleme helezonu/pirina yükleme pompasına da ihtiyaç olabilmektedir (Tablo 9).

Tablo 9 Zeytinyağı üretim tesisinde kullanılan makine ve ekipmanlar

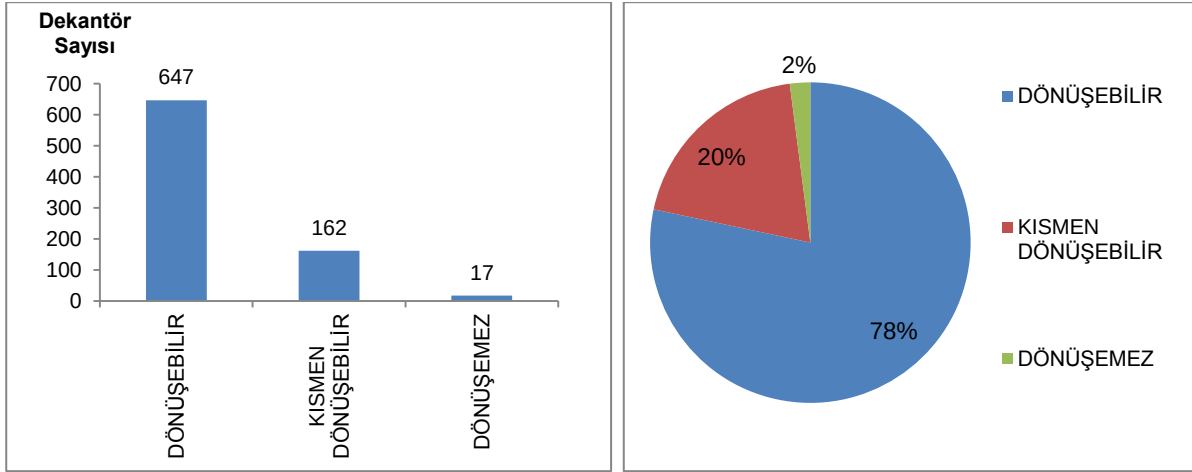
Kullanılan makine ve ekipmanlar	2 faza dönüşüm durumunda ihtiyaçlar
Zeytin Yıkama Makinesi ve Kırıcı	3 faz ve 2 fazda aynı
Malaksör, hamur pompası, yağ pompası	3 faz ve 2 fazda aynı
Dekantör	Tadilat gerekli
Pirina Taşıma Helezonu*	Tadilat gerekli
Pirina Depolama Tankı/silosu	İnşa edilmeli
Pirina yükleme helezonu ve/veya pompası	Temin edilmeli
Separatör	3 faz ve 2 fazda aynı

* Helezonun boyuna bağlı olarak, bazı durumlarda gerekli olmayabilir.

Proje kapsamında, sürekli çalışan tesislerin bir kısmında kapasitelerine göre birden fazla dekantör kullanıldığı, Türkiye’de toplam 1138 dekantör kullanıldığı tespit edilmiştir. Çalışma kapsamında, 3 fazlı dekantörlerin 2 faza dönüşmesi ile ilgili olarak, herhangi bir verim kaybı olmadan, yerinde dönüşebilen dekantörler “dönüşebilir”, bir miktar verim ya da kapasite kaybı ön görülen ve dönüşüm için

dekantörün makine üreticisine gönderilmesi gereken dekantörler “kısmen dönüşebilir” ve dönüşümü mümkün olmayan dekantörler ise “dönüşemez” olarak nitelendirilmiştir (Tablo 10).

Şekil 13’de Ülkemizde 3 fazlı üretim yapan tesislerdeki dekantörlerin 2 faza geçiş için dönüşebilirlikleri verilmiştir. Şekil 13’de gösterildiği üzere, 3 fazlı dekantörlerin %98’inin, 2 faza dönüşebildiği; yalnızca %2’sinin dönüşümünün mümkün olmadığı görülmektedir.



Şekil 13 Türkiye’deki 3 fazlı dekantörlerin 2 faza dönüşebilme durumları

5.2 Zeytinyağı Tesislerinin Dönüşümüne Yönelik Makine ve Ekipman Maliyet Analizi

Dekantör Dönüşüm Maliyetleri

Türkiye’deki dekantörlerin %98’i, 2 faza dönüşüm için uygun iken, sadece %2’si uygun değildir. Ancak dönüşüme uygun olan dekantörler, firma ve modellerine göre farklılık göstermektedir. Bu yüzden, zeytinyağı tesislerinde kullanılan 3 fazlı dekantörler 2 faza dönüşebilirliğine göre gruplandırılarak, her bir grubun dönüşüm maliyeti belirlenmiştir (Tablo 10).

Tablo 10 Dekantörlerin dönüşüm maliyetleri

Dekantör tipi	2 faza dönüşebilirliği	Ortalama dönüşüm bedeli (TL)
2002 öncesi diğer yerli dekantör modelleri	Dönüşemez	yeni yatırım gerekli
1990 öncesi tüm yabancı dekantör modelleri	Dönüşemez	yeni yatırım gerekli
1998 öncesi yerli dekantör modelleri (HAUS ve Polat Makine)	Dönüşemez	yeni yatırım gerekli
1998-2002 arası yerli dekantör modelleri (HAUS ve Polat Makine)	Kısmen Dönüşebilir	18000-120000
2002 sonrası tüm yerli dekantör modelleri	Dönüşebilir	12000
1990 sonrası tüm yabancı dekantör modelleri	Dönüşebilir	12000

Bu çalışmada, 17 adet 2 faza dönüşemeyen dekantör tespit edilmiştir. Maliyet hesaplarında, dönüşüme uygun olmayan her bir dekantör için kapasitelerine göre yeni dekantör bedeli konulmuştur (Tablo 11).

Tablo 11 Farklı kapasiteler için seçilen yeni dekantör fiyatı

Dekantör Kapasitesi (ton/gün)	Yeni yatırım için ortalama bedel* (TL)
20	130.000
40	200.000
60	260.000
80	300.000
100	390.000

* 2 yerli, 1 yabancı dekantör fiyatı ortalaması

Diğer Dönüşüm Maliyetleri

Zeytinyağı üretim tesislerinde, yalnızca dekantörü 2 faza dönüştürmek, 2 fazlı üretime geçmek için yeterli olmayabilir. 2 fazlı üretimde oluşan pirina, daha nemli (%60-%75) olduğundan pirina taşıma helezonunun tadilatının yapılması gerekebilir. Ayrıca, 3 fazlı pirina, yığınlar halinde rahatlıkla depolanabilirken, 2 fazlı pirinanın depolanması için silo veya havuz yapılması gerekmektedir. Bu yüzden her bir tesis için, pirina silo/pirina havuzu yapılacağı düşünülerek, ortalama 40.000 TL gibi bir maliyet ilave edilmiştir. Özetle, dekantör dönüşüm maliyetinin dışında, her bir 3 fazlı tesis için “diğer dönüşüm maliyetleri” adı altında, 70.000 TL maliyet eklenmiştir.

Türkiye genelinde tüm işletmeler 2 faza dönüştürüldüğünde, bu dönüşümün toplam maliyeti, 72.339.000 TL olarak hesaplanmıştır. Bu maliyetin 16.739.000 TL'si dekantör dönüşümü, 3.380.000 TL'si yeni dekantör alınması, 22.380.000 TL'si helezon tadilatı, pompa vb. ve son olarak 29.840.000 TL'si da pirina depolama silo, havuz vb. olarak hesaplanmıştır. Tablo 12'de görüldüğü üzere en yüksek maliyeti, 29.840.000 TL ile pirina depolama silo, havuz vb. yapımı oluşturmuştur. Ancak 2 fazlı çalışan tesislerin büyük çoğunluğunun silo yerine, mevcut karasu havuzlarını, pirina depolamak için kullandıkları görülmüştür. Karasu havuzu olan tesislerde, bu havuzun pirina depolamaya uygun olması durumunda, pirina depolamak için ek bir harcamaya ihtiyaç olmayabileceği düşünülmektedir. Bu durumda, silo maliyeti düşüldüğünde, toplam dönüşüm maliyetinin ortalama olarak 47-50.000.000 TL civarına azalacağı tahmin edilmektedir.

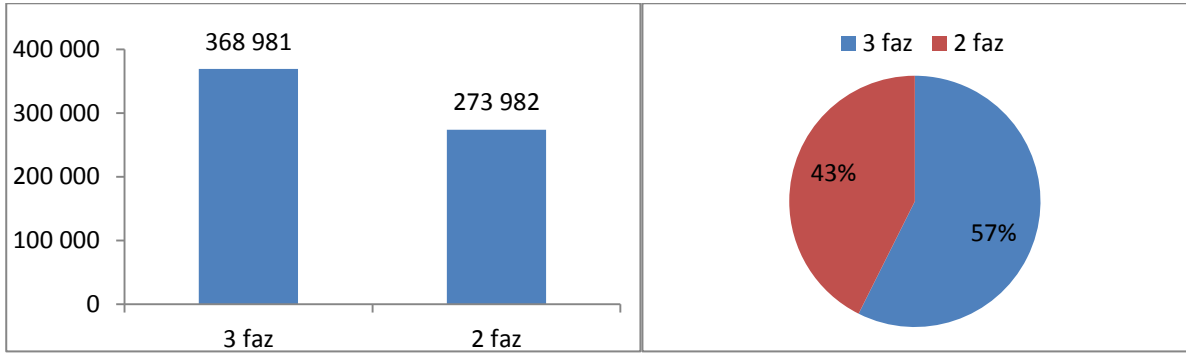
Tablo 12. Toplam dönüşüm maliyetleri

Şehir	Dekantör Dönüşüm Maliyeti (TL)	Yeni Dekantör Alınması, adet	Yeni Dekantör Maliyeti (TL)	Pirina depolama silo, havuz vb. (TL)	Helezon tadilatı, pompa vb. maliyeti (TL)	Toplam dönüştürme Maliyeti (TL)
Adana	137 000			400 000	300 000	837 000
Antalya	590 000	1	200 000	1 040 000	780 000	2 610 000
Aydın	3 186 000	5	990 000	4 440 000	3 330 000	11 946 000
Balıkesir	1 920 000	3	530 000	2 600 000	1 950 000	7 000 000
Bursa	763 000			1 040 000	780 000	2 583 000
Çanakkale	1 063 000			1 400 000	1 050 000	3 513 000
Gaziantep	947 000	1	200 000	1 960 000	1 470 000	4 577 000
Hatay	1 295 000			3 120 000	2 340 000	6 755 000
İzmir	2 278 000	3	600 000	4 480 000	3 360 000	10 718 000
K.Maraş	5 000			40 000	30 000	75 000
Kilis	112 000			280 000	210 000	602 000
Manisa	2 470 000	3	660 000	4 800 000	3 600 000	11 530 000
Mersin	332 000			720 000	540 000	1 592 000
Muğla	1 105 000	1	200 000	2 480 000	1 860 000	5 645 000
Osmaniye	174 000			520 000	390 000	1 084 000
Sakarya	76 000			160 000	120 000	356 000
Şanlıurfa	101 000			240 000	180 000	521 000
Tekirdağ	185 000			120 000	90 000	395 000
Genel Toplam	16 739 000	17	3 380 000	29 840 000	22 380 000	72 339 000

6 ÜLKEMİZDEKİ PİRİNA TESİSLERİNİN DÖNÜŞÜME UYGUNLUĞUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

6.1 Mevcut Pirina Miktarı ve Üretim Prosesi Değişikliğinin Pirina Miktarına Etkisi

Türkiye’de yaklaşık 1031 zeytinyağı tesisi olduğu, bu tesislerin 742 tanesinin 3 faz, 273 tanesinin ise 2 faz ve 16 tanesinin de taş baskı olarak üretim yaptığı ve ortalama 1.000.000 ton/sezon yağlık zeytin işlendiği tahmin edilmektedir. Türkiye’de zeytinyağı üretimi sonucunda, yaklaşık 643.000 ton/sezon (3 faz ve 2 faz pirina toplamı) pirina oluştuğu tahmin edilmektedir. Buna göre, Ülkemizde yaklaşık 370.000 ton/sezon 3 fazlı pirina, 274.000 ton/sezon 2 fazlı pirina oluştuğu düşünülmektedir (Şekil 14).



