



**T.C. ÇEVRE VE
ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI**



MARMARA DENİZİ HAVZASINDAKİ ZEYTİNYAĞI ENDÜSTRİSİNİN DURUM TESPİTİ (MAR-ZEY) PROJESİ NİHAİ RAPORU



Prof.Dr. Burhanettin FARİZOĞLU

Arş.Gör. Süleyman UZUNER

Temmuz 2021

T.C. Balıkesir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi
Çağış Yerleşkesi Altıeylül/BALIKESİR
Telefon: 0 (266) 612 11 94 - Faks: 0 (266) 612 12 57



**T.C. ÇEVRE VE
ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI**



**Marmara Denizi Havzasındaki
Zeytinyağı Endüstrisinin
Durum Tespiti (MAR-ZEY)
Projesi Ekibi**

Prof. Dr. Burhanettin FARİZOĞLU

Proje Koordinatörü

T.C. Balıkesir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Çevre Mühendisliği Bölümü

Arş. Gör. Süleyman UZUNER

Proje Uzmanı

T.C. Balıkesir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi

Çevre Mühendisliği Bölümü



İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	i
ŞEKİL LİSTESİ.....	iii
TABLO LİSTESİ.....	iv
ÖNSÖZ.....	1
PROJENİN AMACI.....	2
YÖNETİCİ ÖZETİ.....	3
1. GİRİŞ.....	7
1.1. Zeytin Endüstrisinin Bölge İçin Değeri.....	7
1.2. Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Üretim İşletmeleri ve Atıkları.....	7
1.3. Zeytinyağı Üretim Şekilleri.....	8
1.3.1. Kesikli Üretim Prosesi (Pres Prosesi).....	9
1.3.2. Sürekli Üretim Prosesi (Santrifüj Prosesi).....	10
1.4. Sofralık Zeytin Üretimi.....	14
1.5. Prina İşleme.....	15
1.5. Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı İşletmelerinin Atıklarının Özellikleri.....	18
1.6. Karasuyun Alıcı Ortamdaki Etkileri.....	19
2. ÜLKEMİZDEKİ ZEYTİNYAĞI TESİSLERİNİN DÖNÜŞÜME UYGUNLUĞUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	21
2.1 Zeytinyağı Üretim Tesislerinde Kullanılan Makine ve Ekipmanlar.....	21
2.2. Üç Fazlı Sistemlerden İki Fazlı Sistemlere Dönüşüm Durumu.....	23
3. PROJE BÖLGESİNDEKİ 3 FAZLI ÜRETİMİN 2 FAZA GEÇİŞ ENVANTERİ.....	25
3.1. Proje Bölgesinin Tanıtımı ve Tesislerin Yerleri.....	25
3.2. Saha Ziyaretleri.....	26
3.3. Üç Fazdan 2 Faza Geçiş Envanteri.....	27
4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	30
5. KAYNAKLAR.....	32
6. EKLER.....	34
EK I - ZİYARET EDİLEN İŞLETMELER.....	
EK II - ZİYARET EDİLEN İŞLETMELERİN HARİTA ÜZERİNDEKİ GÖSTERİMLERİ.....	



EK III - ZİYARET EDİLEN İŞLETMELERE AİT ANKET BİLGİ FORMLARI

EK IV - ELDE EDİLEN VERİLERİN TABLOSU

EK V - 3 FAZ - 2 FAZ DÖNÜŞÜM İHTİYAÇLARI LİSTESİ.....





ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Sürekli üretim prosesi.....	10
Şekil 2. Üç fazlı dekantör.....	12
Şekil 3. İki fazlı dekantör	13
Şekil 4. Zeytinyağı üretim tesisinde kullanılan makinalar (Pakdemirli, 2011).	21
Şekil 5. İncelenen tesisler ve buldukları konumlar	26
Şekil 6. Kullanılan anket formu	27



TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Üç fazlı zeytinyağı üretim sistem dengesi	12
Tablo 2. İki fazlı zeytinyağı üretim sistem dengesi.....	13
Tablo 3. İki fazlı ve üç fazlı zeytinyağı prosesinden açığa çıkan prina muhtevası	16
Tablo 4. Zeytinyağı üretim tesisinde kullanılan makine ve ekipmanlar.....	23
Tablo 5. İki faza dönüşüm uygunluğuna göre dekantörlerin gruplandırılması	24
Tablo 6. Balıkesir, Bursa, Çanakkale ve Tekirdağ illerinde bulunan zeytinyağı üreten işletmeler (ÇŞB paylaşılan veriler)	25
Tablo 7. Marmara Havzasında bulunan zeytinyağı üreten işletmeler (Saha ziyareti ile elde edilen veriler)	26
Tablo 8. 2 faz dönüşümü için envanter tablosu.....	29



MARMARA DENİZİ HAVZASINDAKİ ZEYTİNYAĞI ENDÜSTRİSİNİN DURUM TESPİTİ (MAR-ZEY) PROJESİ

ÖNSÖZ

Zeytin Akdeniz Havzası'na kıyısı olan ülkelerde etkin bir şekilde yetiştirilen, ekonomik değerinin yanı sıra oldukça faydalı bir besindir. Zeytin meyvesi tane şeklinde tüketildiği gibi yağ üretimi de oldukça yaygındır. Zeytin ve zeytin yağı önemli ve değerli bir besin kaynağı olmasının yanında gerek sofralık zeytin ve gerekse zeytinyağı üretimi esnasında atıksu (karasu) ve yan ürün (pirina) oluşmaktadır. Pirinanın çeşitli yollarla ekonomiye geri döndürülmesi mümkündür. Bununla birlikte mevcut ticari bir getirisi olmayan karasu bir atık niteliğindedir ve zeytinyağı üretimin ağırlıkta olduğu bölgelerde ciddi çevre kirliliğine sebep olmaktadır. 2021 yılının ilkbahar başlangıcından itibaren Marmara Denizi'nin hemen hemen tamamında sahilleri kaplayan bir deniz salyası çevre felaketi ile karşı karşıya kalınmıştır. Bu çerçevede, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, bir **"acil eylem planı"** devreye sokarak Marmara Denizine deşarj olunan tüm kirlilik yüklerinin belirlenmesi amacıyla kapsamlı bir çalışma başlatmıştır. Acil eylem planı kapsamında, Marmara Bölgesinde faaliyet gösteren ve deşarjı doğrudan ya da dolaylı olarak Marmara Denizine olan zeytinyağı fabrikalarının üç fazdan iki faza geçişlerini hızlandırmak amacıyla bir çalışma başlatmıştır.

Bu proje ile Marmara Deniz Havzasında bulunan ve atıksu deşarjı doğrudan veya dolaylı olarak Marmara denizine olan üç fazlı zeytinyağı üretim tesisleri belirlenerek yerinde ziyaretler edilmiş, üç faza geçmeleri için ihtiyaç duydukları sistem ya da ekipman gereksinimleri tespit edilmiş ve iki faza geçiş programları değerlendirilmiştir.

Projenin planlanması, uygulanması ve tüm aşamalarında desteklerini esirgemeyen; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Su ve Toprak Yönetimi Dairesi Başkanlığı'na ve katkı sunan değerli uzmanlarına teşekkürlerimizi sunarız. Ayrıca, projenin gerçekleşmesinde, saha çalışmalarında ve programın hazırlanmasında emeği geçen Balıkesir, Çanakkale, Bursa ve Tekirdağ Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü çalışanlarına teşekkür ederiz.





PROJENİN AMACI

06.06.2021 tarihinde kamuoyu ile paylaşılan 22 maddelik Marmara Denizi Eylem Planı sonucu 15.06.2021 tarihinde gerçekleştirilen Marmara Denizi Eylem Planı Koordinasyon Kurulu toplantısının 10 numaralı kararı ile “Havzada zeytin karasuyu ve peyniraltı suyu kaynaklı kirliliklerin önlenmesine ilişkin üretim teknolojisi ve 2 faza dönüşüm maliyetinin envanterinin Valilikler tarafından 15 gün içerisinde çıkarılmasına, iyileştirmeye yönelik yatırımların Valiliklerce takibine, Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca yatırımlara maddi ve teknik destek verilmesine” karar verilmiştir.

Projenin amacı; alınan bu karar gereğince, Balıkesir, Çanakkale, Tekirdağ ve Bursa illerinde faaliyet gösteren zeytinyağı üretim işletmelerine yerinde ziyaretler gerçekleştirilerek, 2 fazlı üretim prosesine geçiş için gerekli olan ekipman, iş, vb. kalemlerin envanterinin çıkarılması ve olası geçiş maliyetinin araştırılması olarak belirlenmiştir.



YÖNETİCİ ÖZETİ

Balıkesir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü tarafından 20.06.2021 tarihi itibarı ile yürütülmeye başlanan, **Marmara Denizi Havzasındaki Zeytinyağı Endüstrisinin Durum Tespiti Projesi** ile Balıkesir, Çanakkale, Tekirdağ ve Bursa illerinde faaliyet gösteren zeytinyağı üreten işletmelerin, 3 fazlı sistemden 2 fazlı üretim prosesine geçiş için gerekli olan ekipman, iş, vb. kalemlerin envanterinin çıkarılması ve olası geçiş maliyeti araştırılması hedeflenmiştir.

Projenin “Sonuç Raporu” kapsamında, proje süresince yapılan tüm çalışmalara yer verilmiştir. Bu çerçevede, 3 fazlı Zeytinyağı Üretimi Tesislerinin Mevcut Durumu değerlendirilmiş, saha çalınmaları anlatılmış ve proses dönüşüm senaryoları değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, proje bölgesinde faaliyet gösteren zeytinyağı işletmelerinin ve pirina tesislerinin 2 faza dönüşümünün uygunluğu değerlendirilmiş, 2 faza dönüşüm durumunda pirina tesislerinin yeterliliği araştırılmış, 3 fazlı tesislerinin dönüşüm alternatiflerine göre maliyeti hesaplanmıştır.

Zeytinyağı İşletmelerine Yönelik Verilerin Değerlendirilmesi

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve Balıkesir, Çanakkale, Bursa ve Tekirdağ İl Çevre Müdürlükleri yardımıyla 3 fazlı zeytinyağı üretim tesislerinin yerleri belirlenerek ziyaretler gerçekleştirilmiştir. Bu ziyaretler esnasında önceden hazırlanan anket formları vasıtasıyla veriler toplanmıştır. Anketlerde işletme bilgileri, üretim miktarları, kapasiteleri dekantör özellikleri gibi bilgiler toplanmıştır (veri toplama çalışması detayları sonuç raporu kapsamında ayrıntılı olarak sunulmuştur).

Makine bilgilerindeki (örneğin model bilgisi, 2 faza dönüşüme uygun olup olmadığı bilgisi vb.) farklılıklar ve tutarsızlıklar sebebiyle dekantör üretici ve/veya satış temsilciliklerinin referans ve makine özellikleri bilgisi temin edilmiş ve düzeltilmiştir. Saha incelemeleri kapsamında, 14 adet Balıkesir’de, 15 adet Çanakkale’de, 5 adet Bursa’da ve 2 adet de Tekirdağ’da zeytinyağı üreten tesisler yerinde ziyaret edilmiştir. Ziyaretler esnasında bu tesislerden Balıkesir’de 4, Çanakkale’de ise 2 adet tesisin de 2 faza geçtiği tespit edilmiştir.

