

TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA
KURUMU
MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ
ÇEVRE VE TEMİZ ÜRETİM ENSTİTÜSÜ (ÇTÜE)

ZEYTİN SEKTÖRÜ ATIKLARININ YÖNETİMİ
PROJESİ
5148602

(ÇTÜE.15.223)

NIHAİ RAPOR

DESTEKLEYEN KURULUŞUN ADI: T.C. ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI
Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü



TEMMUZ 2015
GEBZE, KOCAELİ

ZEYTİN SEKTÖRÜ ATIKLARININ YÖNETİMİ PROJESİ

NIHAİ RAPOR

5148602
(ÇTÜE.15.223)

Gebze, KOCAELİ
TEMMUZ, 2015

ZEYTİN SEKTÖRÜ ATIKLARININ YÖNETİMİ PROJESİ

NIHAİ RAPOR

5148602

(ÇTÜE.15.223)

Dr. Selda MURAT HOCAOĞLU
Proje Yürütücüsü

		Dr. Selda MURAT HOCAOĞLU	Dr. B.Hande GÜRSOY HAKSEVENLER		
00	14/07/2015	İrfan BAŞTÜRK	Dr. Cihangir AYDÖNER	Dr. Selma AYAZ Ens. Md. Yrd.	Prof. Dr. Mehmet KİTİŞ Ens. Md. V.
Güncel	Tarih	Hazırlayanlar		Kontrol Eden	Onaylayan

Gebze, KOCAELİ
TEMMUZ, 2015

PROJE ELEMANLARI

Soyadı	Çalıştığı Birim	E-Posta Adresi	Projedeki Sorumluluğu
Dr. Selda MURAT HOCAOĞLU	ÇTÜE	selda.murat@tubitak.gov.tr	Proje Yürütücüsü
Dr. B. Hande GÜRSOY HAKSEVENLER	ÇTÜE	hande.gursoy@tubitak.gov.tr	Proje Yürütücüsü Yrd.
Pamir TALAZAN	ÇTÜE	pamir.talazan@tubitak.gov.tr	Uzman
Dr. Cihangir AYDÖNER	ÇTÜE	cihangir.aydoner@tubitak.gov.tr	Başuzman Araştır.
Dr. Şeyma KARAHAN	ÇTÜE	seyma.karahan@tubitak.gov.tr	Uzman Araştır.
Doç. Dr. Ahmet GÜNAY	ÇTÜE	ahmet.gunay@tubitak.gov.tr	Başuzman Araştır.
İrfan BAŞTÜRK	ÇTÜE	irfan.basturk@tubitak.gov.tr	Araştırmacı
Emrah ŞIK	ÇTÜE	emrah.s@tubitak.gov.tr	Araştırmacı
Tuba BUDAK	ÇTÜE	tuba.budak@tubitak.gov.tr	Araştırmacı

DESTEK VERENLER	VERİLEN KATKI	
Dr. Şeyla ERGENEKON	Çevre Ekonomisti	Fayda-maliyet analizi konusunda danışmanlık
Doç. Dr. Mücahit Taha ÖZKAYA	Ankara Üniv. Ziraat Fak.	Üretim prosesinin zeytinyağı kalitesine etkisinin değerlendirilmesi
Doç. Dr. Renan TUNALIOĞLU	Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak.	Üretim prosesinin zeytinyağı kalitesine etkisinin değerlendirilmesi
Prof. Dr. Kamil EKİNCİ	Süleyman Demirel Üniv.	Pirinanın kompost olarak kullanımının değerlendirilmesi
Yrd. Doç. Dr. Gürhan KELEŞ	Adnan Menderes Üniv. Ziraat Fak.	Pirinanın hayvan yemi maddesi olarak kullanımının değerlendirilmesi

- Proje kapsamında üretilen her türlü veri, rapor ve benzeri bilgi ve belgenin bütün hakları saklıdır. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan yazılı izin alınmadan kısmen veya tamamen alıntı yapılamaz, hiçbir şekilde kopya edilemez, çoğaltılamaz ve yayımlanamaz.
- Bu raporlardaki verilere uyulmaksızın üretilen ürünlerden TÜBİTAK MAM sorumlu değildir. Bu rapor kurumdan izin alınmadan reklam amaçlı kullanılamaz.

Yazışma Adresi:

P.K. 21 41470 Gebze KOCAELİ
T 0 262 677 20 00 F 0 262 641 23 09
<http://www.mam.gov.tr>

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ	5
TABLO LİSTESİ	8
ÖNSÖZ	12
YÖNETİCİ ÖZETİ.....	13
GİRİŞ	21
1 ZEYTİNYAĞI ÜRETİM PROSESLERİ VE PROSES ATIK/ARTIKLARI	25
1.1 Zeytinyağı Üretimi Aşamaları	26
1.2 Zeytinyağı Üretiminde Kullanılan Yağ Ayırma Prosesleri.....	28
1.2.1 Kesikli (Geleneksel Presleme) Üretim Prosesi	28
1.2.2 Sürekli (Kontinü) Üretim Prosesi.....	29
1.3 Zeytinyağı Üretim Atık/Artıkları	30
1.3.1 Karasu	31
1.3.2 Pirina	31
2 ZEYTİNYAĞI ÜRETİM ATIK/ARTIKLARININ DEĞERLENDİRİLME VE BERTARAF YÖNTEMLERİ.....	35
2.1 Karasuyun Bertarafında Kullanılan Yöntemler.....	35
2.1.1 Kanalizasyona Direkt Deşarjı.....	35
2.1.2 Lagünlerde Buharlaştırma	36
2.1.3 Sulamada Kullanımı	36
2.1.4 İşletmelerin Bireysel Artıma Tesislerini Kurması	38
2.2 Karasuyun Arıtımında Uygulanan Yöntemler	39
2.2.1 Fiziksel Arıtma Yöntemleri.....	39
2.2.2 Biyolojik Arıtma Yöntemleri.....	42
2.2.3 İleri Oksidasyon Prosesleri.....	45
2.2.4 Termal İşlemler	47
2.3 Pirinanın Değerlendirilme Yöntemleri	54
2.3.1 Pirina Yağı ve Yakıt Elde Edilmesi	54
2.3.2 Enerji Elde Edilmesi	57
2.3.3 Hayvan Yemi Maddesi Olarak Değerlendirilmesi	63
2.3.4 Kompost Olarak Değerlendirilmesi	72

3 ZEYTİNYAĞI ÜRETİMİ ATIK/ARTIKLARININ YÖNETİMİ İLE İLGİLİ UYGULAMALAR	87
3.1 Uluslararası Uygulama Örnekleri	87
3.1.1 Akdeniz Ülkelerindeki Uygulamalar	88
3.1.2 AB Atık Yönetimi Yasal Mevzuatı	97
3.1.3 Zeytinyağı Üretim Sektörü için Mevcut En İyi Teknikler	101
3.2 Ülkemizde Zeytinyağı Üretimi Atık/Artıklarının Yönetimi.....	101
3.3 Ülkemizde Konuyla İlgili Yapılmış Çalışmalar	105
4 ÜLKEMİZDEKİ ZEYTİNYAĞI VE PİRİNA İŞLEME TESİSLERİ.....	117
4.1 Envanter Çalışması (Veri Toplama ve Analizi).....	117
4.1.1 Zeytinyağı Üretim Tesisleri	117
4.1.2 Pirina İşleme Tesisleri.....	133
4.2 Saha Çalışması.....	143
4.2.1 Zeytinyağı Üretim Tesisleri.....	143
4.2.2 Pirina İşleme Tesisleri.....	152
4.2.3 Ziyaret Edilen Diğer Kurum ve Kuruluşlar	157
4.3 Karakterizasyon Çalışması	158
4.3.1 Yıkama Suyu, Karasu ve Seperatör Suyu Karakterizasyonu.....	158
4.3.2 Pirina Karakterizasyonu.....	168
5 ZEYTİNYAĞI ÜRETİM PROSESLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	177
5.1 İki Fazlı ve Üç Fazlı Sistemlerin Su Kullanımı, Atıksu Kirliliği ve Pirina Oluşumu Açısından Karşılaştırılması	177
5.1.1 Kütle Dengesinin Çıkarılması	178
5.2 Ülkemizdeki İşletmelerin Dönüşümünün Su Kullanımı ve Atıksu Kirliliği Açısından Değerlendirilmesi	188
5.3 İki Fazlı ve Üç Fazlı Sistemlerin Zeytinyağı Kalitesi Açısından Karşılaştırılması	190
5.3.1 Türk Gıda Kodeksi ve uluslararası sınıflamalarda polifenollerin yeri	193
5.4 İki Fazlı ve Üç Fazlı Sistemlerin Avantaj ve Dezavantajlarının Değerlendirilmesi ve Öneriler	197
6 ÜLKEMİZDEKİ ZEYTİNYAĞI TESİSLERİNİN DÖNÜŞÜME UYGUNLUĞUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ	201
6.1 Zeytinyağı Üretim Tesislerinde Kullanılan Makine ve Ekipmanlar	201

6.2 Zeytinyağı Tesislerinin Dönüşümüne Yönelik Makine ve Ekipman Maliyet Analizi	
207	
6.2.1 Dekantör Dönüşüm Maliyetleri	207
6.2.2 Diğer Dönüşüm Maliyetleri	210
6.3 Farklı Üretim Prosesleri Arasında Dönüşüm Sağlanabilmesi İçin Teşvikler ve Krediler	213
6.3.1 Zeytinyağı Üreticilerinin Kullanabilecekleri Teşvik ve Krediler	213
6.3.2 Türkiye’de Zeytin ve Zeytinyağına İlişkin Diğer Düzenlemeler ve Destekler	218
7 ÜLKEMİZDEKİ PİRİNA TESİSLERİNİN DÖNÜŞÜME UYGUNLUĞUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ	221
7.1 Mevcut Pirina Miktarı	221
7.2 Üretim Prosesi Değişikliğinin Pirina Miktarına Etkisi	223
7.3 Pirina Tesislerinin Dönüşüme Uygunluğu	227
7.4 İki Faz Dönüşüm Sonrası Mevcut Pirina Tesislerinin Yeterliliği	233
7.4.1 Senaryo 1 (Maksimum 2 Faz Pirina İşleme)	237
7.4.2 Senaryo 2 (Ortalama 2 Faz Pirina İşleme)	242
7.4.3 Senaryo 3 (Minimum 2 Faz Pirina İşleme)	247
7.4.4 Senaryo 2’ye Göre Nakliye İhtiyacı	253
8 ZEYTİNYAĞI ÜRETİM TESİSLERİ İÇİN FAYDA-MALİYET ANALİZİ	259
8.1 Üç Fazlı Zeytinyağı Üretim Tesislerinde Karasu Bertarafı Alternatiflerinin Fayda-Maliyet Analizi	259
8.1.1 Lagün Alternatifi	260
8.1.2 Yerinde Arıtma	261
8.1.3 Merkezi Arıtma Tesisinde Bertaraf	262
8.1.4 Merkezi Gazlaştırma Tesisinde Bertaraf	263
8.1.5 Üç Fazlı Üretimden İki Fazlı Üretime Geçiş	263
8.2 Bertaraf Alternatiflerinin Fayda ve Maliyetlerinin Net Bugünkü Değeri	266
8.3 Pirinanın Doğrudan Zeytinyağı Tesislerinde Kurutularak Yakıt Olarak Satılması Durumunda Bertaraf Alternatiflerinin Fayda ve Maliyetlerinin Net Bugünkü Değeri.	273
8.4 Karasuyun Çevreye Olan Zararının Parasal Olarak İfade Edilmesi	275
8.5 Çevreye Olan Etkilerin de Dikkate Alınması ile Yapılan Nihai Değerlendirme	276
9 PİRİNA TESİSLERİ İÇİN FAYDA-MALİYET ANALİZİ	279



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 4 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

9.1 3 Faz Pirina İşleyen Tesislerin 2 Faza Dönüşümünün ve 2 Faz Pirina Tesislerinin Karlılık Analizi	279
9.2 Alternatif Pirina Değerlendirme Yöntemlerinin Fayda-Maliyet Analizi.....	283
9.2.1 İki-Faz Pirinadan Kompost Üretimi Tesislerinin Analizi.....	283
9.2.2 İki-Faz Pirinadan Yem Maddesi Üretimi Tesislerinin Analizi	285
9.2.3 İki-Faz Pirina ve Üç-Faz Pirinadan Gazlaştırma Yöntemiyle Elektrik Üretiminin Karlılık Analizi	286
9.2.4 Alternatif Pirina Tesisleri Mali analizinin Karşılaştırılması	288
10 ALTERNATİFLERİN TEKNİK VE ÇEVRESEL İNDİKATÖRLER AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	289
10.1 Fikir Üretme	289
10.2 Öncelikli Alternatiflerin Belirlenmesi	293
11 PİRİNA TESİSLERİNİN 2 FAZ PİRİNAYA ÖN İŞLEM OLARAK DEKANTASYON YAPMASI DURUMUNDA ATIKSU AÇISINDAN ZEYTİNYAĞI TESİSLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI	303
12 SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	305
13 REFERANSLAR	311
EKLER	329
EK-1 ÖNCELİK SIRASINA GÖRE ÇALIŞTAYDA ÖNE ÇIKAN DİĞER İFADELER.....	330

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1 Ülkelere göre zeytinyağı üretimi (2013).....	21
Şekil 2 Zeytinyağı üretimi yapan ülkelerin yıllara göre üretimi.....	22
Şekil 3 Zeytin meyvesi.....	25
Şekil 4 Kesikli üretim sistemi akım şeması	29
Şekil 5 Kuru pirina	32
Şekil 6 Pirina yağı üretim aşamaları	55
Şekil 7 Pirinaya uygulanan işlemler ve değerlendirme alternatifleri.....	57
Şekil 8 Biyokütle gazlaştırma sistemleri için uygulamalar	58
Şekil 9 Kompostlama prosesi	72
Şekil 10 CESCO kompost ürünleri.....	82
Şekil 11 İllere göre anket dolduran firma sayısı	118
Şekil 12 Anket dolduran zeytinyağı üretim tesislerinin illere göre yüzdesel dağılımı	119
Şekil 13 Anket dolduran zeytinyağı üretim tesislerinin Türkiye'deki dağılımları	120
Şekil 14 İşlenen zeytin miktarına göre işletmelerin gruplandırılması a) işletmelerin işlenen zeytin miktarına göre dağılımı b) Toplam işlenen zeytin miktarının işletme büyüklüklerine göre dağılımı	121
Şekil 15 Türkiye genelinde tercih edilen zeytinyağı üretim prosesleri ve yüzdesel dağılımı	122
Şekil 16 İllere göre mevcut zeytinyağı üretim prosesleri	122
Şekil 17 Anket dolduran firmaların üretim proseslerine göre Türkiye'deki dağılımı.....	123
Şekil 18 Anket dolduran firmaların kullandıkları dekantörler markaları ve kullanım oranları	125
Şekil 19 Kullanılan makinaların iki faza dönüşmeye uygunluk oranları	126
Şekil 20 Türkiye genelinde karasuyun bertarafı	126
Şekil 21 Zeytinyağı üretim tesislerinde oluşan karasuyun bertaraf yöntemlerine göre Türkiye'deki dağılımı	127
Şekil 22 İllere göre tüm zeytinyağı tesislerinde tercih edilen üretim prosesi oranı	132
Şekil 23 Pirina tesislerinin Türkiye'deki dağılımı	136
Şekil 24 Türkiye'de pirinaların değerlendirme miktarı ve oranı	138
Şekil 25 Üç fazlı pirinanın işlenmesi	139
Şekil 26 İki fazlı pirinanın işlenmesi	142
Şekil 27 Saha çalışmaları kapsamında ziyaret edilen zeytinyağı tesisleri	145
Şekil 28 Zeytinlerin Yıkınması	146
Şekil 29 Malaksasyon ünitesi.....	146
Şekil 30 Yağın alındığı dekantör ünitesi a) 2 fazlı üretim prosesi b) 3 fazlı üretim prosesi ..	147

Şekil 31 Seperatör Ünitesi	148
Şekil 32 Karasu havuzu	149
Şekil 33 Pirinanın depolaması a) 3 fazlı üretim prosesinden oluşan pirina b) 2 fazlı üretim prosesinde oluşan pirina.....	149
Şekil 34 Yağcı Gıda tarafından Doğan Zeytinyağı Fabrikası'na kurulan sistem a) Zeytin çekirdeği ayırma makinası b) Kurutma sistemi	151
Şekil 35 Kurutulmuş 3 fazlı pirina ile sulu 2 fazlı pirinanın karıştırılması	155
Şekil 36 Pirina tesisinde uygulanan 2. sıkım işlemi, a) 2. sıkım yapan dekantör b) 2. sıkım sonrası oluşan pirina yağı.....	156
Şekil 37 Şenol Gıda'nın elde ettiği zeytin küspesi.....	156
Şekil 38 Üç faz ve iki faz pirina nem oranları, %, a) değişim aralığı, b) dağılımı.....	170
Şekil 39 Üç faz ve iki faz pirina yağ içeriği (kuru bazda), %, a) değişim aralığı, b) dağılımı.....	172
Şekil 40 Üç fazlı üretim prosesi kütle dengesi.....	184
Şekil 41 İki fazlı üretim prosesi kütle dengesi	185
Şekil 42 Üç fazlı üretim prosesinde oluşan atıksu miktarları	185
Şekil 43. İki fazlı üretim prosesinde oluşan atıksu miktarları	185
Şekil 44. Üç fazlı prosesinde oluşan atıksu yükü	186
Şekil 45. İki fazlı prosesinde oluşan atıksu yükü	186
Şekil 46 Mevcut durumda ve tüm işletmelerin 2 fazlı üretim prosesine geçmesi durumunda su kullanımı, atıksu oluşumu ve oluşan kirlilik yüklerinin karşılaştırılması.....	188
Şekil 47 Zeytin meyvesinin ve zeytinyağının bileşenleri.....	191
Şekil 48. Zeytinyağı üretim tesisinde kullanılan makinalar	201
Şekil 49. Zeytin yıkama işlemi	202
Şekil 50. Zeytin hamurunun olgunlaştığı malakasyon ünitesi	202
Şekil 51 Üretim prosesini belirleyen dekantör ünitesi.....	203
Şekil 52 Seperatör Ünitesi	203
Şekil 53 Türkiye'de üretim prosesine göre kullanılan dekantör sayısı ve oranı.....	204
Şekil 54 Türkiye'deki 3 fazlı dekantörlerin 2 faza dönüşebilme durumları	206
Şekil 55 Pirinanın depolanması a) Pirina depolama silosu b) Pirina havuzu	206
Şekil 56. Zeytinyağı tesislerin 2 faza dönüşebilirliğine göre toplam dönüşüm maliyeti ve oranı	212
Şekil 57. Zeytinyağı tesislerin 2 faza dönüşebilirliğine göre toplam dekantör dönüşüm maliyeti ve oranı	212
Şekil 58 Mevcut durumda üretim prosesine göre Türkiye'de oluşan tahmini pirina miktarı ve yüzdesi.....	222
Şekil 59 Mevcut durumda ve tüm işletmelerin 2 fazlı üretime geçmesi durumunda oluşan/oluşacak pirina artış miktarının illere göre dağılım.....	225



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 7 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Şekil 60 Mevcut durumda ve tüm işletmelerin 2 fazlı üretime geçmesi durumunda oluşan/oluşacak pirina miktarı ve artış oranının illere göre dağılımı	226
Şekil 61 Pirina tesislerinde üç fazlı pirinanın işlenmesi	227
Şekil 62 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	229
Şekil 63 Pirina tesislerinde iki fazlı pirina işleme yöntemi farklılıklarına göre yapılan yatırımlar a) Pirina havuzu b) atıksu havuzu c) karıştırma ünitesi d) 2. sıkım ünitesi e) kurutma ünitesi	230
Şekil 64 Senaryo 1'e göre mevcut pirina tesisleri ve öngörülen hizmet alanları	240
Şekil 65 Senaryo 1'e göre önerilen pirina tesisinin konumu ve öngörülen hizmet alanı.....	241
Şekil 66 Senaryo 2'ye göre mevcut pirina tesisleri ve öngörülen hizmet alanları.....	245
Şekil 67 Senaryo 2'ye göre önerilen pirina tesislerinin konumu ve öngörülen hizmet alanları	246
Şekil 68 Senaryo 3'e göre mevcut pirina tesisleri ve öngörülen hizmet alanları	251
Şekil 69 Senaryo 3'e göre önerilen pirina tesislerinin konumu ve öngörülen hizmet alanları	252
Şekil 70 Üç faz üretim prosesi	303
Şekil 71 İki faz pirinanın pirina tesislerinde 2. sıkım (dekantasyon) yapılması	304

TABLO LİSTESİ

Tablo 1 Zeytindeki katı madde bileşenlerinin içeriği.....	26
Tablo 2 Üç fazlı ve iki fazlı zeytinyağı üretim sistemlerinin farklı aşamalarında oluşan atıksu hacimleri.....	31
Tablo 3 Karasu bertaraf yöntemlerinin karşılaştırılması	51
Tablo 4 Zeytinyağı karasuyunun arıtımı çalışmaları özet tablosu.....	52
Tablo 5 Piroliz metotları ve değişkenleri	61
Tablo 6 Ham ve elenmiş pirinanın besin değeri	65
Tablo 7 Zeytin meyvesinin fiziksel kompozisyonu ve besin değeri (g/kg KM).....	66
Tablo 8 İki ve üç fazlı sistemlerden elde edilen pirinanın özellikleri (g/kg KM)	67
Tablo 9 Zeytin posasının besi kuzularının performanslarına etkisi	69
Tablo 10 Farklı formlarda pirina ile beslenen kuzuların performansları	70
Tablo 11 Zeytin posası ile beslenen süt hayvanlarının performansları.....	71
.Tablo 12 Kompostlama için gerekli şartlar	73
Tablo 13 Pirinayı kompostlaştırılmadan önce uygulanması gerekebilecek ön işlemler	77
Tablo 14. Çevre, insan ve hayvan sağlığını korumak amacı ile yönetmelikte ifade edilen ürünlerdeki ağır metal değerleri	78
Tablo 15 Organik Toprak Düzenleyiciler İçin Yönetmelik Değerleri.....	79
Tablo 16 Avrupa Birliği kompost limit değerleri	80
Tablo 17. İspanya'da zeytinyağı fabrikası atıklarından kompost için düzenlenen mevzuat ...	80
Tablo 18 Akdeniz ülkelerinde yıllara göre zeytinyağı üretimi.....	88
Tablo 19 Gıda endüstrisinde oluşan atıksu için limit değerler	93
Tablo 20 İki fazlı zeytinyağı üretimi yapan tesiste izin verilen maksimum atıksu/atık miktarı.	93
Tablo 21 Üç fazlı zeytinyağı üretimi yapan tesiste izin verilen maksimum atıksu/atık miktarı	94
Tablo 22 Havalandırma lagününde toplanan atıksuyun karakterizasyonu.....	94
Tablo 23 SKKY, Tablo 5.5 :Sektör: Gıda Sanayi.....	103
Tablo 24 Konuyla ilgili yürütülmüş ve yürütülmekte olan projelerin listesi.....	108
Tablo 25 Konuyla ilgili yapılmış tezler	114
Tablo 26 İllere göre zeytinyağı üretim tesisi ve eklenen tesis sayısı	129
Tablo 27 Türkiye Zeytinyağı Fabrika Sayısı ve Kurulu Kapasiteleri.....	130
Tablo 28 İllere göre eklenen firma sayısı ve kapasiteleri.....	131
Tablo 29 Eklenen firmaların üretim prosesleri.....	131
Tablo 30 İllere göre zeytinyağı tesislerinin kapasite kullanımı	133
Tablo 31 Türkiye'deki pirina tesisleri	135

Tablo 32 Pirina işleyen diğer tesisler	137
Tablo 33 Türkiye'deki pirina tesislerinin özellikleri.....	140
Tablo 34 Saha çalışması sırasında ziyaret edilen zeytinyağı üretim tesisleri	144
Tablo 35 Saha çalışması sırasında gidilen pirina tesisleri.....	153
Tablo 36 Gidilen pirina tesislerinin özellikleri	154
Tablo 37 Proje kapsamında ve literatürde incelenen tesislerde yıkama suyu karakterizasyonu	160
Tablo 38 Proje kapsamında aynı tesisten alınan baş ve dip zeytin yıkama suları karakterizasyonu	161
Tablo 39 Proje kapsamında ve literatürde incelenen tesislerde karasu karakterizasyonu ...	163
Tablo 40 Proje kapsamında ve literatürde incelenen tesislerde seperatör çıkış suyu karakterizasyonu	165
Tablo 41 Proje kapsamında aynı tesisten alınan baş ve dip zeytin seperatör çıkış suyu karakterizasyonu	166
Tablo 42 Üç faz ve iki faz pirina karakterizasyonu özet tablosu	173
Tablo 43 Proje kapsamında ve literatürde incelenen 2 fazlı zeytinyağı üretim tesislerde pirina karakterizasyonu	175
Tablo 44 Proje kapsamında ve literatürde incelenen 3 fazlı zeytinyağı üretim tesislerde pirina karakterizasyonu	176
Tablo 45 Ege ve Marmara Bölgesi için ortalama kompozisyon	179
Tablo 46 Birim su kullanımları	180
Tablo 47 Sezonda 1000 ton işlenen zeytin için 2 faz ve 3 faz karşılaştırılması	183
Tablo 48. Üretim prosesine göre su kullanımı, atıksu miktarı ve kirlilik yükünün karşılaştırılması	187
Tablo 49. Mevcut durumda ve tüm işletmelerin 2 fazlı üretime geçmesi durumunda oluşan/oluşacak atıksu hacimleri ve kirlilik yüklerinin illere göre dağılımı	189
Tablo 50 Üç fazlı ve iki fazlı üretim sistemle elde edilen zeytinyağlarının çeşitli özellikleri ..	192
Tablo 51 İki ve üç fazlı üretim sistemlerinin zeytinyağının fenolik bileşikle üzerine etkisi	193
Tablo 52 Zeytinyağları ve pirina yağları için belirlenen kalite ölçütleri	195
Tablo 53 Bazı ülkelere göre NSZ standartları ile Ultra Premium standartların karşılaştırılması	196
Tablo 54. Üç fazlı ve iki fazlı üretim proseslerinin karşılaştırılması	199
Tablo 55 Zeytinyağı üretim tesisinde kullanılan makine ve ekipmanlar	204
Tablo 56. İki faza dönüşüm uygunluğuna göre dekantörlerin gruplandırılması.....	205
Tablo 57. Dekantör modelleri ve dönüşüm maliyetleri.....	208
Tablo 58 Dekantörlerin dönüşüm maliyetleri.....	209
Tablo 59 Farklı kapasiteler için seçilen yeni dekantör fiyatı	209



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 10 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 60 Diğer dönüşüm maliyetleri	210
Tablo 61. Toplam dönüşüm maliyetleri	211
Tablo 62 Türkiye ve Avrupa Birliği Zeytinyağı Düzeni Karşılaştırması	220
Tablo 63 İllere göre oluşan 3 faz ve 2 faz tahmini pirina miktarı.....	222
Tablo 64 İki faz üretim prosesine geçildiğinde illere göre oluşacak tahmini pirina miktarı ve artış oranı	224
Tablo 65 Ülkemizdeki mevcut pirina tesislerinin iki fazlı pirina işleme yöntemleri.....	228
Tablo 66 Solvent ekstraksiyon tesisinde kullanılan makine/ekipmanların dönüşüme uygunluğu ve gerekli ilave yatırımlar.....	231
Tablo 67 Solvent ekstraksiyonu yapan pirina tesislerinin mevcut kapasiteleri ve iki faz pirina işlemek için yatırım durumları	232
Tablo 68 İki fazlı pirina işleme yöntemi farklılıklarına göre pirina tesislerinde yapılabilecek ek yatırımlar ve yaklaşık maliyetleri.....	233
Tablo 69 Ülkemizdeki pirina tesislerinin 3 faz ve 2 faz pirina işleme kapasiteleri	235
Tablo 70 Senaryo 1'e göre pirina tesislerinin dönüşüm sonrası pirina işleme kapasiteleri ve hizmet alanları	238
Tablo 71 Senaryo 2'ye göre pirina tesislerinin dönüşüm sonrası pirina işleme kapasiteleri ve hizmet alanları	243
Tablo 72 Senaryo 2'ye göre önerilen pirina tesislerinin yeri ve kapasiteleri.....	244
Tablo 73 Senaryo 3'e göre pirina tesislerinin dönüşüm sonrası pirina işleme kapasiteleri ve hizmet alanları.....	248
Tablo 74 Senaryo 3'e göre önerilen pirina tesislerinin yeri ve kapasiteleri	250
Tablo 75 Hizmet alanı ön görüşüne göre en uzak zeytinyağı tesisi ve ortalama uzaklık	256
Tablo 76 Mevcut pirina tesislerinin senaryo 2'ye göre bulundurması gereken tahmini kamyon sayıları	257
Tablo 77 Lagün yapım maliyetleri	261
Tablo 78 Yerinde arıtma maliyetleri	261
Tablo 79 Merkezi arıtma tesisi maliyetleri	263
Tablo 80 Dönüşüm maliyetleri	264
Tablo 81 Üç fazlı üretimle iki fazlı üretimin pirina, su kullanımı ve atıksu oluşumu açısından karşılaştırılması	265
Tablo 82 Farklı alternatiflerin fayda ve maliyetlerinin Net Bugünkü Değeri.....	269
Tablo 83 Zeytinyağı işletmeleri açısından dönüşümü karlı hale getiren 2 faz pirina fiyatları (G. Doğu hariç).....	271
Tablo 84 Üç Faz Pirina Bedelinin 100 TL/ton'a ulaştığı Güneydoğu İllerinde Farklı alternatiflerin fayda ve maliyetlerinin Net Bugünkü Değeri	272
Tablo 85. Farklı Kapasitelerdeki Üç Fazlı Üretim Tesisleri için Pirina Gelirlerinin Kıyaslaması (doğrudan kuru pirina satışı durumunda).....	274



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 11 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 86 Tüm Alternatif ve Kapasitelerin Fayda ve Maliyetlerinin Kıyaslanması – doğrudan kuru pirina satışı durumunda	274
Tablo 87 Atıksu Arıtma Bedelleri	276
Tablo 88 Çevresel Etkiler Dikkate Alındığında Tüm Alternatif ve Kapasitelerin Fayda ve Maliyetlerinin Kıyaslanması	277
Tablo 89. Varsayılan maliyet ve gelirler (mevcut pirina tesisleri için).....	280
Tablo 90. %60 kapasite varsayımıyla üç-faz pirina tesislerinin varsayılan maliyet ve gelirleri (yatırım ve personel giderlerinin tam kapasite ile aynı olacağı varsayılmıştır).....	281
Tablo 91 Üç fazdan 2 faza dönüşümün karlılık analizi (10 yıllık işletme dönemi)	282
Tablo 92 İki-faz pirina tesisi kurmanın karlılığı (10 yıllık perspektifle).....	282
Tablo 93. Varsayılan maliyet ve gelirler	284
Tablo 94: Pirinadan kompost üretim tesisinin karlılığı (10 yıllık perspektifle).....	284
Tablo 95 : Varsayılan maliyet ve gelirler	285
Tablo 96. Pirinadan yem üretim tesisinin karlılığı (10 yıllık perspektifle)	286
Tablo 97. Varsayılan maliyet ve gelirler	287
Tablo 98. Pirinayı gazlaştırarak elektrik üretiminin karlılığı (10 yıllık perspektifle)	287
Tablo 99 Önceliklendirilen İfadeler.....	292
Tablo 100 Kriterler listesi	293
Tablo 101 Kriter ağırlıkları	294
Tablo 102 Puanlama Tablosu.....	297
Tablo 103 Atıksu kaynaklı kirliliğin önlenmesi alternatifleri matrisi (2 çalışma grubunun ortalaması)	299
Tablo 104. Pirinanın Değerlendirilmesi alternatifleri matrisi (2 çalışma grubunun ortalaması)	300
Tablo 105 Atıksu kaynaklı kirliliğin önlenmesi alternatifleri.....	301
Tablo 106 Pirinanın değerlendirilmesi alternatifleri	301

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 itibarıyla TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü tarafından yürütülmeye başlanmış ve 24 Ağustos 2015 tarihinde tamamlanmıştır.

Bu proje ile zeytinyağı ve pirina tesisleri tüm boyutlarıyla ele alınmış ve zeytinyağı işletmelerini çözümlenmek ve oluşan atıksu miktarı, yağ miktarı, pirina miktarı gibi bileşenleri hesaplayabilmek için hem 2 faz, hem de 3 faz işletme için kütle dengesi çıkarılmıştır. Ayrıca, bu kütle dengesi hesabını içeren web tabanlı bir program hazırlanmıştır. Bu özellikleri ile proje çıktıları sektör açısından bir ilk olma niteliği taşımaktadır.

Projenin planlanması, uygulanması ve tüm aşamalarında desteklerini esirgemeyen; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Su ve Toprak Yönetimi Dairesi Başkanlığı'na teşekkürlerimizi sunarız. Ayrıca, projenin gerçekleşmesinde; saha ve laboratuvar çalışmalarında, raporlamada ve programın hazırlanmasında emeği geçen tüm proje çalışanlarına teşekkür ederiz.

Pilot zeytinyağı tesisi olarak projede yer alan, S.S.153 Nolu Milas Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifi (Muğla-Milas), Fayda-Maliyet analizi kapsamında hizmet alımı yapılan Ergenekon Yönetim Danışmanlık Ltd. Şti.'ye, pirinanın kompost kullanımının değerlendirilmesi bölümüne destek veren Süleyman Demirel Üniversitesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Kamil EKİNCİ'ye, üretim prosesinin zeytinyağı kalitesine etkisinin değerlendirilmesi bölümü için katkı veren Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Öğretim görevlisi Doç. Dr. Mücahit Taha ÖZKAYA ve Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi öğretim üyesi Doç. Dr. Renan TUNALI'ya, pirinanın hayvan yemi maddesi olarak kullanımının değerlendirilmesi bölümüne katkı veren Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Gürhan KELEŞ'e teşekkür ederiz.

Projenin planlanan zamanda gerçekleşmesinde gerekli desteği sağlayan TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitü Yönetimine, projenin yazışma ve idari işleyişiyle ilgili desteğinden dolayı enstitü sekreteri Sn. Funda KORKMAZ'a teşekkür ederiz.

YÖNETİCİ ÖZETİ

TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü tarafından 29 Ağustos 2014 itibarı ile yürütülmeye başlanan, Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi Projesi ile 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 hedeflenmiştir.

Projenin son raporu olan, bu “Nihai Rapor” kapsamında, proje süresince yapılan tüm çalışmalara yer verilmiştir. Bu çerçevede, Zeytinyağı Üretimi ve Pirina İşleme Tesislerinin Mevcut Durumu değerlendirilmiş, saha çalışmaları anlatılmış, atıksu ve pirina analiz sonuçları değerlendirilmiş, zeytinyağı üretim sektöründen kaynaklanan atıksu kirliliğinin önlenmesine ve pirinanın değerlendirilmesine yönelik olarak, çeşitli senaryolar üretilmiş, farklı üretim miktarına sahip işletmelere yönelik alternatif yöntemler ele alınmış ve bunların mali yönden fayda-maliyet kıyaslaması yapılmış, ayrıca her bir alternatif yöntem; Teknik, Çevresel ve Yönetimsel kriterler (Çevresel Etki, Su Tasarrufu, Uygulanabilirlik ve Sürdürülebilirlik, Kontrol Edilebilirlik-izlenebilirlik, Ürün Kalitesine Etkisi, Alan İhtiyacı ve Oluşan Pirinanın Yönetimi) açısından karşılaştırılmıştır. Bununla birlikte, Ülkemizde faaliyet gösteren zeytinyağı işletmelerinin ve pirina tesislerinin 2 faza dönüşümünün uygunluğu değerlendirilmiş, 2 faza dönüşüm durumunda pirina tesislerinin yeterliliği analiz edilmiş, yeni pirina tesisleri lokasyonları tahmin edilmiş ve gerek zeytinyağı, gerekse de pirina tesislerinin dönüşümünün maliyeti hesaplanmıştır. Son olarak, yasal altyapının oluşturulması, kurumsal altyapının oluşturulması ve bilgilendirme başlıkları ile kısa, orta ve uzun vadede yapılması gereken Eylem planını içeren, bir Yönetim Planı hazırlanmıştır. Bu çerçevede, iş zaman planına uygun olarak proje kapsamında yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmektedir:

Zeytinyağı İşletmeleri ve Pirina İşleme Tesislerine Yönelik Verilerin Değerlendirilmesi

İl Çevre Müdürlükleri aracılığı ile zeytinyağı ve pirina işleme tesisleri verileri toplanmıştır. Anketlerde işletme bilgileri, üretim miktarları, kapasiteleri dekantör özellikleri gibi bilgiler toplanmıştır (veri toplama çalışması detayları 1. Ara rapor kapsamında detaylı olarak sunulmuştur). Firmalardan gelen ham anket verileri, sorularda yer alan çeşitli bilgiler kullanılarak yapılan hesaplar ile karşılaştırılmış ve hatalı olduğu görülen verilerle ilgili firmalarla iletişime geçilerek, işletmelere ulaşılamadığı durumda ilgili bilgi çıkarılarak

düzenlenmiştir. Makine bilgilerindeki (örn. model bilgisi, 2 faza dönüşüme uygun olup olmadığı bilgisi vb.) farklılıklar ve tutarsızlıklar sebebiyle dekantör üretici ve/veya satış temsilcilerinin referans ve makine özellikleri bilgisi temin edilmiş ve düzeltilmiştir. Anket cevaplarındaki tutarsızlık sebebiyle birim ürün başına atıksu miktarı, yağ ayırma verimi gibi teknik sorulara verilen cevaplar sadece kontrol amacıyla kullanılmış, bu tip teknik bilgiler ilgili kurum ve kuruluşlardan (örneğin zeytin kompozisyonu bilgisi, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı İzmir Zeytin Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir) ve tez, rapor gibi teknik dokümanlardan temin edilmiştir. Daha sonra, saha incelemeleri kapsamında, pirina işleyen tesislerin 15'i; zeytinyağı üreten tesislerin ise, zeytin işleme kapasitesine ve üretim şekline göre önceliklendirilerek 25'i yerinde ziyaret edilmiştir (Bursa, Balıkesir, İzmir, Manisa, Aydın, Muğla, Antalya, Hatay ve Gaziantep). Ayrıca, saha çalışması esnasında, diğer kamu kurum ve kuruluşları ile de görüşülmüştür.

Anketler aracılığıyla 642 adet zeytinyağı üretim tesisinin bilgisi toplanmış, Ülkemiz genelinde mevcut durumun ortaya konabilmesi ve toplam maliyetlerin tahmin edilebilmesine yönelik olarak, verisine ulaşılamayan ticari işletme bilgileri ise tahmin edilmiştir (toplam tesis sayısı bilgisi, rekolte tahmini gibi bilgiler kullanılmış, dekantör özellikleri Türkiye ortalaması göz önünde bulundurularak tahmin edilmiştir). Bu çerçevede, Ülkemiz genelinde 1000 civarında ticari zeytinyağı işletmesi olduğu ön görülmektedir. Toplanan verilere göre, işletmelerin yarısından fazlası, sezonda bir milyondan daha az, işletmelerin sadece %4'ü ise sezonda dört milyondan fazla zeytin işlemektedir. Buna karşın, küçük tesislerde işlenen zeytin, toplam işlenen zeytin miktarının sadece %19'una karşılık gelmektedir. Tüm işletmelerin üretim prosesi değerlendirildiğinde, %71'i üç fazlı, %27'si iki fazlı ve %2'si taş baskı olarak üretimlerini gerçekleştirdiği görülmektedir. Toplam üretim içinde iki faz üretimin yüksek olduğu iller arasında başta İzmir yer almaktadır. İşletmelerin %89'nun karasuyu buharlaştırma lagünlerinde topladığı, %11'nin ise vidanjör ile taşıyarak/kanalizasyona deşarj ettiği görülmektedir. Dekantör üreticileri tarafından sağlanan bilgiler ve anket verileri doğrultusunda, ülkemizde kullanılan dekantörlerin dönüşüme uygunluğu değerlendirilmiş, buna göre, herhangi bir verim kaybı olmadan, yerinde dönüşebilen dekantörler "dönüşebilir" (toplamın %78'i), bir miktar verim ya da kapasite kaybı öngörülen ve dönüşüm için dekantörün makine üreticisine gönderilmesi gereken dekantörler "kısmen dönüşebilir" (toplamın %20'si) ve dönüşümü mümkün olmayan dekantörler ise "dönüşemez" (toplamın %2'si) olarak gruplanmıştır.

Karakterizasyon sonuçlarının değerlendirilmesi

Proje kapsamında ziyaret edilen ve durum tespiti yapılan bazı zeytinyağı işletmelerinden yıkama suyu, dekantör atıksuyu, seperatör suyu ve pirina numuneleri alınmış ve bu numuneler TÜBİTAK MAM, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Su-Atıksu Laboratuvarı ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Referans Laboratuvarında analiz edilmiştir. Yıkama suyu karakterizasyonu değerlendirildiğinde, karakterizasyonunun zeytinin durumuna ve kullanılan su miktarına göre değişkenlik gösterdiği ve KOİ değeri 1.961 ile 5.000 mg/L arasında; AKM değeri 1080-7360 mg/L arasında; yağ-gres 55-1053 mg/L arasında yer aldığı görülmektedir. Seperatör suyu karakterizasyonu değerlendirildiğinde ise, karakterizasyonun zamana bağlı değiştiği görülmüş ve zamana bağlı olarak kompozit numune almaya çalışılmıştır. Zamana bağlı alınan atıksuların ortalama KOİ'si 9.600 mg/L ve 6.750 mg/L civarında bulunmuştur. Dekantör suyu karakterizasyonu değerlendirildiğinde ise, KOİ değerinin ortalama 110.000 mg/L civarında olduğu görülmektedir. Literatürle karşılaştırıldığında, sonuçlar genel olarak uyumlu bulunmuştur.

Zeytinyağı işletmeleri açısından Fayda-Maliyet analizi ve kriterler açısından karşılaştırma çalışmaları

Zeytinyağı üretim tesislerinde oluşan atıksuyun, çevreye zarar vermeyecek şekilde bertaraf edilmesi için, farklı üretim miktarına sahip işletmelere yönelik alternatif yöntemler ele alınmış ve bunların mali yönden fayda-maliyet kıyaslaması yapılmış, ayrıca her bir alternatif Teknik, Çevresel ve Yönetimsel kriterler (Çevresel Etki, Su Tasarrufu, Uygulanabilirlik ve Sürdürülebilirlik, Kontrol Edilebilirlik-izlenebilirlik, Ürün Kalitesine Etkisi, Alan İhtiyacı ve Oluşan Pirinanın Yönetimi) açısından karşılaştırılmıştır. Değerlendirilen bertaraf ve yönetim alternatifleri; i) Tesisin kapasitesine göre oluşacak karasuyun hacmine uygun sızdırmaz lagün inşaa edilmesi ve bu yolla karasuyun buharlaştırılması, ii) Tesiste yerinde arıtma sisteminin kurulması ve bu yolla karasuyun arıtılması, iii) Karasuyun, zeytinyağı üretim tesislerine hizmet verecek bir merkezi arıtma tesisinde arıtılması, iv) Karasuyun, zeytinyağı tesislerine hizmet verecek bir merkezi gazlaştırma tesisinde bertarafı, v) Üç fazlı üretimden iki fazlı üretime geçiş, olmak üzere değerlendirilmiştir. Mali analiz, ortalama 3 farklı büyüklükte üretim yapan zeytinyağı tesisleri (sezonda 1.000 ton, 2.000 ton ve 4.000 ton zeytin işleme kapasitesi üzerinden) için ayrı ayrı ele alınmıştır. Teknik, Çevresel ve Yönetimsel kriterler açısından yapılan karşılaştırma ve maliyet analizi çalışması sonucuna göre, sektörden kaynaklanan atıksu kirliliğinin önlenmesi için, en uygun alternatifin "iki fazlı üretime geçiş" olduğu belirlenmiştir. Zeytinyağı işletmelerinin iki fazlı üretime geçişinin,

Ülkemize maliyetinin yaklaşık 50-70 Milyon TL civarında olacağı ön görülmektedir (Detayları Bölüm 6'da verilmiştir).

Mevcut Pirina Tesisleri Altyapısının İki Faz Pirinaya Uyumlu Hale Getirilmesi ve yeni pirina tesisi ihtiyacı

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 gerekmektedir. İhtiyaca göre kurutma ünitesi kapasitelerini arttırmaları da söz konusu olabilir. Bununla birlikte, dekantasyon aşamasında oluşacak atıksu için depolama havuzu yapmaları ve bu atıksuyun buharlaştırılma/bertarafına yönelik prosedür oluşturmaları gerekmektedir. Bu çerçevede, dönüşüm sonrasında oluşacak 2 fazlı pirinanın işlenebilmesi için pirina tesislerinin kapasitelerinin yeterliliği analiz edilmiş ve yeni kurulacak pirina tesislerinin olası yerinin tahmin edilebilmesi için, en iyi ve en kötü durumu içerecek 3 senaryo üstünde çalışılmıştır. Yeni kurulacak pirina tesisi tipinin belirlenebilmesi için ise, farklı nihai ürünlerin elde edildiği çeşitli alternatifler fayda-maliyet açısından karşılaştırılmıştır. Ayrıca her bir alternatif, ülkemiz koşulları dikkate alınarak; Teknik, Yönetimsel ve Çevresel kriterler açısından değerlendirilmiş ve öncelik sırası belirlenmiştir. Karşılaştırılan pirina değerlendirme alternatifleri; i) Üç fazlı pirinanın mevcut pirina tesislerinde değerlendirilmesi (pirina yağı ve yakıt üretimi), ii) İki fazlı pirinanın mevcut pirina tesislerinde değerlendirilmesi (pirina yağı ve yakıt üretimi), iii) İki fazlı pirinanın yem maddesi olarak değerlendirilmesi (pirina yağı ve yakıt üretimi), iv) Üç fazlı ya da iki fazlı pirinanın merkezi tesislerde gazlaştırılması, v) İki fazlı pirinanın kompost olarak kullanımı olmuştur. Bu alternatiflerden "iki fazlı pirinanın mevcut pirina tesislerinde değerlendirilmesi (pirina yağı ve yakıt üretimi)" Teknik, Çevresel ve Yönetimsel kriterler açısından en uygun alternatif olarak belirlenmiştir. Pirina değerlendirme yöntemleri, maliyet analizi açısından karşılaştırıldığında ise, yem maddesi üretiminin en kazançlı (üretilen ürünler; 2. sıklım yağı, çekirdek ve kalan posa-yem maddesi) alternatif olduğu görülmektedir. Ancak, üretilecek yem maddesi için piyasada yeterli talebin olup olmadığı ve ürünün ne oranlarda satılıp satılamayacağı belirsizdir. 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 (Detaylar Bölüm 7'de verilmiştir).

3 faz ve 2 faz üretimin atıksu açısından karşılaştırılması

Ülkemizde mevcut durumda, ortalama toplam 775.000 m³ su kullanıldığı, kullanılan suyun sadece yaklaşık 94.000 m³'ü 2 fazlı tesislerde oluştuğu düşünülmektedir. Türkiye'de yer alan tüm zeytinyağı üretim tesisleri, 2 fazlı üretime geçecek olursa, kullanılan su miktarının yaklaşık 320.000 m³ olacağı tahmin edilmektedir. 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 değer 555 ton KOİ/sezon olacağı tahmin edilmektedir. Görüldüğü gibi, 2 fazlı sisteme geçilmesi durumunda kirlilik yükü açısından önemli derecede azalma olacağı görülmektedir.

İki fazlı üretimde, kirliliği yüksek olan ve zeytin özsuunu içeren dekantör atıksuyu oluşmamakta, ancak yıkama suyu ve separatör atıksuyu oluşmaktadır. Bu atıksuların, miktar ve kirlilik içeriği açısından SKKY'nin Madde 3, b bendinde yer alan küçük atıksu tanımı kapsamına girdiği düşünülmektedir. Sezonda ortalama 2000 ton zeytin işlenen bir işletmede, toplam 10-15 m³/gün yıkama ve separatör atıksuyu oluşması beklenmektedir. Bu çerçevede, sektörün 2 faza geçiş döneminde karşılaşacakları problemleri minimize etmek ve dönüşüme destek olmak için, atıksu altyapısının uygun olması ve arıtma ile sonlanması durumunda, Yağı ve katı maddesi, ayrılan separatör atıksuyunun, yıkama atıksuları ile birlikte düşünülmesi ve küçük atıksu kaynağı kapsamında kanalizasyona deşarj edilmesi, kanalizasyon mevcut değilse, merkezi arıtma tesisine vidanjör ile taşınmasının uygun olabileceği değerlendirilmektedir.

Dekantasyon atıksuları açısından ise durum özetle şu şekildedir; Ülkemizde 750 civarında 3 fazlı üretim yapan zeytinyağı tesisinden sezonda yaklaşık 650-700.000 m³/sezon karasu oluşmaktadır. Diğer taraftan, 2 faz dönüşüm sonrası oluşan pirina, pirina tesislerinde doğrudan kurutulmak yerine, dekantasyon işlemi ile suyunun alınması durumunda, atıksu kaynağının 750 işletmeden 15 işletmeye indirgenecek olması, kontrol edilebilirlik açısından avantaj olarak değerlendirilebilir. Pirina tesislerinde 2 fazlı pirinanın dekantasyona tabi tutulması ile 200-250.000 m³/sezon atıksu oluşacağı, dolayısıyla 3 fazlı üretime kıyasla 3'te 1'i miktarında ve 3 kat daha konsantre halde olacaktır. Bu suların bir miktar daha suyunun buharlaştırılıp pirina ile değerlendirilmesi söz konusu olduğundan konsantre olması avantajdır. Bununla birlikte, sezonda 1000 ton işleyen bir işletme için, üç fazlı üretim

durumunda sezonda oluşan dekantasyon atıksuyu ve pirina toplamı yaklaşık 1500 ton iken, iki faz üretimde sezonda oluşan pirina miktarı yaklaşık 900 ton civarında olacaktır.

Yönetim Planı Raporu

“Yönetim Planı Raporu” kapsamında zeytinyağı sektörü atıklarının yönetimine yönelik eylem planı oluşturulmuş ve roller tanımlanmıştır. Yönetim Planı, yasal altyapının oluşturulması, kurumsal altyapının oluşturulması ve bilgilendirme başlıklarını içermiştir. Yasal altyapının oluşturulması kapsamında; mevcut durum özetlenmiş ve önerilen yasal altyapıya yer verilmiştir. Kurumsal altyapının oluşturulması kapsamında; pirina taban fiyatının belirlenmesi amacıyla komisyon kurulması ve işletmelere yönelik kayıt sisteminin oluşturularak güncellenmesine yer verilmiş, bilgilendirme kapsamında ise sektörün, müstahsilin (zeytin üreticisi) ve kullanıcının üretim prosesleri hakkında bilgilendirilmesine yönelik öneriler yer almıştır. Yönetim planı ile uyumlu olarak, zeytinyağı tesisleri atıksularının ve iki faz pirinanın yönetimine yönelik strateji ve eylemler belirlenmiş, yapılması gerekenler, destekler ve izleme çalışmaları bir takvime bağlanmış ve öneri olarak sunulmuştur. Eylem planı, kısa, orta ve uzun vadede yapılması gerekenleri içermiştir.

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. 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. Zeytinyağı tesisleri için gerçekleştirilen fayda-maliyet analizinde, en kritik parametrelerin başında, pirina satış bedeli olduğu görülmektedir. Zeytinyağı işletmelerinin uzun vadede ayakta kalabilmesi ve iki faza dönüşümden kaynaklanacak gelir kayıplarının azaltılması amacıyla, iki fazlı pirina için taban fiyatın belirlenmesi ve her iki sektör temsilcilerinin de yer alacağı komisyon tarafından, pirina fiyatının her yıl güncellenmesi önerilmektedir.

Bununla birlikte, kimyasal olarak yağ alınmış pirinanın yakıt olarak kullanılması yerine çeşitli teknolojiler kullanılarak elektrik elde edilmesi durumunda, biyokütleden elde edilen elektrik için uygulanan devlet teşviği sayesinde karlılıklar önemli oranlarda artmaktadır. Halihazırda, pirinadan elektrik üretmek üzere, Bergama Bölgesinde (Doğu-Orpir Pirina tarafından) bir yakma tesisi kurulmaktadır. Bu ve benzeri tesislerin, sayısının artmasıyla, pirinanın



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 19 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

değerlenmesi, pirinaya talebin artması ve buna bağlı olarak zeytinyağı tesislerinden pirina alış fiyatının da yükselmesi söz konusu olabilir.

Ayrıca, proje kapsamında, 2 faz ve 3 faz üretimin karşılaştırılabilmesi amacıyla kütle dengesi çıkarılmış ve hesaplar web tabanlı bir programa aktarılmış ve rapora ek olarak sunulmuştur. Söz konusu program kullanılarak üretim aşamalarında kullanılan su miktarı, üretilen yağ miktarı, oluşacak atıksu ve pirina miktarı ile 2 faz pirinanın nem içeriği hesaplanabilmektedir.



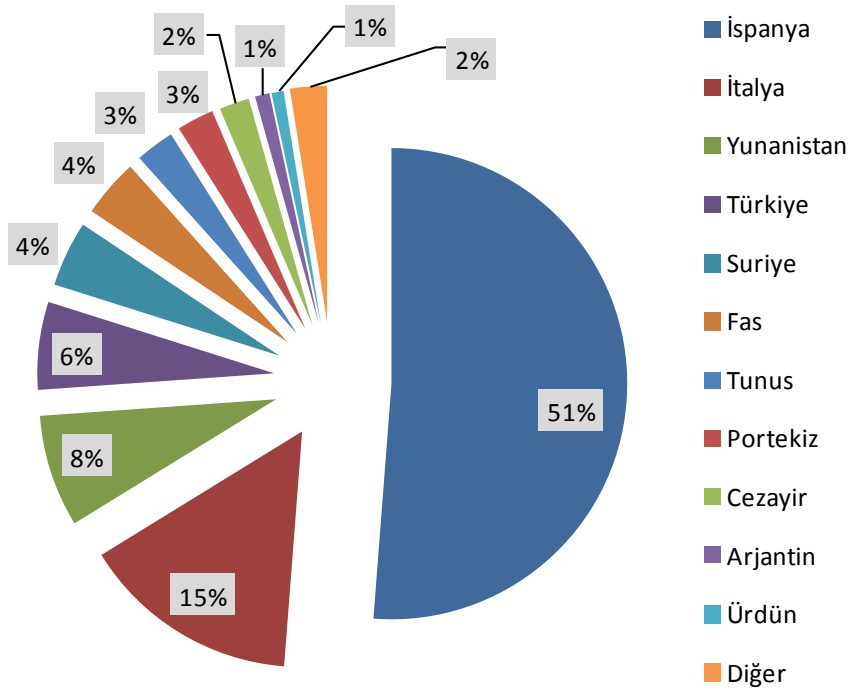
TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 20 / 331

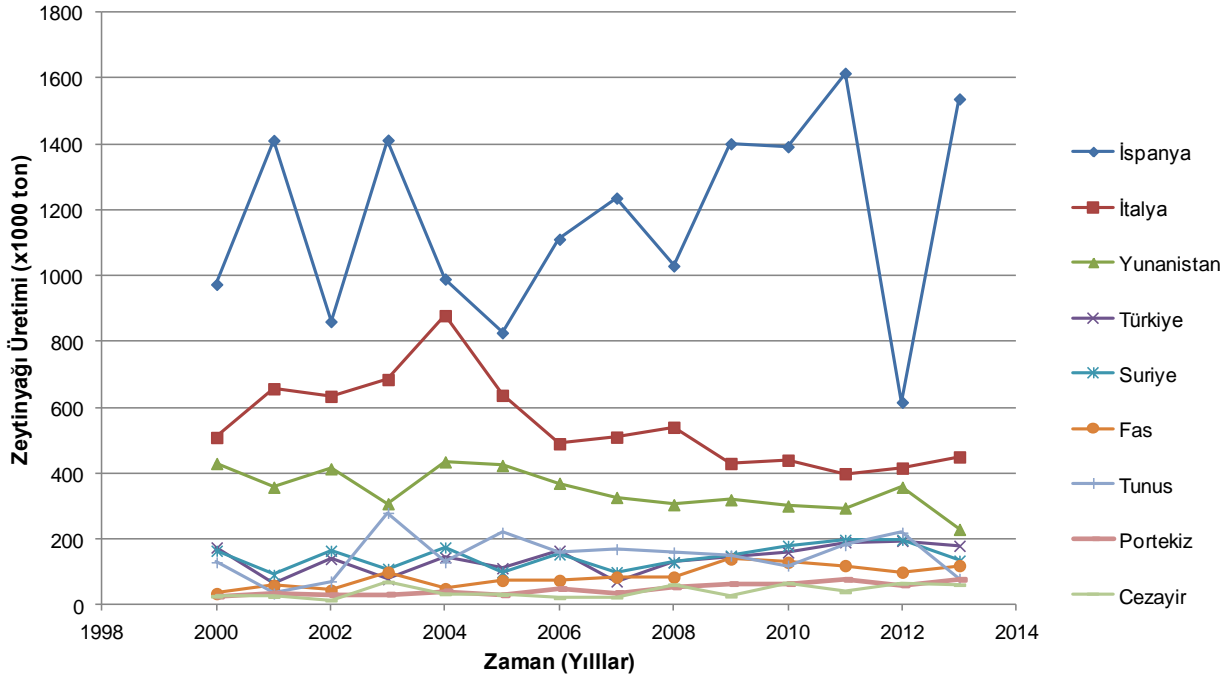
Güncelleştirme Sayısı: 00

GİRİŞ

Zeytin ve zeytinyağı üretimi Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz ülkelerinin ekonomisinde önemli bir yer tutmaktadır. Ülkemizde 0,8 milyon hektarlık alan zeytin arazisi olup bu alan 95 milyon zeytin ağacı ile önemli bir tarım, sanayi, ticaret ve istihdam alanıdır. Türkiye bulunduğu coğrafi konum ve sahip olduğu Akdeniz iklimi nedeniyle, özellikle İspanya, İtalya, Yunanistan ve Tunus gibi diğer Akdeniz ülkeleriyle birlikte dünyanın önde gelen zeytinyağı üreticilerindedir (Şekil 1). Zeytinyağı üretimi yapan ülkelerin yıllara göre üretimi görülmektedir. Var yılı ve yok yılı olarak dönemsel zeytin üretiminde salınımlar ortaya çıkabilmektedir (Şekil 2). Türkiye'nin kendi içindeki durum değerlendirildiğinde ise 2008-2009 döneminde 130000 ton civarlarında olan zeytinyağı üretiminin, 2012-2013 döneminde 195000 ton ile artış gösterdiği görülmektedir (Url-1).



Şekil 1 Ülkelere göre zeytinyağı üretimi (2013)



Şekil 2 Zeytinyağı üretimi yapan ülkelerin yıllara göre üretimi

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.

Tanımlar

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,



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 23 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

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 (oluştığı 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 <math><1,5\%</math>) ve kurutulmuş zeytin küspesi.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

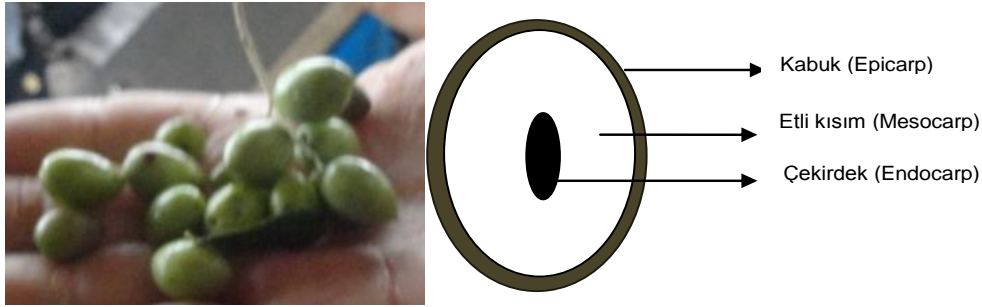
Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 24 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

1 ZEYTİNYAĞI ÜRETİM PROSESLERİ VE PROSES ATIK/ARTIKLARI

Zeytinyağı kalitesi ve verimi, zeytinin çeşidine, sulama ve gübrelemeye, zirai ilaç kullanımına, hasat şekli ve zamanına, zeytinlerin depolanma şekli ve süresine bağlı olarak değişmektedir. Bunların dışında zeytinyağı üretim sistemleri ve işlem parametreleri üretimi doğrudan etkilemektedir. Olgun bir zeytin ağacından yaklaşık olarak 15-20 kg zeytin elde edilmektedir. Ortalama 5 kg zeytinden ise 1 L zeytinyağı çıkarılmaktadır. Bir zeytin ağacı yılda ortalama 3-4 L zeytinyağı üretebilmektedir. Zeytin ağaçları, yetiştirme bölgesine bağlı olarak, Nisan ve Haziran aylarında çiçeklenmekte, Kasım-Şubat ayları arasında hasatları gerçekleştirilmektedir.

Zeytin, kabuk, etli kısım ve çekirdekten olmak üzere üç ana kısımdan oluşmaktadır (Şekil 3). 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.



Şekil 3 Zeytin meyvesi

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

1.1 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)
- Sıvı fazların ayrılması (Seperasyon)

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 ayrılıp, zeytinlerin bir yerde toplanması sağlanır.

Yıkama işleminde basınçlı su yardımıyla çamur ve taş gibi yabancı maddelerin zeytinden ayrılması sağlanarak zeytinyağının kalitesini bozulmaması amaçlanır. Bu işlem yapılırken zeytinler genellikle bir tanka boşaltılıp su ile yıkanarak zeytinden daha ağır olan taş ve benzeri yabancı maddelerin tankın dibinde toplanması sağlanır. Yıkamadan geçen zeytinler kırma işlemine gönderilir. Bazı durumlarda zeytinin çeşidine ve kalitesine göre yıkama işleminde zeytin üzerinde çok fazla su birikintisi olduğu durumlarda zeytinler santrifüj

sepetlere konularak bu damlacıkların uzaklaştırılması hızlıca sağlanmış olur. Zeytinleri yıkamada helezonlu paletli yıkama tankları, kafesli döner dolap, basınçlı su titreşen elekli ve su içerisine hava vererek hareketli tip yıkama makineleri kullanılmaktadır. 100 kg zeytini yıkamak için hammaddenin durumuna göre 10-100 L arasında su harcanmaktadır (Vlyssides ve diğ., 2004).

Kırma-Yoğurma (Malakasyon) İşlemi

Kırma işlemindeki amaç, zeytinin etli kısımdaki bölümlerin parçalanarak yağı açığa çıkarmaktır. Parçalayıcı, bu hücreyi parçalayıp yağ damlacıklarını ortaya çıkarırken, diğer taraftan ulaşılamayan yağ hücrelerini de parçalar. Zeytinin kırılmasında ilk zamanlarda taş kırıcılar kullanırken, günümüzde bunun yerini metal kırıcılar almıştır. Metal kırıcılardan en yaygın olanı çekiç kırıcılardır. Kırma işleminde sisteme zeytin olarak giren ve parçalanmış olarak (hamur kıvamında) çıkan malzemenin sıcaklığı bu işlemde önemlidir. Taş kırıcılarda sıcaklık artışı yaklaşık olarak 4-5°C, metal kırıcılarda ise bu artış yaklaşık olarak 10-15°C olabilmektedir. Bu artışın temel sebebi; kırma işleminin çok hızlı olarak gerçekleşmesi ve zeytinin içindeki çekirdek gibi maddelerin kırma sonucunda parçalanarak ısı artışına sebep olmasıdır. Bu sıcaklık aynı zamanda hamur malzemesine yayıldığı için yağ kalitesini bozmamakla birlikte fenolik bileşiklere etki etmektedir (Göğüş ve diğ. 2009).

Zeytin ezildikten sonra özellikle metal değirmenler kullanıldığında yoğrulması gerekmektedir. Bu işlem daha sonra katı/sıvı fazların ayrılmasında ve hamurun hazırlanmasında önem taşır. Yoğurmada amaç bir taraftan devamlı faz oluşturacak şekilde yağ damlacıklarının daha büyük damlalar haline gelmesine yardım etmek ve yağ/su emülsiyonunu kırarak serbest yağ yüzdesini arttırmaktadır. Malaksörler, yarım silindirik veya başka şekillerde, dik veya yatay milli şekilde olabilmektedir. İç cidarları paslanmaz çelikten yapılmıştır. Dış cidar sıcak su sirkülasyonu yapılacak şekilde veya elektrikle çalışan ısıtma sistemi ile donatılmıştır. Mil üzerinde spiral şekilli parçalar veya hamuru yavaş yavaş döndürerek yoğuran çeşitli ebatlarda bıçaklar takılmıştır. Yağın daha fazla alınması ve hamurun homojen karışım haline gelmesi için yoğurma işlemi önemlidir.

Dekantasyon İşlemi

Zeytin hamurundan sıvı fazları (yağ ve karasu) katı fazdan ayırmak için çeşitli metotlar kullanılmaktadır: bunlar a) kuvvetli basınçla presleme, b) santrifüjleme, c) yüzey gerilim farklılığına dayanan (perkolasyon) sistem ve d) doğal dinlendirme (dekantasyon) işlemi olarak sıralanmaktadır. Farklı dizaynlarıyla günümüzde en yaygın olarak kullanılan sistem

santrifüjleme sistemidir. Santrifüjleme sisteminde hamura doğrudan santrifüj kuvveti uygulanır. Burada esas birbirine karışmayan sıvıların ve katı maddelerin özgül ağırlıklarının farklı olmasıdır. Yani aynı anda yağ, karasu ve pirinanın birbirinden ayrılması gerçekleşir. Bu ayırım dekantör olarak adlandırılan yatay santrifüjle mümkün olmaktadır. Yağ çıkarma randımanları işlenen zeytinlerin özelliklerine ve dekantörün besleme debisine bağlıdır. Ayrıca hamuru sulandırmak için ilave edilen suyun miktarı ve sıcaklığı da buna etkilidir. Suyun sıcaklığı ise yağ randımanı üzerinde daha az etkili olmakla birlikte yağın muhafazası sırasında yağ özelliklerine olumsuz etki yapmasını önlemek için 20-25°C den yüksek olmamalıdır. İki-fazlı ve üç-fazlı santrifüjleme sistemleri birçok alt kademede farklı modifikasyonlarıyla inşa edilebilmektedir. Son zamanlarda iki-fazlı susuz sistemler yağ kalitesindeki belirgin iyileşmeden dolayı tercih edilmektedir.

Seperasyon İşlemi

Seperasyon işlemi; yağın içindeki posa, zeytin özsuğu gibi maddeleri uzaklaştırmak için santrifüj işleminin uygulanmasıdır. Bunun sonucunda yemeklik zeytinyağı elde edilir. Bu işlemden sonra elde edilen posa gibi maddeler pirinaya verilir. Bu işlemler birbiri ardına yapılarak yağ asidi oluşumunun azaltılması sağlanır.

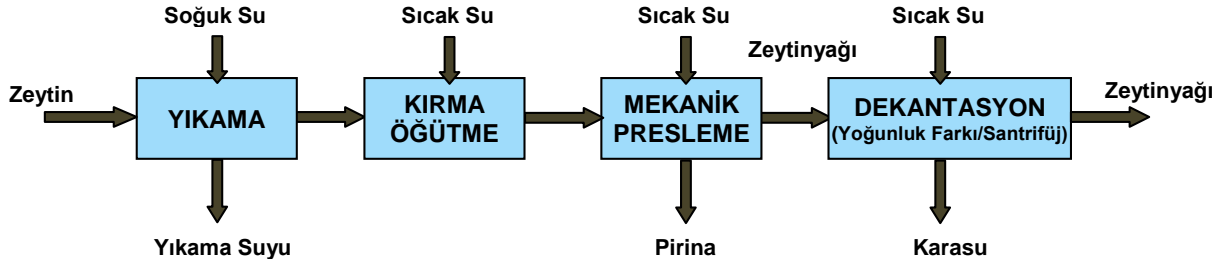
1.2 Zeytinyağı Üretiminde Kullanılan Yağ Ayırma Prosesleri

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. Bu üretim sistemleri detaylı olarak aşağıda anlatılmıştır.

1.2.1 Kesikli (Geleneksel Presleme) Üretim Prosesi

Geleneksel presleme yöntemi, yağın hidrolik presler yardımıyla çıkarılması esasına dayanır. Kesikli (geleneksel presleme) üretim sisteminde (Şekil 4) zeytinler proses suyu ilavesiyle yıkanmakta, ezilerek öğütölmekte ve sıcak suyla yoğrulmaktadır. Elde edilen hamur, preslenerek, yağ fazı ayrılmaktadır. Bu üretim sistemi besleme, hammadde depolama, temizleme, kabuk kırma ve ezme, kurutma-kavurma, sıkma, filtrasyon/dekantasyon ünitelerinden oluşmaktadır. Oluşturulan hamurun birleşimi %20 yağ, %25 katı madde, %55 zeytin öz suyu biçimindedir (Şengöl ve Özer 2003). Presleme prosesinde zeytinlerin yıkanması ve yoğrulması aşamasında kullanılan su, atıksu olarak ortaya çıkar. Elde edilen

hamur daha sonra preslenerek, yağ ve vejetasyon suyu (karasu) ayrılır, katı faz ise bir yan ürün olan pirina olarak elde edilir. Presleme yöntemi sonrasında 100 kg işlenen zeytin başına yaklaşık karasu oluşum miktarı 90 L mertebelerinde olmaktadır. Karasuyun çevresel karakterizasyonu, $BOI_5=90-100g/L$, $KOI=120-130g/L$, $pH=4,5-5,0$ arasında değişmektedir (Azbar ve diğ., 2008a).



Şekil 4 Kesikli üretim sistemi akım şeması

1.2.2 Sürekli (Kontinü) Üretim Prosesi

Sürekli sistemler, preslemeye kıyasla daha modern yöntemlerdir. Zeytin hamurundaki sıvı fazın (yağ ve karasu) katı fazdan yüksek hızda dönen santrifüjler-dekantörler yardımıyla ayrılması esasına dayanır. Bu üretim sistemi, besleme, yıkama, kırma ve hamur hazırlama ünitelerinden oluşmaktadır. Sürekli sistemlerde presin yerini santrifüj (dekantör) almıştır. Bu yöntemde üretim sırasında kullanılan dekantöre metoduna bağlı olarak üç fazlı ve iki fazlı olmak üzere iki üretim sistemi tanımlanmaktadır.

Üç Fazlı Üretim Prosesi

Üç fazlı üretim prosesi ilk defa 1970'li yıllarda işçilik maliyetini azaltmak ve proses kapasitesini arttırmak için geliştirilmiştir. Geleneksel presleme yöntemi ile günde 8-10 ton zeytin işlenebilirken, üç fazlı üretim prosesi ile bu miktar daha fazla olabilmektedir.

Üç-fazlı üretim prosesinde, proses suyu kullanılmakta ve proses sonucunda yağ, atıksu (karasu) ve katı kısım (pirina) olmak üzere üç faz oluşmaktadır. Bu teknoloji ile basit presleme yöntemine göre üç katına kadar daha fazla su kullanılması gerekmektedir (Masghouni ve Hassairi, 2000). Burada oluşan atıksu, yıkama suyu, dekantasyon aşamasında oluşan karasu ve separatör suyunun karışımını ifade etmektedir. Dekantasyon aşamasında oluşan atıksu, zeytinin içindeki suyu da içerdiğinden bu atıksular arasında en yüksek kirliliğe sahip olanıdır.

İki Fazlı Üretim Prosesi

Üç fazlı üretim prosesinin ardından, iki fazlı proses geliştirilmiştir. Üç fazlı üretim prosesine göre nerdeyse atıksu çıkışı olmamaktadır. Sistemden atık olarak yalnızca sulu pirina (bulamaç halinde) çıkmaktadır. Çıkan pirina, atıksudan arındırılmadan kullanılamamaktadır (Azbar ve diğ, 2008a).

İki fazlı üretim prosesinde kullanılan yatay santrifüjler, üç fazlı üretim prosesinde kullanılanların modifiye edilmiş halidir. İşlem sonrasında yağ ve pirina olmak üzere iki faz oluşmakta, karasu oluşmamaktadır. Karasuyun büyük bir bölümü, pirina ile birlikte açığa çıkmaktadır. Oluşan sulu pirina %60-75 civarlarında su, yağ bazda ise %3-4 oranında yağ içermektedir. İki fazlı sistemde oluşan atıksu ise sadece yıkama ve seperatör sularıdır. Dekantasyon aşamasında atıksu oluşmamaktadır. Zeytin özsuyu ile birlikte sistemden uzaklaşırken, doğal antioksidan olan ve suda çözünen polifenollerin çoğu yağın içinde kalmakta, böylece üretilen yağ da, üç fazlı sistemin yağına göre daha dayanıklı olabilmektedir (Kaya 2009).

1.3 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 biriktirildiği ortamın farklı olması da atıksuyun içeriğinde belirgin farklılıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Üç ve iki fazlı sistemlerin farklı aşamalarında kullanılan ve atıksu olarak sistemden çıkan, su miktarları Tablo 2'd e yer almaktadır. Tablodan görüldüğü üzere 100 kg zeytinin, üç fazlı üretim sistemi ile işlenmesi sonunda yaklaşık 125 L/100 kg atıksu oluşurken, iki fazlı üretim sistemi ile işlenmesi sonunda 25 L/100 kg atıksu oluşmaktadır. Üç fazlı sistemde yıkama suyu, dekantör suyu ve seperatör suyu oluşurken, iki fazlı proseste sadece yıkama ve seperatör suyu oluşmaktadır. İki fazlı proseste, dekantöre su verilmediği için, zeytinin özsuyu pirinanın içerisinde verilerek bertaraf edilmektedir. Zeytinyağı üretimi sırasında kullanılan yıkama suyu, karasuya göre daha az kirletici özellik göstermektedir. Genel olarak içeriğinde topraktan ve ezilen zeytinlerden gelen katı madde, az miktarda inorganik gübre, pestisit ve yağ bulunmaktadır.

Tablo 2 Üç fazlı ve iki fazlı zeytinyağı üretim sistemlerinin farklı aşamalarında oluşan atıksu hacimleri (Borja ve diğ. 2006).

Oluşan Atıksu (L/100 kg İşlenen Zeytin)	Üç Fazlı Üretim Sistemi (L)	İki Fazlı Üretim Sistemi (L)
Yıkama Suyu	9	5
Dekantör (Yatay Santrifüj)	90	0
Seperatör(Dikey Santrifüj)	20	15
Genel Temizlik	5	5
Toplam	124	25

1.3.1 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 (El-Abbassi ve diğ, 2014).

Karasu, koyu kahverengi-kırmızı tonlarından siyaha kadar değişen renklindedir. Değerli iz elementler, potasyum, fosfor gibi elementler ve organik bileşikler içermektedir. Organik bileşiklerin başında şeker, azot bileşikleri, uçucu asitler, polialkoller, pektin, yağ, polifenoller ve taninler gelmektedir (Niaounakis ve Halvadakis, 2006).

Fenolik bileşikler zeytinin çekirdeğinde ve etli kısmında bulunmaktadır ve yağa nazaran sudaki çözünürlüğü daha fazladır. Böylece konsantrasyonu normalde 500 mg/L civarlarındaiken, atıksuda 2500 mg/L olabilmektedir. Karasuda otuzdan fazla fenolik bileşik tespit edilmiştir (McNamara, 2008). Karasuyun içerdiği fenolik bileşiklerden olan monomerik ve polimerik yapıları 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).

1.3.2 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

TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 32 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

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.

Pirina yüksek organik madde, yağ içeriği ve yüksek kalorifik değeri sebebiyle, çeşitli amaçlarla değerlendirilebilen kıymetli bir yan üründür. Ancak, bu özellikleri sebebiyle, değerlendirilmediği durumda pirina ciddi çevresel problemlere sebep olabilmektedir. İçeriğindeki bileşenler fitotoksik maddelere dönüşebilmekte ve topraktaki yaşamsal faaliyetleri durdurarak bitkilerin büyümesini engellemektedir. Aynı zamanda yüksek fenol içeriğine sahip olduğundan, deniz, göl gibi sulara deşarj edildiğinde su canlıları açısından ölümcül etkilere sebep olabilmektedir.

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.

Zeytinyağı üretimi sırasında oluşan pirina miktarı, pirinanın içerdiği su oranı ile doğrudan ilişkilidir. İki fazlı proseste, pirina zeytinin içeriğindeki suyu muhteva ederken, üç fazlı proseste zeytinin içindeki suyun bir kısmı karasuyun içinde kalmaktadır. Bu da pirinanın su oranının değişiklik göstermesine ve dolayısıyla toplam pirina miktarının farklı olmasına sebep olmaktadır. Kurutma işleminden geçmiş pirina Şekil 5’de gösterilmektedir.



Şekil 5 Kuru pirina



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 33 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Pirina içerdiği yağ miktarı ile önemli bir ekonomik değer taşımaktadır. Pirinadan elde edilen yağ, kozmetik ve sabun sektöründe kullanılmaktadır. Yağı alınmış pirina kükürt içermemesi ve düşük kül içeriğinden dolayı enerji kaynakları arasında yerini almaktadır. Ayrıca yağı alınmış pirina, hayvan yemi ve gübre olarak da kullanılabilir (Çıtak, 2006).



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 34 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 35 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

2 ZEYTİNYAĞI ÜRETİM ATIK/ARTIKLARININ DEĞERLENDİRİLME VE BERTARAF YÖNTEMLERİ

2.1 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).

Zeytinyağı üretiminden çıkan karasu, yüksek kirleticilik özelliği ile problemlili bir atıksudur. Üretim sırasında ortaya çıkan bu atıksu, ülkemiz genelinde sızdırmaz lagünlerde toplanmakta ve buharlaşmaya bırakılmaktadır ancak yağışın olması veya üretimin yoğun olması durumunda bu atıksu, alıcı ortamlara ulaşmaktadır. Diğer Akdeniz ülkelerinde karasuyun, sulama amaçlı kullanıldığı (İtalya) veya üretim prosesi değişikliğine gidildiği görülmektedir (İspanya). Karasuyun bertarafı ile ilgili izlenen yaklaşımlar aşağıda yer almaktadır.

2.1.1 Kanalizasyona Direkt Deşarjı

Zeytinyağı üretimi yapılan birçok yerleşimde karasuyun kanalizasyona direkt deşarjı edildiği gözlenmektedir. Ancak bu yaklaşımla karasuyun uzaklaştırılması yasal ve teknik olarak uygun değildir. SKKY'de atıksuyun kentsel alt yapı tesislerine (kanalizasyona) deşarjı ile ilgili Tablo 25'te sınırlandırmalar getirilmiştir. Tablo 25'e göre öngörülen atıksu standartlarında KOİ 4000 mg/L, yağ-gres 250 mg/L, AKM 500 mg/L, Fenol 20 mg/L olmak üzere pek çok parametre sıralanmaktadır. Bazı illerde (İstanbul, Tekirdağ, Gaziantep, vb) bu kriterler daha sıkı olarak uygulanmaktadır. Bu sınır değerlere bakıldığında, karasuyu karakterize eden parametrelerin, direkt deşarj için çok yüksek kaldığı ve deşarj için ön işlem gerektiği görülmektedir. Zeytinyağı üretim dönemlerinde, kentsel atıksu arıtma tesislerinin, karasuyun



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 36 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

kanalizasyona deşarjından dolayı kapasitelerinin çok üstündeki yüklemelere maruz kaldığı hatta kapatıldığı gözlenmektedir.