Şekil 14 Mevcut durumda üretim prosesine göre Türkiye’de oluşan tahmini pirina miktarı ve yüzdesi

Tüm işletmelerin 2 faza geçmesi durumunda, pirina miktarının yaklaşık 925.000 ton/sezon olacağı tahmin edilmektedir. Görüldüğü gibi, 2 faza geçilmesi durumunda, pirina miktarının yaklaşık %44 oranında artacağı ön görülmektedir. (Tablo 13).

Tablo 13 İllere göre oluşan 3 faz ve 2 faz tahmini pirina miktarı ile 2 faz üretim prosesine geçildiğinde oluşacak tahmini pirina miktarı ve artış oranı

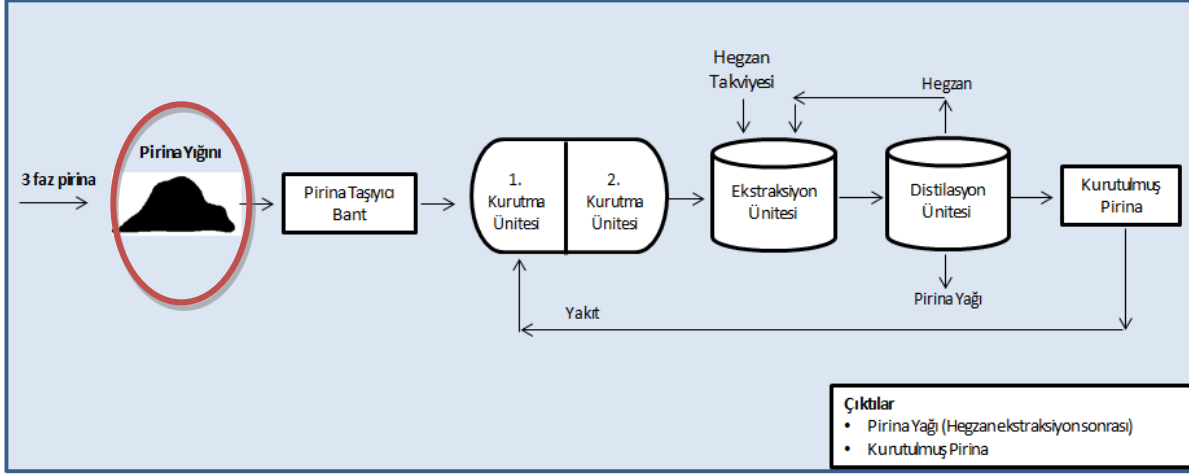
Şehir	Mevcut 3 fazlı pirina miktarı, ton/sezon	Mevcut 2 fazlı pirina miktarı, ton/sezon	Mevcut pirina miktarı ton/sezon	Toplam 2 faz pirina miktarı, ton/sezon	Artış miktarı (ton/sezon)	Artış oranı (%)
ADANA	2 871	2 205	5 076	7 272	2 196	43
ANTALYA	11 126	2 790	13 916	22 424	8 508	61
AYDIN	64 737	61 522	126 259	175 763	49 505	39
BALIKESİR	61 187	29 752	90 939	137 729	46 790	51
BURSA	6 315	5 400	11 715	16 544	4 829	41
ÇANAKKALE	23 098	11 457	34 555	52 218	17 663	51
GAZİANTEP	18 743	495	19 238	33 570	14 333	75
HATAY	37 822	13 572	51 394	80 317	28 923	56
İZMİR	26 093	59 082	85 175	105 129	19 954	23
K.MARAŞ	510	3 150	3 660	4 050	390	11
KİLİS	4 641	3 510	8 151	11 700	3 549	44
MANİSA	39 763	29 655	69 418	99 825	30 407	44
MERSİN	20 492	19 710	40 202	55 872	15 670	39
MUĞLA	34 499	20 184	54 683	81 065	26 382	48
OSMANİYE	12 827	8 753	21 579	31 388	9 809	45
SAKARYA	995	1 215	2 210	2 970	761	34
ŞANLIURFA	2 397	810	3 207	5 040	1 833	57
TEKİRDAĞ	867	720	1 587	2 250	663	42
Genel Toplam	368 981	273 982	642 963	925 126	282 162	44

6.2 Pirina Tesislerinin Dönüşüme Uygunluğu

Türkiye’de, halihazırda yasalara uygun olarak pirina işleyen 15 tesis bulunmaktadır. Bu tesislerin 14’ü solvent ekstraksiyon yöntemi ile pirinadaki yağı almakta ve oluşan kuru pirinayı yakıt olarak değerlendirmektedir. Sadece bir tesisin (Şenol Gıda) fiziksel yöntemlerle pirinayı işledikten sonra, kuru pirinayı hayvan yemi maddesi olarak değerlendirdiği bilgisine ulaşılmıştır.

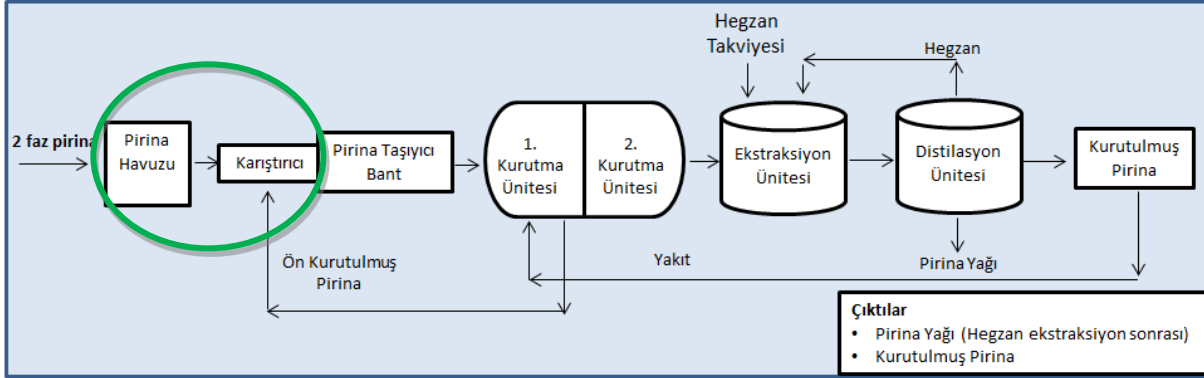
Mevcut solvent ekstraksiyon tesisleri, pirina stok alanı, kurutma ve ekstraksiyon ünitesi olmak üzere üç ana bölümden oluşmaktadır. Mevcut durumda, 3 fazlı pirina

yığınlar halinde rahatlıkla depolanabilmektedir. Yığın şeklinde depolanan pirinalar, önce kurutulur daha sonra hekzan yardımıyla bünyesindeki yağı alınır (Şekil 15).