Saha ziyaretleri ile toplam 36 adet zeytinyağı üretim tesisinin bilgisi toplanmıştır. Öte yandan 3 adet tesise üretime son verdiği, kapatıldığı vs. gerekçeler ile ulaşılamamıştır. Proje bölgesi için mevcut durumun ortaya konabilmesi ve toplam envanterin tahmin edilebilmesine yönelik olarak, tüm tesislerin verilerine ulaşılmaya çalışılmıştır.

Marmara Bölgesi'nde bulunan işletmelerden; Balıkesir'de mevcut tesislerin %12'si, Çanakkale'de %52'si, Bursa ve Tekirdağ'da ise tamamı alıcı ortam olarak doğrudan veya dolaylı olarak Marmara Denizi'ne atıksularını deşarj etmektedir.

Marmara Denizi Havzasında bulunan zeytinyağı üreten işletmelerin önemli bir kısmının iki faz üretimde olduğu görülmektedir. 3 fazlı işletmelerin hemen hemen tamamının karasuyu buharlaştırma lagünlerinde topladığı, bir veya ikisinin ise vidanjör ile taşıyarak/kanalizasyona deşarj ettiği öğrenilmiştir. Dekantör üreticileri tarafından sağlanan bilgiler ve anket verileri doğrultusunda, bölgede kullanılan dekantörlerin dönüşüme uygunluğu değerlendirilmiş, buna göre, herhangi bir verim kaybı olmadan, yerinde dönüşebilen dekantörler ile bir miktar verim ya da kapasite kaybı öngörülen ve dönüşüm için dekantörün makine üreticisine gönderilmesi gereken dekantörlerin yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bazı üreticiler ise dekantör ve sistemlerinin revizyonunu yaptırmış olup dönüşüm için az bir maliyet ve işleme gereksinim duyduğu ifade edilmiştir. Dönüşümü mümkün olmayan dekantörler ise toplamın yaklaşık %6'si olarak tespit edilmiştir.

Üç Fazdan İki Faza Geçiş Seçenekleri ve Maliyetler

Proje Bölgesindeki üç fazlı tesislerin iki faza dönüşümü için oldukça geniş bir yelpazede ekipman değişimi ve maliyet öngörülmektedir. Çünkü dönüşüm için çok basit dekantör modifikasyonundan tüm sistemin değişimine kadar açık ölçekte maliyetler ile karşılaşılacaktır:

Dekantörün dönüştürülmesi: Dekantörün kaskak ve iç silindirdeki birkaç müdahale ile iki faza çevrilebilen sistemler için gerekli maliyet 0 (bazı dekantör firmaları, dekantör kendisine ait olduğu durumda maliyet talep etmemektedir, Amenduni firması ücretsiz olarak dönüşüm yapıyor) ile 50.000 TL arası olarak tespit edilmiştir. Bu tür dönüşüm için başka bir sistemsel değişime ve müdahaleye gereksinim yoktur.

Dekantörün değiştirilmesi: Bazı üreticilerin halihazırda kullandığı dekantörler gerek çok eski olması ve gerekse teknolojisinin uymaması nedeniyle dönüştürülmeye uygun değildir. Bu durumda dekantörün iki fazlı yenisi ile değiştirilmesi gerekmektedir. Dekantör değişiminin maliyeti ise 50.000 – 60.000 € arasında değişmektedir. Ziyaret edilen tesislerde yarıya yakın zeytin yağı üreticisinin arzusu da dekantör değiştirmek yöndedir.

Tüm sistemin değiştirilmesi: Bazı zeytinyağı üretim tesislerinde ise oldukça eski ve dönüşümü pek mümkün olmayan üç faz dekantör ve sistemler bulunmaktadır. Üreticiler bu dönüşüm için yaklaşık olarak 110.000 ile 120.000 € arasında bir maliyete gereksinim duymaktadır.

Sulu prina havuzları: Dönüşüm gerçekleştiğinde tüm tesisler prina havuzlarına ihtiyaç duyacaklardır. Bu durum için tesis bazında çözümler öngörülmektedir. Çünkü bazı tesislerin karasu havuzları prina havuzuna dönüştürülebilirken bazılarının dönüştürülmesi ise mümkün değildir. Bu tesisler için silo tipi prina havuzları kurulabilir. Maliyet tercihe göre değişmektedir.

Pompalar veya helezonlar: Bu kalem de tesisten tesise değişim göstermektedir. Kullanılacak helezon uzunluğu ya da pompa kapasiteleri farklı olacaktır.

Ziyaret edilen tüm tesislerde Çevre ve Şehircilik Bakanlığının dönüşüm için kararlılığının farkına varıldığı ve bu yönde çalışmaların yapıldığı tesis yetkilileri tarafından ifade edilmiştir. Ancak firmalarda kısa sürede dönüşümün çok mümkün olmadığı kanaati mevcuttur. Bunun birinci nedeni 3 fazdan 2 faza dönüşüm için ortaya çıkan mali yükün karşılanmasında firmaların gücünün olmadığı ve ikincisi ise dekantör üretim kapasitesinin kısa sürede ihtiyacı karşılayacak yeterlilikte olmaması olarak ifade edilmiştir. Bu bilgi teyit ettirilmiştir. Dekantör firmaları üretim için bir sonraki seneye sipariş almaktadır.

Yapılan saha çalışmaları ve yapılan araştırmalar ışığında 3 fazdan 2 faza dönüşüm senaryolarına göre maliyetler tablolastırılmıştır.

Tablo İki faz dönüşümü için envanter tablosu

Dönüşüm şekli	Gerekli ekipman/sistem	Fiyat aralığı (adet başına)
Dekantörün dönüştürülmesi	2	0-50.000 TL
Dekantörün değiştirilmesi	8	750.000-800.000 TL* 60.000-80.000 €
Tüm sistemin değiştirilmesi	15	150.000-200.000 €
Cıvık prina havuzları		
➤ Lagün	8	120.000 TL**
➤ Silo	10	30.000 €***
Pompa ve helezonlar	22	3.000 €****

* Güncel fiyat TL olarak alınan

** 100 m³ kapalı betonarme lagün

*** 60 m³ hacimli çelik tank fiyatı

**** kullanılacak pompa adeti başına maliyet. Tesisten tesise adet değişim göstermektedir



Üç fazdan iki faza geçiş konusundaki diğer bir endişe de ortaya çıkacak sulu prınayı satabilecekleri/verebilecekleri tesis yetersizliğidir. Az sayıda prına işleme tesisinin olması ve sulu prınaların ellerinde kalacağı endişesi bulunmaktadır.



1. GİRİŞ

1.1. Zeytin Endüstrisinin Bölge İçin Değeri

Dünya genelindeki zeytin yetiştiriciliğinin %90'lık bir kısmı Akdeniz havzası, geriye kalan kısmı ise Latin Amerika ülkelerinde yapılmaktadır. Dünyada yaklaşık 9 milyon hektar alandaki 900 milyon zeytin ağacından yaklaşık 17 milyon ton dane zeytin elde edilmektedir. Tüm dünyada 900 milyon ağaçtan %98'i Akdeniz Çanağında yer almaktadır. Önemli zeytin üretici ülkeler sırasıyla, İspanya, İtalya, Yunanistan, Tunus, Türkiye ve Suriye'dir.

Türkiye'de zeytin ile uğraşan yaklaşık 320 bin aile mevcuttur. Kayıt dışı rakamlar da dikkate alındığında Ülkemizde 8 bin adet zeytin işleme tesisinin faaliyet gösterdiği tahmin edilmektedir. Güney Marmara ve Ege Bölgesi ülkemiz zeytinyağı ve sofralık zeytin üretimi potansiyelinde önemli bir konuma sahiptir. Özellikle Edremit Körfezi yağlık zeytin üretimini domine etmektedir. Buna bağlı olarak da başta Burhaniye, Edremit ve Ayvalık olmak üzere yörede irili ufaklı çok sayıda zeytine bağlı endüstriyel tesis kurulmuş ve işletilmektedir.

Zeytine dayalı endüstriyel tesisler bölge için çok büyük bir ekonomi oluşturmaktadır. Öte yandan bölgede dağınık halde bulunan zeytin işleme tesisleri önemli çevre sorunlarını da ortaya çıkarmaktadır. Zeytinyağı ve sofralık zeytin üretiminden kaynaklanan katı ve sıvı atıklar çevreye geri dönüşümü olmayan sorunlar ortaya çıkarmalarının yanı sıra; önemli bir iç turizm potansiyeli olan bölgenin kaynaklarını da kullanılamaz hale getirmektedir.

1.2. Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı Üretim İşletmeleri ve Atıkları

Zeytin bir Akdeniz bitkisidir ve genel olarak Akdeniz'i çevreleyen tüm ülkelerde yetişmektedir. Bunların yanı sıra Arjantin, Şili gibi Güney Amerika ülkelerinde de yetişmektedir. 400 m'den aşağı yüksekliklerde ve en soğuk -7 derecenin üstündeki hava koşullarında yetişmesi daha kolay olmaktadır. Ancak gelişmiş tarım teknikleri ile bu koşulların dışında da yetişmektedir. Yabani tipleri en kötü toprak koşullarında bile tabii olarak yetişebilir.

Verimli topraklarda taç açık ve asimetric, verimsiz topraklarda ise daha yoğun ve yuvarlaktır. Sürgünleri gri renkli, dikensiz ve hemen hemen üç köşelidir. Mızraksı, çok kısa saplı, deri gibi sert yaprakları sürgünlere karşılıklı çiftler halinde dizilmiştir. Yaprakları basit, tam kenarlı ve kenarlar alt

yüze doğru hafif kıvrıktır. Yaprığın boyu 20–86 mm, genişliği de 5–17 mm’dir. Yaprakların ucunda sivri bir çıkıntı bulunur. Yaprığın üst yüzü koyu gri-yeşil ve tüysüz, alt yüzü mavimsi gümüşü renkte ve beyaz sık ipeksi tüylerle kaplıdır. Baharın sonlarına doğru yaprakların koltuğunda seyrek salkımlar halinde açan, küçük beyazımsı-sarı renkli, kokulu çiçekleri vardır. Rüzgârların taşıdığı çiçek tozlarıyla döllenmiş çiçekler etli ve yağlı meyve verir. Meyve önce yeşil, olgunlaştıktan sonra da cinsine göre pembe bordo ya da parlak siyah bir renk alır. Etli meyvenin içinde sert bir çekirdek vardır. Meyvenin etli kısmından ve çekirdeğinden elde edilen yağ bakımından çok değerli bir ağaçtır. Odunu çürümeye karşı son derece dayanıklıdır. Yaprığından çekirdeğine kadar tümüyle değerlendirilebilir.