2.1.2 Lagünlerde Buharlaştırma

Türkiye'nin de içinde yer aldığı Akdeniz ülkelerinin çoğunda, karasuyun bertarafı için lagünlerde toplama ve buharlaştırma işlemi uygulanmaktadır. Akdeniz ülkelerinde iklim buharlaşmaya imkân verse de zeytinyağı üretimi dönemi yağışların yoğun olduğu Kasım-Şubat aylarında gerçekleşmektedir. Zeytinyağı üretiminin veya yağışların yoğun olduğu dönemlerde, lagünlerde taşmalar gerçekleşmekte ve oluşan atıksu alıcı yüzey ve yeraltı sularını kirletmektedir. Yaz ayları sonunda tüm suyun buharlaşmasının ardından lagünde kalan kek şeklinde kuru atık toplanarak gübre olarak değerlendirilebilmektedir (Oktav ve Özer, 2002). Atıksuyun lagünlerde buharlaştırılarak uzaklaştırılmasının maliyeti düşük olmakla birlikte, alan gereksinimi yüksek, organik madde giderimi düşüktür. Diğer taraftan buharlaşma ile karasu içerisinde uçucu halde bulunan birçok toksik madde bu yöntemle havaya karışmaktadır (Ekici, 2010).

Ülkemiz genelinde karasuyun bertarafı için lagün kullanılmaktadır. 01.09.2009 tarihinde Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından yayınlanan bir yazıda, buharlaştırma lagünlerinin dizayn kriterleri detaylı bir şekilde ortaya konmuştur. Bu kriterler, en fazla 1,5 m derinlikte olması gereken lagünlerin, kil ve/veya geomembran tabakayla kaplanması gerektiği üzerinedir. Ancak mevcut lagün hacimlerinin olması gerekenin altında olduğu, sızdırmaz özellikte olmadığı gözlenmektedir.

2.1.3 Sulamada Kullanımı

Karasuyun arıtımının bu kadar güç ve maliyetli oluşunun karşısında, karasuyun bertarafı ile izlenen en önemli yaklaşımlardan biri karasuyun sulama amaçlı kullanımıdır. Bu konu İtalya ve İspanya gibi ülkelerde gündeme gelmiştir. Özellikle İtalya'da karasuyun tarımsal arazilerde sulama amaçlı kullanım konusu önem kazanmış, 11 Kasım 1996 tarih ve 547 sayılı Kanun ile yağ çıkarma fabrikalarının vejetasyon sularının boşaltılmasına ilişkin yeni hükümler ortaya konmuştur (İtalyan Cumhuriyeti Resmi Gazetesi, 1996). Ancak bu konuda henüz yeteri kadar çalışma yapılmadığı görülmektedir. Sulama amaçlı kullanılan karasuyun zamanla (20-30 sene sonra) toprakta ne etki yaratacağı hususu gündemdedir.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 37 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Zeytinyağı karasuyunun sulama suyu olarak yeniden kullanılabilirliği ile ilgili yapılan çalışmaların çoğunda, karasuyun toprağa deşarjının gübre etkisi yapabileceği düşünülmektedir. Besin maddeleri ve yüksek potasyum içeriği sayesinde toprakta iyon dengeleyici olarak faydalı olabilmektedir. (Mekki ve diğ., 2007; Dhouib ve diğ., 2006). Zeytinyağı karasuyunun bir diğ er önemli özelliği ise yüksek antimikrobiyal kapasitesidir. Bu özelliğ inin toprakta zararlı organizmalarla savaşta kullanılabilceği, karasuyun toprağa deşarjının iyi bir korunma yöntemi olabileceği üzerine araştırmalar yapılmaktadır (Kotsou ve diğ., 2004). Bunların dışında karasu yüksek tuz konsantrasyonu ve düşük pH'a ve fitotoksik etkiye sahiptir. Bu atıksuyun yüksek fenol içeriği nedeniyle olumsuz etkileri ortaya çıkmaktadır. Ayrıca karasuyun yeraltı suyunda nitrat (özellikle bebeklerde ölümle sonuçlanabilen mavi bebek hastalığına neden olabilmekte) ve ağır metal (toprakta ağır metalleri çözmesi sebebiyle) kirlenmesine neden olabileceği bilinmektedir. Karasuyun sulama suyu olarak İtalya'da yönetmelikler dâhilinde kullanılabildiği bilinmektedir. Suriye'de de özellikle fenol bileşikleri giderilmiş atıksu sulamada kullanılabilmektedir. Türkiye'de ise Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği (2010), Arıtılmış Atıksuların Sulama Suyu Olarak Geri Kullanım Kriterleri atıksuların sulama suyu olarak kullanılmasına kısıtlamalar getirmektedir ve karasu bu çerçevede sulama suyu olarak kullanıma uygun değildir.

Literatürde yapılan çalışmalarda karasu ile sulanan toprakta, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerin değişimi incelenmiştir. Levi-Minzi ve diğ., (1995) tarafından yapılan bir çalışmada alkali toprak türünde asidite değişimi hektar başına 80, 160, 320 m³ oranlarında karasuyun 135 gün boyunca dozlanmasıyla izlemiştir. Karasuyun toprağa uygulanmasının ardından, kısa süreliğine toprakta asiditenin yükseldiği ancak 15 günde toprağın kendi doğal asiditesine geri döndüğü belirtilmiştir. Tuzluluk açısından değerlendirildiğinde karasuyun toprağın katyon dengesini bozacak birçok asit, mineral ve organik madde içermesi nedeniyle toprakta yüksek orandaki tuzluluk değerleri oluştuğu ve C/N oranının arttığı belirtilmektedir (Ahmed ve diğ., 2009). Ortalama dozda karasuyun toprağa uygulanması toprağın tuzluluğunu çok fazla etkilememektedir (Stamatelatos ve diğ., 2012). Killi toprağa yüksek dozda (yaklaşık 320 m³/ha) karasu uygulaması geçici olarak tuzluluğu arttırmaktadır (Levi-Minzi ve diğ., 1995). Organik kimyasal bileşiklere dikkate alındığında; karasu yaklaşık %6 oranında organik madde ve %0,4 oranında askıda veya çözünmüş mineral tuz içermektedir. Karasuyun içerdği organik madde topraktaki mikroorganizmalarca kolayca biyolojik olarak parçalanabilir niteliktedir. Ancak; bu maddenin parçalanmasıyla, kokuya sebep olan uçucu maddeler



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 38 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

üretilmektedir. Organik maddenin mineralizasyonu ile topraktaki $\text{NO}_3\text{-N}$ içeriği yükselmekte ve bağı olarak bitkilerdeki oranı da artmaktadır.

Ouzounidoua (2008), tarafından yapılan bir çalışmada, ham karasuyun doğrudan toprağa uygulanmasıyla bitkilerin yapraklarında ve meyvelerinde azalma belirlenmiştir. Karasuyun fitotoksitesi fenolik madde içeriğine ve bazı organik asitlere (asetik asit, formik asit) bağı olduğu, genellikle otsu bitkilerden olan domates, mısır ve yeşil çimen üzerinde yapılan çalışmalarla açıklanmıştır. Karasu toprakta bulunan mikroorganizma, sinek, larva ve solucanların metabolizmasına katkıda bulunmakta, onlara humik ya da fulvik bileşikler gibi kompleks aromatik moleküller karışımlarını besin olarak sağlamaktadır. Marsilio ve diğ. (1989) yaptığı çalışmada karasuyun kontrollü olarak toprağa verilmesinde faydalı etkileri olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmada, $160 \text{ m}^3/\text{ha}$ karasuyula beslenmiş alanda mikroorganizmalar doğal ortamdakinden 2,5 kat daha fazla olduğu ve 15 gün sonra 2,3 katına düştüğü ve ancak 100 gün sonra toprağın karasuyula beslenmemiş doğal haline döndüğü belirtilmektedir. Karasuyun toprağa uygulanmasıyla mantar, aktinobakteri, azot bağlayan bakteriler ve selülotik bakterilerin sayısında olumlu etkileri olduğu, olumsuz etkinin ise sadece nitrit ve nitrat bakterilerinde uygulamadan 15 gün sonra görüldüğü vurgulanmaktadır.

2.1.4 İşletmelerin Bireysel Artıma Tesislerini Kurması

Zeytinyağı üreticileri genelde küçük ölçeklidir ve birbirinden uzak lokasyonlarda yer almaktadır. Zeytinyağı üreticilerinin kendi arıtma tesislerini kurması, bu işletmeler önemli bir mali yükümlülük getirmektedir. Arıtma maliyeti ile zeytinyağı sıkma tesisi kurulma maliyeti neredeyse eşdeğer olmaktadır. Tek tek arıtma tesisi kurmak yerine ortak arıtma tesislerinin kurulması daha uygun görünmektedir. Ancak bu noktada taşıma maliyetleri göz ardı edilmemelidir. Yapılan çalışmalarda bölgenin büyüklüğüne bağı olarak 30 km çapında ve en az 1000 m^3 karasuyun toplanarak arıtılacağı bölgesel çözümlere gidilmesi önerilmektedir (Azbar ve diğ., 2008a).

Diğer taraftan karasuyun, yüksek kirlenme özelliği ile ilgili olarak henüz teknik olarak uygulanabilir ve ekonomik bir arıtma sisteminin olmadığı gözlenmektedir (Gursoy-Haksevenler, Arslan-Alaton, 2014). Karasuyun arıtılması üzerinde yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu henüz araştırma aşamasındadır. Bugüne kadar yapılmış deneysel çalışmalar gözden geçirildiğinde, arıtma yöntemlerinin daha ziyade sentetik atıksulara (polifenollere ve



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 39 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

fenolik asitlere) uygulandığı, incelenen pek çok arıtma teknolojisinin karasu içerisindeki kirleticilerin (organik karbon başta olmak üzere) gideriminde yetersiz kaldığı (Longhi ve diğ., 2001; Khoufi ve diğ., 2004), ayrıca arıtma performanslarının sadece kolektif çevre parametreleri ile takip edildiği ortaya çıkmaktadır. Dünyada yapılan çalışmalar doğrultusunda karasuyun arıtımı konusunda çevre ile dost, ekotoksikolojik olarak güvenli, ayrıca teknik ve ekonomik olarak uygulanabilir ve konvansiyonel yöntemlerle kolaylıkla entegre edilebilir bir arıtım sistemi bulunamamış ve dolayısıyla karasu arıtımı için uygulanamamıştır. Ayrıca zeytinyağı üretim tesislerinin sezonluk çalışması, genelde küçük ve birbirinden farklı lokasyonlarda olması arıtım sistemlerinin uygulanmasını mümkün kılmamaktadır. Karasuyun arıtılmasına ilişkin literatürde yapılan çalışmalar fiziksel, biyolojik arıtma yöntemleri, ileri oksidasyon prosesleri ve termal işlemler olmak üzere aşağıda sunulmuş; Tablo 3'de özetlenmiştir.

2.2 Karasuyun Arıtımında Uygulanan Yöntemler

2.2.1 Fiziksel Arıtma Yöntemleri

Yüksek konsantrasyonlarda KOİ, BOİ₅ ve T-Fenol içeriğine sahip olan karasuyun fiziksel olarak arıtmak amacıyla, santrifüjleme, çökeltim, filtrasyon, adsorpsiyon, buharlaştırma, distilasyon ve havalandırma yöntemleri kullanılmaktadır. Fizikokimyasal arıtma yöntemlerinde ise organik maddenin parçalanmasını sağlayacak kimyasallar sisteme eklenmektedir. Asit kraking, kimyasal koagülasyon ve kimyasal çöktürme en sık kullanılan yöntemlerdir. Ancak bu proseslerin hiçbirinin tek başına kullanımı karasuyun istenen verimde arıtılması için yeterli değildir. Fiziksel ve fizikokimyasal arıtma yöntemlerinden, en sık çalışılanlar daha detaylı olarak anlatılmaktadır.

Koagülasyon-flokülasyon-çöktürme

Koagülasyon, askıda ve kolloid formdaki atık maddelerin giderilmesinde kullanılan bir prosestir. Kolloidal maddelerin kararlılığı önemli ölçüde elektrostatik yüke bağlı olduğundan flokülasyon ve koagülasyonu sağlamak için bu yükün nötralizasyonu gerekmektedir. Elektrostatik yükün büyüklüğü dolayısıyla stabilizasyonun derecesi olan zeta potansiyeli düşürülerek, stabilizasyonun bozulması ve çökmenin sağlanması gerekmektedir. Endüstriyel atıksuların çoğunda kolloidal maddeler negatif yüklü olduğundan atıksuya yüksek değerlikli



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 40 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

katyon ilavesi ile zeta potansiyeli düşürülmektedir. Atıksu arıtımında en çok kullanılan koagülantlar FeCl_3 , Ca(OH)_2 , FeSO_4 ve $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_4$ 'dür.

Zeytinyağı karasularının arıtımında koagülasyon-flokülasyon-sedimentasyon-filtrasyon prosesleri ve Ca(OH)_2 ile çöktürme uygulamaları birçok çalışmaya konu olmuştur. Literatürde karşılaşılan bu çalışmalarda %95'in üzerinde yağ- gres giderimi ve %40'ın üzerinde KOİ giderimi rapor edilmiştir (Aktaş ve diğ., 2001).

Kiril-Mert ve diğ. (2008), yaptıkları çalışmada; Bursa ilinde bulunan ve sürekli yonteme (3-fazlı) göre zeytinyağı üreten tesisten alınan karasuyun fizikokimyasal prosesler sonrasında evsel atıksularla arıtılıp arıtılamayacağı respirometrik yöntemlerle araştırmışlardır. İlk aşamada karasuya asit kreaking uygulanmış, yağ-gres içeriği giderilmiş; ardından $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_4$ ve FeCl_3 koagülasyonu ve Ca(OH)_2 ile çöktürme çalışmaları yapılmıştır. En yüksek KOİ giderimi $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_4$ ile %69; FeCl_3 %80; Ca(OH)_2 ile %80 olarak elde edilmiştir.

Yalılı-Kılıç ve diğ. (2013) tarafından pilot ölçekte gerçekleştirilen çalışmada, karasuyun arıtımı için fizikokimyasal prosesler, ultrafiltrasyon ve ileri oksidasyon proseslerini içeren entegre bir sistem oluşturulmuştur. Kademeli olarak arıtmanın gerçekleştiği bu sistemde, asit kreaking ve ardından uygulanan FeCl_3 ile koagülasyon prosesleri ile %85 KOİ, %97 yağ-gres, %99 AKM ve %92 oranda T-Fenol giderilmiştir.

Adsorpsiyon

Adsorpsiyon, bir ara yüzey üzerinde çözeltide çözünmüş olan maddelerin toplanması işlemidir. Günümüzde yüzey yapılarına, kimyasal özelliklerine, göre farklı adsorbanlar kullanılmaktadır. En yaygınları aktif karbon başta olmak üzere, doğal zeolit, bentonit ve kil sıklıkla kullanılmaktadır (Stokes ve Evans, 1997).

Bu yöntem, suda bulunan çözünmüş organik kirliliklerin giderilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Karasuya renk veren, biyolojik olarak ayrışamayan, inhibisyon etkisi gösteren bileşikler adsorpsiyon yöntemi ile giderilebilmektedir. Ancak yöntemde kullanılan aktif karbonun yeniden kullanımı mümkün olmadığından, çok fazla katı atık oluşmaktadır (El-Shafey ve diğ., 2005).

Adsorpsiyon hızı, adsorplanan maddenin boyut ve yapısına, içinde bulunduğu çözeltinin karakterine, adsorbanın yapısına bağlı olarak değişim göstermektedir. Ayrıca adsorplanan maddenin ağırlığı, çözünürlüğü, polaritesi adsorpsiyon mekanizmasında etkin olup molekül



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 41 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

ağırlığı arttıkça adsorpsiyon artmakta ve polar olmayan moleküller polar olanlara göre (fenol gibi) daha kolay ayrılmaktadır (Viraraghavan ve Alfaro, 1998).

Karasu ile yapılan adsorpsiyon çalışmalarında, hazırlanan aktif killer farklı oranlarda 50 mL karasu örneklerine katılmış ve 4 saatlik deneme süresi sonucunda %81 T-Fenol ve %71 KOİ giderimleri elde edilmiştir (Al-Malah ve diğ., 2000).

Bir başka çalışmada, çöktürme, santrifüj ve filtrasyonla ön arıtımı yapılan karasuya aktif karbonla adsorpsiyon uygulanmıştır. Maksimum adsorplama kapasitesi 4 saatten az bir sürede elde edilmiş ve aktif karbon konsantrasyonu 24 g/L'de maksimum T-Fenol giderimi %94, organik madde giderimi %83 oranında sağlanmıştır (Azzam ve diğ., 2004).

Zeytin karasuyunu arıtmak için kireçle çöktürme ve aktif karbonla adsorpsiyon prosesleri araştırılmıştır. Kireçle çökeltme işlemiyle %71 T-Fenol, %39 KOİ, %88 BOİ giderme verimleri elde edilmiştir, ancak AKM değerinde artış gözlenmiştir. Kireçle çöktürme ve aktif karbon ile adsorpsiyon proseslerinde toplam organiklerin ve fenolik bileşenlerin maksimum giderimleri sırasıyla, %99 ve %80 oranlarında olmuştur (El-Shafey ve diğ., 2005).

Membran filtrasyonu

Filtrasyon, büyüklüklerine bağlı olarak bir veya daha çok partikül boyutundaki bileşiklerin sıvılardan veya gazlardan ayrılması işlemidir. Membran prosesler ile bu uygulama daha da genişletilerek, çözünmüş maddelerin de sıvılardan ve gazlardan ayrılmasını mümkün hale getirilmiştir.

Membran proseslerin kullanımı, çok az yer ihtiyacı olması, modüler olarak kullanılabilmesi, çok yüksek konsantrasyonlarda uygulanabilmesi, taşınabilir olması, herhangi bir inşaat gerektirmemesi ve maliyetinin gün geçtikçe azalması bakımından avantajlı olurken; konsantrasyon faktörü, membran proseslerin kullanımını kısıtlamaktadır.

Yapılan çalışmalarda, daha çok ön arıtma sonrasında membran proseslerin kullanıldığı görülmektedir. Oktav ve Özer (2002) tarafından yapılan bir çalışmada, karasuyun fiziksel ve kimyasal ön arıtımından sonra mikrofiltrasyon prosesi uygulanmıştır. Fiziksel ön arıtım ve mikrofiltrasyon ile KOİ %48, TOK %56, AKM %85, yağ ve gres %75 oranında giderilmiştir. Kimyasal ön arıtım ve mikrofiltrasyon ile atıksudan %98 AKM, %75 TOK, %74 KOİ ve %94 yağ-gres giderilmiştir. Bir başka çalışmada, filtrasyon deneylerinden önce ön arıtma olarak santrifüj denenmiş ve %90 KOİ giderme verimi elde edilmiştir (Turano ve diğ., 2002).



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 42 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Paraskeva ve diğ. (2007) tarafından ultrafiltrasyon ve nanofiltrasyon ile ultrafiltrasyon ve ters ozmos prosesleri ardışık olarak uygulanmıştır. Ultrafiltrasyon prosesi sonucunda yüksek molekül ağırlıklı askıda katı maddeler ayrılmıştır. Karasudaki mevcut fenoller ise nanofiltrasyon ile %95 oranında giderilmiştir. Karasuyun arıtımında en yüksek verime ultrafiltrasyon ve ters ozmos ile ulaşılmıştır.

2.2.2 Biyolojik Arıtma Yöntemleri

Zeytinyağı karasuyu, zeytinyağı özsuyunun seyrelmiş kısmı olması sebebiyle biyolojik olarak kolayca parçalanabilir kabul edilmektedir. Fakat karasuyun içeriğindeki polifenol ve lipidlerin biyolojik olarak parçalanma reaksiyon hızı, şeker ve uçucu asitlere göre daha düşüktür. Zeytinyağı karasuyunun biyolojik olarak parçalanmasında birbirinden farklı birçok yaklaşım bulunmaktadır. Bazı mikroorganizmalar tarafından fenoller aerobik ve anaerobik koşullarda zararsız hale getirilebilmektedir. Bazı aerobik bakteri, maya ve funguslar fenollerini karbon ve enerji kaynağı olarak kullanıp belirli konsantrasyonlara kadar parçalayabilmektedirler. Zeytinyağı karasuyunda gelişen mikroorganizmaların fenolik bileşiklerini metabolize etmeleri ya da metabolize edebilecek bileşiklere dönüştürmeleri gerekmektedir. Fenolik bileşiklerin metabolize edilebilir hale dönüştürülmesinde mikroorganizmaların lakkaz ve benzeri polifenoloksidazları üretimi önemli rol oynamaktadır. Tam olarak parçalanmayan (mineralize olmayan) polifenollerin, bileşiğinin yapısına ve biyolojik reaksiyonun ilerleyişine bağlı olarak daha toksik yapıda ara ürünlere dönüşebildiği tespit edilmiştir (Gianfreda ve diğ., 2003; Olivieri ve diğ., 2012; Papazi ve Kotzabasis 2008; Asses ve diğ. 2009).

Aerobik arıtma

Aerobik prosesler, genelde atıksuda düşük konsantrasyonlarda bulunan çözünmüş ve koloidal haldeki kirleticileri arıtmak için kullanılmaktadır. Aerobik proseslerin etkili işletilmesi ancak 1000 mg/L KOİ gibi düşük konsantrasyonlarda mümkün olabilmektedir. Bu nedenle zeytinyağı karasuyunun aerobik biyolojik arıtımı, yüksek KOİ ve T-Fenol içeriği nedeniyle uygun olmamaktadır. Karasuyun aerobik biyoremediasyonu ile ilgili çalışmalara bakıldığında bazı mikroorganizmalar tarafından fenollerin zararsız hale dönüşebildiği görülmektedir. Bazı aerobik bakteri ve funguslar fenollerini karbon ve enerji kaynağı olarak değerlendirip, belirli konsantrasyonlara kadar parçalayabilmektedir. Zeytinyağı karasuyunda gelişen mikroorganizmaların fenolik bileşiklerini metabolize etmeleri ya da metabolize edebilecekleri bileşiklere dönüştürmeleri gerekir. Fenolik bileşiklerin giderilmesinde lakkaz ve benzeri



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 43 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

peroksidazların üretimi önemli rol oynamaktadır. Literatürde yapılan çalışmalarda tam olarak parçalanmayan (mineralize olmayan) polifenollerin, bileşiğin yapısına ve biyolojik reaksiyonun ilerleyişine bağlı olarak daha toksik yapıda ara ürünlere dönüşebildiği tespit edilmiştir (Olivieri ve diğ., 2006; Papazi ve Kotzabasis, 2008; Asses ve diğ., 2009).

Hamdi ve diğ. (1991) çalışmalarında *Geotrichum sp.*, *Aspergillus sp.* ve *Candida tropicalis* bakterilerinin karasuyun biyolojik ayrışmasına etkilerini ve karasuyun organik ve fenolik içeriğinin azaltılmasındaki etkisini inceleyen araştırmalar yürütmüştür. Yapılan araştırmalar sonucunda yüksek konsantrasyonlardaki organik yüklemenin aerobik koşullar altında mikroorganizmalar üzerinde inhibisyon etkisi gösterdiği belirlenmiştir. Hafidi ve diğ. (2005) çalışmalarında farklı türler ile yürütülen aerobik biyolojik arıtılabilirlik deneylerinde KOİ ve polifenol gideriminin farklı verimlerde olmasında farklı bakteri türlerinin doğrudan etkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Ham atıksuyun fizikokimyasal özellikleri incelendiğinde fenolik asit ve yağ asidi bileşiklerinin atıksudaki varlığı nedeniyle atıksu pH değerinin düşük (pH=4,8) olduğu saptanmıştır (Hafidi ve diğ., 2005). Arıtma sonrası aerobik reaktördeki mikrobiyal aktiviteler sonucu polifenoller ve benzeri birçok organik birleşimin biyolojik olarak ayrıştığı saptanmıştır. Arıtma sırasında, bu bileşiklerin konsantrasyonundaki azalma, mikroorganizmaların polifenol bileşiklerini karbon kaynağı olarak kullanabildiğini göstermektedir. Bir başka araştırmada (Beltran ve diğ., 2008) zeytinyağı karasuyunun aerobik arıtımında yüksek organik yükleme uygulanarak değişen KOİ beslemeleri ve değişen biyokütle konsantrasyonları ile deneysel çalışmalar yürütülmüştür. Yapılan deneyler süresince substrat, biyokütle ve toplam polifenol bileşikleri konsantrasyonları gözlenmiştir. Deneysel çalışmalar sonucu fenolik bileşiklerin mikrobiyal çoğalmada kullanılması ve fenatlara vb. bileşiklere dönüşü ile büyük oranda azaldığı belirlenmiş ve deneysel sonuçların modellenmesi ile başlangıç substrat konsantrasyonunun artmasıyla kinetik katsayıların değerlerinin azaldığı belirlenerek inhibisyonun etkisi belirlenmiştir. Asses ve diğ. (2009) tarafından yapılan bir çalışmada *Geotrichum candidum*'ün karasudaki polifenol türevlerini biyolojik olarak parçalaması araştırılmıştır. Karasu dışında ekstra karbon kaynağı eklenmediğinde mikroorganizmanın inhibe olduğu gözlenmiştir. Bu durum polifenollerin parçalanarak, inhibe edici bir yapıya dönüşmesiyle açıklanmıştır. Benzer olarak Papazi ve Kotzabasis (2008) tarafından mikroalgler kullanılarak fenolik bileşiklerin biyolojik olarak parçalanabilirliği incelenmiştir. Reaksiyon sürecinde mikroalglerin büyüme hızının inhibisyonla ilgili olarak yavaşladığı tespit edilmiştir. Biyolojik parçalanabilirliğin oksidasyon-



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 44 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

redüksiyon reaksiyonlarına bağlı olduğunu ifade ederek, tam olarak parçalanmayan polifenollerin, bileşiğin yapısına ve biyolojik reaksiyonun ilerleyişine bağlı olarak daha toksik yapıda ara ürünlere dönüşebildiği tespit edilmiştir.

Anaerobik arıtma

Anaerobik prosesler, KOİ konsantrasyonu 1500 mg/L'den yüksek atıksuların arıtımında kullanılması, düşük miktarda atık çamur oluşması, proses sırasında açığa çıkan biyogazın kullanılabilmesi ve az yer işgal etmesi nedeniyle, karasuyun arıtımı için önerilen en önemli arıtma alternatifleri arasında yer almaktadır. Ancak anaerobik arıtma ile yapılmış olan çalışmalar, ham karasuyun yüksek toksisite, düşük biyolojik ayrışabilirlik ve reaktörlerin asidifikasyonu gibi birçok soruna neden olduğunu ortaya koymuştur (Azbar ve diğ., 2008b). Bu sebeple, zeytinyağı karasuyunda inhibe edici bileşiklerin giderilmesi amacıyla, fizikokimyasal ön arıtma yöntemleri araştırılmıştır. Filidei ve diğ. (2003) tarafından yapılan bir çalışmada, karasu pH ayarına ve filtrasyona tabi tutulduktan sonra anaerobik reaktöre beslenmiştir. Ön işlem olarak karasuya uygulanan filtrasyon işlemi ile organik maddenin % 60'ı giderilmiştir. Anaerobik arıtım ile kalan KOİ'nin %89'u giderilirken, fenolik bileşiklerin ise %20'si giderilmiştir.

Azbar ve diğ. (2008b), asit kreaking prosesi ardından, $Al_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$ ve $FeSO_4$ ile koagülasyon proseslerini uygulamıştır. Arıtma sonrasında karasuyun KOİ'sinin %25-50 oranlarda giderildiğini tespit edilmiştir. En yüksek renk ve KOİ giderimleri $Al_2(SO_4)_3$ ile koagülasyon sonunda gözlenmiştir. T-Fenol giderimindeki en yüksek verim ise $FeSO_4$ ile koagülasyon sonrası elde edilmiştir. Arıtma yöntemleri arasından $Al_2(SO_4)_3$ ile koagülasyon prosesinin, biyolojik arıtılabilirliğin iyileştirilmesi açısından en iyi sonucu verdiği görülmüştür.

Azbar ve diğ. (2008b) tarafından yapılan bir başka çalışmada, asit kreaking ile ön arıtmadan sonra $Al_2(SO_4)_3$, $FeCl_3$ ve $FeSO_4$ ile koagülasyon, Fenton, Foto-Fenton, ultraviyole (UV), ultrases (US), O_3 prosesleri tek başına denenmiş ve daha sonra bunların çeşitli kombinasyonları karasuya uygulanmıştır. Ardından ham ve arıtılmış karasu biyokimyasal metan potansiyeli denemelerine tabi tutulmuştur. Asit kreaking ardından uygulanan $Al_2(SO_4)_3$ koagülasyonu ile %65 KOİ, %66 T-Fenol giderimi elde edilmiştir. $FeSO_4$ koagülasyonu ile %40 KOİ gideriminin yanı sıra %53 T-Fenol giderimi sağlanmıştır. Fenton ve Foto-Fenton prosesleri ile %70'lere ulaşan KOİ giderimi ve %97'lere ulaşan renk giderimi elde edilmiştir. Diğer ileri oksidasyon prosesleri ile %30-50 KOİ ile %50-80 arasında T-Fenol giderimi tespit



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 45 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

edilmiştir. KOİ ve T-Fenol giderimlerinin biyolojik parçalanabilirlik üzerine olumlu etkileri olduğu, ham karasudan daha yüksek biyogaz üretim değerleri elde edildiği gözlenmiştir.

Khoufi ve diğ. (2007) tarafından yapılan çalışmada karasuyun elektrokoagülasyon prosesi ile arandıktan sonra çöktürülmüş ve prosesin askıda katı madde, bulanıklık, fenolik maddeler ve biyotoksosite açısından verimi incelenmiştir. Deneysel sonuçlar elektrokoagülasyondan sonra pH'ın 7,2'ye yükseldiğini ve çözülmüş KOİ'nin %34 kadar azaldığını göstermiştir. Ayrıca renk %75 oranda azalırken, basit monomerlerin %76 oranda azaldığı gözlenmiştir. Çalışmada, elektrokoagülasyonun katı madde ve bulanıklık giderim verimi sırasıyla %71 ve %75 olarak belirlenmiştir. Karasuya uygulanan elektrokoagülasyon-çöktürme yöntemi ile yüksek miktarda kalıcı polifenolik madde ve akut toksisite giderimi elde edilmiştir. Ham ve elektrokoagülasyon sonrası karasuyun anaerobik arıtımın veriminin arttığı gözlenmiştir.

2.2.3 İleri Oksidasyon Prosesleri

İleri oksidasyon prosesleri (İOP), organiklerin oksidatif olarak parçalanması için hidroksil radikallerinin (HO^*) üretilmesi prensibine dayanmaktadır. Hidroksil radikali (HO^*) ozon ve hidrojen peroksitten daha hızlı reaksiyona girerek, büyük ölçüde arıtma maliyetlerini ve sistem boyutunu azaltmaktadır. Ayrıca HO^* radikali güçlü, seçici olmayan bir kimyasal oksidandır (Loraine ve Glaze, 1999). İOP'de, oksidanın oksidasyon potansiyeli ve temas süresine bağlı olarak tam mineralizasyon gerçekleşmektedir. Su ve atıksu arıtımında kimyasal oksidasyon kullanılmasının amacı istenmeyen kimyasal maddelerin zararsız hale dönüştürülmesidir. Kimyasal oksidasyon ile inorganik maddeler ve organik maddeler (fenoller, aminler, hümik asitler, ve diğer renk, tat ve koku oluşturan, toksik bileşikler) arıtılabilmektedir. O_3 , O_3/H_2O_2 , VUV, H_2O_2/UV , O_3/UV , $O_3/H_2O_2/UV$, Fenton, foto-Fenton, sonokimyasal oksidasyon (US/H_2O_2 , US/O_3 vb.), fotokataliz prosesi gibi kombine ileri oksidasyon proseslerinin yüksek oksidasyon kapasitesine sahip radikal üretimi yapan prosesler olduğu bilinmektedir (Legrini ve diğ, 1993).

İOP'nin farklı moleküler yapıdaki organik ve inorganik kirleticileri kısa sürede giderebilmesinin yanı sıra oksidanın seçici olmaması; pH, sıcaklık ve reaksiyon süresinin optimizasyonun/kontrolünün gerekliliği; türbidite, klorür ve alkaliteden olumsuz yönde etkilenmesi ve yüksek işletim maliyeti (yüksek elektrik enerjisi tüketimi) İOP'lerinin dezavantajları olarak sayılabilmektedir.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 46 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Karasuyun arıtımında en yaygın olarak çalışılan ileri oksidasyon proseslerinden Fenton ve elektrokoagülasyon prosesleri daha detaylı olarak aşağıda anlatılmaktadır.

Fenton, Foto-Fenton prosesleri

Fenton prosesi, katalizör olarak Fe(II) veya Fe(III) iyonlarının kullanılması ile asidik koşullarda (pH=2-5) H₂O₂'in HO• radikali oluşturan redoks reaksiyonuna dayanmaktadır (Walling, 1975). Atıksuya demir ve hidrojen peroksit ilavesinden sonra, hidroksit radikalleri oluşturmak üzere reaksiyon gerçekleşmektedir. UV ışınları ile gerçekleştirilen fotokimyasal oksidasyon işlemlerinde HO• radikalının üretilebilmesi için belirli dalga boyları kullanılmaktadır.

Kiril Mert ve diğ. (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, fizikokimyasal ön arıtmadan geçmiş karasuyun Fenton ve Fenton benzeri prosesler ile artımı ve arıtmanın aktif çamur inhibisyonu üzerindeki etkisi incelenmiştir. Fenton ve Fenton-benzeri yöntemler ile arıtılmış karasuda %80 üzerinde KOİ, %85 üzerinde T-Fenol bileşiklerinin giderimi gözlenmiştir. Arıtılmış ve ham karasu karşılaştırıldığında, arıtmanın inhibisyon etkisini önemli ölçüde azalttığı görülmüştür. Lucas ve Peres (2009) tarafından yapılan bir çalışmada pH=3,5 değerinde, H₂O₂/Fe²⁺=5 molar oranında, %70 KOİ giderme verimi elde edilmiştir. Doğruel ve diğ. (2009) ise, Fenton oksidasyonu ile pH=3,0-4,6'da, %46-63 T-Fenol, %40-50 KOİ giderme verimi sağlamışlardır. Lucas ve Peres (2009) ise, Fenton prosesi ile pH=3,5 ve H₂O₂/Fe²⁺=15 molar oranında %97 KOİ giderimi, Fenton sonrası kireçle nötralizasyon işlemi sonucunda da, %99 KOİ giderme verimi elde etmişlerdir.

Elektrokoagülasyon prosesi

Elektrokoagülasyon, oldukça basit ve etkili bir elektrokimyasal arıtma yöntemidir. Tıpkı koagülasyon-flokülasyon prosesi gibi koloidal maddelerin, süspansiyonların ve emülsiyonların stabilitesinin şarj nötralizasyonu yolu ile giderilmesi prensibine dayanmaktadır (Koparal ve Öğütveren, 2002).

Karasuyun elektrokoagülasyon prosesi ile arıtılabilirliğinin incelendiği bir çalışmada, KOİ giderme veriminin reaksiyon süresinin artışı ile arttığı, 30 dakikalık sürede verimin % 51'e ulaşıldığı görülmüştür. Kullanılan alüminyum ve demir elektrotlar için en uygun pH değeri 6,0 olarak belirlenmiş ve KOİ gideriminde demir elektrodun alüminyum elektroda göre bir miktar daha iyi verim sağladığı tespit edilmiştir. Proses süresinin artması ise renk gideriminin arttığı,



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 47 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

ancak 10 dakikalık reaksiyon süresinden sonra renk gideriminin her iki elektrot için % 95 seviyesinde kaldığı ve zamanla AKM giderme veriminin arttığı gözlenmiştir (İnan ve diğ, 2002).

Tezcan Ün ve diğ. (2008) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, KOİ giderme verimini arttırmak için oksidan olarak H₂O₂ ve koagülant olarak polialüminyum klorid kullanılmıştır. Araştırma sonunda %62-86 oranda KOİ ve %100 oranda yağ-gres giderimi gözlenmiştir. Karasuyun alüminyum ve demir elektrotları kullanılarak elektrokoagülasyon tekniği ile arıtıldığı bir diğ. çalışmada, demir elektrodu kullanıldığında lignin, T-Fenol, KOİ ve rengin sırasıyla %55, %80, %65 ve %80 oranlarında; alüminyum elektrodu kullanıldığında ise, %49, %70, %35 ve %90 oranlarında giderildiği tespit edilmiştir (Uğurlu ve diğ, 2006). Başka bir çalışmada alüminyum elektrotlar ile %76 KOİ, %91 T-Fenol ve %95 renk giderimi sağlanmıştır (Adhoum ve Monser, 2004).

2.2.4 Termal İşlemler

Bu alandaki proseslerin sayısı çok fazladır ve tüm yöntemlerde karasuyun su içeriğini ve toplamda atık miktarını azaltmak genel prensiptir. Termal işlemler buharlaştırma, distilasyon, yakma, piroliz olarak bilinmektedir.

Distilasyon Yöntemi

Distilasyon ve buharlaştırma işlemlerinde karasuyun organik ve inorganik madde konsantrasyonu, su içeriği buharlaştırılarak konsantre hale getirilmektedir. Suyun buharlaştırılması için gereken enerji ya güneş enerjisi ya da ısı-elektrik enerjisi olarak sağlanabilir. Bu yöntemlerin önemli dezavantajları; oluşacak emisyonlar ve onların arıtımıdır. İlk problem konsantre hale getirilmiş olan katı kısmın bertarafıdır. Bu kısım hayvan yemi olarak kullanılması, yüksek potasyum içeriği nedeniyle kısıtlanmıştır. Oluşan katı kısım, distilasyon düzeneğine enerji sağlamak amacıyla, yakıt olarak da kullanılabilir. Ancak proses sonrası açığa çıkacak olan gaz emisyonlarının hava kirliliği yaratma ihtimali göz önüne bulundurulmalıdır. İkinci bir problem ise sıvı kısım olan distilatla ilgilidir. Distilat tamamen saf bir sıvı değildir, uçucu yağ asitleri ve alkoller gibi uçucu bileşenleri içerdiğinden 3000-5000 mg/L gibi yüksek KOİ değerine sahiptir. Bu nedenle distilasyon prosesinden geçen atıksuyun deşarjından veya yeniden kullanılmasından önce ilave arıtım yapılması gerekmektedir (Rozzi ve Malpei, 1996).



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 48 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Vakumlu Buharlaştırma

Karasu arıtımında, 1997 yılında İtalya' da yapılan bir çalışmada, vakumlu buharlaştırma yöntemi uygulanmıştır. Bu çalışma vakumlu evaporatörde, 5kPa vakum altında, 38°C sıcaklıkta, gerçekleştirilmiştir. Distilasyon verimi yaklaşık %90'dır. Depolama tankına gönderilen renksiz distilatın KOİ değeri 3000-4000 mg/L olup, yüksek kirlilik yükü, karasuyun içerdiği şeker ve uçucu organik kısmın fermantasyonundan oluşan alkol ürünlerinden kaynaklanmaktadır.

İşlem sonrası distilatın, C:N:P oranının azot ve fosfor eklenmesiyle ayarlanması ve ayrıca pH kontrolü sonrasında biyolojik arıtılması gerekmektedir. Böylece arıtılmış su deşarj standartlarını sağlayabilmektedir. Evaporatörden çıkan konsantre kısım, sulu formdadır ve bu kısım pirina ile veya santrifüj seperatörden çıkan çamur ile karıştırılarak, içeriğindeki yağın geri kazanılabilmesi için, tesisin başına gönderilebilir. Bir başka seçenек ise, %14 protein, %8 potasyum içeren konsantre kısmın depolanması, düzenli olarak organik gübre ve hayvan yemi üretiminde kullanılmasıdır. Zayıf asitlerin, distilasyon sırasında su ile birlikte distile edilmelerini engellemek için, atıksu sodyum hidroksit ilavesi ile nötr hale getirilmelidir (Şengül ve Özer, 2003).

Karasuyun kurutulması yüksek su ve şeker içeriğinden dolayı problemlere neden olmaktadır. Klasik kurutuculardan olan tanbur kurutucular; zayıf hava-katı madde temasına bağlı olarak düşük termal verime sahiptir ve çeşitli problemler çıkarmaktadır. Günümüzde kullanılan ve homojen bir şekilde kuruma sağlayan kurutucu sistemler 3fazlı zeytinyağı üretim sistemine göre dizayn edilmişlerdir. Endüstriye uyarlanmış en çok kullanılan yöntem ise tek hatta 2 döner kurutuculu sistemdir. Birinci kurutucu; karasuyun % 55 olan nem içeriğini % 25 – 30'a kadar düşürmektedir. İkinci kurutucu; birinci kurutucudan çıkan karasuyla beslenerek nemini% 8'e kadar indirmektedir. Karasu kurutma proseslerinin optimizasyonu için, işletme ve enerji kazanımı nedeniyle birçok yeni proses tasarlanırsa da nem içeriğini azaltmak için halen yüksek enerji maliyeti gerekmektedir.

Yakma

Tam yanma; karasu ve oksijenin karbondioksit, su ve ısıya dönüştüğü hızlı kimyasal reaksiyon olarak tanımlanabilir. Yakma; atık maddelerin bertarafında yaygın olarak kullanılan pahalı bir yöntemdir ve karasuyun % 80-83 civarındaki su içeriği, ön kurutma yapmadan yakılmasını engellemektedir. Bir diğer problem ise karasu atık oluşumunun mevsimsel



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 49 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

olması nedeniyle yakma sisteminde enerji eldesinin sınırlanması olarak ortaya çıkmaktadır. Yanma sırasında karasu içerisinde bulunan inorganik tuzlar (ağırlıkça % 5-10) erimekte ve boyler borularını tıkamakta ve sonuçta sistem arızalanmaktadır. Fuel-oil ile yanan bir yakma tesisi günde 20 m³ atık kapasitesinde, 800°C' de yanma sağlayabilmekte ve baca gazı çıkış hızı 4 m/s ve 400°C sıcaklıkta olmaktadır (Arpino ve Carola, 1978). İşletme maliyetleri göz önüne alınarak alternatif yakıtlar tercih edilebilmektedir. Genel olarak, karasu yakma prosesinin dezavantajları;

- Kendi kendine yanabilir olmaması ve yüksek su içeriğini buharlaştırmak için ön kurutma işlemine gereksinim duyulması,
- Yakma prosesi sırasında oluşan ve atmosfere verilen gaz içerisinde bulunan toksik maddelerden dolayı yüksek oranda kirletici etkisinin görülmesi,
- Mevsimsel oluşu nedeniyle yakma prosesinin maliyetini daha da arttırması şeklinde sıralanabilir.

Denenmiş bir diğer proses de, karasuyu uçucu külle karıştırıp termik santralde kömürle birlikte yakılmasıdır (Papaioannou, 1988).Yakma sistemlerinde karasudan oluşacak emisyonların azaltılması amacıyla katalitik insineratörler kullanılmaktadır. Katalitik insineratörler; araçlarda kullanılan katalitik konvertöre benzer bir sistem olup kurumuş karasu kekinden oluşan atık gazların arıtımını sağlamaktadır (Papaioannou, 1988).Katalitik insineratör; kirletici maddelerin tam yanması için platin, iridyum vb. metalleri katalizör olarak kullanan bir sistemdir. Atık gazda bulunan tüm organik maddeler 350°C sıcaklıktaki katalizörden geçerken karbondioksit ve suya dönüşürler. Bu yöntemin sakıncaları; yüksek enerji tüketimi (5 kg fuel-oil / 1 ton karasu keki); 200-500 ton zeytin keki için 1,2 m³ platin katalizör ihtiyacı ve karasu içeriğindeki fosfor nedeniyle kısa katalizör ömrüdür (Papaioannou, 1988).

Piroliz

Piroliz karbonlu malzemenin havasız ortamda, ısı yardımıyla termal parçalanması olarak tanımlanmaktadır. Piroliz sırasında ortamdaki gazların bileşimi, biyokütlenin özellikleri ve bileşimleri gibi parametrelere bağlıdır (Güneysu, 2003). Karasu uygulamasında piroliz temel olarak, yoğun karasu çözeltisini bozundurmak için kullanılmaktadır. Karasuyun buharlaşma sonrası elde edilen yoğun çözeltisinde piroliz denemeleri yapılmış; ürün ile oluşan gazların, yağ ve karbonlu kalıntı maddenin özellikleri incelenmiştir. Karasu, pirolizi öncesinde kurutma



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 50 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

gibi maliyetli bir ön işlem gerektirdiğinden, piroliz işlemi için uygun bir biyokütle değildir. Karasuyun piroliziyle, yüksek kalorifik değere sahip yağlı sıvı faz, yüksek hidrojen içeriğine sahip gaz kısım ve karbonca zengin katı yapı oluşmaktadır (Rovatti ve diğ.,1992). Di Giacomo ve diğ. (1989) yoğun atıksuların pirolizini sağlayan bir sistem tasarlamıştır, ancak bu da yüksek tuz içeriğine bağlı benzer problemler çıkarmıştır.

Yukarıda özetlenen bilgiler doğrultusunda karasuyum bertarafında uygulanan yöntemlerinin karşılaştırılması Tablo 3'de, karasuyun arıtımına yönelik çalışmaları değerlendirilmesi ise Tablo 4'de özetlenmiştir.

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 51 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 3 Karasu bertaraf yöntemlerinin karşılaştırılması

YÖNTEM	AVANTAJLARI	DEZAVANTAJLARI
Araziye yayma	Potasyum, magnezyum ve içerdiği organik madde dolayısıyla toprak verimliliğinde artış	Yeraltı suyu kontaminasyonu, yüksek tuzluluk-toprakların tuzlanma riski, , fazla kullanımında bitki örtüsü üstünde negatif etki (yüksek polifenol içeriği sebebiyle), yasal sınırlamalar
Buharlaştırma lagünü	Düşük maliyet, uzman personel gerektirmemesi	Geniş yüzey alanları gerektirmesi, kötü kokular ve böcekler, havuzun yalıtımının yeterli olmaması durumunda yeraltı suyunun kontaminasyonu, buharlaşma sağlanamadığı durumda yağışla birlikte taşma ve alıcı ortamın kirlenme riski,
Koagülasyon-Flokülasyon-Çöktürme	Bilinen bir proses olması	Tek başına yeterli performansın sağlanamaması, kimyasal kullanımı, kimyasalların korozif etkisinin olması, kimyasal eklenmesi ile oluşan çamur hacminin artması
Aerobik Arıtma	Bilinen bir proses olması	Ön arıtma olmadan karasu arıtımında kullanılamaması, karasudaki fenolik içeriğin mikroorganizmaları inhibe etmesi, yüksek hacimde çamur oluşumu, havalandırma için enerji maliyeti gereksinimi
Anaerobik Arıtma	Bilinen bir proses olması, enerji eldesi, aerobik arıtmaya göre az çamur oluşumu	Ön arıtma olmadan karasu arıtımında kullanılamaması, karasudaki fenolik içeriğin mikroorganizmaları inhibe etmesi, yüksek maliyet, tek başına yeterli performansın sağlanamaması
Membran Prosesi	Verimli	Çok yüksek ilk yatırım ve işletme maliyetleri, membran yenileme gereksinimi (tıkanma problemleri), konsantre problemi, tek başına yeterli performansın sağlanamaması (ön arıtma gereksinimi vb.)
Elektroliz	Yüksek oksidasyon prosesi	Tek başına yeterli performansın sağlanamaması, yüksek yatırım ve işletme maliyeti, arıtma öncesi pH ayarı gerekliliği (ekstra kimyasal kullanımı),
Ozonlama	Koku organik madde, renk ve fenollerin etkin giderimi Kısa zamanda prosesin gerçekleşmesi (10-30 dk)	Tek başına yeterli performansın sağlanamaması, yüksek maliyet, diğer teknolojilere kıyasla daha karmaşık bir teknoloji olması, korozif etki,
Termal işlemlerle konsantre edilmesi	Hızlı sistem	Yüksek enerji tüketimi ve yüksek maliyet, buharlaştırıcılarda kabuk oluşumu
Yakma	Yanma sonrası oluşan ürün kararlı ve çok az hacimde	Yüksek enerji tüketimi ve yüksek maliyet, hava kirliliği
Piroliz	Enerji eldesi, Depolama ihtiyacının azalması	Isının ham maddeye dönüştürülmesinin zor oluşu, yüksek maliyet
Gazifikasyon	Enerji eldesi Depolama ihtiyacının azalması (düşük emisyon teknolojisinin kullanımı)	Yüksek enerji tüketimi ve yüksek maliyet



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 52 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 4 Zeytinyağı karasuyunun arıtımı çalışmaları özet tablosu

Yöntem	Verim	Açıklama	Referans
Asit Kraking+Kimyasal Çöktürme ($Al_2(SO)_4$, $FeCl_3$, $Ca(OH)_2$); Fenton; Foto-Fenton; UV; US; Ozonlama	$Al_2(SO)_4$ koagülasyonu ile %65 KOİ, %66 T-Fenol; $FeSO_4$ ile %40 KOİ, %53 T-Fenol; Fenton ve Foto-Fenton ile ~%70 KOİ, %97 renk; diğer İleri Oksidasyon prosesleri ile %30-50 KOİ ve %50-80 T-Fenol giderilmiştir	Prosesler ön arıtma ardından tek başına ve farklı kombinasyonlar halinde uygulanmıştır	Azbar ve diğ., 2008b
Ön Arıtma+Kimyasal Çöktürme ($Al_2(SO)_4$, $FeSO_4$, $Ca(OH)_2$)	KOİ %25-50 oranlarında giderilmiştir.	En yüksek renk ve KOİ giderimi $Al_2(SO)_4$ ile, en yüksek T-Fenol giderimi $FeSO_4$ ile elde edilmiştir	Azbar ve diğ., 2008b
Fiziksel Ön Arıtım+Mikrofiltrasyon	%48 KOİ, %85 AKM, %75 yağ-gres giderilmiştir		Oktav-Akdemir ve Özer, 2006
Kimyasal Ön Arıtım+Mikrofiltrasyon	%74 KOİ, %98 AKM, %94 yağ-gres giderilmiştir		Oktav-Akdemir ve Özer, 2006
Kimyasal Oksidasyon (Ozonlama, Fenton)+Aerobik Arıtma	%70 KOİ, %90 T-Fenol giderilmiştir		Beltran-Heredia ve diğ., 2001
Elektrokoagülasyon	%34 KOİ, %75 renk, %71 katı madde giderilmiştir	Elektrokoagülasyon sonrası, karasuda toksisite giderimi elde edilmiştir, anaerobik arıtım verimi artmıştır	Khoufi ve diğ., 2007
Fenton	%46-63 T-Fenol, %40-50 KOİ giderilmiştir		Doğruel ve diğ., 2009
Kimyasal Oksidasyon+Aerobik Arıtma	%41 T-Fenol, %70 KOİ giderilmiştir	Biyolojik arıtmada <i>Aspergillus niger</i> bakterisi kullanılmıştır	Kotsou ve diğ., 2004
Fenton+Aerobik Arıtma	Fenton prosesi ile %23 KOİ, %60 T-Fenol; %86 KOİ ve %70 T-Fenol aerobik arıtma ile giderilmiştir		Bettazi ve diğ., 2006
Elektrokoagülasyon	%76 KOİ, %91 T-Fenol, %95 renk giderilmiştir	Alüminyum ve demir elektrotlar kullanılmıştır	Adhoum ve diğ., 2004
Elektrokoagülasyon	%42-52 KOİ, %90-97 renk giderilmiştir	Alüminyum ve demir elektrotlar kullanılmıştır	İnan, 2004
Ozonlama	%10-60 KOİ, %80< Fenol ve renk giderilmiştir	Tamamen ve kısmen hava etkisine uğramış karasuyun ozonlama yoluyla arıtılması	Karageorgos, 2006



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 53 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Yöntem	Verim	Açıklama	Referans
Membran Teknolojisi	%28 KOİ (MF) %21 KOİ (UF) %96 KOİ (NF) %98 KOİ (TO)	araştırılmıştır. MF+UF proseslerinden sonra NF ve TO prosesleri kombineli olarak uygulanmıştır.	Paraskeva, 2007
Kimyasal Koagülasyon+ Çökelme+ Fenton Oksidasyonu Fizikokimyasal Arıtma (asit kreaking ve kimyasal koagülasyon) + İleri Oksidasyon Prosesleri (H2O2/UV ve O3/UV)	Fenton prosesiyle %60 KOİ, %40 BOİ ve %100 fenol giderimi elde edilmiştir.	Fenton prosesi pH=2,5'da 120 dak süresinde uygulanmıştır	Vlyssides ve diğ., 2004
Kimyasal Arıtma (kimyasal koagülasyon)+ Fenton Prosesi	Asit kreaking ile %38 KOİ, Kimyasal arıtmada %95 KOİ, ileri oksidasyon prosesleri ile %99 KOİ giderimi sağlanmıştır.	Kimyasal arıtmada kireç, demir, magnezyum ve alüminyum tuzları ve anyonik, katyonik polielektrolit kullanılmıştır	Kestioğlu ve diğ., 2005
Fiziksel ve Kimyasal Arıtma+Mikrofiltrasyon	Kimyasal arıtmada %40 KOİ, %80 fenol giderilmiş, Fenton ile %60 KOİ giderilmiştir	Fiziksel ve kimyasal arıtmalardan sonra ayrı ayrı MF prosesi uygulanmıştır	Ginos ve diğ., 2006
Asit kreaking+Kimyasal Arıtma+Fenton Prosesi	Fiziksel arıtmada %35KOİ, kimyasal arıtmada %49KOİ, fiziksel arıtma+MF ile %48KOİ, kimyasal arıtma+MF %74 KOİ giderimi elde edilmiştir	Kimyasal arıtmada anyonik ve katyonik polielektrolit kullanılmıştır. Katyonik polielektrolit kullanılan suya Fenton prosesi uygulanmıştır.	Oktav Akdemir ve Özer 2006
	Asit kreaking+kimyasal arıtma ile %73 KOİ, Fenton prosesi ile %89 KOİ giderimi elde edilmiştir		Gömeç ve diğ., 2007

2.3 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 yağ 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 bitümlerle 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.

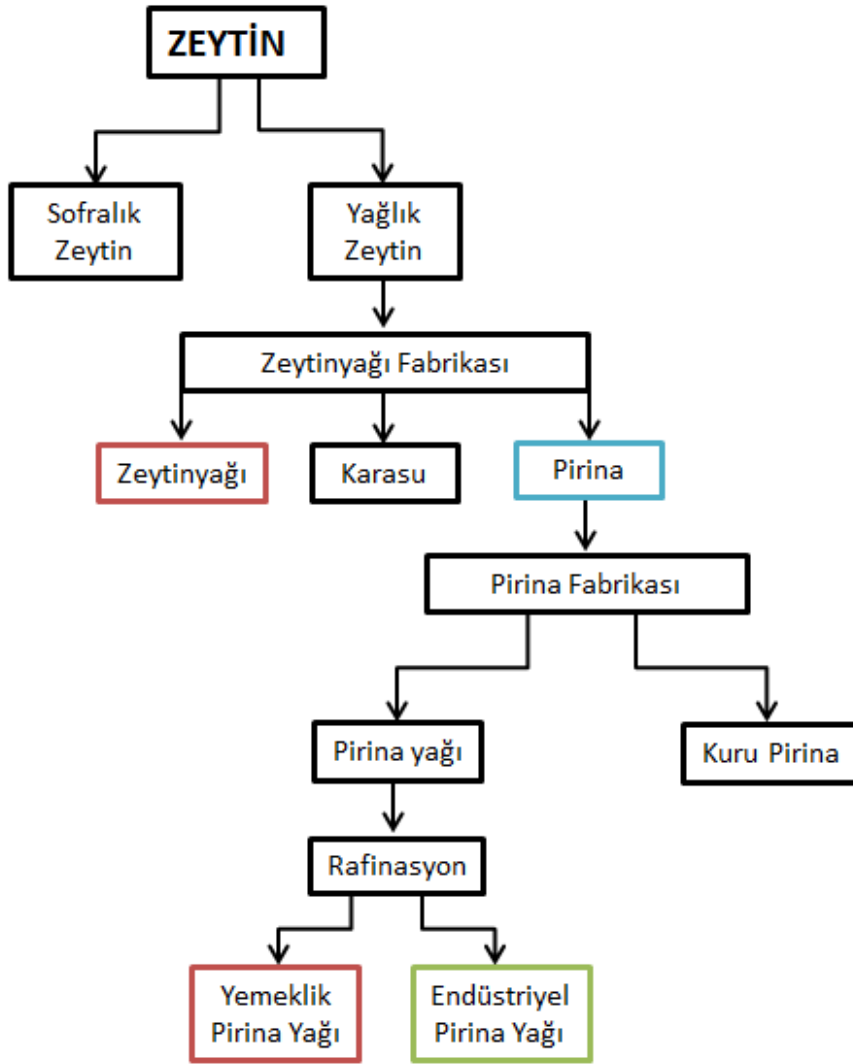
2.3.1 Pirina Yağı ve Yakıt Elde Edilmesi

Zeytinyağı oluşum sırasında oluşan pirinadan, organik çözücülerle (hekzan) ekstraksiyon sonucu, pirina yağı elde edilir. Pirina, vakit kaybetmeden taze olarak işlenirse, elde edilen bu yağ, yemeklik olarak da kullanılabilir. Hemen işleme tabi tutulmayan pirinadan elde edilen yağlar, çoğunlukla endüstriyel tesislerde sabun, boya vb. amaçlı olarak kullanılmaktadır.

Zeytinyağı tesislerinde oluşan pirina, üretim proseslerine göre yaklaşık %45-75 nem içeriğine sahiptir. Bu nem içeriğinin %10 civarına düşürülüp, solvent yardımıyla, sahip olduğu yağın maksimum miktarda alınması için kurutulması gerekmektedir. Pirina tesislerine gelen pirina, yüksek nem muhtevasını içerdiğinden ilk önce kurutulur, daha sonra yağ çözücü olan hekzan yardımıyla, bünyesindeki yağın büyük bir bölümü alınır. İçerisindeki yağ miktarı, zeytinin

cinsine, yetiştiği bölgeye, yetiştirme tekniğine ve zeytinyağı üretim prosesine göre değişkenlik göstermektedir.

Pirina yağı, rafine pirina ve karma yağı olmak üzere iki çeşittir. Rafine pirina yağı, yağın doğal yapısında değişiklik yapmadan rafine edilmesi sonucu oluşur. Karma pirina yağı ise, doğrudan gıda olarak tüketilecek natürel zeytinyağı ile yemeklik rafine yağın karışımıdır (Çıtak, 2006). Pirina yağı üretim aşamaları Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6 Pirina yağı üretim aşamaları
(Tunalıoğlu, 2004)

Solvent ekstraksiyon dışında da, 2. sıkım yapılarak pirina yağı elde edilebilmektedir. Proje kapsamında gerçekleştirilen saha çalışmaları sırasında, 2 fazlı üretim yapan ve fazla



TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 56 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

miktarda zeytin işleyen birkaç zeytinyağı tesislerinde, 2. sıkım ünitesi olduğu görülmüştür. Bu sayede elde edilen pirina yağı, hekzan yardımıyla elde edilen pirina yağına göre iyi kalitededir. Ayrıca zeytinyağı tesislerinden başka, pirina tesislerinin bir kaçında (Girgin ve Orpir Pirina) da, bu yollarla pirina yağı elde edilmektedir.

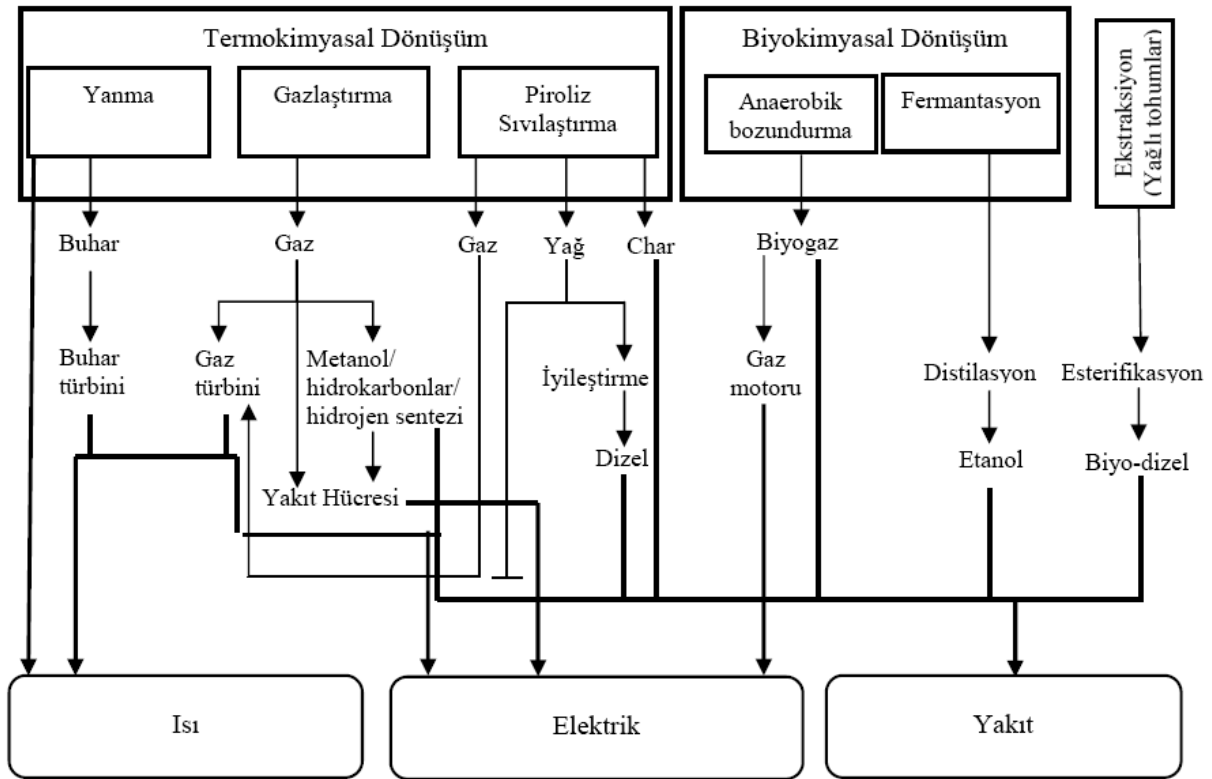
Diğer taraftan, yağı alındıktan sonra elde edilen kuru (yaklaşık %10 nemli) pirina, yakıt olarak kullanılabilir. Pirina, yüksek kalorifik değere sahip olması ve düşük miktarda kül içermesi sebebiyle, konutlarda ve sanayide yakıt olarak tercih edilmektedir. Ülkemizde mevcut 15 pirina tesisi olup, bu tesislerin 14'ü, pirinayı kurutup, ardından solvent yardımıyla yağını alıp, geri kalan kuru pirinayı, yakıt olarak değerlendirmektedir. Pirina, otomatik beslemeli kalorifer kazanlarında yakma sisteminde herhangi bir değişiklik yapmadan kömür yerine yakılabilir. Bu kazanlara yaygın olarak 1-3 mm boyutlu (prinç) kömür ya da 0,5-1,5 cm boyutlu (fındık) kömür beslenmektedir. Merkezden yanlara doğru beslenen ince taneli kömür kenar bölümlerde yanmakta ve kül yanma sisteminden kendiliğinden düşmektedir. Bu durumda, yakma sisteminin yapısı göz önüne alındığında, pirina briket haline getirilmeksizin daha yüksek nem oranında bile kazana beslenebilir. Bu tür kalorifer kazanlarına pirina beslenmesi halinde, kül ve kurum oluşumu, nem içeriğine göre yanma performansı, pirinanın kalorifik değerine göre besleme şekli, kalorifer kazanına ilave ayar gerekip gerekmediği hususları belirlenip, ön işlem yapılmaksızın otomatik beslemeli kalorifer kazanlarında yakıt olarak kullanımı teşvik edilebilir.

Diğer taraftan, 07.02.2009 tarihli ve 27134 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan "Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik'in 25. Madde'sindeki Tablo 14'e göre ve 03.07.2009 tarihli ve 27277 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nin Ek-5'te, belirtilen kriterlere göre, pirinanın yakılabilmesi için, kuru bazda nem muhtevasının azami %15, alt ısıl değerin 3700 kcal/kg, yağ oranının azami %1,5 olması gerekmektedir. Orijinal pirinanın nem muhtevası %45-75 mertebesindedir. Bu nem muhtevasını %15'e düşürmek için mutlaka kurutmak gerekmektedir. Ayrıca kuru pirinanın yağ oranının azami %1,5 olabilmesi için mutlaka hekzan yardımı ile ekstraksiyon yapılarak yağı alınması gerekmektedir. Çünkü fiziksel yöntemlerle pirina ne kadar sıkım yapılırsa yapılsın, bünyesindeki yağ içeriği, bu değerin altına düşürülmesi mümkün olmamaktadır. Kurutulmuş yağı alınmış pirinalar, bazı pirina tesislerde, bir kısmının çekirdeği alınarak sadece zeytin çekirdeği şeklinde paketlenir, diğer kısımlar ise çekirdek alınmadan dökme olarak veya

çuvallanarak pazara sunulmaktadır. Ayrıca kurutulmuş pirinaller, çeşitli çaplarda (6 ve 10 mm) peletlenip, çuvallanıp satışı da yapılmaktadır.

2.3.2 Enerji Elde Edilmesi

Pirinadan enerji elde etmek için uygulanan işlemler ve değerlendirme alternatifleri, Şekil 7'de özetlenmiştir. Yakma, gazlaştırma, sıvılaştırma ve piroliz gibi yöntemler ile pirinadan enerji elde etmek mümkündür.



Şekil 7 Pirinaya uygulanan işlemler ve değerlendirme alternatifleri (Ertaş, 2010).

Yakma

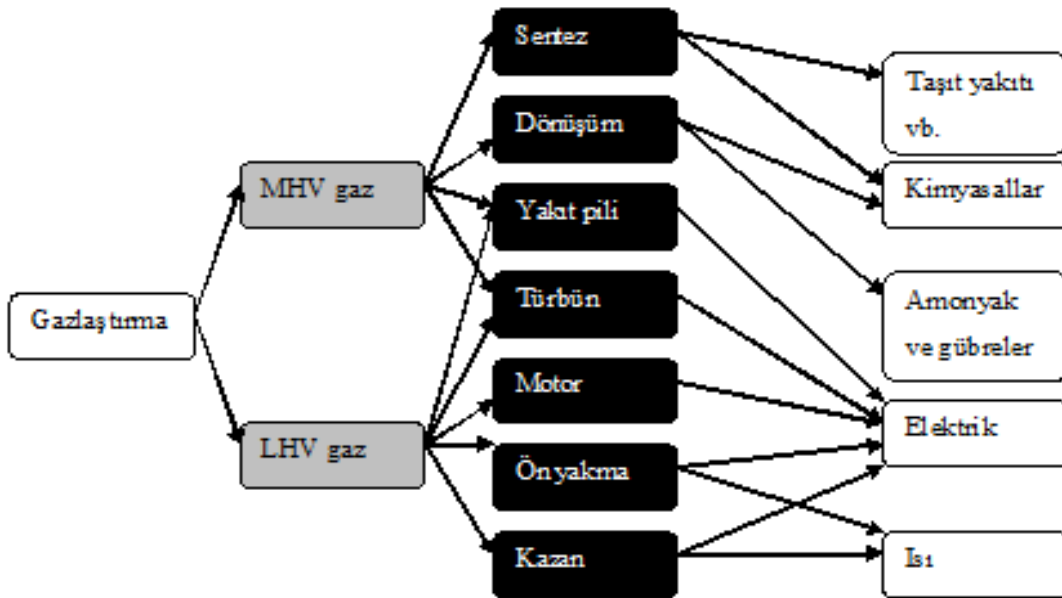
Yakma prosesi, biyokütlenin yakılarak enerji edildiği en eski yöntemlerden biridir. Yakma işleminde her türlü biyokütle kullanılarak enerji elde edilebilir. Biyokütle ile oksijen arasında gerçekleşen reaksiyon ekzotermik reaksiyon olup, sahip olduğu kimyasal enerji, mekanik güce ve elektrik enerjisine dönüştürülmesi mümkündür. Yakma işlemi sonucunda 800-1000°C'ye sahip bir gaz oluşur (McKendry, 2002). Yakma işleminde her çeşit biyokütle kullanılabilir ancak biyokütlenin sahip olduğu nem içeriğinin %50'den düşük olması gerekmektedir. Biyokütle direk yakılmadığından çeşitli ön işlemlere tabi tutulur. Ön işlem

olarak kurutma ve öğütme işlemleri uygulanır ancak bu durum yakma işlemine artı bir maliyet getirdiğinden yakma prosesi için dezavantaj demektir (Goyal ve diğ., 2008). Biyokütlenin net enerji verimi % 20-40 değişmektedir. Ancak elde edilen enerji kullanılan biyokütlenin özelliğine ve nem oranına bağlı olarak değişmekte, nem miktarının fazla olması elde edilen ısı değerini azaltmaktadır (Basu, 2006; Hodge, 2010).

Pirina homojen yapıda organik maddelerden oluştuğundan, yanma sonrası külün içerdiği mineraller analiz edilmeli ve toprağı mineral maddece zenginleştirme potansiyeli araştırılmalıdır.

Gazlaştırma

Gazlaştırma işlemi, karbon içerebilen biyokütlenin yüksek sıcaklıkta (800-900 °C) yakılarak hidrojen ve metan gibi gazların elde edilmesidir. Bunun yanı sıra, karbon monoksit, karbondioksit ve azot gibi gazlarda meydana gelir. Bu prosesin amacı gaz üretmek değil, üretilen gazın içten yanmalı motorlarda kullanılabilme özelliğini değerlendirmektir. Ayrıca bu proses sonucunda oluşan gaz metanol gibi kimyasalların üretimi sırasında sentez gazı olarak da kullanılabilir. Biyokütlenin gazlaştırma uygulamaları Şekil 8 'de gösterilmiştir (Basu, 2010; Hodge, 2010; Knoef, 2005, Keleş, 2009).



Şekil 8 Biyokütle gazlaştırma sistemleri için uygulamalar (Bahadır, 2013).

Hava ile yapılan gazlaştırma işlemi sonucunda gaz ile birlikte CO, CO₂, H₂, CH₄, N₂ gibi gazlar ve katran meydana gelir. Eğer bu işlem oksijenle gerçekleştirilmesi durumunda gaz ile birlikte CO, CO₂, H₂, CH₄ gibi gazlar oluşur. Bu işlem sonrasında oluşan gaz kaliteli olmakla birlikte, oksijen kullanılmasından dolayı işletme maliyetinde artış meydana gelmektedir.

Gazlaştırma işlemi basınç ile yapıldığında, yaklaşık olarak bu işlem 15-20 bar'da gerçekleştirilir. Ancak basınçlı gazlaştırma da, hem ilk yatırım maliyeti hem de işletme maliyetini oldukça yüksektir. Fakat bu işlemde besleme, katı yerine sıvı şeklinde verildiğinden işletme kolaylığı açısından avantaj sağlamaktadır. Bu proseste oksitleyici olarak oksijen kullanılmaktadır.

Gazlaştırma işlemi birbiriyle bağlı birkaç adımdan meydana gelmektedir. İlk adım olarak biyokütlenin kurutulması işlemidir. Bu işlem çok kısa sürede gerçekleşir. İkinci adım, piroliz işlemidir. Bu işlem oldukça hızlı gerçekleşir ancak çok karmaşıktır. Bu işlem oksijensiz ortamda 350-500°C ısıtılarak gerçekleşir ve sonucunda odun kömürü, katran ve gazlar oluşur. Piroliz sonucunda oluşan katran, gazlaştırma prosesi için problem oluşturmaktadır. Oluşan bu ürünler, pirolizin ısıtma hızına ve sıcaklığına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Buhar gazlaştırma sonucunda oluşan odun kömürü, ikincil bir reaktörde yakılarak gazlaştırma için gerekli olan ısı elde edilir (Bahadır, 2013).

Gazlaştırma ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, Orman ve Su İşleri Bakanlığı'nın desteklediği, 2013 yapılan bir proje kapsamında, pirina gazlaştırılarak enerji elde edilmesi amaçlanmıştır. Yapılan bu projede, pirina gazlaştırma reaktöründe, kısmi oksitleme ile piroliz, oksidasyon, indirgeme (gazlaştırma) aşamalarından geçerek termal olarak parçalanarak sentez gazı üretilmesi planlanmıştır. Bu işlem sırasında üretilen sentez gazı daha sonra, ORC türbini yardımıyla, elektrik ve ısı enerjisi üretilmesi hedeflenmektedir (Toröz ve diğ, 2014).

Sıvılaştırma

Sıvılaştırma prosesi, biyokütleden kimyasal ve sıvı yakıt elde etmek için basınç altında katalizör yardımıyla hammaddenin ısıtılmasıdır. Sıvılaştırma işleminde son ürün olarak katı ve gaz ürün istenmediğinden yüksek basınçlarda sistemin çalıştırılması gerekmektedir. Bu proseste sıcaklık 450-475⁰C, basınç 10-30 MPa arasında değişkenlik göstermektedir. Sistemde, alıkonma süresi yaklaşık 1 saattir. Gerekli şartlar sağlandığında, sıvılaştırma proseslerinde son ürün olarak yaklaşık %2-10 sıvı, %50-80 gaz ve %5-10 katı ürün elde edilebilmektedir. Oluşan sıvı üründe oksijen yüzdesinin %10'dan fazla olması durumunda

sıvı ürün hidrojenlenerek dizel yakıta eşdeğer nitelikte yakıt elde edilebilmektedir (Onay, 2001).

Sıvılaştırma ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, Demirbaş (2000), pirinadan ekstraksiyon yöntemiyle farklı sıcaklıklarda (523, 563, 583 K) katalizör (NaOH) kullanarak sıvı ürün (metanol) elde edilmesi amaçlamıştır. Çalışmaya göre, sıcaklık artışı ve katalizör kullanımının son ürün olan metanol hacmini arttırdığı görülmüştür.

Piroliz

Piroliz, biyokütlenin havasız ortamda yaklaşık 500-600°C'e kadar ısıtılarak, sıvı, katı ve gaz ürünlerine dönüşüm prosesidir. Piroliz, gazlaştırma ve yanma sürecinin ilk adımıdır. Piroliz, biyokütlenin ısıl dönüşüm süreçlerindeki en avantajlı yöntemlerden biridir ve bu yöntem çoğunlukla sıvı hidrokarbon üretiminde kullanılmaktadır (Ateş ve diğ., 2005). Daha yüksek sıcaklıkta gerçekleştirildiğinde ise gaz bileşenleri ve mangal kömürü oluşmaktadır. Bu prosesin sürecinde katalizör, sıcaklık ve diğer ortam şartları sıvı ürün oluşumunda önemli yere sahiptir (Demirbaş, 2000).

Bu prosesin verimi, biyomasın partikül boyutuna, reaktörde kalma süresine, besleme stoğunun oluşumuna ve ısınma hızına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Ateş ve Işıkdag, 2008). Piroliz prosesi, gazlaştırma ile kıyaslandığında, yüksek basınçta işlem görmesi, kullanılan sistemlerin pahalı olması, sıvı-katı karışımı şeklinde olan besleme sıvısının yüksek basınçta problem oluşturması ve taşıyıcı sıvı ağırlığının çok yüksek olması gibi durumlar nedeniyle daha az tercih edilmektedir (Bridgwater ve Peacke, 1999). Tablo 5' de çeşitli piroliz teknikleri ve bu işlemlerde rol alan parametreler ile oluşan ürünler verilmiştir (Mohan ve diğ., 2006).

Tablo 5 Piroliz metotları ve değişkenleri
(Mohan ve diğ., 2006).

Piroliz teknolojisi	Alıkonma Zamanı	Isıtma hızı	Sıcaklık °C	Ürün
Karbonizasyon	Günler	Çok düşük	400	Odun kömürü
Geleneksel	5-30 dk.	Düşük	600	Biyoyakıt, gaz, odun kömürü
Hızlı	0,5-5 s	Çok yüksek	650	Biyoyakıt
Hızlı-sıvı	< 1 s	Yüksek	<650	Biyoyakıt
Hızlı-gaz	< 1 s	Yüksek	<650	Kimyasallar, gaz
Ultra	< 0,5 s	Çok yüksek	1000	Kimyasallar, gaz
Vakum	2-30 s	Orta	400	Biyoyakıt
Hidropiroliz	< 10 s	Yüksek	<500	Biyoyakıt
Metanproliz	< 10 s	Yüksek	> 700	Kimyasallar

İşletme şartlarına bağlı olarak piroliz işlemi, geleneksel piroliz (yavaş piroliz) ve hızlı piroliz olarak iki guruba ayrılmaktadır (Di Blasi ve diğ., 1999).

Geleneksel piroliz (yavaş piroliz): Uzun yıllardır kullanılan piroliz yöntemidir ve bu işlemin genellikle kullanım amacı odun kömürü üretmektir. Bu piroliz, odun kömürü veriminin %35'lere ulaştığı yavaş ısıtma hızında gerçekleştirilen bir prosestir (Mohan vd., 2006). Bu piroliz işlemi yaklaşık 500°C'de gerçekleştirilir. Bu süreçte buhar bekletme süresi 5-30 dakika arasında değişkenlik göstermektedir. Ortamdaki buhar, hızlıca uzaklaşmadığından ortamda sıvı ürün kalmaz ve tamamen odun kömürü meydana gelene kadar reaksiyonlar oluşmaya devam eder. Geleneksel pirolizde ürünler yavaş ısıtılır ve odun kömürü oluşana kadar sabit bir sıcaklıkta tutulur (Şekerci, 2012).

Hızlı piroliz: Isıl ayrışma prosesi olup, orta sıcaklıkta, yüksek ısı transfer hızında gerçekleşen ve biyokütlenin sıcak buhar reaksiyon bölgesinde kısa tutularak, fuel-oil'in ısı değerinin yaklaşık yarısına sahip olan koyu kahverenginde bir sıvı üretilmesi işlemidir. Üretilen bu sıvı, kullanılan biyokütlenin çeşidine bağlı olarak ağırlıkça %60-75 oranında sıvı ürün, %25 oranında odun kömürü ve %10-20 arasında gaz ürün elde edilmektedir (Onay, 2007). Proseste oluşan odun kömürü kullanıldığından, gazlar ise yeniden üretime gönderildiğinden bu işlem sonucunda atık oluşmamaktadır. Hızlı piroliz işlemi gerçekleştirirken kontrol edilmesi gereken parametreler ısı transfer hızı, sıcaklık (425-500

°C), buhar alıkonma zamanı (2 saniyeden küçüktür) ve soğutmadır. Hızlı olarak gerçekleştirilen ısıtma ve soğutma işlemi sonucunda sıvı ürünler meydana gelir. Eğer bu işlemler hızlı gerçekleşmezse, sıvı yerine gaz ürün oluşmaktadır (Tsai ve diğ., 2007; Yanık ve diğ., 2007; Uzun ve diğ., 2006 ve 2007).

Hızlı piroliz prosesinde iyi bir sıvı ürün elde etmek için prosesin sahip olması gereken özellikleri şunlardır:

- Piroliz sırasında ısıtma ve ısı transfer hızının çok yüksek olması,
- Proses sıcaklığı yaklaşık olarak 400-500°C olarak seçilmesi,
- Buhar alıkonma süresinin iki saniyeden daha az olması,
- Fazla buhar sıvısı eldesi için buharın hızlıca soğutulması, gerekmektedir.