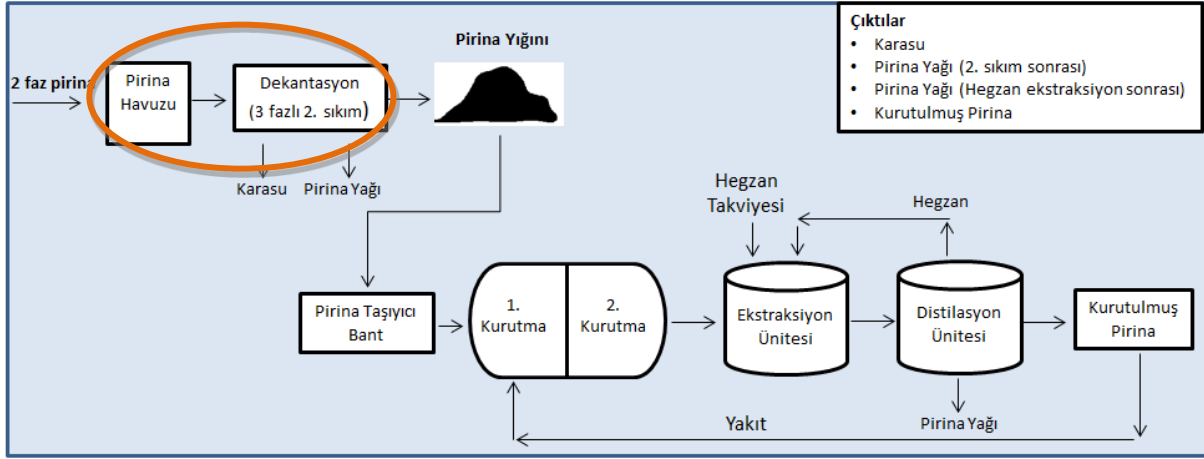


Şekil 15 Pirina tesislerinde üç fazlı pirinanın işlenmesi

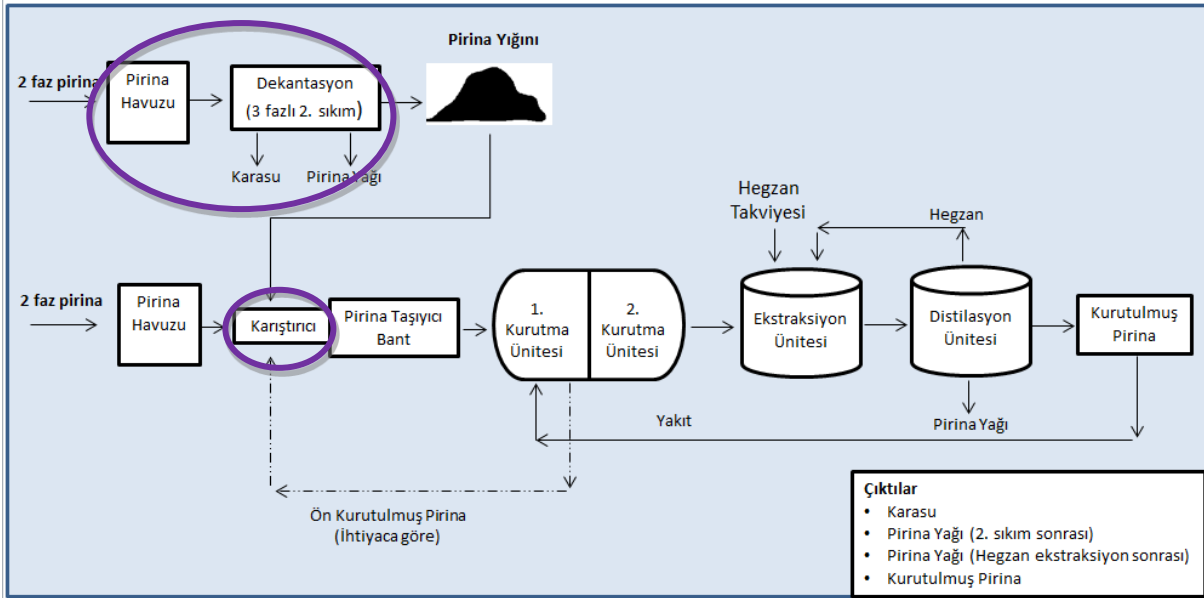
Diğer taraftan, iki fazlı pirina, yüksek nem içeriğine sahip olduğundan yığın şeklinde depolanamamaktadır. Bu yüzden 2 fazlı pirina işlemek için öncelikle pirina havuzuna ihtiyaç duyulmaktadır. 2 fazlı pirinanın doğrudan kurutma ünitesine verilmesi teknik olarak mümkün görünmemektedir (örneğin bantta taşımaya uygun değildir ve kurutma sisteminde sulu haliyle kurutulamaz). Dolayısıyla pirina tesisleri, çeşitli yöntemler kullandığında iki fazlı pirinayı işleyebilir duruma gelmektedir. İki fazlı pirina işleme yöntemleri incelendiğinde, bir kısım pirina tesisleri, nem içeriği %25-30 olan ön kurutulmuş pirina ile 2 fazlı pirinayı, nem içeriği %50 olacak şekilde karıştırıp, daha sonra kurutma ünitesine vererek işlemektedir. Bir kısım pirina tesisleri ise, 2 fazlı pirinayı 2. sıkım yaparak veya 3 fazlı ve 2 fazlı pirinayı belirli oranlarda karıştırarak işlemektedir (Şekil 16).



a)



b)



c)

Şekil 16 Pirina tesislerinde iki fazlı pirinanın işleme yöntemi farklılıkları a) Ön kurutulmuş pirina ile karıştırma b) 3 fazlı 2. sıklım yapma c) 3 fazlı 2. sıklım ve ön kurutulmuş pirina ile karıştırma

2 fazlı pirina yığın şeklinde depolanamadığı için pirina tesislerinin öncelikli olarak pirina depolama havuz için yatırım yapmaları gerekmektedir. Bununla birlikte, 2 fazlı pirina işleme farklılıklarına göre karasu havuzu, karıştırma, kurutma ve 2. sıkım ünite için yatırım yapmaları gerekmektedir. Solvent ekstraksiyon yöntemiyle pirina işleyen tesislerde kullanılan mevcut makine ve ekipmanların dönüşüme uygunluğu ve gerekli ilave yatırımlar Tablo 14’de gösterilmiştir.

Tablo 14 Solvent ekstraksiyon tesisinde kullanılan makine/ekipmanların dönüşüme uygunluğu ve gerekli ilave yatırımlar

Bölüm	Makine/Ekipman	2 fazlı pirinayı işlemek için gereken revizyon
Ön İşlem Ünitesi	Pirina depolama havuzu	Yeni yatırım
	Karıştırıcı	Yeni yatırım
	*Malaksör, dekantör ve seperatör (2. sıkım ünitesi için)	Yeni yatırım
	*Atıksu depolama havuzu (2. sıkım sonrası oluşan konsantre atıksuyu depolamak için)	Yeni yatırım
Kurutma Ünitesi	Yaş pirina yedirici	Gerekli değil
	Yaş pirina taşıyıcı bant konveyör	Gerekli değil
	Döner iki geçişli kurutma tamburu	Gerekli değil
	Cehennemlik	Gerekli değil
	Davlumbaz	Gerekli değil
	Mal çıkış bant konveyör	Gerekli değil
	Toz siklonu	Gerekli değil
Ekstraksiyon ve Distilasyon Ünitesi	Taşıyıcı Elavator konveyör	Gerekli değil
	Taşıyıcı helezon konveyör	Gerekli değil
	Bunker silo	Gerekli değil
	Ekstraksiyon kazanı	Gerekli değil
	Hekzan tankı	Gerekli değil
	Yağ dinlendirme tankı	Gerekli değil
	Distilasyon kazanı	Gerekli değil
	Yağ tutucular	Gerekli değil
	Hekzan Tutucular	Gerekli değil
	Stok kazanları	Gerekli değil
Diğer	Komple paket buhar kazanı	Gerekli değil
	Kondes havuzu	Gerekli değil
	Hekzan soğutma havuzu ve soğutma kulesi	Gerekli değil

* Pirina tesislerinde iki faz pirina işleme yöntemi farklılıklarına göre, bu bölümlere ihtiyaç olmayabilir.

Toplam 14 adet kimyasal ekstraksiyon yapan pirina tesisi ve 1 adet yem maddesi üretimi yapan pirina tesisinden 8 tanesinin altyapısı 2 fazlı pirina işlemeye uygun

durumdadır (mevcut durumda toplam kapasitenin yaklaşık %73'ü), 3 tane pirina tesisinin de 2 fazlı pirina işleyebilmek için altyapılarını hazırlamaya başladıkları bilgisi alınmıştır (mevcut durumda toplam kapasitenin yaklaşık %12'si), 4 tane pirina tesisi ise dönüşüme sıcak bakmadığını belirtmiştir (mevcut durumda toplam kapasitenin yaklaşık %15'i).

Gerekli yatırımlara başlayan bu üç pirina tesisi (Dalan, Kemal Yüksel ve Zeymak Pirina İşleme Tesisleri) için pirina işleme yöntemi farklılıkları düşünülerek, yapılacak yatırımların yaklaşık maliyetleri Tablo 15'da gösterilmiştir. Özetle, 2 fazlı pirina işleme farklılıklarına göre, pirina tesisleri, yaklaşık 950.000-1.150.000 TL ek yatırım yaparak, 2 fazlı pirinayı işleyebilir duruma gelebileceklerdir (Tablo 15).

Tablo 15 İki fazlı pirina işleme yöntemi farklılıklarına göre pirina tesislerinde yapılabilecek ek yatırımlar ve yaklaşık maliyetleri

2 fazlı pirina işleme yöntemi	*Yapılan/yapılacak yatırım	Maliyet, TL	Açıklama
Ön kurutulmuş pirina ile karıştırma	Pirina depolama havuzu (20.000 ton'luk)	400.000	2 fazlı pirinanın, ön kurutulmuş pirina ile karıştırılarak işlenmesi durumunda, pirina depolama havuzuna, kurutuma ve karıştırma ünitesine ihtiyaç duyulabilir.
	Karıştırma Ünitesi	50.000	
	Kurutma Ünitesi (150 ton /gün)	500.000	
3 fazlı 2. sıkım ve ön kurutulmuş pirina ile karıştırma	Pirina depolama havuzu (20.000 ton'luk)	400.000	2 fazlı pirinanın, 3 fazlı 2. sıkım ve ön kurutulmuş pirina ile karıştırılarak işlenmesi durumunda, pirina ve konsantre atıksu depolama havuzuna, 2. sıkım ve karıştırma ünitesine ihtiyaç duyulabilir.
	2. sıkım ünitesi	200 ton/gün	
	Karıştırma Ünitesi	50.000	
	Konsantre atıksu toplama havuzu (5.000 ton'luk)	100.000	

*Ortalama 25.000 ton/sezon 2 fazlı pirina işleyen bir tesis için tahmin edilmiştir.

6.3 İki Faz Dönüşüm Sonrası Mevcut Pirina Tesislerinin Yeterliliği

Mevcut durumda, pirina tesislerinin toplam kapasitelerinin, yaklaşık 670.000 ton/sezon olmasına karşın, pirina tesislerine uygulanan anketler sonucunda, bu tesislerde ortalama 370.000 ton/sezon pirina işlendiği bilgisine ulaşılmıştır (Tablo 16). Ülkemizde mevcut durumda yaklaşık 640.000 ton/sezon pirina olduğu tahmin edilmekte ve oluşan bu pirinaların yaklaşık %55-60'ının pirina tesislerinde değerlendirildiği görülmektedir. Diğer taraftan, tüm kontinü tesislerinin 2 faza geçmesi durumunda, ortalama olarak 925.000 ton/sezon pirina oluşacağı tahmin edilmektedir.

Tablo 16 Ülkemizdeki pirina tesislerinin 3 faz ve 2 faz pirina işleme kapasiteleri

Sıra No	Firma Adı	Şehir	3 fazlı pirina İşleme Kapasite (ton/sezon)	2 fazlı pirina İşleme Kapasite (ton/sezon)	İşlenen Ortalama Pirina Miktarı (ton/sezon)
1	Orpir Pirina	Bergama-İzmir	125.000	125.000	62 000
2	Girgin Pirina	Ödemiş- İzmir	100.000	100.000	50 000
3	Doğuş Pirina	Ayvalık- Balıkesir	100.000	100.000	55 000
4	Karagönler Pirina	Altınözü-Hatay	80.000	60.000	25.000
5	Dalan Pirina	Köşk - Aydın	40.000	40.000	33.200
6	Uşaklı Pirina	İncirliova-Aydın	20.000	-	15.000
7	Tırsay Pirina	Milas -Muğla	25.000	25.000	15 000
8	Kemal Yüksel Pirina	Milas -Muğla	15.000	15.000	6 000
9	Solvent Pirina	Havran-Balıkesir	30.000	-	18 000
10	Yeni Kurtuluş Pirina*	Ayvalık- Balıkesir	15.000	10.000	10.000
11	Alkanlar Pirina	Nizip-Gaziantep	25.773	-	13.000
12	Zeymak Pirina	Nizip-Gaziantep	25.000	15.000	10.000
13	Asfuroğlu Pirina	Antakya-Hatay	20.000	-	15.000
14	Ege Tarımsal Enerji	Gömeç-Balıkesir	30.000	22.500	30.000
15	Şenol Gıda	Atça-Aydın	13.000	24.000	11.000
Toplam			668.000	536.500	368.200

* Saha çalışmaları sırasında tesis ziyaret edilmiş, ancak tesisin faaliyette olmadığı görülmüştür. Tesis yetkilileri, bölgedeki zeytin rekoltesinin azlığı ve işletme içindeki bir takım problemler sebebiyle 2014-2015 zeytin sezonu için faaliyet gösteremediği, ancak önümüzdeki sezonlarda işletmenin tekrar faaliyete geçeceği bilgisini vermişlerdir.