Zeytin ağacı, 6–10 yaşları arasında ekonomik olarak ürün vermeye başlar ve 80–100 yaşlarına kadar yaşar. Yurdumuzda zeytinliklerin yaklaşık %75’i eğimli, dağlık ve yamaç arazilerde yer almaktadır. Zeytin ağacı bir yıl verime geçerken diğer yılda kendini dinlenmeye ve verime hazırlar. Bu yüzden bir yıl çok bir yıl az ürün verir. Buna periyodisite denir. Bu durum halk arasında 'var yılı' ve 'yok yılı' olarak adlandırılır. Periyodisite kültürel bakım tedbirleri ile azaltılabilir. Ancak ülkemizde arazi yapıları nedeniyle kültürel bakım tedbirleri uygulanamamakta ve bunun neticesi olarak elde edilen ürün miktarı yıldan yıla değişmektedir.

1.3. Zeytinyağı Üretim Şekilleri

Marmara ve Ege Bölgeleri’nde zeytin hasadı sonbaharda başlamaktadır. Sofralık olarak ayrılacak zeytinler dalında olgunlaşmaya bırakılırken, genellikle boyutu küçük fakat yağ muhtevası fazla olan zeytinler yağ elde edilmek üzere hasat edilir. Zeytinyağı üretiminde üretim hattına ve ürün kalitesine etki eden ilk unsur hasat türüdür. Sıkıma gönderilecek zeytin, dalından hasat edilmişse “silkim zeytin”, ağaçtan dökülen zeytinlerden toplanmışsa “dip zeytin” adını alır.

Dip zeytin zamanında toplanmazsa bozularak yemeklik yağ elde edilebilecek kalitede olmaktan çıkar. Silkim zeytin, daldan toplanıp sıkıma getirildiği için üzerinde çok fazla toz, toprak birikimi bulunmamaktadır. Dip zeytin ise gerek yerden toplanması gerekse mevsim yağışlarında toprakta çamurla muhatap olması nedeniyle sıkıma geldiğinde oldukça kirli olabilir.

Sıklamak üzere zeytinyağı tesisine getirilen zeytinler ilk olarak toz, toprak, tarım ilaçları, yaprak, taş vb. artıklarından arındırılmak için yıkama işlemine tabi tutulur. Yıkama ünitesine girmeden sisteme verilen hava ile zeytinler yaprağından ayrılabilir. Yıkama işleminde kullanılacak suyun miktarı, besleme hızı, yıkama süresi yüklenen zeytinin tonajına ve kirlilik oranına bağlı olarak değişir, genellikle dip zeytinin

yıkılması için silkim zeytine göre daha fazla su kullanılmaktadır. Yıkamadan sonra zeytinler, genellikle konveyörlerle, kırma ünitesine iletilir. Şekil 1’de zeytin iletim konveyörü de gösterilmektedir.

Kırma ünitesinde zeytinin içerisindeki yağ ve zeytin özsuyu açığa çıkar. Karışımın başarılı olabilmesi için bu üniteye karışımın içerisine sıcak su ilave edilir. Kırma ünitesinde hamurumsu hal alan zeytin özütü buradan malaksöre aktarılır. Malaksör bir zeytinyağı üretim tesisinde zeytin özütünden yüksek oranda yağ alabilmek amacıyla zenginleştirme ve homojenleştirme yapılan bölümdür. Bu bölümde bir yandan zeytin hamuru sıcak su ile termostat kontrolünde ısıtılırken bir yandan da karıştırılarak işlenmeye hazır hale getirilir.

Üç fazlı ve iki fazlı kontinü sistemlerde malaksör çıkışına kadar zeytinin işlenmesi yaklaşık olarak aynıdır. Bazı işletmeler iki defa yıkama yapmayı tercih ederken bazıları eklenen sıcak suyun miktarını veya derecesini farklı tutabilmektedir. Bu aşamalar, işletmelerin tercihinde olup zeytinyağının nefaseti ile ilgili işletmenin belirlediği çalışma esasları çerçevesinde uygulanır.

Zeytinyağı üretim prosesleri genel olarak iki şekilde gerçekleştirilmektedir. Bunlardan birincisi olan kesikli sistemler geleneksel yöntemler olup presleme yoluyla zeytinden zeytinyağı elde edilen sistemlerdir. Sürekli sistemler ise daha modern sistemler olup sürekli proses olarak da adlandırılmaktadır. Sürekli proseste iki ve üç fazlı sistemler kullanılmaktadır (Oruç, 2012). Üç fazlı sistemlerde üretim sırasında yan ürün olarak pirina ve karasu oluşmaktadır. İki fazlı sistemler de ise karasu pirina ile birlikte elde edilmekte, katı sıvı atık ayrımı olmamaktadır.

1.3.1. Kesikli Üretim Prosesi (Pres Prosesi)

Klasik presleme yöntemi; ön işlemlerden geçirilerek yeterli kıvama getirilen zeytin hamuruna pres yardımıyla baskı uygulanması esasına dayanmaktadır. Böylece sıvı fazı oluşturan yağ ve karasu katı fazdan ayrılmaktadır. Yağ ve karasu; yoğunluk farkı esasına dayalı santrifüjleme ya da dekantasyon yöntemlerinin kullanılması ile birbirinden ayrılır. Bu üretim sistemi besleme, hammadde depolama, temizleme, kabuk kırma ve ezme, kurutma-kavurma, sıkma, filtrasyon/dekantasyon ünitelerinden oluşur. Kırma işlemi gerek çekiçli kırıcı ile gerekse geleneksel taş kırıcı ile yapılabilir. Oluşturulan hamurun bileşimi %20 yağ, %25 katı madde ve %55 zeytin özsuyu biçimindedir (Şengül, 1991).

Klasik presleme yönteminin avantajları:

- Sistemin yatırım maliyeti düşüktür,

- Pres parçaları basit, sağlam ve dayanıklıdır,
- Enerji tüketimi düşüktür,
- Pirininin nem içeriği düşüktür,
- Yağ içeriği düşük çok az miktarda karasu oluşur.

Klasik presleme yönteminin olumsuz yönleri:

- Kullanılan ekipmanlar çok hantaldır,
- İş gücü gereksinimi yüksektir,
- Sistem kesiklidir,
- Kullanılan jüt disklerin temizliği zor olup, kolay kontamine olabilirler.

1.3.2. Sürekli Üretim Prosesi (Santrifüj Prosesi)

Santrifüjleme işleminin ilkesi; zeytin hamurundaki sıvı fazın (yağ ve karasu) katı fazdan yüksek hızla dönen santrifüjler-dekantörler yardımıyla alınması esasına dayanır. Bu üretim sistemi besleme, yıkama, kırma ve hamur hazırlama ünitelerinden oluşmaktadır. Sürekli sistemde presin yerini santrifüj (dekantör) almıştır. Şekil 1’de sürekli üretim prosesinde kullanılan sistemler gösterilmektedir.



Şekil 1. Sürekli üretim süreci

Sürekli üretim yönteminin avantajları:

- Kullanılan makineler hantal değildir,
- Sistem otomasyona uygun olup, sürekli ya da yarı sürekli,
- İş gücü gereksinimi düşüktür,

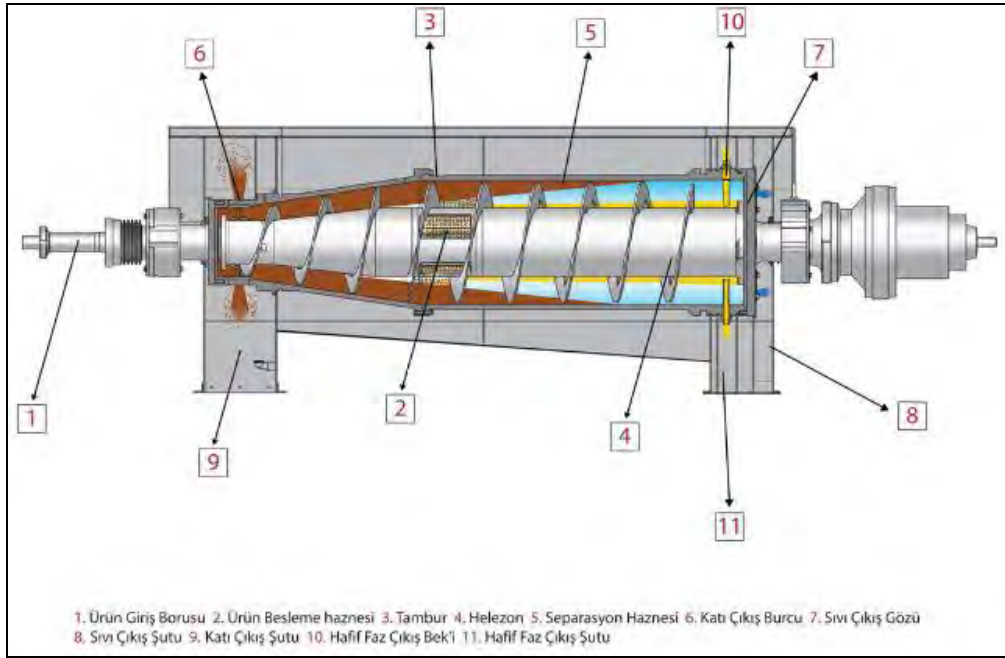
Sürekli üretim yönteminin olumsuz yönleri:

- Yatırım maliyeti yüksektir,
- Enerji tüketimi yüksektir,
- Sıcak su kullanılmaktadır,
- Pirina yüksek oranda su içermektedir.

Kullanılan dekantöre bağlı olarak iki farklı proses mevcuttur. Birincisi proses suyu gerektiren ve üretim sonucunda üç faz (yağ, atıksu, pirina) oluşturan, ikincisi ise proses suyu kullanımını gerektirmeyen ve üretim sonucunda iki faz (yağ ve pirina) oluşturan proseslerdir (Demicheli ve Bontoux, 1996).

a. Üç Fazlı Kontinü Sistemle Zeytinyağı Üretimi

Zeytin hamuru, malaksörün çıkışında pompa vasıtasıyla dekantöre beslenir. Dekantör ünitesinde merkezkaç kuvvetinin etkisiyle zeytin hamuru; prina, zeytinyağı ve karasu olmak üzere üç ayrı faza ayrılır. Üç fazlı işletilen dekantör ünitelerinde karışımın birbirinden verimli şekilde ayrılabilmesi için üniteye su girişi yapılır. Üç fazlı işletilen bir zeytinyağı tesisinde bir ton zeytin sıkım işlemi için dekantöre bir ton su beslemek gerektiği genel kabul gören yaklaşımdır. Üç faz sistemde kullanılan dekantör Şekil 2'de gösterilmektedir.