Proses sonucunda oluşan sıvı ürünün nem içeriği %15'in altında olabilmesi için pirolize maruz kalan biyokütlenin nem içeriğinin %10'dan küçük olması gerekmektedir. Ayrıca bu işlemlerin daha hızlı gerçekleşebilmesi için biyokütlenin partikül boyutu 2 mm'den düşük olmalıdır (Bridgwater ve diğ., 2002; Bridgwater, 2003).

Demirbaş ve Çağlar (2002), yapmış oldukları çalışmada, piroliz yöntemiyle pirinadan hidrojen gazı üretmeyi amaçlanmıştır. Farklı sıcaklıklarda (775, 850, 925, 975 ve 1025 K) çalışılmış ve verimliliği arttırmak için çeşitli katalizörler (K_2CO_3 , $ZnCl_2$ ve Na_2CO_3) kullanılarak hidrojen gazı üretimleri karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışma sonunda en iyi verim, sıcaklık 1025 K olduğunda ve katalizör olarak $ZnCl_2$ kullanıldığında elde edilmiştir. Ayrıca piroliz prosesinde sıcaklık artışı üretilen gaz hacminin arttırdığı ortaya konmuştur.

Pütün ve diğ. (2005), tarafından yapılan çalışmada, sabit yataklı reaktörde, farklı sıcaklıklarda (400-700 °C) pirinadan piroliz yöntemiyle sıvı yakıt üretilmesi araştırılmıştır. Çalışma sonunda en iyi sıvı üretim verimi, sıcaklık 7 °C/dak artırıldığında ve son sıcaklık 500 °C olduğunda gerçekleşmiş ve %27,26 olarak bulunmuştur. Ayrıca piroliz sıcaklığı ve reaktör içindeki atmosfer şartları, sentetik sıvı yakıt verimini ve içeriğini etkilemede önemli rol oynağı görülmüştür.

Anaerobik Yöntemlerle Pirinadan Enerji Elde Edilmesi

Pirinadan anaerobik yollarla mikroorganizmalar yardımıyla organik maddelere ayrıştırılarak enerji elde etmek mümkündür. Bu sistemde hava kullanmaz ve yakıt olarak kullanabilen metan gazı oluşur. Ayrıca bozulma sonucunda elde edilen atıklar ise toprak şartlandırıcısı olarak kullanılması mümkündür.

Tekin ve Dalgıç (2000), pirinin anaerobik yollarla bertaraf edilerek, laboratuvar ölçekli kesikli reaktörde, metan üretimi araştırılmıştır. Çalışmada, hidrolik bekletme süresi 20 gün, işletme sıcaklığı ise 37 °C olarak uygulanmıştır. Maksimum biyogaz üretim oranı 0,692 L/g ve KOİ giderim verimi ise 0,076 L/g olarak gerçekleşmiştir. Anaerobik bozulma sonucunda biyogaz içeriğinin %80'ni metan gazı olduğu görülmüştür. Ayrıca anaerobik bozulma sonucunda oluşan çamurun toprak şartlandırıcı olarak kullanılabileceğinin mümkün olduğu görülmüştür.

Diğer taraftan pirinin doğal asidik yapısı, yüksek katı madde muhtevası, selüloz-hemiselüloz-lignin ağırlıklı organik madde içeriği gibi hususlar göz önüne alındığında, pirinadan biyo-hidrojen üretimi teknik ve ekonomik olarak daha uygun olabilir. Ancak, proses öncesinde pirinaya bazı makro ve mikro nütrientleri ilave etmek gerekir. Partiküler formdaki selülozik bileşenlerin biyo-ayrışmasında genellikle hız kısıtlayıcı aşama hidrolizdir. Hidrolizin hız kısıtlayıcı olduğu substrat bileşenlerinin fermantasyonunda genellikle optimum sıcaklık 30°C olmakla birlikte, biyo-hidrojen üretimi için gerekli olan asgari 70°C'lik sıcaklıkta hidroliz hızı ortaya konmalıdır. 60°C'nin üzerinde proteinlerin ve hemiselülozun hidroliz hızı artmakla birlikte selüloz ve lignin yeterince hidroliz olmamaktadır.

Biyo-hidrojen üreten bakterilerin çoğalma hızları metan üretenlerden iki kat daha fazladır. kesikli reaktörler için atığa aşu ilavesi hem metan üretiminde hem de hidrojen üretiminde gerekli olduğundan, reaktörün işletilmesinde atığın şartlandırılırken aşılması önemli bir husustur.

Atığın kompozisyonu göz önüne alındığında (% 60-70 nem, selülozik içerik, asidik pH) anaerobik stabilizasyonda hız kısıtlayıcı aşamanın hidroliz olması beklenebilir. Sonuç olarak pirinin kuru fermantasyonu için kapsamlı deneysel çalışmaların yapılması gerekmektedir.

2.3.3 Hayvan Yemi Maddesi Olarak Değerlendirilmesi

Ülkemizde 2014 yılında büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayısı sırasıyla, 14.244.673 ve 41.462.349 baş olarak tespit edilmiştir (TÜİK, 2014). Mevcut hayvan sayıları 500 kg ağırlığındaki bir süt sığıru olarak (BBHB) ifade edildiğinde 12.988.039 BBHB'ne karşılık gelmektedir. Bir BBHB'nin günlük kuru madde (KM) tüketiminin %2'nin kaba yemlerce temin edildiği ve ülkemizdeki yem bitkileri ve çayır meralardan sağlanan KM (TÜİK, 2014) hesap edildiğinde yaklaşık olarak 15.400.000 ton kaba yem açığı bulunduğu görülmektedir.

Kaba yem açığının kapatılması amacıyla yapılan uygulamalara bakıldığında, kaba yem kaynağı olarak özellikle hububat artıklarının (saman) kullanımı ön plana çıkmaktadır. Rasyonlarda samanın kullanımı, samanın düşük besin madde içeriğinden dolayı kullanılacak yoğun yemin miktar ya da kalitesini artırmaktadır. Bu durumda özellikle karma yem sanayinde kullanılan ithal bazı yem hammaddelerinin (soya küspesi, mısır) kullanılan miktarlarını artırmakta ve sonuçta üretim maliyetleri artmaktadır.

Buna karşın, özellikle hayvan beslemede ülkemizde henüz yaygın kullanılmayan pirina gibi bazı yan ürünlerinin ruminant beslemede kullanımı yem maliyetlerinin azaltılmasında çok önemli alternatifler sunmaktadır. Sanayi yan ürünü olarak ortaya çıktıkları için maliyetleri düşük ve besin değerleri samandan çok daha yüksek olan bu kaynakların ruminantların beslenmesinde kullanımı ekonomik bir hayvancılık yapmak için büyük önem arz etmektedir.

Akdeniz ülkeleri ve Ülkemiz açısından sosyal ve ekonomik değeri yüksek olan zeytinden, yağ üretimi sonucu üretilen pirina (zeytin posası-ZP) ile yapılan çalışmalar, pirinanın ruminant beslemede başarılı bir şekilde kullanılabileceğini ve karma yemden önemli düzeyde tasarruf sağlanabileceğini ortaya koymaktadır (Ben Salem ve ark. 2014; Molina Alcaide ve diğ., 2010).

Pirinanın, hayvan yeminin yaz aylarına göre daha az olduğu kış aylarında üretiliyor olması, pirinanın yem hammaddesi olarak değerlendirme potansiyelini artırmaktadır. Ancak, pirina, zeytin cinsine ve üretim teknolojisine bağlı olarak farklı karakterizasyonlara sahip olabilmektedir, bu durum hayvan yemi maddesi olarak kullanımını sınırlayan en önemli faktördür (Molina-Alcaide ve diğ., 2003). Pirinanın yem maddesi olarak değerlendirilebilmesi için bir günden fazla bekletilmeksizin kurutulması, çeşitli hayvan yemleri ile karıştırılarak belli oranı aşmaması ve enzim aktivitesinin düşürülmesi gerekmektedir. Pirinadaki proteinlerin büyük bir kısmının güçlü bir ligno-sellülozik yapıya sahip olan çekirdekte bulunması sebebiyle, bu proteinlerden yararlanılma derecesi düşüktür. Pirinanın lif ve lignin içeriği yüksek olup (Neifar ve diğ., 2013), besleyici değeri çok yüksek değildir (Filya ve diğ., 2006). Bu yüzden pirinanın yem hammaddelerine azami %10 mertebesinde kontrollü olarak ilave edilmesi gerekmektedir.

Pirinanın Besin Değeri

Pirinanın besin değeri, zeytinin sahip olduğu çekirdek, kabuk ve meyve eti değerine bağlı olarak değişkenlik göstermekle birlikte, sahip olduğu yağ içeriği ve oluşun prosesine göre de farklılık göstermektedir. Pirina düşük ham protein, yüksek miktarda lif içermektedir. Lif

içeriğinin büyük bir bölümünü, lignin oluşturmaktadır. Ayrıca pirina içerisindeki besi maddeleri, düşük sindirilebilir değere sahiptir ve yoğun yemler veya kaliteli kaba yemler ile karşılaştırıldığında düşük yem olduğu görülmektedir. Ancak yüksek ham yağ içeriğine sahip olduğundan samanlara kıyasla daha yüksek besin içeriğine sahip olduğu görülmektedir (Molina Alcaide ve ark. 2003).

Elenmemiş ve elenmiş pirinanın yapılan çalışmalar sonucunda besin değerleri, organik madde açısından 882-968 g/kg arasındadır. Görüldüğü gibi pirinanın büyük çoğunluğu organik maddeden oluşmaktadır. Diğer taraftan ham protein içeriği 52-72 g/kg, lignin içeriği ise 297-345 g/kg arasında değişkenlik göstermektedir. Ayrıca pirina 52-72 g/kg ham yağ ve 55-169 g/kg arasında lifli olmayan karbonhidrat içermesi sebebiyle, samanlardan daha yüksek besin değerine sahiptir (Tablo 6).

Tablo 6 Ham ve elenmiş pirinanın besin değeri

Besin Maddesi, g/kg KM	Elenmemiş Pirina ^a				Elenmiş Pirina ^{b*}			
	X	X-Sx	X-Sx	Değişim	X	X-Sx	X-Sx	Değişim
Organik madde	925	882	968	807-986	945	911	979	864-981
Ham protein	62	52	72	38-79	75	56	93	33-101
Ham yağ	90	42	138	33-227	126	68	184	33-221
NDF	657	585	729	541-783	571	443	700	320-707
ADF	520	457	583	371-642	433	332	544	255-590
Lignin	321	297	345	285-367	222	174	269	145-308
Hemiselüloz	137	107	167	77-182	143	100	187	65-198
Selüloz	199	159	240	143-288	207	122	292	80-350
Lif olmayan karbonhidrat	112	55	169	28-242	141	55	227	26-269

^a: Al-Masri, 2003; Molina Alcaide ve diğ., 2003; Filya ve diğ., 2006a; Sadeghi ve diğ., 2009; Beken ve Şahin, 2011; Aberghoei ve diğ., 2011; Abo Omar ve diğ., 2012; Neifar ve diğ., 2013; Awewdeh ve Obeidat, 2013; Faye ve Konuspayeva 2013.

^b: Hadjipanayiotou, 1999; Al Masri, 2003; Cabiddu ve diğ., 2004; Chiofolo ve diğ., 2004; Filya ve diğ., 2006a; Sadeghi ve diğ., 2009; Vera ve diğ., 2009; Abbeddou ve diğ., 2011a; Aberghoei ve diğ., 2011; Terramoccia ve diğ., 2013; Vargas-Bello-Perez ve diğ., 2013; Vera ve diğ., 2013; Çıbık ve Keleş, 2014; Keleş ve diğ., 2015.

*:Elenip elenmediği belirtilmemiş çalışmalarda besin değerleri dikkate alınmıştır.

Bu nedenle ham pirinanın besin değerinin ruminantların yaşama yapı ihtiyaçlarını karşılayabilecek orta kaliteli kaba yemlerle kıyaslanabilir olduğu ve ruminant beslemede rasyon maliyetini düşürmek ve yağ içeriğinin olumlu etkisinden faydalanmak için kullanılacak bir yem niteliği taşıdığı değerlendirilebilir.

Çekirdek Elemenin Besin Değerine Etkisi

Bilindiği gibi zeytin, meyve kabuğu, meyve eti, meyve çekirdeği ve çekirdek içinden oluşmaktadır. Kuru madde bazında fiziksel kompozisyonunun %70-80 meyve eti, yaklaşık %20 ise çekirdekten oluşmaktadır. Tablo 7’te görüldüğü gibi, kuru madde bazında zeytin

meyvesinin büyük kısmı meyve eti olup, bu kısım aynı zamanda hayvan besleme açısından en yüksek besin değerine sahiptir. Molina Alcaide ve diğ., (2003) tarafından yapılan çalışmada, meyve kabuğunun düşük düzeyde (36 g/kg KM) yağ içerdiğine sahip olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, zeytinden elde edilen yağın neredeyse tamamının meyve etinden elde edildiği bilinmektedir. Bu yüzden yağı alınmış pirinada, en yüksek besin değerine sahip meyve eti oranı düşerken, besin değeri olmayan meyve çekirdeği ve çekirdek içi oran artacaktır. Bu nedenle, pirinanın etkili bir şekilde elenmesi sonucu besin değeri olmayan çekirdek kısmının pirinadaki oranı düşerken, besin değeri yüksek diğer kısımların oranı artacağından pirinanın besin değeri yükselmiş olacaktır.

Tablo 7 Zeytin meyvesinin fiziksel kompozisyonu ve besin değeri (g/kg KM)
(Sansoucy, 1985).

Kısımlar	Fiziksel Kompozisyon, %	HP	HY	HS	Kül
Epicarp (Meyve kabuğu)	2.0-2.5	98	34	24	16
Mesocarp (Meyve eti)	71.5-80.5	96	518	12	23
Endocarp (Meyve çekirdeği)	17.3-23.0	12	8	741	12
Kernel (çekirdek içi)	2.0-5.5	-	-	-	-

Pirinanın çekirdeği elenmesi sonucu, HP (ham protein), HY (ham yağ) ve LOK (lif olmayan karbonhidrat) içeriği artarken, NDF (hücre duvarı karbonhidratları), ADF ve lignin içerikleri düşmektedir. Eleme sonucunda pirinanın HP, HY ve LOK düzeyinde artış ve lignin içeriğinde düşüş olmaktadır. Eleme sonucunda, pirinadaki HP, HY ve LOK içeriği, katı madde de ortalama sırasıyla, 75, 126, 141 g/kg ile önemli bir yem kaynağına dönüşmektedir. Aberghoei ve diğ., (2011) tarafından yapılan çalışmada, pirinanın elenmesi ile kuru madde içindeki besin değeri 263'den 398 g/kg'a yükselmiştir.

Yağ İçeriğinin Besin Değerine Etkisi

Besin değerini etkileyen en önemli faktörlerden bir diğeri de pirinanın yağ içeriğidir. Pirinanın yeniden dekantörden geçirilerek (2. sıkım) ya da çözücülerle (hekzan) muamele edilerek farklı düzeylerde yağı alınabilmektedir. Özellikle hekzan yardımıyla pirinadaki yağın büyük bir bölümü alınabilmektedir. Gerek ham pirinada, gerekse elenmiş pirinada yağ alınması, yağ miktarındaki azalmaya bağlı olarak pirinanın diğer unsurlarının oranlarını artıracaktır. Besin değeri yüksek olan ham protein ve LOK miktarlarının artması, besin değerine olumlu yansırken, hücre duvarı karbonhidratlarının (NDF) artması pirinanın besin değerini olumsuz etkileyecektir. Özellikle yüksek lignin ve düşük ham protein ve LOK içeriğinden dolayı düşük

besin değerine sahip ham pirinadan ilave yağ alımı, ham pirinanın ruminant beslemede kullanılabilmesi için yapılacak muhafaza (kurutma ya da silolama) ve nakliye gibi temel maliyetler düşünüldüğünde ekonomik bir şekilde yem olarak kullanımını olanaksız hale getirebilecektir. Elenmiş posadan da ilave yağ alınması, ham pirinaya benzer şekilde HP ve LOK değerlerini yükselttiği için pirinanın besin değeri artıracak, yağ içeriğinin düşmesi ve lignin içeriğinin yükselmesinden dolayı posanın besin değerini düşürecektir. Ancak, elenmiş pirinada hiç yağ kalmasa bile lignin içeriği, ham pirinanın lignin düzeyinden daha düşük olmakta, buna karşın % 9-10'a ulaşan HP ve artan LOK değeriyle yem olarak kullanım potansiyelini korumaktadır (Tuffarelli ve ark. 2003; Sadeghi ve ark. 2009).

Üretim Sistemlerinin Besin Değerine Etkisi

Üretim sistemlerinin besin değeri üzerine en önemli etkisi, pirinanın içerdiği fenolik madde ve şeker miktarlarının değişik olmasından kaynaklanmaktadır. Tablo 8 incelendiğinde, 3 fazlı üretim sisteminde zeytinin sahip olduğu fenolik ve şeker bileşiklerinin çoğunluğu karasu ile beraber ayrıldığı görülmektedir. Buna karşın 2 fazlı üretim sisteminde karasu oluşmadığı için şekerlerin ve fenollerin büyük miktarı pirinada kalmaktadır. 2 fazlı sistemlerde üretilen pirinanın şeker ve fenolik madde içeriğinin, 3 fazlı üretim sisteminde üretilen pirinadan yaklaşık olarak sırasıyla, 4-5 ve 2-3 kat daha fazla olması, 2 fazlı üretimde oluşan pirinanın besin değerinin daha fazla olduğunu göstermektedir. Ayrıca, yaklaşık 20 kg KM tüketen bir süt sığırının rasyonuna %20 düzeyinde %10 şeker içeren pirina ilave edilmesi durumunda, rasyona aynı zamanda %2 (400 g) şeker ilave edilecek, rumen mikroorganizmaları için hazır kullanılabilir bir enerji kaynağı sağlanacaktır. Bu önemli besinsel avantajın dışında 3 fazlı sistemlerden elde edilen pirinanın şeker içeriği, pirinanın uygun şekilde silolanmasına neredeyse olanak sağlamayacak kadar düşük düzeydedir. Çünkü normal bir silaj fermantasyonu için yeşil otlarda bulunması gereken minimum şeker içeriğinin 30 g/kg KM olması gerekmektedir (Haigh, 1990). Bu yüzden, 3 fazlı üretim sisteminde elde edilen pirinadan katkı maddesi kullanılmadan, kaliteli silaj elde etme olanağı düşük olacaktır. Bu durum üretilen silajın maliyetini yükseltecektir.

Tablo 8 İki ve üç fazlı sistemlerden elde edilen pirinanın özellikleri (g/kg KM)

Parametre	3 faz (Vlyssides ve diğ., 2004)		2 faz (Alburquerque ve diğ., 2004)
	Pirina	Karasu	Pirina
Kuru madde, g/kg	498±19	64±24	360±26
Toplam şeker	20±0.2	253±93	96±48
Toplam fenoller	6.6±0.7	168±64	14.2±6

Pirinanın Besleme Değeri

Hayvan yemlerinin besleme değerleri belirlenirken, yemlerin besin değeri (kimyasal kompozisyon) ve sindirilebilirlikleri ile birlikte ne ölçüde ruminantlarca tüketildikleri dikkate alınmalıdır. Bu durum özellikle ikincil bileşik içerikleri yüksek ve belli muamelelerden geçerek üretilen sanayi yan ürünlerinde çok daha önemlidir. Sansoucy (1986) tarafından yapılan çalışmada, pirinanın lezzetsiz bir yem olduğunu ve bu nedenle melas katkısı ile lezzetliliğinin artırılması gerektiği bildirilmiştir. Çekirdeklerinden elenmemiş ham pirinanın besin değeri oldukça düşükken, çekirdekleri alınması ile besin madde içeriği, rumen parçalanabilirliği ve sindirilebilirlik değerleri artmaktadır. Diğer taraftan, çekirdeklerden eleme sonucunda bile gerek yüksek lignin içeriği ve gerekse ikincil bileşikler, pirinanın ruminantlarca tüketiminin düşük olabileceği belirtilmektedir (Martin Garcia ve diğ., 2004). Ancak *in-vitro* çalışmalar da fenolik bileşik ve tanin içerikleri yüksek 2 fazlı sistemlerden üretilmiş pirinanın küçükbaş hayvanlarda (koyun ve keçi) olumsuz etkisi gözlenmemiştir (Yanez Ruiz ve diğ., 2004). Molina Alcaide ve Nefzaoui, (1996) tarafından yapılan çalışmada, pirina ile beslenen hayvanlarda herhangi bir toksik etki görülmemekle birlikte, içerdiği fenolik bileşiklerin yüksek düzeyde polimerize olduğu ve bu yüzden de rumende hidrolize olmadığı için pirinanın besleme değerini olumsuz yönde etkilemeyeceği belirtilmiştir. Sonuçta hiçbir yem maddesinin besin değerine bağlı olarak ya da ekonomik olarak sınırsız tüketimi söz konusu olmamaktadır. Burada önemli olan, pirinanın ruminantlarca ne düzeyde tüketildiğinde yüksek lingoselülotik içeriğin yem tüketimini olumsuz etkilemeyeceğinin belirlenmesidir. Tablo 9'da pirina ile besi kuzularında yapılmış denemelerden elde edilmiş sonuçlar verilmiştir.

Owaimer ve diğ., (2004) tarafından yapılan çalışmada, % 12 saman yerine katkı maddeleri ile muamele edilmiş ham pirina kullanmıştır. Buna göre, kontrol gruba kıyasla, kuzuların yem tüketimi ve performanslarının arttığı görülmüştür. Bunun nedeni, pirinanın içerdiği diğer besin maddelerinin (HP, HY, LOK) samanlara kıyasla çok daha yüksek olmasıdır.

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 69 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 9 Zeytin posasının besi kuzularının performanslarına etkisi

Çalışma	Araştırma yemleri* ¹ (KM'de)	ZP, % rasyon	Zeytin yağı, % rasyon	Kuru madde tüketimi, kg/g	Canlı ağırlık artışı, g/g
Al Jassim ve diğ., (1997)	Arpa (%60)	0		1.05	176
	HZPS+%2.5 üre	10		1.05	169
	HZPS+%2.5 üre	20		1.05	171
	HZPS+%2.5 üre	30		1.05	157
Owaimer ve diğ., (2004)	Saman (%12)	0	-	1.33c	208b
	HZP	12	0.56	1.43b	235a
	HZP+%3 NaOH	12	0.12	1.43b	206b
	HZP+%5 üre	12	0.58	1.44b	230a
	HZPS+%5 üre	12	0.55	1.49a	245a
Filya ve diğ., (2006b)	KY (%100)	0		1.42	253a
	EZP	5	0.31	1.44	241a
	EZP	10	0.62	1.39	230ab
	EZP	15	0.93	1.45	233ab
	EZP	20	1.25	1.34	206b
Mioc ve diğ., (2007)	Mısır (%60.5)	0	-		235a
	HZP	15	1.4		218a
	HZP	30	2.75		160b
Taheri ve diğ., (2013)	Arpa (%50)	0		1,37a	183a
	ZPS	10		1,25b	152b
	ZPS	20		1,29b	185a
	ZPS	30		1,30b	172a
Awawdeh ve Obeidat, (2013)	Buğday otu (%20.2)	0	-	1.02	192b
	HZP	10.1	2.3	1.23	247a
	HZP+%10 H ₃ PO ₄	7.3	1.7	1.09	234ab
Vera ve diğ., (2013)	KY (%100)	0	-	-	283b
	EZP (KY'de %32)	32	5.3	1.09	276b
	Mera	-	-	1.02	334a
Tuffarelli ve diğ., (2013)	Yulaf otu (%35)	0	-	0.90	198
	YZEZP	10	0.13	0.90	188
	YZEZP	20	0.26	0.92	178

*:ZP:Zeytin Posası (pirina), HZP: Ham ZP; HZPS: HZP silajı; EZP: Elenmiş ZP; YZEZP: Yağsız EZP; KY: Karma yem
¹: Araştırmalarda ZP büyük çoğunlukla kontrol yemlerinde verilen yemlerin yerine kullanılmıştır.

Al Jassim ve diğ., (1997) yapılan çalışmada, pirina kullanılmış toplam rasyonların ham protein sindirilebilirlikleri pirina yerine arpa, Awawdeh ve Obeidat (2013) tarafında yapılan çalışmada buğday otu ve Tuffarelli ve diğ., (2013) tarafından yapılan çalışmada ise yulaf otu kullanılarak kontrol gruplarından farklı olmadığı belirlenmiştir. Başka bir çalışmada, %10 posa ilave edilmiş rasyonlarla beslenen kuzuların KMT'rinin, yerine ikame edildiği düşük kaliteli buğday otu içeren rasyonlarla beslenen kuzulara benzer, ancak canlı ağırlık artışının çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Awawdeh ve Obeidat, 2013). Al Jassim ve diğ., (1997) tarafından yapılan çalışmada, rasyona arpa yerine ikame edilmiş üre ile 3-4 ay silolanmış pirinanın rasyona %30 ilavesinde bile performansta bir değişme olmadığı

bildirmiştir. Ancak bu çalışmada kuzulara 1.05 kg yem verilerek yem kısıtlaması yapılmıştır. Bu sonuçlardan yola çıkarak, rasyonda pirina miktarı artıkça buna bağlı olarak artan yüksek lif (NDF) miktarının kuzuların kuru madde tüketimini sınırlandırarak, performanslarını düşürdüğü söylenebilir. Ayrıca, Yansari ve diğ., (2009) tarafından yapılan çalışmada, % 20 düzeyinde pirina katılmış kuzulardan çekirdeği alınmış pirina ile beslenenlerin performanslarının diğer kuzulardan yüksek olduğunu görülmüştür (Tablo 10).

Tablo 10 Farklı formlarda pirina ile beslenen kuzuların performansları
(Yansari ve diğ., 2009)

Parametre	Ham pirina	Yağı alınmış pirina	Elenmiş pirina	Elenmiş-yağı alınmış pirina
KMT, kg/g	1.87b	1.88b	2.03a	1.93b
CAA, g/g	141b	137b	176a	139b
Sindirilebilirlik				
KM, g/kg	665b	674b	735a	739a
NDF, g/kg	313b	324b	423a	432a
HP, g/kg	421b	423b	470a	483a

Ham pirinanın besi kuzuların performanslarını olumsuz etkilenmeden en fazla %15, elenmiş pirinanın %25 ve yağı kısmen alınmış elenmiş pirinanın ise %20 düzeyine kadar rasyona ilave edilebileceği değerlendirilebilir. Ancak özellikle ham pirina ve yağı alınmış pirina ile beraber kaba yemlerin kullanımı, rasyonda artacak lif içeriğinden dolayı kuzuların KMT'lerini baskılayarak performanslarını olumsuz etkileyebilecektir.

Pirinanın süt hayvanları üzerindeki etkisini gözlemlemek için yapılan çalışmalarda değişik sonuçlar alınmıştır (Tablo 11). Chiofolo ve diğ., (2004) tarafından yapılan çalışmada, karma yeme %6,4 civarında pirina katıldığında, koyunların süt verimliliğinin arttığı gözlemlenmiştir. Buna benzer olarak Vargas-Bello-Perez ve diğ., (2013) tarafından yapılan başka bir çalışmada, % 10 ve 24 EZP (elenmiş zeytin posası-çekirdeği alınmış pirina) içeren rasyonların koyunların Kuru madde tüketimlerini (KMT) etkilemediği görülmüştür.

Büyükbaş hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalarda, çekirdeği alınmış pirina yapılan slajın %15 yeme katılması durumunda olumlu ya da olumsuz etkisi gözlemlenmezken (Hadjipanayiotou, 1999), başka bir çalışmada ise (Çıbık ve Keleş, 2014) %13 çekirdeği alınmış zeytin posası ilavesinin süt verimini etkilemediği buna karşın kuru madde tüketimini arttırdığı gözlemlenmiştir.

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 71 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 11 Zeytin posası ile beslenen süt hayvanlarının performansları

Çalışma	İkame edildiği yem, kullanım oranı, %	Zeytinyağı, % rasyon	Kuru madde tüketimi, kg	Canlı ağırlık değişimi, g	Süt verimi, g	Süt yağı, %
Koyun						
Hadjipanayiotou, 1999	Karma yem (KY)	-	2.70	88	2.05b	48b
	EZPS, 14	1.4	2.71	79	2.12a	54a
Cabiddu ve ark. 2004	Kaba yem	-	1.87a		1.60	58
	EZPS, 14	1.6	1.69b		1.67	61
	EZPS, 29	3.3	1.58c		1.47	59
Chiofolo ve ark. 2004	KY	-			0.65b	65
	EZP, 6.4	1.4			0.77a	66
Abbeddou ve ark. 2011b	Kaba yem	-			1.73	70
	EZP, 30	2.8			1.54	70
Vargas-Bello-Perez ve ark. 2013	Kaba Y+ KY	-	≈2.03			20
	EZP, 10	1.4	≈2.00			22
	EZP, 24	3.4	≈2.03			19
Abbeddou ve ark. 2015	Kaba Y + KY			154	1.19a	59
	HZP, 30			138	1.09b	60
Keçi						
Hadjipanayiotou, 1999	Karma yem	0	2.48	7	2.10	40b
	EZPS, 16	1.6	2.45	-31	2.05	43a
Keleş ve ark. 2015	KY	0	2.18a	138	1.02	37b
	EZPS, 10	1.0	2.04b	143	1.07	39b
	EZPS, 20	2.0	2.17ab	226	1.10	45a
B. Baş						
Hadjipanayiotou, 1999 (Sığır)	KY	0	17.5	34	18.1	36
	EZPS, 15	1.5	17.6	-312	17.7	40
Çıbık ve Keleş, 2014 (Sığır)	Kaba Y + KY	0	28.1b		47.5	33a
	EZP, 13	1.2	32.8a		50.9	27b
Terramoccia ve ark. 2013 (Manda)	KY	-	17	422	9.7	72
	EZP, 6.2	1.3	17	437	10.1	74
Faye ve ark. 2013 (Deve)	KY	-			4.9b	3.35
	HZP, 17	2.0			7.5a	3.42

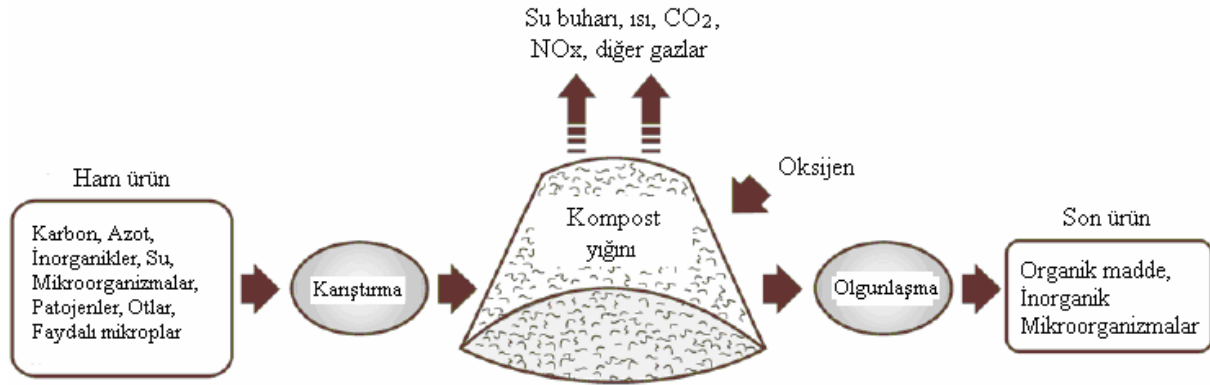
*: HZP: Ham ZP; EZP: Elenmiş ZP; EZPS; EZP silajı.

Ham pirina, ruminantların yaşama payı besin madde ihtiyaçlarını karşılayabilecek düzeyde besin maddesi içerdiği tespit edilmiştir. Posanın en önemli besin maddesi içerdiği yüksek miktardaki yağdır. Bu özelliği ile posa ruminant beslenmesi için önemli avantajlar sağlamakta, özellikle süt hayvanlarında süt yağında artışlar sağlamaktadır. Ancak zeytin çekirdeği, hayvanlar tarafından sindirilmesi zor olduğundan pirinadan elenmesi gerekmektedir. Eleme işlemi pirinanın besin değerini önemli miktarda artırmaktadır. Ayrıca

içermiş olduğu fenolik bileşikler ve zeytinyağından dolayı hayvansal ürünlerin kalitesini de artırmaktadır.

2.3.4 Kompost Olarak Değerlendirilmesi

Kompostlama, mikrobiyolojik faaliyetler ile organik maddelerin aerobik koşullarda biyolojik olarak ayrışması ve stabilizasyonunu sağlayan bir işlemdir (Ekinci ve ark., 2004). Kompostlaştırma temel olarak bir bertaraf yönteminden ziyade geri kazanım yöntemidir. Bu sebeple eğer atık kompozisyonu uygun ise atık yönetimde yer alması gereken, atıkların değerlendirilmesi, tekrar ekonomiye kazandırılması ve çevre açısından önem arz eden bir işlemdir. Kompostlama işlemi örneği Şekil 9'de gösterilmektedir.



Şekil 9 Kompostlama prosesi
(TÜBİTAK MAM, 2007).

Kompostlamanın avantajları

Kompostlama prosesinin birçok avantajı bulunmaktadır. Bunları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür.

- Temel toprak zenginleştirici olarak kullanılır, düşük sınıf topraklarda toprağın yapısını, havalanma ve su tutma kapasitesini düzeltir (Kalkanoğlu ve Topkaya, 1997).
- Atıkların parçalanması sonucu ortaya çıkan zararlı gazlar en aza indirilmiş olur (Yeniçerioğlu, 2006).
- Nihai ürün olan kompostun birçok kullanım alanları olduğu için pazarlama ile ilgili sıkıntılar pek yaşanmaz.
- Toprağa ve bitkilere ana besin maddeleri ve mikro besin maddeleri sunarak katkıda bulunur. Böylece de toprak verimliliğine süreklilik getirerek çok önemli katkı sağlar.

- Topraktaki canlı yaşamını teşvik eder ve organizmaların sayısını artırır.

Kompostlama İşleminin Olumsuzlukları

Kompostlama işleminin olumlu özelliklerinin yanında birtakım olumsuz özellikleri de bulunmaktadır. Olumsuz özellikleri aşağıda kısaca özetlenmiştir.

-Alan ihtiyacı: Kompostlaştırma tesisleri için alan seçiminde, birçok parametre göz önünde bulundurulmalıdır. Bunlar; (1) yasal kısıtlamalar, (2) ulaşım kolaylığı, (3) altyapının varlığı, (4) inşaat için uygun zemin, (5) yatırım ve işletme giderleri, (6) alan boyutları ve büyüme olanakları. Ham madde deposu, bitmiş kompost deposu ve olgunlaşma alanı ihtiyacından dolayı kompostlama için çok büyük alan gerekmektedir (Öztürk ve Bildik, 2005).

- Koku: Kompostlama işleminin koku oluşumu muhtemeldir. Son ürünü koku oluşturmamasına rağmen, kompostlama işlemi sırasında bazen çok keskin kokular oluşabilmektedir. Diğer taraftan kompostlanacak ürünlerin kompost yapımı için depolanması da kokulara sebebiyet verebilir. Bu tür oluşumları önlemek için kompost işlemi sırasında aerobik koşullar sürekli kontrol edilmelidir.

- Hava koşulları: Soğuk hava kompost ortamı sıcaklığını düşürerek kompostlama işlemini yavaşlatır (Öztürk ve Bildik, 2005).

Kompostlamaya Etki Eden Parametreler

Kompostlama mikroorganizmaların büyümesi için uygun koşullar sağlandığında ve bu koşullar muhafaza edildiğinde çok hızlı gerçekleşir (Ekinci ve diğ., 2004). Kompostlama işlemi, (1) C/N oranı, (2) hammaddenin fiziksel yapısı, (3) havalandırma oranı, (4) nem içeriği, (5) pH seviyesi, (6) sıcaklık ve (7) gerekli besin maddelerinin sağlanması gibi birçok faktörle kontrol edilebilmektedir (Li ve diğ., 2008). Kompostlama için gereken şartlar .Tablo 12'de verilmiştir.

.Tablo 12 Kompostlama için gerekli şartlar
(TÜBİTAK MAM, 2007).

Parametre	Kabul edilen aralık	Önerilen aralık
C/N oranı	20-40	25-30
Nem içeriği (%)	40-60	
Oksijen konsantrasyonu %	> 5	> 5
Partikül çapı (cm)	0,3-5	Çeşitli
pH	5,5-9	6,5-8
Sıcaklık (0C)	40-60	50-60

Kompostlaştırma Yöntemleri

Kompostlama işlemi aerobik ve anaerobik olarak iki şekilde yapılmaktadır. Aerobik (havalı) kompostlama işleminde, organik maddelerin oksijenli ortam koşullarında mikroorganizmalar tarafından parçalanma işlemidir. Kontrollü şartlar altında atıkların organik kısmı oldukça kısa bir zamanda kompost olarak bilinen stabil organik maddeye dönüştürülebilir.

Anaerobik (havasız) kompostlama işlemi, organik maddenin oksijensiz koşullar altında ayrışması işlemidir. Bu işlemin en önemli özelliği; daha yüksek nem oranında uygulanması (%65-85) ve komposta ilaveten yan ürün olarak enerji üretiminde kullanılacak biogaz elde edilmesidir. Bu tür tesislerden elde edilen enerjinin bir bölümü tesis içi enerji ihtiyacının karşılanmasında kullanılırken geri kalan kısmı ise gaz olarak veya elektrik enerjisine çevrilip satılabilmektedir (TÜBİTAK MAM, 2007).

Kompostlama ortamında oksijenin bulunması yalnızca istenen bir durum değil aynı zamanda hızlı kompostlama için bir zorunluluktur (Öztürk ve Bildik, 2005). Açık kompostlaştırma (yığınlar halinde) ve kapalı kompostlaştırma (silo, reaktör, vb.) adı altında birçok yöntem geliştirilmiştir. Kullanılan kompostlama metotları;

- Pasif kompostlama,
- Sıralı yığın oluşturarak kompostlama,
- Havalandırmalı yığınlarda kompostlama,
- Kapalı reaktörde kompostlama olmak üzere dörde ayrılmaktadır.

Pasif Kompostlama

Pasif kompost işleminde, yığın içindeki maddeler aralıklı karıştırılır. Atık uzun bir süre boyunca basitçe yığılarak, yığınların zaman zaman döndürülmesi ile kompostlama gerçekleştirilir. Bu yöntemde yığın yükseklikleri düşük (<1,8 m) olduğu için havalandırma pasif bir şekilde gerçekleştirildiğinden havalandırma ekipmanlarına minimum ihtiyaç duyulmaktadır. Kompostlama işlemi oldukça yavaş gerçekleşir ve kompostun oluşum süresi yaklaşık bir yılı bulabilmektedir (USDA, 2000). Sıralı yığın kompostlamadan farkı döndürme işleminin daha seyrek olarak gerçekleştirilmesidir. Yığındaki nem, hava veya yüksek sıcaklıklarda buharlaştırma ile uzaklaştırılmadığından yığında nemli bölgeler ve anaerobik şartlar oluşur. Bu koşullar altında anaerobik mikroorganizmalar çözünmeye hakim olurlar.

Havalandırma oranı düşük olduğundan pasif kompostlama yavaştır ve koku problemi fazladır (Öztürk ve Bildik, 2005).

Sıralı Yiğın Oluşturarak Kompostlama

Bu yöntemde, ham madde karışımının, uzun yiğınlar şeklinde veya düzenli aralıklarla döndürülen veya karıştırılan yiğın-sıraları şeklinde oluşturulmasıdır. Yiğınların yükseklikleri 0,9 m ile 3,6 m arasında değişir (Öztürk ve Bildik, 2005). Bu yöntemde, yiğınlar özel döndürme araçları kullanılarak periyodik olarak döndürülerek havalandırılması sağlanır. Bu işlemde hava değişimi yiğınların porozitesine bağlıdır. Eğer sıralı yiğın çok büyükse; merkezine yakın kısımlarda, sıralı yiğın döndürüldüğünde kokuya neden olan anaerobik bölgeler oluşabilir. Diğer taraftan küçük yiğın-sıraları ısıyı çabuk kaçırdıklarından nemin giderilmesi, patojenleri yok etmek için gereken sıcaklıkları sağlayamamaktadır.

Havalandırmalı Yiğınlarda Kompostlama

Pasif havalandırmalı sıralı yiğın olarak bilinen bu yöntemde, yiğın sıraları içine gömülmüş delikli borular sayesinde kompost yiğınına hava verilir (USDA, 2000). Yiğın içindeki boruların ucu açık olduğundan, sıcak gazın sıralı yiğının dışında yükselmesiyle oluşan baca etkisinden dolayı hava borulara, oradan da sıralı yiğına doğru hareket eder. Yiğın yüksekliği 0,9-1,2 m olmalı ve nemin emilmesi ve sıralı yiğını yalıtım için saman, turba yosunu veya bitmiş kompostan oluşturulmuş bir tabaka kompost yiğını altına ve üstüne serilmelidir (Öztürk ve Bildik, 2005). Kompost oluşum sırasında, yiğın gerektiği gibi oluşturulduysa, havalandırma verimli ve hava yiğın içinde düzgün dağılıyorsa aktif kompostlama periyodu yaklaşık 3-5 hafta sürer. Bu işlemde havalandırma işlemi üfleyiciler yardımıyla sağlanır. Bu kompostlama yöntemi, tarımda kullanılan kompostlaştırma proseslerinde yaygın olarak uygulanmaktadır (Varank, 2006).

Kapalı Reaktörde Kompostlama

Depoda kompostlama, kapalı reaktörde kompostlama metotlarının en kolay olanıdır. Maddeler duvarlar ve çatıdan oluşan yapı içinde tutulurlar. Bu sistemler, mevsimsel değişikliklerden etkilenmezler, kokuyu tutarlar ve sıcaklık kontrolü sağlarlar (Öztürk ve Bildik, 2005). Karıştırılan dikdörtgen yataklar, uzun, dar şekilde olan, kontrollü olarak havalandırılan ve periyodik olarak döndürülen sistemlerdir. Dönme için karıştırıcılar ve havalandırma için bazı sistemlerde üfleyiciler kullanılmaktadır. Bu sistemde hammadde yatağın ön kısmına

verilir ve makine her döndürme hareketi yaptığında kompostu dikdörtgen yatağın sonuna doğru taşır.

Silo: Bu sistemde kompost materyalleri silonun üstünden yüklenmekte, silonun altında karıştırıcı kullanılarak karıştırılmaktadır. Havalandırma ise tabandan yukarıya doğru yapılmaktadır. Fazla ve kirliliği hava üstte toplanarak biyofiltre gibi koku arıtma sistemlerine verilmek suretiyle arıtılmaktadır. Bu sistemde maddeler düşey olarak yığıldığından kompostlama için gereken alan azalır.

Pirinadan Kompost Elde Edilmesi

Pirinanın selülozik yapısı sebebiyle biyo-ayırışma hızının düşük olacağı tahmin edilmektedir. Biyo-ayırışma hızının düşük olmasının sebebi, mikroorganizmaların selülozik bileşenleri biyokimyasal olarak parçalaması için gerekli olan enzimlerden yoksun olmasıdır. Enzimler, oluşturdukları enzim-substrat kompleksi sayesinde organik bileşenlerin parçalanması için aşılması gereken aktivasyon enerjisini azaltarak biyo-ayırışmayı hızlandırır. Ancak, pirinanın kompostlaştırılması halinde sıcaklık 60°C'nin üzerine kendiliğinden çıkması durumunda, işlemi hızlandırmaya yönelik ilaveye gerek olmayabilir.

Pirinadan Üretilen Kompostun Fitotoksik Etkisi

Kompost, bitkilerin gelişimini engelleyen çok değişik fitotoksik bileşenler içerebilir. Pirinanın fenolik bileşenleri içerdiği gerçeği dikkate alınır, pirinadan üretilecek kompostun da fenolik bileşenleri içermesi beklenebilir. Fenolik bileşiklerin haricinde pirinadan kaynaklanabilecek fitotoksik etkiler; NH₃, çözülmüş tuzlar, kısa zincirli organik asitler ve pH'dır. Pirinadan üretilecek kompostun fitotoksik etkisini tespit etmek ve optimum uygulama dozunu belirlemek üzere fitotoksisite deneyleri yapılmalıdır.

Pirinanın Kompostlaştırılması İçin Optimize Edilmesi Gereken Parametreler

Pirina, organik maddece zengin, kirlilik içermeyen ve homojen yapısıyla kompost üretimi için elverişli olmasına rağmen, kompostlama işlemi için ön işlemler gerektirebilir. Pirinanın kompostlaştırma yöntemiyle bertaraf edilmesi için uygulanması gerekebilecek ön işlemler Tablo 13'da özetlenmiştir.

Tablo 13 Pirinayı kompostlaştırılmadan önce uygulanması gerekebilecek ön işlemler

Parametre	Optimum Değer	Açıklama
C/N Oranı	25-35	Pirina için C/N oranı yüksektir ve azot ilavesi gerekir.
Besin elementleri	N, P, Fe,	Bazı makro ve mikro besin elementleri ilavesi gerekebilir.
Su içeriği	%50-60	Pirinanın su içeriğini optimize etmek gerekebilir.
Sıcaklık	-	Patojen mikroorganizmaların etken olması için kompost materyalinin sıcaklığı en az 30 dk 60°C'nin üzerine çıkmalıdır.
Havalandırma	Min %10-20	Kompostlaşmanın tüm atık kütlelerinde gerçekleşmesi ve koku oluşmaması için minimum %5-20 mertebesinde oksijen doygunluğu gerekir
pH	6,0-7,9	Optimum mikrobiyal aktivite için pH'ın nötr olması gerekir. Pirinanın pH'ı 5-5,5 mertebesinde asidik özellikte olup, kireç ile pH nötralizasyonu gerekebilir.
Porozite	%32-36	Pirinanın porozitesi düşük olabileceğinden optimize etmek için boşluk hacmini artırıcı saman ya da talaş ilavesi gerekebilir.

Üç Faz ve İki Faz Üretilen Pirinanın Kompost Üretimi Açısından Karşılaştırılması

Son yıllarda yapılan araştırmalar sonucunda, iki fazlı üretim işlemi sonucu oluşan pirinanın tarımda kullanımı daha ekonomik ve çevre dostu olarak gösterilmektedir. Bu atıklardan kompost yapılarak toprakların organik ham madde ihtiyacı karşılanmakla birlikte bu atıkların çevreye verebilecek zararları da azaltılmış olacaktır. Dünyadaki uygulamalara bakıldığında, zeytinyağı üretiminde lider olan İspanya'da, bu atıkların kompost olarak kullanılabilmesi için gerekli yasal düzenlemelerin mevcut olduğu ve pirina kompostunun üretilerek kullanıldığı tespit edilmiştir (Ekinci ve diğ., 2015).

İspanyada, 2 fazlı üretim sonucu oluşan pirinanın agrokimyasal karakterizasyonu üzerine bir çalışma yapılmıştır. Çalışma sonunda, yüksek nem içeriğine sahip, pH değerinin asidik seviyede olduğu, organik madde bakımından zengin, lignin, sekülöz ve hemiselülöz gibi maddeler içerdiği gözlemlenmiştir. Bitki besin açısından bakıldığında ise, potasyum bakımından zengin ancak fosfor, kalsiyum ve magnezyumca fakir olduğu görülmüştür. Mikro elementler açısından zengin olmakla birlikte mangan, çinko ve bakır açısından gerekli değerleri karşılamadığı gözlemlenmiştir. Bu özelliğinden dolayı bu atığın tarımsal ihtiyacı tam karşılayamadığından kompost yapılarak değerlendirilmesi iyi bir alternatif olabileceği belirtilmiştir (Ekinci ve diğ., 2015).

Ülkemizde Pirinanın Kompost Olarak Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi

Ülkemizdeki Yasal Mevzuat

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 78 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Zeytinyağı üretiminin yoğun olduğu Akdeniz ülkelerinde pirina kompost olarak değerlendirilmektedir. Özellikle İspanya'da, zeytinyağı üretimi sonucu oluşan pirinanın kompost olarak değerlendirilebilmesi için gerekli mevzuat düzenlemesi yapılmıştır. Ancak, hâlihazırda ülkemizde, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, pirinadan elde edilecek kompostun kullanımına izin vermemektedir. Türkiye'de çevre, insan ve hayvan sağlığını korumak amacı yönetmelikte ifade edilen ürünlerdeki ağır metal Tablo 14'de verilmiştir. Ayrıca kompost yapılmasına dair yönetmelik kapsamında, organik toprak düzenleyiciler için standartlar Tablo 15'te gösterilmiştir.

Tablo 14. Çevre, insan ve hayvan sağlığını korumak amacı ile yönetmelikte ifade edilen ürünlerdeki ağır metal değerleri

Ağır Metal	*Değer (mg/kg kuru madde)	**Değer (mg/kg kuru madde)
Kadmiyum	3	0,7
Bakır	450	70
Nikel	120	25
Kurşun	150	45
Çinko	1100	200
Civa	5	0,4
Krom	350	70
Kalay	10	-

* Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler İle Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Organik Kaynaklı Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı, İhracatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik

** Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 79 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 15 Organik Toprak Düzenleyiciler İçin Yönetmelik Değerleri

Ürünün Tip İsmi	Organik ürünün elde edilmiş şekli ve ana bileşenlerine ait bilgiler	Ürünün hammadde muhtevası, miktarı ile bünyesinde bulunması gereken bitki besin maddesi içeriği ve diğer kriterler	Ürüne ait EC, pH ve diğer istenen bilgiler	Etiket üzerinde beyan edilmesi gereken zorunlu içerik
Kompost	Organik kaynaklı evsel ve/veya endüstriyel kaynaklı atıkların aerobik veya anaerobik parçalanması sonucu elde edilen ürün. İçinde cam, cüruf, metal, plastik, lastik deri gibi seçilebilir maddelerin toplamı, ağırlığın % 2 sini geçemez	<ul style="list-style-type: none">- Organik madde en az : % 35- Maksimum nem : % 30-10 mm'lik elekten ürünün % 90'ı geçecektir.- C/N : 10- 30 <p>Patojenler</p> <ul style="list-style-type: none">- Toplam Bakteri:1x10³ kob/g veya kob/ml- Enterobactericea grubu bakteriler : < 3cfu/ml- Mycobacterium spp.: Yok (25 g veya ml)- Toplam maya ve küf : 1<10⁴ kob/gr-ml- Salmonella spp : Yok (25 g veya ml)- Staphylococcus aureus: Yok (25 g veya ml)- Bacillus cereus: Yok (25 g veya ml)- Bacillus anthracis: Yok (25 g veya ml)- Clostridium spp: <2 kob/g veya kob/ml- Clostridium perfiringens:Yok- Listeria spp: Yok- Staphylococcal Enterotoksin: Yok- E.coli:Yok- E.coli: 0157 Yok <p>- Plastik madde ya da diğer mevcut muhtemelen geri dönüşümü olmayan madde parçacıklarının büyüklüğü 10 mm'yi geçmeyecektir.</p> <p>Üründe kullanılan hammadde kaynağı belirtilecektir.</p> <p>Kuru maddedeki Arsenik miktarı 20 mg/kg ı geçemez.</p>	pH *EC (dS/m) değeri en fazla: 10	<ul style="list-style-type: none">-Toplam organik madde- Maksimum nem-Toplam azot (% 1'i geçerse)-Toplam fosfor pentaoksit(P₂O₅) (% 1'i geçerse)-Suda çözünür potasyum oksit(K₂O) (% 1'i geçerse)- C/N

* Bitki gelişim düzenleyicisi ve bitki koruma ifadeleri kullanılmayacaktır.

Uluslararası Standartlar

Kompostlama sonunda elde edilen nihai ürünün kullanım açısından insan ve canlı sağlığını tehdit etmemesi için hijyenik olması gerekmektedir. Buna göre Avrupa Komisyonu tarafından toprak geliştirici ve yetiştirme ortamları için Eko-Etiket Standartları geliştirmiştir (Tablo 16).

Tablo 16 Avrupa Birliği kompost limit değerleri

Parametreler	Kompost
Cd (mg/kg dm)	0,7
Cr (mg/kg dm)	100
Cu (mg/kg dm)	100
Hg (mg/kg dm)	0,5
Ni (mg/kg dm)	50
Pb (mg/kg dm)	100
Zn (mg/kg dm)	200
PCB's (mg/kg dm)	-
PAHs (mg/kg dm)	-
Kirlilik > 2 mm	< % 0,5
Kum ve Çakıl > 5 mm	< % 5

Tablo 17. İspanya'da zeytinyağı fabrikası atıklarından kompost için düzenlenen mevzuat (Ekinci ve diğ., 2015).

Limitler	<ul style="list-style-type: none"> Organik madde > %45 Nem < %40 C/N < 20 Polifenoller < % 0,8 <p>Taş, çakıl, metaller, cam gibi malzemeler mevcut değil.</p>																																
Beyan edilen içerikler	<ul style="list-style-type: none"> pH EC C/N oranı Nem <p>İşlem detayı</p>																																
Atık malzemelerden elde edilen tüm gübreler için genel şartlar	<ul style="list-style-type: none"> Partikül boyutu: ürünün en azından %90'ı 10 mm'den küçük olmalıdır. Mikroorganizmalar: Salmonella ürün içinde 25 g bulunmalıdır. E. Coli üründe 1000 NMP/g'dan az olmalıdır. Ağır metaller: 3 kategori (A, B ve C). C kategori t/ha'dan daha az kullanılabilir. <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Kategori A</th> <th>Kategori B</th> <th>Kategori C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cd</td> <td>0,7</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Cu</td> <td>70</td> <td>300</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>Ni</td> <td>25</td> <td>90</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Pb</td> <td>45</td> <td>150</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>Zn</td> <td>200</td> <td>500</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>Hg</td> <td>0,4</td> <td>1,2</td> <td>2,5</td> </tr> <tr> <td>Cr (toplam)</td> <td>70</td> <td>250</td> <td>300</td> </tr> </tbody> </table>		Kategori A	Kategori B	Kategori C	Cd	0,7	2	3	Cu	70	300	400	Ni	25	90	100	Pb	45	150	200	Zn	200	500	1000	Hg	0,4	1,2	2,5	Cr (toplam)	70	250	300
	Kategori A	Kategori B	Kategori C																														
Cd	0,7	2	3																														
Cu	70	300	400																														
Ni	25	90	100																														
Pb	45	150	200																														
Zn	200	500	1000																														
Hg	0,4	1,2	2,5																														
Cr (toplam)	70	250	300																														

Kompost üretimi sonucu oluşan nihai ürün ile ilgili belirlenen kriterler ülkelerden ülkeye farklılık göstermektedir. Ancak bazı değerlerin birbirlerine yakın veya benzer olduğu görülmektedir.

Kompost için belirlenen nem içeriğine bakıldığında, en düşük nem içeriği Yunanistan'da iken en yüksek nem içeriği Avrupa Komisyonu tarafından uygulanmaktadır. Bu içeriğin ülkelere göre sıralamasına bakıldığında ise Yunanistan < Almanya = İtalya = Lüksemburg < Türkiye < Kanada < Avrupa Komisyonu şeklinde olduğu görülmektedir. Diğer taraftan pH ile ilgili sıralama standartları ise 5 ile 8 arasında olduğu görülmektedir. Aynı şekilde C/N oranı açısından İspanya < Kanada (AAFC) = Kanada (CCME) = Kanada (BNQ) = ABD < CCQC olarak sıralamak mümkündür. ABD, ağır metal sınırlamaları bakımından oldukça yüksek sınır değerlere sahiptir. Avrupa ise bu sınırlandırmalar açısından ABD' den daha sıkı değerlere sahiptir. Hollanda ağır metal limitleri açısından diğer Avrupa ülkelerinden daha sıkı düzenlemelere sahiptir. Hijyen açısından ise Almanya gelişmiş standarda sahiptir. Fransa ve Kanada hijyen standartlarını oldukça ayrıntılı olarak vermiştir. Dünya genelinde yabancı madde sınırlandırmaları açısından genellikle iyi bir uyum bulunmaktadır (Arslan ve Topal, 2013).

Uluslararası uygulama örnekleri

Atıkların Yüksek Kaliteli Gübreye Dönüştürülmesi Projesi (TIRSAV Projesi)

Kompost, organik atıklardan, ileri teknoloji gerektirmeden toprak iyileştirici veya gübre olarak kullanılabilmesine imkan veren bir yöntemdir. Bu kapsamda, pirina yüksek miktarda organik madde içermesi sebebiyle, İspanya gibi zeytin yetiştiriciliğinin yoğun olduğu ülkelerde, bu artığın kompost olarak değerlendirilmesi yaygındır.

Söz konusu proje zeytinyağı sektörü atıklarından (pirina ve karasu) kompost eldesi üzerinedir. Üç fazlı çalışan sistemlerde pirinanın nem oranı kompost için yetersiz olduğundan pirina kompost ile karıştırılmakta ve nem içeriği %70-80 aralığına getirilmektedir. Daha sonra çekirdek ayırımı yapılmakta ve çeşitli kompost materyalleri ile karıştırılarak aktif ve pasif kompostlama yapılmaktadır. İki faz üretimde oluşan pirina ise çekirdek ayırımından sonra doğrudan kompostlamaya tabi tutulmaktadır. Çalışma sonucunda elde edilen kompostun yüksek kalitede olduğu ve organik tarımda kullanılabileceği, hatta topraksız tarımda değerlendirilebileceği belirtilmiştir. Çeşitli amaçlarla ve farklı reçetelerle hazırlanan kompostlar farklı isimlerle satılmaktadır. Bunlar;

- ✓ Green-Life (aktif yöntemle elde edilen yeşil kompost gübre)
- ✓ Eco-Life (aktif yöntemle elde edilen karışık kompost gübre)
- ✓ Natur-Life (pasif yöntemle elde edilen yeşil kompost gübre)
- ✓ Bio-Life (pasif yöntemle elde edilen karışık kompost gübre)

Bu ürünler CESCO (Composting Research Center) ürünü olarak satılmaktadır (Şekil 10).



Şekil 10 CESCO kompost ürünleri

Proje raporlarında verilen detay bilgiler aşağıda özetlenmiştir.

İtalya'nın Campania Bölgesinde Cilento Milli Parkında gerçekleştirilen 2 adet TIRSAV projesinin ilkinde zeytinyağı üretimi sırasında açığa çıkan atıkların yüksek kaliteli gübre üretiminde kullanılabilirliği tespit edildiği belirtilmektedir. 2000 yılında başlatılan ilk TIRSAV projesinde, pirina ve karasuyun yeniden kullanılmasına olanak sağlayan yeni bir proses geliştirilerek patent alınmıştır. Proje kapsamında geliştirilen eş-harmanlama stratejisi tarım arazilerinde kullanılmak üzere sızıntı ve koku problemi olmayan atıkların üretilmesi için pirina, karasu ve saman, yaprak vb. diğer organik atıkların birleştirilmesi prensibine dayanmaktadır. Yapılan testlerde, organik açıdan zengin karışımın (pirina, karasu ve diğer organik atıklar) azot bakımından zengin gübreler kadar iyi performans sağladığı tespit edildiği raporlanmıştır.

İkinci projede küçük ölçekli üreticiler için bu uygulamanın maliyet analizi yapılarak mali etkileri ele alındığı belirtilmektedir. Ancak önerilen, TIRSAV sisteminin uygulamada mali avantajları olmasına rağmen, İtalya'daki zeytinyağı üreticilerinin çoğunluğunun küçük ölçekli olması nedeniyle yeni ekipman kurulumuna pek sıcak bakmadığı belirtilmiş ve problemin çözümü için, TIRSAV projesinin bir uzantısı olarak milli park tarafından "merkezi bir geri

dönüşüm tesisi" yapılması konusu gündeme gelmiş ve yılda 12.000 ton zeytinyağı sektörü atıklarını işleyecek ve 5.000 ton kompost yapacak bir araştırma ve merkezi geri dönüşüm tesisi kurulmuştur (Research Center of Composting-CESCO). TIRSAV projesi kapsamında geliştirilen ortalama 90 gün süren işlem birkaç aşamadan oluşmaktadır.

1. **Zeytin atıksuyu ve pirinanın toplanması ve depolanması:** işletmelerde oluşan karasu ve pirina merkezi bir tesiste toplanır.
2. **İlk karıştırma:** geleneksel ve 3 fazlı üretim sistemlerinden çıkan pirina ve karasu karıştırılır.
3. **Çekirdek ayırımı:** çekirdekler bir seperatör yardımıyla ayrılır.
4. **İkinci karıştırma:** santrifüjden çıkan nemlendirilmiş atık hamur ligno-selülozik bileşenler ile karıştırılarak konteynerler içine yerleştirilir. Bu aşama gözenekli bir katman oluşturmak için gereklidir. Böylece aerobik mikroorganizmalar tarafından organik bileşenler daha kolay bir şekilde parçalanır.
5. **Aktif ya da pasif kompostlama:** aktif kompostlamada kapalı reaktör içine hava verilir ve reaksiyonlar sırasında sıcaklık 55-65 °C'ye yükselir, pasif kompostlama ise daha yavaştır, geniş havalandırılmalı ve kuru bir alanda kompost yığınları oluşturularak bekletilir. Doğal havalandırma yapılmaktadır. Aktif kompostlamada kompostun olgunlaşma süresi pasif kompostlamaya göre daha kısa olmaktadır.
6. **Olgunlaşma:** DM 05/02/98 nolu İtalyan Bakanlık Kararnamesine göre kompost, en az 90 gün boyunca olgunlaştırılması gerekmektedir. Böylece, daha önce yeteri kadar stabil hale gelmiş olan alt tabaka, oksidasyonun devam edeceği kapalı bir alan üzerine indirilmektedir.
7. **Homojenleştirme:** paketlenabilir ve gübre olarak kullanılabilir olması için kompostun homojen hale getirilmesi gerekmektedir. Bunun için olgunlaşma süresi sonunda, kompost elekten geçirilir, daha iri parçaları ortamdaki uzaklaştırılır.
8. **Paketleme:** Ürün ambalajlanır ve satış için hazır hale getirilir.

İki Faz Ekstraksiyon Sonrasında Oluşan Sulu Haldeki Katı Atığın Değerlendirilmesi Projesi (IMPROLIVE Projesi)

Avrupa Birliği tarafından desteklenen bu projede, 2 fazlı üretim sonucu oluşan sulu atığın kapsamlı bir bertaraf yöntemi oluşturması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, karasudaki yağları geri kazanmak ve oluşan sulu pirinayı düşük maliyetlerde kurutmak, sulu pirinanın hayvan beslenmesinde kullanılabilmesi için bünyesindeki protein değerlerini incelemek, sıvı ve katı



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 84 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

fazların aerobik biyoremediasyon ile bitki gelişimi üzerine etkisini araştırmak, yanma/gazlaştırma yoluyla enerji geri kazanımı yapmak için teknik ve ekonomik açıdan bir veri tabanı oluşturulması yer almaktadır. Ayrıca, bu proje, zeytinyağı üretimi sonucu oluşan atıkların değerlendirilebilmesi için kullanılacak en verimli, en ekonomik ve uygulanabilir bir paket bertaraf yöntemi geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Proje incelendiğinde, hava, su ve toprağı kirletecek önemli ölçüde emisyon açığa çıkmadığından kompostlama işlemi Avrupa çevre politikası hedefleri ile uyum içerisinde olduğu, işletme ve personel maliyetlerinin oldukça düşük olması bakımından tesis işletmecileri tarafından da kabul edilebilir bir yöntem olarak öne çıktığı gözlemlenmiştir. Ancak, kompostlama tesisinin maliyeti, her bir ülke için nihai ürünün satış potansiyeline bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ayrıca, kompost sırasında ilave malzemeler de dahil edilerek tarımda gübre olarak kullanılacak yüksek kalite ve uygunlukta bir nihai ürün elde edilebileceği gözlemlenmiştir. Organik atıkların kompost ya da yem olarak kullanılması, hammadde olarak atıkların kullanılmadığı ürünlerle rekabet ettiğinde, kirletici risklerden dolayı sınırlı bir pazara hakim olduğu görülmektedir. Diğer taraftan organik atıkların kullanımı ve bertarafı için çeşitli yöntemler kıyaslandığında, enerji üretiminin orta vadede önem kazanacağı tahmin edilmektedir.

Diğer çalışmalar

Chowdhury ve diğ. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, 3 fazlı ve 2 fazlı üretim sonucu oluşan pirininin kompost olarak değerlendirilmesi üzerine araştırmışlardır. Kompost oluşum sürecinde, havalandırma, termofilik, C/N, toplam organik karbon gibi parametreler incelenmiştir. Çalışma sonunda, bu artıklardan iyi kalite gübre olarak değerlendirilebilecek kompost elde edilmiştir.

Michailides ve diğ. (2011), tarafından yapılan başka bir çalışmada, 3 fazlı pirina ile zeytin yapraklarını karıştırarak kompost yapılmasını araştırmışlardır. Çalışma sonunda, yüksek besin konsantrasyonu ve C/N oranı (27:1) olan bir ürün elde edilmiştir.

Başka bir çalışmada ise (Badi ve diğ., 2003), pirina saman ve karasu ile karıştırılarak kompost yapımı çalışılmıştır. Kompostlama sürecinde, havalandırma, nem ve sıcaklık kontrolleri bir yıl boyunca yapılmıştır. Ayrıca kompostlanan üründe, selüloz, lignin, hemiselüloz ve suda çözünebilir fenol değerleri incelenmiştir. İşlem sonunda oluşan nihai



TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 85 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

ürünün fitotoksik özellikleri, bitkilerde çimlenme oranlarına bakılarak test edilmiştir. Çalışma sonunda, bitkilerde çimlenme oranı %99 kadar ulaşmış ve yağ ile suda çözünebilen fenol değerleri sırasıyla, %96 ve %66 azalma olduğu görülmüştür.

Tortosa ve diğ. (2014) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise, 2 fazlı pirinadan ticari sıvı gübre elde etmek için farklı ekstraksiyon şartları araştırılmıştır. Çalışmada, ekstraksiyon süresi, ekstraksiyon sıcaklığı (70°C), ısı uygulama süresi, ekstraksiyon oranı ve alkali konsantrasyon koşulları test edilmiştir. Bu parametrelerin organik fraksiyon (toplam organik madde, polifenol, karbon vb.) üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Genel anlamda, ekstraksiyon süresinin artması ve alkali bileşik kullanımı ve organik maddelerin parçalanması sonucu kompost ürününde sıcaklığın arttığı görülmüştür. Ekstraksiyon oranı, ekstraksiyon işleminde organik ve inorganik fraksiyonlar ile polifenol ve karbon içeriğini etkilediği görülmüştür. Elde edilen ürün maliyeti ise, ilk yatırım ve filtrasyon ekipman maliyetleri olmadan bir ton elde etmek için 40 €'dan daha az olduğu görülmüştür.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 86 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

3 ZEYTİNYAĞI ÜRETİMİ ATIK/ARTIKLARININ YÖNETİMİ İLE İLGİLİ UYGULAMALAR

3.1 Uluslararası Uygulama Örnekleri

Dünyada zeytin alanları 30-40 derece enlemler arasında yer almakta toplam 35 ülkede tarımı yapılmaktadır. Ağaç varlığının %98'i Akdeniz'e kıyı olan ülkelerde dağılım göstermektedir. Dünya zeytinciliğindeki büyük ülkeler AB çatısı altında toplanmaktadır. İspanya 2,47 milyon hektarlık alanla zeytin yetiştiriciliğinde ilk sırada yer alırken, ikinci sırada İtalya (1,16 milyon hektar), üçüncü sırada Yunanistan (0,81 milyon hektar) ve dördüncü sırada ise Portekiz (0,38 milyon hektar) bulunmaktadır (Prosodol Proje Raporu, 2012). Fransa (18.900 hektar), Kıbrıs (11.600 hektar), Slovenya (800 hektar) ve Malta (100 hektardan az) ise Avrupa birliğindeki küçük üretici ülkelerdir. AB ülkelerinden sonra diğer zeytinci Akdeniz ülkeleri arasında Türkiye, Tunus, Fas, Cezayir, Libya, Mısır, Ürdün, Suriye, ABD ve Arjantin'de de zeytin ağacı mevcuttur. Başlıca zeytinyağı üretimi yapan ülkeler ve üretimleri Tablo 18'da özetlenmektedir. AB ülkeleri zeytinyağı ekonomisinin yaklaşık %60'ına sahiptir. Büyük üretici, tüketici, ithalatçı ve ihracatçı ülkeler içinde İspanya, İtalya ve Yunanistan önemli bir yere sahiptir. Bu ülkelerin en büyük özelliği ise AB'nin koruma politikalarından yararlanarak zeytinyağı sektörlerini güçlendirmiş olmalarıdır. Son yıllarda dünya zeytinyağı sektöründeki artış ile birlikte talepte olumlu yönde artmıştır. Dünya zeytinyağı tüketiminde yaklaşık %70'lik pay ile AB ülkeleri önemli konumdadır. Tüketimde ilk sırada İtalya olup, ardından İspanya, Yunanistan ve Fransa gelmektedir. Geleneksel üretici ve tüketicilerin dışında son yıllarda Uluslararası Zeytinyağı Konseyinin yoğun tanıtım kampanyalarının etkisi ile ABD, Japonya, Kanada, Avusturalya, Arjantin ve Brezilya'da tüketimin arttığı görülmektedir. Diğer taraftan AB, dünya zeytinyağı ihracatının %52'sini, ithalatının ise %31'ini oluşturmaktadır. AB'nden sonra dünya ihracatında sırayı %28 ile Tunus , %9 ile Türkiye alırken, ithalatta ise ABD, Brezilya, Avusturalya, Kanada ve Japonya önemli ülkeler olarak sıralanmaktadır.

Tablo 18 Akdeniz ülkelerinde yıllara göre zeytinyağı üretimi

Yıl	Zeytinyağı Üretimi (x1000 ton)													
	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
İspanya	974	1411	861	1412	990	827	1111	1236	1030	1401	1392	1615	616	1537
İtalya	509	657	634	685	879	637	490	510	540	430	440	399	416	450
Yunanistan	430	358	414	308	435	424	370	327	305	320	301	295	358	230
Türkiye	175	65	140	79	145	112	165	72	130	147	160	191	195	180
Suriye	165	92	165	110	175	100	154	100	130	150	180	198	198	135
Fas	35	60	45	100	50	75	75	85	85	140	130	120	100	120
Tunus	130	35	72	280	130	220	160	170	160	150	120	182	220	80
Portekiz	25	34	29	31	41	29	48	36	53	63	63	76	59	76
Cezayir	27	26	15	70	34	32	22	24	62	27	67	40	66	62

3.1.1 Akdeniz Ülkelerindeki Uygulamalar

Zeytinyağı üretimi yapan ülkelerin geneli AB ülkesi olup, üretimden çıkan atıklar için AB mevzuatında genel düzenlemeler ve standartlar bulunmamaktadır. Bu alanda AB üyesi olan her ülke, AB düzenlemelerine ters düşmeyecek şekilde, kendi ulusal mevzuatını hazırlamaktadır. Ortaya konan ulusal mevzuatın esas kısmını atıksuyun (karasuyun) oluşturduğunu, buna bağlı olarak atık yönetimi üzerine olduğu görülmektedir.

Zeytinyağı üretimi yapılan ülkelerindeki yasal düzenlemeler, AB Mevzuatı ve Ülkelerin Ulusal Mevzuatları olmak üzere aşağıdaki başlıklar altında özetlenmektedir.

İtalya

İtalya'da yaklaşık 6200 zeytinyağı işletmesi bulunmaktadır. Üretimin büyük kısmı Güney İtalya Bölgesindedir (Sicilya, Calabria ve Puglia). Yılda 2000 tondan fazla zeytin atığı oluşan ülkede oluşan atıkların neredeyse yarısı Puglia bölgesinden gelmektedir. Üretim tesisi halen geleneksel presleme ile üretime devam etmektedir. İtalya, zeytinyağı üretim prosesi atıklarının geri dönüşümü ve bertarafı için özel mevzuatı olan tek ülke konumundadır (Prosodol Proje Raporu, 2012). İtalya'daki zeytinyağı üretim tesislerinden çıkan pirinanın çoğu pirina yağı rafinasyon tesislerine satılmaktadır. Bu tesislerde hekzan ya da benzen ile pirinanın yağı ekstrakte edilmektedir. Çözelti ile karışmış halde bulunan yağ, sonraki aşamada distilasyon ile ayrılarak koyu renkli pirina yağı elde edilmektedir.

Ülkede karasuyun bertarafı ulusal mevzuatlara göre yapılmaktadır. Daha önce atıksular kanalizasyona deşarj edilmekteyken, 1976 yılında çıkan No:319 mevzuatı ile atıkların arıtılması yükümlülüğü gelmiş ancak yüksek maliyetler nedeniyle uygulama başarıya ulaşmamıştır. Daha sonra 80'li yılların sonunda karasuyun toprağa uygulamasına izin verilmiştir. Uygulama 11.11.1996 yılında yayınlanan 574 nolu Kanun uyarınca düzenlenmiştir. Kanuna göre;

- Araziye verilen karasuyun maksimum miktarı (tolerans limiti) geleneksel yöntemle çalışan tesisler için 50m³/ha/yıl; sürekli sistem kullanılan işletmeler içinse 80m³/ha/yıl olarak belirlenmiştir.
- Bölgede çevresel risk olma durumunda, yerel yönetim (Belediye Başkanı) tarafından bu limit değerler değiştirilebilmektedir.
- Karasu araziye verilmeden en az 30 gün önce, Tarım raporu Belediyeye verilmelidir. Raporun ilgili uzman tarafından hazırlanması gerekip, raporda toprağın karakterizasyonunu, sulama yapılacak zaman ve karasu miktarı yer almalıdır.
- Yeraltı suyunu korumak amacıyla karasu belli bir düzende araziye verilmelidir.
- Aşağıda sıralanan araziye karasuyun verilmesi yasaktır.
 - Arazi içmesuyu koruma alanının en az 300 m uzağında olmalıdır, eğer değilse bu araziye sulama yapılması yasaktır.
 - Arazi mesken bölgenin en az 200 m uzağında olmalıdır, eğer değilse bu araziye sulama yapılması yasaktır.
 - Araziye sebze ekiliyse, araziye sulama yapılması yasaktır.
 - Yeraltı suyu seviyesi 10 m altındaysa, araziye sulama yapılması yasaktır.
 - Arazi donmuş, karla kaplı veya suya doygunsa, araziye sulama yapılması yasaktır.
- Atık zeytinyağı üretim tesisinde en fazla 30 gün bekletilebilir (Bu süre 3 aya kadar uzatılmıştır- Düzenleme 22/1997)

6 Temmuz 2005 tarihinde "Kriterler ve Zeytinyağı Üretim Tesislerinden çıkan atıksuyun tarımsal amaçlı kullanımında kriterler ve teknik kurallar olarak bölgesel düzenlemeler getirilmiştir. Bu düzenlemeye göre karasuyun verileceği arazinin

- Nehir yatağına uzaklığı en az 10 m olmalıdır
- Deniz veya göl kıyısına uzaklığı en az 10 m olmalıdır.
- Arazi eğimi en fazla %15 olmalıdır. Hidrolik ve tarımsal yapı risk oluşturmamalıdır.

- Koruluk olmamalıdır.
- Bahçe veya halka açık alan olmamalıdır
- Taş ocağı olmamalıdır.

Aynı hükümde, karasuyun diğer atık veya atıksular ile karıştırılması yasaklanmıştır. Karasu ve meyve liflerinin tarımsal amaçlı kullanımına izin verilmiştir.

29 Nisan 2006 yılı 217’Nolu Karara göre zeytinyağı üretiminde çıkan pirinanın “basit (diğer bir ifadeyle kompost hale getirilmemiş) tarımsal ürün için kullanılabilir” olduğu ifade edilmiştir. Bu ifadeye göre pirina içeriği nem, pH, organik karbon, organik nitrojen, kuru maddede bakır, çinko ve diğer ağır metaller açısından limit değerleri aşmadıkça, ön işleme tabi tutulmadan toprağa uygulanabilmektedir. Diğer taraftan 05.02.1998 tarihindeki 22/97 Nolu Karara göre pirina tehlikeli atık sınıfında olmayıp, enerji amaçlı da kullanılabileceği belirtilmiştir.

Karasuyun sulama amaçlı kullanılmasının kontrolünün çok güç olması, araziye ne zaman ve hangi noktalara verildiğinin bilinmemesi sebebiyle çok sayıda eleştiri alınmaktadır. (Vossen 2000). Karasuyun içeriğindeki yüksek oranda tuz, yüksek oranda asit ve yüksek konsantrasyonlardaki fenolik bileşenlerin sulama yapılacak arazideki ürüne (zeytin ağaçlarının sulanmasında kullanılmaktadır) orta ve uzun dönemde zarar verebileceği ve topraktaki ağır metallerin çözünmesine sebep olarak yeraltı suyunun kirlenmesine neden olabileceği araştırılmaktadır. Karasuyun sulama amaçlı kullanılması ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalarda, karasudaki besin maddeleri ve yüksek potasyum içeriği sayesinde toprakta iyon dengeleyici olarak faydalı olabilmesinin yanı sıra yüksek tuz konsantrasyonu, düşük pH ve fitotoksik etkiye sahip olduğu ve yüksek fenol içeriği nedeniyle olumsuz etkileri de olduğu belirlenmiştir (Paredes ve diğ., 1999). Rinaldi ve diğ. (2003), yaptıkları bir çalışmada 3 yıl boyunca buğday tarlasında hiçbir ön işleme tabi tutulmaksızın karasu beslemesi yapıldığında yapraklar üzerinde ölü noktalar oluştuğunu tespit etmişlerdir. Buna rağmen hasat zamanında toplam ekim miktarında hiçbir fark gözlenmemiştir.

İspanya

İspanya’da yıllık ortalama en fazla zeytinyağı üretimi Endülüs bölgesinde gerçekleşmektedir. 1980’li yıllarda 3 fazlı üretim sistemleri ile üretime başlanmıştır. 1981 yılında çıkarılan bir yasa ile karasuyun nehirlere deşarjı yasaklanmış ve karasuyun buharlaştırılması için buharlaştırma havuzları yapılmıştır. Bu amaçla mali destek sağlanarak yaklaşık 1000 adet depolama havuzu inşa edilmiştir (Kapellakis ve diğ., 2008). Bu uygulama belli bir süre sonrasında yaz aylarında koku problemine neden olmuştur. Bölgede ilk 2 faz sistemler 1992

yılında kurulmaya başlanmıştır. Son yıllarda ise İspanya'daki üretimin neredeyse tamamı 2 fazlı sistemler kullanılarak yapılmaktadır. İki fazlı üretimde az da olsa karasu oluşumu söz konusudur. Ancak, 2 fazlı üretim sisteminden açığa çıkan pirinanın miktarı yıllık 4 milyon ton kadardır. Ülkede her ne kadar bu yan atığın değerlendirilmesine yönelik net bir strateji bulunmasa da yakıt olarak kullanımı, kompostlama ve tarımda gübre amaçlı kullanımı ile hayvan yemi olarak kullanılması oldukça yaygın uygulamalardır (Prosodol proje raporu, 2012). Yakıt olarak kullanım öncesinde pirina yağı ekstraksiyonu yapılmaktadır, daha sonra kurutulan pirina pelet haline getirilmektedir. Yakıt amaçlı kullanılan pirina miktarının yılda 300.000 ton civarında olduğu tahmin edilmektedir (toplam pirina miktarının yaklaşık %10'u). Sonuçta da yaklaşık 17.500 konutta toplam 28.000 ton işlem görmüş pirina peleti kullanıldığı tahmin edilmektedir (Prosodol Proje Raporu, 2012).