Dönüşüm sonrasında oluşacak 2 faz pirinanın işlenebilmesi için pirina tesislerinin yeterliliğinin analiz edilebilmesi ve ilave pirina tesislerinin olası yerinin tahmin edilebilmesi amacıyla CBS ortamında 3 farklı senaryo üstünde çalışılmıştır. Her bir senaryo için tahmin edilen 2 faz işleme kapasitesi değerleri ile birlikte mevcut pirina tesisleri, Openstreetmap karayolu ulaşım ağı verisi ve zeytinyağı tesisleri girdi olarak kullanılarak ağ analizleri (en yakın hizmet birimi, hizmet alanları) yapılmış ve sonuçlar haritalanmıştır. Bu kapsamda, üstünde çalışılan senaryolar aşağıda verilmiştir.

Senaryo 1: Maksimum 2 faz işleme kapasitesi durumu: Mevcut pirina tesislerinin tümünde 2. sıkım ünitesinin varlığı kabul edilmiş, 2 faz pirinanın en az %50'sinin dekantörden geçirildiği ve 3 faz pirinaya yakın bir nem içeriğine (%50-55) getirilip, işlenmesi ön görülmüştür. Bu durumda, kuru madde üstünden gidilmiş ve tesislerin işleyebilecekleri ham 2 faz miktarının, 3 faz pirina için ön görülen kapasiteden ortalama %25 daha fazla olacağı tahmin edilmiştir.

Senaryo 2: Tüm pirina tesislerinin kapasite kaybı olmadan dönüşümü (ortalama durum): Bu senaryoda, pirina tesislerinin önemli bir kısmının beyanı dikkate alınarak, 2 faz ve 3 faz kapasitesinin aynı olacağı kabul edilmiştir. Kapasite düşüşü ön gören işletmeler için de, 2 faz ve 3 faz işleme kapasitesi eşit kabul edilmiş ve bu doğrultuda pirina tesislerinin yeterliliği analiz edilmiştir.

Senaryo 3: Minimum 2 faz işleme kapasitesi durumu: Minimum durumu tahmin edebilmek için ise, yine pirina tesisleri tarafından verilen bilgiler kullanılmış, kapasite bilgileri ve ön gördükleri kapasite kayıpları aynen kabul edilmiştir. Ayrıca, bu senaryoda 2 faz çalışmak istemeyen tesislerin çalışmayacağı kabul edilerek, kapasiteleri toplam kapasiteden çıkarılmıştır.

Burada analiz edilen 2. senaryonun ortalama yeni pirina tesisi ihtiyacını gösterdiği tahmin edilmektedir. Her bir senaryo için önerilen pirina tesislerinin yerleri ve kapasiteleri ile ilgili sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

Senaryo 1 (Maksimum 2 Faz Pirina İşleme)

Bu senaryoda, kuru madde üstünden gidilmiş ve tesislerin işleyebilecekleri ham 2 faz pirina miktarının, 3 faz pirina için ön görülen kapasiteden ortalama %25 daha fazla olacağı tahmin edilmiştir. Bu durumda, mevcut pirina tesislerinin tümünde 2. sıkım ünitesinin varlığı kabul edilerek, 2 faz pirinanın en az %50'sinin dekantörden geçirilerek, 3 faz pirinaya yakın bir nem içeriğine (%50-55) getirilip, işlenmesi ön görülmüştür. Buna göre, pirina tesislerinde yaklaşık 850-860.000 ton/sezon pirina işlenebileceği tahmin edilmektedir.

Buna göre, Antalya ve Mersin'deki zeytinyağı tesisleri, pirinalarını herhangi bir pirina tesisine verememiştir. Pirinasını veremeyen zeytinyağı tesislerinin pirina miktarı ve konumları göz önünde bulundurulduğunda, Mersin İli'ne yaklaşık 60.000 ton/sezon kapasiteli bir adet pirina tesisinin kurulması, açıkta kalan pirinaları değerlendirmek için yeterli olabilir (Şekil 17). Diğer taraftan Antalya'nın gerek turizm bölgesi oluşu, gerekse ulaşımın güç ve gerekse de zeytinyağı tesislerinin dağınık olması, yeni pirina tesisinin kurulumu için Mersin'i ön plana çıkardığı düşünülmektedir.

Senaryo 2 (Ortalama 2 Faz Pirina İşleme)

Bu senaryoda, pirina tesislerinin önemli bir kısmının beyanı dikkate alınarak, 2 faz ve 3 faz kapasitesinin aynı olacağı kabul edilmiştir. Kapasite düşüşü ön gören işletmeler için de, 2 faz ve 3 faz işleme kapasitesi eşit kabul edilmiş ve bu doğrultuda pirina tesislerinin yeterliliği analiz edilmiştir. Buna göre, 2 faz pirina işlemek için yatırım yapan/yapacak pirina tesislerinde, yaklaşık 690.000 ton/sezon pirina işleneceği tahmin edilmektedir. Ancak dönüşüm sonrası, oluşacak pirina miktarının yaklaşık

925.000 ton/sezon olacağı düşünüldüğünde, yaklaşık 230.000 ton/sezon pirinanın işlenebilmesi için ilave pirina tesislerine ihtiyaç olacağı öngörülmektedir.

Bu senaryoya göre, Antalya, Mersin, Adana, Osmaniye, Bursa, Aydın ve Muğla'daki bazı tesisler, pirinalarını herhangi bir pirina tesislerine verememiştir. Bu tesislerde 2 faza dönüşüm sonrası oluşacak toplam pirina miktarının yaklaşık 230.000 ton/sezon olacağı tahmin edilmektedir. Bu illerde, pirinasını veremeyen zeytinyağı tesislerinin pirina miktarı ve konumları göz önünde bulundurularak, Bursa, Antalya, Adana ve Aydın illerinde birer adet pirina tesisinin kurulması önerilmiştir (Şekil 18).

Bu sonuçlar ile uyumlu olarak, Orpir ve Doğu Pirina'nın yeni prina tesisi kurmak üzere fizibilite çalışması yaptığı bilgisine ulaşılmıştır. Kendi tesislerine yakın olması ve deniz ulaşımı açısından avantaj sağlaması sebebiyle bir tesisin Adana civarına, diğer tesis için Manisa İli'nin seçildiği görülmektedir

Tablo 17 Senaryo 2'ye göre önerilen pirina tesislerinin yeri ve kapasiteleri

Önerilen Pirina Tesisinin Yeri	Pirina aldığı en uzak mesafe, km	Toplam pirina miktarı, ton/sezon
Bursa	213	22.318
Antalya	269	29.076
Adana	219	73.359
Aydın	140	104.754
Genel Toplam		229.507

Senaryo 3 (Minimum 2 Faz Pirina işleme)

Bu senaryoda, 2 faz pirina işlemeye sıcak bakan pirina tesisleri dikkate alınmış, olumsuz bakan pirina tesisleri ise yok kabul edilmiştir. Ayrıca, mevcut pirina tesislerinin hizmet alanları, pirina tesis yetkililerinin verdiği kapasite bilgileri üzerinden belirlenmiştir. Bu senaryoya göre, 2 faz dönüşüm sonrası, pirina tesisleri tarafından yaklaşık 550.000 ton/sezon pirina işleneceği tahmin edilmektedir. Ancak dönüşüm sonrası, oluşacak pirina miktarının yaklaşık 925.000 ton/sezon olacağı

düşünüldüğünde, yaklaşık 370.000 ton/sezon pirinanın işlenebilmesi için ilave pirina tesisine ihtiyaç olacağı öngörülmektedir.

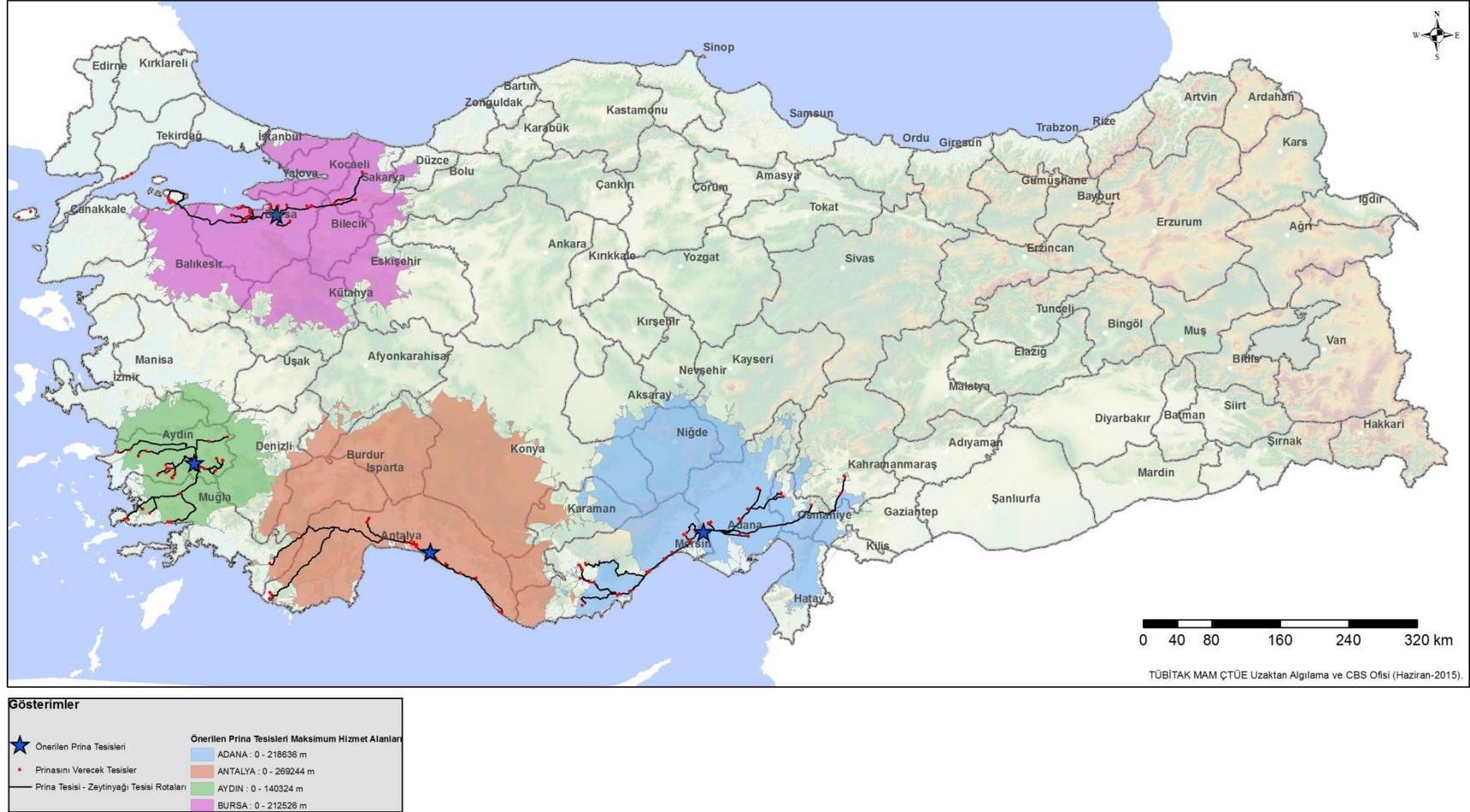
Bu senaryoya göre, Antalya, Mersin, Adana, Kilis, Osmaniye, Bursa İllerindeki zeytinyağı tesislerinin tamamı, Gaziantep, Çanakkale, Aydın ve Muğla İllerindeki işletmelerin bir kısmının pirinalarını herhangi bir pirina tesisine verememişlerdir. Bu illerde, pirinasını veremeyen zeytinyağı tesislerinin pirina miktarı ve konumları göz önünde bulundurularak, Antalya, Aydın, Çanakkale, Gaziantep, Mersin ve Muğla İllerine birer adet pirina tesisinin kurulması önerilmektedir (Tablo 18).