Şekil 2. Üç fazlı dekantör

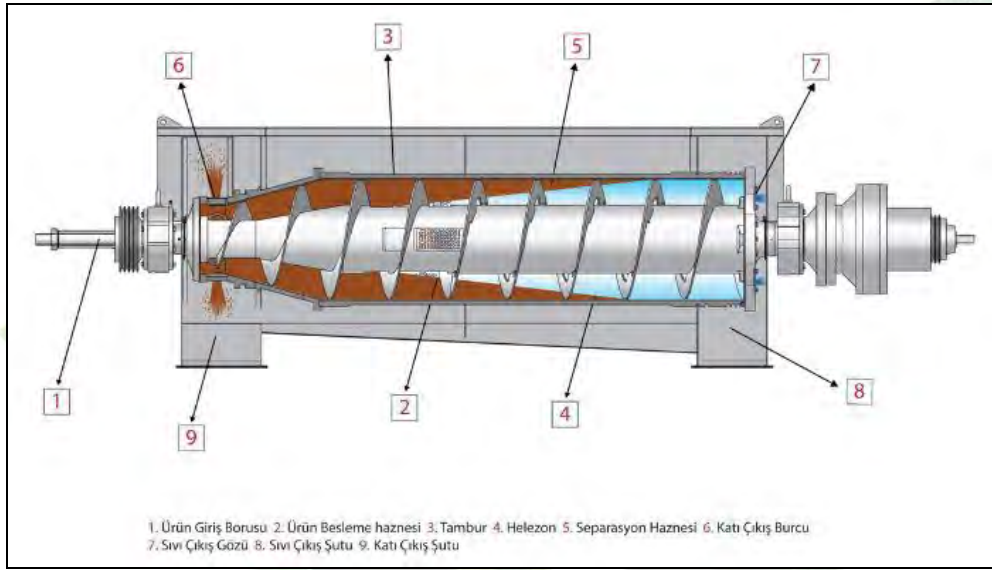
Tablo 1. Üç fazlı zeytinyağı üretim sistem dengesi

Girdi	Miktar	Çıktı	Miktar
Zeytin	1 ton	Yağ	0,2 ton
Yıkama Suyu	0,12 ton	Prina	0,5 ton
Dekantör suyu	1 ton	Atıksu	1,2 ton

Bu prostenen açığa çıkan katı madde, yaklaşık %50-%60 neme sahip, içerisinde %3-%5 oranında yağ barındıran prina adı verilen malzemedir. Üç fazlı dekantör sistemi ile zeytinyağı üreten bir işletmede 100 ton zeytin işlendiği varsayılırsa, söz konusu muhteviyata sahip 50 ton prina oluşması beklenmektedir. Üç fazlı sistemden çıkan yağlı prina, prina fabrikalarında işlenerek içerisindeki yağ tekrar piyasaya kazandırılmak üzere alınır ve geri kalan kısım yakıt değeri taşıyan bir malzeme haline gelir. Dekantörden çıkan zeytinyağı separatör ünitesine pompalanarak, içerdiği safsızlıklardan arındırılır, separatörde yoğunluk farkı kullanılarak yağ ve su katmanları ayrılır. İşletmeler tercihe göre çift separasyon işlemi de uygulayabilir. Bu üniteye ayrıştırma sağlayabilmek için düzenli olarak su beslenmesi gerekir. İçerisindeki sudan ayrılan yağ, depolama ve paketleme ünitelerine sevk edilir.

b. İki Fazlı Kontinü Sistemle Zeytinyağı Üretimi

Zeytin hamuru, malaksörün çıkışında pompa vasıtasıyla dekantöre beslenir. Dekantörde merkezkaç kuvvetinin etkisiyle zeytin hamuru; prina ve zeytinyağı olmak üzere iki ayrı faza ayrılır. Üç fazlı sistemde bu aşamada dekantöre su eklenirken iki fazlı sistemde ayrıca su eklemesi gerçekleştirilmez. Dekantör çıkışında elde edilen zeytinyağı separatör ünitesine beslenerek içerisindeki safsızlıklardan ayrılır. İki fazlı dekantör Şekil 3'te gösterilmektedir.



Şekil 3. İki fazlı dekantör

İki fazlı işletilen bir zeytinyağı tesisinde sisteme eklenmesi gereken su miktarları ve nihai çıktılar Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2. İki fazlı zeytinyağı üretim sistem dengesi

Girdi	Miktar	Çıktı	Miktar
Zeytin	1 ton	Yağ	0,2 ton
Yıkama suyu	0,12 ton	Prina	0,8 ton
Separatör suyu	0,04 ton	Atıksu	0,15 ton

İki fazlı sistemde zeytinyağı üreten bir işletme sığıdığı her 100 ton zeytinde 20 ton yağ elde ederken, sistem çıkışında 15-20 ton atıksu oluşturur. Buna karşılık, bu prosesten açığa çıkan katı madde, yaklaşık %60-%75 nem oranına sahip, içerisinde %2-%4 oranında yağ barındıran sulu prina adı verilen üründür. Zeytinin içerisindeki özsuyun tamamı prinanın içerisine karışmış durumdadır. İki fazlı dekantör sistemi ile zeytinyağı üreten bir işletmede 100 ton zeytin işlendiği varsayılırsa, söz konusu muhteviyata sahip 80 ton prina oluşması beklenmektedir. İki fazlı sistemden çıkan prina, prina fabrikalarında işlenmek üzere kolaylıkla kabul gören bir malzeme değildir. Prinanın içerisindeki su muhtevası nedeniyle, nakliyesi zordur. İşlenmeden önce susuzlaştırılması gerekmekte (ikincil bir dekantör işlemi veya ısıtma işlemleri kurutma vb.) ve bu da işletme maliyetlerini arttırmaktadır.

c. Riviera Zeytinyağı Üretimi

Riviera zeytinyağı, rafine zeytinyağları ile natürel zeytinyağının karıştırılması işlemi ile elde edilir. Üretim prosesinden ham zeytin sıkma işlemi gerçekleşmediğinden ötürü zeytin prinası ve karasu problemi riviera zeytinyağı üreten işletmelerde görülmez.

1.4. Sofralık Zeytin Üretimi

Sofralık zeytin üretiminin ilk aşaması zeytin hasadıdır. Genellikle sofralık zeytin üretimine yönelik hasat edilecek zeytinler, çekirdeği küçük ve meyve eti oranı yüksek zeytinlerden seçilmektedir. Hasat edilen zeytinin işlenmesi için farklı yöntemler mevcut olsa da bunların tamamı zeytinin tuzlu/alkali bir karşı madde ile aynı ortamda bulunması sonucu acı yapısını kaybederek tuzlu bir lezzet almasını sağlamayı hedefler.

Hasat edilen zeytinler işletmede ön elemelerden geçerek dane boyutlarına, kalitelerine göre ayrılır, yıkama ünitesinde temizlenerek toz, toprak, taş, tarım ilacı vb. kalıntılardan arındırılır. Temizlenen zeytinler fermantasyon işleminin gerçekleştirileceği uygun kaplara alınır, salamura suyu adı verilen tuzlu çözeltinin içerisinde hava almayacak şekilde beklemeye bırakılır. Zeytin fermantasyonunun meydana geldiği salamura suyu %10 tuz içerikli çözeltidir. 100 tonluk bir tankta salamura işlemi gerçekleştirildiğinde, tank içerisinde 65 ton zeytin, 35 ton salamura suyu ilave edilecektir. Zeytinler ilk olarak su içerisinde tanklarda bekletilir, 1-2 aylık beklemenin sonucunda zeytin, acı tadını su içerisine bırakır. Acı su boşaltılarak, yerine salamura suyu ilave edilir. Zeytin, salamura suyu içerisinde 3-5 ay bekledikten sonra yenebilecek hal alır.

Zeytin salamura esnasında fermantasyon işleminin verimli devam edebilmesi için ve zeytin danesine tuz geçişinin sağlanabilmesi için salamura suyunun düzenli olarak kontrol edilmesi ve ihtiyaç halinde suya tuz eklenmesi gerekir (tuz oranı %10'da sabit tutulur). Fermantasyonda zeytin danesinde bulunan şeker, laktik asit bakterileri tarafından laktik asite dönüştürülür. Oluşan laktik asit zeytinleri bozulmadan muhafaza eder. İyi bir muhafaza için salamurada %0,9 oranında laktik asit bulunmalıdır. Fermantasyon sonunda ortam pH'sı düşerek 4,5-4,0'e ulaşır (Korukluoğlu). Fermantasyonu tamamlanan zeytinlere yıkama, ayıklama ve sınıflama işlemi uygulanır ve ürünler piyasaya hazır hale getirilir.

Zeytin salamura işlemi kesikli olarak süregelen bir işlemdir. Buna bağlı olarak açığa çıkan yıkama suları ve salamura suyu atığı da prosesin işleyiş aşamalarına göre kesikli olarak dönemsel olarak açığa çıkacaktır. Yıkamadan sonra suya koyulan zeytinlerin suyu 1-2 aydan sonra değiştirilip salamuraya alınabilir, salamura suyunun arada değiştirilip değiştirilmeyeceği ise üreticinin tercih ettiği üretim kalitesine göre farklılık arz eder. Genel bir varsayımla, zeytin üretiminde iki defa salamura suyu değiştirilecektir. Buna bağlı olarak 1 ton zeytinin işlenmesinden 1 ton salamura suyu, 2-3 aylık periyotlar halinde olmak üzere iki seferde açığa çıkacaktır.

1.5. Prina İşleme

Prina, zeytinyağı üretiminde ana girdi olan zeytin hamurunun yağı alındıktan sonra oluşan zeytin parçaları ve zeytin özsuyunca zengin bir bulamaçtır. Prina işleme tesisleri, prinanın içerisindeki yağı özütler ve geri kalan katı kısmı yakıt haline gelecek şekilde işleyebilir. Prina yağını farklı mekanik ve teknik sistemlerle geri kazanmak mümkündür. Ancak; prinanın işlenmesinin ekonomik olup olmadığını belirleyen unsur, prinanın içerisindeki, katı madde, su ve yağ oranlarıdır. Prinanın ihtiva ettiği yağ ve karasu oranları, zeytinyağı sıkma aşamasında kullanılan proseslere bağlı olarak farklılık arz eder (Tablo 3).

Tablo 3. İki fazlı ve üç fazlı zeytinyağı prosesinden açığa çıkan prina muhtevası

Prina Kaynağı	Nem Oranı (%)	Yağ Oranı (%)
<i>İki Fazlı Sistem</i>	60-70	2-4
<i>Üç Fazlı Sistem</i>	40-50	4-6

Prinadan ekonomik değeri olan yağın ayrılması işlemi uygun çözücülerle prinanın yıkanması ve özütlenmesi işlemlerine dayanır. Çözücü ile yıkamadan önce, prinanın tercih edilen kuruluk derecesine getirilmesi gerekir. Kurutulan prina daha sonra yağın katı fazdan ayrılacağı ekstraksiyon ünitesine gelir ve burada yağ, prinadan ayrılır. Elde edilen prina yağı, distilasyon ünitesinde saflaştırılarak nihai halini alır.

a. Fiziksel Ekstraksiyon

Fiziksel ekstraksiyon işlemi prinanın dekantör santrifüj ile işleme tabi tutularak prina yağının geri kazanılmasını amaçlar. Prinadan yağın rahat alınabilmesi için sisteme su girişi yapılması gerekmektedir. Sulu prina dekantör ünitesine pompa ile iletilecekse prinanın nem oranı sisteme beslenecek su ile %80'e yükseltilir.