İspanya'da zeytinyağı üretim sektörü geçen yıllar zarfından sürekli yeni teknoloji uygulamaları ile gelişme kaydetmiş ve kapasitesini arttırmıştır. Son 20 yıldır, üretim sektörü optimum maliyetlerin hedeflendiği işletme büyüklükleri üstüne yoğunlaşmış ve birim üretim maliyetlerini düşürmüştür. Sektörde geçmişte 6000 civarında zeytinyağı işletmesi mevcutken, bugünlerde Tarım, Balıkçılık ve Gıda Bakanlığına kayıtlı işletme sayısı yaklaşık 1750 civarındadır (Prosodol Proje Raporu, 2012).

Ülkede zeytinyağı üretim destekleri ve üretim atıkları bertarafı konularında ülke genelinde Karar bulunmaktadır (304/2002, 19.02.2002). İspanya'daki mevzuatlara göre zeytinyağı üretim atıkları tehlikeli atık sınıfında yer almamakta, ikincil ürün olarak değerlendirilmektedir.

Endülüs Bölgesi Yönetiminin 4/2011 Kararı ile, karasu tarımda toprak iyileştiricisi olarak kullanılabilir. Özellikler Madde 7'de kullanılabilmesi gereklilikler sıralanmaktadır.

- Araziye verilen karasuyun maksimum miktarı 50 m³/ha/yıl olarak belirlenmiştir.
- Uygulamalar yüzeysel akış veya sızma şeklinde olmamalı; toprak-su tabakası seviyesinde zararlı etkiye neden olmamalıdır.
- Karasuyun verileceği arazi
 - Kentsel alana en az 500 m uzaklıkta olmalıdır.
 - İçme-kullanma suyu kaynağının yer aldığı koruma bölgesine en az 100 m uzaklıkta olmalıdır.
 - Ortak kullanılan koruma alanına en az 100 m uzaklıkta olmalıdır.

İspanya'da zeytinyağı üretimi ve oluşan atıkların bertarafı için yasal düzenlemeler mevcuttur. Genelde oluşan atıksu lagünlerde toplanmakta ve buharlaşmaya bırakılmaktadır. Atıksuyun kanalizasyona verilmesi yasaklanmıştır. Atıksuyun alıcı ortama, denize veya kanalizasyona deşarjı için ulusal düzeyde kriter değerler getirilmiştir (10.03.1989, Direktif 258/189). Oluşan atıksu ancak bu değerlere uygun olacak verimde arıtılırsa, alıcı ortama verilmesine müsaade edilmektedir.

Yunanistan

Yunanistan'da yaklaşık 2800 civarında zeytinyağı işletmesi mevcuttur. Yunanistan'daki zeytinyağı üretim tesislerinin %90'ı sürekli sistemler ile geri kalan %10'u ise geleneksel presleme sistemiyle çalışmaktadır (Prosodol Proje Raporu, 2012). Pirina işleyen tesislerin 2 fazlı üretimden çıkan pirinayı işleme yetersizliği sebebiyle az sayıda işletme 2 faz üretime geçmiştir. Yunanistan'da zeytinyağı üretim prosesi atıklarının bertarafı ile ilgili özel bir mevzuat bulunmamaktadır. Ancak her ne kadar karasu ve üretim atıklarının çevreye boşaltılması yasak olsa da, yılda yaklaşık 1,5 milyon m³ karasuyun arıtılmadan çevreye deşarj edildiği tahmin edilmektedir. Atıksuların bertarafı için genel olarak buharlaştırma havuzları kullanılmakla birlikte bazı noktalarda kireç ile çöktürme yapılmaktadır. Ülkede karasuyun arıtımına yönelik birçok çalışma yürütülmekte ancak bu çalışmalar araştırma seviyesinde kalmaktadır (Prosodol Proje Raporu, 2012).

Zeytinyağı üretiminden çıkan atıksuyun yönetimi ile ilgili esas alınan 1650/86 Sayılı Kanun olup "*Çevrenin Korunması*" başlığı altında, zeytinyağı üreticilerinin çevre etki değerlendirmesi yapması zorunlu kılınmaktadır. 1992 yılında ilgili düzenlemede (YM/5784/23-1-1992 (4419/23-10-1992) yapılan revizyonla zeytinyağı atıksuyu için su kaynaklarının kirlenmesinin önüne geçmek üzere ön arıtma gerekli tutulmuştur. Mevcut yasal düzenlemede (1650/86 ve 3010/2002) arıtılmamış atıksuyun araziye verilmesi yasaklanmıştır.

Zeytinyağı üretiminden çıkan atıksuyun yönetimin ile ilgili olarak her bölge kendi yaklaşımını uygulayabilmektedir. Örneğin Messina'da 3 fazlı üretim sistemi yerine 2 fazlı üretim sistemi uygulanmaktadır. Lesvos'da atıksu arıtılmadan alıcı ortama deşarj edilebilmektedir. Iraklio'da ise atıksuyun alıcı ortama verilmesi yasaklanmıştır.

Atıksu için limit değerler ulusal olmayıp, bölgesel olarak değişebilmektedir (IPPC, BREF, 2006b). 1180/1981 sayılı Kanun ile "Bitkisel ve Hayvansal yağların üretimi ve işlenmesine yönelik" rehber değerler (Tablo 19) konmuş olmakla birlikte bu değerler bölgesel otorite

tarafından değiştirilebilmektedir. Ancak arıtılmış atıksuyun farklı amaçlar (ekilebilir arazide sulanması dahil) için tekrar kullanımı 145116/2011'deki Bakanlık Kararı ile yasal olarak düzenlenmiştir. Alınan Karara göre zeytinyağı üretiminden oluşan atıksuyun tekrar kullanılabilmesi için en azından biyolojik arıtmadan ve dezenfeksiyondan geçmesi gerekli kılınmıştır.

Tablo 19 Gıda endüstrisinde oluşan atıksu için limit değerler

Parametre	Limit değer (kg/ton ürün)	
	Günlük Maksimum	Aylık Ortalama
BOİ	4	2
KOİ	6	3
AKM	5	2
Yağ	1	0,5

Kıbrıs

Kıbrıs'ta diğer ülkelerden farklı olarak, zeytinyağı üretiminden kaynaklanan atıkların yönetimi için ayrı bir yasal düzenleme getirilmiştir. 254/2003 nolu Kanun ile zeytinyağı üretim prosesinin 2 fazlı veya 3 fazlı oluşuna göre miktar ve konsantrasyon açısından sınırlamalar getirilmiştir. Proses tipine göre izin verilen atıksu ve atık miktarları Tablo 20 ve Tablo 21'de verilmektedir.

Tablo 20 İki fazlı zeytinyağı üretimi yapan tesiste izin verilen maksimum atıksu/atık miktarı

Atık Kaynağı	İzin verilen maksimum atıksu/atık miktarı (m ³)
a. Zeytin yıkama işleminden kaynaklanan atıksu	180
b. Santrifüj dekantörden kaynaklanan atıksu	400
c. Dekantörden çıkan pirina	750
d. Lagünde kalan pirina	-
e. Zeytin yaprakları	-

Tablo 21 Üç fazlı zeytinyağı üretimi yapan tesiste izin verilen maksimum atıksu/atık miktarı

Atık Kaynağı	İzin verilen maksimum atıksu/atık miktarı (m ³)
a. Zeytin yıkama işleminden kaynaklanan atıksu	1600
b. Santrifüj dekantörden kaynaklanan atıksu	1400
c. Dekantörden çıkan pirina (zeytin posası)	750
d. Lagünde kalan pirina	-
e. Zeytin yaprakları	-

Oluşan atık tipleri 2 fazlı, 3 fazlı üretimden çıkmasına bakılmaksızın,

- Tablolarda a ve b olarak yer alan atıksular geçici olarak sızdırmaz lagünlerde bekletilmelidir. Atıksuların karışması veya ayrı olarak bertarafı dikkate alınmamaktadır.
- Pirina (zeytin posası-c) geçici olarak kapalı beton zeminde tutulmalıdır. Sızan atıksu toplanıp, atıksu lagününe aktarılmalıdır.

Zeytin yıkama işleminden kaynaklanan atıksu (a), zeytinyağı üretim tesisi civarında sulama amaçlı (ağa, orman ağacı, vs.) kullanılabilir. Bu su dekantörden çıkan atıksu (b) ile karıştığında, buharlaştırma lagünlerine aktarılması gerekmektedir.

Buharlaştırma lagünleri açık, sızdırmaz ve sıg (en fazla derinliği 1,2 m olacak şekilde) olmalıdır. Atıksular lagünlere kapalı kanallar veya tanker ile taşınmalıdır. Havalandırma lagününde bertaraf edilecek atıksuyun içeriği için gerekli limit değerler Tablo 22'de verilmektedir.

Tablo 22 Havalandırma lagününde toplanan atıksuyun karakterizasyonu

Parametre	İzin verilen maksimum değer
pH	5,0-7,0
Elektriksel İletkenlik	10.000 µS/cm
AKM	5.000 mg/L
BOİ ₅	10.000 mg/L
Yağ	6.000 mg/L
Fenol	1.000 mg/L

2 fazlı üretim sisteminde oluşan pirina (c), toplanarak uygun tesislerde yakılma veya kompostlanmalıdır. Zeytinyağı üretim sezonu sonunda tesiste pirina kalmamalıdır. 2 fazlı üretim sisteminde oluşan pirina (c), yem hammaddesi veya gübre üretimi veya tohum-yağ üretim tesislerinde tekrar değerlendirilmelidir. Pirina işleyen tesiste atık miktarları ve atığın bertaraf şekli kayıt altına alınmalıdır. Pirinanın toprak şartlandırıcısı (gübre) amaçlı kullanıldığı durumlarda, uygulanan arazi meskun bölgenin en az 300 m uzağında olmalıdır ve en fazla 3,5 ton/ha.yıl olmak üzere uygulanmalıdır. Lagünlerde kalan pirina (d) ise atıksu buharlaştıktan sonra uygun olarak bertaraf edilmeli veya toprak şartlandırıcısı olarak kullanılmalıdır (belirtilen koşullar altında).

Portekiz

Portekiz'de bulunan zeytinyağı üretim tesisleri hem geleneksel (kesikli) hem de 3 fazlı sistem ile üretim yapmaktadır. 1997 yılında Çevre Bakanlığı ile Tarım Bakanlığı zeytincilik sektörünü ele almış ve aralarında anlaşma imzalamıştır. Üniversiteden teknik desteğin alındığı bu anlaşma gereği, sektörün karakterizasyonu kapsamlı bir şekilde incelenmiş, karasuyun arıtımı için teknik çözümler üzerinde çalışılmış ve bu konuda maliyet-kar analizi yapılmıştır. Netice itibarıyla, yeni bir yönetmelik oluşturulmuştur. Bu yönetmelikte karasuyun sulama amaçlı kullanımı ve pirinanın atık olarak sınıflandırılmaması gerektiği ifade edilmiştir.

Portekiz'de karasuyun sulama amaçlı kullanımı konusunda İtalya'daki uygulamalara benzer şekilde bazı kısıtlamalar bulunmaktadır. 626/2000 no'lu Kanun ile karasuyun tarımsal amaçlı araziye uygulanmasındaki limit değer, geleneksel pres sistemi için 50 m³/ha.yıl; 3-fazlı sistemler için ise 80 m³/ha.yıl olarak belirlenmiştir. Ayrıca, içme suyu kaynağından 300 m ve yerleşim yerinden 200 m mesafeye kadar karasu uygulamasına yasak getirilmiştir (Niaounakis ve Halvadakis 2006).

Ürdün

Ürdün, zeytinyağı üretimi prosesinde yan ürün olarak yüksek miktarda pirina üretmektedir. Yıllık olarak üretilen değer yaklaşık 50.000 ton civarlarındadır. Zeytinyağı üretimi sonucunda açığa çıkan pirina, yaklaşık %10-15 oranında yağ ihtiva etmektedir (kuru madde bazında). Pirinadan ekstrakte edilen bu yağın (pirina yağı) tamamı sabun üretiminde kullanılmaktadır (Al-Hamamre, Uri-2). Pirinanın yağı çıkarıldıktan sonra geriye kalan posanın bir kısmı hayvan yemi maddesi olarak kullanılırken, bir kısmı ise kontrolsüz bir şekilde doğrudan yakılıp, enerji elde edilmektedir. Kontrolsüz bir şekilde yakılan posadan çıkan hidrokarbon ve CO bakımında zengin atık gazın, hava kirliliğine neden olduğu belirtilmekte ve pirinanın enerji

kaynağı olarak kullanılabilmesi için daha sistematik ve kontrollü proseslerin tercih edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bu çerçevede, pirinanın doğrudan yakılmasına ilişkin olarak daha temiz yakma sistemleri üzerine araştırmalar yapılmıştır. Pirinanın biyodizel üretiminde yağ kaynağı olarak kullanılması konusunda ise çok az çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan biri de Al-Hamamre (Url-2) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada biyodizel üretiminde yağ kaynağı olarak pirinanın kullanım potansiyeli değerlendirilmiştir. Çalışmada, Ürdün'deki zeytinyağı üreticilerinden toplanan pirinalardan hekzan kullanılarak pirina yağı ekstrakte edilmiş, sonrasında esterifikasyon ve transesterifikasyon olmak üzere 2 aşamalı bir proses ile pirina yağı biyodizele dönüştürülmüştür. Yapılan çalışma neticesinde maksimum biyodizel veriminin %74 olduğu tespit edilmiştir. Üretilen biyodizelin birincil enerji tüketiminin sadece % 0,057'sini karşılayacağı belirtilmiştir. Bu nedenle pirinanın biyodizel üretiminde yağ kaynağı olarak kullanılması ümit verici nitelikte bulunmamıştır (Al-Hamamre, Url-2).

Fransa

Fransa'da yıllık zeytinyağı üretiminin % 61'i Provence-Alpes-Co'te d'Azur, %17'si Languedoc-Roussillon, %12'si Rhone Alpes ve %10'u Corse Bölgesinde gerçekleştirilmektedir. Fransa'da 25.000 zeytin çiftliği ve 152 tane üretim tesisi ve kooperatif bulunmaktadır. Atıkların araziye serilmesi Fransa'da en yaygın olarak uygulanan atık bertaraf yöntemidir (Niaounakis, 2006). Buharlaştırma havuzlarının kullanılması da bir diğer bertaraf yöntemi olarak değerlendirilmektedir. Buharlaştırma havuzlarının yatırım maliyetleri bölgesel otoriteler ve Su Ajansı tarafından % 30'a kadar sübvansede edilmektedir. Buharlaştırma havuz inşaat normları Bakanlığın tarım atıkları kirlilik kontrolü ile ilgili kararnamesi (JO 21/03/2002) ile düzenlenmektedir (Prosodol Proje Raporu, 2012).

Tunus

Tunus'ta karasuyun yönetimi ile ilgili genel olarak yapılan işlem, karasuyun tesislerden taşınarak merkezi bir noktaya iletilmesi ve oradan da lagünlere deşarj edilmesidir. Karasuyun toplandığı, lagün tabanının sızdırmaz olması ile karasuyun yeraltına sızması engellenmekte, buharlaşması sağlanmaktadır. Yakın zamanda Tunus'un Sfax Bölgesi'nde, 50 ha alana, 40000 m³ depolama kapasitesinde dört lagünden oluşan yeni bir tesis inşa edilmiştir. 1 ton karasuyun depolanması için gereken maliyet 7 Tunus Dinarı = 8,96 TL (1 Tunus Dinarı 1,28 TL olarak alınmıştır) olarak belirlenmiştir (Skerratt ve Ammar 1999).

3.1.2 AB Atık Yönetimi Yasal Mevzuatı

Katı Atık

Zeytinyağı üretiminden çıkan atıklar için AB ülkeleri genelinde tek bir başlık altında toplanmış öneriler ve yaptırımlar olmadığı gözlenmektedir. Bu alanda AB üyesi olan her ülke, AB düzenlemelerine ters düşmeyecek şekilde, kendi ulusal mevzuatını hazırlamaktadır. AB Direktifleri içerisinde yer alan Atık Çerçeve Direktifi (2008/98/EC), tehlikeli atıkları ve atık yağları da içerecek şekilde düzenlenmiştir. Direktife göre atıkların öncelikli olarak üretiminin engellenmesi, tekrar kullanımı, geri kazanımı ve son olarak bertarafı konu alınmaktadır. Geri kazanımda atığın yararlı bir amaç için tekrar kullanımı veya yakılarak enerji eldesi söz konusudur. Zeytinyağı üretimi sektöründe oluşan atığın geri kazanımından ve bertarafından üretici sorumludur. Zeytinyağı üretiminden çıkanın atık yerine, yan ürün olarak tanımlanması gerekmektedir. Atık Çerçeve Direktifi Madde 5'e göre bir maddenin atık olmaması için aşağıdaki şartları sağlaması gerekmektedir.

- Tekrar kullanılabilir olması,
- Maddenin entegre bir üretim prosesinden yan ürün olarak ortaya çıkması,
- Hiçbir işleme gerek duyulmadan kullanılabilir olması,
- Tekrar kullanımının çevreye ve sağlığa zarar vermeyecek şekilde olması ve yasal düzenlemelere/kriterlere uygun olması

Madde (a) dikkate alındığında, zeytinyağı üretim prosesinde çıkan pirinanın, gübre katkı maddesi, hayvan yemi maddesi, enerji üretimi amaçlı kullanımları olduğu görülmektedir.

Madde (b) dikkate alındığında, asıl üretilen zeytinyağın yanı sıra pirinanın yan ürün olarak ortaya çıkması, bu maddeyi karşılamaktadır.

Madde (c) değerlendirildiğinde, pirinanın tekrar kullanılmak üzere, işleme tabi tutulmadan kullanılabilmesi gibi, kullanım amacına göre kurutulması gibi işlemlere de ihtiyaç duyulabilmektedir. Ancak "ortak endüstriyel uygulama" başlığı altında bu maddenin de karşılandığı görülmektedir.

Madde (d) incelendiğinde, pirinanın doğal içeriği dikkate alınarak, çevre ve insan sağlığı konularında risk yaratmayacağı kabul edilmektedir.

Zeytinyağı üretimi atıkları açısından irdelenmesi gereken diğer bir mevzuat ise "Tehlikeli Atık" Direktifidir (2008/98/EC). Bu direktife göre atıkların sınıflandırılması Atık Karar Listesi

(2000/532/EC)'ne göre yapılmaktadır. Listede jenerik endüstri, proses ve atık tipleri tehlikeli ve tehlikesiz olmak üzere gruplandırılmaktadır.

Komisyonla göre zeytinyağı üretim atıkları Kategori 2 olan “*Tarım, bahçivanlık, avcılık, balık tutma, su ürünleri birincil üretimi, besin hazırlama ve işleme*” altında yer almakta; daha spesifik olarak, 02 ve 03 kodlu olan “*meyve, sebze, hububat, yemeklik yağ, kakao, kahve ve tütün hazırlama ve işleme; tütün işleme; konserve üretimi*” altında değerlendirilmektedir. Bu tip atıklar “tehlikeli olduğu kesin olmayan atıklar” sınıfına girmektedir. Ancak zeytinyağı üretimi atıklarına, AB yasal düzenlemelerine göre “özel yasal hükümler” getirilmesi söz konusudur (IMPEL, 2003). Diğer taraftan karasü polifenolik içeriğindeki “potansiyel ekotoksik etkisi” ile, 91/689/EEC Direktifi EK-3'e göre “anında veya gecikmiş olarak, bir veya birçok sektör için çevresel risk taşıyan madde” başlığı altında tanımlanmaktadır. Diğer taraftan doğada yer alan ve kimyasal olarak işleme tabi tutulmayan maddeler, Direkti 67/548/EEC'ye göre tehlikeli madde sınıfına girmemektedir.

Atıksu

Avrupa Birliği'nin su ile ilgili mevzuatı birkaç bileşenden oluşmaktadır. Mevzuatın tarihi gelişimine bakıldığında dünyanın diğer yerlerinde olduğu gibi AB'de de önceliğin içme suyunda olduğu görülmektedir. Mevzuatta önem sırası olarak tüketiciye ulaşan suyun, içme suyu olarak kullanılabilirliği birinci, içme suyu amacıyla su çekilen kaynaklardaki su kalitesi ve söz konusu kaynakların korunumu ise ikinci sırada ele alınmıştır. 1980'lerin sonlarına gelindiğinde halen kullanılmakta olan mevzuatın ihtiyaca cevap vermediği görülmüştür. Bunun üzerine hazırlanan ikinci nesil mevzuatta Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi (1991) ve Nitrat Direktifi (1991) yer almaktadır. 1990'ların ortasında AB'nin bütününe hitap eden bir su politikası geliştirilmesi gerekliliği Üye Ülkeler tarafından kabul görmüştür. Bu ihtiyaca istinaden Avrupa Komisyonu tarafından Su Çerçeve Direktifi (SÇD) oluşturulması çalışmaları başlatılmıştır. Bu direktifin ana hedefi AB ülkelerinde uygulanmakta olan ulusal su mevzuatlarının her konuda birbiriyle uyumlu hale getirilmesidir. SÇD, 23 Ekim 2000 tarihli AB Resmi Gazetesi'nde 2000/60/EC sayısıyla yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. 2006 senesinde yayımlanan Yeraltı Suyu Direktifi ile 2008 senesinde yayımlanan Çevresel Kalite Standardı Direktifi ise AB Çevre Genel Müdürlüğü tarafından SÇD'nin spesifik direktifleri olarak tanımlanmaktadır.

SÇD içinde yeraltı sularının korunması ile ilgili genel prensipler verilmiş olmakla birlikte su kalitesi değerlendirme kriterleri ve su kalitesinin korumak için alınması gereken tedbirler ile

ilgili detaylar için ayrı bir direktife ihtiyaç duyulmuştur. Benzer şekilde, SÇD, suyun kirlenmeye karşı korunması ile ilgili genel bir strateji belirlemekte, önlemler alınması ve çevresel kalite standartlarının belirlenmesi gerektiğini söylemektedir. Yeraltı Suyu Direktifi ile Çevresel Kalite Standartları Direktifi'nin "spesifik" olarak tanımlanma sebepleri budur. Bu direktiflerin kapsamı genel değildir, özele inmektedir. Böyle olmasına rağmen AB Çevre Genel Müdürlüğü, hiçbir direktifin "alt direktif" olarak ifade edilmemesi gerektiğini özellikle vurgulamaktadır.

SÇD'nin uygulanabilirliği ise kardeş ve spesifik direktiflerin dışında kalan Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi, Nitrat Direktifi, Yüzme Suları Direktifi ve İçme Suyu Direktifi ile sağlanmaktadır. SÇD kapsamında yüzey suları ekolojik ve kimyasal durumlarına göre ayrı ayrı değerlendirilmektedirler. Yeraltı suları ise kimyasal durum ve miktar durumu açısından değerlendirilir. SÇD, aynı havza içinde yüzey ve yeraltı sularının yönetiminin birleştirilerek bir ilke imza atmıştır.

Zeytinyağı üretiminden çıkan atıksular, Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi 91/271/EEC altında değerlendirilmektedir. Direktif atıksuyun toplanması, arıtımı ve deşarjını konu almaktadır. Özellikle direktifte biyolojik olarak parçalanabilir nitelikteki endüstriyel atıksuların, alıcı ortama deşarj edilmeden uygun arıtmaya tutulmasını vurgulanmaktadır. Dolayısıyla zeytinyağı üretiminden çıkan atıksuyun bu Direktifte yer alan ilgili standartlarda göre alıcı ortama deşarj edilmesi gerekmektedir. AB mevzuatında suyla ilgili yer alan ve zeytinyağı üretiminden çıkan atıksular için de dikkate alınması gereken düzenlemeler aşağıda özetlenmektedir.

- Direktif 75/440/EEC (16.01.1975) İçmesuyu amaçlı kullanılacak yüzeysel su kalitesi gerekliliklerini içermektedir. Yeraltı suları, acı sular ve rezervler bu direktifin dışında tutulmaktadır. Bu direktifte 46 adet su kalite parametresi yer almaktadır. Bu Direktif en son 91/692/EEC ile revize edilmiştir.
- Direktif 76/464/EEC (08.12.1975) yüzme suları kalitesini konu almaktadır. Ekinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik parametreler yer almaktadır. Direktif 91/692/EEC, 1882/2003/EEC ve 8007/2003/EEC ile revize edilmiştir.
- Direktif 76/464/EEC (04.05.1976) tehlikeli maddelerin sucul ortama (iç sular, kıyı suları, yer altı suları) deşarjını konu almaktadır. Ek 1'de ilgili parametreler ve belirlenmiş olan Çevre Kalite Standartları yer almaktadır. Direktif 91/692/EEC ve 2000/60/EEC ile revize edilmiştir.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 100 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

- Direktif 79/923/EEC (18.07.1978) Balık yaşamını korumak için yüzey sularının kalitesini konu almaktadır. Direktif 91/692/EEC ve 807/2003/EEC ile revize edilmiştir.
- Direktif 80/68/EEC (17.12.1979) tehlikeli maddelerden yer altı sularının korunması konu alınmaktadır. Ek 1 v Ek 2'de yer altı suyunun korunması gerekken kimyasallar yer almaktadır. Direktif 91/692/EEC ile revize edilmiştir.
- Direktif 91/676/EEC (12.12.1991) Tarımsal kaynaklı nitrat kirliliğinden yüzey ve yeraltı sularının korunması konu alınmaktadır. Bu Direktif Su Çerçeve Direktifinin en önemli alt mevzuatlarından biridir.
- Direktif 98/83/EEC (03.11.1998) insani tüketimi için suyun kalite kriterleri yer almaktadır.
- Direktif 2000/60/EEC (23.11.2000) nehir havzası yönetim planlarını içermektedir. Bölgesel olarak (havza bazında) iyi su kalitesine ulaşılması hedeflenmektedir. Noktasal kaynaklı kirlleticiler için Çevre Kalite Standartlarının sağlanması şart koşulmaktadır. 2455/2001/EC kararı ile öncelikli kirlleticiler yayınlanmıştır.
- Direktif 2006/118/EEC (12.12.2006) yeraltı suyu kalitesinin korunması konu alınmaktadır.

Atıksuyun Tekrar Kullanımı

Zeytinyağı üretiminden çıkan atıksuyun sulamada kullanımı ve olabilecek potansiyel problemler gündemde yer alan bir konudur. İlgili AB mevzuatı,

- Kentsel Atıksu Arıtımı Direktifi'nde (91/271/EEC) "arıtılmış atıksu, çevresel etkileri en aza indirilerek kullanılabilir" ifadesi yer almaktadır.
- Su Çerçeve Direktifi (2000/60/EEC) Ek 6 (v)'de "emisyon kontrolleri" ve Ek 6 (x)'da "verim ve tekrar kullanımın değerlendirilmesine ilaveten endüstride su tasarrufu sağlayacak teknolojiler ve sulamada su tasarrufu sağlayacak tekniklerin desteklenmesi" ifadeleri yer almaktadır.

Tarımsal sulamadaki en önemli çekince toprağın ve yeraltı suyunun kirlenmesidir. Bu konu ile ilgili Su Çerçeve Direktifinde açık bir sınırlama bulunmamaktadır ancak Nitrat Direktifinde, Yeraltı Suyu Direktifinde ve İçme Suyu Direktifinde yer alan gerekliliklerin yerine getirilmesi gerekmektedir.

3.1.3 Zeytinyağı Üretim Sektörü için Mevcut En İyi Teknikler

Avrupa Birliği Çevre Mevzuatının sanayi açısından en önemli mevzuatlarından birisi olan Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol Direktifi (EKÖK) (IPPC 96/61/EC), 1996 yılında yayımlanmıştır. Direktifte, sanayilerin işletme izni alabilmelerine yönelik gereklilikler tanımlanmış ve bunun için Mevcut En İyi Teknikler (MET) (Best Available Techniques-BAT) işaret edilmiştir. Bu çerçevede, her bir sektör için MET'lerin detaylı olarak anlatıldığı Referans Dökümanlar (BAT Reference Documents-BREF) kullanılmaktadır. Buna göre, EKÖK kapsamına giren tesislerin, işletme izni alabilmeleri için çevresel performanslarını optimize etmeleri ve MET'leri uygulamaya geçirmeleri beklenmektedir. Yakın zamanda yapılan bir düzenlemeyle, EKÖK'ü de içine alan Endüstriyel Emisyonlar Direktifi 2010/75/EU (IED) yayımlanmış ve 06.01.2011'de yürürlüğe girmiştir. Bu çerçevede, "Zeytinyağı Üretim Sektörü", Gıda, İçecek ve Süt Endüstrisi için hazırlanan MET Referans Dokümanında yer almaktadır. Referans Dokümana göre, EKÖK kapsamına zeytinyağı üretimi kapasitesi 300 ton/gün altında olan işletmeler girmemektedir. Bu işletmeler, karasu bertarafında yaygın olarak buharlaştırma lagünü kullanmaktadır. Ancak, bu uygulamada özellikle yeraltı suyunun kirlenmesi riski olduğu vurgulanmaktadır. Bunun dışında, yine EKÖK kapsamı dışında kalan işletmelerin (üretim kapasitesi 300 ton/gün altında olan) uyguladıkları karasu bertaraf yöntemleri arasında; buharlaştırma lagünleri, araziye yayma, termal yollarla atıksuyun konsantre edilmesi ve anaerobik prosesler sıralanmıştır. Söz konusu bertaraf yöntemlerinin karşılaştırılması "Bölüm 2.1'de" detaylı olarak verilmiştir. EKÖK kapsamına giren zeytinyağı işletmeleri için ise, üretimin çevresel zararlarının azaltıldığı "Mevcut En İyi Teknik" olarak 2 fazlı üretim ön plana çıkmaktadır.

3.2 Ülkemizde Zeytinyağı Üretimi Atık/Artıklarının Yönetimi

Ülkemizde 0,8 milyon hektarlık zeytin arazisi, 95 milyon zeytin ağacı bulunmakta olup, İspanya, İtalya, Yunanistan ve Tunus gibi diğer Akdeniz ülkeleri ile birlikte dünyanın önde gelen zeytin ve zeytinyağı üreticilerindedir. Türkiye dünya sofralık zeytin üretiminde 2., yağlık zeytin ile zeytinyağı üretiminde 4. büyük üretici ülke konumundadır. Zeytin ve zeytinyağı üretimi daha çok Ege ve Marmara Bölgesinde gerçekleşmektedir. Aydın, İzmir, Muğla, Balıkesir, Manisa ve Çanakkale üretimin başlıca gerçekleştiği illerimizdir. Toplam zeytin üretiminin yıllara göre ortalama %30'nun sofralık, %70'nin de zeytinyağı üretimi için kullanıldığı görülmektedir.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 102 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Zeytin ağacının özelliğinden kaynaklanan periyodisiteden dolayı zeytin üretimi yıllara göre inişli çıkışlı bir grafik izlemekte ve üretim yıllara göre değişebilmektedir. Ancak son yıllarda zeytin fidanlarının dikilmesi, üreticinin zeytin üretimine özendirilmesi, uygun bakım, hasat ve sulama konusunda eğitilmesine yönelik çalışmalar zeytin üretiminin artmasını sağlamaktadır. Diğer taraftan yeni teknolojide çalışan rafine zeytinyağı işleme ve zeytin sıkma tesislerinin devreye girmesi ile üretimde ve kalitede artış sağlanmıştır. 2014-2015 senesi zeytinyağı üretiminin 200.000 ton civarında olduğu tahmin edilmektedir.

Ülkemizde zeytinyağı üreticisi sayısının yaklaşık 1000 civarlarında olduğu tespit edilmiştir. Proje kapsamında yapılan çalışmalarda üretim %71 oranda 3 fazlı, %27 oranla 2 fazlı olarak gerçekleştirildiği tespit edilmiştir. Karasuyun bertarafında %89 oranında buharlaştırma lagünü kullanıldığı %11'lik oranın ise vidanjörle taşındığı veya kanalizasyona deşarj edildiği belirlenmiştir. Zeytinyağı üretiminden çıkan pirinanın 2014-2015 itibarıyla yaklaşık 640.000 ton olduğu tahmin edilmektedir. Oluşan pirinaların %55-60'ı, pirina işleme tesisleri tarafından değerlendirildiği düşünülmektedir.

Ülkemizde zeytinyağı ve pirina yağı kalite kriterleri, karasu bertarafına ilişkin yasal mevzuatımız ve pirinanın yakılmasına ilişkin yasal mevzuat özetlenmiştir.

Zeytinyağı ve pirina yağı kriterleri

Türkiye'de zeytinyağı üretimi ile ilgili Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, 7 Ağustos 2010 tarihinde Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği'ni yayınlamıştır (Resmi Gazete, Sayı: 27665). Bu Tebliğ ile üretilen zeytinyağları ve pirina yağlarının tekniğine uygun vehijyenik şekilde üretimini ve pazarlanmasını (hazırlama, işleme, muhafaza, depolama ve taşımayı da içermektedir) sağlamak üzere yağ özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Tebliğde zeytinyağları ve pirina yağlarının kalite ve saflık kriterleri; natürel zeytinyağları ile ilgili duyuşal özellikler; çeşnili ve/veya aromalı zeytinyağlarına kalite ve saflık kriterleri yer almaktadır.

Avrupa Birliğinde ise, zeytinyağı 136/66 / EEC sayılı 22 Eylül 1966 tarihli Yönetmelik hükümleri esas alınarak sınıflandırılmaktadır (215, EC, 1996). Pirina yağı, solvent ekstraksiyonu ile alındıktan sonra rafinerilerde rafine edilmekte ve kriterleri sağlıyorsa gıda sektöründe, sağlamıyorsa yakıt olarak kullanılmaktadır. Rafine edilmiş ve kriterleri sağlayan pirina yağları natürel sızma zeytinyağı ile karıştırılarak kullanılmaktadır. Bu amaçla uygulanan yönetmelik ise yine 136/66/EEC'dir (215, EC, 1996).

Karasu bertaraf kriterleri

Çevre Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair 5492 sayılı Kanunun 11.maddesi uyarınca; "Üretim, tüketim ve hizmet faaliyetleri sonucunda oluşan atıkların alıcı ortamlara doğrudan veya dolaylı vermeleri uygun görülmeyen tesis ve işletmeler ile yerleşim birimleri atıklarını Yönetmeliklerde belirlenen standart ve yöntemlere uygun olarak arıtmak ve bertaraf etmekle veya ettirmekle öngörülen izinleri almakla yükümlüdürler." hükmü yer almaktadır. Söz konusu hüküm gereğince işletmelerin faaliyetleri sonucu oluşan atıksuların alıcı ortamlara doğrudan deşarjı halinde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) kapsamında; idareden izin alınması ve idarenin istediği çıkış suyu değerlerinin ve diğer şartların sağlanması gerekmektedir.

Zeytinyağı üretimi sonunda oluşan atıksu ile ilgili olarak, SKKY'de Gıda Sanayi (zeytinyağı ve sabun üretimi, katı yağ rafinasyonu) Tablo 5.5.'te kriter değerler verilmiştir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY) Tablo 5.5.'e göre 2 saatlik/24 saatlik kompozit bir numune için deşarj kriterleri, KOİ için 250/230 mg/L, yağ-gres için 60/40 mg/L ve pH için 6-9 olarak belirlenmiştir. Karasuyun KOİ içeriğinin 40000-200000 mg/L arasında olduğu dikkate alındığında, Yönetmelikteki değerlere inmenin çok maliyetli, ekonomik ve teknolojik açıdan zor olduğu görülmektedir.

Tablo 23 SKKY, Tablo 5.5 :Sektör: Gıda Sanayi
(Zeytinyağı ve Sabun Üretimi, Katı Yağ Rafinasyonu)

Parametre	Birim	Kompozit Numune	
		2 Saatlik	24 Saatlik
KOİ	(mg/L)	250	230
Yağ-Gres	(mg/L)	60	40
pH	-	6-9	6-9

Diğer taraftan, T-Fenol parametresinin kriter olarak yer aldığı "SKKY-Tablo 25: Atıksuların Atıksu Altyapı Tesislerine Deşarjında Öngörülen Atıksu Standartları"na göre kanalizasyonları tam arıtma ile sonuçlanan atıksu alt yapı tesislerinde 20 mg/L'nin altında olması gerektiği görülmektedir. Derin deniz deşarjı ile sonuçlanan alt yapı tesislerinde ise bu değer 10 mg/L olarak belirlenmiştir. Ayrıca, kıta içi su kaynaklarına göre kalite parametrelerinde T-Fenol parametresi 1. sınıf kalite için en yüksek değer 0,002 mg/L; 4. sınıf kalite için en düşük değer 0,1 mg/L olarak verilmiştir. Karasuyun karakterizasyonu ve ilgili standartlar karşılaştırıldığında, karasuyun kapsamlı bir arıtmaya ihtiyaç duyduğu anlaşılmaktadır. Ancak

hâlihazırda söz konusu yönetmelik değerlerinin uygun maliyetlerle sağlandığı bir arıtma teknolojisi bulunmamaktadır.

Bu çerçevede, sektörün atıksularından kaynaklanan çevresel problemlere engel olabilmek için 01.09.2009 tarihinde Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından bir yazı yayınlanmıştır. Söz konusu yazıda, kanalizasyonun bulunduğu bölgelerde ön arıtma yapıldıktan ve ilgili Belediye'nin uygunluk görüşü alındıktan sonra kanalizasyona bağlantı yapılmasının mümkün olduğu, arıtma sisteminin kurulmasının ve idamesinin tekil işletmelere kıyasla nispeten daha kolay olacağı ihtisas OSB'lerde yer alınabileceği belirtilmiş, alternatif bertaraf yöntemlerine değinilmiş ve atıksuyun bertarafında geçici olarak kullanılmak üzere buharlaştırma lagünlerinin dizayn kriterleri detaylı bir şekilde ortaya konmuştur. Kriterler aşağıda özetlenmektedir;

- 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 dolaşabilecek çiftlik hayvanları ve diğer hayvanların geomembran malzemesine zarar vermelerini engellemek için lagünler güvenlik çitleriyle çevrelenerek kapatılmalıdır.

Yukarıda sıralanan lagün kriterleri dikkate alındığında, ülkemizde kullanılan lagünlerin buharlaşmayı sağlayacak uygun derinlikte olmadığı ve karasuyun toprağa yer altı suyuna karışmasını engelleyecek şekilde sızdırmaz olmadığı gözlenmektedir.

Pirinanın yakılması kriterleri

Zeytinyağı üretimi sonunda oluşan diğer bir yan ürün pirina olup, önceki bölümlerde detaylı olarak anlatıldığı üzere yakıt, yem, kompost olarak kullanılabilir. Kalorifik değeri çok yüksek olan pirinanın yakıt olarak kullanılabilmesi ile ilgili, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından çıkarılan, 07.02.2009 tarihli ve 27134 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “*Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik*”in 25. Madde’sindeki Tablo 14’e göre ve gene aynı bakanlığın çıkarmış olduğu ‘03.07.2009 tarihli ve 27277 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan *Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği*’nin Ek-5’te “Yakıt olarak kullanılacak pirinanın içeriğindeki nem oranı maksimum %15, yağ oranı (kuru bazda) maksimum %1,5 ve kalorifik değeri (minimum) 3700 Kcal/kg, Sodyum (Na) 1000 ppm, kül %4’ü geçemez. Pirinayı yakıt olarak kullanan işletmeler, kullanılan pirinanın özelliklerini analiz sertifikası ile belgelemek zorundadır. Gerekli hallerde Valilik yetkililerince analiz yapılabilir veya yaptırılabilir.” ifadesi yer almaktadır.

3.3 Ülkemizde Konuyla İlgili Yapılmış Çalışmalar

Bu bölümde, Ülkemizde konuyla ilgili yapılmış proje ve tezler araştırılmış ve ulaşılan raporlar incelenmiştir. Aşağıda konuyla ilgili yapılmış projeler Tablo 24 ve Tablo 25’de özetlenmiştir. Proje konusuyla yakından ilgili ve projemiz kapsamında altlık görevi görebilecek en önemli projeler aşağıda sunulmaktadır;

- **Susurluk Pilot Havzasında Zeytin ve Zeytinyağı İşletmeleri Atıklarının Entegre Yönetiminin Araştırılması Projesi:** Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından desteklenen proje sonuç aşamasına gelmiştir. Pirinanın en önemli değerlendirme alternatiflerinden birisi olan gazlaştırmanın uygulanabilirliğinin, Susurluk pilot bölgesi için analiz edildiği proje sonuçları, çalışmamızın pirina değerlendirilmesi yöntemlerinin incelenerek maliyet analizi gerçekleştirileceği aşaması açısından önemlidir. Söz konusu projede salamura atıksuyu ve karasuyun oluşan atık ısı ile buharlaştırılması önerilmektedir.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 106 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

- **Türkiye Zeytincilik Sektör Raporu Projesi:** Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Zeytincilik Araştırma İstasyonu Müdürlüğü'nce hazırlanan ve Ege İhracatçı Birlikleri, İzmir Ticaret Borsası, Akhisar Ticaret Borsası, İzmir Ticaret Odası, Marmarabirlik, Tarış Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifleri Birliği ve Ulusal Zeytin ve Zeytinyağı Konseyi tarafından desteklenen proje, Türkiye'deki sofralık zeytin ve zeytinyağı sektörünün geliştirilmesi için teknik ve ekonomik yapıyı gösteren sektör raporunun hazırlanması ve bir veri tabanı oluşturularak ileriye yönelik stratejik planların belirlenmesini amaçlamaktadır.
- **Zeytin ve Zeytinyağı Sektörü Ulusal Kümelenme Stratejileri Projesi:** Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen ve TÜBİTAK TÜSSİDE tarafından yürütülen proje kapsamında, yerel kalkınmanın ve zeytin-zeytinyağı sektöründe ülkemizin rekabet gücünün, üretimin, ihracatın, verimliliğin, kullanım alanlarının ve katma değerinin artırılması amacıyla zeytin ve zeytinyağı sektöründe uygulanacak etkin kümelenme stratejileri ve politikalarının belirlenmesi amaçlanmaktadır. Kooperatif, Birlik ya da bir özel sektör ismi altında gerçekleştirilecek örgütlenmelerin yaygınlaşmasının hedeflendiği çalışma uzun vadede sektörün güçlenmesine ve ekonomik artışla beraber çevre problemlerinin çözümüne daha fazla kaynak ayırmasına katkı sağlayacaktır. Proje kapsamında kümelenme programı taslağı hazırlanmış ve destek kapsamı oluşturulmuştur. Kümelenme desteğı taslağı kapsamında, 2 faza dönüşüm, entegre zeytinyağı tesisi ve ortak atık bertaraf tesisleri kurulması desteğı yer almaktadır.
- **Organik Bitkisel Üretimde Değerlendirilmek Üzere Girdi Üretim Yöntemlerinin Geliştirilmesi' Projesi, TÜBİTAK 1007 programı:** Müşteri kurum olarak Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı olduğu, yönetici kuruluş olarak Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü yer aldığı projede zeytinyağı üretim sektörünü ilgilendiren çalışma hedefi, zeytinyağı üretim atıklarının kompost yapım tekniklerinin geliştirilmesi ve organik zeytin yetiştiriciliğinde değerlendirilmesidir. Proje sonuçları pirinanın kompost olarak değerlendirme alternatifinin analiz edilmesi çalışmalarımız kapsamında önemli bir yere sahiptir.
- **2 Fazlı Yağı Alınmış Zeytin Hamurunun (pirina) Kurutulup, Çekirdeğinin Ayrılması ve Hayvan Yemi Katkı Maddesi Elde Edilmesi (Zeytin Ezmesi adıyla)** Yağcı Gıda ve Uludağ Üniversitesi'nin yürütücülüğünde gerçekleşmektedir. Bu çalışmada 2 fazlı üretim yapan zeytinyağı tesislerinde oluşan sulu pirina kurutulup,



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 107 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

çekirdeği alındıktan sonra, çekirdek yakıt olarak değerlendirilmekte geri kalan kuru zeytin ezmesi olarak nitelendirilmektedir. Kuru zeytin ezmesi, yağ ve protein içerdiğinden hayvan yemi olarak karma yem sanayinde önemli bir protein ve metabolik enerji hammaddesi olarak kullanılması amaçlanmaktadır. Bu sistemin kurulması ile zeytinyağı fabrikasının yenilikçi kapasitesi üretilen yan ürünler ile artırılması hedeflenmektedir. Bu kapsamda çalışma ilk olarak Antalya'nın Manavgat ilçesinde yer alan, Doğan Turizm ve Ticaret A.Ş.'ye ait zeytinyağı fabrikasına sistem kurulmuş, 2014-2015 zeytin sezonunda bu doğrultuda faaliyete geçmesi planlanmış, ancak bir takım problemler nedeniyle gerçekleştirilememiştir. Problemler giderilir giderilmez ilerleyen sezonlarda faaliyete geçeceği belirtilmiştir

- **2 Fazlı Üretim Prosesi Sonucu Oluşan Pirinanın Hayvan Yemi Katkı Maddesi Olarak Kullanılması (Zeytin Küspesi adıyla)**, Şenol Gıda 2 fazlı pirinayı hayvan yemi katkı maddesi olarak zeytin küspesi adı altında piyasaya satmaktadır. Zeytin küspesi, 2 fazlı üretim sonucu oluşan pirinanın 2. sıkım yapıldıktan sonra, çekirdeği alınıp, geri kalan kısmı hayvan yemi katkı maddesi olarak değerlendirilmesidir. Bu çalışmanın mevcut uygulaması olup, Adnan Menderes Üniversitesi aracılığıyla zeytin küspesinin, hangi hayvan için ne kadar etkili olduğuna dair çalışma yapıldığı bilgisi alınmıştır.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 108 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 24 Konuyla ilgili yürütölmüş ve yürütölmekte olan projelerin listesi

Proje Adı/Konusu	Yürütücüsü	Destekleyen	Yapıldığı Tarih	Açıklama
Susurluk Pilot Havzasında Zeytin ve Zeytinyağı İşletmeleri Atıklarının Entegre Yönetiminin Araştırılması	Gebze Teknik Üniversitesi ve Arıt Çevre (Prof.Dr. Bülent Keskinler Prof.Dr. İsmail Toröz)	Orman ve Su İşleri Bakanlığı	2013-2014	Susurluk pilot havzasında oluşan pirinanın gazlaştırılması ve açığa çıkan atık ısısının karasu ve salamura suyunun buharlaştırılmasında kullanılması değerlendirilmiştir.
2 Fazlı Üretim Prosesi Sonucu Oluşan Pirinanın Hayvan Yemi Maddesi Olarak Zeytin Küspesi Üretilmesi	Şenol Gıda San. A.Ş.	-	2014	Zeytinyağı tesislerinde oluşan 2 fazlı pirina, 2. sıkım yapıp, çekirdeği alındıktan sonra geri kalan kısmı zeytin küspesi olarak değerlendirmektedir. Zeytin küspesi, hayvan yemlerine belirli oranlarda karışım yapılarak hayvanlar üzerinde herhangi bir olumsuz durum olmadığı bildirilmiştir.
2 Fazlı Zeytinyağı Fabrikalarında, Yağı Alınmış Zeytin Hamurunun Kurutulup, Çekirdeğinden Tamamen Ayrıştırılarak, Yem Ham Maddesi Elde Edilmesi ile Birlikte Kara Suyun Bertaraf Edilmesi Çalışması	Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Bursa, Prof. Dr. İbrahim AK, Yağcı Gıda Maddeleri Fidancılık İthalat İhracat San. ve Tic. Ltd.Şti.	San-Tez, TÜBİTAK Sanayi Ar-Ge Projeleri Destekleme Programı	2014	Bu çalışmada, 3 fazlı çalışan zeytinyağı fabrikaların oluşturduğu karasu problemini ortadan kaldırmak için, zeytinyağı üretim tesisleri 2 fazlı sisteme geçip, oluşan 2 fazlı sulu pirina kurutulup, çekirdeği alınıp yakıt olarak değerlendirmekte, geri kalan kısmı kuru zeytin ezmesi olarak nitelendirilmektedir. Kuru zeytin ezmesi ise yağ ve protein içeriğine sahip olduğu için karma yem sanayinde önemli bir protein ve metabolik enerji hammaddesi olarak kullanılması amaçlanmaktadır.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 109 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Proje Adı/Konusu	Yürütücüsü	Destekleyen	Yapıldığı Tarih	Açıklama
Türkiye Zeytincilik Sektör Raporu Projesi		Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı	2014-2015	2014-2015 yıllarında gerçekleştirilecek projenin amacı Türkiye'deki sofralık zeytin ve zeytinyağı sektörünün geliştirilmesi için teknik ve ekonomik yapıyı gösteren sektör raporu hazırlanması ve bir veri tabanı oluşturularak ileriye yönelik stratejik planların belirlenmesidir.
Organik Bitkisel Üretimde Değerlendirilmek Üzere Girdi Üretim Yöntemlerinin Geliştirilmesi	Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü-YALOVA Zeytincilik Araştırma İstasyonu-İZMİR Süleyman Demirel Üniversitesi -İPARTA Çukurova Üniversitesi – ADANA Ege Üniversitesi-İZMİR	TÜBİTAK 1007 Programı		Zeytinyağı üretim atıklarının kompost yapım tekniklerinin geliştirilmesi ve organik zeytin yetiştiriciliğinde değerlendirilmesi ve biyolojik gübre üretim teknolojilerinin organik tarımda kullanılması hastalık ve zararlı mücadelesinin yönetiminde uygulanacak tekniklerin geliştirilmesi organik tarımda kullanılmak üzere çoğaltım materyali üretim tekniklerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır.
Zeytin ve Zeytinyağı Sektörü Ulusal Kùmelenme Stratejileri Geliştirilmesi	TÜBİTAK TÜSSİDE	Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Projesi	2014-2015	Zeytin ve zeytinyağı üretim sektörünün kùmelenmesi amacıyla strateji geliştirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, sektöre yönelik olarak kùmelenme desteği kapsamı oluşturulmuştur.
Pirinanın Gazlaştırılması	Marmara Birlik	TEYDEB	2014	Pirinanın gazlaştırma prosesi tasarlanmış ve enerji eldesi hedeflenmiştir.
Zeytinyağı Fabrikası Sıvı Atığının Özelliklerinin İyileştirilmesi ve Antioksidan Üretiminde	Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakùltesi, Kimya Mühendisliği Bölümü,	TÜBİTAK	2012	Mayalar ile zeytin karasuyunun arıtım sağlanarak, özelliklerinin iyileştirilmesi ve antioksidan madde üretimi sağlamak için



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 110 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Proje Adı/Konusu	Yürütücüsü	Destekleyen	Yapıldığı Tarih	Açıklama
Kullanılması İçin Biyoproses Geliştirilmesi	Prof. Dr. Zekiye Serpil TAKAÇ			biyoproses koşullarının belirlenmesi araştırılmıştır.
Zeytin Katı Atığının (Pirina) Toprağa Doğrudan ve Kompost Yapılarak Uygulanmasının, Agregat Stabilizasyonu ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Doç. Dr. Yasemin KAVDIR	TÜBİTAK	2009	Pirinanın toprağa farklı miktarlarda karışımı yapılarak, toprağın stabilizesi ve bitki gelişimi üzerine etkileri araştırılmıştır
Zeytinyağı Rafinasyon Atıklarının Değerlendirilmesi	Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Doç. Dr. Nalan A. AKGÜN	TÜBİTAK	2009	Zeytinyağı rafinasyon atıkları olan zeytin asit yağı ve deodorizer destilatlarından biodizel eldesi araştırılmıştır.
Olive Oil Mill Wastewater Management Using Lang Treatment Systems	Boğaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimleri Enstitüsü, Doç. Dr. Turgut T. ONAY	TÜBİTAK	2006	Zeytinyağı üretimi, üreticileri ve oluşan atıksular hakkında uygulanan anketler yardımıyla veri tabanı oluşturulması ve karasuyun arazide arıtma metotlarından ve sulama teknikleri üzerine yapılmıştır.
Zeytinyağ Karasuyunun Ortak Besi Maddesi Etkisi İle Biyolojik Parçalanabilirliğinin İyileştirilmesi	Ege Üniversitesi Bilim-Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi Doç.Dr. Nuri AZBAR	TÜBİTAK	2006	Zeytin karasuyu ile birlikte, peynir alt suyu ve tavuk atıkları anaerobik olarak parçalanabilirliği araştırılmıştır.
Pirinadan Piroliz Yöntemi İle Sentetik Yakıt Eldesi	Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Doç. Dr. Nalan A. AKGÜN	TÜBİTAK	2004	Pirinanın piroliz yöntemiyle bertaraf edilerek biyoyakıt elde edilebilirliği araştırılmıştır.
Zeytin Karasuyu Arıtımı Projesi: Zeytinyağı İşletmeleri İçin Durum Tespiti, Karasu Karakterizasyonu, Karasu Arıtılabilirlik Çalışmaları ve Sonuçları	Dokuz Eylül Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Prof. Dr. Füsun ŞENGÜL	Ege Bölgesi Sanayi Odası, Dokuz Eylül Üniversitesi	2003	Zeytinyağı üretimi ile ilgili Türkiye’de durum tespiti çalışması yapılmış; karasuyun fiziksel, kimyasal ve fizikokimyasal yöntemler ile arıtımı araştırılmıştır.
Zeytin Karasuyundan Mikrobiyal	Ege Üniversitesi Mühendislik	TÜBİTAK	2001	Zeytin karasuyu, laktaz enzim üretimi sırasında



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 111 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Proje Adı/Konusu	Yürütücüsü	Destekleyen	Yapıldığı Tarih	Açıklama
Kaynaklı Lakkaz Enzimi Üretimi	Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Prof. Dr. Ş. Suha SUKAN			substrat olarak kullanılmıştır.
Pseudomonas Sp. İle Zeytinyağı Fabrikası Atığından Biyosüpfektan Eldesi	Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Prof. Dr. Nazif KOLANKAYA	TÜBİTAK	1998	Zeytin karasuyundan biyosüpfektan (ramnolipit) üretimi amaçlanmıştır.
Zeytinyağı imalatı proses atıksularının havasız çamur yataklı reaktörlerde arıtımı ve biyoenerji geri kazanımı	İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Prof. Dr. İzzet ÖZTÜRK	TÜBİTAK	1990	Zeytin karasuyun havasız ortamda arıtılabilirliği ve biyoenerji geri kazanma imkanları araştırılmıştır.

Takaç ve diğ., (2012), yapmış oldukları çalışmada, Rhodotorulaglutinis ve Debaryomyceshansenii mayalar ile zeytin karasuyunun arıtım sağlanarak, özelliklerinin iyileştirilmesi ve antioksidan madde üretimi sağlamak için biyoproses koşullarının belirlenmesi araştırılmıştır. *R.glutinis*'in iyi bir adaptasyon işleminden sonra seyreltilmemiş zeytin karasuyu ortamında çoğaldığı, ortam pH'ını artırdığı, toplam fenol derişimi ve KOİ değerini azalttığı belirlenmiştir. Biyoarıtım ortamına eklenen askorbik asit vasıtasıyla ortamda hidroksitirozol birikimi amaçlanmış ve askorbik asit derişiminin hidroksitirozol derişimine etkisi incelenmiştir. *R. Glutinis*lebiyoarıtım ortama eklenen yüksek miktardaki askorbik asit ile antioksidan fenolik hidroksitirozolün tamamen tüketilmesi önlenmiştir.

Kavdır ve diğ., (2009), zeytin atığı olan pirina, ticari gübre ile karıştırılarak, kompost yapılarak ve ham olarak tarımda kullanılması araştırılmıştır. Kompost yapılarak toprağa verilmesi durumunda, bitki gelişiminde olumlu katkı yaptığı, ancak ham olarak doğrudan toprağa verilmesi durumunda ise bitki gelişimini engellediği görülmüştür.

Akgün (2009), yapmış olduğu çalışmada, zeytinyağı rafinasyon atıklarından zeytin asit yağı vedeodorizer destilatlarından biodizel üretimi araştırılmıştır. Çalışma sonunda asit yağının süperkritikmetanol kullanılarak esterleştirilerek, %96.59 FAME içerikli bir biodizel elde edilmiştir. Deodorizerdestilat ise %60 ester içerikli bir ham madde haline dönüştürülerek ekstrakte edildiğinde ise ham maddedeki %24 civarındaki "squalene"nin tek kademedede %74 oranına kadar zenginleştirildiği gözlemlenmiştir.

Onay ve diğ., (2006), zeytinyağı üretim firmalarına uygulanan anketler yardımıyla, zeytinyağı üretim prosesi ve oluşan karasuyun arazide arıtma metotlarından ve sulama teknikleri üzerine araştırma yapılmıştır. Çalışmalar, 9 PVC reaktörlere 55 kg kumlu-balçık sınıfından olan toprak doldurulmuş, ardından reaktörlere kamış ve tarla yoncası bitkileri ekilmiş, değişik hidrolik yük (2, 4, 8 ve 12,5 m/yıl) ve organik yük (125, 250 ve 500 BOİ₅/yıl) kullanılmıştır. Çalışma sonunda bitkili reaktörlerde organik madde giderimi daha fazla gerçekleştiği, başlangıçta KOİ giderim verimi %80-90 arasında iken sulama yapıldıkça bu oran %32 kadar düştüğü, bu düşüş nedeni olarak, sulamada kullanılan karasuyun bitki üzerine fitotoksik etki yapması ve kullanılan sınırlı toprağın özelliğinin zaman içinde değişim olması olarak gösterilmiştir.

Azbar ve diğ., (2006), yapmış oldukları laboratuvar ölçekli çalışmada, zeytin karasuyu ile birlikte, peynir alt suyu ve tavuk atıkları anaerobik olarak parçalanabilirliği araştırılmıştır.

Çalışma sonunda, tavuk atıkları ile zeytin karasuyu ile yapılan denemenin biyogaz üretimini %100 arttırdığı görülmüş, ancak peynir alt suyu ve zeytin karasu birlikte anaerobik parçalanma uygulandığında biyogaz üretimindeki artış %23 olduğu görülmüştür.

Akgün ve diğ., (2004), yapmış oldukları çalışmada, zeytinyağı üretim prosesleri sonucu oluşan pirina, azot gazı atmosferi altında sabit yatak boru tipi reaktörde, 100 gr pirina ve 10 gr katalizör kullanılarak 450 °C'de sabit partikül büyüklüğünde pirolizi gerçekleştirilmiş ve biyoyakıt olarak kullanılabilir özellikte olduğu görülmüştür.

Sukan ve diğ., (2001), yapmış oldukları çalışmada, zeytin karasuyunun laktaz enzim üretimi sırasında substrat olarak kullanılmış, çalışma sonunda zeytin karasuyunun laktaz üretimi için %60 ve altındaki değerlerde olması gerektiği görülmüştür. Aynı zamanda çeşitli indikatör maddelerin inkulum ve inkolasyon yönteminin laktaz üretimine etkileri araştırılmıştır. Ortama glikoz eklenmesi pozitif bir etki yapmazken, azot kaynağı eklenmesinin laktaz üretimini arttırdığı gözlemlenmiştir. Ayrıca toplam fenol içeriğinde %73 azalma meydana geldiği saptanılmıştır.

Kolankaya ve diğ., (1998), yapmış oldukları çalışmada, zeytinyağı üretim fabrikasında oluşan zeytin karasuyundan biyosüpfektan (ramnolipit) üretimi amaçlanmıştır. Bu nedenle biyosüpfektan üreten bazı suşlar denenmiş, karbon kaynağı olarak zeytin karasuyunda üreyebilen bazı Pseudomonas suşları tespit edilerek, biyosüpfektan ürettikleri gözlemlenmiştir. Üreme ortamı olarak kullanılan zeytin karasuyu seyreltilerek ortama NaOH₃(2,5 g/l) ilave edilmiştir. Litre substrat başına biyosüpfektan üretimi 0,875 g/l olarak gerçekleş, saatte yaklaşık olarak %50-70 KOİ giderimi sağlanılmıştır.

Öztürk ve diğ., (1990), zeytinyağı imalat prosesi atıksularının havasız arıtılabilirliği ve biyoenerji enerji geri kazanma imkanları araştırılmıştır. Çalışma 10.35 l hacmindeki bir model havasız çamur yataklı reaktörde gerçekleştirmiş, hidrolik bekletme süresi bir gün, organik yük ise 5-18 kg KOİ/m³-gün aralığında işletilmiş ve %75'lik KOİ giderimi sağlandığı görülmüştür.

Tablo 25 Konuyla ilgili yapılmış tezler

Tez Adı	Yazar	Tez Türü	Yapıldığı Tarih	Açıklama
Kimyasal Arıtma Uygulamalarının Organik Maddelerin Yapıları Üzerindeki Etkisinin Araştırılması: Karasu İle Örnek Çalışma	İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, B.Hande GÜRSOY-HAKSEVENLER	Doktora	2014	Karasuyun kimyasal prosesler ile arıtmanın, boyutsal ve yapısal olarak karasuyun organik içeriğini nasıl değiştirdiği araştırılmıştır. Karasudaki hangi yapının çevresel açıdan zararlı olduğu/arıtmaya dirençli olduğu araştırılmıştır.
Zeytin Karasuyunun Jet Loopmembran Biyoreaktörde Arıtımının İncelenmesi	Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nejdet DEĞERMENCİ	Doktora	2014	Zeytin karasuyunun ön arıtımı, kesikli aerobik arıtımı ve membran biyoreaktörde sürekli arıtımı incelenmiştir.
Zeytin Karasularının Elektrofenton Yöntemi İle Arıtılabilirliğinin İncelenmesi	Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Fethullah BAYAT	Yüksek Lisans	2013	Çanakkale Ezine'de bulunan 3 fazlı üretim prosesi ile üretim yapan fabrikadan kaynaklanan zeytin karasuyunun elektrofenton prosesiyle arıtılabilirliği araştırılmıştır.
Süperkritik su koşullarında zeytin karasuyundan hidrojen ve biyoyakıt üretimi	Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ekin KIPÇAK	Doktora	2013	Zeytinyağı üretimindeki en önemli sorun olan zeytin karasuyunun bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmesi araştırılmıştır.
Zeytin karasuyunun ters osmoz yöntemiyle arıtılması sürecinde üretilen çamurların değerlendirme yönteminin araştırılması	Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hasan ATEŞ	Yüksek Lisans	2012	Zeytin karasu, membran filtre çamurundan biyogaz üretim koşullar araştırılmıştır.
Zeytin Karasuyunun İleri Arıtma Yöntemleri İle	Uludağ	Doktora	2011	Zeytin karasuyu, fizikokimyasal arıtmayla ön arıtımı

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 115 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tez Adı	Yazar	Tez Türü	Yapıldığı Tarih	Açıklama
Ekonomik Arıtılabilirliğinin Araştırılması	Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Melike YALILI KILIÇ			gerçekleştirildikten sonra, ultrafiltrasyon, ters osmoz, adsorpsiyon ve homojen fotokimyasal oksidasyon prosesleri ile laboratuvar ve pilot ölçekli sistemlerde arıtılabilirlikleri araştırılmıştır.
Pirinadan Süperkritik Su Gazlaştırması İle Hidrojen Ve Veya Metan Üretiminin Araştırılması	Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kamuran ARSLAN	Yüksek Lisans	2011	Pirinanın, farklı sıcaklıklarda katalizörlü ve katalizörsüz ortamda kritik üstü su gazlaştırma ile hidrojen ve/veya metan üretim imkânı araştırılmıştır.
Zeytin Karasularının Fizikokimyasal Ve Membran Proseslerle Arıtımı	Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tamer COŞKUN	Doktora	2010	Zeytin karasularının, çeşitli fizikokimyasal ve membran prosesler ile ön ve nihai arıtımı araştırılmıştır.
Zeytinyağı Sanayi Atığı Zeytin Posasının (Pirina) Besin Madde İçeriğinin Tespiti ve Kuzuların Beslenmesinde Kullanım Olanakları	Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Yeliz BEKEN	Yüksek Lisans	2009	Zeytinyağı atığı olan pirinanın besi madde içeriği laboratuvar ortamında belirlenmiş, hayvanlar üzerindeki etkisi ise, 24 baş İvesi kuzuları kullanılarak gözlemlenmeye çalışılmıştır.
Zeytinyağı Endüstrisi Atık Sularının Farklı Yöntemlerle Arıtılmasının Araştırılması	İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sinan GÜNEYSU	Doktora	2009	Zeytinyağı endüstrisinden kaynaklanan karasuyun farklı yöntemler kullanılarak arıtılması incelenmiştir.
Zeytin Katı Atığı (Pirina)'Nın Toprak Kalitesi Üzerine Etkileri Ve Tarımda Toprak Düzenleyici Olarak	Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,	Yüksek Lisans	2008	Pirina doğrudan ham olarak ve kompost yapılarak topraklara farklı dozlarda karıştırılmış ve topraklarının fiziksel özellikleri üzerine etkileri, bu etkiye neden olan faktörlerle beraber, bitki ve

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 116 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tez Adı	Yazar	Tez Türü	Yapıldığı Tarih	Açıklama
Kullanım Olanakları	Dilek KİLLİ			kök gelişimi üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.
Biyokütle enerji kaynağı olarak pirinanın doğrudan yakılmasında klinoptilolit kullanımının ısı davranış ve emisyon değerlerine etkilerinin incelenmesi	Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şadiye KIRVELİ	Yüksek Lisans	2007	Zeolit minerali olan klinoptilolit, pirina ile beraber kullanılmış ve klinoptilolit-pirina karışımının yanma özellikleri ve baca gazı emisyon değerleri incelenmiştir.
Zeytinden Yağ Elde Etme Sistemlerinin Zeytinyağının Kalitesi ile Acılığı Üzerine Etkileri	Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Oya KÖSEOĞLU	Yüksek Lisans	2006	Bu çalışmada, farklı yağ elde etme sistemlerinin naturel zeytinyağının kalite parametreleri, acılık değeri ve yağların duyuşal özelliklerine etkileri araştırılmıştır.
Pirinanın iki kademeli pirolizi ve ürünlerinin karakterizasyonu	Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Başak Burcu UZUN	Doktora	2005	Pirina hammadde olarak seçilmiş ve sabit yataklı borusal bir reaktörde önce hızlı pirolizi, sonra iki kademeli reaktörde birinci kademedeki elde edilen piroliz buharlarının iyileştirilmesi gerçekleştirilmiştir.

4 ÜLKEMİZDEKİ ZEYTİNYAĞI VE PİRİNA İŞLEME TESİSLERİ

Türkiye bulunduğu coğrafi konum ve sahip olduğu Akdeniz iklimi nedeniyle, özellikle İspanya, İtalya, Yunanistan ve Tunus gibi diğer Akdeniz ülkeleriyle birlikte dünyanın önde gelen zeytinyağı üreticilerindedir. Ülkemizdeki zeytinyağı üretimi özellikle Akdeniz iklimi görülen, Balıkesir, Manisa, Çanakkale, İzmir, Aydın, Hatay ve Gaziantep vb. ilinde, yoğun şekilde gerçekleşmektedir.

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.

4.1 Envanter Çalışması (Veri Toplama ve Analizi)

4.1.1 Zeytinyağı Üretim Tesisleri

Türkiye, Akdeniz iklim kuşağında yer aldığı için zeytin, ülkemizde yetişebilen önemli tarım ürünlerinden biridir. Zeytini, hem sofralık olarak, hem de zeytinyağı olarak değerlendirmek mümkündür. 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. Türkiye’deki zeytinyağı üretim proseslerini değerlendirmek amacıyla, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı aracılığıyla zeytinyağı üretimi yapan firmalara, anket uygulanmıştır. Çalışma kapsamında, firmalardan gelen anketler değerlendirilip, mevcut durumun ortaya konmaya çalışılmıştır.

Firmalardan gelen ham anket verileri, sorularda yer alan çeşitli bilgiler kullanılarak yapılan hesaplar ile karşılaştırılarak ve hatalı olduğu görülen verilerle ilgili firmalarla iletişime geçilerek veriler düzenlenmiş; işletmelere ulaşılamadığı durumda ilgili bilgi çıkarılmıştır. İşletmelerden gelen bilgilerin çoğunda birim hatası yapıldığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan, makine bilgilerinde de (örn. model bilgisi, 2 faza dönüşüme uygun olup olmadığı bilgisi vb.) farklılıklar ve tutarsızlıklar olduğu dikkat çekmektedir. Bu bilgileri doğrulamak ve düzenlemek amacıyla, dekantör üretici ve/veya satış temsilcilikleri ile irtibata geçerek, onlardan alınan

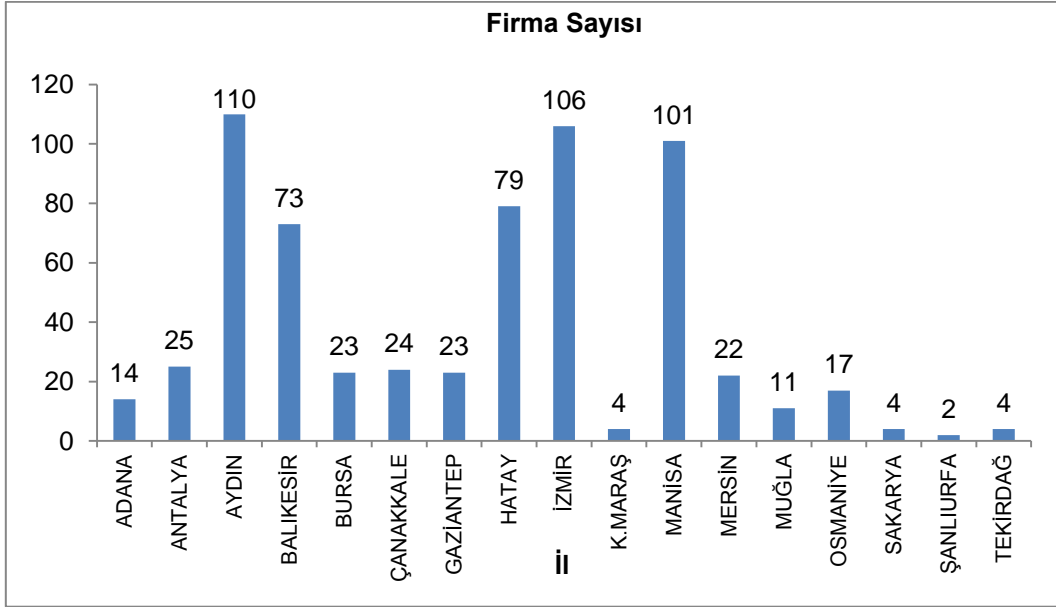
TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 118 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

referans ve makine özellikleri bilgisi kullanılmıştır. Sektörün işlediği zeytinin yağ içeriğini analiz etmemesi (sektör ölçeği ve üretim prosesi değerlendirildiğinde kolay bir analiz yöntemi değildir) gibi durumlar, önemli bilgilerin güvenilirliğini tartışmalı hale getirmektedir. Elde edilen veriyi doğru analiz etmek için Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı koordinasyonu ile UZZK, Zeytin Araştırma Enstitüsü ve ilgili kurumların katılımcılarının yer aldığı, saha çalışması sonucunda tahmin edilen rekolte değerleri ile karşılaştırılıp düzenlenmiştir.

Anket dolduran firma sayısı 642 olup, Aydın'da 110, İzmir'de 106 ve Manisa 101 firma anket doldurmuştur. Bu üç ilde anket dolduran firmaların sayısı, toplam anket sayısının %50'sini oluşturmaktadır. En az anket dolduran illere bakıldığında ise, Şanlıurfa 2, Kahramanmaraş, Sakarya ve Tekirdağ 4 anket doldurarak, tüm anketlerin sadece %3'ünü oluşturmaktadır. İllere göre anket dolduran firma sayısı Şekil 11'de, yüzdesel dağılımı ise Şekil 12'de gösterilmiştir.

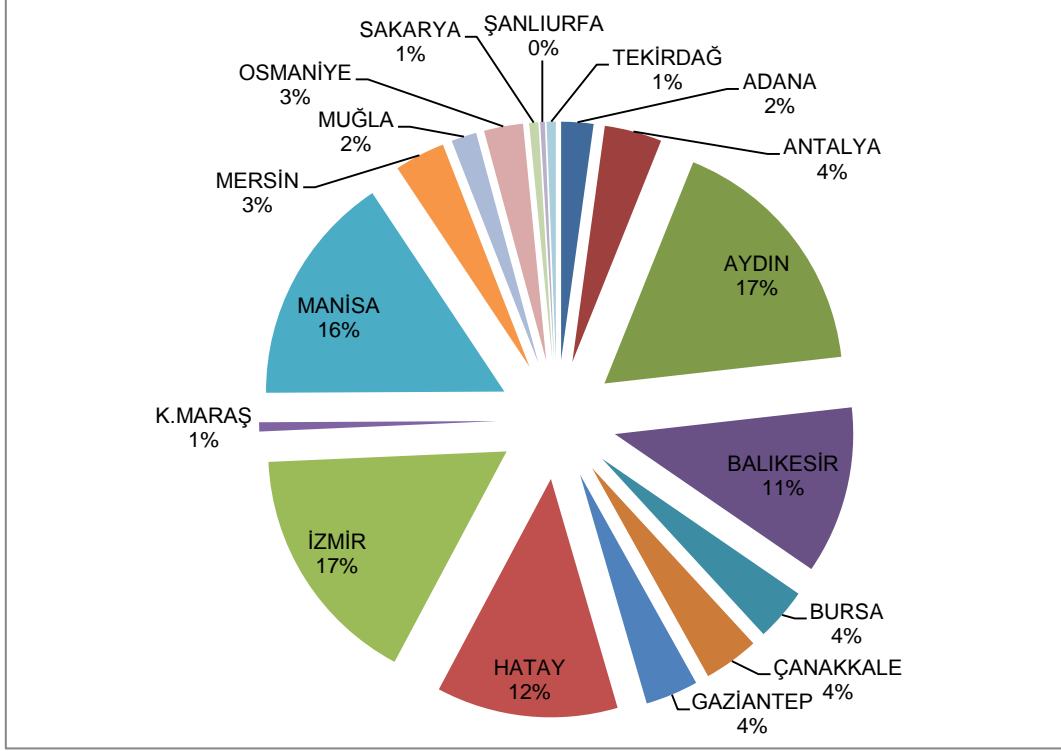


Şekil 11 İllere göre anket dolduran firma sayısı

TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 119 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

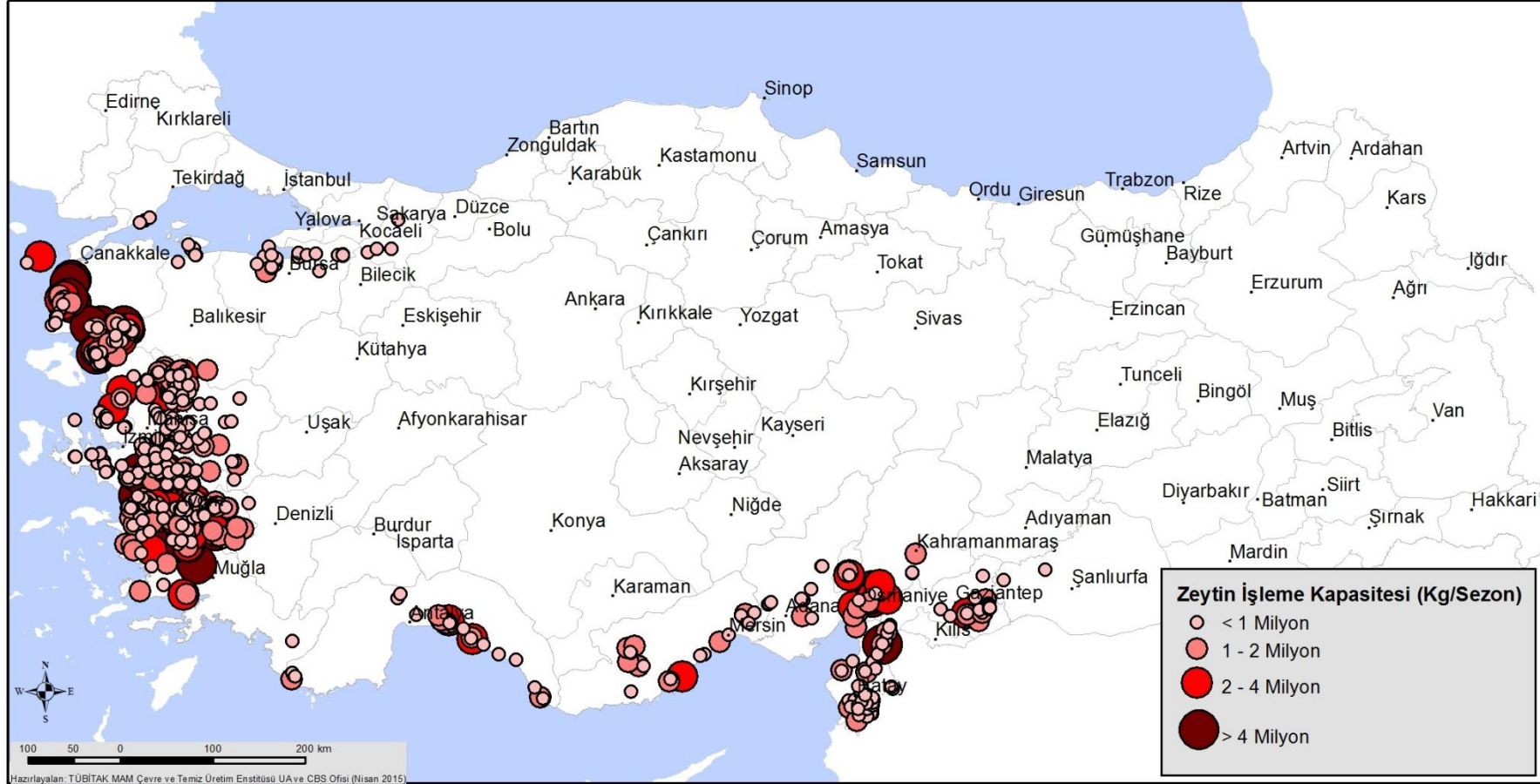


Şekil 12 Anket dolduran zeytinyağı üretim tesislerinin illere göre yüzdesel dağılımı

TÜBİTAK MAM ÇTÜE

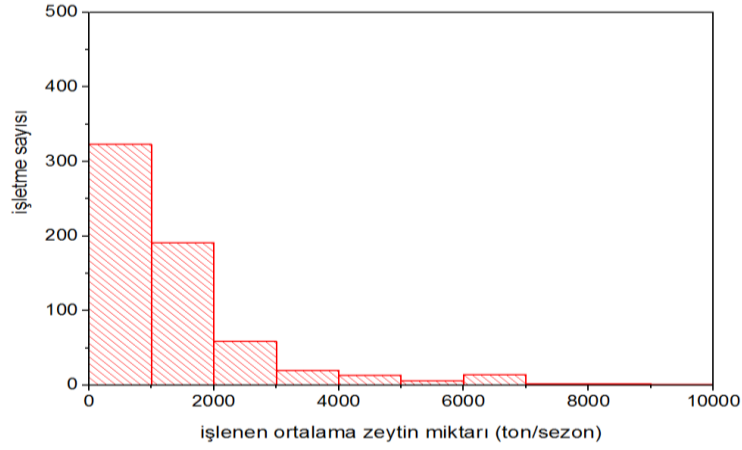
Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 120 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

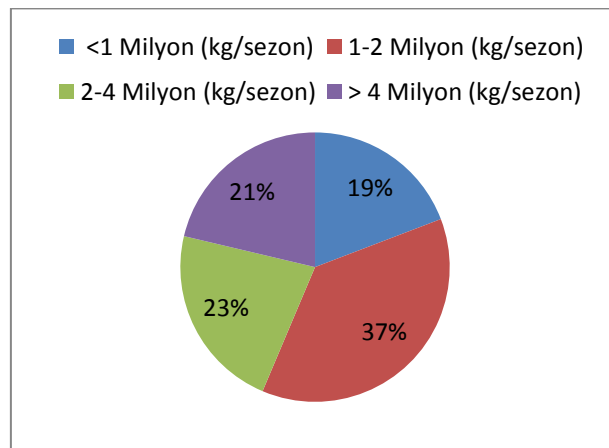


Şekil 13 Anket dolduran zeytinyağı üretim tesislerinin Türkiye'deki dağılımları

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. Şekil 13'te tesislerin işleme kapasitesine göre dağılımı gösterilmektedir. Toplanan verilere göre işletmelerin yarısından fazlası, sezonda bir milyon kg'dan daha az zeytin işlemektedir. Bu işletmelerin sadece %4'ü sezonda dört milyon kg'dan fazla zeytin işlemektedir. Diğer taraftan tesislerin yaklaşık %50'si sezonda bir milyon kg'dan az zeytin işlemesine rağmen bu tesislerde işlenen zeytinler, toplam işlenen zeytinlerin sadece %19'una karşılık gelmektedir. En fazla zeytin 1-2 milyon kg kapasiteli tesislerde işlenmektedir. Elde edilen sonuçlar, ülkemizde faaliyet gösteren zeytinyağı tesislerinin çoğunlukla küçük ve orta ölçekli işletmeler olduğunu göstermektedir (Şekil 14).