Tablo 18 Senaryo 3'e göre önerilen pirina tesislerinin yeri ve kapasiteleri

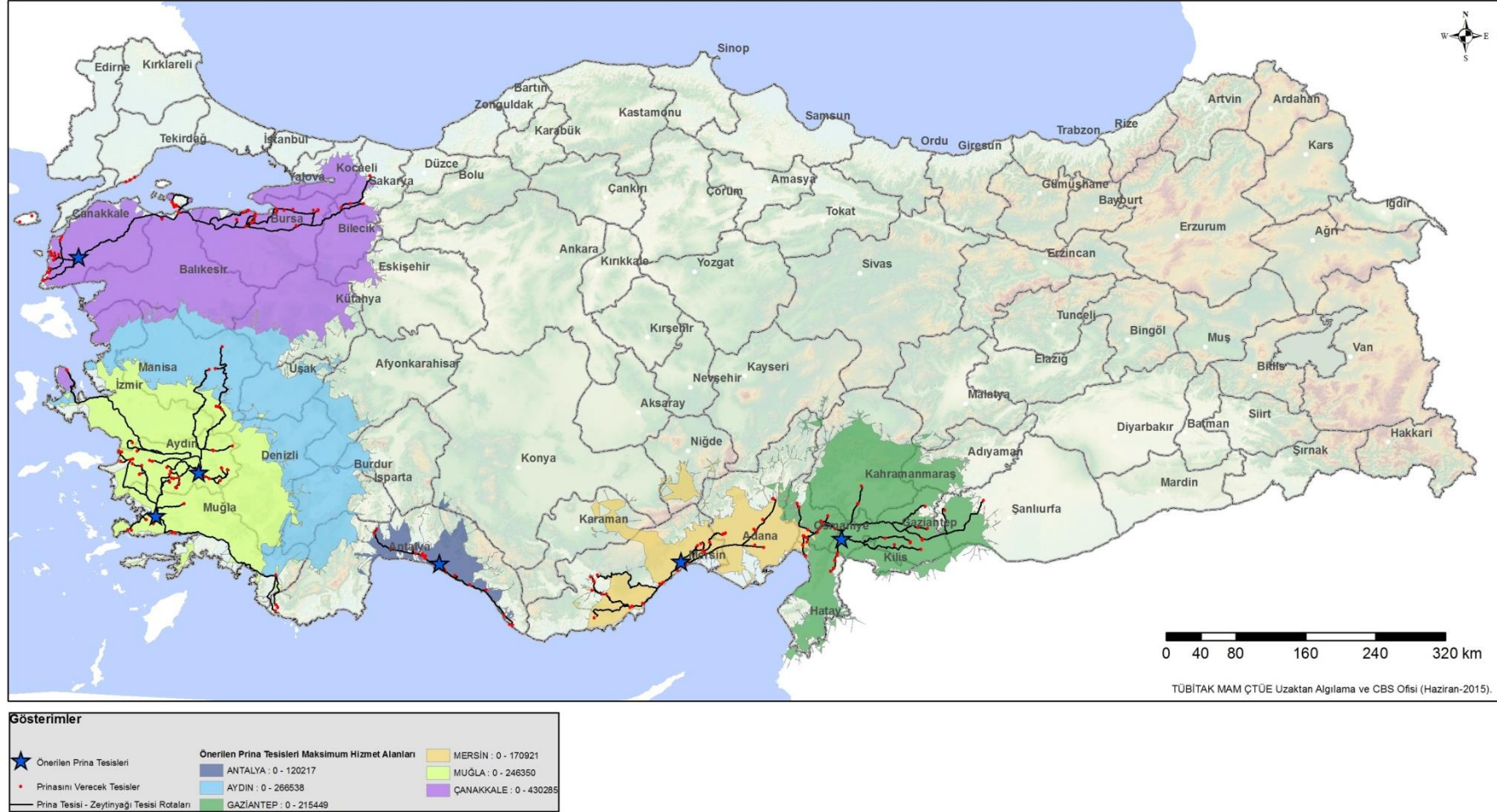
Pirina Tesis	Pirina Alınan En uzak mesafe, km	Pirina miktarı, ton/sezon
Antalya	120	19.430
Aydın	267	61.127
Çanakkale	430	59.925
Gaziantep	215	89.770
Mersin	171	63.144
Muğla	246	77.629
Genel Toplam		371.025



Şekil 17 Senaryo 1'e göre önerilen pirina tesisinin konumu ve öngörülen hizmet alanı



Şekil 18 Senaryo 2'ye göre önerilen pirina tesislerinin konumu ve öngörülen hizmet alanları



Şekil 19 Senaryo 3'e göre önerilen pirina tesislerinin konumu ve öngörülen hizmet alanları

7 ZEYTİNYAĞI ÜRETİM TESİSLERİ İÇİN FAYDA-MALİYET ANALİZİ

Atıksu kirliliğinin önlenmesi amacıyla değerlendirilen alternatifler, zeytinyağı işletmeleri ve sonuçtan etkilenebilecek sektör olan pirina işletmeleri açısından ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Finansal analizde kullanılan genel varsayımlar şu şekildedir:

- Finansal analizler 1 yıllık yatırım 10 yıllık işletme dönemini içeren 11 yıllık dönem için yapılmıştır.
- Hesaplar reel olarak, sabit 2015 TL fiyatları baz alınarak yapılmıştır. Enflasyona dayalı fiyat artışları göz ardı edilmiştir.
- KDV ve diğer vergiler hesaplara dahil edilmemiştir.
- %5 reel iskonto oranı kullanılmıştır.

Bu bölümde, sezonluk ortalama işlenen zeytin miktarı sırasıyla 1.000 ton, 2.000 ton ve 4.000 ton zeytin olacak şekilde 3 farklı kapasitelerdeki zeytinyağı üretim tesislerinde karasuyun çevreye zarar vermeyecek şekilde bertaraf edilmesi için alternatif yöntemler ele alınmış ve bunların mali yönden fayda-maliyet kıyaslanması yapılmıştır. Bu çerçevede, analiz edilen alternatifler sırasıyla şunlardır:

1. Tesisin kapasitesine göre oluşacak karasuyun hacmine uygun **sızdırmaz lagün** inşaa edilmesi ve bu yolla karasuyun buharlaştırılması,
2. Tesiste **yerinde arıtma** sisteminin kurulması ve bu yolla karasuyun arıtılması,
3. Karasuyun, zeytinyağı üretim tesislerine hizmet verecek bir **merkezi arıtma** tesisinde arıtılması,
4. Karasuyun, zeytinyağı tesislerine hizmet verecek bir **merkezi gazlaştırma** tesisinde bertarafı,
5. Üç fazlı üretimden **iki fazlı üretime** geçiş.

Yapılan hesaplamalar ışığında, 3 farklı kapasitede zeytinyağı işleme tesisi için farklı bertaraf alternatiflerinin fayda ve maliyetleri ve bunların net bugünkü değeri Tablo

19’de özetlenmektedir. Net Bugünkü Değer (NBD), işletmenin 10 yıl boyunca elde edeceği gelirlerin, önceden saptanmış bir iskonto oranı üzerinden bugüne indirgenmiş değerleri toplamı ile yatırımın gerektirdiği para çıkışının (yatırım ve işletme giderleri) bu iskonto oranı üzerinden bugünkü değeri toplamı arasındaki farktır. Bu değer negatif (-) olması, işletmenin cebinden para çıkacağını, pozitif olması ise (+) işletmenin kazanç sağlayacağını göstermektedir.