Fiziksel ekstraksiyon genellikle iki fazlı sistemden çıkan nem oranı %60 mertebelerindeki akışkan prina için uygulanmaktadır. Ancak prina yağı elde eden işletmeler, üç fazlı zeytinyağı işletmelerinden kaynaklanan nispeten kuru prinayı da sulandırarak fiziksel işleme alabilir. Bu sayede, kimyasal işleme tabi tutulmayan prina yağının ekonomik değeri daha yüksek olmaktadır. Kimyasal ekstraksiyon prosesinde kurutma ve ısıtma prosesleri yer aldığından işletme giderleri fiziksel ekstraksiyona göre daha yüksektir. Açığa çıkan ürün niteliği ise düşüktür. Prina işletmecileri gerek zeytinyağı sektöründe iki fazlı üretime olan eğilim artışı gerekse fiziksel ekstraksiyonun maliyetlerinin kimyasal ekstraksiyona göre daha cazip hale gelmesi nedeniyle gelecekteki yatırımlarını fiziksel ekstraksiyon faaliyetlerini kapsayacak şekilde planlamaktadır. Fiziksel ekstraksiyon prosesinin dezavantajı proses girdisi olan sulu prinanın miktarı ve akışkan yapısı gereği depolanmasının zor, nakliyesinin maliyetli oluşudur. OSB'de faaliyet gösterecek prina tesisleri sulu prinanın nakliye maliyetleri konusunda ciddi avantaj elde edecektir.

Fiziksel ekstraksiyon prosesinde prinanın girişte %50-%60 civarında olan nem miktarı öncelikle %80'e yükseltilir. Dekantör çıkışında prina nem oranı %50 dolaylarına düşürülmektedir, fiziksel ekstraksiyon işlemi neticesinde hem prinadan giderilen nem miktarı hem de sisteme dahil edilen su kadar atıksu açığa çıkar.

b. Kurutma

Prina içerisindeki yağın çözücü ile verimli şekilde birleşmesi için yağlı prinanın kurutulması gerekmektedir.

Yaş prina, döner yatay silindir biçimindeki kazanlarda sıcak ve kuru havayla kurutulur. Kurutma ünitesinde ısı sağlamak için yakıt olarak genellikle prina küspesi kullanılır. Kurutma ünitesine girişte %50-60 nem taşıyan prina, ünite çıkışında %10-20 civarında nem içerir.

c. Kimyasal Ekstraksiyon

Kurutma ünitesinden çıkan yağlı prina hekzan ve su buharı ile işleme tabi tutulmak üzere ekstraksiyon kazanlarına alınır. Ekstraksiyon, yağlı prinanın yüzeyindeki ve içindeki yağı çözücü kullanarak prinadan ayırma işlemidir. Kazana alınan kuru prina, hekzanla ıslatılarak yağ ve hekzanla bileşik bir sıvı elde edilmesini sağlar. Yağlı prina çözücüyle işlendiğinde prina yağı ile diğer bazı maddeler de katı maddeden ayrılmaktadır.

Prina yağı, depolarda dinlendirilerek bu maddelerin çökmesi sağlanır. Yağı alınmış prina, ekstraksiyon kazanı sonrasında çuvallara konularak veya preslenerek yakıt olarak piyasaya verilebilir.

d. Distilasyon

Ayrıştırma işlemi sırasında buhar faz, uçucu bileşen tarafından zenginleşirken sıvı faz ise kaynama sıcaklığı yüksek olan bileşence zenginleşir. Isıyla birlikte solvent buharlaşırken imbiğin tabanında biriken yağ dinlendirilmek üzere depoya gönderilir. Hekzan ise; üstten bir boru ile gaz hâlinde imbikten soğutma ünitesine gönderilir. Soğutma ünitesinde sıvılaştırılarak tekrar kullanılır.

Prina işletmelerinde üç fazlı sistemden kaynaklanan nem muhteviyatı nispeten düşük prina kimyasal olarak işlendiği takdirde, prosten kaynaklanacak atıksu oluşumu beklenmemektedir. Ancak prina tesislerinde yaygın işletme uygulaması olarak hammaddenin uzun süre, bazen üstü açık alanlarda bekletilmekte olduğu gözlemlenmiştir. Buna bağlı olarak, bekletilen prinanın içerisindeki sular

süzülerek sızıntı suyu halini alır. Kimyasal ekstaksiyon prosesi kullanan prina işletmelerinde, prosesten kaynaklanan atıksu oluşmamasına rağmen, hammaddenin bekletildiği alanlardan, süzüntü suları açığa çıkacaktır. Bu suların da toprağa karışmadan, uygun drenaj sistemleri ile alınıp, bertarafı sağlanmalıdır.

İki fazlı zeytinyağı üretiminden kaynaklanan prinanın fiziksel olarak işlenmesi halinde; çıkış sularının sistemde yeniden kullanılması durumunda işlenen her 1 ton prina için 0,5 ton atıksu; sistemde atıksuların tekrar kullanımı gerçekleştirilmiyorsa işlenen her 1 ton prina için 1 ton atıksu açığa çıkacaktır.

1.5. Sofralık Zeytin ve Zeytinyağı İşletmelerinin Atıklarının Özellikleri

Karasu, zeytinlerin zeytinyağı üretmek üzere işlenmesi sırasında oluşan koyu kırmızı bir renge sahip, organik ve mineral maddeler bakımından oldukça zengin asidik nitelikte, miktarı kullanılan yağ çıkarma sistemine bağlı olarak değişebilen sıvı alt üründür. Karasu içerdiği yüksek seviyedeki organik yük ve antimikrobiyal aktivite ile bitkiler üzerinde toksik etki gösteren polifenoller ve uzun zincirli yağ asitleri ile yüksek kirletici özelliğe sahiptir ve bu nedenle geniş ölçekte çevre problemlerine sebep olmaktadır (Borja, 1992; Garcia, 2000).

Karasuda bulunan başlıca organik maddeler; şeker, azot bileşikleri, uçucu asitler, polialkoller, pektin, yağ, polifenoller ve karasuya koyu rengini veren taninlerdir (Rozzi ve Malpei, 1996). Karasuda bulunan şekerler; fruktoz, mannoz (mayalanabilir bir monosakkarid), glukoz, sakkoroz, sükroz ve pentoz olarak özetlenebilir. Şekerler ve polialkoller doğada mikroorganizmaların gelişimi için kullanılır (Parades, 1999).

Fenolik bileşikler ise zeytinin çekirdeğinde ve etli kısmında bulunmaktadır ve yağa nazaran sudaki çözünürlüğü daha fazladır. Böylece konsantrasyonu normalde 0,5 g/L iken atıksuda 25 g/L olabilmektedir. Karasuda 30'dan fazla değişik fenolik bileşik mevcuttur ve bu bileşikler değişime uğramaya son derece müsaittir (McNamara, 2007). Karasuyun içerdiği fenolik bileşiklerden olan monomerik ve polimerik fenoller yüksek miktarda KOİ ve BOİ içerir. Monomerik fenoller fitotoksik ve antimikrobiyal aktivite gösterir. Bunun yanında polimerik fenoller ise yapısal olarak lignine benzer ve karasuyun tipik renginden sorumlu maddelerdendir (Hamdi, 1993). Karasuda bu tür fitotoksik etki gösteren bileşiklerin bulunması bu atıksuyun zirai üretimde sulama maksatlı kullanımını önlemektedir.

Zeytinyağı üretiminin son 35 yılda önemli ölçüde artması, üretim yapılan işletmelerin küçük olması ve üretim yapılan bölgelerin her yanına dağılmış durumda olması ve bunun yanında atıksuların direkt olarak toprağa veya yeraltı suyuna boşaltılması nedeniyle karasuyun çevresel etkileri son yıllarda oldukça belirgin hale gelmiştir (Niaounakis vd.,1996). Karasu arıtımında karşılaşılan başlıca sorunlar, atıksuyun yüksek organik madde, fenolik bileşenler ve yağ asitlerini içermesi ve üretimin sezonluk olmasıyla ilgilidir.

Zeytin üretimi daha çok Akdeniz bölgesindeki ülkelerde yapıldığından karasuyun arıtımıyla ilgili araştırmaların birçoğu da yine bu bölge ülkelerinde gerçekleştirilmiştir. Sıvı atık olarak ortaya çıkan karasuyun konsantrasyonu, üretim prosesine ve işletim koşullarına bağlı olarak büyük değişimler gösterir. Genellikle üretim sırasında 0,5–1,5 m³/ton zeytin atıksu miktarı açığa çıkmaktadır (Rozzi ve Malpei, 1996).

1.6. Karasuyun Alıcı Ortamdaki Etkileri

Zeytinyağı üretimi Akdeniz Ülkeleri için önemli bir ekonomik aktivitedir. Sıvı ve katı atıkları ile de bu ülkeler için çevre problemlerinin başında gelmektedir. Özellikle atıksu formundaki karasu bu ülkeler için ciddi bir çevre problemidir. Tahmini olarak zeytinyağı üretiminden yılda 10–30 milyon m³ karasu oluşmaktadır (Niaounakis ve Halvadakis, 2004). Üç fazlı zeytinyağı üretimi ile bir yılda oluşan 10 milyon m³ karasuyun çevresel etkileri, 20 milyon insandan kaynaklanan atıksu yüküyle eşdeğerdir (McNamara, 2007). Karasuyun olumsuz çevresel etkileri zeytinyağı üretimi yapan ancak su ve enerji kaynakları yetersiz olan ülkelerde kendini daha çok göstermektedir. Böyle ülkelerde karasu için etkili bir arıtım ve bu atıksuyun uygun bir şekilde geri kazanımı, diğer ülkelere göre daha zor olabilmekte ve etkileri daha ciddi boyutlar kazanabilmektedir (Keskinler vd. 2013).

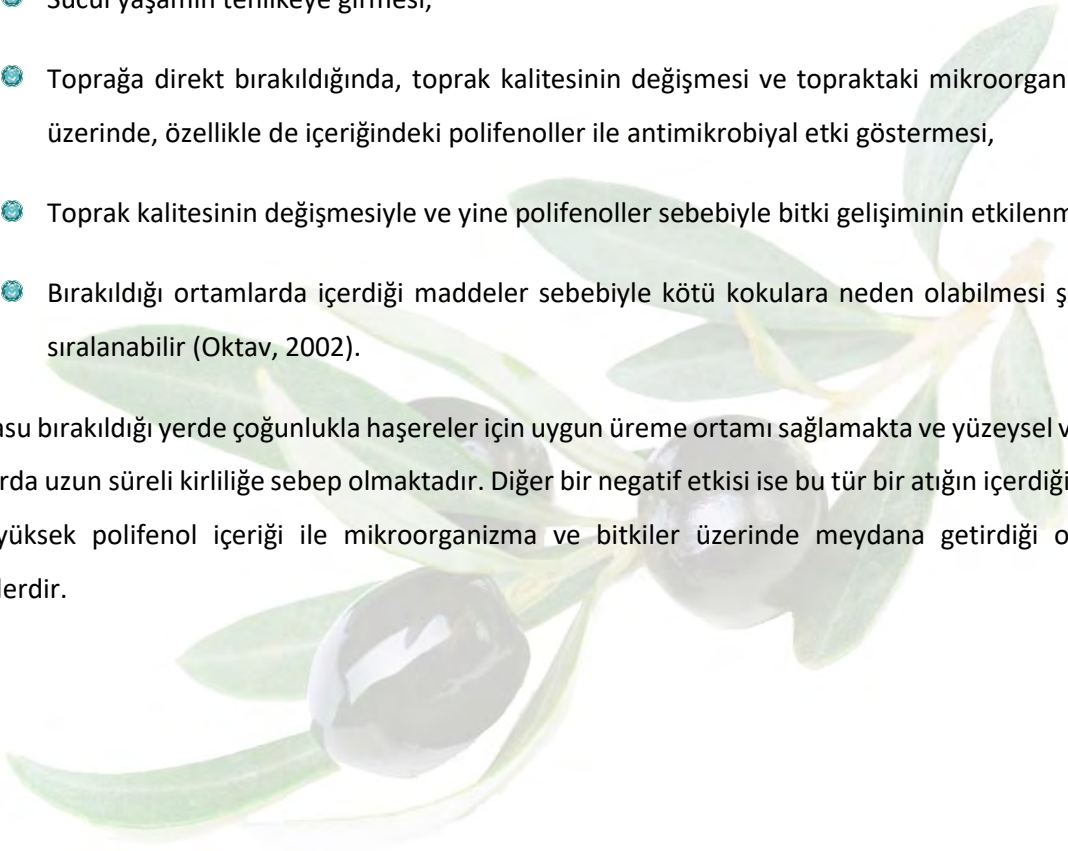
Karasuyun sahip olduğu koyu renk, yüksek BOİ, KOİ ve fitotoksik içeriği bu atıksuların direkt olarak temiz sulara ve kıyı sularına deşarjını olanaksız kılmaktadır. Yüzeysel sularda ise olduğunda mikrobiyal respirasyonu (solunum) arttırabilmekte ve bu sebeple bu sulardaki çözünmüş oksijen konsantrasyonu düşebilmektedir (McNamara, 2007). Karasuyun hiçbir arıtmadan geçirilmeden toprağa direk deşarjında ise toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri ters yönde etkilenebilmektedir ki bu etkilere karasuyun asidik niteliğinden dolayı, toprağın pH'ının ve gözenekliliğinin değişmesi örnek olarak gösterilebilir (Niaounakis ve Halvadakis, 2006). Bununla birlikte karasuyun arıtılmadan zirai amaçlı sulamada