(a)



(b)

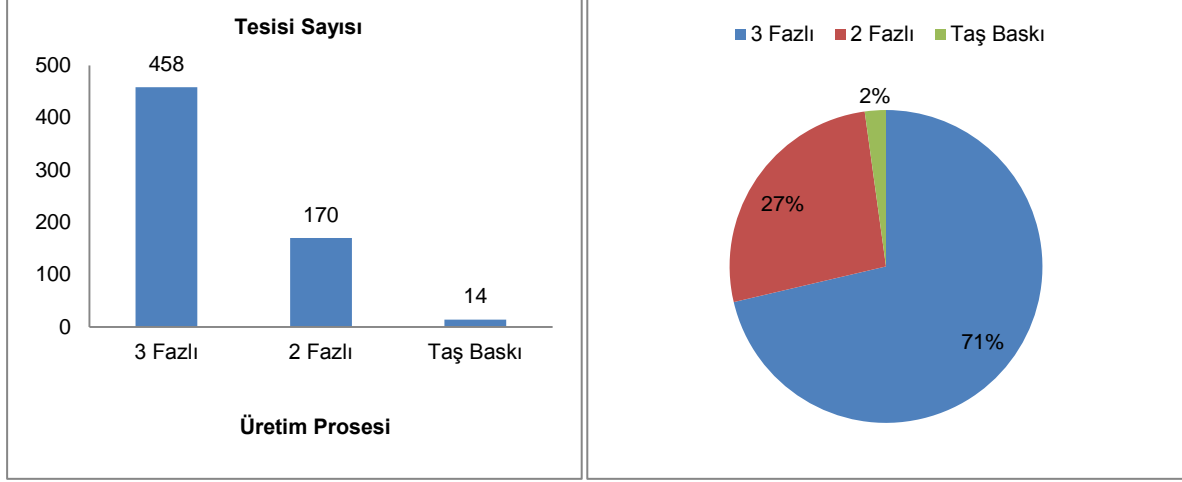
Şekil 14 İşlenen zeytin miktarına göre işletmelerin gruplandırılması a) işletmelerin işlenen zeytin miktarına göre dağılımı b) Toplam işlenen zeytin miktarının işletme büyüklüklerine göre dağılımı

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 122 / 331

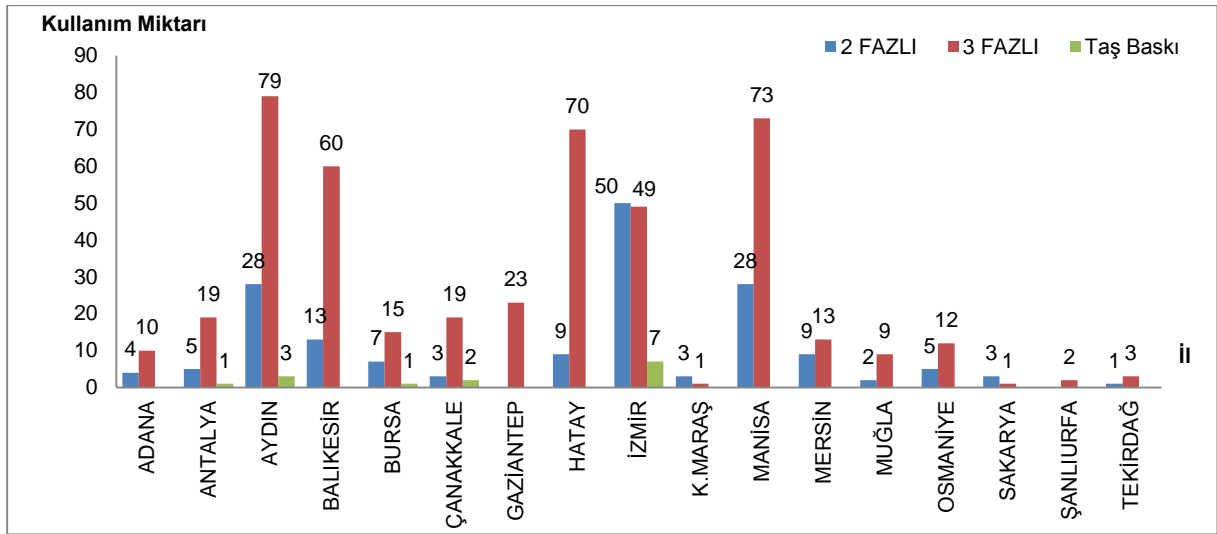
Güncelleştirme Sayısı: 00

Anket dolduran firmalar incelendiğinde, bu firmaların %71'i üç fazlı, %27'si iki fazlı ve %2'si taş baskı olarak üretimlerini gerçekleştirmektedirler (Şekil 15).



Şekil 15 Türkiye genelinde tercih edilen zeytinyağı üretim prosesleri ve yüzdesel dağılımı

İllere göre zeytinyağı üretim prosesleri karşılaştırıldığında, illerin 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 16'da illere göre tercih edilen zeytinyağı üretim teknolojileri, Şekil 17'de ise bu firmaların üretim proseslerine göre ülkemizdeki dağılımı gösterilmiştir.

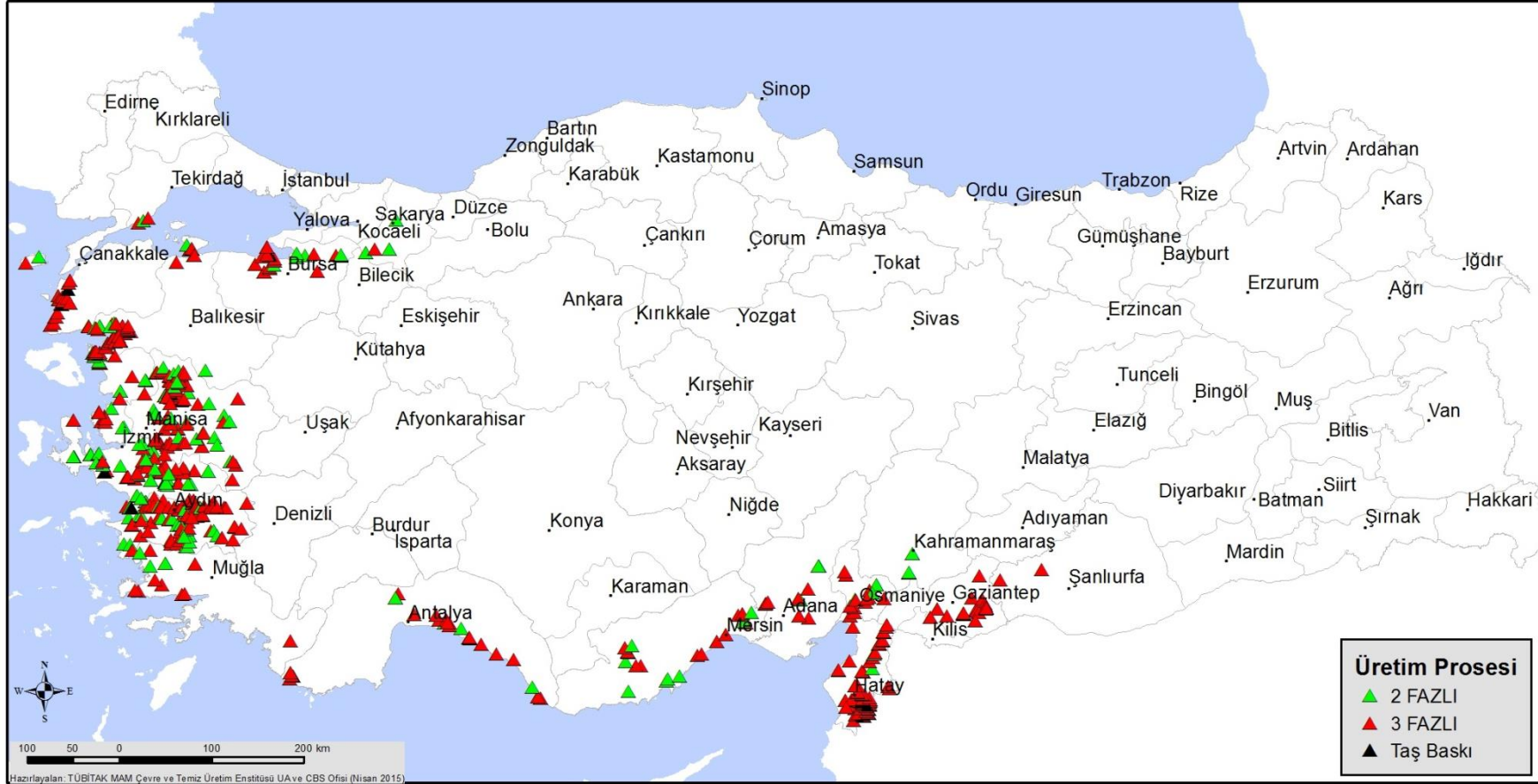


Şekil 16 İllere göre mevcut zeytinyağı üretim prosesleri

TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 123 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00



Şekil 17 Anket dolduran firmaların üretim proseslerine göre Türkiye'deki dağılımı

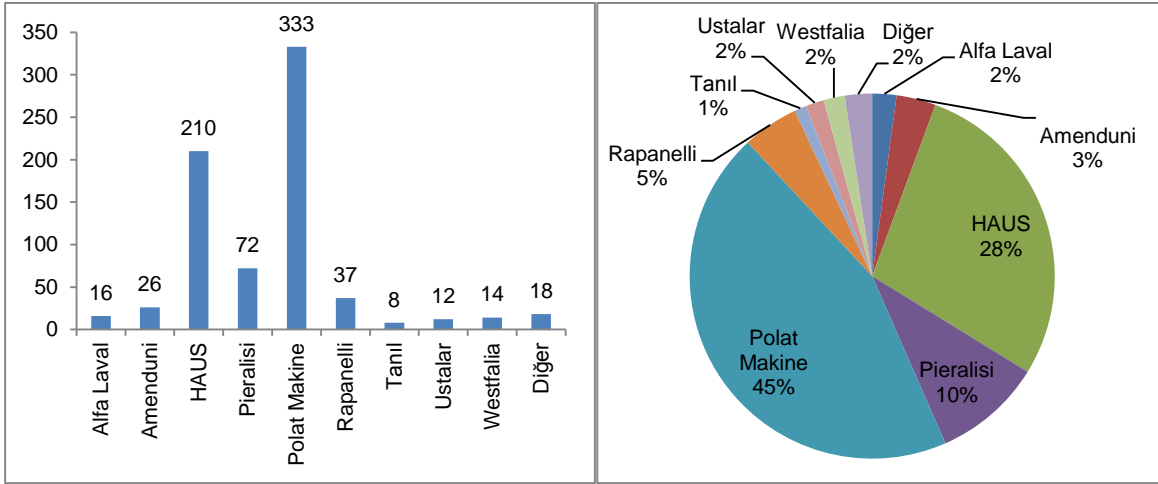
Zeytinyağı üretiminde Türkiye genelinde 3 fazlı üretim yapılmakla birlikte, %27 oranda 2 fazlı üretime geçiş olduğu gözlenmektedir. Anketlerde yer alan bilgilere göre, 2 fazlı üretime geçen firmaların, 2 fazı tercih etme sebepleri aşağıda sıralanmaktadır.

- 2 fazlı üretim prosesinde, karasu atık olarak çıkmadığı için, bu prosesin daha çevreci olması,
- 2 fazlı üretim prosesinde, zeytinin kendi suyuyla sıkılması ve mineral değerlerini koruması,
- 2 fazlı üretim prosesinde, zeytinyağının dekantörde su ile birleşmemesi ve proseste sıcak su kullanılmadığı için elde edilen zeytinyağının nefasetinin yüksek, aromasının daha yoğun, görünümünün daha parlak, raf ömrünün daha uzun olması ve sıkım işlemi sonrası tabanda biriken tortu miktarının daha az olması,
- Oksidatif stabilitisenin daha yüksek olduğu kanısı,
- 2 fazlı prosesinde, az su ve tek seperatör kullanılması sebebiyle enerji ve su tasarrufu sağlanması ve karasu ile oluşacak yağ kaybının olmaması,
- 2 fazlı üretim prosesinde zeytinyağındaki fenol değerlerinin daha yüksek olması,

Diğer taraftan, üç fazlı üretimi tercih eden firmaların gerekçeleri aşağıda sıralanmaktadır;

- 3 fazlı üretim prosesinde verimin daha yüksek olması,
- 3 fazlı üretim prosesinde hata riskinin daha az ve dekantör kullanımının daha kolay olması,
- Zeytin üreticisinin kendi zeytinin ayrı işlenmesini tercih etmesi ve 3 fazlı prosesin buna daha uygun olması (2 fazlı proseste zeytinin ayrı ayrı işlenmesinin çeşitli sorunlara sebep olabilmesi ve 2 fazlı proseslerin daha büyük miktardaki ürünleri kesintisiz olarak işlemeye elverişli olması)
- 2 fazlı üretimde zeytinyağındaki tortu miktarının 3 fazlı üretime göre artması
- 2 fazlı üretimde zeytin toplanmasından sonra bekletilmiş olan zeytinin sıkımında zorluk yaşanması,
- 3 fazlı üretimden çıkan pirinanın tesislere naklinin daha kolay olması,
- 2 fazlı prosesten çıkan prınayı işleyecek tesis sayısının çok az olması,
- Üretim sonucu oluşan pirinanın daha düşük nem içeriğine sahip olması ve daha yüksek bir bedelle satılmasına olanak sağlaması,

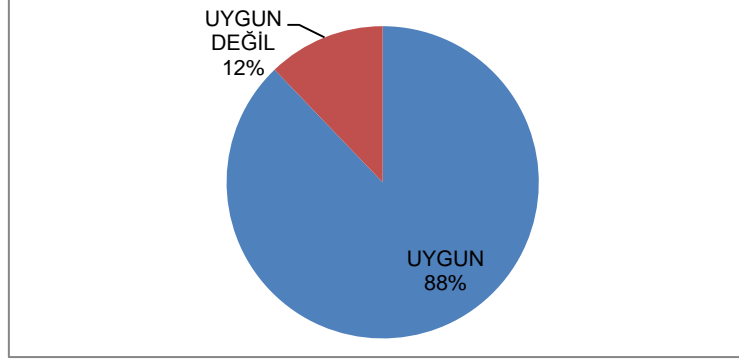
Zeytinyağı üretim tesislerinde kullanılan makinaların yaklaşık %78'i yerli üretim, %22'si ise yabancı üretimdir. Yerli makine tercih edilme sebepleri arasında ithal makinalara göre, daha uygun alış fiyatına sahip olmaları ve teknik servis açısından anında müdahale edilmesi gibi avantajlara sahip olması yer almaktadır. Yerli makinalar arasında Polat Makine'nin pazarda önemli yere sahip olduğu ve kullanıma oranına bakıldığında bu oranın %45 olduğu görülmektedir. Diğer yerli dekantör markası olan HAUS ise ikinci sırada yer aldığı ve kullanım oranının %28 olduğu gözlenmektedir. İthal dekantör firmalara bakıldığında ise %10 kullanım oranıyla en çok İtalyan markası olan Pieralisi tercih edilmiştir. Firmalarda tercih edilen makinaların (dekantör) kullanım miktarı ve dağılımı Şekil 18'da yer almaktadır.



Şekil 18 Anket dolduran firmaların kullandıkları dekantörler markaları ve kullanım oranları

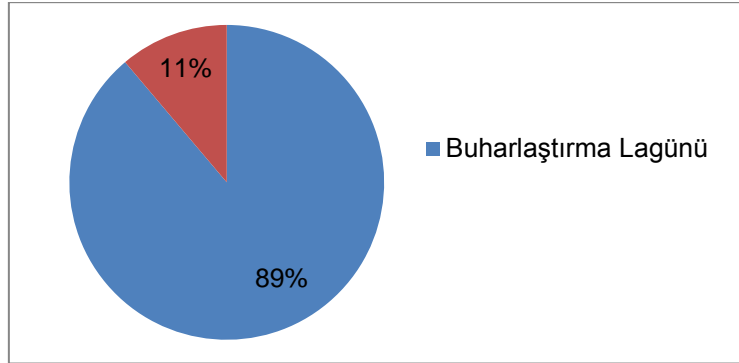
Yapılan saha çalışmalarında, zeytinyağı üreticilerinin dekantörler hakkında bilgilerinin az olduğu gözlenmiştir. Bu yüzden, özellikle yurt içi pazarda önemli yeri olan yerli ve yabancı dekantör firmalardan yurt içi referans listesi, dekantör modelleri ve her bir modelin 2 faza dönüşüme uygun olup olmadıkları bilgileri istenmiştir. Yurt içi pazarın %73'ünü oluşturan Polat Makine ve HAUS firmalarından bu bilgiler temin edilmiş; Pieralisi firmasının, referans listesi dışında, dekantör model bilgilerine ulaşılmıştır. Dekantör firmalarından gelen bilgiler ile anket bilgileri karşılaştırılıp, ankette yer alan bilgilerden hatalı olanlarda gerekli düzenleme yapılarak, kullanılan makinaların ne kadarının dönüşüme uygun olup olmadığı bilgisine ulaşılmıştır. Buna göre, ankette 3 fazlı üretim yaptığı belirtilen firmalarda kullanılan makinaların %88'nin iki faza dönüşmeye uygun olduğu, buna karşın makinaların %12'sinin uygun olmadığı görülmüştür (Şekil 19). Bölüm 6.1'de dekantörlerin dönüşüme uygunluğu

detaylandırılmış, dönüşüm maliyeti ve kapasite kaybı açısından değerlendirilerek, 'dönüşebilir, kısmen dönüşebilir ve dönüşemez' olarak gruplanmıştır.

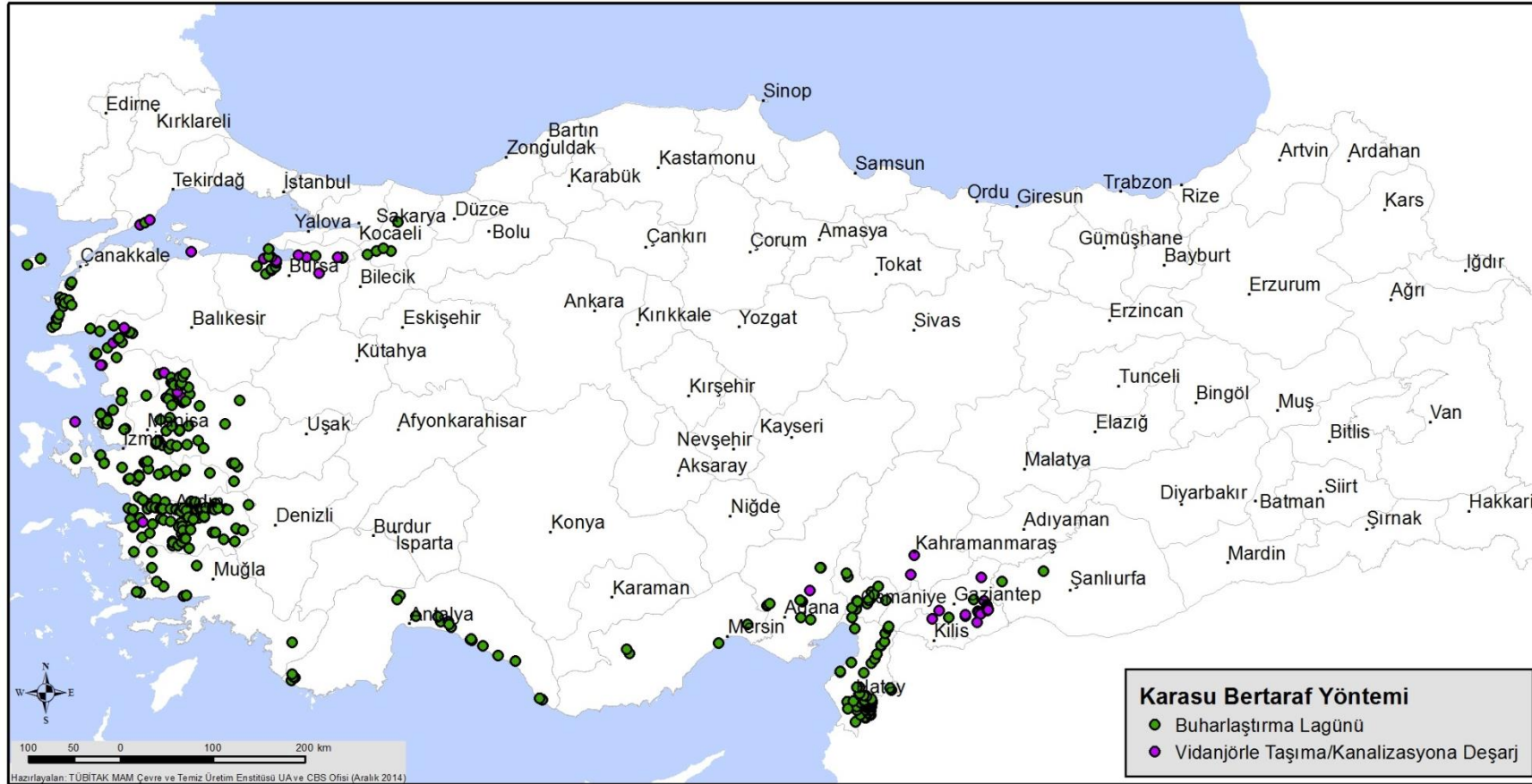


Şekil 19 Kullanılan makinaların iki faza dönüşmeye uygunluk oranları

Anketlerden elde edilen veriler incelendiğinde, işletmelerin %89'nun karasuyu buharlaştırma lagünlerinde topladığı, %11'nin ise vidanjör ile taşıyarak/kanalizasyona deşarj ettiği görülmektedir (Şekil 20). Karasuyun vidanjörle taşınması/kanalizasyona deşarj edilmesi ise çoğunlukla Gaziantep ve Balıkesir çevresinde tercih edildiği görülmektedir. Şekil 21'de karasuyun bertarafında izlenen yöntemlerin ülkemizdeki dağılımı gösterilmiştir.



Şekil 20 Türkiye genelinde karasuyun bertarafı



Şekil 21 Zeytinyağı üretim tesislerinde oluşan karasuyun bertaraf yöntemlerine göre Türkiye'deki dağılımı

Eksik İşletme Verilerinin Tamamlanması

Anketler aracılığıyla 642 adet zeytinyağı üretim tesisinin bilgisi toplanmıştır. Ancak anket sırasında faaliyette olmayan zeytinyağı üretim tesislerinin bilgileri alınamamıştır. Bununla birlikte, Muğla gibi bazı illerden az sayıda işletmenin bilgisi gelmiştir. Ülkemiz genelinde mevcut durumun ortaya konabilmesi ve toplam maliyetlerin tahmin edilebilmesi için bu işletmelerin de dâhil edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla Çevre Şehircilik II Müdürlükleri'nden, o ildeki zeytinyağı toplam tesis sayısı ve faaliyette olan tesis sayısı hakkında bilgi alınmış, net verisine ulaşılamayanlar için kabuller yapılarak hesaplama yoluna gidilmiştir. Eksik işletmelerin hesap edilerek tamamlanmasında, toplam işletme sayıları üzerinden gidilmiştir. Bu kapsamda, toplam zeytinyağı tesis sayısı ile anket dolduran zeytinyağı tesis sayısı arasındaki fark kadar o ile zeytinyağı tesisi eklenmiştir (Tablo 26). Bu aşamada Ulusal Zeytin ve Zeytinyağı Konseyi'nin (UZZK) yapmış olduğu yıllık rekolte tahminlerinden de yararlanılmıştır.

İllere göre yapılan bu hesaplamalarda, Adana ilindeki anket verilerinde, zeytinyağı için işlenen toplam zeytin miktarının, UZZK değerlerinin yarısı olmasına rağmen, ildeki tesis sayısı bilindiği için ekleme yapılmamıştır. Diğer taraftan, Kahramanmaraş ve Tekirdağ illerinde yapılan anketlerde, işlenen zeytin miktarı (yağlık), UZZK verilerine çok yakın olduğu ve tesis sayıları hakkında herhangi bir bilgi olmadığı için ekleme yapılmamıştır.

TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 129 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 26 İllere göre zeytinyağı üretim tesisi ve eklenen tesis sayısı

Şehir	Toplam zeytinyağı tesis sayısı*	Faaliyette olan zeytinyağı tesis sayısı*	Anket dolduran zeytinyağı tesis sayısı	Eklenen zeytinyağı tesis sayısı**
Adana	14	14	14	-
Antalya	33	29	25	8
Aydın	154	154	110	44
Balıkesir	80	80	73	7
Bursa	38	38	23	15
Çanakkale	47	47	24	23
Gaziantep	50	50	23	27
Hatay	90	90	79	11
İzmir	194	120	106	88
K.Maraş	4	-	4	-
Manisa	167	127	101	66
Mersin	29	29	22	7
Muğla	85	85	11	74
Osmaniye	17	-	17	-
Sakarya	8	-	4	4
Şanlıurfa	7	-	2	5
Tekirdağ	4	-	4	-
Kilis	10	-	-	10
Genel Toplam	1031	863	642	389

*Çevre ve Şehircilik İl Müdürlükleri'nin verdiği değerler

** Toplam tesis sayısı ile anket dolduran tesis sayısı farkı

Yapılan hesaplamalar ile 389 zeytinyağı üretim tesisi eklenerek, toplam 1031 adet zeytinyağı üretim tesisi sayısına ulaşılmıştır. Bununla birlikte, veri toplama aşamasında faaliyette olmayan 118 adet işletmenin, sadece bu sezon mu çalışmadığı (ürünün az olması sebebiyle), yoksa aktif olarak faaliyet gösterip göstermediği bilinmemektedir. Ülkemizde faaliyet gösteren zeytinyağı işletmelerinin sayısı ile ilgili olarak, T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'na bağlı İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü tarafından 2009 yılında yapılan çalışmada (Tablo 27), Türkiye'deki zeytinyağı tesisi 2002-2003 sezonu için 1005 olarak tespit edildiği belirtilmiştir. Bu çalışma kapsamında ulaşılan toplam tesis sayısının, İzmir Zeytincilik Araştırma Enstitüsü tarafından belirlenen sayı ile uyumlu olduğu görülmektedir.

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 130 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 27 Türkiye Zeytinyağı Fabrika Sayısı ve Kurulu Kapasiteleri
(Öztürk ve diğ., 2009)

Yıllar	Kurulu kapasite (1000 ton)	Kapasite kullanım oranı (%)	Klasik sistemler		Modern sistem - kontinü sayısı (Santrifüj)	Fabrika sayısı (adet)
			Toplam hidrolik pres sayısı (sulu)	Toplam süper pres (kuru)		
1982/83	204,7	78,2	1.235	220	1	1000
1992/93	225,6	24,8	900	200	150	935
1993/94	231,6	20,7	875	180	175	920
1994/95	243,0	65,8	825	155	220	900
1995/96	251,3	17,9	820	150	240	925
1996/97	292,8	68,3	675	130	375	940
1997/98	300,0	13,3	650	120	400	945
1998/99	303,6	56,0	600	110	425	950
1999/00	304,0	23,0	590	105	430	950
2000/01	317,6	63,3	585	105	460	960
2001/02	331,5	19,6	583	103	490	980
2002/03	343,0	51,0	580	102	515	1.005

İllere eklenecek zeytinyağı üretim tesis sayısı belirlendikten sonra, bu firmaların işlediği yıllık ortalama zeytin miktarı tahmin edilmiştir. Bu aşamada, eldeki anket verilerinden ve UZZK'nın, yapmış olduğu yıllık rekolte tahminlerinden yararlanılmıştır. UZZK'nın yapmış olduğu yıllık rekolte tahminlerinde yer alan, yağlığa ayrılacak zeytin miktarlarının son altı yılın ortalaması dikkate alınmıştır. Her ilin sahip olduğu bu değerden, anket yardımıyla toplanan değerler çıkarılıp, eklenen işletme sayısına bölünerek, tesislerin yıllık ortalama işlediği zeytin miktarı belirlenmiştir. Tablo 28 incelendiğinde, Aydın, Balıkesir, Bursa ve Manisa illerinin anket verileri, UZZK verilerinden bir miktar saptığı ve rekolte tahminin üstünde olduğu görülmektedir. Bu fazlalığın bir kısmının, elde kalan, satılamamış salamura zeytinlerin sıkılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bununla birlikte, rekoltenin de tahmin olduğu düşünüldüğünde, aradaki fark normal olarak değerlendirilebilir. Bu illerde, eksik işletme bilgilerinin eklenmesi için izlenen yöntem farklı olmuştur. Faaliyet gösteren zeytinyağı tesis sayısı ve anket toplanan tesis sayısı arasındaki fark kadar işletme listeye eklenmiş, ancak halihazırda rekolte üstü bir zeytin işleme söz konusu olduğu için eklenen tesislerin küçük kapasiteli olduğu varsayılmış ve yıllık ortalama 200 ton zeytin işlediği kabul edilmiştir. Diğer taraftan, Kilis'ten anket bilgileri gelmediği için tesis sayısı tahmin edilmiştir, görüşmelerdeki 10 civarında tesis olduğu bilgisi ile hareket edilmiştir. Bu çerçevede, 10 adet tesisin işlediği miktarlar UZZK verilerine bölünerek tesislerde yıllık ortalama işlenen zeytin miktarı tahmin edilmiştir (Tablo 28).

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 131 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 28 İllere göre eklenen firma sayısı ve kapasiteleri

Şehir	*Ortalama işlenilen zeytin miktarı (ton/sezon)	**Yağlık için kullanılan zeytin miktarı (ton/sezon)	Eklenen firma sayısı	Eklenen firma kapasitesi (ton/sezon)	***Zeytinyağı için işlenen toplam zeytin miktarı (ton/sezon)
Adana	8 080	14 557	-	-	8 080
Antalya	22 367	24 933	8	320	24 927
Aydın	187 024	109 289	44	200	195 824
Balıkesir	151 633	105 417	7	200	153 033
Bursa	14 403	12 551	15	200	18 403
Çanakkale	53 950	58 300	23	190	58 320
Gaziantep	22 450	37 267	27	550	37 300
Hatay	52 281	89 242	11	3360	89 241
İzmir	99 625	118 848	88	220	118 985
K.Maraş	4 500	4 761	-	-	4 500
Kilis	-	12 912	10	1300	13 000
Manisa	97 717	69 782	66	200	110 917
Mersin	23 580	62 378	7	5500	62 080
Muğla	18 662	90 121	74	965	90 072
Osmaniye	34 875	13 832	-	-	34 875
Sakarya	1 300	3 267	4	500	3 300
Şanlıurfa	1 100	5 740	5	900	5 600
Tekirdağ	2 500	1 203	-	-	2 500
Genel Toplam	796 046	836 305	389	-	1 030 956

*Anket yardımıyla toplanan değerler

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

*** Eklenen tesisler ile birlikte yağlık için işlenen toplam değer

Eklenen firmaların üretim şekline karar verirken, anket değerlerinden yola çıkarak Türkiye ortalaması dikkate alınmıştır. Üretim proseslerinin Türkiye ortalaması (3 fazlı %71, 2 fazlı %27 ve taş baskı %2) ile o şehre eklenecek firma sayısı çarpılıp, çıkan sonuç neticesinde üretim prosesine göre firma eklenmiştir. Buna göre; eklenen 389 tesisin 284'ü 3 fazlı, 103'ü 2 fazlı ve 2 tanesi de taş baskı olarak eklenmiştir (Tablo 29).

Tablo 29 Eklenen firmaların üretim prosesleri

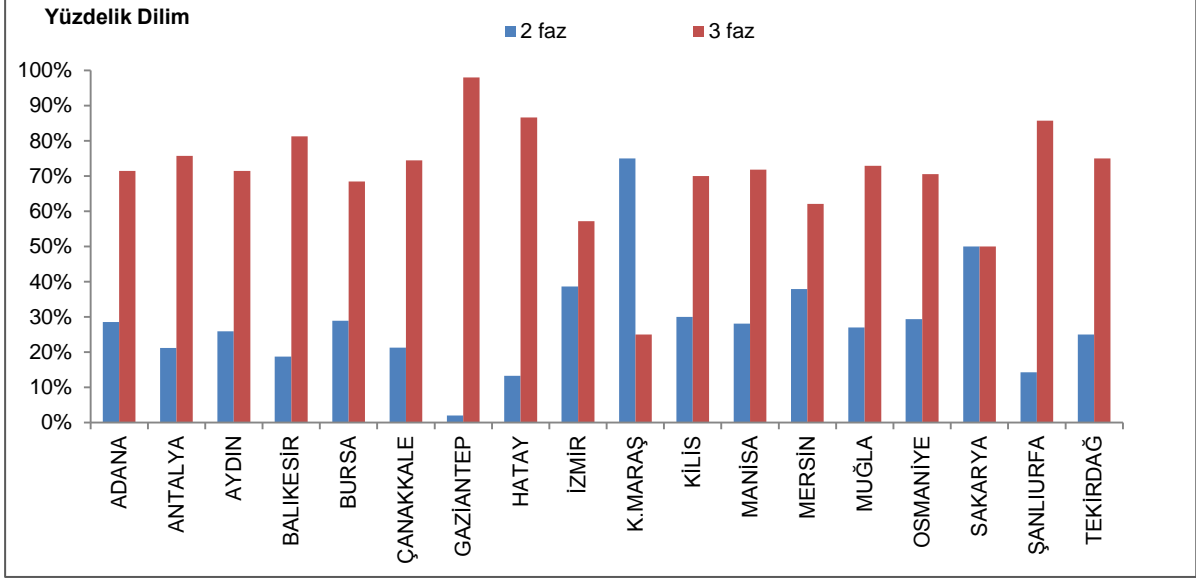
Üretim Prosesi	Anket Dolduran Tesis	Eklenen Tesis	Toplam Tesis
3 Fazlı	458	284	742
2 Fazlı	170	103	273
Taş Baskı	14	2	16
Toplam	642	389	1031

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 132 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

İllerdeki tesislerin, üretim prosesine göre oranları bakıldığında, İzmir'de %40, Manisa ve Muğla'da %30 civarında 2 fazlı üretim olduğu tahmin edilmektedir. Buna karşın, Hatay ilinde tesislerin yaklaşık %10'u ve Gaziantep'te ise neredeyse tamamı 3 fazlı üretim yaparak, Türkiye ortalamasının altında tercih edildiği görülmektedir (Şekil 22).



Şekil 22 İllere göre tüm zeytinyağı tesislerinde tercih edilen üretim prosesi oranı

Aynı şekilde eklenen 3 fazlı firmaların dönüşüme uygunluğu da Türkiye ortalamasına göre, aynı kabuller çerçevesinde belirlenmiştir. Diğer taraftan, eklenen firmaların dekantör kapasiteleri, tesisin işlediği zeytin miktarına göre, 40, 60 ve 80 ton/gün olarak olarak varsayılmıştır.

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). Bu çerçevede, sonuçlar incelendiğinde saha ziyaretleri sırasında da sıklıkla dile getiren işletme fazlası olduğu görülmektedir. Kapasite kullanımının en yüksek olduğu iller, %35 ile Osmaniye ve Mersin olmuştur. 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 30).

Tablo 30 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%

4.1.2 Pirina İşleme Tesisleri

Pirina, zeytinyağı üretim proseslerine göre, içeriğindeki %2-5 (yaş pirina) oranda yağ ile ekonomik getirisi olan bir yan üründür. Bu yan ürün, zeytin çekirdeğini de bünyesinde barındırdığı için yakıt olarak da değerlendirilmektedir. Bunun yanı sıra, kompost veya hayvan yemi maddesi olarak da kullanımı mümkündür. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı aracılığıyla, ülkemizdeki pirina tesislerin mevcut durumunu ortaya koyabilmek ve bu tesislerden bilgi toplamak için anket çalışması yürütülmüştür. Anketler yardımıyla, sektörün mevcut durumunu ortaya konulması ve zeytinyağı üreticilerinin önemli bir sorunu olan pirinanın ekonomiye kazandırmak için atılması gereken adımlara daha kolay karar verilebilmesi hedeflenmiştir. Pirina tesislerden gelen anketler derlenerek, ülkemizdeki pirina işleme durumu ve verimliliği incelenip, pirinayı ekonomiye kazandıracak bir yol haritası çıkarılması amaçlanmaktadır.



TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 134 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Türkiye’de pirina işleyen 15 tesis bulunmaktadır (Tablo 31). Yapılan çalışmalar sonucunda zeytinyağı tesislerinin genelde küçük ölçekte olduğu ve çok dağınık şekilde faaliyet gösterdiği, buna bağlı olarak pirina işleyen tesisler için pirinanın taşınmasının önemli sorunlardan biri olduğu gözlenmiştir. Diğer taraftan 2 fazlı pirina, %60-75 civarında nem içeriğine sahip olduğundan silo bazlı kamyonlarla taşınması, pirinacılar için ayrı bir maliyet oluşturmaktadır. Ayrıca, 2 fazlı üretim teknolojisini tercih eden bazı işletmelerin, proseste kullandıkları yıkama ve seperatör sularını da 2 fazlı pirinaya karıştırarak bertaraf ettiği dikkate alındığında, pirinanın nem içeriğinin daha yüksek olabileceği tahmin edilmektedir.

Ülkemizdeki pirina tesislerinin, bir kısmının 2 fazlı pirinayı işlemek için yeterli teknolojiye sahip olmadıkları tespit edilmiştir (Tablo 31). Bu tesisler 2 fazlı pirinayı işlemek için hem yeterli alana, hem de gerekli altyapıya sahip olmadıklarından sadece 3 fazlı pirinayı işleyebilmektedir. Ancak saha çalışmalarından yapılan tespitlerde, piyasanın çok hareketli ve rekabetçi olduğu ve pirinanın ekonomik açıdan öneminin fark edilmeye başlandığı belirlenmiştir. Pirina işleyen tesislerin, 2 fazlı pirinayı da işleyebilmek üzere gerekli yatırımlara hazır olduğu gözlenmiştir.

Tablo 31 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	-
	Tırsay 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

Ülkemizdeki pirina tesisleri, zeytinin yoğun olarak bulunduğu Balıkesir, İzmir, Aydın, Muğla, Hatay ve Gaziantep'te yer almaktadır (Şekil 23). Pirina işleme kapasitelerine bakıldığında, Orpir Pirina günlük 700 ton işleme kapasitesi ile en büyük pirina tesisi olarak yer almakta; Tırsay, Yeni Kurtuluş, Yükseller, Zeymak, Hatay (Asfuroğlu) ve Solvent Pirina ise günlük 150 ton işleme kapasiteye sahip tesisler olarak sıralanmaktadır. Pirinayı değerlendiren tesislerden beş tanesi, iki fazlı pirinayı işleyememektedir.



Gösterimler

Mevcut Pirina Tesisleri	★ HATAY (Asfuroğlu) PİRİNA	★ UŞAKLI PİRİNA
★ ALKANLAR PİRİNA	★ KARAGÖNLER PİRİNA	★ YENİ KURTULUŞ PİRİNA
★ DALAN YAĞ PİRİNA	★ ORPIR PİRİNA	★ YÜKSELLER PİRİNA
★ DOĞUŞ PİRİNA	★ SOLVENT PİRİNA	★ ZEYMAK PİRİNA
★ EGE TARIMSAL ENERJİ	★ TİRSAY PİRİNA	★ ŞENOL GIDA SAN. A.Ş.
★ GİRGİN PİRİNA		

Şekil 23 Pirina tesislerinin Türkiye'deki dağılımı

TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 137 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Yapılan anketlere göre oluşan pirinanın, büyük bir kısmının pirina işleme tesislerine verildiği belirlenmiştir. Ancak pirinanın ekonomik değerinin fark edilmesi ile pirina işleme tesisleri dışında da toplandığı tespit edilmiştir. Bu tesisler Tablo 32'de sıralanmaktadır. Ülkemizde yer alan 15 pirina işleme tesisi haricindeki (Şenol Gıda hariç) tesislerde, solvent ekstraksiyon ünitesi mevcut değildir. Bu yüzden bu tesislerdeki pirinalar, 2. sıklım işlemine tabi tutularak bünyesindeki yağın bir kısmı alınmakta, kalan posa kurutulularak yakıt olarak satışa sunulmaktadır. Ayrıca zeytinyağı tesislerinin bir kısmı, tesislerde oluşan pirinayı herhangi bir pirina firmasına vermeden kendi tesislerinde kurularak değerlendirildiği bilinmektedir. Ancak pirinanın yakıt olarak satılabilmesi için 07.02.2009 tarihli ve 27134 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan "Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik'in 25. Madde'sindeki Tablo 14'e göre ve '03.07.2009 tarihli ve 27277 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nin Ek-5'teki kriterlere uygun olması gerekmektedir. Bu kriterlere göre, kuru bazdaki yağ içeriğinin en fazla %1,5 olması gerektiğinden pirinanın solvent ekstraksiyonuna tabi tutulması gerekmektedir. Çünkü fiziksel yöntemlerle pirina bünyesindeki yağ içeriğinin, bu değer altına düşürülmesi mümkün olmamaktadır.

Tablo 32 Pirina işleyen diğer tesisler

Firma Adı	İşlenen Toplam Pirina* (ton/sezon)	İşlenen 3 Fazlı Pirina* (ton/sezon)	İşlenen 2 Fazlı Pirina* (ton/sezon)
A Enerji	-	-	-
Akpek	-	-	-
Aydın Pirina	-	-	-
Aypirsan	-	-	-
Beysan Pirina	30.000	10.000	20.000
Dirmil Kireç O.	-	-	-
Gallipoli Gıda	-	-	-
Göknur Gıda	-	-	-
Gülmüş Nak.	-	-	-
Küçükbay Gıda	9.000	7.000	2.000
Mabaş	-	-	-
Mustafa Pınar	-	-	-
Orkide	-	-	-
Öztürk Tarım	-	-	-
Özyüksel Ltd.	-	-	-
Polat Tarım	-	-	-
Savrano T. Ür.	-	-	-
Sertkaya Pirina	2.500	1.500	1.000
Şafak Pınar	-	-	-
Trampacı Ltd.	9.500	7.000	2.500
Tuncer Pirina	-	-	-
Tuntaşlar Gıda	-	-	-
Yılmaz Dönmez	-	-	-
Toplam	51.000	25.500	25.500

* Pirina firmasının anketlerde verdiği değer.

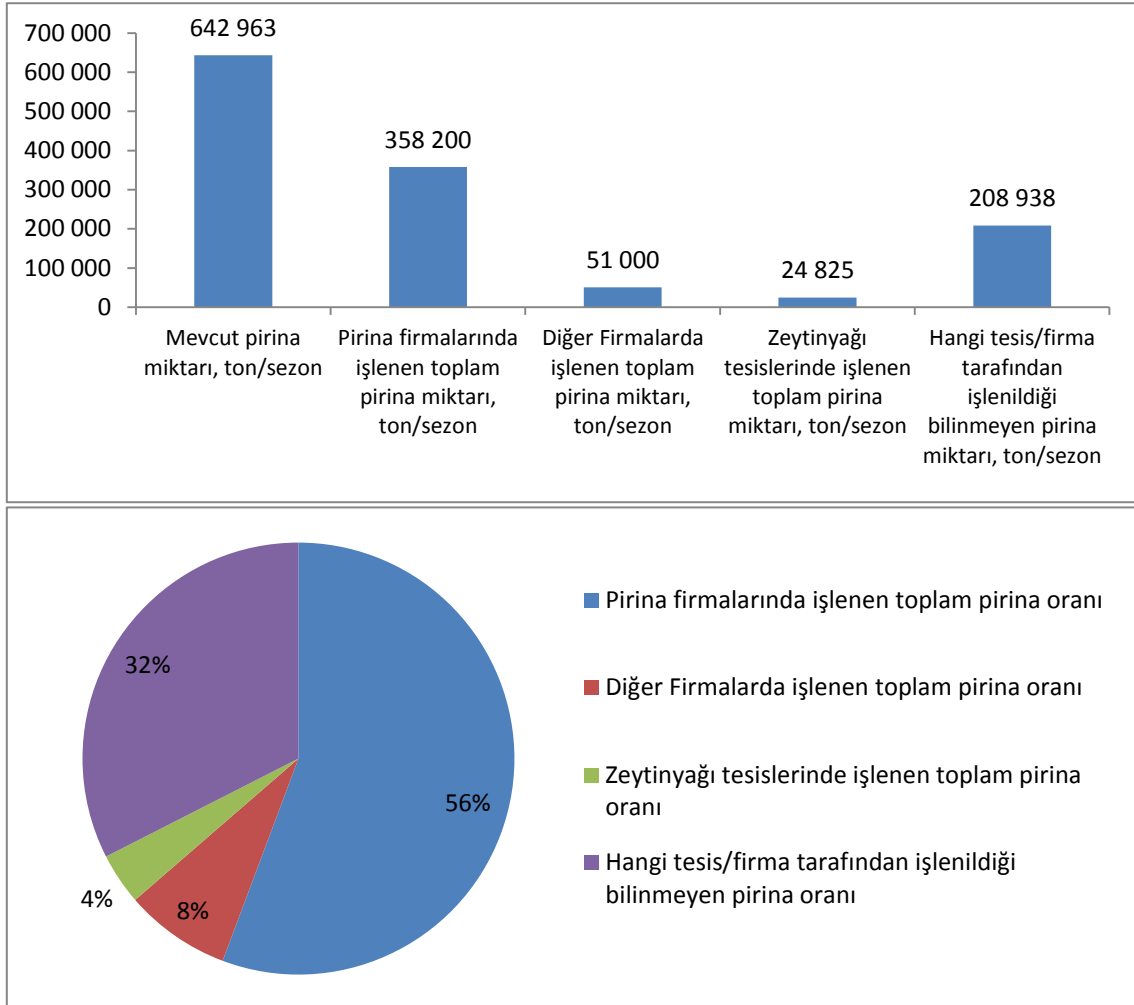
TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 138 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

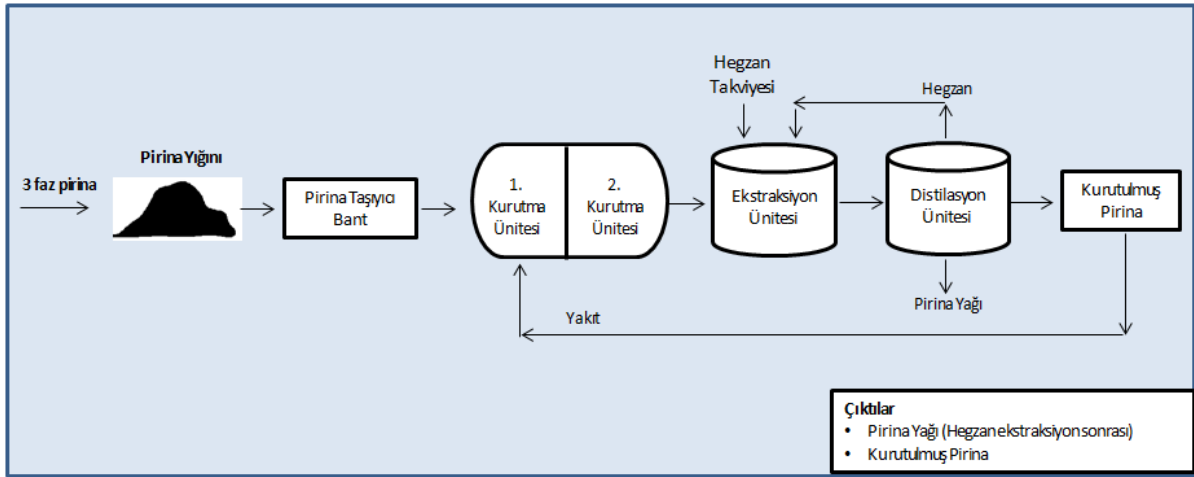
Çalışma kapsamında, Beysan Pirina, Küçükbay Gıda, Sertkaya Pirina ve Trampacı firmalarına da pirina tesislerine uygulanan anket uygulanarak bu tesisler tarafından işlenen pirina miktarı hakkında bilgi alınmıştır. Anket bilgilerine göre, Beysan Pirina, 30.000 ton/sezon pirina işleyerek, birçok pirina tesisinden daha fazla pirina işlediği görülmektedir (Tablo 32).

Ülkemizde zeytin sezonunda, ortalama 650.000 ton pirina oluştuğu tahmin edilmektedir. Bu pirinaların %56'sı pirina tesislerinde, %8'i diğer firmalarda (anket dolduran 4 firma değerleri), %4'ü ise zeytinyağı tesislerde değerlendirilmektedir. Ancak pirinanın yaklaşık %32'sinin hangi tesis/firma tarafından değerlendirildiği bilinmemektedir (Şekil 24). Bu oranın çok yüksek olduğu ve Türkiye ekonomisi için büyük bir kayıp olduğu görülmektedir.



Şekil 24 Türkiye'de pirinaların değerlendirme miktarı ve oranı

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 yakacak olarak satışa sunulur (Şekil 25). Üç fazlı pirina yığın şeklinde depolanabildiğinden pirina tesislerinde fazla alan ihtiyacına gereksinim olmadan kolaylıkla işlenebilmektedir. Diğer taraftan, bazı pirina tesisleri, pirinayı yakıt elde etmek için değil, hayvan yemi maddesi olarak işlemektedir (Şenol Gıda San. A.Ş.). Şenol Gıda San. A.Ş.'de hayvan yemi maddesi olmak üzere zeytin küspesi, sadece iki fazlı pirina işlenerek elde edilmektedir. İşletmeden alınan bilgiye göre, üç fazlı pirina 6-7 saat gibi kısa sürede fermente olduğundan, hayvanların işlenmiş üç fazlı pirinayı yemediği belirtilmiştir. 2 fazlı pirinanın ise daha çok nem içeriğine sahip olduğu için kısa sürede okside olmadığı, dolayısıyla zeytin küspesi elde etmek için daha uygun olduğu düşünülmektedir.



Şekil 25 Üç fazlı pirinanın işlenmesi

Pirinanın işlenmesiyle, pirina yağı (hekzan ekstraksiyonu ile elde edilen), 2. sıkım sonrası elde edilen pirina yağı, zeytin çekirdeği, kurutulmuş pirina ve zeytin küspesi (hayvan yemi maddesi olarak) gibi ürünler elde edilerek değerlendirilmektedir. Tablo 33'de ülkemizde yer alan pirina işleme tesislerinin özellikleri yer almaktadır.

Tablo 33 Türkiye'deki pirina tesislerinin özellikleri

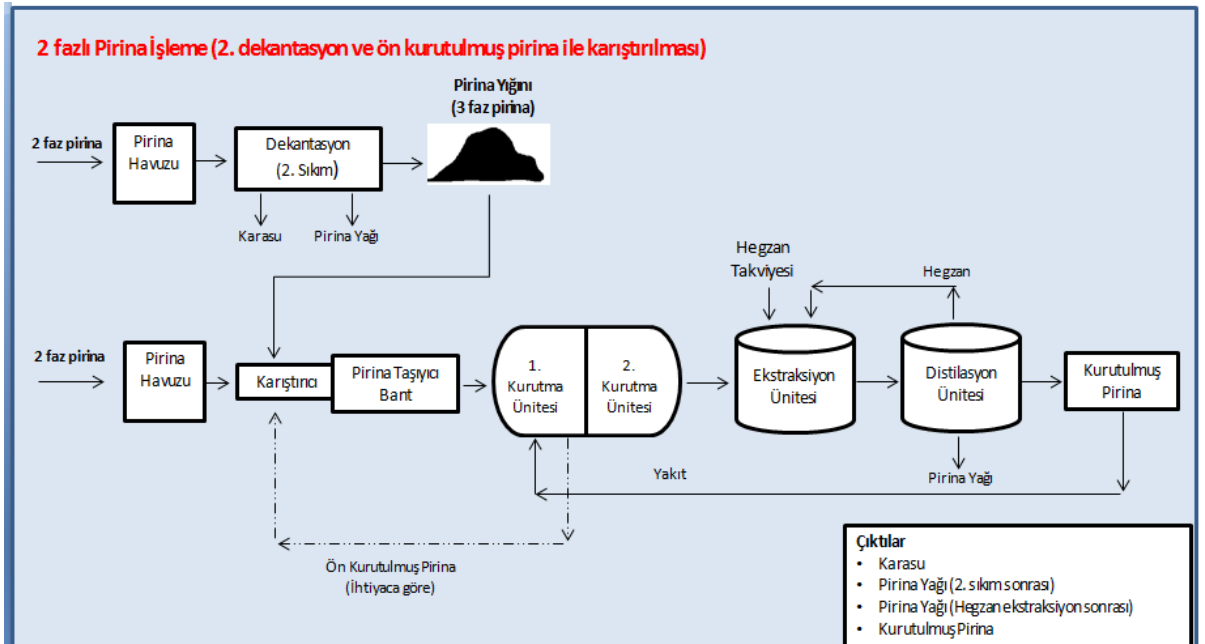
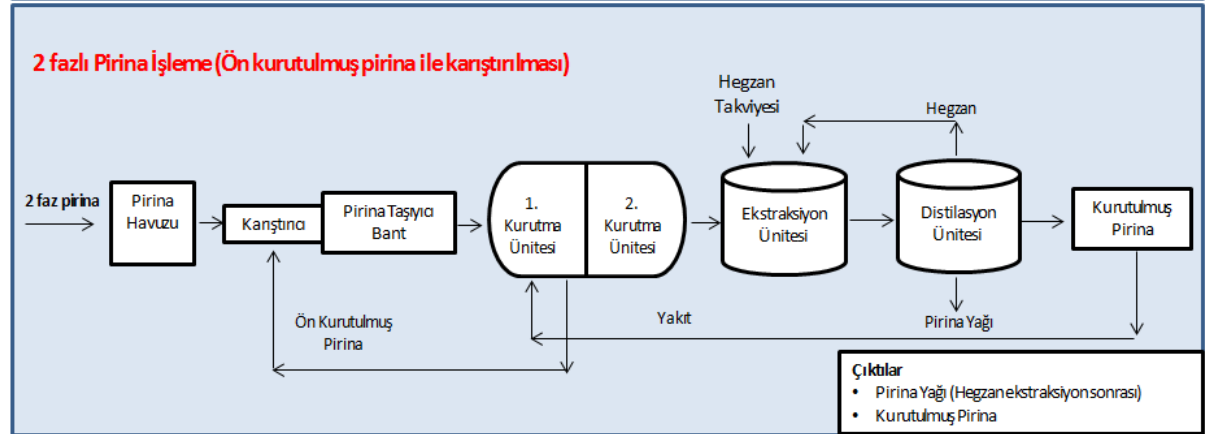
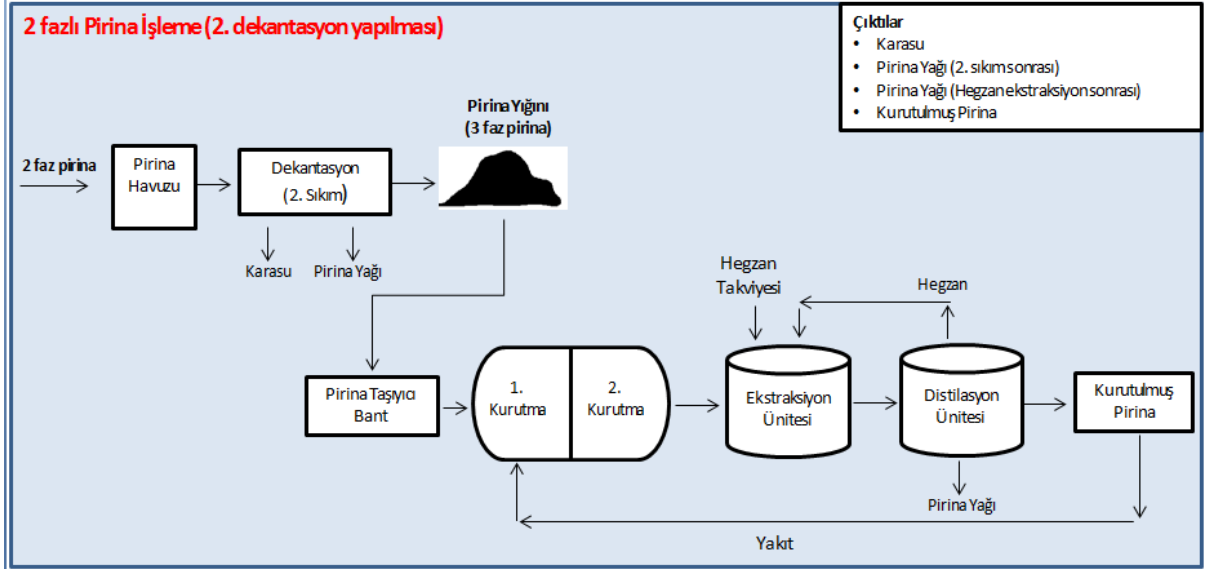
Firma Adı	2 fazlı pirina işleme	2. Sıkım	Solvent ekstraksiyonu	Çekirdek ayrımı	Son ürün
Orpir Pirina	Evet	Hayır	Evet	Evet	Pirina Yağı (Hekzan Ekstraksiyonu), Zeytin Çekirdeği, Kurutulmuş Pirina
Girgin Pirina	Evet	Evet	Evet	Hayır	2. Sıkım Sonrası Elde Edilen Pirina Yağı, Pirina Yağı (Hekzan ekstraksiyonu), Kurutulmuş Pirina
Doğuş Pirina	Evet	Hayır	Evet	Evet	Pirina Yağı (Hekzan Ekstraksiyonu), Zeytin Çekirdeği, Çekirdekli ve Çekirdeği Alınmış Kuru Pirina,
Karagönler Pirina	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Pirina Yağı (Hekzan Ekstraksiyonu), Kurutulmuş Pirina
Dalan Yağ Pirina	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Pirina Yağı (Hekzan Ekstraksiyonu), Kurutulmuş Pirina
Uşaklı Pirina	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Pirina Yağı (Hekzan Ekstraksiyonu), Kurutulmuş Pirina
Tırsay Pirina	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Pirina Yağı (Hekzan Ekstraksiyonu), Kurutulmuş Pirina
Yükseller Pirina	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Pirina Yağı (Hekzan Ekstraksiyonu), Kurutulmuş Pirina
Solvent Pirina	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Pirina Yağı (Hekzan Ekstraksiyonu), Kurutulmuş Pirina
Yeni Kurtuluş Pirina	Evet	Hayır	Evet	Evet	Pirina Yağı (Hekzan Ekstraksiyonu), Kurutulmuş Pirina
Alkanlar Pirina	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Pirina Yağı (Hekzan Ekstraksiyonu), Kurutulmuş Pirina
Zeymak Pirina	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Pirina Yağı (Hekzan Ekstraksiyonu), Kurutulmuş Pirina
Hatay (Asfuroğlu) Pirina	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Pirina Yağı (Hekzan Ekstraksiyonu), Kurutulmuş Pirina
Ege Tarımsal Enerji	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Pirina Yağı (Hekzan Ekstraksiyonu), Kurutulmuş Pirina
Şenol Gıda San. A.Ş.	Evet	Evet	Hayır	Evet	2. Sıkım Sonrası Elde Edilen Pirina Yağı, Zeytin Çekirdeği, Zeytin Küşesi (yem maddesi)

İki fazlı pirinanın, pirina tesislerinde işlenmesi sürecinde birkaç yöntem uygulanmaktadır. İki fazlı pirina yüksek nem içeriğine sahip olduğundan pirina tesislerinde direk kurutma işlemine

tabi tutulmaz. Bazı tesisler (Girgin Pirina), iki fazlı pirinayı 2. sıkım yaparak, 3 fazlı pirinaya dönüştürmekte, ardından kurutma işlemine tabi tutmaktadır (Şekil 26). İki fazlı pirina daha yüksek nem içeriğine sahip olduğundan kurutma maliyetlerini arttırmaktadır. Tesisler kurutma maliyetini düşürmek için böyle bir yöntem kullanmaktadır. Bu yöntem sayesinde, pirina tesisleri, pirina depolamak için yeteri alana sahip olunması durumunda, 2 fazlı pirinayı rahatlıkla kapasite kaybı yaşamadan işleyebilmektedirler. Bu işlemin dışında, pirina tesislerinde, başka bir dönüşüme gerek duyulmadan, 2 fazlı pirinayı rahatlıkla işleyebilmektedirler. Ayrıca bu yöntem sayesinde, 2 fazlı pirina vakit geçirmeden 2. sıkıma tabi tutulması durumunda, iyi kalitede pirina yağı elde edilir (2. dekantasyon sonrası oluşan yağ). Elde edilen bu pirina yağının hekzan ekstraksiyon sonucu oluşan pirina yağına nazaran iyi kalitede olduğundan ekonomik getirisi yüksektir. Ancak bu işlem sonunda bir miktar karasu oluşmaktadır. Oluşan karasular pirina tesisleri tarafından lagünler yapılarak depolanmaktadır.

Bazı pirina tesisleri ise (Doğuş ve Orpir Pirina) 2 fazlı pirinayı işlemek için önce 3 fazlı pirinayı kurutup, sahip olduğu nem içeriğini %20-25'lere indirmekte, daha sonra 2 fazlı pirina ile karıştırıp nem içeriğin %50-55 değerlerine getirip, kurutma işlemini gerçekleştirmektedir. Bu işlem sırasında kurutulmuş pirina 2 fazlı pirina ile karıştırılıp tekrar kurutulduğundan, pirina tesislerindeki maliyeti arttırmakta ve kapasiteyi düşürmektedir. Diğer bir pirina işleme yöntemi ise bu iki sistemin entegre olarak kullanılmasını içerir. Yani iki fazlı pirina önce 2. sıkıma tabi tutularak 3 fazlı pirina elde edilir. Daha sonra elde edilen 3 fazlı pirina, 2 fazlı pirina ile harmanlanarak kurutma sistemine verilir. 2 fazlı pirinanın çeşitli yöntemler ile işlenmesi sonucu oluşan ürünler ve akım şeması 'Şekil 26'de gösterilmiştir.

Pirina işleme tesisleri, 2 fazlı pirinanın taşınması, depolanması ve kurutulması 3 fazlı pirinaya göre çok daha maliyetli olduğunu gerekçe göstererek, zeytinyağı tesislerinde oluşan 2 fazlı pirinayı, daha düşük ücretlerle ve hatta ücretsiz olarak satın aldıkları bilinmektedir. Ancak pirina tesisleri, 2 fazlı pirinaya 2. sıkım yaparak 3 fazlı pirinaya dönüştürmesi durumunda, kurutma maliyetlerinde bir değişiklik olmayacağı, sadece 2. sıkım ünite kurulum maliyeti olacağı ve taşıma maliyetlerinde bir miktar artış olacağı görülmektedir. Bu yüzden, pirina tesisleri, bu tarz gerekçeler göstererek 2 fazlı pirinayı çok düşük ücretlere satın almamaları gerekmektedir. Eğer 2 fazlı pirina, zeytinyağı tesisleri tarafından makul ücretlerde satılabilse, 2 fazlı üretim sistemine geçişlerin önünün açılacağı değerlendirilmektedir.



Şekil 26 İki fazlı pirinanın işlenmesi

4.2 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. Ziyaret edilen zeytinyağı üretim tesisleri, pirina işleme tesisleri ve ilgili kurum ve kuruluşlar aşağıda özetlenmektedir.

4.2.1 Zeytinyağı Üretim Tesisleri

Proje kapsamında, saha ziyaret gerçekleştirilecek işletmeler seçilirken, sektörü daha iyi tanımak için kapasiteleri küçük ve büyük ölçekte olan; 3 fazlı ve 2 fazlı üretim yapan tesisler dikkate alınmıştır. Bu kapsamda, Antalya’da 7, Hatay’da 4, Bursa ve Balıkesir’de 3, İzmir, Manisa ve Aydın’da 2, Muğla ve Gaziantep’te 1 işletmeye ziyaret gerçekleştirilmiştir (Şekil 27).

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 144 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 34 Saha çalışması sırasında ziyaret edilen zeytinyağı üretim tesisleri

Firma	Bulunduğu İl	Üretim Prosesi	Yıllık Ortalama İşlenen Zeytin Miktarı (zeytin kg/sezon)
Turan Zeytincilik	Bursa	2 fazlı	400.000
Nalbant Zeytincilik	Bursa	2 fazlı	300.000
Bolacalar Yem	Bursa	3 fazlı	1.000.000
S.S 994 Nolu Altınoluk Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifi	Balıkesir	2 fazlı	6.000.000
S.S 76 Nolu Burhaniye Zeytin Ve Zeytinyağı Tarım Satış Kop. Pelitköy	Balıkesir	3 fazlı	3.000.000
Yağcı Gıda ve Makine	Balıkesir	2 fazlı	1.300.000
Verde Yağ	İzmir	3 fazlı	6.400.000
S.S 874 Nolu Ödemiş Zeytin Ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifi	İzmir	2 fazlı	1.000.000
Yeniçağ Gıda San. Tic.	Manisa	2 fazlı	5.000.000
Ata ay gıda	Manisa	3 fazlı	500.000
S.S.153 Nolu Milas Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifi	Muğla	2 fazlı	1.862.000
S.S.191 Nolu Köşk Zeytin ve Z.Yağı Tarım Satış Kooperatifi	Aydın	2 fazlı	3.500.000
S.S 1076 nolu Aydın Tariş	Aydın	2 fazlı	2.500.000
Ulu Zeytin ve Zeytinyağı Fabrikası	Antalya	3 fazlı	750.000
Mehmet Çavuş Zeytinyağı Fabrikası	Antalya	3 fazlı	600.000
Döşemealtı Zeytincilik	Antalya	2 fazlı	700.000
Çıkla Tarım	Antalya	3 fazlı	450.000
156 Sayılı Antalya Pamuk ve Narinciye Kop.	Antalya	3 fazlı	560.000
Sertkaya zeytinyağı fabrikası	Antalya	2 fazlı	150.000
Doğan Zeytinyağı Fabrikası	Antalya	3 fazlı	4.000.000
Birlik Zeytinyağı fabrikası	Hatay	3 fazlı	200.000
Güventaş Gıda	Hatay	3 fazlı	1.200.000
Halis Yağ ve Gıd. San. Ltd. Şti.	Hatay	3 fazlı	1.000.000
Kayacan Zeytinyağı fabrikası	Hatay	2 fazlı	200.000
Büşra Zeytinyağı fabrikası	Gaziantep	3 fazlı	1.500.000



Şekil 27 Saha çalışmaları kapsamında ziyaret edilen zeytinyağı tesisleri

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 146 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Saha ziyareti gerçekleştirilen 25 tesisin 12 tanesi 2 fazlı, 13 tanesi ise 3 fazlı olarak çalışmaktadır (Tablo 34). Tesislere çuval ya da kasalarla gelen zeytinler, ilk önce yıkama işlemine tabi tutulmaktadır (Şekil 28). Tesis yetkilerinden alınan bilgiye göre, kullanılan yıkama suyu miktarı, zeytinin toplandığı esnadaki hava şartlarına, dip ve baş zeytin olmasına bağlı olarak değişkenlik göstermekle birlikte, 1000 ton zeytin yıkandığında yaklaşık 150-200 m³ atıksu oluşmaktadır. Saha çalışmaları sırasında, bu atıksuların büyük çoğunluğu en yakın alıcı ortama verildiği, bir kısmının ise (özellikle 3 fazlı üretim yapan işletmelerin) karasu havuzlarında biriktirildiği gözlenmiştir.



Şekil 28 Zeytinlerin Yıkaması

Yıkanan zeytinler daha sonra kırılarak malaksasyon ünitesine gönderilmektedir (Şekil 29). Bu üniteye zeytinler hamur haline getirilip, homojen karışım yapılarak yağın daha fazla alınması sağlanmaktadır. Bu işlem yaklaşık 35°C'de gerçekleşmektedir. Yetkililer tarafından, bu işlem sırasında bir miktar su kullanıldığı, kullanılan su miktarının ise dip ve baş zeytin olma durumuna göre değişkenlik gösterdiği, 1000 ton zeytin için yaklaşık 50-100 m³ arasında olduğu belirtilmiştir.



Şekil 29 Malaksasyon ünitesi

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 147 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Bu üniteden sonra, zeytinler yağı ayırmak için yatay santrifüj sistemi olan dekantöre gönderilmektedir (Şekil 30). Üretim prosesini belirleyen esas ünite burasıdır. Dekantörün özelliğine göre bu prosesler 3 fazlı veya 2 fazlı proses olarak isimlendirilmektedir. 3 fazlı proseslerde, karasu, pirina ve yağ olmak üzere 3 ayrı faz oluşurken; 2 fazlı proseslerde ise pirina ve yağ olmak üzere 2 ayrı faz oluşmaktadır. 2 fazlı proseste, dekantöre su ilave edilmemektedir, dolayısıyla karasu çıkışı olmamaktadır. Ancak oluşan pirinanın nem içeriği 3 fazlı sisteme göre yüksektir. 3 fazlı proseslerde, 35-40 °C sıcaklıkta 1000 ton zeytin işlemek için dekantöre yaklaşık 500 m³ su ilavesi yapıldığı bilgisi alınmış, sistemden zeytin özsuyu ile beraber, dekantörden çıkan karasuyun lagünlerde toplandığı tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak, 3 fazlı proseslerde atıksuyun önemli bir kısmının oluştuğu yer, bu ünitedir.



a)

b)

Şekil 30 Yağın alındığı dekantör ünitesi a) 2 fazlı üretim prosesi b) 3 fazlı üretim prosesi

Dekantasyon işleminde oluşan sulu zeytinyağı, yağ ve suyu ayrılmak üzere, dikey santrifüj olan seperatör ünitesine gönderilmektedir (Şekil 31). Yetkililerin verdiği bilgiye göre, bu işlem esnasında, sisteme 1000 ton zeytin için yaklaşık 75-150 m³ su ilavesi yapılmaktadır. Ayrışım gerçekleştikten sonra yağların dinlenmesi için yağ tanklarına gönderilmektedir. Dinlenme işleminden sonra yağlar kullanılmak veya satışa hazır hale getirmek amacıyla paketlenmektedir. Bu üniteye oluşan atıksular lagünlere gönderilerek biriktirilir. Ancak 2 fazlı üretim prosesi yapan işletmelerin, bu atıksuları pirinanın içerisine karıştırarak bertaraf ettikleri tespit edilmiştir.



Şekil 31 Separatör Ünitesi

3 fazlı proseste çıkan atıksular, lagünlerde toplanmakta ve buharlaşmaya bırakılmaktadır (Şekil 32). Lagüne ulaşan atıksu, karasu ve yıkama suyu niteliğindedir. Tesis yetkilileri tarafından üretimin çok olduğu ve lagün kapasitesinin yetersiz kaldığı dönemlerde lagünlerde taşma olabildiği bilgisi alınmıştır. Diğer taraftan saha çalışmaları sırasında ziyaret edilen tesislerde inşa edilen lagünlerin, neredeyse tamamının istenilen kriterlerde olmadığı görülmüştür. Ayrıca firmaların önemli bir kısmının yüksek inşaat maliyeti ve alan yetersizliği gibi nedenler öne sürerek, yeteri büyüklükte lagün inşaa etmediği; bu yüzden oluşan karasuların büyük çoğunluğu en yakın alıcı ortama deşarj edildiği düşünülmektedir. Ülkemiz genelinde karasu bertarafında tercih edilen buharlaştırma lagünlerinin ilk yatırım maliyetleri yüksek olmasına karşın, istenildiği gibi inşa edildiğinde bertaraf için uygun olabilmektedir. Ancak zeytin sıkım sezonunun kış aylarında gerçekleşmesi, karasuyun buharlaştırılarak bertaraf edilmesini engellemektedir. Diğer taraftan, lagünlerde toplanan karasuyun üstünde oluşan yağ tabakası, buharlaştırma işlemini zorlaştırmaktadır.



Şekil 32 Karasu havuzu

3 fazlı proseste, %40-50 nem içeriğine sahip pirina oluşurken, 2 fazlı proseste %60-75 nem içeriğine sahip pirina oluşmaktadır. 3 fazlı üretim sonucu oluşan pirinanın tesiste kolay bir şekilde depolanıp, pirina tesislerine daha yüksek ücret karşılığında verildiği bilgisi alınmıştır (Şekil 33). Diğer taraftan 2 fazlı proseste oluşan pirinanın, daha nemli olduğu için tesiste depolanması büyük bir sorun oluşturduğu görülmüştür. Bu sebeple, 2 fazlı sulu pirinaların çoğunlukla karasu havuzlarında depolandığı ve belirli periyotlarla en yakın pirina tesisine gönderildiği bilgisi alınmıştır. Ayrıca, pirina tesislerinin 2 fazlı pirinayı almaya sıcak bakmadıkları için pirinayı ellerinden çıkarmada zorluklar yaşandığı, tesis yetkilileri tarafından paylaşılmıştır.



Şekil 33 Pirinanın depolaması a) 3 fazlı üretim prosesinden oluşan pirina b) 2 fazlı üretim prosesinde oluşan pirina

Saha çalışması sırasında, zeytinyağı üretim tesislerindeki yetkililerinin neredeyse tamamı, bölgelerinde çok sayıda zeytinyağı tesisi olduğu ve bu yüzden atıl kapasitede faaliyet



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 150 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

gösterdiklerini belirtmiştir. Diğer taraftan tesis sayısının fazla olmasının, rekabetin de artmasına sebep olduğu, buna bağlı olarak zeytin sıkım ücretlerinin olması gerekenin altında olduğu tespit edilmiştir. Tesis yetkililerinden alınan bilgiye göre oluşan pirina (3 fazlı pirina), önemli bir gelir kaynağıdır; bazı tesisler, pirinayı en yüksek ücreti veren pirina işleme tesisine satarken, bazıları da pirinayı kendi tesislerinde kurutarak, işletme ve konutlara yakıt olarak satmaktadır. Ancak bilindiği üzere, pirinanın yakıt olarak satılması için 07.02.2009 tarihli ve 27134 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan "Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik'in 25. Madde'sindeki Tablo 14'e ve '03.07.2009 tarihli ve 27277 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nin Ek-5'e göre, pirinanın kuru bazda yağ içeriği en fazla %1,5 olması gerekmektedir, dolayısıyla pirinanın bu şekilde satışı yasal olmamaktadır.

Aydın'da saha ziyareti yapılan tesislerden S.S.191 No'lu Köşk Zeytin ve Z.Yağı Tarım Satış Kooperatifi ile S.S 1076 No'lu Aydın Tariş tesisleri 2 fazlı üretim yapmakta olup, oluşan pirinanın önce çekirdeğinin alındığı, ardından 2 fazlı olarak 2. dekantasyona tabi tutulduğu gözlenmiştir. Firma yetkililerinden alınan bilgiye göre, ayrılan çekirdekler yeterli derecede kurutma sağlandıktan sonra yakıt olarak satılmaktadır. 2. dekantasyon sonucu oluşan yağ ise, asitlik derecesine göre satılmaktadır. En son oluşan sulu pirina ise karasu havuzlarında veya pirina silolarında bekletilmekte, 2-3 günde bir en yakın pirina tesisine nakliyesi zeytinyağı tesisine ait olmak üzere bir bedel alınmadan götürülmektedir.

Balıkesir'deki saha çalışmalarında, Yağcı Gıda Zeytinyağı Üretim Tesisi ziyaret edilerek tesisin kendisi ve üzerinde çalıştıkları proje (SANTEZ) hakkında bilgi alınmıştır. '2 Fazlı Yağı Alınmış Zeytin Hamurunun (pirina) Kurutulup, Çekirdeğinin Ayrılması ve Hayvan Yemi Maddesi Elde Edilmesi' (Zeytin Ezmesi adıyla) isimli proje, Yağcı Gıda ve Uludağ Üniversitesi'nin yürütücülüğünde gerçekleştirilmektedir. Çalışma kapsamında, 2 fazlı üretim yapan zeytinyağı tesislerinde oluşan sulu pirina kurutulduktan sonra, çekirdek kısmı ayrılıp, yakıt olarak kullanılmakta; geri kalan kısmının (kuru zeytin ezmesi) ise hayvan yemi olarak değerlendirilmesi planlanmaktadır. Kuru zeytin ezmesi içeriğindeki yağ ve proteinin, hayvan yemi hammaddesi olarak, karma yem sanayinde kullanılması mümkündür. Çalışmalar ilk olarak Antalya'nın Manavgat ilçesinde yer alan, Doğan Turizm ve Ticaret A.Ş.'ye ait zeytinyağı fabrikasında başlatılmıştır (Şekil 34). Saha çalışmaları sırasında bu tesis ziyaret edilerek, sistem yerinde incelenmiştir. Sistemin kurulduğu Doğan Zeytinyağı Tesisi, 3 fazlı üretim yapmaktadır. Üretim sırasında oluşan 2 fazlı pirina, kurutulduktan sonra çekirdek

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 151 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

ayırma makinası (%100 çekirdek ayrımı yaptığı belirtilen) ile çekirdekler alınıp, kurutulup, yakıt olarak satılması; geride kalan posanın ise hayvan yeminde kullanılması hedeflenmektedir. Bu doğrultuda tesis, 2014-2015 zeytin sezonu için 2 fazlı prosese geçmeyi hedeflemiş, ancak işletmede yaşanan bir takım problemler nedeniyle geçememiştir.



Şekil 34 Yağcı Gıda tarafından Doğan Zeytinyağı Fabrikası'na kurulan sistem a) Zeytin çekirdeği ayırma makinası b) Kurutma sistemi

Diğer taraftan Antalya'daki saha çalışmalarında ziyaret edilen Ulu Zeytin ve Zeytinyağı Üretim Tesisinde 2,5 fazlı üretim yapılmaktadır. 2,5 fazlı üretimde, 3 fazlı üretimde olduğu gibi, pirina, karasu ve yağ çıkışları olmakta, ancak 3 fazlı üretime göre daha az su kullanılmaktadır. Bu sistem, daha az su gereksinimi olan nihayetinde 3 fazlı bir sistemdir.

Saha çalışmaları neticesinde, işletmelerin çoğunun yeterli kapasitede buharlaştırma lagünlerinin olmadığı ve bu lagünlerin buharlaştırmaya elverişli şekilde yapılmadığı görülmüştür. Özellikle yağmurlu havalarda bu lagünlerde taşmalar olabildiği bilgisi alınmıştır. Bu taşmalar nedeniyle birkaç işletmeye Çevre ve Şehircilik İl Müdürlükleri tarafından cezai müeyyide uygulandığı bilgisi paylaşılmıştır. Çevre ile ilgili cezalarının çok yüksek olması, buna karşın zeytinyağı işletmelerinin çoğunlukla küçük ve orta ölçekli olması, bu cezaların önemini arttırmaktadır. Bu cezalardan kurtulmak için birçok işletmenin 2 fazlı üretim prosesine geçtiği, bir kısmının ise geçemeye hazırlık yaptığı görülmüştür. Ayrıca, 2 fazlı üretim prosesine geçen işletmeler, yağ kalitesinde artışın olduğunu ileri sürmektedir. 3 fazlı üretim yapan işletmeler ise, 2 faza geçiş sonrası, kapasitelerinde kayıp olacağı ve pirinanın sulu olması sebebiyle gelirlerinde çok ciddi azalma olacağı endişesindedirler. Diğer taraftan, karasu problemi ile ilgili cezai yaptırımlar, işletmelere bir seçim yapma konusunda etkin rol almaktadır.