Tablo 19 Farklı alternatiflerin fayda ve maliyetlerinin Net Bugünkü Değeri

3 Fazlı üretime devam edilmesi durumu						
	1000 Ton		2000 Ton		4000 Ton	
	NBD*		NBD		NBD	
1) Lagünlerin kriterlere uygun hale getirilmesi						
Lagün inşası		-60.000		-		-180.000
Bakım gideri – yıllık		-1.200		-2.000		-3.600
	-66.409		110.682		-199.227	
2) Yerinde arıtma ve deşarj						
Yerinde arıtma tesisi yapımı		-175,000		-		-700.000
Lagün inşası		-25.000		-50,000		-100.000
Arıtma tesisi işletme ve bakım giderleri – yıllık TL		-30.000		-60.000		-120.000
Atıksu bertaraf gideri - yıllık TL		-3600		-7.200		-14.400
	-449.926		899.853		-1.799.706	
3) Merkezi arıtma						
Merkezi Arıtmaya Ödeme – yıllık TL		-52.740		-		-210.960
	-407.244		814.489		-1.628.977	
4) Merkezi gazlaştırma ve atık ısıyla karasu buharlaştırma						
Pirina gelirinde kayıp – yıllık TL		-40.800		-81.600		-163.200
	-315.047		630.094		-1.260.187	
5) 2 Fazlı üretime geçilmesi durumu						

TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Zeytin Sektörü Atık/Artıklarının Yönetimi

Sayfa/Toplam Sayfa: 52/63

<u>Dönüshebilir tesis</u>						
Dönüşüm (-)		-60.000		-80.000		-125.000
Su giderlerinde azalma (+) yıllık TL		6.300		12.600		25.200
Atıksu bertaraf gideri (-) yıllık TL		-540		-1.080		-2.160
2 Faz pirina fiyatı 25 TL/ton olduğunda pirina gelirinde azalma (-) yıllık TL		-18.300		-36.600		-73.200
2 Faz pirina fiyatı 35 TL/ton olduğunda pirina gelirinde azalma (-) yıllık TL		-9.300		-18.600		-37.200
2 Faz pirina fiyatı 50 TL/ton olduğunda pirina gelirinde artış (+) yıllık TL		4.200		8.400		16.800
2 Faz pirina fiyatı 25 TL/ton olduğunda sonuç	-153.973		-		-506.370	
2 Faz pirina fiyatı 35 TL/ton olduğunda sonuç	-84.478		-		-228.387	
2 Faz pirina fiyatı 50 TL/ton olduğunda sonuç	19.766		77,626		188.586	
<u>Kısmen Dönüshebilir tesis</u>						
Dönüşüm (-)		-90.000		-		-170.000
Su giderlerinde azalma (+) – yıllık TL		6.300		12.600		25.200
Atıksu bertaraf gideri (-)– yıllık TL		-540		-1.080		-2.160
2 Faz pirina fiyatı 25 TL/ton olduğunda pirina gelirinde azalma (-) – yıllık TL		-18.300		-36.600		-73.200
2 Faz pirina fiyatı 35 TL/ton olduğunda pirina gelirinde azalma (-) – yıllık TL		-9.300		-18.600		-37.200
2 Faz pirina fiyatı 50 TL/ton olduğunda pirina gelirinde artış (+) – yıllık TL		4.200		8.400		16.800
2 Faz pirina fiyatı 25 TL/ton olduğunda sonuç	-200.877		-		-549.227	
2 Faz pirina fiyatı 35 TL/ton olduğunda sonuç	-78.301		-		-271.245	
2 Faz pirina fiyatı 50 TL/ton olduğunda sonuç	-7.186		49.055		145.729	
<u>Dönüşemez tesis</u>						
Dönüşüm (-)		180.000		270.000		-390.000
Su giderlerinde azalma (+)– yıllık TL		6.300		12.600		25.200

Atıksu bertaraf gideri (-) – yıllık TL		-540		-1.080		-2.160
2 Faz pirina fiyatı 25 TL/ton olduğunda pirina gelirinde azalma (-) – yıllık TL		-18.300		-36.600		-73.200
2 Faz pirina fiyatı 35 TL/ton olduğunda pirina gelirinde azalma (-) – yıllık TL		-4.800		-18.600		-19.200
2 Faz pirina fiyatı 50 TL/ton olduğunda pirina gelirinde artış (+) – yıllık TL		4.200		8.400		16.800
2 Faz pirina fiyatı 25 TL/ton olduğunda sonuç	-182.545		-	450.804	-758.751	
2 Faz pirina fiyatı 35 TL/ton olduğunda sonuç	-113.049		-	311.813	-480.768	
2 Faz pirina fiyatı 50 TL/ton olduğunda sonuç	-8.806		-	103.326	-63.795	

*Burada Net Bugünkü Değer (NBD), işletmenin 10 yıl boyunca harcayacağı toplam tutarın bugünkü karşılığını ifade etmektedir (yatırım, işletme gider ve gelirleri toplamını içerir).

Tablo 19’da görüldüğü üzere, 2 faz pirina bedeli olarak 25 TL/ton, 35 TL/ton ve 50 TL/ton, 3 faz pirina bedeli olarak ise 80 TL/ton alınmıştır. Sulu pirina bedelinin, 25 TL/ton veya 35 TL/ ton olması durumunda, her kapasitedeki tesis için en ucuz alternatif 3 fazlı üretimde kalıp lagünde buharlaştırma yapmaktır (tüm değerler negatif olduğundan, aslında mevcut duruma göre bir kayba işaret ederler ancak en az kaybın söz konusu olduğu seçenek en iyi seçenek olarak görülmektedir). Yerinde arıtma veya merkezi arıtma tesislerine gönderme alternatifleri ise en pahalı seçeneklerdir (zararın en yüksek olduğu alternatiflerdir). Sulu pirina bedelinin, 50 TL/ ton olması durumunda ise, tüm kapasiteler ve tüm durumlar için en uygun alternatif iki faza dönüşümdür. Özetle, pirina bedeli zeytinyağı işletmelerinin gelirleri arasında önemli bir yere sahiptir ve iki faza dönüşüm hususunda en belirleyici parametre olarak pirina bedeli ön plana çıkmaktadır.

8 PİRİNA TESİSLERİ İÇİN FAYDA-MALİYET ANALİZİ

Bu bölümde, 2 faz ve 3 faz pirinayı işleyen tesislerinin yatırım ve detaylı işletme maliyetleri hesaplanarak, 3 faz pirina işleme teknolojisinden 2 faza geçişin karlı olup olmadığı ve yeni bir 2 faz pirina işleme tesisi kurulmasının karlılığı analiz edilmiştir. Farklı kapasitelerdeki tesisler için karlılığın farklılık göstereceği düşünülerek, 25.000 ton zeytinin işleme sonucunda oluşan pirinanın işlendiği düşük kapasiteli pirina tesisleri ve 60.000 ton zeytinin işlenmesi sonucunda oluşan pirinanın işlendiği yüksek kapasiteli tesisler ayrı ayrı analiz edilmiştir. Ayrıca, saha çalışmaları sırasında, 3 faz pirina işleyen tesislerin ortalama olarak %60 kapasitede çalışabildikleri gözlemlenmiştir. Bu koşullara uygun olacak şekilde, gelir ve giderler Tablo 20’de sunulmuştur.

Tablo 20. %60 kapasite varsayımıyla üç-faz pirina tesislerinin varsayılan maliyet ve gelirleri (yatırım ve personel giderlerinin tam kapasite ile aynı olacağı varsayılmıştır)

	Düşük Kapasiteli Tesis	Yüksek Kapasiteli Tesis
Tesise giren pirina (ton)	7.650	18.360
Tesise kalan yağ (ton)	292,5	702
Gelirler		
Yağ geliri – TL/yıl	950.625	2.281.500
Oluşan kuru pirina - ton	4.230	10.152
Yaktıktan sonra kalan kuru pirina -ton	2.327	5.584
Kuru pirina geliri – TL/yıl	535.095	1.284.228
Giderler		
Nakliye gideri – TL/yıl	160.650	385.560
Pirina alış bedeli TL/yıl	612.000	1.468.800
Hekzan kaybı (ton)	16,92	40,60
Hekzan gideri – TL/yıl	67.680	162.432
Elektrik gideri – TL/yıl	63.450	152.280
Bakım gideri – TL/yıl	92.500	200.000
Genel İdari Gider – TL/yıl	47.363	116.471

Buna göre, 3 faz pirina işleyen tesisin 2 faz işleyecek şekilde dönüşümü 10 yıllık bir perspektifte oldukça karlı görünmektedir. Giderlerde artış olacak olmasına rağmen,

gelirlerdeki artış daha fazla olacağı için karlı olacaktır. Gerek düşük kapasiteli gerekse yüksek kapasiteli tesisler için geri ödeme süresi 3 yıl gibi kısa bir süredir.

Tablo 21 Üç fazdan 2 faza dönüşümün karlılık analizi (10 yıllık işletme dönemi)

	Düşük Kapasiteli Tesis	Yüksek Kapasiteli Tesis
Yatırım maliyeti	1.100.000	1.950.000
Nakliye giderinde artış	469.350	1.126.440
Pirina alışı giderinde artış	175.500	421.200
Hekzan giderinde artış	45.920	110.208
İşçilik giderinde fark	0	0
Bakım giderinde artış	35.000	67.500
Genel idari giderlerde artış	12.397	28.103
Toplam giderlerde artış	738.167	1.753.451
Pirina yağı gelirinde artış	804.375	1.930.500
Kuru pirina gelirinde artış	363.055	871.332
Toplam gelirlerde artış	1.167.430	2.801.832
Net gelirde artış	429.263	1.048.381
*Net Bugünkü Değer - TL	2.109.195	5.852.687
Geri Ödeme Süresi (yıl)	3	3

*Burada Net Bugünkü Değer (NBD), işletmenin 10 yıl boyunca harcayacağı toplam tutarın bugünkü karşılığını ifade etmektedir (yatırım, işletme gider ve gelirleri toplamını içerir).

8.1 Alternatif Pirina Değerlendirme Yöntemlerinin Fayda-Maliyet Analizi

İki faza dönüşüm sonrasında pirina miktar ve özellikleri değişeceği ve yeni pirina tesislerine ihtiyaç olacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda 2 faz pirinanın mevcut pirina tesislerinde işlenmesine ilave olarak; i) 2 faz pirinanın yem maddesi olarak kullanımı, ii) 2 faz pirinanın kompost yapılması iii) 2 fazlı pirinanın merkezi tesiste gazlaştırılması gibi alternatifler karşılaştırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, 2 faz pirina işleyerek yakıt, yem ya da elektrik üretecek tesislerin yatırım yapmaları karlı görünmektedir. Sadece pirinadan kompost üretecek tesisler ile 2 faz pirinadan gazlaştırma ile elektrik üretecek düşük kapasiteli tesislerin karlı olmayacağı görülmüştür.

9 ALTERNATİFLERİN TEKNİK VE ÇEVRESEL İNDİKATÖRLER AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü tarafından “Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi (ZeytinAY)” projesi kapsamında 6 Mayıs 2015 tarihinde alternatiflerin teknik, çevresel ve yönetsel indikatörler açısından değerlendirilmesi çalıştayı gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalıştay neticesinde, atıksu kaynaklı kirliliğin önlenmesi alternatifleri arasında 2 fazlı üretim en öncelikli alternatif olarak ön plana çıkmıştır. Pirinanın değerlendirilmesi alternatifleri arasında ise iki faz pirinanın mevcut pirina tesislerinde değerlendirilmesi (yağ ve yakıt eldesi) en öncelikli alternatif olarak ön plana çıkmıştır (Tablo 22). Çalıştayda yapılan çalışmalar ve çalışma adımları, ‘Nihai Rapor’ kapsamında detaylı şekilde anlatılmıştır.