kullanılmasının önündeki başlıca engel ise bu atıksuyun içerdiği fenolik bileşiklerdir. Bu bileşiklerin yüksek konsantrasyonları bitkiler üzerinde fitotoksik etkilere sahiptir ve tohumların filizlenmesine engeldir. Görüldüğü gibi karasuyun hiçbir işleme tabi tutulmadan çeşitli alıcı ortamlara verilmesi ekolojik sistemlerde dikkate değer derecede tehlikeli sonuçlar doğurabilmektedir.

Karasuyun alıcı ortamdaki diğer çevresel etkileri;

- Doğal suların karasu etkisiyle koyu renk alması, bunun sonucunda ışık geçirgenliğinin azalması,
- Sucul yaşamın tehlikeye girmesi,
- Toprağa direkt bırakıldığında, toprak kalitesinin değişmesi ve topraktaki mikroorganizmalar üzerinde, özellikle de içeriğindeki polifenoller ile antimikrobiyal etki göstermesi,
- Toprak kalitesinin değişmesiyle ve yine polifenoller sebebiyle bitki gelişiminin etkilenmesi,
- Bırakıldığı ortamlarda içerdiği maddeler sebebiyle kötü kokulara neden olabilmesi şeklinde sıralanabilir (Oktav, 2002).

Karasu bırakıldığı yerde çoğunlukla haşereler için uygun üreme ortamı sağlamakta ve yüzeysel ve derin sularda uzun süreli kirliliğe sebep olmaktadır. Diğer bir negatif etkisi ise bu tür bir atığın içerdiği asidite ve yüksek polifenol içeriği ile mikroorganizma ve bitkiler üzerinde meydana getirdiği olumsuz etkilerdir.



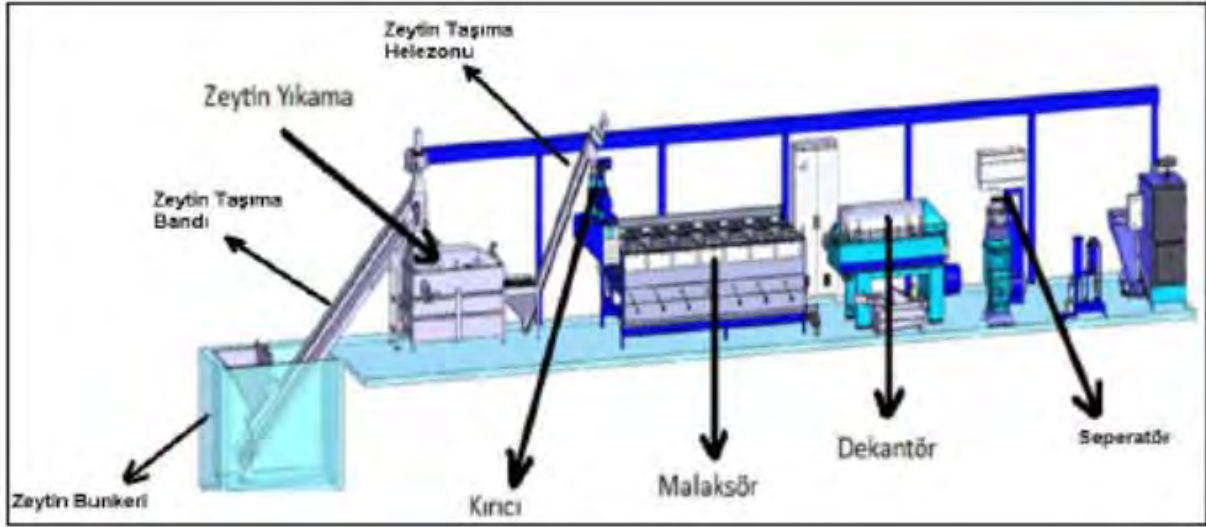
2. ÜLKEMİZDEKİ ZEYTİNYAĞI TESİSLERİNİN DÖNÜŞÜME UYGUNLUĞUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

2.1 Zeytinyağı Üretim Tesislerinde Kullanılan Makine ve Ekipmanlar

Zeytinyağı üretiminde kullanılan işlemler genel olarak 4 adımdan oluşmaktadır.

- Zeytinin temizlenmesi (Yaprak Ayırma, Yıkama),
- Zeytinin hamur hale getirilmesi (Kırma, Yoğurma),
- Katı ve sıvı fazların ayrılması (Dekantasyon),
- Sıvı fazların ayrılması (Seperasyon)

Genel olarak zeytinyağı üretim tesisinde bunker, zeytin taşıma bandı, zeytin yıkama makinası, zeytin kırıcı, malaksör, dekantör (yatay santrifüj) ve seperatör (dikey santrifüj) kullanılır (şekil 4). Pirinanın tesis dışına aktarılması için pirina helazonu ile pirina pompası da kullanılmaktadır.



Şekil 4. Zeytinyağı üretim tesisinde kullanılan makinalar (Pakdemirli, 2011).

Zeytinyağı üretimi sırasında izlenen prosesler aşağıda sıralanmaktadır:

Yaprak Ayırma ve Yıkama İşlemi

Yaprak ayırma işleminde, hasadı gerçekleştirilen zeytinler basınçlı hava ve vakum yardımı ile hafif yaprak ve yabancı maddelerden uzaklaştırılır. Zeytinler tesise geldikten sonra taşıyıcı bantlar ve

helezonlar vasıtasıyla ayırma işlemi gerçekleştirilir. Bu işlemler yapılırken yeterli güçte hava ve akışa sahip fanlar ile üfleme ve emme yoluyla yabancı maddelerin ayrılması sağlanır (şekil 4).

Kırma-Yoğurma (Malakasyon) İşlemi

Yıkama işleminden sonra zeytinler kırılarak Malakasyon ünitesine gönderilir (şekil 4). Bu üniteye zeytinler hamur haline getirilip, homojen karışım yapılarak yağın daha fazla alınması sağlanmaktadır. Bu işlem yaklaşık 35°C'de gerçekleştirilmektedir. Malaksör makinası, 750 kg kapasiteli birbirinden bağımsız çalışan 4-8 gözden oluşmaktadır. Bu bölümde, zeytin hamuru, yaklaşık 45-60 dakika bekletilerek, zeytinin sahip olduğu yağın iyice açığa çıkması sağlanır.

Dekantasyon (Yatay santrifüj) İşlemi

Malakasyon ünitesinden sonra zeytinler, yağı ayırmak için yatay santrifüj sistemi olan dekantöre gönderilir. Üretim prosesini belirleyen esas ünite burasıdır. Dekantörün özelliğine göre bu prosesler 3 fazlı veya 2 fazlı proses olarak isimlendirilir. 3 fazlı sistemlerde, karasu, pirina ve yağ oluşurken, 2 fazlı sistemlerde ise pirina ve yağ oluşur. 2 fazlı sistemlerde, dekantöre su ilave edilmez. Ayrıca dekantörde, karasu çıkışı olmadığından karasu da oluşmaz. 3 fazlı sistemlerde dekantöre, 1000 ton zeytin işlemek için 35-40°C sıcaklıkta, yaklaşık olarak 500 L su ilavesi yapıp, sistemden zeytin özsuyu ile beraber, dekantörün karasu çıkışından karasu havuzlarında biriktirilir. Bu yüzden, atıksuyun büyük çoğunluğunun olduğu yer, bu ünite dir.

Sıvı fazların ayrılması (Seperasyon)

Dekantasyon işleminde oluşan sulu zeytinyağı, yağ ve suyu ayırmak için dikey santrifüj olan seperatör ünitesine gönderilir. Ayrışım gerçekleştikten sonra yağlar dinlenmesi için yağ tanklarına gönderilir. Bu üniteye oluşan atıksular karasu havuzuna (buharlaştırma lagünü) gönderilerek biriktirilir. Ancak 2 fazlı üretim prosesi yapan işletmeler, bu atıksuları pirinanın içerisine karıştırarak bertaraf etmektedirler.

Anlaşılaacağı üzere, zeytinyağı üretim tesislerinde, dekantasyon işlemi dışında, 2 fazlı ve 3 fazlı üretim prosesleri benzerdir. Bazı durumlarda dekantör dışında kullanılan makine ve ekipmanlar, herhangi bir dönüşüm işlemi uygulanmadan 2 fazlı üretim prosesinde çoğunlukla rahatlıkla kullanılabilir. Tablo 4'de tesisin 2 faza dönüşmesi sırasında değişmesine gerek duyulan makine ve ekipmanlar sıralanmaktadır.