4.2.2 Pirina İşleme Tesisleri

Pirina, zeytinyağı üretim prosesine göre içeriğindeki %3-5 (yaş pirina) oranda yağ ile ekonomik getirisi olan bir yan üründür. Bu yan ürün, zeytin çekirdeğini de bünyesinde barındırdığı için yakıt olarak da değerlendirilmektedir. Bunun yanı sıra kompost veya hayvan yemi maddesi olarak da kullanımı mümkündür. Türkiye'deki uygulamalarına bakıldığında, genel olarak yakıt olarak değerlendirildiği görülmektedir.

Proje kapsamında, 15 pirina tesisi ziyaret edilerek tesisler hakkında bilgiler alınmıştır (Tablo 35). Bu tesislerin 3 tanesi İzmir ve Balıkesir'de, 2 tanesi Muğla, Gaziantep ve Hatay'da, 1 tanesi de Aydın'da yer almaktadır. Diğer 2 tesis ise solvent ekstraksiyon yapmayıp, pirinaya sadece fiziksel işlem uygulayarak değerlendirmektedir. Bu tesislerden biri Antalya'da diğeri ise Aydın'dadır.

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 isterse çekirdeği ayrılıp ayrı değerlendirilir, ya da çekirdekli olarak yakacak olarak satışa sunulur. Pirina işlendikten sonra, pirina yağı (hekzan ekstraksiyon), 2. sıkım sonrası elde edilen pirina yağı, zeytin çekirdeği, kurutulmuş pirina ve zeytin küspesi (hayvan yemi maddesi olarak) gibi ürünler elde edilerek değerlendirildiği görülmüştür (Tablo 36). Ziyaret edilen tesislerin 13 tanesi pirinayı önce kurutup, daha sonra solvent ekstraksiyon yaparak pirina yağı elde etmektedir. Diğerleri sadece fiziksel olarak (dekantör) yağ ayrımı yapmakta ve kuru pirina, çekirdeği değerlendirmektedir.

Pirina işleme kapasitelerine bakıldığında, Orpir Pirina günlük 700 ton işleme kapasitesi ile en büyük pirina tesisi olarak yer almakta; Tirsay, Yeni Kurtuluş, Yükseller, Zeymak, Hatay (Asfuroğlu) ve Solvent Pirina ise günlük 150 ton işleme kapasiteye sahip tesisler olarak sıralanmaktadır. Ancak tesis yetkilileri, işlenecek pirina bulmada sıkıntı çektiklerini, bu yüzden mevcut kapasitelerinin altında faaliyet gösterdiklerini belirtmiştir.

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 153 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 35 Saha çalışması sırasında gidilen pirina tesisleri

Firma Adı	Şehir	Günlük İşleme Kapasitesi (ton/gün)
Hekzan ekstraksiyonu ile yağ ayıran ve kuru pirina, çekirdek vb. Elde eden işletmeler		
Orpir Pirina	Bergama - İzmir	700
Girgin Pirina	Ödemiş - İzmir	600
*Ege Tarımsal Enerji	Torbalı-İzmir	150
Dalan Yağ Pirina	Köşk - Aydın	240
Tirsay Pirina	Bafa- Milas - Muğla	150
Yükseller Pirina	Milas - Muğla	150
Doğuş Pirina	Ayvalık -Balıkesir	550
Solvent Pirina	Havran - Balıkesir	150
Yeni Kurtuluş Pirina	Edremit - Balıkesir	150
Alkanlar Pirina	Nizip - Gaziantep	200
Zeymak Pirina	Nizip - Gaziantep	150
Karagönler Pirina	Altınözü - Hatay	300
Hatay (Asfuroğlu) Pirina	Antakya - Hatay	150
Sadece fiziksel olarak (dekantör) yağ ayırımı yapan ve kuru pirina, çekirdek vb. elde eden işletmeler		
Şenol Gıda San. A.Ş.	Atça-Aydın	250
Sertkaya Pirina	Manavgat-Antalya	160

* Ege Tarımsal Enerji'nin kurutma ünitesi, Gömeç-Balıkesir'de olup, Hekzan ekstraksiyon ünitesi, Torbalı-İzmir'de bulunmaktadır.

Gidilen tesislerden Solvent Pirina, Dalan Yağ, Alkanlar Pirina, Zeymak Pirina ve Hatay Pirina, iki fazlı pirinayı işlemek için hem yeterli alana, hem de gerekli yatırım maliyetine sahip olmadıklarından, sadece üç fazlı pirinayı işleyebilmektedir (Tablo 36). Ancak saha çalışmalarında yapılan tespitlerde, pirinanın ekonomik açıdan öneminin fark edilmeye başlandığı, bu konuda piyasanın çok hareketli ve rekabetçi olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple tesis yetkilileri tarafından iki fazlı pirinayı da işleyebilmek için gerekli yatırım çalışmalarına başlandığı, ancak bunun için 2-3 yıl gibi bir süre gerektiği belirtilmiştir.

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 154 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 36 Gidilen pirina tesislerinin özellikleri

	Firma Adı	2 Fazlı Pirina İşleme Durumu	2. Sıkım Yapılması	Solvent Ekstraksiyonu Yapılması	Çekirdek Ayrımı	Son Ürün
Hekzan ekstraksiyonu ile yağ ayıran ve kuru pirina, çekirdek vb. elde eden işletmeler	Orpir Pirina	Evet	Hayır	Evet	Evet	Pirina yağı (hekzan ekstraksiyonu), Zeytin çekirdeği, Kurutulmuş pirina
	Girgin Pirina	Evet	Evet	Evet	Hayır	2. Sıkım sonrası elde edilen pirina yağı, Pirina yağı (hekzan ekstraksiyonu), Kurutulmuş pirina
	Doğuş Pirina	Evet	Hayır	Evet	Evet	Pirina yağı (hekzan ekstraksiyonu), Zeytin çekirdeği, Çekirdekli ve çekirdeği alınmış kuru pirina
	Karagönler Pirina	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Pirina yağı (hekzan ekstraksiyonu), Kurutulmuş pirina
	DalanYağ Pirina	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Pirina yağı (hekzan ekstraksiyonu), Kurutulmuş pirina
	Tirsay Pirina	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Pirina yağı (hekzan ekstraksiyonu), Kurutulmuş pirina
	Yükseller Pirina	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Pirina yağı (hekzan ekstraksiyonu), Kurutulmuş pirina
	Solvent Pirina	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Pirina yağı (hekzan ekstraksiyonu), Kurutulmuş pirina
	Yeni Kurtuluş Pirina	-	Hayır	Evet	Evet	Pirina yağı (hekzan ekstraksiyonu), Kurutulmuş pirina
	Alkanlar Pirina	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Pirina yağı (hekzan ekstraksiyonu), Kurutulmuş pirina
	Zeymak Pirina	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Pirina yağı (hekzan ekstraksiyonu), Kurutulmuş pirina
	Hatay (Asfuroğlu) Pirina	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Pirina yağı (hekzan ekstraksiyonu), Kurutulmuş pirina
EgeTarımsal Enerji	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Pirina yağı (hekzan ekstraksiyonu), Kurutulmuş pirina	
Yem maddesi üreten işletme	ŞenolGıda San. A.Ş.	Evet	Evet	Hayır	Evet	2. Sıkım Sonrası Elde Edilen Pirina Yağı, Zeytin Çekirdeği, Zeytin Küşpesi (yem maddesi)
*Fiziksel İşlem Yapan İşletme	Sertkaya Pirina	Evet	Evet	Hayır	Evet	2. Sıkım Sonrası Elde Edilen Pirina Yağı, Zeytin Çekirdeği, Kurutulmuş Pirina

*Sadece fiziksel olarak (dekantör) yağ ayırımı yapan ve kuru pirina, çekirdek vb. elde eden işletmeler.

Saha çalışmalarında ziyaret edilen ve solvent ekstraksiyonu yapan pirina tesislerinin tamamı, zeytinyağı üretim tesislerinden aldıkları pirinayı, kurutarak nem içeriğini %10-15 mertebesine indirmektedir. Ancak bu işlem, üç fazlı pirina için kolayca gerçekleştirilebilirken, iki fazlı pirina için problem oluşturabilmektedir. Tesis yetkililerinden alınan bilgiye göre, iki fazlı pirinadaki nem içeriği daha yüksek olduğundan (~%65-70), doğrudan kurutma fırınına almaya uygun değildir. Dolayısıyla iki fazlı pirina direkt olarak döner kurutma fırınlarına alınmayıp, üç fazlı pirina ile karıştırılarak, sisteme besleme yapılmaktadır. Bu kapsamda, pirina tesisleri iki fazlı pirinayı işlemek için önce üç fazlı pirinayı kurutarak sahip olduğu nem içeriğini %20-25'lere indirmekte, daha sonra iki fazlı pirina ile karıştırarak %50-55 nem içeriğine getirmekte ve kurutma fırınına iletmektedir. Bu işlem sırasında, kurutulmuş pirina iki fazlı pirina ile karıştırılarak tekrar kurutulduğundan, pirina tesislerindeki maliyeti arttırmakta ve kapasiteyi düşürmektedir (Şekil 35).



Şekil 35 Kurutulmuş 3 fazlı pirina ile sulu 2 fazlı pirinanın karıştırılması

Bu tesisler içerisinde Girgin Pirina, diğerlerinden farklı olarak iki fazlı pirinayı işleyebilmek için 2. sıkım ünitesini kurmuştur (Şekil 36). Bu sistemde, 2. sıkım yapılarak, iki fazlı sulu pirina, üç fazlı pirinaya dönüştürülmektedir. Sıkım sonrası elde edilen yağ, rafinasyon işlemi sonrası yemeklik yağ olarak değerlendirilmektedir. Böylece, pirina kurutma maliyetinin azaldığı ve bununla birlikte 2. sıkım sonrası, daha kaliteli zeytinyağı elde edildiği bilgisi alınmıştır.

Saha çalışmalarında Antalya'da ziyaret edilen Sertkaya Pirina, iki fazlı ve üç fazlı pirinayı hiçbir işleme tabi tutmadan karıştırıp, üç fazlı olarak 2. sıkım yapmaktadır. 2. sıkım sonrası oluşan karasuları ise, hamur olgunlaşma ünitesinde (malaksörde) kullandığını belirtmiş ve bu yüzden sıkım esnasında dışarıya herhangi bir karasu deşarjı olmadığını ifade etmiştir.



Şekil 36 Pirina tesisinde uygulanan 2. sıkım işlemi, a) 2. sıkım yapan dekantör b) 2. sıkım sonrası oluşan pirina yağı

Diğer taraftan Aydın'da yer alan Şenol Gıda, pirinayı hayvan yemi maddesi olarak değerlendirmektedir. Bu tesis yalnızca iki fazlı pirinayı işleyerek, elde ettiği hayvan yemi maddesini, "zeytin küspesi olarak" piyasaya sürmektedir (Şekil 37). İşletmeden alınan bilgiye göre, üç fazlı pirina 6-7 saat gibi kısa sürede fermente olduğundan, hayvanların işlenmiş üç fazlı pirinayı yemediği belirtilmiştir. İki fazlı pirina ise, daha yüksek nem içeriğine sahip olduğundan kısa sürede oksitlenmediği, dolayısıyla zeytin küspesi elde etmek için iki fazlı pirinanın daha uygun olduğu ifade edilmiştir.



Şekil 37 Şenol Gıda'nın elde ettiği zeytin küspesi

Saha çalışmaları sırasında Balıkesir'de bulunan Yeni Kurtuluş Pirina ziyaret edilmiş, ancak tesisin faaliyette olmadığı görülmüştür. Tesis yetkililerinin verdiği bilgiye göre, bölgedeki zeytin rekoltesinin azlığı ve işletme içindeki bir takım problemler sebebiyle 2014-2015 zeytin sezonu için faaliyet gösteremediği, ancak önümüzdeki sezonlarda işletmeyi tekrar faaliyete geçireceği bilgisi alınmıştır.

4.2.3 Ziyaret Edilen Diğer Kurum ve Kuruluşlar

Saha çalışmalarının diğer bir ayağını kurum ve kuruluşlar ile gerçekleştirilen görüşmeler oluşturmaktadır. Bu çerçevede, Balıkesir, Manisa, İzmir, Aydın, Muğla, Antalya, Hatay ve Gaziantep illerindeki Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü yetkileriyle görüşülmüştür. Proje ile ilgili bilgi verilmiş ve bölgelerindeki zeytinyağı tesisleriyle ilgili bilgiler alınmıştır. Görüşme sırasında, sahada karşılaşılan, özellikle karasuyun oluşturduğu çevresel problemlere vurgu yapılmıştır. Yetkililer, zeytin sezonun açılması ile birlikte, özellikle yağışlı havalarda alıcı ortama karasu deşarjları yapıldığı ve bu konuda çevreden sıkça şikâyet geldiğini belirtmektedirler.

Bir diğer ziyaretimiz İzmir'deki Zeytincilik Araştırma İstasyonu Müdürlüğü'ne olmuştur. Bu kurumda, projemiz hakkında bilgi verilmiş, pirinadan kompost üretimi ile ilgili yaptıkları çalışmalar hakkında bilgi alınmış ve pilot sistemleri ziyaret edilmiş, ayrıca üretim prosesleri ile ilgili bilgi alınmıştır. Ayrıca İzmir'de bulunan Ulusal Zeytin ve Zeytinyağı Konseyi'ne (UZZK) gidilerek, projemiz hakkında bilgi verilmiş, sektörün genel yapısı ve problemleri ile ilgili bilgi alınmıştır. Diğer görüşmeler, Aydın'daki Aydın Zeytin Derneği (AYZEYDER) yetkilileri ile ve Akhisar Ticaret Borsası ve İzmir'de bulunan bu sektörde önemli yeri olan S.S. Tariş Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifleri Birliği'nin Genel Müdürlüğü'ne yapılmıştır.

4.3 Karakterizasyon Çalışması

Proje kapsamında ziyaret edilen ve durum tespiti yapılan bazı zeytinyağı işletmelerinden yıkama suyu, karasu, seperatör suyu ve pirina numuneleri alınmış ve bu numuneler TÜBİTAK MAM, Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Su-Atıksu Laboratuvarı ile Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Çevre Referans Laboratuvarında analiz edilmiştir.

4.3.1 Yıkama Suyu, Karasu ve Seperatör Suyu Karakterizasyonu

Zeytinyağı üretimi sonucunda çıkan sıvı atıklar sırasıyla yıkama suyu, dekantasyon suyu ve seperatör suyu olarak ayrılmaktadır. 3 fazlı üretim yapılan bir tesiste 1 ton zeytin işlendiğinde yaklaşık 0,12-0,18 m³ yıkama suyu kullanılmakta ve atıksu olarak çıkmaktadır. Dekantasyon işlemi sırasında ise yaklaşık 0,5-1 m³ su eklenmekte, proses sırasında zeytin özsuyunun dışarıya çıkmasıyla 0,75-1,2 m³ dekantasyon atıksuyu oluşmaktadır. Seperatör ünitesinde yağdaki safsızlıkları gidermek için ortalama 0,01 m³ su kullanılmaktadır. Yukarıdaki bilgiler ışığında 3 fazlı üretim yapan bir tesiste, 1 ton zeytin işlenmesi sonucu yaklaşık 1 ton atıksu oluşmaktadır. 2 fazlı üretim yapan bir tesiste, 3 fazlı üretime benzer şekilde yıkama işlemi yapılmakta ve seperatöre su ilave edilmektedir. Farklı olarak dekantasyon sırasında sisteme su eklenmemektedir. Bu adımdan atıksu çıkmamakla birlikte oluşan pirinanın nem içeriği yüksek (%55-75) olmaktadır.

Proje kapsamında 3 fazlı ve 2 fazlı üretim yapan tesisleri temsil edecek şekilde, zeytinyağı üreticileri seçilerek, yerinde ziyaret edilmiş, üretim sırasında çıkan atıksuları analiz edilmiştir. Oluşan atıksuların karakterizasyonu yıkama suyu, karasu ve dekantör suyu olarak aşağıda sunulmaktadır.

Yıkama Suyu

Zeytinyağı sıkım tesislerinde, işletmeye gelen zeytin, sıkım işleminden önce yıkama işlemine tabi tutulmaktadır. Yıkama işlemi zeytine üstten su verilip, alttan belirli aralıklar ile bu suyun boşaltılmasıyla veya üsttün tazyikli su püskürtülmesiyle yapılmaktadır. Devridaim ile bu suyun yıkamada yeniden kullanılması söz konusu olabilmektedir ancak bu suyun bir kaç kullanımdan sonra yenilenmesi gerekmektedir. Genel olarak atıksuyun içeriğinde topraktan ve ezilen zeytinlerden gelen katı madde, az miktarda inorganik gübre, pestisit ve yağ bulunmaktadır.

Aralık 2014-Şubat 2015 tarihleri arasında ziyaret edilen Ödemiş Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifi, Altınoluk Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifi, Aydın Zeytin ve



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 159 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifi, Yeniçağ Gıda San. Tic. A.Ş., Burhaniye Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifi-Pelitköy İşletme ve Verde Yağ Besin Maddeleri San. ve Tic. A.Ş. tesislerinden alınan yıkama suyu örnekleri içeriği Tablo 37'de sunulmaktadır. Bu tesislerden sırasıyla ilk dördü 2 fazlı, diğer ikisi ise 3 fazlı üretim yapan işletmelerdir. Benzer çalışmalar ile karşılaştırmak üzere literatürdeki yıkama suyu değerlerine yine Tablo 37'de yer verilmiştir.

Üretimin 2 fazlı veya 3 fazlı olması yıkama suyu karakterini etkilememekte ancak atıksu karakteri tesisten tesise değişkenlik göstermektedir. 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.

Yıkama suyu ile ilgili olarak zeytinyağı üretim tesislerinin tabi olduğu SKKY Tablo 5.9'da 2 saatlik ve 24 saatlik kompozit numuneler için sırasıyla KOİ 150 ve 100 mg/L; AKM 200 ve 100 mg/L; pH 6-9 olarak verilmiştir. Tablo 37'deki değerler dikkate alındığında, bu atıksuyun alıcı ortam standartlarına uygun olmadığı görülmektedir. Diğer taraftan atıksuların kanalizasyona deşarjı ile ilgili Tablo 25 dikkate alındığında, kanalizasyon tam arıtma ile sonlanıyorsa KOİ için 4000 mg/L, AKM için 500 mg/L ve yağ-gres için 250 mg/L sınır değerler verildiği görülmektedir. Yıkama suyunun bu değerlere ulaşması daha mümkün görülmektedir. Ancak zeytinyağı üretiminin yoğun olarak yapıldığı İzmir gibi şehirlerde, Belediyenin kendi deşarj standartları olduğu ve sınır değerlerinin daha sıkı olduğu ihmal edilmemelidir.

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 160 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 37 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.S994 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							
BOI 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 TUBITAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Su-Atıksu Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

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

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 161 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Zeytinin baş ve dip zeytin olmasına göre yıkama suyu karakterizasyonu değişebilmektedir. Milas Tariş'tan aynı gün içerisinde, yıkama suyunun ilk kullanıldığı baş zeytin ile ardından yıkama yapılan dip zeytin yıkama sularının örnekleri alınarak analiz edilmiştir (Tablo 38). Dip zeytinin daha çok ezilmiş olmasına bağlı olarak kirletici özelliğinin daha yüksek olması beklenmektedir. Tablo 38'den görüldüğü üzere, dip zeytinin yıkanmasında çıkan atıksuyun baş zeytine göre KOİ değerinin yaklaşık 5 kat, AKM değerinin ise 2 kat yüksek olduğu görülmektedir. Diğer taraftan yağ- gres içeriğinin daha yüksek olması beklenirken iki atıksu çıkışında da benzer yağ-gres içeriği olduğu görülmektedir.

Tablo 38 Proje kapsamında aynı tesisten alınan baş ve dip zeytin yıkama suları karakterizasyonu

Parametre	Birim	Yıkama suyu (baş zeytin)	Yıkama suyu (dip zeytin)
KOİ	mg/L	3233	>16000
Sıcaklık	°C	13	13,8
İletkenlik	µS/cm	580	795
pH	-	7,3	7,7
Yağ-gres	mg/L	162	178
AKM	mg/L	200	410
TP	mg/L	15,9	10,8
o-Fosfat	mg/L	10,9	5,6
TKN	mg/L	19,5	10,8
Nitrat (NO ₃) Azotu	mg/L	1	<0,5
Nitrit Azotu	mg/L	<0,5	1,4
Renk	Pt/Co	>500	>500
Alüminyum (Al)	mg/L	3,3	2,8
Amonyak	mg/L	9,4	9,3
Amonyum Azotu	mg/L	7,5	7,7
Arsenik (As)	mg/L	<0,01	<0,01
Bakır (Cu)	mg/L	0,02	0,01
Baryum (Ba)	mg/L	0,04	0,07
Bor (B)	mg/L	0,15	0,13
Cıva (Hg)	mg/L	<0,05	<0,05
Çinko (Zn)	mg/L	0,09	0,1
Demir (Fe)	mg/L	3,4	5,3
Kadmiyum (Cd)	mg/L	<0,001	0,001
Kalsiyum (Ca)	mg/L	72,7	68,7
Klorür İyonu	mg/L	45,1	47,1
Kobalt (Co)	mg/L	<0,002	0,003
Krom (toplam) (Cr)	mg/L	0,008	0,007
Kurşun (Pb)	mg/L	0,02	0,02
Magnezyum (Mg)	mg/L	11,9	13,6
Mangan (Mn)	mg/L	0,25	0,63
Nikel (Ni)	mg/L	0,02	0,02
Potasyum (K)	mg/L	107,9	99,8
Selenyum (Se)	mg/L	<0,02	<0,02
Sodyum (Na)	mg/L	11,4	13,9
Sülfat İyonu	mg/L	32,2	441

*Analizler Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Referans Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Karasu

Proje kapsamında 3 fazlı zeytinyağı üretimi yapan tesisler ziyaret edilmiş, dekantör çıkışından örnekler alınarak analiz edilmiştir. 2 fazlı üretimde dekantasyon çıkışında atıksu oluşmadığı için analiz sonucu yoktur. Tablo 39'de elde edilen sonuçlar ve sonuçların karşılaştırılabilmesi için literatüre yapılmış çalışmalar yer almaktadır. Tablo 39'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.

Tablo 39'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.

Tablo 39'dan görüldüğü üzere karasu için önemli kriterlerden birisi olan ve alıcı ortama karıştığında inhibe edici etki gösteren T-Fenol 345-5.600 mg/L arasında yer almaktadır. Zeytin ve zeytinyağı içerisinde yer alıp tüketiminde faydalı özellik gösteren fenolik bileşenlerin, atıksuyun alıcı ortama karışmasıyla zararlı etki göstermesi akıllarda soru işareti oluşturabilmektedir. 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.

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 39'da verilen KOİ değerleri dikkate alındığında, bu değerlere ulaşmanın çok maliyetli, ekonomik ve teknolojik açıdan zor olduğu görülmektedir.

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 163 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 39 Proje kapsamında ve literatürde incelenen tesislerde 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													
KOl	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 TUBITAK 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 değerlendirilmeye alınmamıştır.

Seperatör Suyu

Zeytinyağı üretimindeki son aşama olan seperasyonda yağdaki safsızlıkların ayrılması hedeflenmektedir. Dekantörden ayrılan yağ, seperatörden geçerken ilave edilen su yardımıyla partiküllerden arınırken, taşıyıcı görevi gören su seperatör atıksuyu olarak sistemi terk eder. Seperatör çıkış suyu 5 Litrelik bir kaptaki biriktirilmiş ve 5 dk. arayla zamana bağlı örnekleme yapılmıştır. Çıkan su debisinin aynı olduğu düşünüldüğünde, zamana bağlı analiz sonuçlarının ortalaması, bu atıksuların ortalama karakterizasyonunu tahmin etmek için anlamlı olacaktır. Proje kapsamında ziyaret edilen tesislerde seperatör ünitesi çıkışından alınan atıksu örneklerinin analiz sonuçları Tablo 40'da verilmektedir. Karşılaştırma yapılabilmesi için literatürde yer alan sonuçlar da tabloya eklenmiştir. Tablo 40'dan görüldüğü üzere atıksuyun karakteri tesislerde farklılık göstermekte, ancak üretimin 2 fazlı veya 3 fazlı olduğundan belirgin bir şekilde etkilenmemektedir. 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.

Aynı tesisten alınan baş ve dip zeytin seperatör çıkış suları, dekantörün çıkışından seperatöre girişine ve seperatörden de zamana bağlı olarak çıkışına bakılmış, elde edilen sonuçlar Tablo 41'de sunulmuştur. Seperatör çıkışından alınan atıksuda AKM değerinin dekantör çıkışına göre yüksek olduğu görülmektedir. Seperasyondaki amacın yağdaki safsızlıkları gidermek olduğu düşünüldüğünde, bu artışın normal olduğu düşünülmektedir. KOİ değeri ise ortalama 8.000 mg/L civarlarında yer almaktadır. Elde edilen sonuçlardan, seperatör çıkışındaki atıksu karakteri işlenen zeytinin baş ve dip olmasına göre farklılık göstermediği izlenimine ulaşılmıştır.

Tablo 40 Proje kapsamında ve literatürde incelenen tesislerde seperatör 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 TUBITAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü, Su-Atıksu Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

** (1), (2) Şengül ve diğ. (2003)



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 167 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Parametre	Birim	Seperatör Suyu - Baş Zeytin						Seperatör Suyu - Dip Zeytin				
		(1) Önceki dekantör sonu (sulu)	(1) Başlangıç	(2) 5.dakika	(3) 10.dakika	(4) 15.dakika	Ortalama	(1) Başlangıç	(2) 5.dakika	(3) 10.dakika	(4) 15.dakika	Ortalama
Krom (toplam) (Cr)	mg/L	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Kurşun (Pb)	mg/L	0,03	0,008	0,01	0,01	0,011	0,01	0,007	0,007	0,027	0,009	0,01
Magnezyum (Mg)	mg/L	14,2	15,1	14,9	15,5	14,3	14,9	9,5	14,4	14,7	14	13,2
Mangan (Mn)	mg/L	0,05	0,06	0,06	0,12	0,04	0,07	0,02	0,042	0,042	0,038	0,04
Nikel (Ni)	mg/L	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,05	0,006	0,004	0,004	0,02
Potasyum (K)	mg/L	182,4	198,8	209	222,7	164,4	198,7	105,7	139	141,4	130,3	129
Selenyum (Se)	mg/L	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015
Sodyum (Na)	mg/L	12,9	14,0	13,3	13,9	14,0	13,8	9,8	14,9	15,1	14,6	13,6
Sülfat İyonu	mg/L	3,5	49,8	50,5	53,1	4,3	39,4	46	40,7	42,9	44,5	43,5

*Analizler Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Referans Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 168 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

4.3.2 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. Bünyesinde yağ, şeker, azot, organik asit, polialkol, pektin, tanin ve polifenol gibi bileşikler barındırır. 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. Bununla birlikte, üretim prosesine bağlı olarak pirinada kalacak su miktarı da karakterizasyon açısından belirleyicidir. Bu nedenle, zeytinyağı üretiminin taş baskı, 2 fazlı veya 3 fazlı olarak yapılmasının karakterizasyon üstündeki etkisi büyük olmaktadır. Bu bölümde, ziyaret edilen tesislerden alınan ham pirina örnekleri analiz sonuçları incelenmiş, literatür ile karşılaştırılmış, aynı zamanda pirina tesislerinden temin edilmiş yaklaşık 1000 adet pirina örneği analiz sonuçları değerlendirilmiştir. Tablo 42'de 2 fazlı ve 3 fazlı zeytinyağı üretim tesislerinden alınan pirina örnekleri ile pirina işleme tesisinden gelen pirina örnekleri analiz sonuçları yer almaktadır. Tablo 43'de ise pirina tesislerinden temin edilen analiz sonuçlarının ve proje kapsamında gerçekleştirdiğimiz analiz sonuçlarının tamamının değerlendirmesi yer almaktadır. Pirina işleme tesisinden alınan örnekler, 2 fazda ve 3 fazda çalışan farklı tesislerin ortak karakterini temsil etmektedir.

Ülkemizde çoğunlukla yakıt amaçlı kullanılan pirina için, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından çıkarılan, 07.02.2009 tarihli ve 27134 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan "Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik'in 25. Madde'sindeki Tablo 14'e göre ve gene aynı bakanlığın çıkarmış olduğu '03.07.2009 tarihli ve 27277 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nin Ek-5'e göre, nem oranı maksimum %15, yağ oranı (kuru bazda) maksimum %1,5 ve kalorifik değeri (minimum) 3700 Kcal/kg, Sodyum (Na) 1000 ppm, kül %4'ü geçmemelidir. Detaylı analiz yapılan örneklerin analiz sonucu (Tablo 44) incelendiğinde 3 fazlı üretimden çıkan pirina için nem değeri %50 civarlarında iken, 2 fazlıdan çıkan için %70 civarlarında olduğu görülmektedir (Tablo 43). Diğer taraftan S.S.1076 Nolu Aydın Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Koop.'de 2 kademedede 2 fazlı olarak sıkma işlemi gerçekleştirilmektedir. İlk sıkımdan sonra çekirdekler ayrılmakta, ardından ikinci kez



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

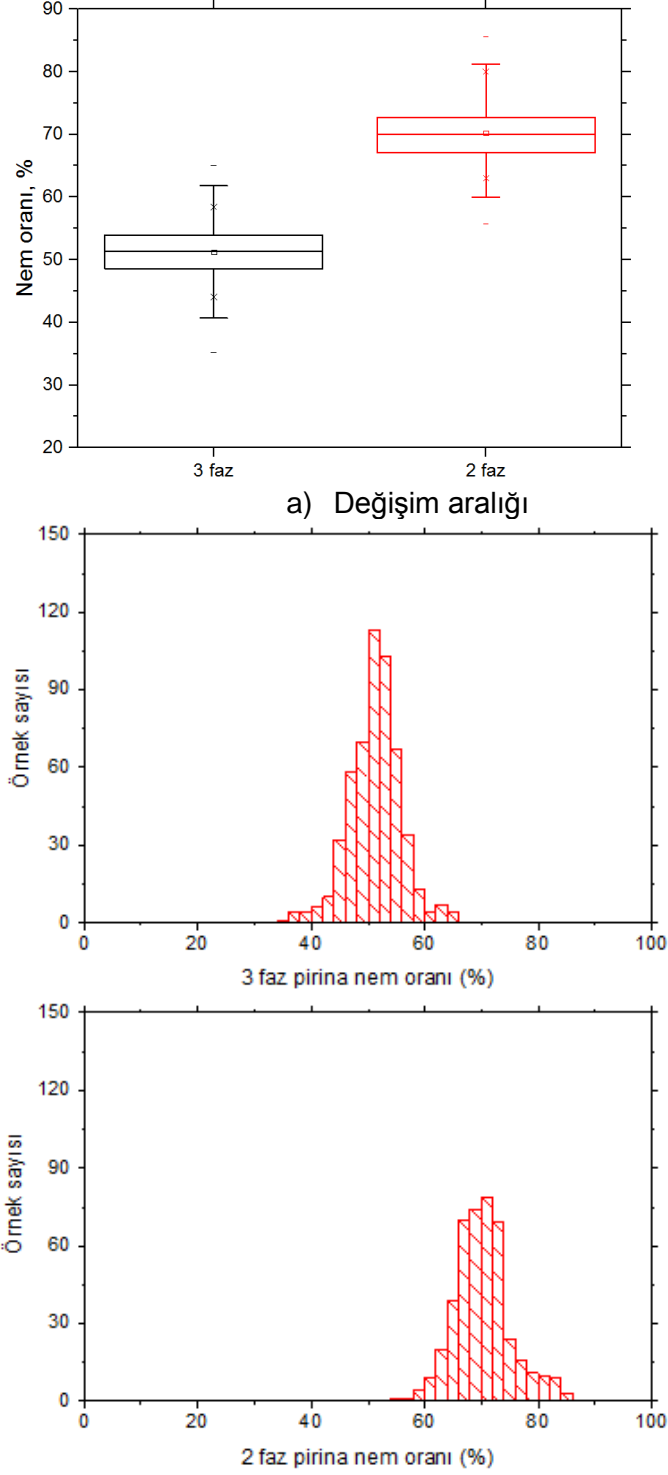
Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 169 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

sıkılmaktadır. Nem değerindeki %67'den %82'ye olan artışın sebebi çekirdeklerin ayrılması ile ilişkilidir.

Tablo 42'de yer alan tüm pirinaların sonuçları nem açısından değerlendirildiğinde, 3 faz pirinanın ortalama neminin %51,2 olduğu, minimum ve maksimum değerlerinin ise %35,2 ve 65 olduğu görülmektedir. 2 fazlı üretimde ise ortalama nem %70,2, minimum %55,7, maksimum ise % 85,5 olmuştur. Her iki üretim prosesi, pirinanın nem içeriği açısından karşılaştırıldığında, 3 faz pirinanın yaklaşık %30 oranında 2 faz pirinadan daha kuru olduğu söylenebilir. Her iki üretim prosesi için de, nem oranının dağılımı ve kümelenmeleri incelendiğinde (Şekil 38), her iki pirinada da ortanca değerlerin ortalama ile hemen hemen aynı olduğu, verinin %50'sinin (%75 ve 25 persentil aralığı) her iki durumda da ortalamadan eşit uzaklıkta olduğu, bir bölgede yığılma ya da çarpılma olmadığı görülmektedir. Histogram dağılımı da bunu destekler durumdadır. Her iki üretim şeklinde de minimum nem oranlarına sahip az sayıda pirina sonucu olduğu, buna karşın maksimum değerlere yakınlık açısından değerlendirildiğinde 2 faz pirinada daha fazla sayıda yüksek değer olduğu görülmektedir. Bir başka ifadeyle, 2 faz pirinada %5 persentil değeri maksimum değerine daha yakındır. Özetle, 2 faz pirinada nem değerlerinin, 3 fazlı pirinaya kıyasla bir miktar yukarıya ötelendiği ve çok az bir miktar daha yayıldığı söylenebilir.

Üretim prosesine bağlı olarak nem içeriğinin farklılık göstermesi, aynı miktarda zeytin işlendiğinde, oluşan pirinanın toplam kuru madde miktarları birbirine yakın olsa da farklı üretim proseslerinde oluşan pirina miktarının farklı olması ile sonuçlanmaktadır. Özetle, aynı miktarda zeytin işlendiğinde farklı üretim proseslerinde oluşacak pirina miktarı 2 fazlı üretimde, 3 fazlı üretime göre daha fazla olmaktadır. Farklı üretim prosesinde oluşan pirinanın % kompozisyonundaki farklılık büyük oranda içerdiği su miktarındaki farktan kaynaklanmaktadır. Nem oranı dikkate alınarak kuru madde içeriği parametreler açısından karşılaştırıldığında benzerlik göstermektedir. Nem içeriği dışında, 3 fazlı ve 2 fazlı sistemdeki en büyük fark 3 fazlı üretimde zeytin içinde çözünmüş durumda olan bazı maddelerin ve aynı zamanda bir miktar katı maddenin pirinada değil karasu tarafında yer almasıdır.



Şekil 38 Üç faz ve iki faz pirina nem oranları, %, a) değişim aralığı, b) dağılımı



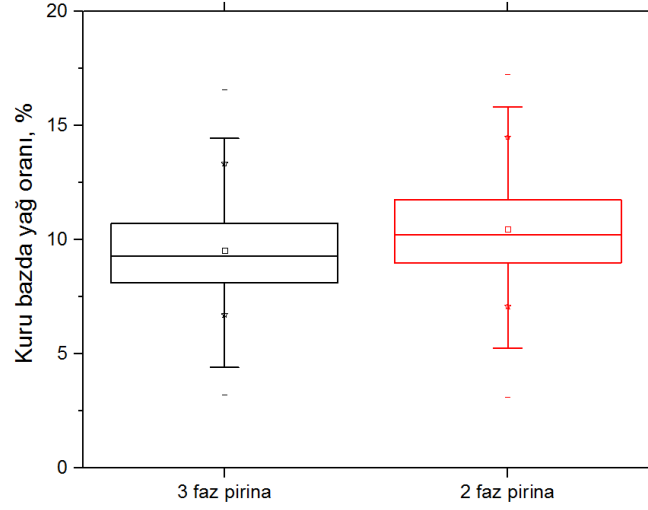
TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 171 / 331

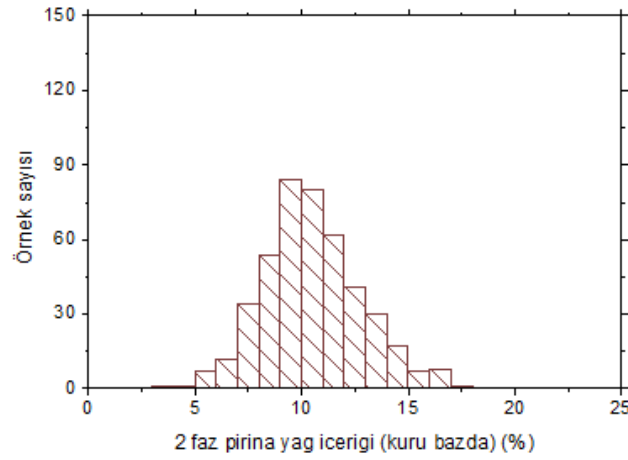
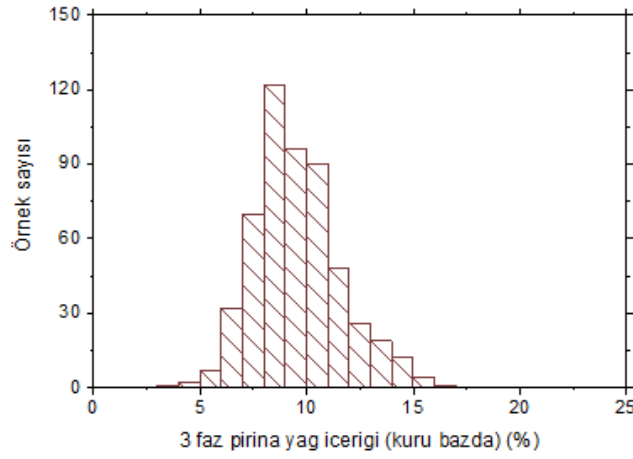
Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 42'de yer alan pirina analiz sonuçları kuru bazda yağ içeriği açısından değerlendirildiğinde, 3 faz pirinanın ortalama yağ oranının %9,54 olduğu, minimum ve maksimum değerlerinin ise %3,2 ve 16,7 olduğu görülmektedir. 2 fazlı üretimde oluşan pirinanın ise kuru bazdaki yağ oranı ortalama %10,47, minimum %3,1, maksimum ise % 17,2 olmuştur. Her iki üretim prosesi, pirinanın kuru bazdaki yağ içeriği açısından karşılaştırıldığında, 3 faz pirinanın kuru bazda yaklaşık %9 oranında (1 puan) 2 faz pirinadan daha az yağlı olduğu söylenebilir. İki üretim prosesinde gözlenen aradaki fark değerlendirildiğinde sanki üretici açısından bir kayıp olabileceği düşünülse de, 3 faz üretimde sistemden kayıp olarak çıkan bir başka yağ kaçağının da karasu ile gerçekleştiği akla gelmektedir. Üretilen yağ miktarının karşılaştırılması için bu kaybın da göz önüne alınarak hesap yapılması son derece önemlidir. Bu karşılaştırmanın yapıldığı ve her iki proses için de kütle dengesinin çıkarıldığı çalışma sonuçları, Bölüm 5.1.1'de detaylı olarak sunulmuştur. Her iki üretim prosesi için de kuru bazdaki yağ oranının dağılımı ve kümelenmeleri Şekil 39'da gösterilmiştir. Her iki pirinada da ortanca değerlerin ortalamanın bir miktar altında olduğu ve verinin %50'sinin yer aldığı aralıkta (%75 ve 25 persentil aralığı) bir miktar ortalama üstünde yığılma olduğu, hafif bir çarpılma olduğu görülmektedir. Histogram dağılımı da bunu destekler durumdadır. Her iki üretim şeklinde de minimum nem oranlarına sahip az sayıda pirina sonucu olduğu, buna karşın maksimum değerlere yakınlık açısından değerlendirildiğinde nem oranına benzer şekilde 2 faz pirinada daha fazla sayıda yüksek değer olduğu görülmektedir. Özetle, nem oranına benzer şekilde 2 faz pirinada kuru bazdaki yağ oranının, 3 fazlı pirinaya kıyasla bir miktar yüksek olduğu, sonuçların bir miktar daha yayvan olduğu söylenebilir.

Proje kapsamında alınan numunelerin analiz sonuçları incelendiğinde, 2 faz üretimdeki sonuçların gerek nem, gerekse de yağ içeriği açısından ortalamanın bir miktar üstünde olduğu görülmektedir (3 fazlı üretimden çıkan kuru pirinadaki ortalama değer %9,5 civarlarında iken, 2 fazlı üretimde bu değer %11,2 civarlarındadır). Bununla birlikte, S.S.1076 Nolu Aydın Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Koop.'de ikinci kademe sıkma işleminde yağ içeriğindeki artışın nedeni yine çekirdeklerin ayrılması ve kalan toplam hacimde yağın değerlendirilmesi ile ilişkilidir. Doğuş Pirina İşleme tesisinden alınan 3 fazlı ve 2 fazlı üretim çıkışı örneklerinde bu oran sırasıyla %8 ve %9 olarak değişmektedir.



a) Değişim aralığı



b) Dağılımı

Şekil 39 Üç faz ve iki faz pirina yağ içeriği (kuru bazda), %, a) değişim aralığı, b) dağılımı

Tablo 42 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

Tablo 43 ve Tablo 44'den görüldüğü üzere, yakıt olarak kullanılması hedeflenen pirinanın, kuru bazda kalorifik değeri 2 fazlı ve 3 fazlı üretime göre çok değişmemekle birlikte, 2 fazdan çıkan pirinanın kurutulması için kullanılan enerji miktarı, %35-50 oranlarında artış gösterdiği belirtilmektedir. Yakıt olarak kullanılması planlanan pirina için dikkate alınması gereken bir diğer parametre, sodyum içeriği olup, ilgili Yönetmelikteki kriter değer 1000 ppm olarak verilmiştir. İstenen değer işlenmiş pirina için olduğu, bir diğer ifadeyle nem içeriği %15'in altına düşürülmüş pirina için olduğu dikkate alındığında, bu değer kuru bazdaki pirinanın sodyum içeriği ile karşılaştırılması gerekmektedir. Tablo 43'de 2 fazlı ve Tablo 44'de ise 3 fazlı pirinanın kuru bazdaki sodyum değerlerine bakıldığında en yüksek değer 218 mg/kg olduğu ve sınır değer altında kaldığı görülmektedir. İşlenmiş pirinanın yakılabilmesi ile ilgili yönetmelikte izin verilen en fazla kül değeri %5 olarak verilmiştir. Tablo 43 ve Tablo 44'e bakıldığında, pirina yakıldıktan sonra kalan kül değeri %2,59-5,69 arasında yer almaktadır.

Pirinanın yem maddesi olarak kullanılabilmesi durumu dikkate alındığında, kuru maddenin neredeyse tamamının organik madde oluşu ve besin maddeleri ve eser elementler açısından da son derece zengin oluşu dikkat çekicidir. Pirinanın yem üretiminde %5-10 katkı maddesi olarak kullanıldığı görülmektedir. Çeşitli kaynaklarda yeme eklendiğinde et, süt ve gelişim özellikleri açısından hayvan üstündeki etkisi incelenmekle birlikte, , pirinanın kokusuna ve içeriğindeki ligninin, hayvan bünyesinde parçalanamaması gibi sebeplerle pratikte olumsuz yaklaşımların da olduğu gözlemlenmiştir. Bu çerçevede, bu konuda daha fazla çalışma



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 174 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

yapılmasına, pirinanın yem maddesi olarak değerlendirilebilmesine yönelik çeşitli ön işlemlerin denenmesi önerilmektedir.

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 175 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 43 Proje kapsamında ve literatürde incelenen 2 fazlı zeytinyağı üretim tesislerde pirina karakterizasyonu

Parametre	Birim	Ziyaret Edilen Zeytinyağı Üretim Tesisi							Literatür				
		S.S. 153 Nolu Milas Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifi	Yeniçağ Gıda san. Tic. A.Ş.	S.S.874 Nolu Ödemiş Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Kooperatifi	S.S.994 Nolu Altınoluk Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Koop.	S.S.1076 Nolu Aydın Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Koop. (1.sıkım)	S.S.1076 Nolu Aydın Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Koop. (2.sıkım)	Doğuş Pirina (2 fazlı üretimden gelen pirina örneği)	1	2	3	4	5
Üretim Prosesi		2 fazlı	2 fazlı	2 fazlı	2 fazlı	2 fazlı	2 fazlı						
Alt Isıl Değer (Kuru Baz)	cal/g	5.168	5.753	5.414	4.839	4.976	5.256	5.424					
Toplam Nem	%	70,9	72,4	62,3	67,3	67	81,9	72,8	58-67	56-75	65	57	64
Yağ (Kuru Baz)	%	15	9	13	9	12	18	9					
TKN*	mg/kg		11.300	9.663	9.629	8.149	13.578	10.181					
TP*	mg/kg		1.369	1.038	1.435	1.585	1.878	1.136					
Na (Kuru Baz)	mg/kg	29,5	218,1	32,2	26,7	45,7	199,1	146,6					
Kül (Kuru Baz)	%	5,11	5,7	4,9	5	4,87	8,7	5,3	2-3,4				
Gümüş (Ag)	mg/kg	0,52	0,644	1,8	3,5	3,1	0,992	0,223					
Alüminyum (Al)	mg/kg	18,9	273,5	43,1	57,1	70,9	47,3	120,4					
Arsenik (As)	mg/kg	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012					
Bor (B)	mg/kg	6,6	18,44	17,3	20,9	14,6	22,6	17,6					
Baryum (Ba)	mg/kg	0,28	5,6	5,7	2,7	3,6	2,6	2,9					
Kalsiyum (Ca)	mg/kg	1,014	1,784	1,675	1,221	1,319	1,950	1,588					
Kadmiyum (Cd)	mg/kg	0,031	<0,001	0,01	0,045	<0,001	<0,001	<0,001					
Kobalt (Co)	mg/kg	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002					
Krom (toplam) (Cr)	mg/kg	1,324	6,6	0,691	1,1	0,739	1,5	2,6					
Bakır (Cu)	mg/kg	9,2	11,24	10,4	10,7	5,40	8,5	9,5					
Demir (Fe)	mg/kg	64,8	300,7	81,4	160,4	86	194,4	285,4					
Civa (Hg)	mg/kg	<0,05	0,366	<0,05	1,9	0,256	<0,05	0,186					
Magnezyum (Mg)	mg/kg	155,5	574,6	487,4	519,9	510	745,8	605,9					
Mangan (Mn)	mg/kg	3,2	15,1	7,1	9,6	7,1	10,1	16,9					
Molibden (Mo)	mg/kg	0,27	0,405	0,135	0,504	0,348	0,476	0,259					
Nikel (Ni)	mg/kg	0,868	4,9	2,7	0,596	0,675	1,9	2,5					
Kurşun (Pb)	mg/kg	<0,007	<0,007	<0,007	<0,007	6,5	1,5	0,218					
Antimon (Sb)	mg/kg	<0,016	<0,016	<0,016	<0,016	<0,016	<0,016	<0,016					
Selenyum (Se)	mg/kg	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015					
Talyum (Tl)	mg/kg	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013	<0,013					
Çinko (Zn)	mg/kg	21	741	235	478	457	1.545	1.118					
Organik Madde	%									85-98	94,3	98,5	91,6
Lignin	%								39-44	32-56	47,5	19,8	46,8
Selüloz	%									14-25	17,3	33,7	
Suda çözünebilir fenoller	%									1,29-16,4	9,6	19,3	10,4
C/N Oranı	-									45-66	28-73		
Yağ	%								0,98-8,1	7,8-19,5			

* TP ve TKN dışında analizler Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Referans Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. TP ve TKN parametreleri TUBITAK MAM tarafından analiz edilmiştir.

** (1) Baeta-Hall ve diğ. (2005); (2) Albuquerque ve diğ. (2004); (3) Cayuela, (2004); (4) Vlyssides ve diğ. (2004); (5) Cegarra ve diğ. (2000)

Tablo 44 Proje kapsamında ve literatürde incelenen 3 fazlı zeytinyağı üretim tesislerde pirina karakterizasyonu

Parametre	Birim	Ziyaret Edilen Zeytinyağı Üretim Tesisi*			Literatür				
		S.S.76 Nolu Burhaniye Zeytin ve Zeytinyağı Tarım Satış Koop. (Balıkesir)	Verde Yağ Besin Maddeleri San. Ve Tic. A.Ş.(İzmir)	Doğuş Pirina (3 fazlı üretimden gelen pirina örneği) (Balıkesir)	1	2	3	4	5
Alt Isıl Değer (Kuru Baz)	cal/g	4.442	5.076	5.556					
Toplam Nem	%	47,7	50,7	53,3	40,5		55	50,23±1,935	60
Yağ (Kuru Baz)	%	8	11	8	7,13		3	3,89±1,449	
TKN*	mg/kg	13.906	5.249	8.338					
TP*	mg/kg	928	711	843					
Na (Kuru Baz)	mg/kg	30	20,4	87,7					
Kül (Kuru Baz)	%	2,6	2,6	3,4	3,71	1,7-4	4-12	1,70±0,105	
Gümüş (Ag)	mg/kg	0,797	0,687	1,8					
Alüminyum (Al)	mg/kg	407,4	35,7	214					
Arsenik (As)	mg/kg	<0,012	<0,012	<0,012					
Bor (B)	mg/kg	12,2	13	14,51					
Baryum (Ba)	mg/kg	6,9	1,8	5,3					
Kalsiyum (Ca)	mg/kg	1.443	1,6	1,8					
Kadmiyum (Cd)	mg/kg	<0,001	<0,001	<0,001					
Kobalt (Co)	mg/kg	<0,002	<0,002	<0,002					
Krom (toplam) (Cr)	mg/kg	3,4	1,1	5,3					
Bakır (Cu)	mg/kg	7,4	7,02	9,3					
Demir (Fe)	mg/kg	440,3	57,2	303,7					
Civa (Hg)	mg/kg	<0,05	<0,05	0,087					
Magnezyum (Mg)	mg/kg	286,1	279,9	481,9					
Mangan (Mn)	mg/kg	12,4	5	10,5					
Molibden (Mo)	mg/kg	0,422	0,155	0,261					
Nikel (Ni)	mg/kg	1,3	0,282	5,03					
Kurşun (Pb)	mg/kg	1,3	0,099	1,9					
Antimon (Sb)	mg/kg	<0,016	<0,016	<0,016					
Selenyum (Se)	mg/kg	<0,015	8,2	<0,015					
Talyum (Tl)	mg/kg	<0,013	<0,013	<0,013					
Çinko (Zn)	mg/kg	11	37	166					
Protein	%					3,43-7,26		3,43±0,017	1,5
Şeker	%					0,99-1,38		0,99±0,012	3
Selüloz	%					17,37-24,14		17,37±0,203	10,5
Organik Madde	%					85		-	
Lignin	%					0,21-14,18		10,21±0,209	11,6
Fenolik Bileşikler	%					0,2-1,146		0,326±0,035	0,2

* TP ve TKN dışında analizler Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Referans Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. TP ve TKN parametreleri TUBITAK MAM tarafından analiz edilmiştir.

** (1) Papaioannou ve diğ. (2013); (2) Dermeche ve diğ. (2013); (3) Caputo ve diğ. (2003); (4) Vlyssides ve diğ. (2003); (5) Borja ve diğ. (2002)

5 ZEYTİNYAĞI ÜRETİM PROSESLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

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

İki fazlı ve üç fazlı üretim prosesleri arasındaki en büyük fark, iki fazlı üretimde dekantasyon aşamasında su kullanılmaması ve bu işlemde atıksu oluşmamasıdır. Dekantasyon aşamasında oluşan atıksu, ilave edilen su ile birlikte zeytinin özsuyunun da bir kısmını alarak sistemi terk etmesi sonucunda oluşmaktadır. Bu atıksular, koyu kahverengi rengi ve içerdiği zeytin özsuyu ile karasu olarak nitelendirilmektedir. Zeytinyağı üretimi sırasında ortaya çıkan karasuyun, kirlitici özelliği çok yüksektir. Karasu miktarı, üretim prosesine ve işletme koşullarına bağlı olarak farklılıklar göstermekle birlikte, 1 ton zeytinin işlem görmesi sırasında 0,5–1,5 m³ civarında atıksu oluşmaktadır (Rozzi ve Malpei, 1996). Karasuyun KOİ/BOİ₅ oranı 2,5-5 aralığında olup, biyolojik olarak zor ayrışabilen bir atıksudur. Bu atıksu, içerdiği KOİ (50-200 g/L KOİ) değeri ile evsel atıksuya göre (yaklaşık 500 mg/L KOİ) 100-400 kat daha kirlitici özelliğe sahiptir. Ayrıca yüksek miktarda katı madde (20 g/L toplam katı maddeye kadar) ve asidik pH (3-5,9) değerine sahiptir. Bununla birlikte, yüksek miktarda fenolik bileşikler içermektedir.

Zeytinyağı elde edilmesi sırasında, özellikle Akdeniz ülkelerinde binlerce ton halinde ortaya çıkan karasuyun yoğun kirliliğe sebep olduğu, birçok çalışma tarafından ortaya konulmuştur. Bu kirliliğin nedeni, karasuyun içeriğindeki yüksek oranlarda organik madde ve fenol türevlerinden kaynaklandığı ifade edilmektedir. Büyük miktarda organik madde ve yağ içeren karasuyun, alıcı ortama doğrudan verilmesi halinde, alıcı su ortamlarındaki aşırı oksijen tüketimi yanında, su yüzeyinin yağ tabakası ile kaplanmasına ve oksijen transferinin engellenmesine neden olmaktadır (Yıldırım, 2014).

Karasuyun, zirai amaçlı sulamada kullanılmasına bakıldığında, yüksek asidite ve tuzluluk içeriğine sahip olduğu için uygulamada dikkatli ve çok kontrollü olunmak durumundadır, uzun dönemli etkileri konusunda riskler bulunmaktadır. Diğer taraftan, lagünlerde buharlaştırma yolu ile bertarafı, koku ve sivrisinek problemi ve lagünlerin sızdırmazlığının sağlanmadığı durumda, yeraltı suyunun kirlenme riski gibi sakıncalar ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca, fenolik maddelerin, fitotoksik ve antibakteriyel etkileri de göz önüne alındığında, hem toprağa, hem de su kaynaklarına yapılacak doğrudan deşarjlarda ciddi problemler yaratacağı bilinmektedir (Yıldırım, 2014).

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. Her iki üretimde de, ana hammadde zeytindir, üretimde farklı oranlarda su kullanılır ve sonuç olarak her iki üretim şeklinde de, zeytindeki yağın ayrılmasından sonra geriye pirina kalır ve atıksu oluşur. Bu çerçevede, 3 faz ve 2 faz zeytinyağı işletmeleri için kütle dengesi hesabı detayları aşağıda verilmiştir.

5.1.1 Kütle Dengesinin Çıkarılması

Kütle dengesi hesabının aşamaları şunlardır;

- **Tüm girdi ve çıktıların tanımlanması:** Girdiler: zeytin ve su, çıktılar ise yağ, atıksu ve pirina olacaktır.
- **Girdilerin kademelendirilmesi ve detaylandırılması:**
Başlangıç girdisi olan zeytinin bileşenlerine ayrılması; zeytin, yağ, katı madde ve su olacak şekilde katmanlarına ayrılarak hesaplara dahil edilmiştir. Burada amaç, hammaddeyi içeriğine göre ayırarak, her bir bileşenin (örneğin yağ, su ve katı madde) başlangıç miktarını ortaya koymaktır. *Su kullanımının detaylandırılması;* benzer şekilde; diğer girdi olan su kullanımı da, üretimin tüm aşamaları için kademelendirilmiş ve birim ürün başına kullanılan su miktarı tahmin edilmiştir.
- **Kütle dengesi analizi:** tüm girdiler detaylandırıldıktan ve girdiler birim ürün başına olacak şekilde tanımlandıktan sonra, üretim prosesine göre kütle dengesi hesabına geçilmiştir. Üretimin her aşaması ayrı ayrı değerlendirilmiş ve her bir proses için, tüm girdi ve çıktılar kütleli olarak hesaplanmıştır (hesap detayları aşağıda verilmiştir).

Verilerin Değerlendirilmesi

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.

Kullanılan ve analiz edilen verilere ait bilgilerin detayları aşağıda verilmiştir.

- Ülkemizde yağlık olarak işlenen zeytin çeşitlerinin kompozisyonuna yönelik bilgiler; Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Zeytin ve Zeytincilik Araştırma İstasyonu Kültür Koleksiyonu verileri, farklı zamanlarda ve farklı bölgelerde yetişen yağlık çeşitlerin

kompozisyonunun da incelendiği doktora tezi (Kıralan 2010) verileri dikkate alınarak oluşturulmuştur,

- Ülkemizde farklı bölgelerde işlenen zeytinin çeşitlerinin kullanım oranları tahmini Zeytin Araştırma İstasyonu'ndan temin edilmiştir. Buna göre, zeytin çeşidine ve bölgesine bağlı olarak ortalama bir kompozisyon tahmin edilmiştir (giriş hammaddesi olan zeytin için ortalama içerik hesaplanmıştır),
- Ortalama kompozisyon Kıralan (2010) çalışmasında analiz edilen zeytin çeşitlerinin farklı bölgelerdeki karakterizasyonu ve koleksiyonda yer alan karakterizasyon ve çeşitlerin kullanılma ağırlıkları dikkate alınarak tahmin edilmiştir.
- İşletmelerin çeşitli aşamalarda, birim ürün başına kullandıkları su miktarı tahmini, yerinde ziyaret edilen işletmelerden toplanan veriler kullanılarak belirlenmiş, ortalama değer literatürle karşılaştırılarak kontrol edilmiştir,
- 3 faz ve 2 faz pirina analiz sonuçları (nem, yağ ve kuru bazdaki yağ içeriği) pirina işletmelerinden temin edilmiş (toplam 1000 civarında pirina örneği analizi), ayrıca saha ziyaretleri sırasında aldığımız numune analiz sonuçları da eklenerek ortalamaları belirlenmiştir,
- Karasuyun yağ içeriği ise literatür verileri dikkate alınarak tahmin edilmiştir,
- Su miktarlarının tahmin edilmesi: farklı aşamalarda kullanılan su miktarı, saha çalışmaları sırasında toplanan bilgiler kullanılarak hesaplanmış ve ortalaması alınarak hesaplara dahil edilmiştir

Bu çerçevede, birim su kullanım bilgileri, Tablo 46'te, tüm Ege ve Marmara Bölgelerinde işlenen yağlık zeytin çeşidinin kullanılma sıklığına bağlı olarak hesaplarda kullanılan ortalama kompozisyon ise Tablo 45'da verilmiştir.

Tablo 45 Ege ve Marmara Bölgesi için ortalama kompozisyon

Bölge	Yağ oranı (yağ ağırlıkta) (%)	Meyvede çekirdek oranı (%)	Meyvede et oranı (%)	Nem (%)
Marmara ve Ege Bölgesi ortalaması*	26,1	13,8	86,2	51,1

* Bölgeye göre en çok kullanılan zeytin çeşidi tahmini, bölgesel üretim miktarları ve zeytin çeşitlerinin karakterizasyonu (Kıran 2010) dikkate alınarak oluşturulan ağırlıklı ortalama.

Tablo 46 Birim su kullanımları

FİRMA	Kullanılan Yıkama Suyu (L/1 ton zeytin)*	Malaksörde Kullanılan Su (L/1 ton zeytin)	Dekantörde Kullanılan Su (L/1 ton zeytin)	Seperatörde Kullanılan Su (L/1 ton zeytin)
İşletme 1	200	50	-	100
İşletme 2	150	75	-	75
2 faz				
İşletme 3	200	50	-	50
İşletme 4	200	75	-	100
İşletme 5	175	100	600	100
İşletme 6	150	50	450	100
İşletme 7	150	50	650	100
3 faz				
İşletme 8	200	100	650	100
İşletme 9	150	50	500	75
İşletme 10	250	75	550	100
İşletme 11	150	50	650	150
İşletme 12	150	50	500	100

*Bu miktar zeytinin toplama dönemine, hava şartlarına ve baş ya da dip zeytin olmasına göre değişkenlik göstermektedir.

Kütle dengesi hesapları

Hammadde özelliğine bağlı olarak, başlangıç kütlelerinin (yağ, sıvı ve katı madde) belirlenmesi aşaması, her iki üretim prosesi için de aynıdır. Daha sonraki aşamalarda ise prosese göre farklılıklar olacağından, 2 fazlı ve 3 fazlı üretim için ayrı ayrı hesap yapılmıştır. Üretilecek yağ miktarı, oluşacak atıksu ve pirina miktarlarının nasıl hesaplandığı aşağıda detaylı olarak anlatılmıştır.

Başlangıç miktarlarının belirlenmesi

Zeytinin yağ oranı ve nem oranı kullanılarak, zeytinin katı kısmının (çekirdek dahil) oranı bulunmuştur. Daha sonra oranlar bilgisi kullanılarak, işlenecek 1 ton zeytinin kütsel olarak başlangıçtaki yağ, sıvı (su ve çözünmüş maddeler) ve katı madde miktarı hesaplanmıştır.

Üretilecek yağ miktarı, oluşacak atıksu ve pirina miktarlarının hesaplanması

2 faz işletme için:

Üretilen yağ miktarı, başlangıç girdisindeki yağ miktarı ve kayıp yağ miktarı kullanılarak hesaplanır. Buna göre;

Üretilen yağ miktarı = zeytinde bulunan potansiyel yağ miktarı (başlangıç)– pirina ile kaybedilen yağ miktarı,

Zeytinde bulunan potansiyel yağ miktarı (başlangıç)= işlenen zeytin miktarı x zeytinin yağ içeriği (%),

Toplam su kullanım miktarı ve atıksu miktarı, birim üretim başına kullanılan su miktarına bağlı olarak hesaplanır.

Oluşacak pirina miktarı; zeytinin nem ve katı madde içeriğine, ayrıca malaksördeki su kullanım miktarına göre hesaplanır. Buna göre;

2 faz Pirina miktarı = zeytinin su miktarı + zeytinin katı madde miktarı + pirinada kalan yağ miktarı + malaksöre ilave edilen su miktarı,

Pirina ile kaybedilen yağ miktarı = zeytinin katı madde miktarı x pirinanın kuru bazdaki yağ oranı (pirinanın kuru bazdaki yağ oranı olarak yaklaşık 500 pirina verisinin ortalaması kullanılmıştır).

2 faz pirinanın nem oranı: katı madde miktarının/hesaplanan pirina miktarına oranı ile bulunur (analiz sonuçları ile karşılaştırılmıştır),

3 faz işletme için:

Hesap mantığı 2 faz ile aynıdır, ancak 2 fazdan farklı olarak 3 fazda zeytinin özsuyunun bir kısmı karasu olarak atılacaktır. Üretilen yağ miktarı giren ve kayıp yağ miktarı kullanılarak hesaplanır. Buna göre;

Üretilen yağ miktarı = zeytinde bulunan potansiyel yağ miktarı – pirina ile kaybedilen yağ miktarı – karasu ile kaybedilen yağ miktarı,

Zeytinde bulunan potansiyel yağ miktarı = İşlenen zeytin miktarı x zeytinin yağ içeriği (%),

Oluşacak pirina miktarı; zeytinin nem ve katı madde içeriğine ve 3 faz pirinanın katı madde oranına bağlı olarak hesaplanır. Buna göre;

3 faz Pirina miktarı = (zeytinin katı madde miktarı + pirinada kalan yağ miktarı) / (3 faz pirinanın katı madde oranı)

Pirina ile kaybedilen yağ miktarı = zeytinin katı madde miktarı x pirinanın kuru bazdaki yağ oranı (pirinanın kuru bazdaki yağ oranı olarak yaklaşık 500 pirina verisinin ortalaması kullanılmıştır).



TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 182 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Toplam su kullanım miktarı, birim üretim başına kullanılan su miktarına bağlı olarak hesaplanmıştır. Toplam atıksu miktarı, kullanılan su miktarı ve zeytinin öz suyundan atıksuya giden miktar göz önüne alınarak hesaplanmıştır.

Son olarak her iki üretim şekli için de, tüm girdi ve çıktıların toplamının eşit olup olmadığı kontrol edilmiştir.

Aşağıda 1000 ton zeytin işlenmesi durumunda üretilen yağ, oluşacak atıksu, pirina ve kullanılan su miktarları aşağıda karşılaştırmalı olarak verilmiştir (Tablo 47). Tablodan görüldüğü üzere, 2 fazlı ve 3 fazlı üretimde, elde edilecek yağ miktarında önemli bir fark görünmemektedir. Her ne kadar, 2 fazlı pirina 3 fazlı pirinaya kıyasla kuru bazda daha fazla yağ içeriyor olsa da, 2 fazlı üretimde dekantasyon aşamasında karasu oluşmadığı için karasu ile yağ kaybı olmamakta ve toplamda üretilen yağ oranı önemli oranda etkilenmemektedir. Hatta 2 fazlı üretimde az bir miktarda da olsa daha fazla zeytinyağı üretilmesi beklenmektedir (1000 ton işleme için yaklaşık 0,3 ton). Karasuyun yağ konsantrasyonunun bir başka ifadeyle karasu ile kaybedilen yağ miktarının fazla olduğu durumlarda aradaki farkın artması muhtemeldir. Saha ziyaretleri ve dekantör üreticileri ile yapılan görüşmelerde, eski nesil dekantörlerde yağ kaybı olduğu ancak yeni teknolojinin 2 fazlı lehine geliştiği ve performans kaybının olmadığı belirtilmiştir. Elde edilen sonuçlar bununla örtüşmektedir. Bu çerçevede, Ülkemizdeki yaklaşık 1.000.000 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.

TUBITAK MAM ÇTÜE

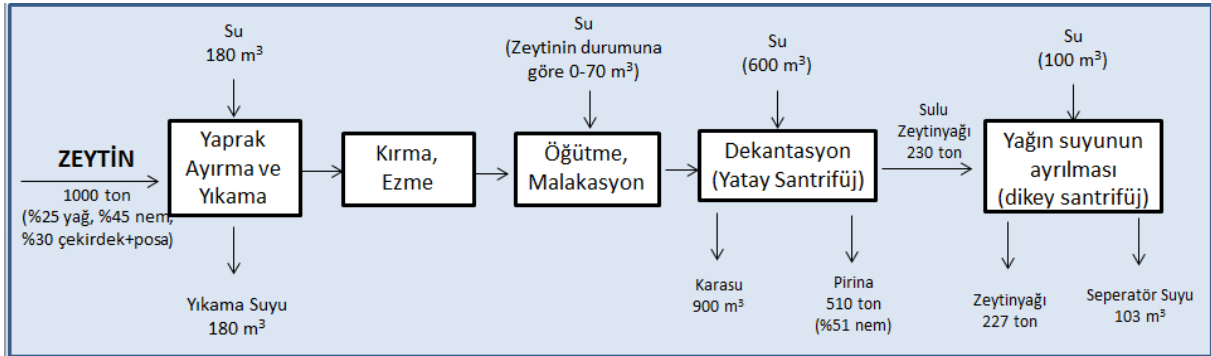
Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 183 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 47 Sezonda 1000 ton işlenen zeytin için 2 faz ve 3 faz karşılaştırılması

Parametreler		2 faz üretim	3 faz üretim
Zeytin kompozisyonu	Zeytinin yağ oranı	26,08%	26,08%
	Zeytinin nem oranı	51,14%	51,14%
	Zeytinin katı madde+PM+çekirdek oranı	22,78%	22,78%
	Zeytinin Çekirdek oranı	13,78%	13,78%
Su kullanımı	Birim yıkama suyu miktarı, kg su/kg zeytin	0,18	0,18
	Birim Malaksör suyu miktarı, kg su/kg zeytin	0,06	0,06
	Birim Dekantör suyu miktarı, kg su/kg zeytin	0,0	0,6
	Birim Separatör suyu miktarı, kg su/kg zeytin	0,07	0,10
	Yıkama atıksuyu miktarı, m ³ /sezon	180	180
	Malaksör suyu miktarı, m ³ /sezon	60	60
	Separatör atıksuyu miktarı, m ³ /sezon	70	100
	Dekantör suyu miktarı, m ³ /sezon	0	600
	Üretimde toplam su tüketimi, m ³ /sezon	310	940
	Potansiyel yağ, ton/sezon (zeytinin toplam yağı)	260,8	260,8
Potansiyel	Potansiyel sıvı, ton/sezon (zeytinin toplam suyu+ çözülmüş maddeler)	511,4	511,4
	Potansiyel katı, ton kuru madde/sezon (zeytinin toplam K.M+ partiküler maddeler)	227,8	227,8
	Pirinanın yağ oranı, % (kuru madde bazında)	10,4%	9,5%
Pirina ve karasu özellikleri	Karasuyun yağ içeriği, kg/m ³	-	3,0
	Pirinada kalan yağ miktarı ton/sezon	23,7	21,7
	Karasuda kalan yağ miktarı ton/sezon	-	2,3
Zeytinyağı, atıksu, pirina miktarı	Üretilen zeytinyağı miktarı, ton/sezon	237,1	236,8
	Oluşan atıksu miktarı (m ³ /sezon) (2 faz yıkama+seperatör, 3 faz: yıkama+ dekantör +separatör)	250	1194
	Oluşan pirina miktarı, ton/sezon	820	509
	Oluşan pirinanın yağ içeriği, %	3%	4,3%
Atık özellikleri	Oluşan pirinanın Katı Madde içeriği	31%	49%
	Sadece separatör suyu karışırsa, pirina KM	28%	-
	Sadece separatör suyu karışırsa, pirina miktarı, ton/sezon	893	-

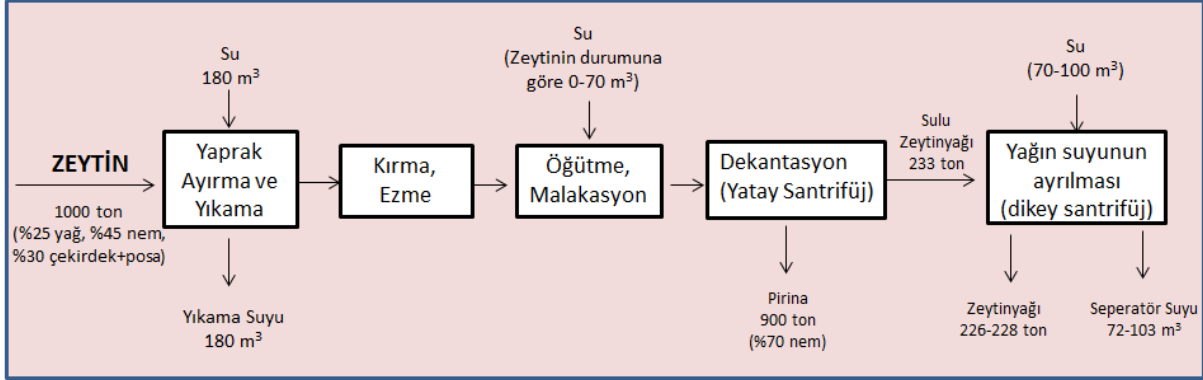
Yukarıda detayları verildiği üzere, 3 fazlı üretim prosesinde, 1000 ton zeytin işlenmesi sırasında, ortalama 180 m³ yıkama suyu kullanılmakta ve bu işlem sırasında 180 m³ atıksu oluşmaktadır. Malakasyon ünitesinde ise, zeytinin durumuna göre 0-70 m³ göre su ilavesi yapılmaktadır, bu ünite de atıksu oluşmamaktadır. Dekantasyon ünitesinde ise, proses suyu olarak yaklaşık 600 m³ su ilave edilmekte, bu işlem sonunda, karasu, pirina ve zeytinyağı (az miktarda su ve tortu içermektedir) oluşmaktadır. Dekantöre ilave edilen su ile birlikte zeytinin öz suyunun bir kısmı da atıksu olarak sistemden atılmakta ve dekantörde ortalama 900 m³ atıksu oluşmaktadır. Zeytinyağı tesislerinde oluşan atıksuların büyük çoğunluğu, dekantasyon işlemi sırasında oluşmaktadır. Seperatör ünitesinde ise ortalama 100 m³ su ilave edilmekte ve bu işlem sonrasında, zeytinyağının içinde kalan bir miktar su ve tortu ile birlikte yaklaşık olarak 103 m³ atıksu oluşmaktadır. Üretim proseslerine göre kullanılan su ve oluşan atıksu miktarları daha basit bir şekilde aşağıda şematik olarak gösterilmiştir. Buna göre, (Şekil 40).



Şekil 40 Üç fazlı üretim prosesi kütle dengesi

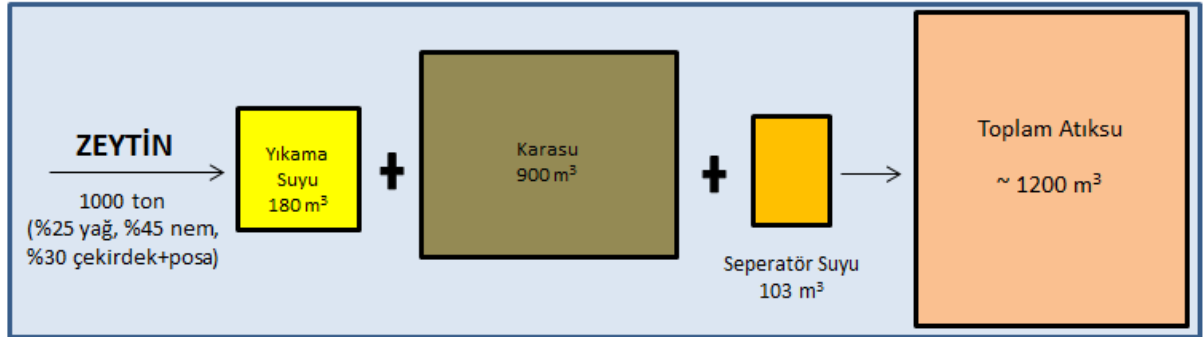
2 fazlı üretim prosesinde, dekantasyon işlemi hariç diğer işlemler 3 fazlı üretim prosesine benzerdir. Dekantasyon işlemi sırasında proses suyu ilave edilmediğinden bu aşamada atıksu oluşmamaktadır (Şekil 41). Bu aşamada seperatör atıksularının, 2 faz pirina içerisinde dahil edileceği ön görülmüştür. Seperatör sularının da ilave edilmesiyle, pirinanın neminin %3 oranında daha düşeceği tahmin edilmektedir (Tablo 47). Ziyaret edilen 2 fazlı üretim tesislerinin çoğunun, seperatör ünitesinde oluşan atıksuları pirinanın içine vererek bertaraf ettiği görülmüştür, bu durum sonuçlarla da uyumludur, pirina analiz sonuçlarının ortalaması olan %29 katı oranı ve seperatör dâhil edildiğinde hesaplanan %28 nem oranı (Tablo 47) ile benzer bulunmuştur. Karakterizasyon çalışması sonuçları göz önünde bulundurularak bu durum ilerleyen aşamalarda yeniden değerlendirilecektir. İşletme ziyaretleri sırasında, 2 faz

üretimde seperatör suyu kullanımının, 3 faza kıyasla bir miktar daha düşük olduğu olduğu bilgisi verilmiştir. Bu nedenle, 2 faz üretimde seperatör suyu bir miktar daha az alınmıştır.

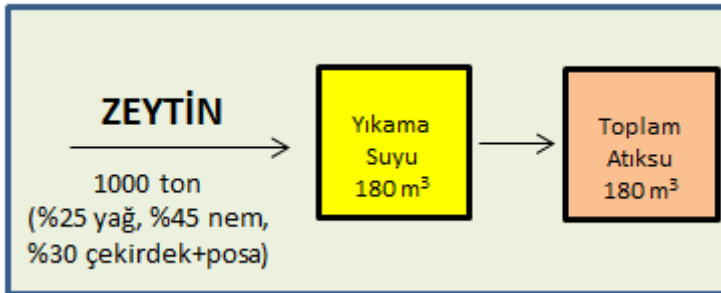


Şekil 41 İki fazlı üretim prosesi kütle dengesi

Görüldüğü gibi, 1000 ton zeytin işlenmesi sonucu, 3 fazlı sistemde yaklaşık 1200 m³ atıksu oluşmakta iken (Şekil 42), 2 fazlı üretim prosesinde ise seperatör ünitesinde oluşan atıksular, pirinan içinde değerlendirildiğinde, sadece yıkama atıksuları kalmakta ve ortalama 180 m³ atıksu oluşmaktadır (Şekil 43).



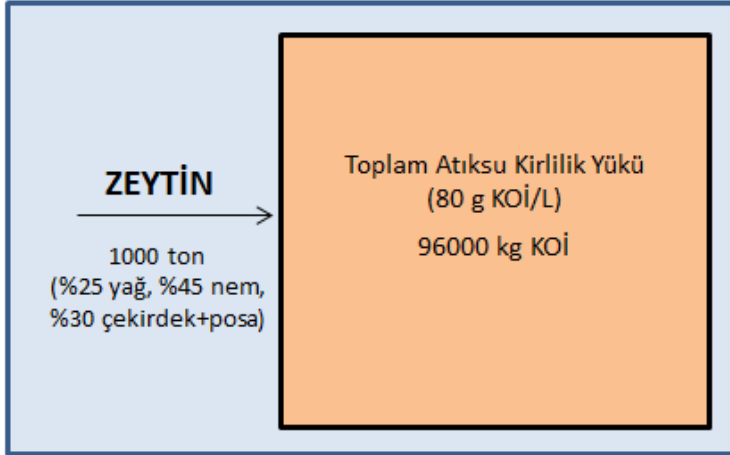
Şekil 42 Üç fazlı üretim prosesinde oluşan atıksu miktarları



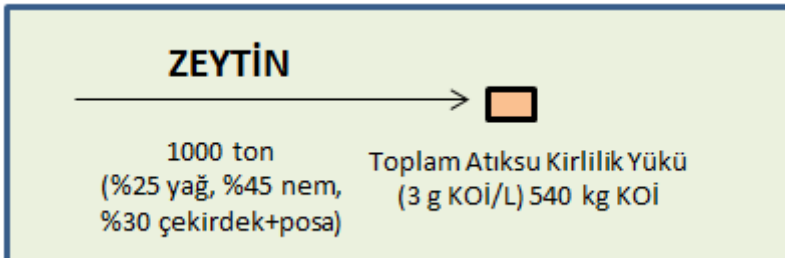
Şekil 43. İki fazlı üretim prosesinde oluşan atıksu miktarları

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 (Tablo 48). Görüldüğü üzere, 2 fazlı sistemlerde, daha az su kullanımına gereksinim duyulduğundan doğal kaynakların korunması açısından avantajlıdır. Yukarıda açıklandığı üzere, 3 fazlı üretim prosesinde oluşan atıksu, yıkamada, dekantörde ve seperatörde kullanılan suların toplamıdır. Bu proseste, yıkama ve seperatör sularının kirlilik yükleri, 1-5 g KOİ/L arasında değişkenlik göstermektedir. Karasu ile ilgili yapılan literatür çalışmalarına bakıldığında, KOİ değerinin 50-200 g/L arasında olduğu görülmektedir. Bölüm 4.3.1'deki karakterizasyon çalışmaları neticesinde, 3 faz atıksuyun KOİ değeri 80 g/L, yıkama suyunun KOİ değeri ise 3 g/L seçilerek hesaplamalar yapılmıştır (Tablo 48). Buna göre, 3 fazlı üretimde 1000 ton zeytin işlenmesi sonucu oluşan atıksuyun kirlilik yükü 96000 g KOİ iken (Şekil 44), 2 fazlı istemdeki atıksu kirlilik yükü sadece 1250 g KOİ'dir (Şekil 45). İki üretim prosesi arasında kirlilik yükleri açısından yaklaşık olarak 70-80 kat fark olduğu görülmektedir. 2 fazlı sistem, sadece atıksu oluşumu açısından değil, atıksu kirlilik yükü açısından da sistemin avantajlı olduğu görülmektedir.