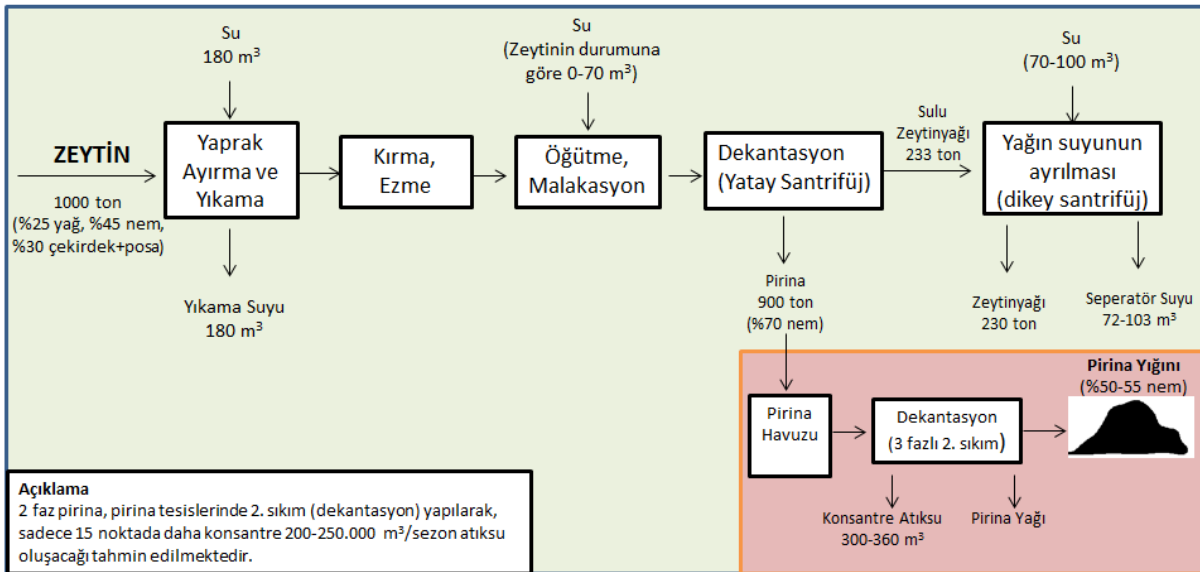
Tablo 22 Atıksu kaynaklı kirliliğin önlenmesi ve pirinanın değerlendirilmesi alternatifleri

Atıksu kaynaklı kirliliğin önlenmesi alternatifleri		Ağırlıklı Ortalama
1	3 fazlı üretime devam edilmesi + lagünlerin kriterlere uygun hale getirilmesi (büyütülmesi vb.)	1.66
2	3 fazlı üretime devam edilmesi + yerinde arıtma+deşarj	1.68
3	3 fazlı üretime devam edilmesi + merkezi arıtma yapılması+deşarj	3.04
4	3 fazlı üretime devam edilmesi + pirinanın merkezi tesiste gazlaştırılması ve atık ısı ile karasuyun buharlaştırılması	2.98
5	<u>2 fazlı üretim</u>	<u>6.31</u>

Pirinanın Değerlendirilmesi alternatifleri		Ağırlıklı Ortalama
1	3 faz pirinanın mevcut pirina tesislerinde değ. yağ+yakıt	3.62
2	<u>2 faz pirinanın mevcut pirina tesislerinde değ. yağ+yakıt</u>	<u>7.60</u>
3	2 faz pirinanın yem maddesi olarak kullanımı	2.04
4	2 faz pirinanın kompost yapılması	2.27
5	3 fazlı ya da 2 fazlı pirinanın merkezi tesiste gazlaştırılması	4.63

10 PİRİNA TESİSLERİNİN 2 FAZ PİRİNAYA ÖN İŞLEM OLARAK DEKANTASYON YAPMASI

Ülkemizde 750 civarında 3 fazlı üretim yapan zeytinyağı tesisi olduğu tahmin edilmektedir. Bu tesislerde yaklaşık 650-700.000 m³/sezon dekantasyon atıksuyu oluşmaktadır. Diğer taraftan, 2 faz dönüşüm sonrası oluşan pirina, pirina tesislerinde doğrudan kurutulmak yerine, dekantasyon işlemi ile suyunun alınması durumunda, yaklaşık 200-250.000 m³/sezon atıksu oluşacağı tahmin edilmektedir. Bu durumda oluşacak atıksu miktarı, işletmelerde oluşan dekantasyon atıksuyunun yaklaşık 3'te 1'i miktarında ve daha konsantre halde olacaktır. Oluşan 2 fazlı pirinanın dekantasyona tabi tutulması ile atıksu kaynağının 750 işletmeden 15 işletmeye indirgenecek olması, kontrol edilebilirlik açısından avantaj olarak değerlendirilebilir (Şekil 20). Ayrıca bu durum, iki fazlı üretime dönüşüm durumunda pirina içinde kalan zeytin özsuyunun pirina ile birlikte taşınması ve merkezi bir tesiste bertaraf edilmesi olarak da yorumlanabilir.



Şekil 20 İki faz pirinanın pirina tesislerinde 2. sıkım (dekantasyon) yapılması

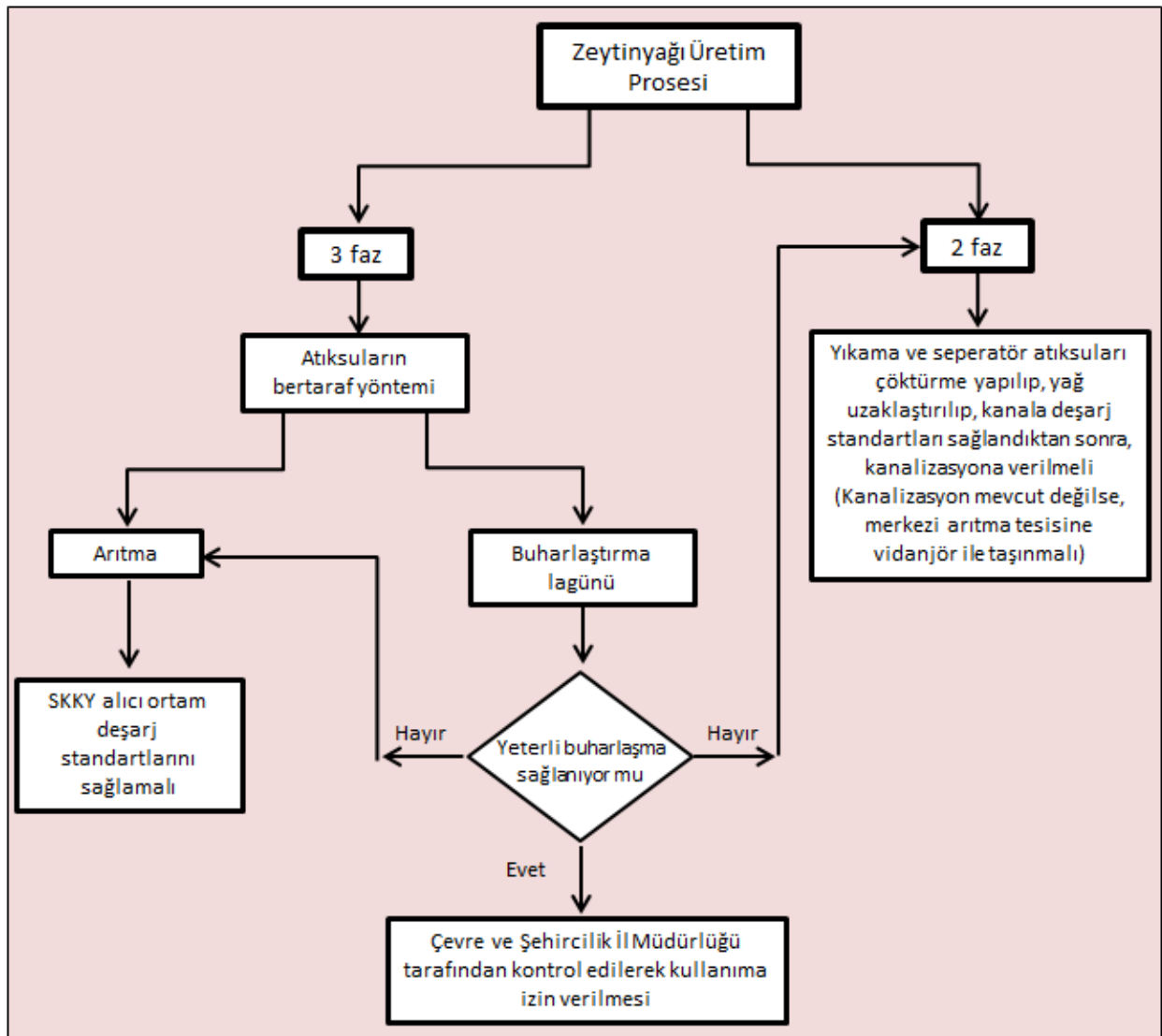
11 ZEYTİNYAĞI ÜRETİM TESİSLERİNDE OLUŞAN ATIKSULARIN BERTARAF SÜRECİ

Zeytinyağı üretim tesislerinde oluşan atıksuların bertarafı için zeytinyağı üretim tesisleri tarafından yapılması gereken adımlar **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.**'de gösterilmiştir. Buna göre, 3 fazlı üretim yapan tesisler, oluşan atıksularının bertarafı için buharlaştırma lagünü kullanabilirler. Bu lagünler, buharlaşmayı sağlayacak uygun derinlikte, atıksuların toprağa ve yer altı suyuna karışmasını engelleyecek şekilde sızdırmaz ve yeterli hacimde olmalı, yağışlı havalarda taşmalara imkan vermeyecek şekilde dizayn edilmelidir. Lagünlerde yeterli buharlaşma sağlanması durumunda, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlükleri tarafından kontrol edilerek, lagünlerin kullanımına kullanıma izin verilir.

Eğer lagünlerde yeterli buharlaşma sağlanmıyorsa, zeytinyağı tesisleri, müstakil arıtma yaparak atıksularını arıtmalı ya da 2 fazlı üretim prosesine geçmelidirler. Arıtma yapılması durumunda, arıtılan atıksuların Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY) Tablo 5.5.'e göre 2 saatlik/24 saatlik kompozit bir numune için sırasıyla, KOİ için 250/230 mg/L, yağ-gres için 60/40 mg/L ve pH için 6-9 deşarj değerlerini sağlaması gerekmektedir. Karasuyun karakterizasyonu ve ilgili standartlar karşılaştırıldığında, karasuyun kapsamlı bir arıtmaya ihtiyaç duyduğu anlaşılmaktadır.