Tablo 4. 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

2.2. Üç Fazlı Sistemlerden İki Fazlı Sistemlere Dönüşüm Durumu

Yapılan araştırmalar doğrultusunda, 3 fazlı dekantörlerin büyük kısmının, 2 faza dönüşmeye uygun olduğu belirlenmiştir. 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 5) (ZEYTİNAY, 2015). Bu çerçevede, dekantör üreticilerinin verdiği bilgiye göre, 2002 ve sonrasında üretilen yerli dekantörler, kapasite kaybı olmadan ve çok yüksek maliyet gerektirmeden 2 faza dönüşebilmektedir. “Kısmen dönülebilirler” ise, Türkiye pazarının %73’üne sahip olan HAUS ve Polat Makine firmalarının 1998-2002 arasında ürettiği ve 2 faza dönüşüm sonrası yaklaşık %15-20 oranında kapasite kaybı ön görülen dekantörleri temsil etmektedir. Türkiye’de %10 kullanım oranına sahip olan Peralisi firma yetkilileri, 1990 sonrası üretilen yabancı dekantörlerin rahatlıkla 2 faza dönülebildiği, 1990 öncesinde üretilenlerin ise dönüşemediği bilgisini vermiştir. Ayrıca, yerli dekantör üreticilerinin verdiği bilgiye göre, 2002 öncesindeki yerli üretimlerde, 2 faza dönüşüm mümkün olmamaktadır. Bu bilgiler ışığında, “dönüşemeyen” grup, HAUS ve Polat Makine için 1998 öncesi üretilmiş olanlar; diğer yerli dekantörler için 2002 öncesinde üretilmiş olanlar ve tüm yabancı dekantörler için ise 1990 öncesinde üretilmiş olanları kapsamaktadır (ZEYTİNAY, 2015). Benzer mantıkla, 2002 sonrası üretilen tüm yerli dekantörler “dönüşebilir” grubuna dâhil edilmiştir.

Tablo 5. İki faza dönüşüm uygunluğuna göre dekantörlerin gruplandırılması

Dekantör tipi	2 faza dönüşebilirliği
1990 sonrası tüm yabancı dekantör modelleri	Dönüşebilir
2002 sonrası tüm yerli dekantör modelleri	Dönüşebilir
1998-2002 arası yerli dekantör modelleri (HAUS ve Polat Makine)	Kısmen Dönüşebilir
1998 öncesi yerli dekantör modelleri (HAUS ve Polat Makine)	Dönüşemez
2002 öncesi diğer yerli dekantör modelleri	Dönüşemez
1990 öncesi tüm yabancı dekantör modelleri	Dönüşemez



3. PROJE BÖLGESİNDEKİ 3 FAZLI ÜRETİMİN 2 FAZA GEÇİŞ ENVANTERİ

3.1. Proje Bölgesinin Tanıtımı ve Tesislerin Yerleri

Marmara Bölgesi hem Karadeniz hem Marmara hem de Ege Denizi'ne kıyısı olan, nüfus yoğunluğu ile birlikte endüstriyel tesisler açısından da en yoğun bölge olmasının yanı sıra turizme de önemli hizmetler sunan bir coğrafyadır. Bölgedeki evsel ve endüstriyel atıksu deşarjları da doğrudan veya dolaylı olarak bu üç denize de olmaktadır. Alıcı ortam olarak kullanılan akarsular çok uzun mesafeler de kat ederek kirletici yüklerini denizlere taşımaktadır. Üç fazlı üretim yapan zeytin endüstrisinin en önemli kirletici kaynağı olan karasu da hem Ege hem de Marmara denizine çeşitli yollarla taşınmaktadır.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan alınan bilgi ışığında Balıkesir, Bursa, Çanakkale ve Tekirdağ illerinde bulunan zeytinyağı üreten tesislerin sayısı ve proses çeşidi Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Balıkesir, Bursa, Çanakkale ve Tekirdağ illerinde bulunan zeytinyağı üreten işletmeler (ÇŞB paylaşılan veriler)

İl	2 Fazlı Üretim Prosesi	3 Fazlı Üretim Prosesi	Toplam
Balıkesir	90	12	102
Çanakkale	17	12	29
Tekirdağ	3	3	6
Bursa	47	3	50
TOPLAM	157	30	187

Öte yandan özellikle Balıkesir ve Çanakkale il sınırları içerisindeki birçok fabrika ise karasuyu Ege Denizi'ne deşarj yapmaktadır. Projenin kapsam alanı Marmara Denizi Havzası ve Marmara Denizine deşarj olduğundan sadece bu özellikteki yağ üretim tesisleri inceleme altına alınmıştır. Bu eleme işleminden sonra ise ilgili İl müdürlükleri ile iletişime geçilerek veriler güncellenmiştir. Yapılan araştırma ve bilgi güncellemesi sonucunda belirlenen fabrikaların bir kısmının da 2 fazlı sisteme geçtiği öğrenilmiş ve proje kapsamında çıkartılmıştır. Sonuç olarak belirlenen tesis sayıları Tablo 7'de verilmektedir.

Tablo 7. Marmara Havzasında bulunan zeytinyağı üreten işletmeler (Saha ziyareti ile elde edilen veriler)

İl	2 Fazlı Üretim Prosesi	3 Fazlı Üretim Prosesi	Toplam
Balıkesir	4	10	14
Çanakkale	2	13	15
Tekirdağ		2	2
Bursa		5	5
TOPLAM	6	30	36

Tablodaki tesislerin bulunduğu konumlar ise harita üzerinde işaretlenmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. İncelenen tesisler ve buldukları konumlar

3.2. Saha Ziyaretleri

Sektörün birtakım bilgileri tam olarak belirtmemesi ve bazı anlaşmazlıkların yaşanabilmesi gibi durumlar, önemli bilgilerin güvenilirliğini tartışmalı hale getirmektedir. Elde edilen veriyi doğru analiz etmek için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı koordinasyonu ve uzmanlarının katılımı ile bahsi geçen il müdürlükleri personelinin de yer aldığı saha çalışmaları yapılmıştır.

Yapılan saha ziyaretleri esnasında firmaların mevcut durumunu anlamak, üretim şekillerini tespit etmek ve envanter belirlemek için hazırlanan anketler, firma yetkilileri ile birebir görüşülerek doldurulmuştur. Kullanılan anket formu Şekil 6 gösterilmektedir.



The form is titled "MAR-ZEY PROJESİ ZEYTİNYAĞI ENDÜSTRİSİ TESİS BİLGİ FORMU". It is divided into several sections:

- Şirket Bilgileri:** Fields for Tesisin Adı, Tesis Sözlümleri, Telefon No, Adres, İçe, and Koordinat.
- Mevcut Durum:** A table with columns for Dekantör (3 Fazlı, 2 Fazlı), Kapasite (L/Saat), Marka, Model, Üretim Yılı, and other details. It also includes fields for 2019, 2020, and 2021 Zeytinyağ Üretim Miktarı (L/yıl) and a Notlar field.
- Revizyon (İki Faza geçmek için):** Fields for Kaç Dekantör Gerekli (L/Saat) and Başka Teknolojik Gereç İhtiyacı.
- İmza Alanları:** Two sets of fields for Adı - Soyadı and İmza.

Şekil 6. Kullanılan anket formu

3.3. Üç Fazdan 2 Faza Geçiş Envanteri

Proje kapsamında belirlenen 36 firmaya saha ziyaretleri yapılmıştır. Saha ziyaretler sırasında; 5 adet firmanın Çevre İl Müdürlükleri kaynaklarında 3 fazlı görünmesine karşın bir süre önce 2 faza geçtiği tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan saha ziyaretleri sırasında 3 fazdan 2 faza geçme konusunda zeytin yağı üreticilerinin birçok senaryo ile karşı karşıya oldukları belirlenmiştir. Çünkü dönüşüm için sadece dekantör şaftı ve kasnak üzerinde yapılacak ufak rötuşlardan tüm sistemin değiştirilmesine kadar geniş bir yelpazede bir dönüşüme ihtiyaç olduğu belirlenmiştir. Değişim alternatifleri aşağıda özetlenmiştir:

Dekantörün dönüştürülmesi: Firmaların bir kısmı yakın zamanda ya dekantörlerini yenilemiş ya da revizyon (bakım) yaptırarak 2 faza dönüştürülebilir hale getirmişlerdir. Bu firmaların sadece dekantör şaftlarının ve şanzımanlarının modifikasyonu ile 2 fazlı dekantör haline getirmeleri mümkün olacaktır. Bu dönüşüme uygun olan firma sayısı 2 adettir. Dekantör firmalarından alınan bilgi ve yağ üreticilerinin ifade ettiği bilgi doğrultusunda böyle dönüşümün maliyeti 0-50.000 TL arasında değişmektedir. Fiyat aralığı dekantör kapasitesi ve/veya işlemin sahada ya da dekantör üretici firmanın fabrikasında olmasına bağlı olarak gerçekleşmektedir. Öte yandan Amonduni Marka dekantörlerin dönüşüm maliyetinin olmayacağı bilgisine ulaşılmıştır (Sait İzmit Firması, Hüseyin İzmit).

Dekantörün değiştirilmesi: Gerek üretim yıllarının eski oluşu nedeniyle ve gerekse üretim şekillerinden kaynaklanan bazı dekantörlerin dönüştürülmeye uygun olmadığı ifade ve tespit edilmiştir. Bu dekantörlerini 2 fazlı yenileri ile değiştirilmesi talebi bulunmaktadır. Değişim için firmaların tercihi yerli markalar yönündedir. Saha ziyareti yapılan firmalardan 8'inin ise dekantör değişimini yapmak zorunda oldukları ifade edilmiştir. Firma yetkililerinin ifade ettiği bilgiler ve dekantör üreticileri ile yapılan görüşmeler ışığında dekantör değişim maliyeti dekantör başına 750.000-800.000 TL (kapasite ve marka/modele bağlı olarak 60.000-80.000 €) arasında değişmektedir.

Dekantör değişimi konusunda çeşitli alternatifler de söz konusudur. 2 adet firma Kırsal Kalkınma Fonu ve IPARD fon desteği ile yaklaşık olarak dekantör fiyatının yarı fiyatına dönüşümü yaptıracaklarını ifade etmişlerdir. Ancak bu tür fonların kullanılabilmesi için üreticiden fabrikasının revizyonu istenmektedir.

Ayrıca 1 firma dekantör değişimi için anlaşmalarını yapmış olup süreç devam etmektedir.

Tüm sistemin değiştirilmesi: Üretim teknolojisi eski olan ve çok önceden kurulan tesislerin bir kısmının çeşitli destek ve hibe programları dahilinde değiştirildiği tespit edilmiştir. Bununla birlikte 2 faza dönüşümü için tüm sistemin değiştirilmesini gerektiren üretici firma sayısı 15 olarak tespit edilmiştir. Tüm sistemin kurulum maliyeti üretim kapasitesine bağlı olarak tesis başına 150.000-200.000 € arasında değişmektedir.

Sulu prina havuzları: 3 fazdan 2 faza dönüşüm gerçekleştiğinde tüm tesislerin prina havuzlarına ihtiyacı ortaya çıkacaktır. Bu durum için tesis bazında çözümler öngörülmektedir. Çünkü bazı tesislerin karasu havuzları prina havuzuna dönüştürülebilirken bazılarının ise karasu havuzlarının tesisten çok uzak olması nedeniyle dönüştürülmesi mümkün değildir. Bu tesisler için silo tipi prina havuzları kurulmak zorundadır. Firma yetkileri ve piyasa araştırmaları sonucunda 100 m³ hacminde betonarme

üstü kapalı bir havuzun maliyeti 120.000 TL olarak belirlenmiştir. Öte yandan bazı firmalar ise silo tipi prina depolama ünitesi tercih etmektedir. Yine yapılan piyasa araştırması ve firmaların deklere ettiği fiyat aralığı silo hacmine bağlı olarak değişiklik göstermekle birlikte en çok gereksinim duyulan 60 m³ hacim için alınan maliyet 30.000 € olarak belirlenmiştir. Siloların tamamı yerden yükseklik ve çap gibi kriterler gözetilerek özel üretim olacaktır. Firmalardan 8'i prina depolama için lagün ihtiyacı belirtirken, 10 firma ise prina silosu yaptırmayı düşünmektedir.