Şekil 44. Üç fazlı prosesinde oluşan atıksu yükü



Şekil 45. İki fazlı prosesinde oluşan atıksu yükü

TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 187 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 48. Üretim prosesine göre su kullanımı, atıksu miktarı ve kirlilik yükünün karşılaştırılması

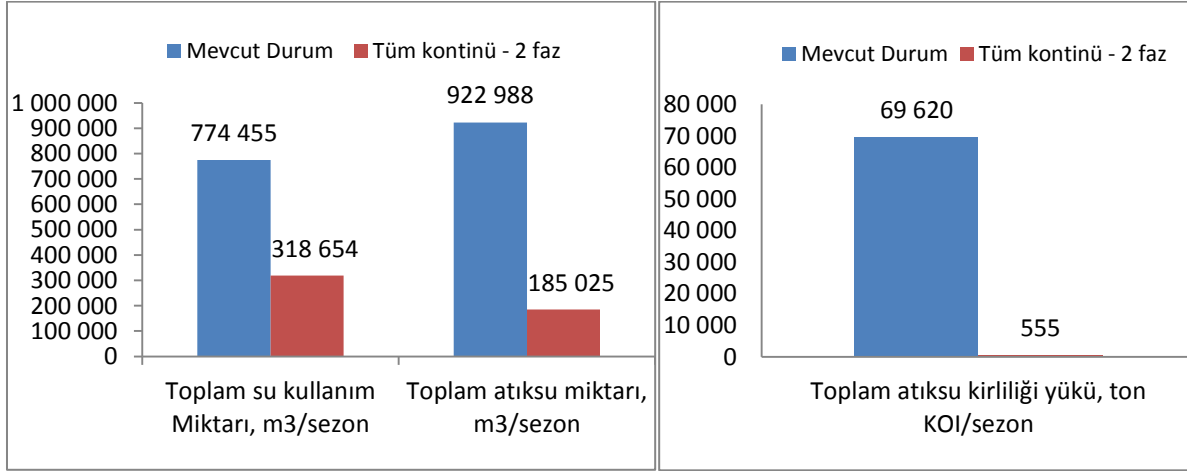
Üretim Prosesi	1000 ton zeytin işleme için kullanılan su miktarı (m ³)	1000 ton zeytin işlemede oluşan atıksu miktarı (m ³)	1000 ton zeytin işlemede oluşan atıksu kirlilik yükü, (kg KOİ)
3 Faz	940	1200	96000*
2 Faz	310	180	540**

*Atıksuyun KOİ konsantrasyonu 80 g/L alınmıştır.

** Atıksuyun KOİ konsantrasyonu 3 g/L alınmıştır.

5.2 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'ün 2 fazlı tesislerde olduğu düşünülmektedir (Şekil 46). 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 olduğu, 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 değer 555 ton KOİ/sezon olacağı tahmin edilmektedir. (Tablo 49).



Şekil 46 Mevcut durumda ve tüm işletmelerin 2 fazlı üretim prosesine geçmesi durumunda su kullanımı, atıksu oluşumu ve oluşan kirlilik yüklerinin karşılaştırılması

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 189 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 49. Mevcut durumda ve tüm işletmelerin 2 fazlı üretime geçmesi durumunda oluşan/oluşacak atıksu hacimleri ve kirlilik yüklerinin illere göre dağılımı

Şehir	Mevcut 3 fazlı sistemlerde su kullanım miktarı (m ³ /sezon)	Mevcut 2 fazlı sistemlerde su kullanım miktarı (m ³ /sezon)	Mevcut 3 ve 2 fazlı sistemlerde toplam su kullanım miktarı (m ³ /sezon)	Tüm tesisler 2 fazlı üretime geçtiğinde kullanılacak su miktarı (m ³ /sezon)	Mevcut 3 fazlı sistemlerde oluşan atıksu miktarı (karasu+yıkama suyu+seperatör suyu) (m ³ /sezon)	Mevcut 2 fazlı sistemlerde oluşan atıksu miktarı (yıkama suyu) (m ³ /sezon)	Mevcut 3 ve 2 fazlı sistemlerde oluşan toplam atıksu miktarı (m ³ /sezon)	Tüm tesisler 2 fazlı üretime geçtiğinde oluşacak atıksu miktarı (m ³ /sezon)	Mevcut 3 fazlı sistemlerde oluşan kirlilik yükü (ton KOİ/sezon)	Mevcut 2 fazlı sistemlerde oluşan kirlilik yükü (ton KOİ/sezon)	Mevcut 3 ve 2 fazlı sistemlerde oluşan kirlilik yükü (ton KOİ/sezon)	Tüm tesisler 2 fazlı üretime geçtiğinde oluşacak kirlilik yükü (ton KOİ/sezon)
Adana	5 292	760	6 052	2 505	6 756	441	7 197	1 454	540	1	542	4
Antalya	20 506	961	21 467	7 724	26 178	558	26 736	4 485	2 094	2	2 096	13
Aydın	119 319	21 191	140 510	60 541	152 322	12 304	164 626	35 153	12 186	37	12 223	105
Balıkesir	112 776	10 248	123 024	47 440	143 970	5 950	149 920	27 546	11 518	18	11 535	83
Bursa	11 640	1 860	13 500	5 699	14 859	1 080	15 939	3 309	1 189	3	1 192	10
Çanakkale	42 573	3 946	46 519	17 986	54 348	2 291	56 639	10 444	4 348	7	4 355	31
Gaziantep	34 545	171	34 716	11 563	44 100	99	44 199	6 714	3 528	0,3	3 528	20
Hatay	69 711	4 675	74 386	27 665	88 993	2 714	91 708	16 063	7 119	8	7 128	48
İzmir	48 093	20 351	68 444	36 211	61 395	11 816	73 212	21 026	4 912	35	4 947	63
K.Maraş	940	1 085	2 025	1 395	1 200	630	1 830	810	96	2	98	2
Kilis	8 554	1 209	9 763	4 030	10 920	702	11 622	2 340	874	2	876	7
Manisa	73 289	10 215	83 503	34 384	93 560	5 931	99 491	19 965	7 485	18	7 503	60
Mersin	37 769	6 789	44 558	19 245	48 216	3 942	52 158	11 174	3 857	12	3 869	34
Muğla	63 586	6 952	70 539	27 922	81 174	4 037	85 211	16 213	6 494	12	6 506	49
Osmaniye	23 641	3 015	26 656	10 811	30 180	1 751	31 931	6 278	2 414	5	2 420	19
Sakarya	1 833	419	2 252	1 023	2 340	243	2 583	594	187	1	188	2
Şanlıurfa	4 418	279	4 697	1 736	5 640	162	5 802	1 008	451	0,5	452	3
Tekirdağ	1 598	248	1 846	775	2 040	144	2 184	450	163	0,4	164	1
Genel Toplam	680 083	94 372	774 455	318 654	868 191	54 796	922 988	185 025	69 455	164	69 620	555

5.3 İki Fazlı ve Üç Fazlı Sistemlerin Zeytinyağı Kalitesi Açısından Karşılaştırılması

Zeytin, meyvesinde yüksek miktarda fenolik bileşikler bulunan mucize bir meyvedir. Bu bileşikler, meyveden yağ eldesinde %2-3 oranında bulunan minör bileşikler grubunda yer alırlar ve güçlü antioksidanlar olarak adlandırılırlar. Bu nedenle zeytinyağı, insan sağlığı açısından kuvvetle önerilen ve doğal olarak da insan beslenmesinde tüketilmesi istenilen bir yağdır.

Her şey bahçede sağlıklı zeytin üretimi ile başlamaktadır. Zeytinyağının kalitesini etkileyen faktörler aşağıda sıralanmıştır (Gimeno ve diğ., 2002)

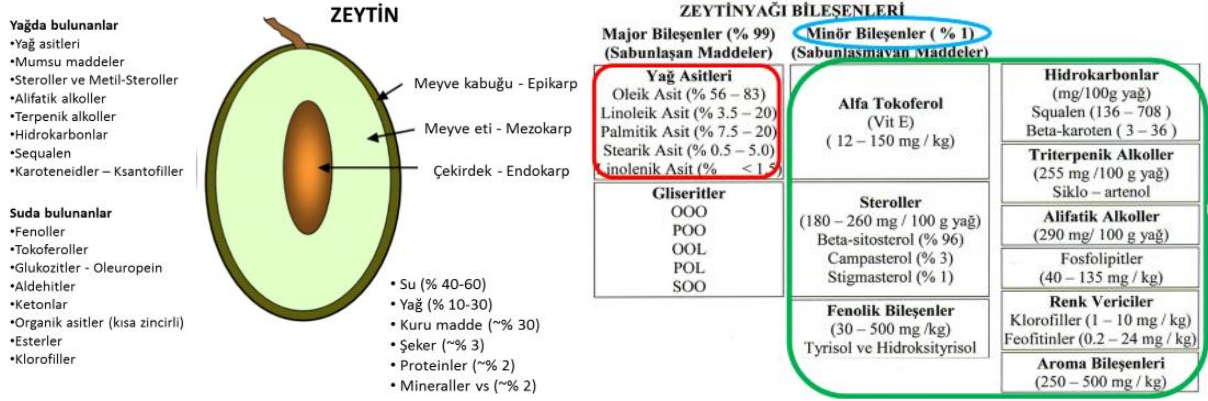
- İklim,
- Toprak yapısı,
- Zeytin çeşidi,
- Zeytin yetiştirme yöntemi (sulama, pestisit kullanımı vb.)
- Zeytin toplama dönemi,
- Zeytinin toplanma şekli (hasat),
- Zeytinin taşınması,
- İşleme yöntemi (pres, 2 faz ve 3 faz),
- Zeytinyağının depolanma süresi ve yöntemi
- Zeytinyağının ambalajı
- Zeytinyağının son kullanıcıdaki muhafaza şekli,

Bunun yanı sıra, zeytinyağı kalitesini, yağın içindeki kimyasal bileşiklerin varlığı ve miktarı da etkilemektedir. Bunların başında,

- Serbest yağ asidi,
- Peroksit değeri,
- Antioksidan içeriği (polifenoller ve tokoferol içeriği),
- Triasilgliserollerin yağ asit profili,
- Pigment içeriği (klorofiller ve karotenoidler),
- Aroma bileşikler (alkoller, aldehidler, ketonlar, esterler, fenol, terpenler),
- Mono- ve diasilgliserol içeriği (kısmen oluşmuş triasilgliseroller),

gibi kimyasal özellikler yer almaktadır. Zeytin meyvesinin ve zeytinyağının bileşenleri Şekil 47'de gösterilmiştir. Zeytinyağının yaklaşık %99'unu majör bileşikler oluştururken, %1'ni ise minör bileşikler oluşturmaktadır. Minör bileşiklerden olan fenolik bileşiklerin zeytinyağında

bulunma değerlerine bakıldığında 30-500 mg/kg arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir.



Şekil 47 Zeytin meyvesinin ve zeytinyağının bileşenleri
(Bornova Zeytincilik Araştırma İstasyonu, 2013).

Zeytin meyvesinden doğrudan hiçbir kimyasal işlem görmeden mekanik/pres yöntemiyle elde edilen zeytinyağına Naturel Zeytinyağı denir. Bu zeytinyağının kusursuz olması yanında meyvemsilik, acılık ve yakıcılık gibi olmazsa olmaz organoleptik kalite kriterlerine sahip olanına Naturel Sızma Zeytinyağı (NSZ) denir. NSZ eldesi için tercih edilen işleme metodunda özenli olunmaması durumunda içerisinde bulunan fenolik bileşikler korunamazlar. Zeytinden yağ elde edilirken geleneksel ve modern olmak üzere iki tip işleme sistemi vardır. Bunlardan en çok kullanılan modern sistemlerdir. Modern sistemler 2 faz ve 3 faz olarak adlandırılırlar. Üç fazlı işleme sisteminde dekantöre su ilave edildiği için bu bileşiklerin çoğu karasuya geçmekte zeytinyağında ise sadece %1 oranında kalmaktadırlar. Ancak 2 fazlı üretim sisteminde dışarıdan su girişi olmadığından fenolik bileşiklerin çoğu zeytinyağında kalmaktadırlar. İki fazlı üretim prosesi, insan sağlığı açısından faydalı olan fenolik bileşiklerin zeytinyağında kalmasını sağlaması nedeniyle 3 fazlı prosese göre daha avantajlı olmaktadır (Gimeno ve diğ., 2002). Mekanik işleme sonucunda olarak elde edilen NSZ'nin oksidasyon stabilitesi oldukça yüksektir. Bu stabiliteyi bileşimindeki yağ asidi kompozisyonu yanında minör bileşikler sağlamaktadır. Minör bileşikler, oksidasyon stabilitesine katkıda bulunduğu gibi insan vücudunda da önemli görevler üstlenmektedir. İşleme sisteminin her aşamasında gerekli kontroller yapılmalı ve hatta kritik kontrol noktaları belirlenmelidir. Aksi takdirde zeytinyağının oksidasyon stabilitesi düşmekte ve raf ömrü kısalmaktadır. Oksidasyon, NSZ'nin besin değeri, duyuşsal ve kimyasal özellikleri üzerine birçok olumsuz etkide bulunmaktadır. Zeytinyağının oksidasyon stabilitesini daha çok

polifenoller sağlamaktadır. Oksidasyon stabilitesine en fazla katkıda bulunan fenolik bileşikler de işleme tekniğine göre değişime uğramaktadır.

Di Giovacchino ve diğ. (2001), iki fazlı ve üç fazlı sistemlerinin zeytinyağı kalitesi üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, Tablo 50'de görüldüğü gibi, iki fazlı sistem ile elde edilen zeytinyağlarının toplam fenol içeriği 292 mg/L iken, bu değer üç fazlı sistemde 197 mg/L olduğu görülmektedir. İki işleme sisteminde, insan sağlığı için önemli olan fenoller değer açısından kıyaslandığında, aradaki ciddi fark görülebilmektedir. Diğer taraftan indüksiyon süresi, o-Difenol içeriği de üç fazlı sistemdekine kıyasla oldukça yüksektir.

Tablo 50 Üç fazlı ve iki fazlı üretim sistemle elde edilen zeytinyağlarının çeşitli özellikleri (Di Giovacchino ve diğ. 2001)

Parametre	İki fazlı üretim sistemi	Üç fazlı üretim sistemi
Serbest yağ asitliği (%)	0,34	0,32
Peroksit değeri (meqO ₂ /kg)	4,3	4,7
K ₂₃₂	1,56	1,50
K ₂₇₀	0,11	0,10
Toplam fenol (mg/L gallik asit cinsinden)	292	197
o-Difenol (mg/L kafeik asit cinsinden)	278	149
İndüksiyon zamanı (saat)	14,2	11

De Stefano ve diğ. (1999) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise, iki farklı zeytin çeşitlerini iki ve üç fazlı üretim sistemlerini kullanarak elde ettikleri NSZ'nin fenolik bileşenlerdeki değişim araştırılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde, iki fazlı üretimde elde edilen NSZ'nin indüksiyon süresi ve toplam fenol miktarı üç fazlı üretim sistemi kullanarak elde edilen NSZ'ndakine kıyasla oldukça yüksektir. Tablo 51'de Oliarola zeytin çeşidinden elde edilen zeytinyağında oleuro peinağlikon türevleri olan 3,4-DHPEA-EDA ve r-HPEAEA iki fazlı sistemde oldukça yüksek miktarda iken üç fazlı sistemde daha düşük miktarda bulunduğu tespit edilmiştir. Buna karşın, r-HPEA ve türevleri (r-HPEA esterive r-HPEA-EDA) ekstraksiyon sistemine göre daha az değişim göstermektedir.

Tablo 51 İki ve üç fazlı üretim sistemlerinin zeytinyağının fenolik bileşikle üzerine etkisi
(De Stefano ve ark. 1999)

Parametre	İki fazlı sistem	Üç fazlı sistem
3,4-DHPEA*	0,66	0,50
p-HPEA	3,30	4,22
Vanilik asit	0,26	0,41
Kafeik asit	0,09	0,21
3,4-DHPEA-EDA	30,09	18,53
p-HPEA-EDA	20,99	22,40
p-HPEA esteri	48,00	46,72
3,4-DHPEA-EA	68,01	52,04
Toplam polifenoller**	304	263
İndüksiyon süresi (saat)	5,2	4,6

*HPLC'de değerlendirilmiş ve mg/kg olarak ifade edilmiştir.

**Kolorimetrik olarak değerlendirilmiş, mg/kg ve 3,4-DHPEA eş değeri olarak ifade edilmiştir.

5.3.1 Türk Gıda Kodeksi ve uluslararası sınıflamalarda polifenollerin yeri

Zeytinyağı, zeytin meyvesinden fiziksel veya mekanik işlemler uygulanarak elde edilir. Çözücü kullanılarak elde edilen yağlar gibi natürel trigliserit yapısı değiştirilmiş ya da diğer cins yağlarla karıştırılmış olan yağlar, bu tanımın kapsamı dışında yer almaktadır. Pirina yağı ise, pirinanın (zeytin küspesi) çözücülerle ekstraksiyonu veya diğer fiziksel yöntemlerle elde edilen, re-esterifikasyon işleminden geçmemiş diğer yağlar ve karışımları ile karıştırılmamış yağdır. Halen yürürlükte olan tebliğe göre yemeklik zeytinyağı, natürel, rafine, riviera ve çeşnili olmak üzere dört gruba ayrılırken; pirina yağı ise ham, rafine ve karma olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır.

Zeytin meyvesinden doğal niteliklerinde değişikliğe neden olmayacak bir ısı ortamında, sadece yıkama, sızdırma, santrifüj ve filtrasyon işlemleri gibi mekanik veya fiziksel işlemler uygulanarak elde edilen, berrak yeşilden sarıya değişebilen renkte, kendine özgü tat ve kokuda olan, doğal halinde gıda olarak tüketilebilen, asitliği % 0,8'den fazla olmayan yağlara "Natürel Sızma Zeytinyağı" denilmektedir. Serbest asitliği % 2'den fazla olmayan yağlar "Natürel Birinci Zeytinyağı" olarak sınıflandırılmaktadır. Doğrudan tüketime uygun olmayan natürel zeytinyağları ise "Ham Zeytinyağı" adını almakta ve % 3,3'ün üzerinde serbest asitlik içermektedir. Bu tip zeytinyağları da natürel sınıfında yer almaktadır. Ancak, yöresel alışkanlıklar dışında genellikle rafine edilmeden tüketilmemektedir.

Rafine zeytinyağı, natürel zeytinyağlarının doğal trigliserit yapısında değişikliğe yol açmayan metotlarla rafine edilmeleri sonucu elde edilen ve serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden % 0,3'den fazla olmayan yağ tipidir. *Riviera Zeytinyağı* ise, rafine zeytinyağı ile gıda olarak



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 194 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

doğrudan tüketilebilecek özellikteki natürel zeytinyağının karışımından oluşan ve serbest asitliği oleik asit cinsinden % 1'den fazla olmayan yağ tipidir. Çeşnili zeytinyağı ise, zeytinyağlarına değişik baharat, bitki, meyve ve sebzelerin ilave edilmesi ile elde edilen ve diğer özellikleri açısından bu Tebliğ kapsamında kendi kategorisindeki ürünlerin özelliklerini taşıyan yağ olarak adlandırılmaktadır. (Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2010).

Pirinanın solventle ekstraksiyonu sonucu elde edilen yağa pirina yağı (*ham pirina yağı*) denmektedir. Pirina yağının zeytinyağı olarak adlandırılması kesinlikle yasaklandığı gibi, rafine edilmeden de gıda olarak tüketime sunulmamaktadır. Ham pirina yağı, pirinanın çözücülerle ekstraksiyonu veya diğer fiziksel işlemler sonucu elde edilen, reesterifikasyon işleminden geçmemiş, diğer yağlar ve karışımları ile karıştırılmamış, doğrudan tüketime uygun olmayan, rafinasyon veya teknik amaçlı kullanıma uygun yağdır. Pirina yağı, rafine pirina yağı ve doğrudan tüketime uygun natürel zeytinyağları karışımından oluşan, serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 1,0 gramdan fazla olmayan yağdır. Rafine pirina yağı, ham pirina yağının doğal trigliserid yapısında değişikliğe yol açmayan metotlarla rafine edilmeleri sonucu elde edilen ve serbest yağ asitliği oleik asit cinsinden her 100 gramda 0,3 gramdan fazla olmayan yağdır (Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2010).

Ulusal Gıda Kodeksi Komisyonu kapsamında, Katı ve Sıvı Yağlar İhtisas Alt Komisyonu'nun bir çalışma grubu olarak ve ülkemizdeki değişik kurum ve kuruluşların katılımıyla Zeytinyağı Komisyonu oluşturulmuştur. Söz konusu komisyon ülkemizde üretilen zeytinyağlarının klimatolojik ve agronomik koşullara göre gösterebilecekleri değişiklikleri, zeytin üretim bölgesinden gelen izleme çalışmalarlarıyla değerlendirmekte ve gerekli hallerde Tebliğde yer alan sterol kompozisyonu ve ultraviyole ışıkta özgül soğurma değerlerini değiştirebilmektedir. Türk Gıda Kodeksi'nin (TGK) ilgili tebliğinde, zeytinyağları ve pirina yağları için verilen kalite kriterlerine ait bilgiler, Tablo 52'de verilmiştir.

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 195 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 52 Zeytinyağları ve pirina yağları için belirlenen kalite ölçütleri
(Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği, 2010).

Özellikler	Ham Zeytinyağı	NSZ	Natürel Birinci Zeytinyağı	Rafine Zeytinyağı	Riviera Zeytinyağı	Ham Pirina Yağı	Rafine Pirina Yağı	Pirina Yağı
Serbest asitlik (% oleik asit cinsinden)	> 2,0	≤ 0,8	≤ 2,0	≤ 0,3	≤ 1,0	-	≤ 0,3	≤ 1,0
Peroksit Değeri, (meq aktif oksijen/kg yağ)	-	≤ 20	≤ 20	≤ 5	≤ 15	-	≤ 5	≤ 15
Ultraviyole Işığında Özgül Soğurma (E)*								
E (270 nm)	-	≤ 0,22	≤ 0,25	≤ 1,10	≤ 0,90	-	≤ 2,00	≤ 1,70
Delta E	-	≤ 0,01	≤ 0,01	≤ 0,16	≤ 0,15	-	≤ 0,20	≤ 0,18
Halojene Çözücüler	Her bir halojene çözücünün maksimum konsantrasyonu 0,1 mg/kg'ı, Halojene çözücülerin toplamının maksimum konsantrasyonu 0,2 mg/kg'ı geçmemelidir.							

* Yurtiçinde üretilen zeytinyağının klimatolojik ve agronomik koşullara göre özelliklerinde oluşabilecek değişiklikler, zeytinyağı komisyonu tarafından zeytin üretim bölgelerinden gelen izleme çalışmalarının değerlendirilmesiyle belirlenmektedir.

NSZ'nin uluslararası standartları incelendiğinde, ülkelere göre farklılıklar görülebilmektedir. Ancak insan sağlığı için yararlı olan fenolik bileşikler bu standartların içinde yer almadığı görülmüştür. 2 fazlı üretimde su kullanılmadığından bu sistemde üretilen zeytinyağının fenolik açıdan değeri yüksek olduğu yapılan çalışmalar neticesinde görülmüştür. Diğer taraftan bu bileşiklerin insan sağlığı için önemli yeri olduğu birçok çalışma tarafından ortaya konulması ile birlikte, bu bileşiklerin zeytinyağındaki öneminin giderek arttığı görülmektedir. Bu yüzden bazı ülkelerdeki zeytinyağı konseyleri ve sivil toplu örgütleri, bu bileşiklerin yer aldığı standartlar belirleyerek zeytinyağı ticaretine başlamışlardır. Kaliteli NSZ'leri diğer zeytinyağlarından ayırmak için ve kalite açısından artan ihtiyaca yanıt olarak Amerika'daki Veronica Foods tarafından Ultra Premium Sızma Zeytinyağı Standartları oluşturulmuştur. Tablo 53 incelendiğinde, bu standartların zeytinyağı için dünyanın çeşitli yerlerinde belirlenen standartların çok üstünde olduğu görülmektedir (Url-3).

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 196 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 53 Bazı ülkelere göre NSZ standartları ile Ultra Premium standartların karşılaştırılması (Url-3).

Özellikler	Uluslararası zeytinyağı Konseyi Standardı	Amerika Standardı	Kaliforniya Standardı	Avustralya Standardı	Ultra Premium sızma zeytinyağı Standardı
Serbest asitlik (% oleik asit cinsinden)	≤ 0,8	≤ 0,8	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 0,3
Peroksit Değeri, (meq aktif oksijen/kg yağ)	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 20	≤ 9
K ₂₇₀	≤ 0,22	≤ 0,22	≤ 0,22	≤ 0,22	≤ 0,20
K ₂₃₂	≤ 2,50	≤ 2,50	≤ 2,50	≤ 2,50	≤ 2,0
ΔK	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.01
Oleik Asit (C18:1)	55.0 – 83.0	55.0 – 83.0	-	53.0 - 85.0	≥ 65
DAG (%) (diasil gliserol)	-	-	-	≥ 35	≥ 90 (sıkım tarihinden itibaren)
PPP (%)	-	-	-	≤ 17	≤ 5
Fenol İçeriği (mg/l)	-	-	-	-	≥ 130

Ultra Premium Sızma Zeytinyağı Standart içeriğine bakıldığında, sadece fenolik bileşikler açısından yeni bir standart olmayıp diasil gliserol (DAG) ve PPP (pyropheophytins) değerlerini de içermektedir. Bu değerler, uluslararası standartlara Avustralya standartlarında yer aldığı görülmektedir. DAG, iki yağ asidi zincirlerinden oluşan bir gliserid kovalent ester bağları aracılığıyla bir gliserol molekülüne bağlanmasıdır. Mekanik yollarla oluşan zeytinyağındaki DAG'ler, % 1 ila % 3 arasında bulunur. Bu DAG değeri, zeytin meyvesinin ve işleme kalitesinin iyi bir göstergesi olarak adlandırılmaktadır. Taze zeytinyağındaki toplam diasil gliserol değerlerine bakıldığında, 1, 2 diasil gliserol içeriği 1, 3 diasil gliserol içeriğine göre daha fazla bulunduğu tespit edilmiştir. Bu yüzden 1, 2 diasil gliserol içeriği, kalite göstergesi olarak belirtilmektedir. Bu sayede zeytinyağının tazeliği anlık olarak ölçülebilmektedir (Url-3).

Diğer bir kalite parametresi ise, zeytinyağındaki klorofil bozulmasını ölçmek için geliştirilen ve zeytinyağının yaşı hakkında bilgi sahibi olunabilen PPP'dir. Bu test yöntemi sayesinde, zeytinyağında bulunan toplam pheophytins içindeki pyropheophytins oranı, zeytinyağının tazeliği hakkında bilgi verdiği için, PPP değerinin standartlar arasında yerini almaya başladığı görülmektedir (Url-3).

Yapılan çalışmalar neticesinde, 2 fazlı üretim sonucu oluşan zeytinyağının fenolik içeriğinin ve raf ömrünün daha yüksek olması, bu sistemde dekantöre su girişi olmaması gibi faktörler, Ultra Premium Sızma Zeytinyağı Standartları'nı sağlamak için kullanılacak en iyi zeytinyağı üretim prosesi olabileceği düşünülmektedir.

5.4 İki Fazlı ve Üç Fazlı Sistemlerin Avantaj ve Dezavantajlarının Değerlendirilmesi ve Öneriler

2 fazlı üretimde dekantasyon işleminde su kullanılmadığından doğal kaynaklar korunmakta, oluşan atıksu miktarında önemli derecede azalma olmaktadır. Üç fazlı sistemlerde dekantasyon esnasında oluşan atıksuyun kirliliği çok yüksektir. İki fazlı sistemlerde dekantasyon işleminde atıksu oluşmadığı için bu işletmelerde oluşan atıksuların (yıkama atıksuları) kirlilik yükü karasuya göre oldukça düşüktür. Karakterizasyon çalışması sonuçları (Bölüm 4.3.1 Yıkama Suyu, Karasu ve Seperatör Suyu Karakterizasyonu), yıkama suları ve separatör sularının yağ ve organik madde içeriğinin dekantör atıksuyuna kıyasla daha düşük olduğunu göstermektedir. Separatör sularının yağı ve katı maddesi tesislerde bulunan "hırsız çukurlarında" ayrıldıktan sonra kanalizasyona deşarjı söz konusu olabilir. Bu atıksuların, miktar ve kirlilik içeriği açısından SKKY'nin Madde 3, b bendinde yer alan küçük atıksu tanımı kapsamına girdiği düşünülmektedir. Sezonda ortalama 2000 ton zeytin işlenen bir işletmede, toplam 5-10 m³/gün yıkama ve seperatör atıksuyu oluşması beklenmektedir. İlgili mevzuatta küçük atıksu kaynağının tanımı şu şekilde yapılmıştır; "Atıksu debisi 50 m³/gün den daha düşük olan ve içerdiği herhangi bir kirlilik parametresinin türü ve miktarı itibariyle önemli kirlitici kaynak özelliğini taşımayan atıksu kaynakları ise küçük atıksu kaynakları". Madde 47'de ise Atıksu Altyapı Tesislerine Bağlanabilecek Atıksuların Özellikleri kapsamında, küçük atıksu kaynakları tanımına giren endüstri atık sularından Tablo 25 te verilen standart değerleri aşanların atıksu altyapı tesislerine doğrudan bağlanabilmesi, atıksu altyapı yönetimlerinin iznine bağlıdır ifadesi yer almaktadır. Bu çerçevede, atıksu altyapısının uygun olması ve arıtma ile sonlanması durumunda, bu atıksuların kanalizasyona deşarj edilmesi, kanalizasyon mevcut değilse, merkezi arıtma tesisine vidanjör ile taşınmasının uygun olabileceği değerlendirilmektedir. 3 fazlı üretim yapılması durumunda ise, seperatör suları dekantör suları birlikte hırsız çukuruna ve oradan lagüne gitmektedir. Bu işletmelerde de, 2 faz işletmelere benzer şekilde yıkama suyunun lagüne dahil edilmeden kanalizasyona deşarjı söz konusu olabileceği gibi, kontrol kolaylığı sağlanması açısından lagün kapsamında değerlendirilmesi ve alıcı ortama deşarj edilmemesi de düşünülebilir.



TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 198 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

2 fazlı üretim sisteminde oluşan pirina daha nemli olduğundan, depolama, taşıma ve kurutma maliyetinin daha yüksek olduğu, ayrıca, pirina yüksek şeker ve nem içeriğine sahip olduğundan kurutma sorunlarına neden olabildiği belirtilmektedir. Zeytinyağı işletmeleri açısından ise pirina satış bedelinin düşük olması bir dezavantaj olarak görülmektedir (Tablo 54). Her iki üretim prosesi ürün kalitesi açısından karşılaştırıldığında, 2 fazlı sistemde üretilen zeytinyağının polifenoller açısından daha zengin olduğu belirtilmektedir.

Tablo 54. Üç fazlı ve iki fazlı üretim proseslerinin karşılaştırılması

Üretim Prosesi	Avantajları	Dezavantajları
3 fazlı	<ul style="list-style-type: none">Dekantörde su kullanıldığı için işletilmesi daha kolaydır.Oluşan pirinanın depolama, taşınma ve kurutma maliyeti düşüktür.Pirinanın kurutulması daha kolaydır.Pirinanın, solvent ekstraksiyon tesislerine satış fiyatı daha yüksektir.	<ul style="list-style-type: none">Daha fazla atıksu oluşur.Oluşan atıksuyun kirlilik yükü çok yüksektir.Pirina daha az sulu olduğu için çekirdek ayrımı için su ilavesi gerekir.
2 fazlı	<ul style="list-style-type: none">Daha az atıksu oluşur.Oluşan atıksuyun kirlilik yükü düşüktür.Su tasarrufu sağlar.Doğal antioksidan olan ve suda çözünen polifenollerin çoğu yağın içinde kaldığı için daha dayanıklı zeytinyağı yağ oluşur.Pirina sulu olduğu için çekirdek kolay ayrılır.Oluşan pirinanın, hayvan yemi maddesi olarak değerlendirilme potansiyeli daha yüksektir.	<ul style="list-style-type: none">Oluşan pirinanın depolama, taşınma ve kurutma maliyeti yüksektir.Pirina daha nemli olduğu için kurutma sorunlarına neden olabilir.Dekantörde su kullanılmadığından işletilmesi daha zordur.Pirinanın, solvent ekstraksiyon tesislerine satış fiyatı daha düşüktür.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 200 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

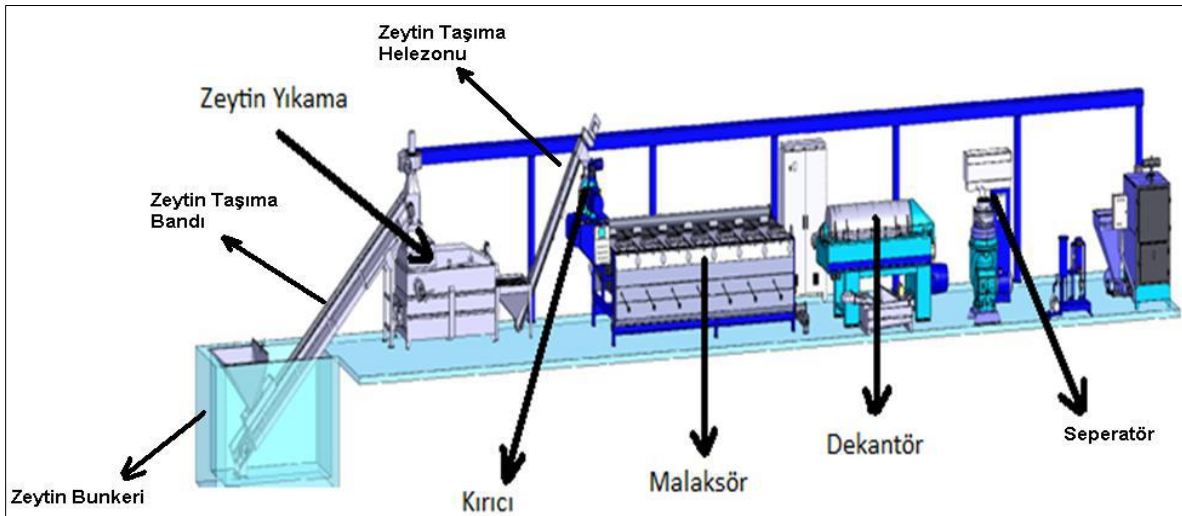
6 ÜLKEMİZDEKİ ZEYTİNYAĞI TESİSLERİNİN DÖNÜŞÜME UYGUNLUĞUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

6.1 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 48). Pirinanın tesis dışına aktarılması için pirina helezonu ile pirina pompası da kullanılmaktadır.



Şekil 48. 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 49).



Şekil 49. Zeytin yıkama işlemi

Kırma-Yoğurma (Malakasyon) İşlemi

Yıkama işleminden sonra zeytinler kırılarak Malakasyon ünitesine gönderilir (Şekil 50). Bu üniteye zeytinler hamur haline getirilip, homojen karışım yapılarak yağın daha fazla alınması sağlanmaktadır. Bu işlem yaklaşık 35°C'de gerçekleşmektedir. 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.



Şekil 50. Zeytin hamurunun olgunlaştığı malakasyon ünitesi

Dekantasyon (Yatay santrifüj) İşlemi

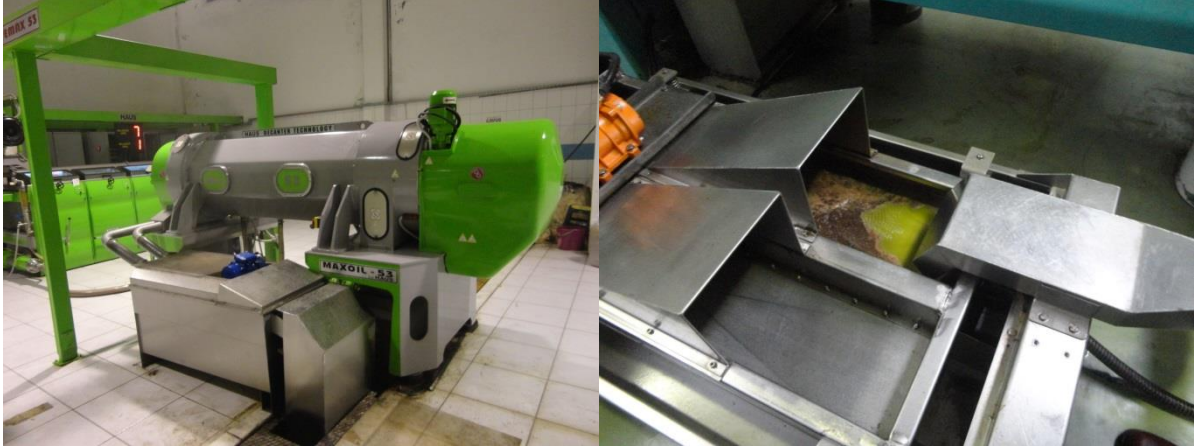
Malakasyon ünitesinden sonra zeytinler, yağı ayırmak için yatay santrifüj sistemi olan dekantöre gönderilir (Şekil 51). Üretim prosesini belirleyen esas ünite burasıdır. Dekantörün özelliğine göre bu prosesler 3 fazlı veya 2 fazlı proses olarak isimlendirilir. 3 fazlı sistemlerde,

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 203 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

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 lt su ilavesi yapıp, sistemden zeytin özsuyu ile beraber, dekantörün karasu çıkışından karasu havuzlarında biriktirilir. Bu yüzden, atıksuyun büyük çoğunluğunun oluştuğu yer, bu ünedir.



Şekil 51 Üretim prosesini belirleyen dekantör ünitesi

Sıvı fazların ayrılması (Seperasyon)

Dekantasyon işleminde oluşan sulu zeytinyağı, yağ ve suyu ayırmak için dikey santrifüj olan seperatör ünitesine gönderilir (Şekil 52). Ayrışım gerçekleştikten sonra yağlar dinlenmesi için yağ tanklarına gönderilir. Bu ünite de oluşan atıksular karasu havuzuna (buharlaştırma lagünü) gönderilerek biriktirilir. Ancak 2 fazlı üretim prosesi yapan işletmeler, bu atıksuları pirinanın içerisine karıştırarak bertaraf etmektedirler.



Şekil 52 Seperatör Ünitesi

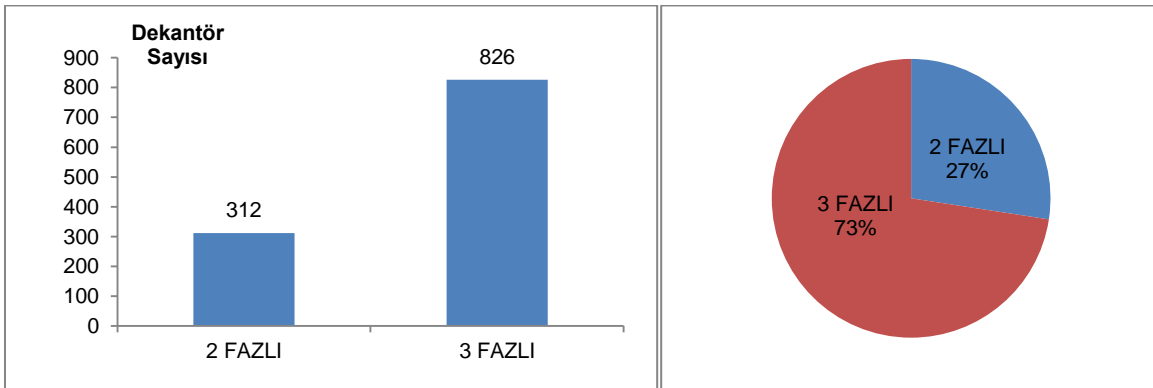
Yukarıda anlatıldığı üzere, zeytinyağı üretim tesislerinde, dekantasyon işlemi dışında, 2 fazlı ve 3 fazlı üretim prosesleri benzerdir. Dekantör dışında kullanılan makine ve ekipmanlar, herhangi bir dönüşüm işlemi uygulanmadan 2 fazlı üretim prosesinde rahatlıkla kullanılabilir. Tablo 55’de tesisin 2 faza dönüşmesi sırasında değişmesine gerek duyulan makine ve ekipmanlar sıralanmaktadır.

Tablo 55 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.

Bölüm 4.1’de anlatıldığı üzere, Türkiye’de yer alan 1031 zeytinyağı tesisinin, 742’si 3 fazlı, 273’ü 2 fazlı ve 16’sı ise taş baskı olarak faaliyet göstermektedir. Kontinü çalışan tesislerin bir kısmında kapasitelerine göre birden fazla dekantör kullanıldığı, Türkiye’de toplam 1138 dekantör kullanıldığı tespit edilmiştir. Kullanılan dekantörlerin %73’ü 3 fazlı, %27 ise 2 fazlı olduğu belirlenmiştir (Şekil 53).



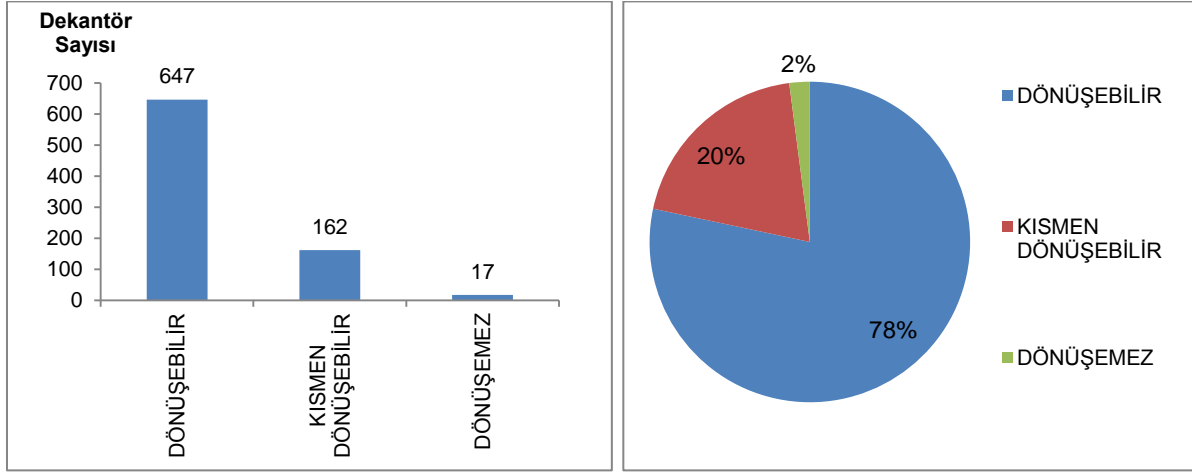
Şekil 53 Türkiye’de üretim prosesine göre kullanılan dekantör sayısı ve oranı

Elde edilen veriler 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 56). 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 dönüşebilenler” 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 Pieralisi firma yetkilileri, 1990 sonrası üretilen yabancı dekantörlerin rahatlıkla 2 faza dönüşebildiği, 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. Benzer mantıkla, 2002 sonrası üretilen tüm yerli dekantörler “dönüşebilir” grubuna dâhil edilmiştir.

Tablo 56. 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

Şekil 54’de Ülkemizde 3 fazlı üretim yapan tesislerdeki dekantörlerin 2 faza geçiş için dönüşebilirlikleri verilmiştir. Şekil 54’de gösterildiği üzere, 3 fazlı dekantörlerin %98’inin, 2 faza dönüşebildiği; yalnızca %2’sinin dönüşümünün mümkün olmadığı görülmektedir.



Şekil 54 Türkiye'deki 3 fazlı dekantörlerin 2 faza dönüşebilme durumları

3 fazlı üretim yapan bir tesisin, 2 fazlı üretime dönüşebilmesi için dekantör haricinde, pirinanın tesis dışına aktarımını sağlayan helezonun tadilatı gerekmektedir. Helezon boyunun, 2 fazlı pirinayı taşımak için yeterli olması gerekmektedir; değilse boyunun uzatılması ve helezon içindeki iç aksamda değişiklik yapılması gerekmektedir. Mevcut durumda, 2 fazlı üretime geçen birçok zeytinyağı tesisinin, bu helezonu rahatlıkla dönüşüm sonrası kullanabildikleri bilgisine ulaşılmıştır.

Dönüşüm sonrası oluşan pirinanın depolanması 3 fazlı sisteme göre zordur. 2 fazlı üretimde oluşan pirina, ya silo şeklinde bir depoda ya da karasu havuzuna benzer bir havuzda depolanmalıdır (Şekil 55). Ayrıca, pirina için havuz yapılırsa, pirinayı kamyonlara yüklemek için de pirina pompasına ihtiyaç olacaktır.



a)

b)

Şekil 55 Pirinanın depolanması a) Pirina depolama silosu b) Pirina havuzu

6.2 Zeytinyağı Tesislerinin Dönüşümüne Yönelik Makine ve Ekipman Maliyet Analizi

3 fazlı üretim yapan zeytinyağı tesislerinin, 2 fazlı üretim prosesine geçebilmeleri için mevcut tesislerinde bir takım değişiklikler yapması gerekmektedir. Bu değişiklikler, kullanılan dekantör, pirina taşıma helezon tadilatı veya pirina pompası alımı ve pirina depolama silosunu içermektedir. Bölüm 6.1’de, ülkemizdeki 3 fazlı dekantörler, 2 faza dönüşüm uygunluğuna göre 3 gruba ayrılmıştır. Bu bölümde tanımlanmış her bir grup için dönüşüm maliyeti ile ekipman tadilatı veya yeni ekipman ihtiyacı gibi ihtiyaçlar tespit edilip, maliyetler hesaplanmıştır.

6.2.1 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, dekantör dönüşüm maliyetini belirlemek için, zeytinyağı tesislerindeki dekantörlerin %83’ünü oluşturan dekantör üreticilerinden (HAUS, Polat Makine ve Perialisi), dekantör model bilgileri ve her bir modelin dönüşüm maliyeti temin edilmiştir (Tablo 57). Dönüştürülebilir dekantörlerin teknolojisi daha yeni olduğu için (2002 sonrası üretilenler) zeytinyağı tesislerinde rahatlıkla dönüşüm yapılabildiğinden, dönüşüm maliyetleri düşüktür (5.000-20.000 TL). Ancak kısmen dönüştürülebilir dekantörler ise, daha eski üretim oldukları için dönüşüm yapılamamaktadır. Bu dekantörler, üretici firma tarafından alınarak fabrikada revize edilmekte ve 2 faza dönüştürülebilmektedir. Bu işlem, dönüşüm maliyetini oldukça arttırmaktadır (18.000-120.000 TL). Ayrıca kısmen dönüştürülebilir dekantörlerin bazı modelleri, 120.000 TL gibi yüksek dönüşüm maliyetine sahip olmakta birlikte, dekantör üreticilerinden alınan bilgiler doğrultusunda yaklaşık %15-20 oranında kapasite kaybı ön görülmektedir. Bu yüzden, bu tip dekantörleri 2 faza dönüştürmek yerine, yeni dekantör alınmasının daha uygun olabileceği düşünülmektedir. Mevcut durumda, HAUS firmasının 8, Polat Makine’nin ise 4 modeli kısmen dönüştürülebilir grupta yer almaktadır. Ayrıca Polat Makine’nin sadece bir modeli 2 faz dönüşüm için uygun değilken, HAUS’un 2 modelinin dönüşüme uygun olmadığı görülmüştür.

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 208 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 57. Dekantör modelleri ve dönüşüm maliyetleri

Marka	Model	Üretim yılı	Kapasitesi (Zeytin ton/gün)	2 faza dönüşebilirliği	Dekantörün 2 faza dönüşüm maliyeti (TL)
POLAT	PMS350 / P20	1998 / 2002	15-20	Dönüşemez	yeni yatırım
	PMS350 / P30	1999 / 2002	25-30	Kısmen dönüşebilir	54 000 TL
	PMS350 / P40	1998 / 2002	35-40	Kısmen dönüşebilir	60 000 TL
	PMS460 / P80	1998/2002	65-80	Kısmen dönüşebilir	120 000 TL
	PMS460 / P60	2000 / 2001	45-60	Kısmen dönüşebilir	90 000 TL
	PMS470 / P40	2001 / 2007	35-40	Dönüşebilir	20 000 TL
	PMS470 / PX40	2004 / 2014	35-40	Dönüşebilir	5 000 TL
	PMS470 / P70	2002 / 2007	55-60	Dönüşebilir	20 000 TL
	PMS470 / PX70	2007 / 2014	55-60	Dönüşebilir	5 000 TL
	PMS470 / P90	2002 / 2007	75-80	Dönüşebilir	20 000 TL
	PMS470 / PX90	2007 / 2014	75-80	Dönüşebilir	5 000 TL
HAUS	HU	1989	-	Dönüşemez	yeni yatırım
	HU1	1990	-	Dönüşemez	yeni yatırım
	U1	1993	20	Kısmen dönüşebilir	18000
	U2	1993	30	Kısmen dönüşebilir	18000
	U3	1993	40	Kısmen dönüşebilir	18000
	BU2	2002	60	Kısmen dönüşebilir	24000
	BU3	2002	80	Kısmen dönüşebilir	24000
	DKZ-5221	2003	60	Kısmen dönüşebilir	45000
	DKZ-5231	2003	80	Kısmen dönüşebilir	45000
	DKZ-5241	2003	105	Kısmen dönüşebilir	45000
	MAX-31	2004	20	Dönüşebilir	12000
	MAX-32	2004	30	Dönüşebilir	12000
	MAX-33	2004	40	Dönüşebilir	12000
	MAX-52	2004	60	Dönüşebilir	24000
	MAX-53	2004	80	Dönüşebilir	24000
MAX-54	2004	105	Dönüşebilir	24000	
PIERALİSİ	Jumbo 4	2000	100	Dönüşebilir	20 000
	Jumbo 3	2000	80	Dönüşebilir	15 000
	Jumbo 2	2000	60	Dönüşebilir	12 000
	Major 3	2000	40	Dönüşebilir	12 000
	Major 2	2000	30	Dönüşebilir	10 000
	Effe	2005	20	Dönüşebilir	7 500

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 209 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

DönüŖebilir dekantörlerin dönüŖüm maliyetleri hesaplanırken, HAUS, Polat Makine ve Perialisi dekantörler için, bu firmaların verdikleri dönüŖüm maliyetleri dikkate alınmıştır. Diğer dönüŖebilir yerli dekantörlerin dönüŖüm maliyetleri ise, bu firmalara ait dönüŖüm maliyet bilgisi olmadığından, eldeki yerli firmaların (Polat, HAUS) dönüŖüm maliyetlerinin ortalaması alınarak belirlenmiştir. 2002 sonrasında üretilen dekantörlerin dönüŖüm maliyetleri, Tablo 57'de görüldüğü gibi, 5.000-20.000 TL arasındadır. Buna bağılı olarak, bu tip dekantörlerin dönüŖüm maliyeti, her bir dekantör için 12.000 TL olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca dönüŖebilir grupta yer alan Perialisi dışındaki yabancı dekantörlerin de dönüŖüm maliyetleri, 12.000 TL seçilmiştir. Diğer taraftan, kısmen dönüŖebilir dekantörler, Polat Makine ve HAUS firmasına ait bazı dekantör modellerini içerdüğinden, bu modellerin dönüŖüm maliyetleri, bu firmaların verdiği dönüŖtürme maliyeti üzerinden işlem yapılarak hesaplanmıştır (Tablo 58).

Tablo 58 Dekantörlerin dönüŖüm maliyetleri

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

Bu çalışmada, 17 adet 2 faza dönüŖemeyen dekantör tespit edilmiştir. Maliyet hesaplarında, dönüŖüme uygun olmayan her bir dekantör için yeni dekantör bedeli konulmuştur. Ancak dekantör fiyatları kapasitelerine göre farklılık göstermektedir. Bu yüzden, Polat Makine, HAUS ve Perialisi firmalarının ait, kapasitelerine göre yeni dekantörlerin fiyat ortalaması alınarak, yeni dekantör maliyeti eklenmiştir. Farklı kapasiteye göre belirlenen yeni dekantör fiyatları, Tablo 59'da gösterilmiştir.

Tablo 59 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

6.2.2 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, pirina yükleme helezonu/pirina yükleme pompasına da ihtiyaç olabilmektedir. Saha çalışmalarında 2 fazlı üretime geçen birkaç işletme yerinde ziyaret edilerek dönüşüm işlemleri ve maliyetleri hakkında bilgi alınmıştır. Ayrıca anket dolduran, 2 fazlı üretime geçen işletmelerin büyük bölümü aranarak, tesislerinde yapılan değişiklikler hakkında bilgi edinilmiştir. Tesis yetkilileri, tesis içinde yer alan, pirinanın tesis dışına aktarımını sağlayan helezonun çoğu zaman tadilata ihtiyaç duyulmadan veya çok düşük bir ücret karşılığında tadilatı yapılarak kullanılabilirdiği bilgisini vermiştir. Ancak, pirinanın depolandığı yerden kamyonlara yüklenmesi için pirina yükleme helezonu/pirina yükleme pompasına ihtiyaç olacaktır. Helezon tadilatı, pompa vb. maliyetleri hesaplamak için bu firmaların yaptığı maliyetler ile Polat Makine ve HAUS firmasının verdiği maliyetlerin ortalaması alınmış, her bir zeytinyağı tesisine bu işlem için toplam 30.000 TL dönüşüm maliyeti eklenmiştir. Bu maliyetler Tablo 60'da verilmektedir.

Bilindiği gibi, 3 fazlı üretimde oluşan pirina, yığınlar halinde rahatlıkla depolanabilmektedir. Ancak, 2 fazlı üretim prosesinde oluşan 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 (Tablo 61).

Tablo 60 Diğer dönüşüm maliyetleri

Ekipman	Ortalama Maliyet (TL)
Helezon tadilatı ve pompa	30.000
Pirina depolama (silo, havuz)	40.000
Toplam	70.000

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 61). Tablo 61'de görüldüğü üzere en yüksek maliyeti, 29.840.000 TL ile pirina depolama silo,

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 211 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

havuz vb. yapımı oluşturmuştur. Ancak 2 fazlı çalışan tesislerin büyük çoğunluğunun silo yerine, mevcut karasu havuzlarını, pirina depolamak için kullandıkları görülmüştür. Türkiye'deki 3 fazlı zeytinyağı tesislerinin %89'u karasu havuzuna sahip olduğundan, 2 faza dönüşüm sonrası bu havuzların pirina depolamak için de kullanılabilmesi mümkündür. Bu yüzden 2 faza dönüşüm sırasında, 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 61. Toplam dönüşüm maliyetleri

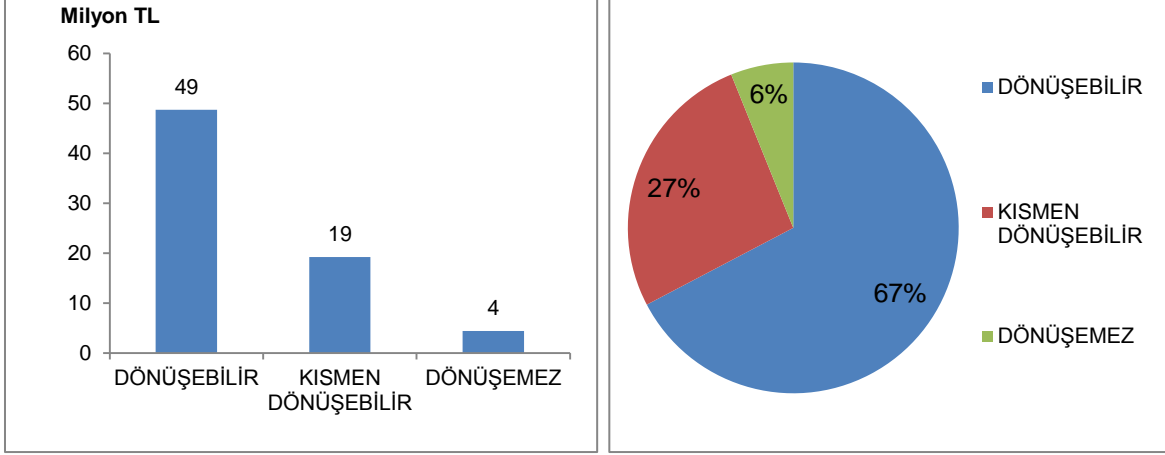
Şehir	Dekantör Dönüşüm Maliyeti (TL)	Yeni Dekantör Alınması, adet	Yeni Dekantör Maliyeti (TL)	Pirina depolama silo, havuz vb. (TL)	Helezon tadilatı, pompa vb. maliyeti (TL)	Toplam dönüştürme Maliyeti (TL)
Adana	137 000			400 000	300 000	837 000
Antalya	590 000	1	200 000	1 040 000	780 000	2 610 000
Aydın	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

Bununla birlikte toplam maliyetin %67 kadarı yaklaşık 578 adet "dönüşebilir" nitelikte tesislere; %27 kadarı 150 adet "kısmen dönüşebilir" nitelikte tesislere ait olacaktır. Geri kalanının ise yaklaşık 14 adet "dönüşemez" nitelikte tesislerin oluşturacağı tahmin edilmektedir (Şekil 56).

TUBITAK MAM ÇTÜE

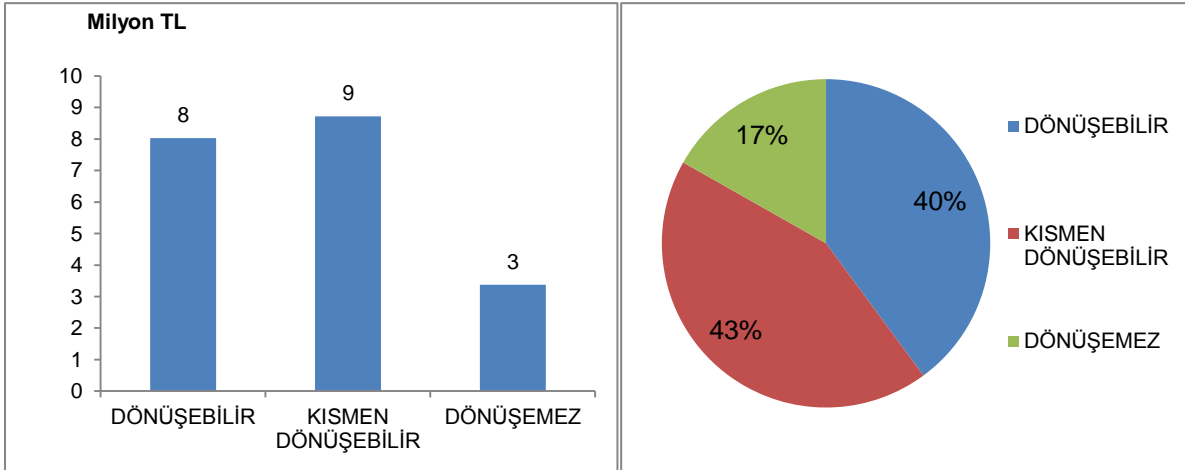
Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 212 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00



Şekil 56. Zeytinyağı tesislerin 2 faza dönüşebilirliğine göre toplam dönüşüm maliyeti ve oranı

Sadece dekantör dönüşüm maliyetlerine bakıldığında ise, toplam dekantör dönüşüm maliyetin % 40'ını dönüşebilen tesislerin; %43'ünü ise kısmen dönüşebilen tesislerin oluşturduğu görülmektedir. Görüldüğü üzere, dönüşebilir dekantör sayısı kısmen dönüşebilir dekantör sayısının yaklaşık dört katı olmasına rağmen, toplam dekantör dönüşüm maliyetindeki payı, daha düşüktür (Şekil 57).



Şekil 57. Zeytinyağı tesislerin 2 faza dönüşebilirliğine göre toplam dekantör dönüşüm maliyeti ve oranı

6.3 Farklı Üretim Prosesleri Arasında Dönüşüm Sağlanabilmesi İçin Teşvikler ve Krediler

6.3.1 Zeytinyağı Üreticilerinin Kullanabilecekleri Teşvik ve Krediler

Ülkemiz genelinde zeytinyağı üretiminde üç fazlı üretim sistemi kullanılıyor olup, üretim sırasında ortaya çıkan atıksu asidik, organik madde içeriği yüksek, fenolik bileşikler açısından zengin özellik gösterip; teknik ve ekonomik açıdan arıtılamamaktadır. Bu sebeple üç faz tekniği ile üretim yapan sıkım tesisleri atıksuyun bertarafı için buharlaştırma lagünleri kullanmaktadır. Ancak buharlaştırma lagünleri, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından belirtilen standartlara göre yapılması durumunda hem sızdırmaz tabanla kaplanmış olması gerekmekte hem de oldukça büyük alanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu açıdan buharlaştırma lagünlerinin merkezi alanlarda organize edilmesi ve çevresindeki yakın tesislere hizmet edebilecek şekilde altyapısının oluşturulması gerekmektedir. İki faz yöntemini teknik nedenlerle kullanamayacak tesisler için merkezi buharlaştırma lagünlerinin oluşturulması ve desteklenmesi konuları göz ardı edilmemelidir.

İki fazlı zeytinyağı üretim tekniğinde, sıkılan zeytine bağlı olarak ilave proses suyu kullanılmamakta ya da zeytin hamurunun yoğunluğuna göre gerektiğinde 1/10 oranında az bir su kullanılmaktadır. İki fazlı zeytinyağı üretim tekniği, zeytinyağı tesislerinin çevreye etkilerinin en aza indirildiği tekniktir. Diğer taraftan İki fazlı zeytinyağı üretim tekniğinde daha az su kullanılmasından dolayı antioksidanlar açısından daha zengin olan zeytinyağında kalite artışları gözlenmektedir.

Proje kapsamında Türkiye genelinde yaklaşık 1031 zeytinyağı tesisi olduğu belirlenmiş, bunların 742 (%72) tanesinin üç fazlı üretim yaptığı tespit edilmiştir. Son yıllarda Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından sağlanan Kırsal Kalkınma Destekleri kapsamında bu tesislerin bir kısmı teknolojilerini yenilemiş, diğer bir kısmı ise (özellikler 2000 sonrası makinelerde) gerekli revizyonlarla iki fazlıya dönüşebilecek kullanmıştır.

Yukarıdaki bölümde (Bölüm 6.1) anlatıldığı üzere Ülkemizdeki tesislerin bir kısmı dönüşebilir (üretim veriminde değişiklik olmadan), bir kısmı kısmen dönüşebilir (dönüştüğünde üretim kapasitesinde düşme gözlenebilir), bir kısmı ise dönüşemez (dekantörün yenilenmesi gerekir) niteliktedir. İki fazlı üretime geçmek üzere "dönüşebilir" tesislerin yapacağı yatırımlar dikkate alındığında, tesis başına dekantör için 12.000-15.000 TL kadar yatırım yapılması gerektiği tespit edilmiştir. Kısmen dönüşebilir tesisler için gereken bu dekantör dönüşüm



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 214 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

yatırım tesis başına 40.000-60.000 TL arasındadır. Dekantör yenilemesi gereken (dönüşemez nitelikli tesisler için) bir dekantör maliyeti kapasitesine göre 130.000-280.000 TL olarak belirlenmiştir.

İki fazlı üretime geçildiğinde tesislerde ortaya çıkabilecek diğer bir ihtiyaç pirinanın depolanmasıdır. Bunun için tabanı sızdırmaz havuzlar ya da silolar kullanılmaktadır. Ayrıca pirinanın taşınmasını sağlayacak pompa ve taşıma helezonu gibi ihtiyaçlar da göz ardı edilmemelidir. Yapılan çalışmalar sonucunda bu yatırımların tutarı tesis başına 40.000 TL olarak hesaplanmıştır. İşletmelerin yapacakları dekantör değişiklikleri veya dönüşüm revizyonu için tespit edilen bu maliyetin %50'si Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu tarafından hibe olarak verilebilmektedir.

Tesislerin iki fazlı üretime geçmesi durumunda, yapacakları yatırım maliyetleri dışında başka bir kayıpları da pirinanın daha sulu olarak çıkması nedeniyle pirina firmaları tarafından satın alım fiyatlarının düşmesidir. Mevcut durumda üç fazlı pirina için satın alış bedeli yaklaşık 70-80 TL/ton iken, iki fazlı pirina için 30-40 TL/ton'dur. Zeytinyağı sanayisinin uzun vadede ayakta kalabilmesi için iki faz dönüşümünden kaynaklanacak gelir kayıplarının azaltılması ve bunun için de dönüşüm programını seçmiş sanayi tesislerinin devlet destekleri ile prim sistemi bazında desteklenebileceği düşünülmektedir.

Diğer taraftan iki fazlı zeytinyağı üretim tekniğinin uygulamaya geçirilebilmesi için kilit nokta Pirina tesisleridir. Bu tesislerin iki faz pirina işleyebilecek teknolojide ve kapasitede olması gerekmektedir. Ülkemizde hali hazırda faal durumda bulunan yaklaşık 15 pirina tesisi, zeytinyağı fabrikalarının iki faza geçmeleri halinde yeterli pirina kurutma kapasitesine sahip olmayacaklarını belirtmektedir. Bu kapsamda mevcut pirina kurutma tesisi kapasitelerinin yaklaşık % 35-100 oranında arttırılması gerekmektedir. Pirina tesislerinde yapılacak diğer bir düzenleme ise işlenecek pirina için gerekli olan depolama alanıdır. Bunun için tesis kapasitesine bağlı olarak sızdırmazlığı sağlanmış bir havuza ihtiyaç olacaktır. Zeytinyağı üreticilerine göre pirina işleme tesisleri çok daha büyük işletmeler olup, yapılacak yatırımları karşılayabilmeleri daha mümkün görünmektedir. Ancak belirtilen hususlarda işin stoklama durumuna göre işletmelerin yapacakları revizyonlar için tespit edilecek maliyetlerin %50'sinin Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarım ve Kırsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu tarafından hibe olarak verilebilmektedir. Bu teşviklere ilişkin detaylar, aşağıda sıralanmaktadır.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 215 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı

Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından “Tarımsal Altyapı ve Kırsal Kalkınma” başlığı altında tarımsal üretim ve tarım-sanayi entegrasyonunun sağlanması için, küçük ve orta ölçekli işletmeler desteklenmekte, tarıma dayalı sanayileşmenin düzenli ve sağlıklı bir şekilde yapılandırılması amacıyla yeni tesis, teknoloji yenileme alanlarında destekler verilmektedir. Çevreye duyarlı ve etkin bitki sağlığı tedbirleri ile kaliteyi koruyarak bitkisel üretimi artırmak. Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı ile zeytinyağı üreticilerinin de içinde yer aldığı tarıma dayalı küçük ve orta ölçekli sanayi işletmelerinin ekonomik yatırımlarına Tarıma Dayalı Ekonomik Yatırımların Desteklenmesi Hakkında Tebliğ kapsamında hibe desteği verilmektedir.

Kırsal Kalkınma Yatırımlarının Desteklenmesi Programı kapsamında “Tarıma Dayalı Ekonomik Yatırımların Desteklenmesi Hakkında Tebliğ” 06.10.2014 tarihli Resmi Gazetede yayınlanmıştır. Tebliğ çerçevesinde doğal kaynaklar ve çevrenin korunması dikkate alınarak, kırsal alanda gelir düzeyinin yükseltilmesi, tarımsal üretim ve tarıma dayalı sanayi entegrasyonunun sağlanması için küçük ve orta ölçekli işletmelerin desteklenmesi, tarımsal pazarlama altyapısının geliştirilmesi, gıda güvenliğinin güçlendirilmesi, kırsal alanda alternatif gelir kaynaklarının oluşturulması, yürütülmekte olan kırsal kalkınma çalışmalarının etkinliklerinin artırılması ve kırsal toplumda belirli bir kapasitenin oluşturulması hedeflenmektedir.

Tebliğde zeytinyağı üretimi ifadesi direkt geçmemekle birlikte “tarımsal ürün” olarak tütün hariç tüm bitkisel ürünleri, hayvansal ürünleri ve su ürünleri nitelendirilmektedir. Zeytinyağı üretiminde 3 fazdan 2 faza geçişle ilgili olarak Tebliğ’de geçen “teknoloji yenilenmesine yönelik yatırım” ifadesi dikkate alınmaktadır. Tebliğde “kapasite artırımı ve teknoloji yenilenmesine yönelik yatırım” başlığı altında faal olsun veya olmasın, çalışma ve üretim izinleri başvuru sahibi adına olmak üzere yasal izinleri alınmış ve tarımsal ürünlerden belli bir ürünün işlenmesi, depolanması ve paketlenmesine yönelik olarak yapılmış tesisler ile tarımsal üretime yönelik modern sabit yatırım tesislerinde makine-ekipman alımını ve gerekli olması halinde hibeye esas proje tutarının en fazla %80’ine kadar inşaat giderini kapsayan yatırımlar” ifade edilmektedir.

Zeytinyağı üreticilerini ilgilendirecek yatırım konuları, Madde 8’de sıralanan “ekonomik yatırımlar destekleme programı kapsamında hibe desteği verilen yatırımlar” aşağıda sıralanmaktadır.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 216 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

- Tarımsal ürünlerin işlenmesi, depolanması ve paketlenmesine yönelik yeni tesislerin yapımı,
- Tarımsal ürünlerin işlenmesi, depolanması ve paketlenmesine yönelik mevcut faal olan veya olmayan tesislerin kapasite artırımı ve teknoloji yenilenmesi,
- Tarımsal ürünlerin işlenmesi, depolanması ve paketlenmesine yönelik kısmen yapılmış yatırımların tamamlanması,
- Tarımsal üretime yönelik modern sabit yatırımlar

Tebliğde yer alan Madde 9'da "uygulama illeri ve bu illerde başvurusu kabule edilecek yatırımlar" belirtilmiştir. Bu illerden zeytinyağı üretimi yapılan Aydın, Balıkesir, Bursa, Çanakkale, Manisa'da "yaş meyve sebze tasnif, paketlenme ve depolama yatırımları hariç bitkisel ürünlerin işlenmesi, paketlenmesi ve depolanması ile ilgili yatırım başvurularının" kabul edileceği; Adana, Antalya, İzmir, Muğla'da ise "bitkisel ürünlerin işlenmesi, paketlenmesi ve depolanması, hayvansal ürünlerin işlenmesi, paketlenmesi ve depolanması, su ürünlerinin işlenmesi, paketlenmesi ve depolanması ile tarımsal üretime yönelik modern sabit yatırımlar için başvuruların" kabul edileceği belirtilmiştir.

Zeytinyağı üreticilerinin başvuruda bulunabilecekleri hibeye esas projelerin desteklenmesi ile ilgili olarak Madde 13'te aşağıdaki ifadeler yer almaktadır.

- Hibeye esas proje tutarının %50'sine hibe yoluyla destek verilir. Diğer %50'si oranındaki tutarı başvuru sahipleri kendi kaynaklarından temin etmekle yükümlüdür.
- Proje bütçesi KDV (Katma Değer Vergisi) hariç hazırlanır.
- Proje toplam tutarının; yukarıda belirlenen hibeye esas proje tutarını aşması durumunda, artan kısma ait işlerin proje sahiplerince aynı katkı olarak finanse edilmesi ve yatırım süresi içerisinde tamamlanması gerekir. Bu durumun hibe başvurusu ile beraber taahhüt edilmesi şarttır.
- Küçük ve orta ölçekli ekonomik faaliyetlere yönelik yatırım tesislerinin desteklenmesi amaçlandığından, başvuruda belirtilen proje toplam tutarı ile yatırım konusunun tam olarak gerçekleşmesi sağlanmalıdır.

3 fazdan 2 faza dönüşümler ilgili olarak Madde 15'te gider kalemleri sıralanmış, Yatırım uygulamalarına ait; a) İnşaat işleri alım giderlerine ve b) Makine, ekipman ve malzeme alım giderlerine hibe desteği verileceği belirtilmiştir.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 217 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Proje kapsamında ziyaret edilen 2 fazlı üretime geçmiş zeytinyağı üreticilerinin bu destekten yararlandıkları, “tarımsal ürünlerin işlenmesine yönelik teknoloji yenilenmesi” başlığı altında dekantörlerini değiştirdikleri tespit edilmiştir.

Kalkınma Bakanlığı

Kalkınma Bakanlığı koordinasyonunda kurulan ve faaliyet gösteren 26 adet Kalkınma Ajansı bulunmaktadır. Kalkınma Ajansları kendisi tarafından, gerekse sağladıkları Doğrudan Faaliyet Destekleri (DFD) ile bölgedeki öncelikli sektörleri desteklemektedir. Doğrudan faaliyet desteği Programı kapsamında proje başına verilecek asgari ve azami tutarlar mevzuatta belirlenmiş sınırlar çerçevesinde her destek programı için Ajans tarafından belirlenmektedir. 2014 yılı Doğrudan faaliyet desteği Programı destek tutarları asgari 25.000 TL ve azami 85.000 TL olarak belirlenmiştir Destek kapsamında faaliyet bütçesinin en az %25'i en fazla ise %100'ü hibe olarak desteklenmektedir. Doğrudan faaliyet desteği kapsamında finanse edilen projelerin azami süresi üç aydır. Üç aylık uygulama süresi, sözleşmenin imzalandığı günden bir gün sonra başlar. Kalkınma Ajansları destekleri ile birçok zeytinyağı üretim tesisinin iyileştirildiği, üç fazdan iki faza geçişte finans desteği aldığı tespit edilmiştir. Zeytinyağı üretim tesislerinin birleşerek (kümelenerek) yaptıkları başvurulara öncelik verildiği bilinmektedir.

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı

Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından 2013 yılında uygulamaya konulan ve ilk teklif çağruları 2014 yılı başında alınan Kümelenme Destek Programı ile zeytinyağı üreticileri de kümelenme kapsamında desteklenebilmektedir. Bu programın genel hedefi Ulusal Sanayi Strateji Belgesi'nin çizdiği çerçeve kapsamında, Türk Sanayisinin rekabet edebilirliğinin ve verimliliğinin yükseltilmesine ve ağırlıklı olarak yüksek teknoloji ürünleri üreten, nitelikli işgücüne sahip ve aynı zamanda çevreye ve topluma duyarlı bir yapıya dönüştürülmesine katkıda bulunmaktadır. Değerlendirme sürecinin tamamlanması ile destek almaya hak kazananlar uzun vadeli ve yüksek üst limitli desteklerden faydalanmaya hak kazanmaktadır. Destek Programı kapsamında Bakanlıkça hibe şeklinde sağlanacak mali destek, 5 yıl için 30 milyon TL 'dir. Bu miktar aşağıdaki kurallar çerçevesinde kullanılacaktır: Bakanlıkça tahsis edilecek hibe tutarı, iş planı bütçesinin %10'undan az; %50'sinden fazla olmamaktadır.

Ekonomi Bakanlığı, UR-GE Desteği

Sağladığı uzun vadeli ve yüksek hibe oranlı destek ile firmaları işbirliğine zorlayarak Türkiye'deki küme sayısının önemli ölçüde artmasını sağlayan 2010/8 sayılı Uluslararası

Rekabetçiliğin Geliştirilmesinin Desteklenmesi Tebliği, kümelenme çalışmalarında etki oranı bakımından en güçlü araç olarak yerini almıştır. Ekonomi Bakanlığı, İhracat Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen destek programı kapsamında yaklaşık 140 adet işbirliği kuruluşu destek programında yararlanmaktadır. Kısa adı ile UR-GE destek programı işbirliği kuruluşlarını muhatap alan ve firmalar için bürokrasiyi sıfırlayan yapısı ile oldukça yenilikçi bir destek mekanizmasıdır. Ayrıca ortak öğrenme, ortak gelişim ve ortak pazarlama başlıklarında sağladığı desteklerdeki %75'lik hibe oranı ve kalan kısmın firmalarca paylaşılıyor olması, firmalar için zor ve yüksek maliyetli işleri kolay ve düşük maliyetli hale getirmektedir.

6.3.2 Türkiye’de Zeytin ve Zeytinyağına İlişkin Diğer Düzenlemeler ve Destekler

Zeytinyağı üretiminde en büyük üretici ülkeleri içinde barındırmasıyla AB birinci, Türkiye ise dördüncü sıradadır. Türkiye’de ve AB’ndeki zeytin verimlilikleri dikkate alındığında, Türkiye’deki zeytinyağı üretiminin zeytindeki periyodisiteden (var yılı yok yılı) etkilendiğini görülmektedir. Zeytinde bir sene üretimde artış olurken diğer sene azalma olduğundan, bazı seneler Türkiye’deki verimlilik oranı AB oranlarının altına düşmüştür. Türkiye’de zeytinyağı fiyatları en büyük üretici ülke olan İspanya ile karşılaştırıldığında yüksektir; bu farkı zeytinyağında var yılı ve yok yılı ile ilişkilendirmek mümkündür.

AB’deki destek oranlarına bakıldığında, üretici 2010 yılında eline geçen fiyatın %66’sı kadar destek alırken (destek/üretici fiyatı), bu oran Türkiye’de %4 olarak tespit edilmiştir (Toplu-Yılmaz, 2013). Bu durumda, düşük fiyat ve yüksek prim ödemesinden dolayı, AB’de üretici ve tüketici Türkiye’ye kıyasla daha kazançlı durumdadır.

AB ve Türkiye’deki zeytinyağında tarım destek politikalarını incelendiğinde üretici açısından önemli olan depolama uygulaması dikkati çekmektedir: AB içinde veya bazı bölgelerinde herhangi bir kriz anında ve pazar fiyatı belli bir seviyenin altında ise Komisyon stok yapabilmektedir. Türkiye’de ise zeytinyağında lisanslı depoculuk yeni başlamıştır. Marmarabirlik, lisanslı depoculuk faaliyeti göstermektedir.

Üreticiye yapılan yardımlar da oldukça farklıdır. Türkiye’de üretici fark ödemesi (devletin üreticiye piyasa fiyatı ile garanti ettiği fiyat arasındaki çıktı başına yaptığı ödemedir) alırken, AB’deki üretici üretim yardımı almaktadır. Avrupa Birliği’nde zeytinyağı ortak piyasa düzeni 1966 yılında kurulmuştur. 1980’lerde üretim Azami Garantilenmiş Miktar (MGQ) yöntemiyle kontrol edilmeye başlanmış ve üretim yardımı 100 kilo için 77 € olarak belirlenmiştir. Ancak



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 219 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

zeytinyağı üreticisi ülkelerinin (Yunanistan, İspanya ve Portekiz) katılımıyla, zeytinyağı destek sisteminde değişiklikler yapılmış ve üretim yardımı 1998/99 döneminden itibaren MGQ temel alınarak €1.322,5/t olarak sabitlenmiştir. Türkiye’de ise zeytinyağına destek 1966 yılında başlamış, bazı dönemler destekleme kapsamından çıkarılmıştır. 1998 yılından beri ise Çiftçi Kayıt Sistemi’ne (ÇKS) kayıtlı üreticilere kilogram bazında prim desteği verilmektedir. Türkiye’de çiftçi kayıt sistemine kayıtlı zeytinyağı üreticisi 2009 yılında ton başına 250 TL, 2011 ve 2012 yıllarında ise iki kat artarak 500 TL alabilmiştir.