Zeytinyağı üretim tesisi, üretimini 2 fazlı gerçekleştirmesi durumunda, oluşan yıkama ve seperatör atıksularını, çöktürme yapıp, atıksudaki yağları uzaklaştırıp, SKKY'de Tablo 25'deki kanala deşarj standartlarını (kanalizasyon tam arıtma ile sonlanıyorsa KOİ için 4000 mg/L, AKM için 500 mg/L ve yağ-gres için 250 mg/L)sağladıktan sonra, kanalizasyona deşarj ederek; kanalizasyon mevcut değilse, merkezi arıtma tesisine vidanjör ile taşıyarak. bertaraf etmelidir. Bilindiği gibi, SKKY Madde 3, b

bendinde, atıksu debisi 50 m³/gün'den küçük olması durumunda, küçük atıksu tanımı kapsamında yer almaktadır. Ülkemizde faaliyet gösteren iki fazlı üretim yapan zeytinyağı tesislerinde oluşan atıksular, miktar ve kirlilik içeriği açısından bu yönetmeliğe göre küçük atıksu tanımı kapsamına girdiği düşünülmektedir. Zeytinyağı üretim tesislerinde oluşan atıksularının bertarafı için tesislerin izleyeceği adımlar Şekil 21'de özetlenmiştir.



Şekil 21 Zeytinyağı üretim tesislerinde oluşan atıksuların bertarafı süreci

Diğer taraftan, Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından 01.09.2009 tarihinde, zeytinyağı üretim tesislerinde oluşan atıksuların bertarafı için kullanılan buharlaştırma lagünleri

için dizayn kriterleri belirlenmiştir. Lagünler için belirlenen dizayn kriterleri aşağıda özetlenmektedir. Buna göre:

- Lagünlerin inşaatının yapılması için lagün tabanı ile yeraltı suyu seviyesi arasında minimum 2 m kot farkı olması gereklidir.
- Lagün kapasitesi yıllık net giriş ve deşarj debisini depolayabilecek hacimde olmalıdır. Aşırı yağış suları bir toplama hendeği ile lagünlere herhangi bir zarar vermesi önlenmelidir. Toplama hendeği inşa edilirken 25 yıllık 24 saat boyunca yağın yağmursuyu şiddeti dikkate alınmalıdır.
- Lagünün derinliği en fazla 1,5 m olmalıdır.
- Lagünlerin taban ve yan taraflarına sıkıştırılmış kil (max geçirgenlik $K=10^{-7}$ cm/s) veya geomembran kullanılmalıdır.
- Sıkıştırılmış kil tabakası kalınlığı minimum 300 mm ve geçirgenlik katsayısı minimum 1×10^{-7} cm/s olmalıdır.
- Kaplama maksatlı kullanabilecek geomembran, PVC (polivinil klorür) veya HDPE (yüksek yoğunluklu polietilen) olmalıdır. En az 1 mm kalınlığında olan bir geomembran kullanılmalıdır.
- Lagünlerin yan duvarları maksimum 1/3 oranında eğimli olacak şekilde inşa edilmelidir. Bu duvarların üzerine yine 1/3 oranında duvarın altında olabilecek kaçakların azaltılması ve ayrıca meydana gelebilecek diğer etkileri engellemek için toprak sedde inşa edilmelidir.
- Lagün çevresinde olası kazaların engellenmesi maksadıyla, minimum 1,5 m yüksekliğinde korkuluk inşa edilmelidir.

Yukarıda sıralanan lagün kriterleri dikkate alındığında, Ülkemizde kullanılan lagünlerin büyük çoğunluğunun buharlaşmayı sağlayacak şekilde dizayn edilmediği, karasuyun toprağa ve yer altı suyuna karışmasını engelleyecek şekilde sızdırmaz olmadığı gözlenmektedir.

12 SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Ülkemiz genelinde 1000 civarında ticari zeytinyağı işletmesi olduğu ve bu tesislerde sezonda yaklaşık bir milyon ton yağlık zeytin işlendiği tahmin edilmektedir. Toplanan verilere göre, işletmelerin yarısından fazlası, sezonda bir milyon kg'dan daha az, işletmelerin sadece %4'ü ise sezonda dört milyon kg'dan fazla zeytin işlemektedir. Tüm işletmelerin üretim prosesi değerlendirildiğinde, %71'inin üç fazlı, %27'sinin iki fazlı ve %2'sinin taş baskı olarak, üretimlerini gerçekleştirdiği görülmektedir. İşletmelerin %89'nun karasuyu buharlaştırma lagünlerinde topladığı, %11'nin ise vidanjör ile taşıyarak veya direk olarak kanalizasyona deşarj ettiği görülmektedir.

Zeytinyağı üretimi sonucunda çıkan sıvı atıklar, sırasıyla yıkama suyu, dekantör suyu ve seperatör suyu olarak ayrılmaktadır. Yıkama atıksuyu karakterizasyonu değerlendirildiğinde, karakterizasyonunun zeytinin durumuna ve kullanılan su miktarına göre değişkenlik gösterdiği ve KOİ konsantrasyonunun 1.961 ile 5.000 mg/L arasında; AKM konsantrasyonunun 1.080-7.360 mg/L arasında; yağ-gres değerinin ise 55-1.053 mg/L arasında yer aldığı görülmektedir. Seperatör atıksuyu karakterizasyonu değerlendirildiğinde ise zamana bağlı alınan seperatör atıksularının ortalama KOİ'sinin 6.750-9.600 mg/L civarında olduğu görülmektedir. Dekantör atıksuyu ise 110.000 mg/L KOİ konsantrasyonu ile kirleticiliği en yüksek olan fraksiyondur. Sonuçlar genel olarak literatürle uyumlu bulunmuştur.

Mevcut durumda Türkiye'deki zeytinyağı tesislerinde, sezonda ortalama toplam 775.000 m³ su kullanıldığı, buna karşın 923.000 m³ atıksu oluştuğu ve oluşan atıksuların kirlilik yükünün 70.000 ton KOİ olduğu tahmin edilmektedir. Tüm ticari kontinü tesislerin 2 fazlı üretime geçmesi durumunda, kullanılan toplam su miktarının ortalama %60, atıksu miktarının %80, KOİ yükünün %99 azalacağı öngörülmektedir. İki fazlı üretime geçildiğinde zeytinyağı tesislerinde ortaya çıkabilecek yatırım ihtiyaçları; i) dekantörün dönüşümü, ii) pirinanın tesis içinde naklini sağlayacak

taşıma helezonunun değiştirilmesi ve/veya pompa, iii) sulu pirinanın depolanması için silo, havuz vb. maliyet kalemlerini içermektedir. Buna göre, zeytinyağı işletmelerinin iki fazlı üretime geçişinin, ülkemize maliyetinin yaklaşık 50-70 milyon TL civarında olacağı öngörülmektedir.

Proje kapsamında yapılan hesaplamalar, iki faza geçilmesi durumunda, pirina miktarının yaklaşık %44 oranında artacağını göstermektedir. Pirina tesislerinin iki fazlı pirina işleyebilmeleri için, pirina depolama havuzları yapmaları, fiziksel yağ ayırımı sistemi (dekantasyon) ve karıştırma ünitesi kurmaları, ihtiyaca göre kurutma ünitesi kapasitelerini arttırmaları da söz konusu olabilir. Bu çerçevede, halihazırda dönüşümünü tamamlayan ve devam eden pirina işletmeleri hariç, pirina tesislerinin 2 fazlı pirinayı işleyecek şekilde dönüşümünün ve yeni pirina tesisi kurulmasının toplam maliyetinin yaklaşık 20-30 Milyon TL civarında olacağı ön görülmektedir.

Proje kapsamında, zeytinyağı üretim tesislerinde oluşan atıksuların bertarafı için zeytinyağı üretim tesisleri tarafından yapılması gereken adımlar belirlenmeye çalışılmıştır. Buna göre, 2 fazlı üretim yapan zeytinyağı tesislerinde oluşan atıksular, çöktürme ve yağ ayırımı yapıp, SKKY'nin kanala deşarj standartlarını sağladıktan sonra, tesislerin bulunduğu bölgede kanalizasyon var ise, kanalizasyona deşarj edilerek, kanalizasyon yok ise, en yakın arıtma tesisine taşınarak bertaraf edilmeleri mümkün görülmektedir. 3 fazlı üretim yapan zeytinyağı tesisleri ise, atıksu bertarafı için buharlaştırma lagünlerini, sızdırmaz ve yeterli hacimde, atıksuların toprağa ve yer altı suyuna karışmasını engelleyecek ve yağışlı havalarda taşmalara imkan vermeyecek şekilde dizayn edilmelidir. Lagünlerde, yeterli buharlaşma sağlanıyorsa, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü kontrol ederek, lagünlerin kullanımına izin verir. Eğer yeterli buharlaşma sağlanmıyorsa, zeytinyağı tesisler müstakil arıtma kurarak arıtım yapmaları veya 2 fazlı üretime geçmeleri gerekmektedir. Ancak tesislerde oluşan atıksuların karakterizasyonu düşünüldüğünde, bu atıksuların arıtılarak, ilgili yönetmeliğin deşarj standartlarına indirilmesi mümkün görülmemektedir.

13 REFERANSLAR

Akgün, N., A., Demirel, F., Görel, Ö., Prinadan Piroliz Yöntemi İle Sentetik Yakıt Eldesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 2004.

Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Zeytin Karasuyu, Sayı, B.18.0.ÇYG.0.01.00.01/119/14552-51641, 01.09.2009.

Gotsi, M., Kalogerakis, N., Psillakis, E., Samaras, P. ve Mantzavinos, D. (2005). Electrochemical oxidation of olive oil mill wastewaters, Water Research, 39, 4177-4187.

Hamdi, M. (1993). Future prospects and constraints of olive mill wastewaters use and treatment: a review, Bioprocess Engineering, 8, 209-214.

McNamara, C. J., Anastasiou, C. C., O'Flaherty, V. ve Mitchell, R. (2008). Bioremediation of olive mill wastewater. International Biodeterioration & Biodegradation, 61(2), 127-134.

Mulinacci, N., Romani, A., Galardi, C., Pinelli, P., Giaccherini, C., ve Vincieri, F. F. (2001). Polyphenolic content in olive oil waste waters and related olive samples. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49(8), 3509-3514.

Öcal, A., Zeytinyağı atık suyu ve pirinanın bitki yetiştirilmesinde kullanım olanaklarının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2005.

Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, T.C. Resmi Gazete, 25687, 31 Aralık 2004; T.C. Resmi Gazete, 27914, 24 Nisan 2011.

Vossen, P. (2007). Olive oil: history, production, and characteristics of the world's classic oils. Hort Science, 42(5), 1093-1100.

Yalılı Kılıç, M. Zeytin Karasuyunun İleri Arıtma Yöntemleri ile Ekonomik Arıtılabilirliğinin Araştırılması, Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 2011.