Pompalar veya helezonlar: helezon ve pompa gereksinimi de tesisten tesise değişim göstermektedir. Kullanılacak helezon uzunluğu ya da pompa kapasiteleri farklı olacağından maliyet de tesisten tesise büyük değişim arz etmektedir. Prina havuzu/silosu gereksinimi duyan tüm firmaların en az 1 adet pompa veya helezon sistemine ihtiyaç duydukları öğrenilmiştir. Kullanılacak pompa ya da helezonun tesis başına maliyeti 3.000 € civarında olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen veriler ışığında çıkarılan ihtiyaç ve envanter bilgisi Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8. 2 faz dönüşümü için envanter tablosu

Dönüşüm şekli	Gerekli ekipman/sistem	Fiyat aralığı (adet başına)
Dekantörün dönüştürülmesi	2	0-50.000 TL
Dekantörün değiştirilmesi	8	750.000-800.000 TL* 60.000-80.000 €
Tüm sistemin değiştirilmesi	15	150.000-200.000 €
Cıvık prina havuzları		
➤ Lagün	8	120.000 TL**
➤ Silo	10	30.000 € ***
Pompa ve helezonlar	22	3.000 € ****

* Güncel fiyat TL olarak alınan

** 100 m³ kapalı betonarme lagün

*** 60 m³ hacimli çelik tank fiyatı

**** kullanılacak pompa adeti başına maliyet. Tesisten tesise adet değişim göstermektedir

Bunun yanı sıra yapılan araştırma ve görüşmeler neticesinde 2 adet üretim hattı (2 adet iki fazlı dekantör 2*60 ton/gün kapasiteli), çekirdek ayırma ünitesi, fabrika binası ve tüm ekipmanların dahil edildiği tesisin maliyeti yaklaşık olarak 10.932.000 TL'ye geldiği bilgisine ulaşılmıştır (Sait İzmit ünvanlı firma).

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Saha ziyaretlerinde uygulanan anketler ve edinilen bilgiler aracılığıyla 36 adet zeytinyağı üretim tesisinin bilgisi toplanmıştır. Tüm işletmelerin üretim prosesi değerlendirildiğinde, önemli bir oranının 2 fazlı sisteme geçtiği görülmektedir. Üç fazlı işletmelerin neredeyse tamamı karasuyu buharlaştırma lagünlerinde topladığı, 2 işletmenin ise vidanjör ile taşıyarak/kanalizasyona deşarj ettiği görülmüştür.

Zeytinyağı üretimi sonucunda çıkan sıvı atıklar, sırasıyla yıkama suyu, dekantör ve seperatör suyu olarak ayrılmaktadır. Her iki üretim şeklinde de yıkama atıksuyu ve seperatör suyu mevcuttur. Ancak, üç fazlı üretimde dekantörde su kullanılırken, iki fazlı üretimde dekantöre su verilmemektedir. Üç fazlı üretimde dekantöre ilave edilen su, zeytin özsuyunun da bir kısmını alarak sistemi atıksu olarak terk etmekte, dekantörde diğer ikisi yağ ve pirina olmak üzere, toplam 3 faz oluşmaktadır. İki faz üretimde ise zeytin özsuyu pirina içinde kalmakta ve sistemi yağ ve sulu pirina olarak terk etmektedir.

Zeytinyağı üretim tesislerinde oluşan karasuyun, çevreye zarar vermeyecek şekilde bertaraf edilmesi için tesisin kapasitesine göre oluşacak karasuyun hacmine uygun sızdırmaz lagün inşaa edilmesi ve bu yolla karasuyun buharlaştırılması, Tesiste yerinde arıtma sisteminin kurulması ve bu yolla karasuyun arıtılması, karasuyun, zeytinyağı üretim tesislerine hizmet verecek bir merkezi arıtma tesisinde arıtılması, karasuyun, zeytinyağı tesislerine hizmet verecek bir merkezi gazlaştırma tesisinde bertarafı, **Üç fazlı üretimden iki fazlı üretime geçiş** gibi metotla uygulanabilir.

İki faz pirina bedeli, üç faz pirina bedelinden daha düşüktür. Sulu pirina bedelinin düşük olması nedeniyle her kapasitedeki tesis için en ucuz alternatif 3 fazlı üretimde kalıp lagünde buharlaştırma yapmayı tercih ettikleri anlaşılmaktadır. Yerinde arıtma veya merkezi arıtma tesislerine gönderme alternatifleri ise en pahalı seçenekler olarak görünmektedir (zararın en yüksek olduğu alternatiflerdir). Teknik, Çevresel ve Yönetimsel kriterler açısından yapılan karşılaştırma sonucuna göre ise, sektörden kaynaklanan atıksu kirliliğinin önlenmesi için, en uygun alternatifin **iki fazlı üretime** geçiş olduğu görülmektedir.

İki fazlı üretime geçildiğinde zeytinyağı tesislerinde ortaya çıkabilecek yatırım ihtiyaçları;

1. dekantörün dönüşümü,
2. dekantörün değişimi
3. tüm sistemin değişimi

4. pirinanın tesis içinde naklini sağlayacak taşıma helezonunun değiştirilmesi ve/veya pompa,
5. sulu pirinanın depolanması için silo, havuz vb.

maliyet kalemlerini içermektedir.

Tesislerin iki fazlı üretime geçmesi durumunda, yapacakları yatırım maliyetleri dışında bir diğer kaybı da pirinanın daha sulu olarak çıkması nedeniyle pirina firmaları tarafından satın alım fiyatlarının düşmesidir. Dolayısıyla, iki faza dönüşüm hususunda en belirleyici parametre olarak pirina bedeli ön plana çıkmaktadır. Zeytinyağı işletmelerinin uzun vadede ayakta kalabilmesi ve iki faza dönüşümden kaynaklanacak gelir kayıplarının azaltılması amacıyla, iki fazlı pirina için taban fiyatın belirlenmesi gerekmektedir.

Üç faz ve 2 faz pirina yönetimi açısından bazı farklar mevcuttur. En önemlisi; üç faz pirina yığın halinde depolanabilirken iki faz pirinanın daha sulu olması sebebiyle yığılmaya uygun değildir. Bu durum gerek zeytinyağı tesislerinde pirinanın depolanması gerekse de pirina tesislerinde pirinanın depolanması sürecini etkilemektedir. Zeytinyağı tesislerinde bu pirinayı depolamak için silo ve/veya havuz gibi yapılar kullanılmaktadır. Pirinanın, zamanında işletmeden alınmaması durumunda, pirina depolama alanının kısıtlı olması sebebiyle işletmenin durması söz konusu olacaktır. Pirina toplama işinin iyi organize edilmesi, gecikmeden işletmelere ulaşılması (aksi takdirde, sıvı pirinayı depolayacak alanı dolan ve gerektiği sıklıkta boşaltma sağlanamayan işletmeler durma noktasına gelebilir) son derece önemlidir. Bu çerçevede, öncelikli olarak, mevcut pirina tesisleri altyapısı iki faz pirinaya uyumlu hale getirilmeli, ihtiyaç doğrultusunda yeni pirina tesisleri kurulmalı ve sonrasında taşıma ve işleyiş takip edilmelidir. Ayrıca iki faza dönüşüm sonrasında, pirina tesisleri, pirina topladığı bölgedeki tüm pirinaları almayı kabul etmelidir.

5. KAYNAKLAR

- TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, (2015). “Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi (ZEYTİNAY) Projesi”, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Erişim Tarihi: 30-06-2021, url: <https://webdosya.csb.gov.tr/db/zeytinay/webmenu/webmenu15702.pdf>
- Nazmi Oruç, (2012). Zeytinyağı Fabrikası Atığı Karasu Ekolojik Kirlilik Yerine Toprak Düzenleyici Olabilir, SAÜ Fen Edebiyat Dergisi (2012-1).
- Füsun Şengül (1991), “Endüstriyel Atıksuların Özellikleri ve Arıtılması”, Bölüm 8, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir.
- Demicheli M., Bontoux L. (1996), “Survey Current Activity on the Valorization of By-Products from the Olive Oil Industry”, European Commission Joint Research Centre, Final Report.
- Christopher J. McNamara, Christos C. Anastasiou, Vincent O’Flaherty, Ralph Mitchell, “Review Bioremediation of olive mill wastewater”, International Biodeterioration & Biodegradation 61 (2008) 127–134.
- Niaounakis, M. & Halvadakis, C.P. (2004). Olive-Mill Waste Management: Literature review and Patent Survey. Typothito – George Dardanos Publications, ISBN 0-08-044851-8, Athens, Greece.
- Borja-Padilla, R., Martín-Martín, A. and Duran Barrantes, M.M. (1992). “Estudio cinético del proceso de biometanización de alpechín de almazara clásica previamente sometido a tratamiento aeróbico con Geotrichum candidum”fff, Grasas y Aceites 43, 82-86.
- Garcia, I. G., Pena, P.R.J., Venceslada, J.L.B., Martin, A.M., Santos, M.A.M, Gomez, E.R., (2000) “Removal of phenol compounds from olive mill wastewater using Phanerochaete chrysosporium, Aspergillus niger, Aspergillus terreus and Geotrichum candidum”, Process Biochemistry, 35, 751-758.
- Alper Karakaya, (2011). “Zeytinyağı Fabrikası Sıvı Atığının Rhodotorula glutinis ve Debaryomyces hansenii Mayaları İle Biyoarıtımının İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Biyoteknoloji Enstitüsü, Ankara.
- Rozzi, A. ve Malpei, F., (1996). “Treatment and disposal of olive mill effluents”, International terioration and Biodegradation, 38, 135-144.

- E. Oktav ve F. Şengül, (2002).“I. Ulusal Çevre Sorunları Sempozyumu”, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye, 212.
- Parades C., Cegarra J., Roig A., Sanchez-Monedero M.A., Bernal M.P., Brenes M. Characterization of olive mill wastewater (alpechin) audits sludge for agricultural purposes. Bioresour. Technol. 1999; 67:111–115.
- Garcia-Gomez, A., Bernal, M. P. and Roig, A. (2002). Growth of ornamental plants in two composts prepared from agroindustrial wastes. Bioresource Technology, 83, 81-87.
- F. Şengül, E. Oktav, E. Çokay Çatalkaya, (2002). “ I. Zeytinyağı Üretiminde Çevre Sorunları ve Çözümleri Çalıştayı”, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye, 35.





6. EKLER

EK I - ZİYARET EDİLEN İŞLETMELER

EK II - ZİYARET EDİLEN İŞLETMELERİN HARİTA ÜZERİNDEKİ GÖSTERİMLERİ

EK III - ZİYARET EDİLEN İŞLETMELERE AİT ANKET BİLGİ FORMLARI

EK IV - ELDE EDİLEN VERİLERİN TABLOSU

EK V - 3 FAZ - 2 FAZ DÖNÜŞÜM İHTİYAÇLARI LİSTESİ