Dış ticaret uygulamalarını incelediğinde, Türkiye ve AB zeytinyağını Dünya Ticaret Örgütü taahhütleriyle sınırlı olarak sübvansiyonlu ihraç edebilmektedir. Ancak ithalat rejiminde farklılıklar göze çarpmaktadır. Türkiye zeytinyağı ithalatında ad valorem vergi uygulamaktadır. AB ise spesifik tarife uygulamaktadır. AB Türkiye’nin zeytinyağında önemli ticaret partnerlerinden biri olup, her sene miktar değişmekle birlikte, Türkiye’nin zeytinyağı ihracatının yaklaşık %30-40’ını kapsamaktadır. Türkiye zeytinyağında büyük üretici olmasına rağmen AB ile ticarete avantajlı konuma sahip olmadığı belirtilmektedir. AB aynı zamanda Tunus’tan önemli ölçüde zeytinyağı ithal etmektedir. Bu ithalat işbirliğinin temeli AB’nin Tunus’la 1995 yılında yaptığı serbest ticaret anlaşmasına dayanmaktadır. 1998 yılında yürürlüğe giren anlaşmaya göre, Avrupa Birliği, Tunus’tan yıllık 56.700 ton zeytinyağı ithalatına ECU 7,81/100 kg tarife uygulanmış (European Commission, 2006); 2006 yılında yapılan yeni düzenlemeye göre 1509 10 10 ve 1509 10 90 kodlu zeytinyağı ürünlerinin yıllık 56.700 ton ithalatına sıfır vergi uygulanmıştır (Commission Regulation, 2006). AB, Türkiye’den yapılan zeytinyağı ithalatına ise 112,5 €/100 kg vergi uygulamaktadır (Toplu-Yılmaz, 2013). 25 Şubat 1998 tarihli ve 1/ 98 sayılı Ortaklık Konseyi Kararı, (Protokol 1) EK 1’e göre, Avrupa Birliği’nin Türkiye’ye uyguladığı tercihli gümrük tarifeleri MFN tarifelerinden sadece %5-10 civarında düşüktür (DPT, 2001). Dolayısıyla, Türkiye zeytinyağı ticaretinde, AB pazarında avantajlı konumda değildir. Zeytinyağı üretiminde Türkiye ve AB karşılaştırması Tablo 62’de verilmektedir.

Tablo 62 Türkiye ve Avrupa Birliği Zeytinyağı Düzeni Karşılaştırması
(Toplu-Yılmaz, 2013)

Türkiye	AB
Depolama	
Zeytinyağında lisanslı depoculuk vardır. Marmarabirlik lisanslı depoculuk faaliyeti göstermektedir. Tariş, Marmarabirlik, Güneydoğubirlik stoklama ve alım faaliyetleri göstermektedir.	Piyasa fiyat düzeyinin ekstra sızma zeytinyağı için 1.779 €/ton; Naturel zeytinyağı için 1.710 €/ton; Lampant zeytinyağı için 1.524 €/ton altına düşmesi halinde depolama yapılmaktadır.
Tarımsal Destekler, 2012	
Alan bazlı ödeme Mazot (4 TL/da) Kimyasal Gübre (5 TL/da) Fark Ödemesi (50 kr/kg) Zeytin Fidesi (100 TL/da)	Üretim Yardımı (1.322,5 €/ton)
Dış Ticaret Düzeni, 2012	
Ad valorem vergi uygulanmaktadır. %31,2	Spesifik vergi uygulanmaktadır: Lampant zeytinyağı 122,6 € / 100 kg Ekstra sızma ve naturel 124,5 € / 100 kg Diğer zeytinyağları 134,6 € / 100 kg
Sübvansiyonlu İhracat Hakkı	
Var	Var

Zeytinyağı üretimi ile ilgili tespitler sonucunda, Türkiye AB Ortak Tarım Politikası'na uyum aşamasında destek politikalarında değişikliğe gitmesi gerektiği tespit edilmiştir. Türkiye'de fiyat düşmelerine karşı herhangi bir politika mevcut olmadığı, bu durumda stoklama sistemi devreye girmesi gerektiği; Türkiye'de de AB benzeri bir özel stoklama yardımı uygulandığı takdirde periyodisiteden kaynaklanan fiyat düşmelerine karşı önlem alınabileceği belirlenmiştir. Ayrıca üreticinin maliyetlerini önemli ölçüde karşılayacak üretim yardımının Türkiye'deki zeytinyağı üreticisi için çok faydalı olacağı belirlenmiş; Türkiye'nin Avrupa pazarında rekabet edebilirliği açısından zeytinyağı fiyatlarını düşürüp, fiyat düşmesinden kaynaklanan zararın, fark ödemesinin arttırılmasıyla telafi edilebileceği, bu şekilde hem üreticinin destekleneceği hem de tüketicinin zeytinyağı talebini arttıracacağı tespit edilmiştir.

7 ÜLKEMİZDEKİ PİRİNA TESİSLERİNİN DÖNÜŞÜME UYGUNLUĞUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

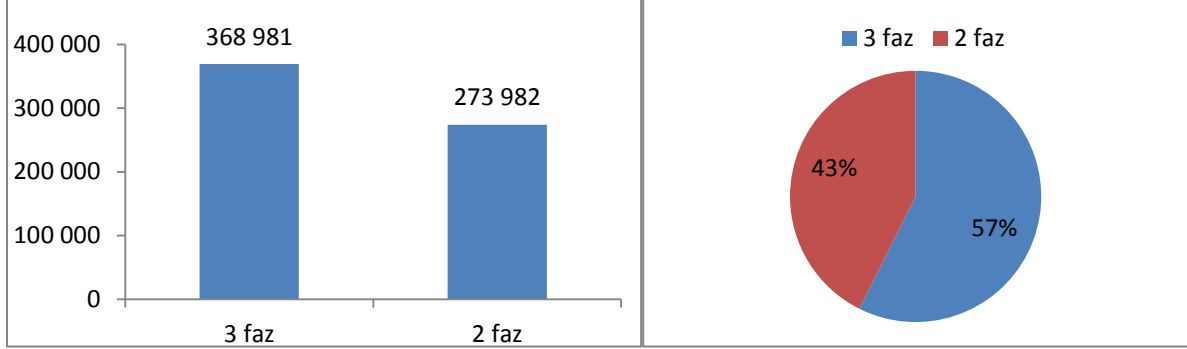
7.1 Mevcut Pirina Miktarı

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. 1000 ton zeytin işlenmesi sonucu 2 faz ve 3 fazlı üretim prosesinde oluşan pirina miktarı hesabı, Bölüm 5.1.1’de detaylı olarak açıklanmıştır. Buna göre, Ülkemizde yaklaşık 370.000 ton/sezon 3 fazlı pirina, 274.000 ton/sezon 2 fazlı pirina oluştuğu düşünülmektedir (Şekil 58). İşletmelerin %27’si iki fazlı çalışmasına rağmen, oluşan pirinaların %57 3 fazlı, %43 ise 2 fazlı’dır. İllere göre oluşan pirina miktarlarına bakıldığında, en fazla pirinanın Aydın ilinde oluştuğu ve oluşan pirina miktarının yaklaşık 126.000 ton/sezon olduğu görülmektedir. Aydın ilinde zeytinyağı tesislerinin yaklaşık %75’i 3 fazlı, geri kalanlar ise 2 fazlı olarak üretim yapmasına rağmen, üretim prosesine göre oluşan pirina miktarlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Ayrıca bu ilde oluşan pirina miktarı, tüm pirinanın %20’sini oluşturmaktadır. Diğer taraftan, Balıkesir’de yaklaşık 91.000 ton/sezon pirina oluştuğu ve bu miktarın toplam pirinanın %14’ne karşılık geldiği görülmektedir. Balıkesir ilinde oluşan 3 faz pirina miktarının, 2 faz pirina miktarından iki kat daha fazla olduğu görülmektedir (Tablo 63). İzmir ilinde oluşan pirina miktarı yaklaşık 85.000 ton/sezon olarak hesaplanmıştır. İzmir’de 2 fazlı çalışan işletme oranı yüksektir. Bu nedenle, İzmir’deki 2 faz pirina miktarı, 3 faz pirina miktarının iki katından daha fazla olduğu görülmektedir. Manisa ilinde ise pirina miktarı yaklaşık 70.000 ton/sezon olarak hesaplanmıştır. Bu dört ilde oluşan pirina miktarlarına bakıldığında, Türkiye’deki pirinaların yaklaşık %60’nı oluşturduğu görülmektedir. Diğer taraftan, Sakarya, Tekirdağ ve Şanlıurfa illerinde, zeytinyağı tesisi az olduğundan bu illerde az miktarda pirina oluştuğu görülmektedir.

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 222 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00



Şekil 58 Mevcut durumda üretim prosesine göre Türkiye'de oluşan tahmini pirina miktarı ve yüzdesi

Tablo 63 İllere göre oluşan 3 faz ve 2 faz tahmini pirina miktarı

Şehir	Mevcut 3 fazlı pirina miktarı, ton/sezon	Mevcut 2 fazlı pirina miktarı, ton/sezon	Mevcut pirina miktarı ton/sezon	İllere göre oluşan pirinanın toplam pirina içindeki payı
ADANA	2 871	2 205	5 076	1%
ANTALYA	11 126	2 790	13 916	2%
AYDIN	64 737	61 522	126 259	20%
BALIKESİR	61 187	29 752	90 939	14%
BURSA	6 315	5 400	11 715	2%
ÇANAKKALE	23 098	11 457	34 555	5%
GAZİANTEP	18 743	495	19 238	3%
HATAY	37 822	13 572	51 394	8%
İZMİR	26 093	59 082	85 175	13%
K.MARAŞ	510	3 150	3 660	1%
KİLİS	4 641	3 510	8 151	1%
MANİSA	39 763	29 655	69 418	11%
MERSİN	20 492	19 710	40 202	6%
MUĞLA	34 499	20 184	54 683	9%
OSMANİYE	12 827	8 753	21 579	3%
SAKARYA	995	1 215	2 210	0,3%
ŞANLIURFA	2 397	810	3 207	0,5%
TEKİRDAĞ	867	720	1 587	0,2%
Genel Toplam	368 981	273 982	642 963	100

7.2 Üretim Prosesi Değişikliğinin Pirina Miktarına Etkisi

Tüm kontinü zeytinyağı işleme tesislerinin 2 faz üretime geçmeleri durumunda oluşacak pirina miktarı, işlenen zeytin miktarı ve kütle dengesi değerleri kullanılarak tahmin edilmiştir. Mevcut durumda yaklaşık 643.000 ton/sezon pirina oluşurken, tüm işletmelerin 2 faza geçmesi durumunda, bu miktarının yaklaşık 925.000 ton/sezon olacağı tahmin edilmektedir. Görüldüğü gibi, 2 faza geçilmesi durumunda, pirina miktarının yaklaşık %44 oranında artacağı ön görülmektedir. İllere göre oluşan pirinanın artış oranlarına bakıldığında, %75 ile en yüksek artış Gaziantep ilinde gerçekleşmiştir. Mevcut durumda, bu ildeki zeytinyağı üretim tesislerinin hemen hemen hepsi 3 fazlı üretim yapmaktadır. Dolayısıyla, 2 faza dönüşüm durumu söz konusu olduğunda, pirina miktarında oransal olarak en yüksek artışın bu ilde gerçekleşecek olması olağandır. Diğer taraftan Antalya, Hatay, Balıkesir, Çanakkale, Muğla ve Manisa illerindeki artış oranlarının sırasıyla %61, %56, %51, %51, %48 ve %44 civarında olacağı tahmin edilmektedir. Halihazırda, İzmir ilindeki işletmelerin önemli bir kısmı 2 fazlı çalıştığı için, bu ildeki tüm kontinü işletmelerin 2 faza dönüşümü durumunda, pirina miktarındaki artış oranının yaklaşık %21 seviyesinde olacağı ön görülmektedir (Tablo 64). Mevcut durumda ve 2 fazlı üretime geçilmesi durumunda oluşan/oluşacak pirina ve artış miktarının illere göre dağılımı Şekil 59'da, pirina artış oranı ise Şekil 60'de gösterilmiştir.

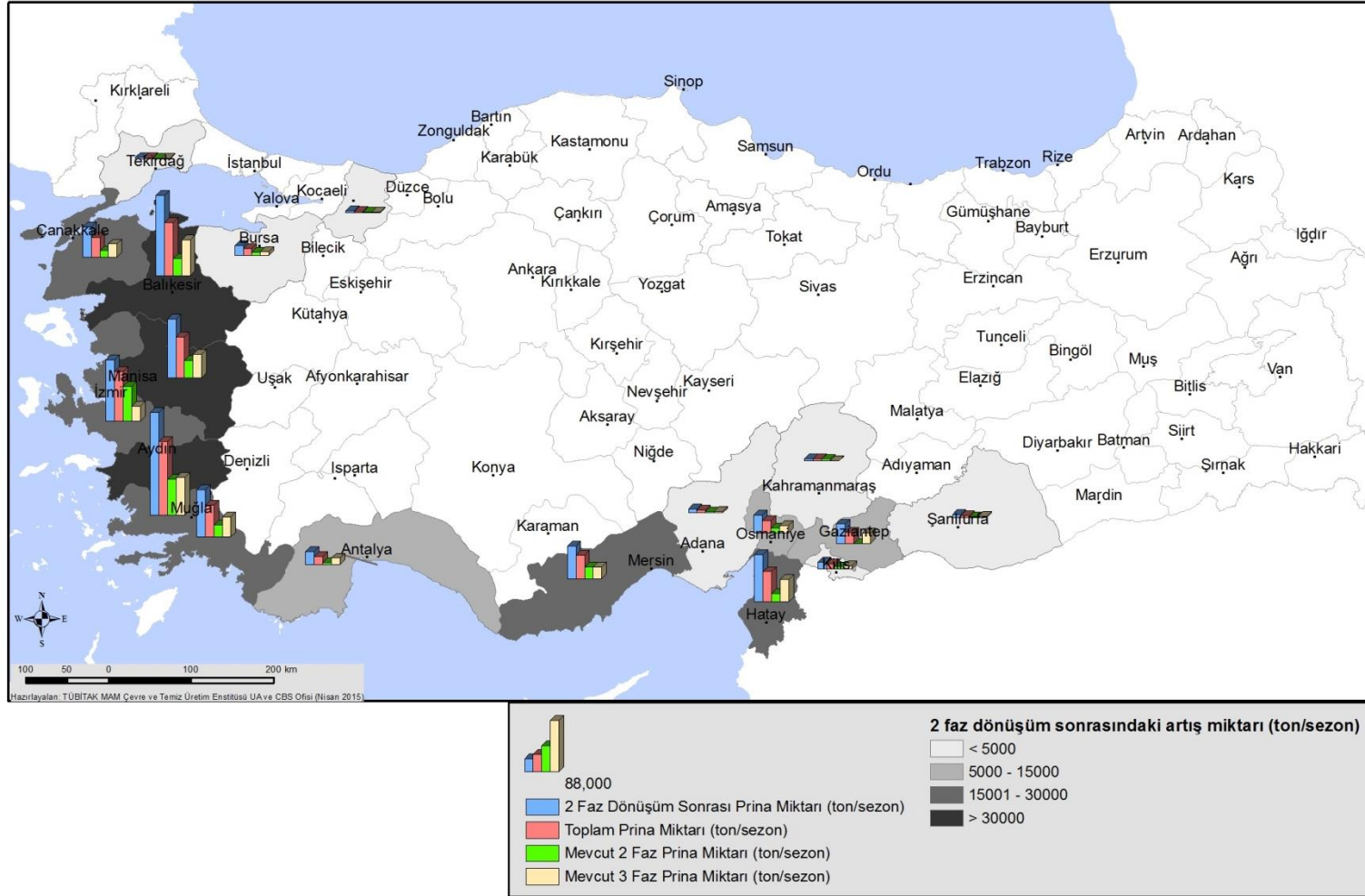
TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 224 / 331

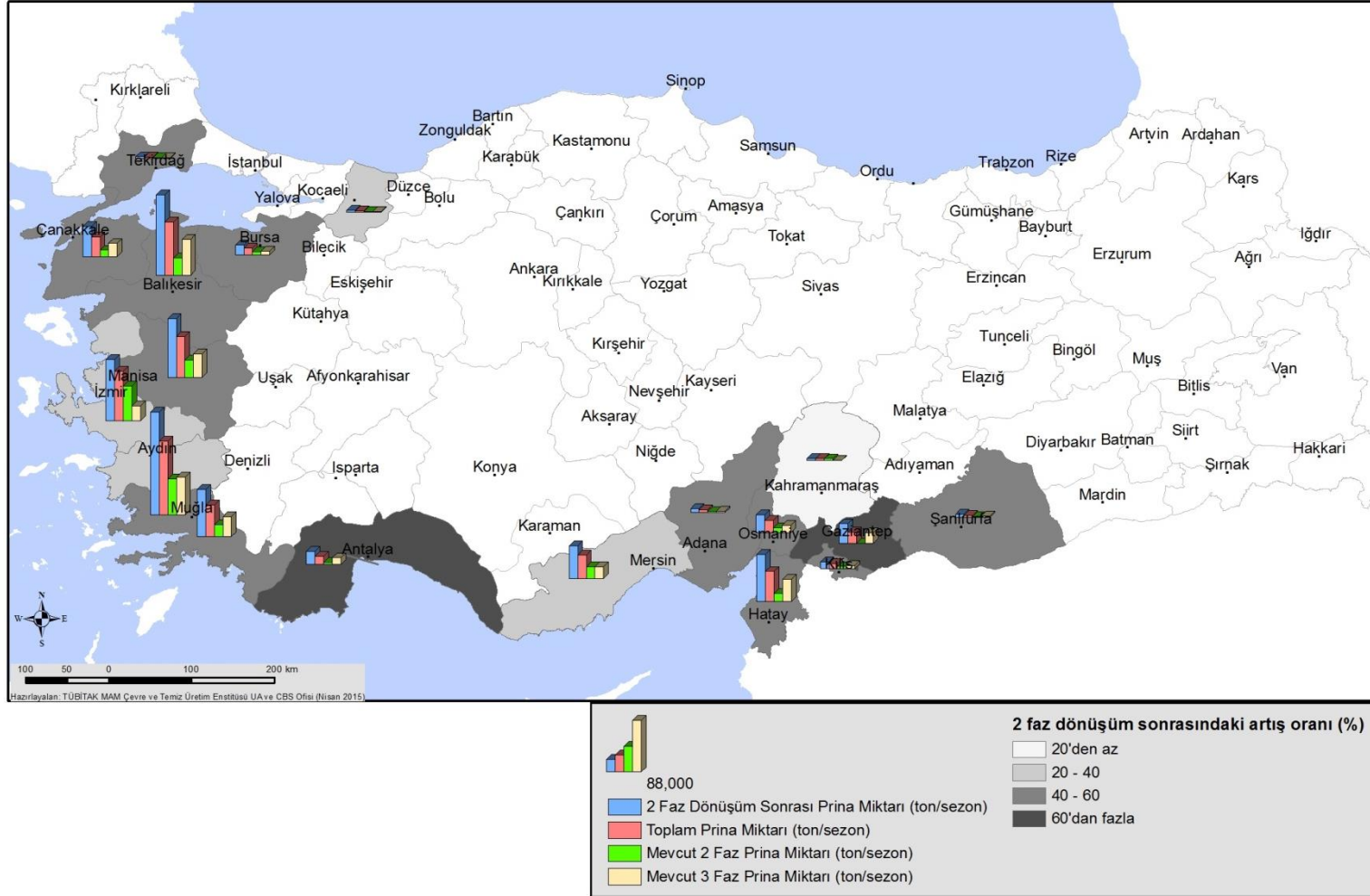
Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 64 İki faz üretim prosesine geçildiğinde illere göre oluşacak tahmini pirina miktarı ve artış oranı

Şehir	Mevcut Pirina Miktarı, ton/sezon	Toplam 2 faz pirina miktarı, ton/sezon	Artış miktarı (ton/sezon)	Artış oranı (%)
ADANA	5 076	7 272	2 196	43
ANTALYA	13 916	22 424	8 508	61
AYDIN	126 259	175 763	49 505	39
BALIKESİR	90 939	137 729	46 790	51
BURSA	11 715	16 544	4 829	41
ÇANAKKALE	34 555	52 218	17 663	51
GAZİANTEP	19 238	33 570	14 333	75
HATAY	51 394	80 317	28 923	56
İZMİR	85 175	105 129	19 954	23
K.MARAŞ	3 660	4 050	390	11
KİLİS	8 151	11 700	3 549	44
MANİSA	69 418	99 825	30 407	44
MERSİN	40 202	55 872	15 670	39
MUĞLA	54 683	81 065	26 382	48
OSMANİYE	21 579	31 388	9 809	45
SAKARYA	2 210	2 970	761	34
ŞANLIURFA	3 207	5 040	1 833	57
TEKİRDAĞ	1 587	2 250	663	42
Genel Toplam	642 963	925 126	282 162	44



Şekil 59 Mevcut durumda ve tüm işletmelerin 2 fazlı üretime geçmesi durumunda oluşan/oluşacak pirina artış miktarının illere göre dağılımı

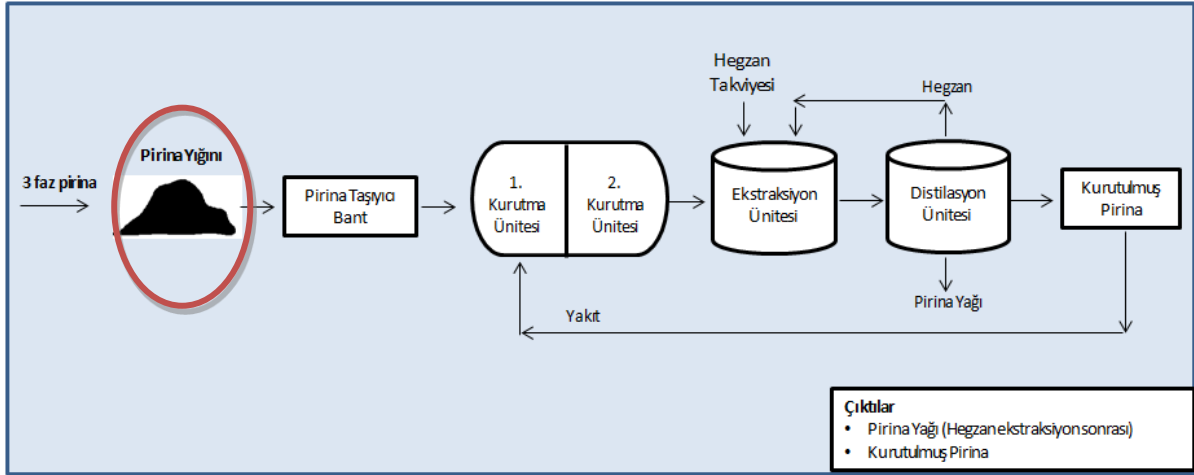


Şekil 60 Mevcut durumda ve tüm işletmelerin 2 fazlı üretime geçmesi durumunda oluşan/oluşacak pirina miktarı ve artış oranının illere göre dağılımı

7.3 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 61). Kurutulmuş ve yağı alınmış pirina daha sonra dökme olarak ya da çuvallanarak yakıt olarak satılmaktadır. Solvent ekstraksiyon yöntemiyle pirina işleyen tesisler, zeytinyağı tesisleri ile kıyaslanmayacak derecede kompleks tesislerdir. Bu tesislerin hem yatırım hem de işletme maliyetlerinin yüksek olduğu ve işletilmesinin uzmanlık gerektirdiği bilgisine ulaşılmıştır.



Şekil 61 Pirina tesislerinde üç fazlı pirinanın işlenmesi

Diğer taraftan, 2 fazlı pirina, yüksek nem içeriğine sahip olduğundan yığın şeklinde depolanamamaktadır. Bu yüzden 2 fazlı pirina işlemek için öncelikle pirina havuzuna ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, yüksek nem içeriği sebebiyle 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, ancak çeşitli yöntemler kullandığında 2 fazlı pirinayı işleyebilir duruma gelmektedir. 2 fazlı pirina işleme yöntemleri incelendiğinde, bir kısım pirina tesisinin nem içeriği %25-30 olan ön

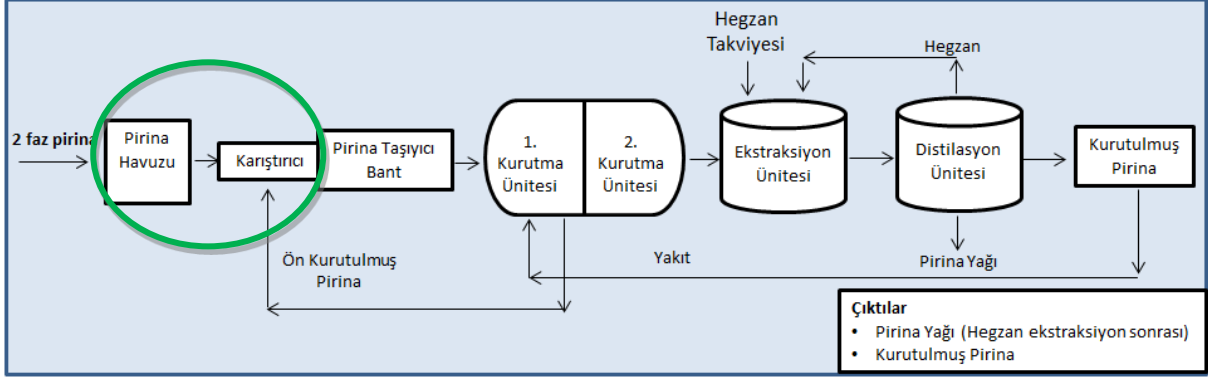
kurutulmuş pirina ile 2 fazlı pirinayı, nem içeriği %50 olacak şekilde karıştırıp, daha sonra kurutma ünitesine verdikleri görülmektedir. Bu yöntemde, daha önce kurutulan pirina, tekrar sisteme verildiğinden pirina tesislerinin kurutma kapasiteleri belli oranda düşmektedir. Pirina tesislerinin, bu şekilde 2 fazlı pirina işlemesi durumunda, pirina havuzu, karıştırma ve kurutma ünitesi için yatırım yapmaları gerekmektedir.

Diğer bir 2 fazlı pirina işleme yönteminde ise, tesise gelen 2 fazlı pirina dekantasyona (2. sıkım) tabi tutularak nem içeriği düşürülmekte ve sonrasında kurutma ünitesine verilmektedir (Girgin Pirina). Bu yöntem sayesinde, pirina vakit kaybetmeden işlenebilirse, iyi kalitede pirina yağı elde edilebilir. Bunun için ise dekantasyon ünitesi yatırımına ihtiyaç vardır. Diğer taraftan, 2. sıkım sonrası bir miktar konsantre atıksu oluşmaktadır, ancak bu işlem sırasında zeytinyağı işletmelerinde 3 fazlı işletmedeki gibi su ilavesi olmamaktadır. Bu nedenle, oluşacak atıksu miktarının zeytinyağı işletmelerinde oluşacak dekantasyon atıksuyunun yaklaşık 3'te biri oranında olması, buna karşın konsantrasyonunun 3 kat daha fazla olması öngörülmektedir. Oluşan atıksuların, bir havuzda depolanması ve sezon sonunda mevcut pirina depolama alanları da kullanılarak buharlaştırılması ve pirina içine karıştırılması söz konusu olabilir. Zeytinyağı tesislerinin çoğunlukla küçük ölçekli ve dağınık olduğu göz önünde bulundurulduğunda, zeytinyağı tesislerinde oluşan atıksuların kontrol edilebilirliği daha zor iken, pirina tesislerinin büyük ve sayı olarak daha az olması sebebiyle oluşacak bu çok daha az miktardaki atıksuyun kontrol edilebilirliğinin daha kolay olacağı düşünülmektedir.

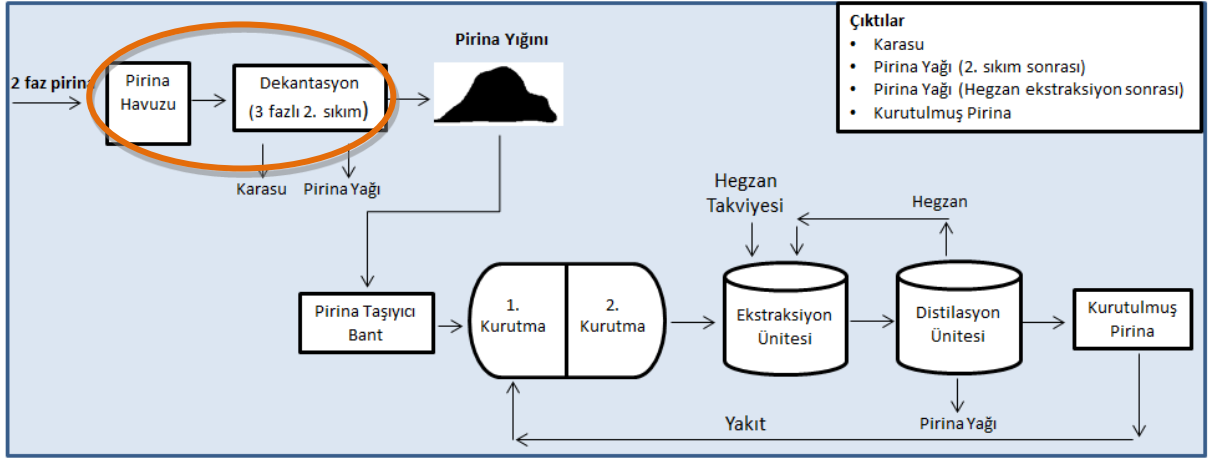
Tercih edilen diğer 2 fazlı pirina işleme yönteminde ise, 2 fazlı pirina 3 fazlı olarak 2. sıkıma tabi tutulup, daha sonra 2 fazlı pirina ile veya gerektiği durumlarda ön kurutulmuş pirina ile karıştırılıp kurutma ünitesine verilir. Bu şekilde, 2 fazlı pirina işlemek için 2. sıkım ve karıştırma ünitesi yatırımı yapılması gerekmektedir. Ülkemizdeki pirina tesislerinde, tercih edilen 2 fazlı pirina işleme yöntemleri Tablo 65'de gösterilmiştir.

Tablo 65 Ülkemizdeki mevcut pirina tesislerinin iki fazlı pirina işleme yöntemleri

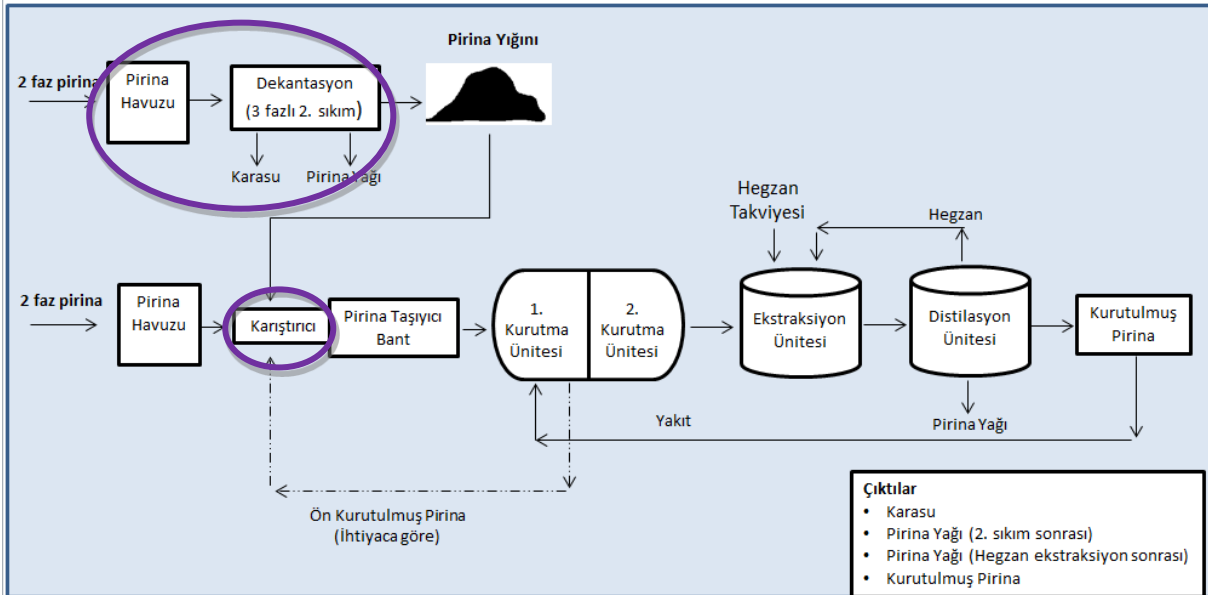
Pirina Tesisi	Mevcut durumda tercih edilen pirina işleme yöntemi
Orpir Pirina, Doğu Pirina, Tirsay Pirina, Karagönler Pirina, Kemal Yüksel Pirina	Ön kurutulmuş pirina ile karıştırma
Girgin Pirina, Şenol Gıda	2. sıkım yapılarak 3 fazlı pirinaya dönüştürme
Ege Tarımsal Enerji, Yeni Kurtuluş Pirina	2 fazlı ve 3 fazlı pirina belirli oranlarda karıştırma
Dalan Pirina, Uşaklı Pirina, Zeymak Pirina, Alkanlar Pirina, Solvent Pirina, Asfuroğlu Pirina	2 fazlı pirina işlenmiyor.



a)



b)



c)

Şekil 62 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

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 230 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Şekil 62’de görüldüğü üzere, 2 fazlı pirina yığın şeklinde depolanmadığı 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 (Şekil 63).



Şekil 63 Pirina tesislerinde iki fazlı pirina işleme yöntemi farklılıklarına göre yapılan yatırımlar
a) Pirina havuzu b) atıksu havuzu c) karıştırma ünitesi d) 2. sıkım ünitesi e) kurutma ünitesi

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 231 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Diğer taraftan, pirina tesislerinde kullanılan mevcut makine ve ekipmanlar, 2 fazlı pirinayı işlemek için herhangi bir işleme tabi tutulmadan kullanılabilir. Bilindiği gibi, 2 fazlı pirina için sadece kurutma sistemine verilene kadar olan süreçte farklılık vardır. Kurutmaya verildikten sonraki diğer işlemler 3 fazlı pirina ile aynı süreci içerdiğinden herhangi bir revizyon gerekmemektedir. Solvent ekstraksiyon yöntemiyle pirina işleyen tesislerde kullanılan mevcut makine ve ekipmanlar Tablo 66'da özetlenmiştir.

Tablo 66 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. sıklım ünitesi için)	Yeni yatırım
	*Atıksu depolama havuzu (2. sıklım 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.

Proje kapsamında, pirina tesis yetkilileri ile görüşülerek, 2 fazlı pirina işleyebilmek için yapılan/yapılacak yatırımlar hakkında bilgiler alınmıştır (Tablo 67). Buna göre, Orpir, Girgin, Doğuş, Karagönler, Tirsay, Yeni Kurtuluş Pirina ve Ege Tarımsal Enerji gibi tesisler, 2 fazlı pirina işleyebilmek için gerekli yatırımlarını tamamlamışlardır (mevcut durumda toplam kapasitenin yaklaşık %73'ü). Ancak, Solvent, Hatay (Asfuroğlu), Uşaklı ve Alkanlar Pirina gibi tesisler ise, şehir merkezinde bulduklarını gerekçe göstererek, yeterli alana sahip

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 232 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

olmadıklarından 2 fazlı pirina işlemek için gerekli yatırıma sıcak bakmadıkları bilgisini vermiştir (mevcut durumda toplam kapasitenin yaklaşık %15'i). Diğer taraftan ise, Dalan, Kemal Yüksel ve Zeymak Pirina gibi tesisler, gerekli yatırımlara başladığı bilgisini vermişlerdir (mevcut durumda toplam kapasitenin yaklaşık %12'si).

Tablo 67 Solvent ekstraksiyonu yapan pirina tesislerinin mevcut kapasiteleri ve iki faz pirina işlemek için yatırım durumları

Yatırımı Tamamlayan		Yatırıma Başlayan		2 Fazlı Pirina İşlemeyi Düşünmeyen	
Pirina Tesisi	Kapasite (ton/sezon)	Pirina Tesisi	Kapasite (ton/sezon)	Pirina Tesisi	Kapasite (ton/sezon)
Orpir Pirina	125.000	Dalan Pirina	40.000	Solvent Pirina	30.000
Girgin Pirina	100.000				
Doğuş Pirina	100.000	Kemal Yüksel Pirina	15.000	Hatay (Asfuroğlu) Pirina	25.000
Karagönler Pirina	80.000				
Tırsay Pirina	25.000			Uşaklı Pirina	20.000
Yeni Kurtuluş Pirina	15.000	Zeymak Pirina	25.000	Alkanlar Pirina	25.000
Ege Tarımsal Enerji	30.000				
Toplam	475.000		80.000		100.000

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 68'de gösterilmiştir. Bu maliyetler, ortalama 25.000 ton/sezon 2 fazlı pirina işleyen bir tesis baz alınarak tahmin edilmiştir. Buna göre, 20.000 ton/sezon kapasiteli pirina depolama havuz için 400.000 TL, 2 fazlı pirinanın dekantasyon yapılarak işlenmesi durumunda, 200 ton/gün'lük 2. sıklım ünitesi için 600.000 TL civarında bir yatırıma ihtiyaç olacağı öngörülmektedir. Bu maliyetler, dekantör firma yetkililerinden fiyat alındığı gibi, 2. sıklım ünite yatırımı yapan (Girgin Pirina) pirina tesisinden kurulum maliyeti de dikkate alınarak tahmin edilmiştir. Ayrıca, 2. sıklım yapıldığında, daha konsantre bir atıksu oluşacağından, oluşan bu atıksuları depolamak için atıksu havuzuna ihtiyaç duyulacaktır. Bu doğrultuda, 5.000 ton/sezon'luk atıksu havuzunun maliyetinin yaklaşık 100.000 TL civarında olacağı tahmin edilmektedir. Bunun dışında, karıştırma ünitesi yatırım maliyeti 50.000 TL olarak değerlendirilmiştir. Diğer taraftan, 2 fazlı pirinanın ön kurtulmuş pirina ile karıştırılarak işlenmesi durumunda, bir miktar kapasite kaybı olacağı için, ilave bir kurutma ünitesine ihtiyaç olabilmektedir. Yatırıma başlayan pirina tesisleri ile görüşülerek, ilave olarak 150

ton/gün kapasiteli bir kurutmaya ihtiyaç olabileceği bilgisi alınmıştır. Bu kapasitedeki bir kurutmanın maliyetinin ise yaklaşık 500.000 TL civarında olacağı düşünülmektedir.

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 68).

Tablo 68 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, kurutma 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 600.000	
	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.

7.4 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 69). Ülkemizde mevcut durumda yaklaşık 640.000 ton/sezon pirina olduğu tahmin edilmekte ve oluşan bu pirinaların yaklaşık %55-60'ının pirina tesislerinde değerlendirildiği görülmektedir. Pirina tesislerine ulaşmayan pirinaların, zeytinyağı tesisleri ve diğer pirina tesisleri (sadece fiziksel yöntemlerle 2. sıkım yapan tesisler) tarafından işlendiği tahmin edilmektedir. Diğer taraftan, tüm kontinü tesislerinin 2 faza geçmesi durumunda, ortalama olarak 925.000 ton/sezon pirina oluşacağı tahmin edilmektedir. Bilindiği gibi, 2 fazlı pirinanın nem içeriği %60-75 seviyelerinde (ortalama yaklaşık %70) olduğundan, oluşacak pirinaların büyük çoğunluğunun pirina tesisleri tarafından değerlendirileceği düşünülmektedir. Bu yüzden, pirina tesis



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 234 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

yetkilileri ile görüşülerek, 2 faz pirina işlenebilmesi için yapılan/yapılacak yatırımlar ile birlikte 2 faz pirina işleme kapasitesi bilgileri istenmiştir. Pirina tesislerinin verdiği bilgiye göre, dönüşüm sonrası 6 pirina tesisinin mevcut kapasitelerinde bir değişiklik olmazken, 4 pirina tesisinde %25-40 arasında kapasite kaybı olacaktır. Ayrıca, 4 pirina tesisi, 2 faz pirina işlemeyeceğini belirtmiştir. Ancak pirinanın ekonomik açıdan önemli bir ürün olduğu düşünülürse, bu tesislerinde 2 faz pirina işlemek için ilerleyen dönemlerde gerekli yatırımları yapabilecekleri düşünülmektedir.

Uygun yeri olan pirina tesislerinin, pirinayı depolayarak ve çalışma sürelerini arttırarak daha fazla pirina işleyebilecekleri teknik olarak mümkün görülmektedir. Ancak proje kapsamında görüşülen pirina tesisi yetkililerinin bazıları, çalışma süresinin uzamasının beraberinde bir takım sorunlar getirebileceğini belirtmiştir. Tesis yetkilileri, pirinanın uzun süre bekletildiğinde bünyesindeki yağın bozulabileceği ve pirinanın yakıt olarak satıldığı için kış sezonunda değerlendirilmesinin daha uygun olabileceği ve bu yüzden uzun süre depolanarak işlenmesine sıcak bakmadıklarını belirtmişlerdir.

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 235 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 69 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	Tirsay 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 işletmemin tekrar faaliyete geçeceği bilgisini vermişlerdir.

İki faza dönüşüm sonrasında, pirina tesisleri pirina topladığı bölgedeki tüm pirinaları almalıdır. Entegre zeytinyağı işleme tesislerinde, çekirdek ayırımı ve 2. sıkım yapılmış pirinalar da bu kapsamda değerlendirilmelidir. Saha ziyaretleri sırasında, bazı pirina tesislerinin, çekirdeği alınmış ve 2. sıkım yapılmış bu pirinaları almak istemedikleri görülmüştür (gerekçe olarak, toplam içindeki bu pirinaların oranının artmasının hekzan ekstraksiyonu açısından sorun olabileceğini belirtmişlerdir). Bu durum, entegre zeytinyağı işletmelerinin 2 fazlı üretim olarak faaliyet göstermesini güçleştirebilir. O nedenle, entegre tesislerde oluşacak çekirdeği alınmış ve 2. sıkım yapılmış pirinaların da, ilgili pirina tesisinin toplam işledikleri pirina içinde önemli oranlara ulaşmadığı ve işletmeyi aksattığının gösterilemediği durumlarda, pirina tesisi tarafından kabul edilmesi önerilmektedir. Bununla birlikte, pirina tesisleri, entegre tesislerde oluşan bu pirinayı yem maddesi eldesi gibi farklı alternatif ürün üretimi için de değerlendirebilirler.

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. En yakın hizmet birimi analizinde, pirina tesislerinin her bir zeytinyağı tesisine olan mesafeleri hesaplandıktan sonra en düşük pirina kapasitesine sahip olan pirina tesisi kendi kapasitesini doldurana kadar en yakınında bulunan zeytinyağı tesislerinden pirina alacak şekilde, zeytinyağı tesisleri ve pirina tesisleri eşleştirilerek her bir pirina tesisinin katedeceği minimum, maksimum ve toplam mesafeler belirlenmiştir. Pirina tesislerinin hizmet alanları ise pirina aldığı en uzak mesafedeki zeytinyağı tesisi dikkate alınarak hesaplanmıştır. Mevcut pirina tesislerin kapasitesi dolduktan sonra açıkta kalan zeytinyağı tesislerinin toplam pirina miktarı ve birbirlerine yakınlıkları (kümelenmeleri) göz önüne alınarak potansiyel yeni pirina tesisleri yeri ve kapasitesi tahmin edilmeye çalışılmıştır. 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 durum için detaylar ve sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

7.4.1 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 (Tablo 70).

Yeni pirina tesislerinin yerlerini belirlemeden önce, mevcut pirina tesislerinin hizmet alanları tahmin edilmiştir. Bu senaryoda, pirina tesislerinin hizmet alanları, kapasite artışı ile birlikte kısmen daha geniş olacağı düşünülmektedir. Küçük kapasiteli pirina tesisleri incelendiğinde, Şenol Gıda, Ege Tarımsal Enerji, Yeni Kurtuluş ve Solvent Pirina gibi tesislerin sadece bulunduğu ildeki zeytinyağı tesislerine hizmet verirken, büyük kapasiteli Orpir, Doğuş ve Girgin Pirina'nın birkaç ilden pirina alabileceği düşünülmektedir. Büyük kapasiteli pirina tesislerinden olan Orpir Pirina'nın 2. sıkım yaparak, yaklaşık 160.000 ton/sezon 2 faz pirina işleyebileceği ve yaklaşık 430 km uzaklıktan pirina alabileceği tahmin edilmektedir. Doğuş Pirina'nın İzmir, Manisa, Balıkesir, Çanakkale, Bursa ve Aydın illerinden pirina alabileceği ve pirina alınan en uzak zeytinyağı tesisinin yaklaşık 300 km uzaklıkta olacağı düşünülmektedir. Girgin Pirina'nın ise, Aydın, İzmir ve Manisa illerinden pirina alabileceği ve kendisine en uzak zeytinyağı tesisinin yaklaşık 100 km civarında olacağı tahmin edilmektedir. Girgin Pirina'nın etrafında sayıca ve kapasite olarak daha fazla zeytinyağı tesisinin olması ve yakın çevresinde pirina tesisinin olmayışı nedeniyle, hizmet alanının 100 km ile sınırlı olabileceği düşünülmektedir. Özetle, pirina tesislerinin maksimum pirina işledikleri durumunda, batıdaki zeytinyağı tesislerinde oluşan pirinaların, mevcut pirina tesisleri tarafından değerlendirileceği ve bölge için ilave yeni bir pirina tesisine ihtiyaç olmayacağı düşünülmektedir.

Güneyde yer alan pirina tesislerine bakıldığında, Hatay ilinde bulunan Karagönler Pirina'nın yaklaşık 100.000 ton/sezon 2 faz pirina işleyebileceği ve hizmet alanının sadece Hatay ile sınırlı olmayacağı, Adana, Osmaniye ve Mersin illerinden de pirina alarak işleyebileceği tahmin edilmektedir. Pirina aldığı en uzak zeytinyağı tesisinin 300 km civarında olacağı düşünülmektedir. Gaziantep ilinde Alkanlar ve Zeymak olmak üzere 2 adet pirina tesisi mevcuttur. Bu tesislerin kapasiteleri yaklaşık 30.000 ton/sezon'dur. Bu ildeki Zeymak Pirina'nın yakın çevresinde kümelenmiş zeytinyağı tesislerinin olması ve bu tesislerde Zeymak Pirina'nın kapasitesini doldurabilmek için yeterli zeytinin işleniyor olması dikkate

TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 238 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

alınarak, hizmet alanını sadece Gaziantep ile sınırlı olabileceği tahmin edilmektedir. Alkanlar Pirina'nın ise, Gaziantep, Hatay, Osmaniye ve Şanlıurfa illerinden pirina alabileceği tahmin edilmektedir. Bu sonuçlara göre, Antalya ve Mersin illeri hariç, diğer illerde oluşan pirinanın, Hatay ve Gaziantep'teki pirina tesisleri tarafından işlenebileceği tahmin edilmektedir (Şekil 64).

Tablo 70 Senaryo 1'e göre pirina tesislerinin dönüşüm sonrası pirina işleme kapasiteleri ve hizmet alanları

Pirina Tesisi	Pirina Alınan En uzak mesafe, km	Pirina miktarı, ton/sezon
Yeni Kurtuluş Pirina	9	18.475
Yükseller Pirina	27	19.744
Şenol Gıda San. A.Ş.	23	23.793
Uşaklı Pirina	16	25.607
Tırsay Pirina	57	30.879
Alkanlar Pirina	150	31.282
Zeymak Pirina	61	31.670
Hatay (Asfuroğlu) Pirina	34	31.736
Solvent Pirina	24	37.741
Ege Tarımsal Enerji	13	38.683
Dalan Yağ Pirina	43	50.617
Karagönler Pirina	317	100.051
Doğuş Pirina	302	125.127
Girgin Pirina	102	125.785
Orpir Pirina	432	164.902
Genel Toplam		856.092

Şekil 64'de görüldüğü üzere, Antalya ve Mersin'deki zeytinyağı tesisleri, pirinalarını herhangi bir pirina tesisine verememiştir. Bu bölgede, açıkta kalan 2 faz pirina miktarının yaklaşık 60.000 ton/sezon civarında olacağı tahmin edilmektedir. Açıkta kalan pirinaların 35.000 ton/sezon kadarının Mersin'de, 20.000 ton/sezon kadarının ise Antalya'da olacağı tahmin edilmektedir. Buna göre, pirinasını veremeyen zeytinyağı tesislerinin pirina miktarı ve konumları göz önünde bulundurulduğunda, Mersin İline bir adet pirina tesisinin kurulması, açıkta kalan pirinaları değerlendirmek için yeterli olabilir. Mersin'deki zeytinyağı tesislerin birbirine daha yakın ve zeytinyağı üretimi açısından daha fazla potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir. Diğer taraftan Antalya'nın gerek turizm bölgesi oluşu, gerekse ulaşımın güç



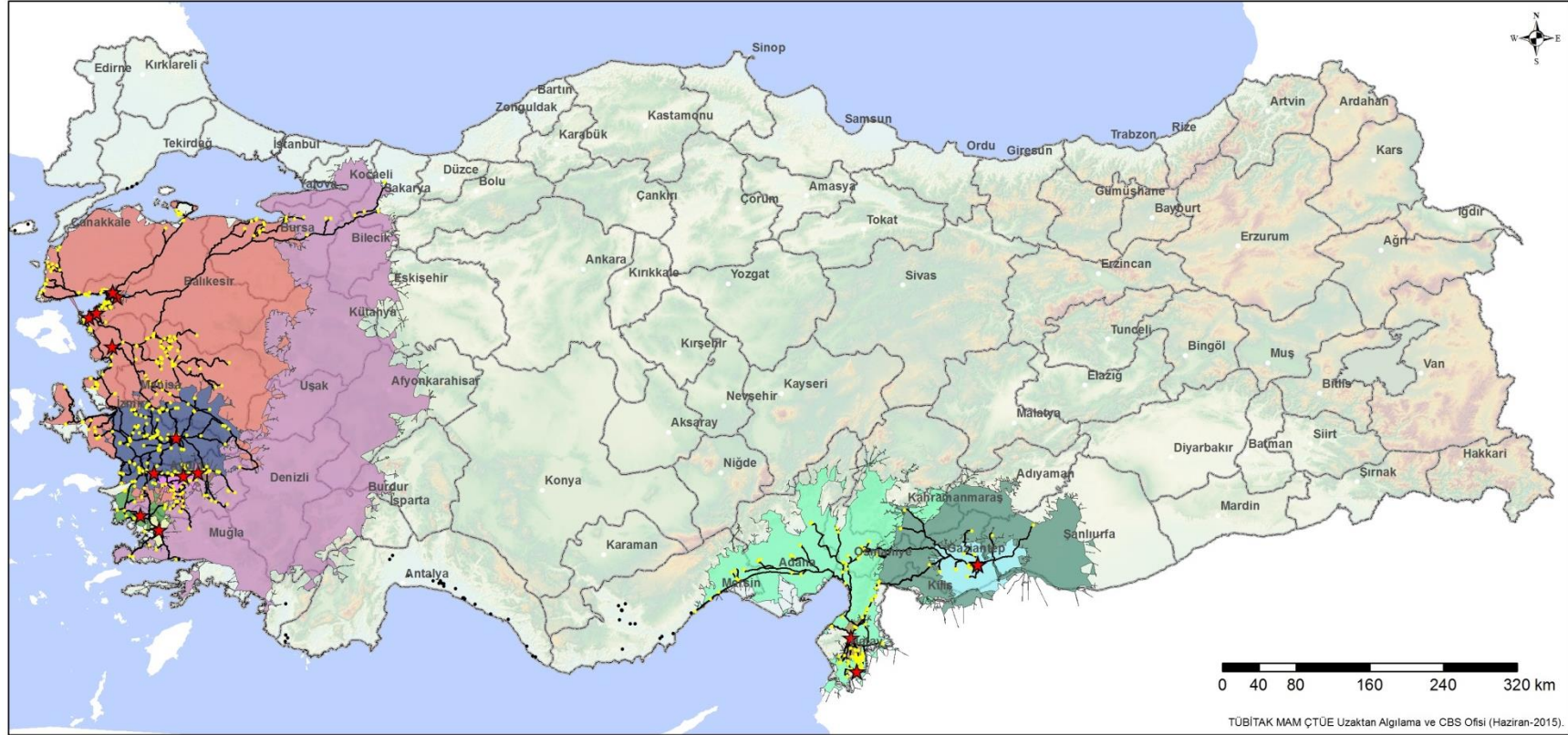
TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 239 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

ve gerekse de zeytinyağı tesislerinin dağılık olması, yeni pirina tesisinin kurulumu için Mersin'i ön plana çıkardığı düşünülmektedir (Şekil 65).

Mevcut durumda pirina tesislerinde, 2 faz pirina çoğunlukla, ön kurutulmuş pirina ve 3 fazlı pirina ile karıştırılarak işlenmektedir. Ancak bu işlemlerin kurutma maliyetlerini arttırdığı gerekçesiyle, saha çalışmaları sırasında, Girgin ve Orpir gibi pirina tesisleri tarafından, 2. sıkım ünitesi kurulduğu görülmüştür. Bilindiği gibi, 2 faz pirina, ön kurutulmuş pirina ile karıştırılarak işlendiğinde bir miktar kapasite kaybı olmaktadır. Proje kapsamında pirina tesis yetkilileri ile yapılan görüşmelerde, hem kurutma maliyetlerini düşürmek hem de kapasite kaybı olmadan 2 faz pirina işlemek için dekantasyon ünitesi kurmaya sıcak baktıkları belirtilmiştir. Bu yüzden ilerleyen dönemlerde pirina tesislerinin büyük bölümünde 2. sıkım ünitesi kurularak, mevcut duruma göre daha fazla pirina işleneceği görülmektedir. Böyle olması durumunda, sadece Mersin'e yeni bir pirina tesisinin kurulmasının yeterli olabileceği düşünülmektedir.



Gösterimler

★ Mevcut Pirina Tesisleri	Mevcut Pirina Tesisleri Maksimum Hizmet Alanları	HATAY (Asturoğlu) PİRINA : 0 - 34145	UŞAKLI PİRINA : 0 - 16198
• Pirinasını Veremeyen Tesisler	ALKANLAR PİRINA : 0 - 149657	KARAGÖNLER PİRINA : 0 - 317124	YENİ KURTULUŞ PİRINA : 0 - 9476
• Pirinasını Veren Tesisler	DALAN YAG PİRINA : 0 - 42921	ORPIR PİRINA : 0 - 431667	YÜKSELLER PİRINA : 0 - 27468
— Pirina Tesisi - Zeytinyağı Tesisi Rotaları	DOĞUŞ PİRINA : 0 - 302240	SOLVENT PİRINA : 0 - 23835	ZEYMAK PİRINA : 0 - 61201
	EGE TARIMSAL ENERJİ : 0 - 13286	TIRSAV PİRINA : 0 - 57028	ŞENOL GIDA SAN. A.Ş. : 0 - 22945
	GIRGIN PİRINA : 0 - 102307		

Şekil 64 Senaryo 1'e göre mevcut pirina tesisleri ve öngörülen hizmet alanları



Şekil 65 Senaryo 1'e göre önerilen pirina tesisinin konumu ve öngörülen hizmet alanı

7.4.2 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 (Tablo 71). 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 (Tablo 72).

Yeni pirina tesislerinin yerlerini belirlemeden önce, mevcut pirina tesislerinin hizmet alanları tahmin edilmiştir. Hizmet alanları belirlenirken pirina tesislerinin işleyebileceği pirina kapasitesi kadar, kendilerine en yakın zeytinyağı tesisinden pirina aldığı varsayılmış ve buna göre hizmet alanları çıkarılmıştır. Pirina tesisinin hizmet alanı, tamamen pirina tesisinin etrafındaki zeytinyağı tesisi sayısına, bu tesislerdeki zeytin işleme miktarına ve yakınında pirina tesisinin oluşuna bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Örneğin Ege Tarımsal Enerji ile Solvent Pirina'nın 2 faz pirina işleme kapasiteleri benzer iken, Ege Tarımsal Enerji'nin pirina aldığı en uzak tesis yaklaşık 4 km iken, Solvent Pirina'nın 20 km civarında olabilmektedir. Aynı şekilde, Alkanlar ve Zeymak Pirina'nın 2 faz pirina işleme kapasiteleri hemen hemen aynı (25.000 ton/sezon) iken, hizmet alanları farklı olabilmektedir. Pirina tesislerinin ön görülen hizmet alanlarına bakıldığında, Karagönler Pirina'nın 2 faz pirina işleme kapasitesi 80.000 ton/sezon ve pirina aldığı en uzak zeytinyağı tesisi yaklaşık 180 km'dir. Bu tesis, Hatay, Osmaniye, Kilis ve Adana'dan pirina alabildiği görülmektedir (Şekil 66). Girgin Pirina'nın kapasitesi ise 100.000 ton/sezon 2 faz pirina ve pirina aldığı en uzak tesis ise yaklaşık 80 km'dir. Girgin Pirina, çoğunlukla bulunduğu bölgeden yani İzmir'den ve bir miktar da Manisa ile Aydın ilinden pirina aldığı görülmektedir. Görüldüğü gibi Karagönler Pirina'nın pirina işleme kapasitesi Girgin Pirina'dan daha düşük olmasına rağmen, hizmet alanı daha geniş olabilmektedir.

Şekil 66'de görüldüğü üzere, pirina tesislerinin hizmet alanı, tesisinin bulunduğu lokasyona, çevresindeki zeytinyağı tesis sayısına ve yakınında pirina tesisi olmasına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Diğer taraftan Orpir Pirina'nın kapasitesi en büyük (yaklaşık 125.000 ton/sezon) olduğundan, kapasitesini doldurabilmek için yaklaşık 200 km'den pirina

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 243 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

alabileceği tahmin edilmektedir. Bu pirina tesisinin etrafında küçük ve büyük kapasiteli birkaç pirina tesisi olduğundan, kapasitesini doldurabilmek için İzmir, Aydın, Manisa, Çanakkale ve Balıkesir illerinden pirina olarak en büyük hizmet alanına sahip, pirina tesisi olmuştur. Diğer pirina tesislerinden Şenol Gıda, Ege Tarımsal Enerji, Yükseller, Yeni Kurtuluş, Uşaklı, Tirsay, Zeymak, Hatay, Dalan ve Solvent Pirina'nın kapasitelerinin fazla olmaması ve çevrelerinde zeytinyağı tesislerin kümelenmesi sebebiyle, çoğunlukla bulunduğu il sınırları içinde hizmet vereceği tahmin edilmektedir.

Tablo 71 Senaryo 2'ye göre pirina tesislerinin dönüşüm sonrası pirina işleme kapasiteleri ve hizmet alanları

Pirina Tesisi Adı	Şehir	Pirina Alınan En uzak mesafe, km	Pirina miktarı, ton/sezon
Yeni Kurtuluş Pirina	Balıkesir	13	15.292
Yükseller Pirina	Muğla	46	15.318
Uşaklı Pirina	Aydın	15	21.591
Şenol Gıda San. A.Ş.	Aydın	23	23.793
Tirsay Pirina	Muğla	57	24.692
Alkanlar Pirina	Gaziantep	110	25.253
Zeymak Pirina	Gaziantep	61	25.268
Hatay (Asfuroğlu) Pirina	Hatay	33	26.003
Solvent Pirina	Balıkesir	20	29.978
Ege Tarımsal Enerji	Balıkesir	4	30.538
Dalan Yağ Pirina	Aydın	40	41.055
Karagönler Pirina	Hatay	182	79.325
Doğuş Pirina	Balıkesir	129	100.872
Girgin Pirina	İzmir	79	101.795
Orpir Pirina	İzmir	200	129.359
Genel Toplam			690.132

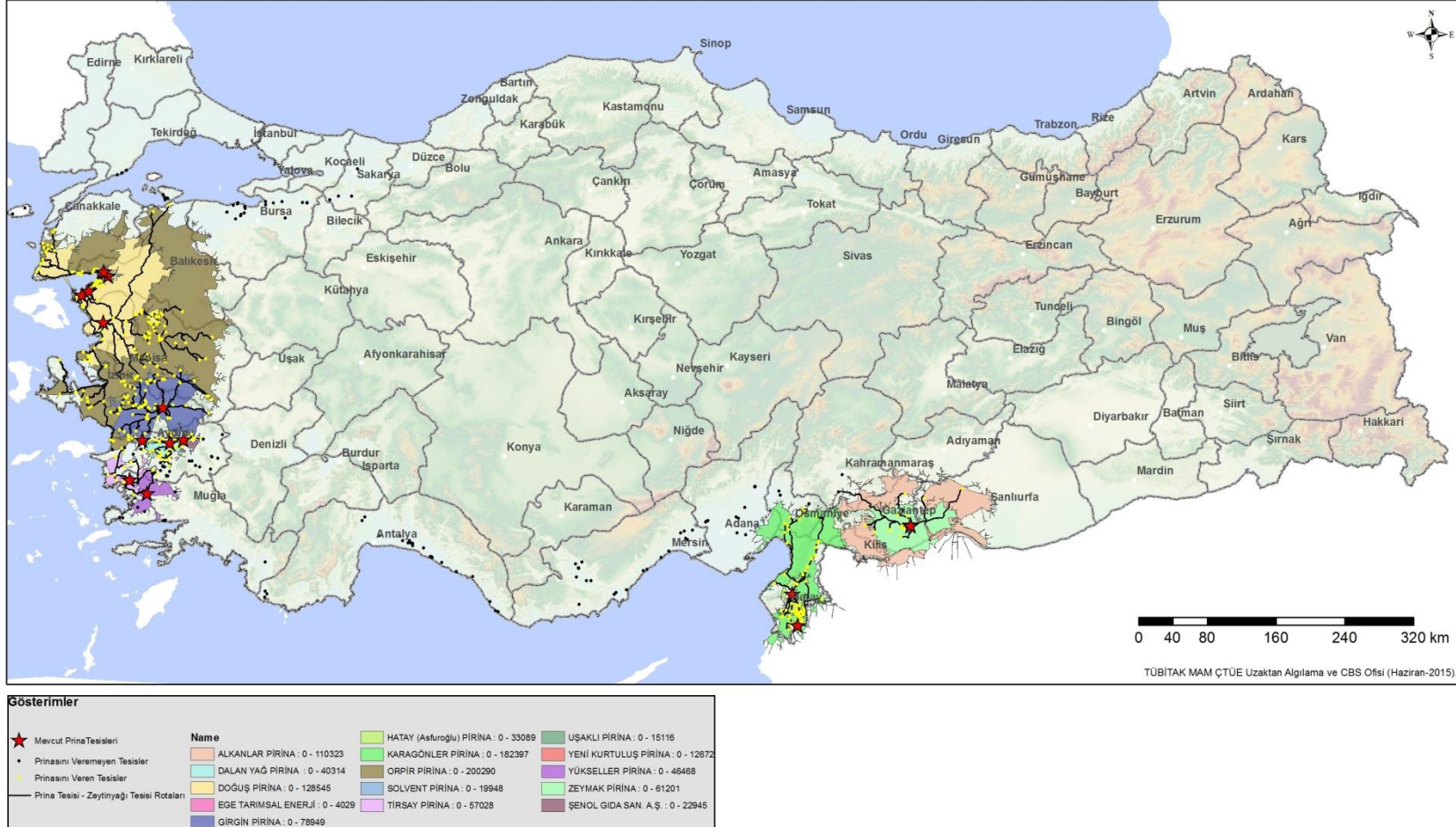
Şekil 66de görüldüğü gibi, Antalya, Mersin, Adana, Osmaniye, Bursa, Aydın ve Muğla'daki bazı tesisler, pirinalarını herhangi bir pirina tesislerine verememiştir. Bu tesislerde 2 faza dönüşüm sonrası oluşacak toplam pirina miktarı yaklaşık 230.000 ton/sezon olacağı tahmin edilmektedir. Bu illerde, pirinasını veremeyen zeytinyağı tesislerinin pirina miktarı ve konumları göz önünde bulundurularak, en uygun yere pirina tesisi önerilmiştir (Şekil 67). Buna göre, Adana, Osmaniye, Kahramanmaraş ve Mersin ilinde oluşacak pirinaları işlemek için Adana'ya (Adana-Mersin il sınırına çok yakın) bir adet pirina tesisi kurulması önerilmiştir. Bu tesiste yaklaşık 73.000 ton/sezon 2 faz pirina işlenebileceği düşünülmektedir. Ayrıca, bu tesisin, pirina alacağı en uzak zeytinyağı tesisi mesafesine bakıldığında, 220 km civarında

olacağı tahmin edilmektedir. Diğer taraftan, Aydın ve Muğla civarında oluşacak pirinaları değerlendirmek için Aydın iline bir adet pirina tesisinin kurulması, bu bölgenin ihtiyacını karşılayacağı düşünülmektedir. Buna göre, bu bölgede 2 faz dönüşüm sonrası yaklaşık 105.000 ton/sezon pirina açıkta kalacağı düşünülürse, oluşan pirinaları işleyebilecek büyük kapasiteli bir pirina tesisi kurulması önerilmektedir. Diğer taraftan Bursa civarında 2 faz dönüşüm sonrası yaklaşık 22.000 ton/sezon pirina açıkta kalacağı tahmin edilmektedir. Oluşan bu pirinaları değerlendirmek için yaklaşık 20.000 ton/sezon 2 faz pirina kapasiteli, pirinadan yem maddesi elde edebilecek bir pirina tesisinin kurulması, bu bölgedeki zeytinyağı tesislerinin ihtiyacını karşılayabilir. Pirina tesisleri yetkilileri, solvent ekstraksiyonu yapan bir pirina tesisinin ayakta kalabilmesi için 3 faz pirina kapasitesinin 30.000 ton/sezon'dan (2 faz pirina karşılığı yaklaşık 54.000 ton/sezon) daha az olmaması gerektiği bilgisini paylaşmıştır. Bu bölgede, solvent ekstraksiyon tesisi kurulumu için yeterli pirina oluşmayacağı düşünüldüğünden, pirinayı yem maddesi olarak değerlendiren bir pirina tesisinin kurulmasının daha uygun olabileceği düşünülmektedir. Aynı şekilde Antalya ilinin Manavgat ilçesi civarına, bu bölgede zeytinyağı tesislerinde oluşacak pirinaları işleyebilmek için yaklaşık 30.000 ton/sezon 2 faz pirina kapasiteli, pirinayı yem maddesi olarak değerlendirebilecek bir pirina tesisi yatırımı yapılması önerilmektedir.

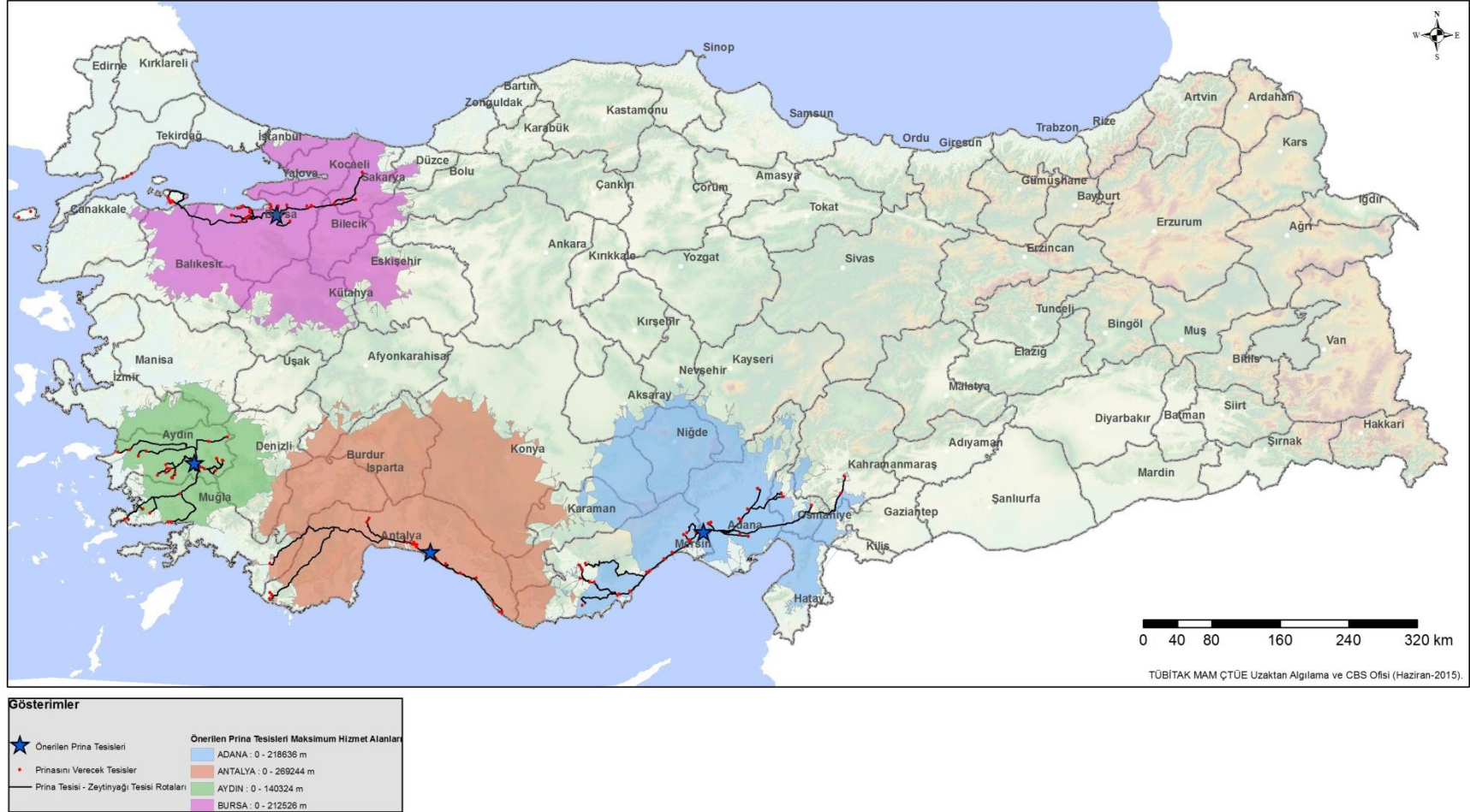
Bu sonuçlar ile uyumlu olarak, Orpir ve Doğu Pirina'nın yeni pirina tesisi kurmak üzere fizibilite çalışması yaptığı bilgisine ulaşılmıştır. Kendi tesislerine yakın olması ve deniz ulaşımı açısından avantaj sağlaması sebebiyle bir tesisin Adana civarına, diğer tesis için Manisa ilinin seçildiği görülmektedir. Öngörümüz olan Aydın yerine Manisa'da yeni tesis kurulması durumunda, Aydın ve Muğla'da bulunan pirina tesislerinin hizmet verdiği alanın rekabet sebebiyle bir miktar kayacağı ve Aydın civarında açıkta kalan pirinaları toplayacağı tahmin edilmektedir.

Tablo 72 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



Şekil 66 Senaryo 2'ye göre mevcut pirina tesisleri ve öngörülen hizmet alanları



Şekil 67 Senaryo 2'ye göre önerilen pirina tesislerinin konumu ve öngörülen hizmet alanları

7.4.3 Senaryo 3 (Minimum 2 Faz Pirina İşleme)

Pirina tesisleri ile görüşülerek, 2 faz dönüşüm sonrası, 2 faz pirina işleme kapasitesi bilgileri istenmiştir. Pirina tesislerinin verdiği bilgiye göre, 6 pirina tesisinin mevcut kapasitelerinde bir değişiklik olmazken, 4 pirina tesisinde %25-40 (Ege Tarımsal Enerji, Karagönler, Yeni Kurtuluş ve Zeymak Pirina) arasında kapasite kaybı olacağı bilgisi alınmıştır. Ayrıca Uşaklı, Alkanlar, Hatay (Asfuroğlu) ve Solvent Pirina yetkilileri, 2 faz pirina işlemeye sıcak bakmadığını belirtmişlerdir.

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 (Tablo 73). 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.

Mevcut pirina tesislerinin hizmet alanlarına bakıldığında (Tablo 73), 2 faz pirina işlemeye sıcak bakmayan pirina tesislerinin yok kabul edilmesiyle, tesislerin pirina aldığı en uzak zeytinyağı tesisi mesafesi kısalmıştır. Örneğin Doğu Pirina'nın senaryo 2'ye göre hizmet alanı yaklaşık 130 km iken, bu senaryoda 63 km'ye kadar düşeceği tahmin edilmektedir. Çünkü yakın çevresinde bulunan Solvent Pirina'nın 2 faz pirina işlememesi, Ege Tarımsal Enerji ve Yeni Kurtuluş Pirina'nın kapasitelerinde bir miktar azalması, hizmet alanının daralmasına yol açabilir. Aynı şekilde Karagönler Pirina'nın hem pirina işleme kapasitesinde bir miktar azalma olması hem de Hatay (Asfuroğlu) Pirina'nın 2 faz pirina işlemeye sıcak bakmayışı, hizmet alanının azalmasına yol açabilecektir. Karagönler Pirina, senaryo 2'de Adana, Osmaniye, Kilis ve Gaziantep'e kadar hizmet verebilirken, bu senaryoda sadece Hatay iliyle sınırlı kalacağı tahmin edilmektedir (Şekil 68). Benzer şekilde Orpir Pirina, senaryo 2'de Çanakkale ve Balıkesir illerinin üst kısımlarına kadar pirina almasına rağmen, bu senaryoda o kadar geniş alana hizmet veremeyeceği, pirina aldığı en uzak zeytinyağı tesisinin yaklaşık 165 km civarında olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, Zeymak Pirina'nın pirina işleme kapasitesinin bir miktar düşmesi ve yakınında bulunan Alkanlar Pirina'nın 2 faz pirina

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 248 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

işlemeye sıcak bakmayışı sonucu, bu tesisin hizmet alanını, 60 km'den 8 km'ye kadar düşebileceği tahmin edilmektedir.

Görüldüğü gibi, 2 faz pirina çalışmaya sıcak bakmayan tesislerin pirinaları, diğer pirina tesislerinin kapasitelerine paralel olarak değerlendirileceği ve 2 faz işleyen tesislerin hizmet alanlarının bir miktar daralacağı öngörülmektedir. Bu senaryoya göre pirinasını veremeyen zeytinyağı tesislerinin (yaklaşık 370.000 sezon/pirina) konumları ve zeytin işleme kapasiteleri düşünülerek, uygun yerlere pirina tesisi önerilmiştir.

Tablo 73 Senaryo 3'e göre pirina tesislerinin dönüşüm sonrası pirina işleme kapasiteleri ve hizmet ananları

Pirina Tesisi	Pirina Alınan En uzak mesafe, km	Pirina miktarı, ton/sezon
Yeni Kurtuluş Pirina	8	10.053
Yükseller Pirina	46	15.397
Zeymak Pirina	8	16.104
Ege Tarımsal Enerji	2	22.919
Şenol Gıda San. A.Ş.	23	23.793
Tırsay Pirina	52	27.661
Dalan Yağ Pirina	36	39.555
Karagönler Pirina	95	60.191
Doğuş Pirina	63	101.108
Girgin Pirina	73	101.871
Orpir Pirina	165	129.962
Genel Toplam		548.613

Şekil 68'da görüldüğü üzere, Antalya, Mersin, Adana, Kilis, Osmaniye, Bursa İllerindeki zeytinyağı tesislerinin tamamı, Gaziantep, Çanakkale, Aydın ve Muğla İllerindeki zeytinyağı işletmelerin bir kısmı ise pirinalarını herhangi bir pirina tesislerine verememiştir. Bu illerde, pirinasını veremeyen zeytinyağı tesislerinin pirina miktarı ve konumları göz önünde bulundurulurken, en uygun yere pirina tesisi önerilmiştir (Şekil 69). Buna göre, Osmaniye, Kahramanmaraş, Gaziantep, Kilis ve Hatay İllerinde açıkta kalan pirinaları değerlendirmek için Gaziantep iline bir adet pirina tesisinin kurulması önerilmektedir. Bu tesiste yaklaşık 90.000 ton/sezon 2 faz pirina işlenebileceği tahmin edilmektedir. Ayrıca, bu tesisin pirina alacağı en uzak zeytinyağı tesisinin ise yaklaşık 215 km civarında olacağı tahmin edilmektedir. Diğer taraftan Aydın ilinde halihazırda 2 adet pirina tesisi mevcuttur (Dalan Pirina ve Şenol Gıda). Ancak bu tesislerin 2 faz pirina işleme kapasiteleri, bu ilin ihtiyacını

karşılatabilecek kadar büyük (sırasıyla 40.000 ton/sezon ve 24.000 ton/sezon) değildir. Bu tesislerin dışında, Orpir ve Girgin Pirina, Aydın ilinin pirinalarının bir kısmını toplamış görülmektedir. Buna rağmen bu ilde yaklaşık 60.000 ton/sezon pirinanın boşta kalabileceği tahmin edilmektedir. Bu yüzden, bu bölgede açıkta kalan pirinaları işlemek için bir adet pirina tesisinin kurulması önerilmektedir. Aynı şekilde Muğla ilinde 75.000-80.000 ton/sezon pirina açıkta kalabileceği tahmin edildiğinden, oluşacak 2 fazlı pirinaları değerlendirmek için büyük kapasiteli bir pirina tesisinin kurulması ile bu bölgedeki zeytinyağı tesislerinin ihtiyacınının karşılanabileceği öngörülmektedir. Diğer taraftan senaryo 2'ye göre Çanakkale ilinde açıkta pirina kalmayacağı öngörülmüştür. Fakat bu senaryoda (senaryo 3), Balıkesir'de bulunan Solvent Pirina'nın yok kabul edilmesi ve Ege Tarımsal Enerji ile Yeni Kurtuluş Pirina'nın, pirina işleme kapasitelerinde bir miktar azalma olması, bu bölge civarına bir adet yeni pirina tesisine ihtiyaç olabileceğini göstermektedir. Buna göre, Çanakkale ve Bursa ilinde açıkta kalan pirinaları değerlendirmek için Çanakkale iline pirina tesisinin kurulması önerilmektedir. Çanakkale ilinde yaklaşık 35.000-40.000 ton/sezon pirina açıkta kalması, zeytinyağı tesisi açısından bu bölgenin daha fazla potansiyele sahip olduğu düşüncesiyle, pirina tesisinin bu il sınırları içerisinde kurulması önerilmektedir. Senaryo 2'ye benzer şekilde, Antalya ilinde boşta kalan pirinaları değerlendirmek için bir kısım pirinayı yem maddesi olarak işleyebilecek, yaklaşık 20.000 ton/sezon kapasiteli bir pirina tesisinin kurulması ile bu bölgedeki zeytinyağı tesislerinin ihtiyacını karşılanabileceği düşünülmektedir.

Özetle, Antalya, Aydın, Çanakkale, Gaziantep, Mersin ve Muğla illerine birer adet pirina tesisinin kurulması önerilmektedir. Antalya'da miktarsal olarak solvent ekstraksiyonu kurulumu için yeterli 2 faz pirina olmadığı düşüncesiyle, pirinayı yem maddesi olarak değerlendirebilecek bir pirina tesisinin kurulması önerilmektedir.

Görüldüğü gibi, mevcut pirina tesisleri tarafından minimum pirina işleme durumunda, 6 adet yeni pirina tesis yatırımına ihtiyaç olacağı tahmin edilmektedir (Tablo 74). Ancak, 2 faz pirina işlemeye sıcak bakmayan tesislerin, ilerleyen dönemlerde 2 faz pirina işleyebileceği düşünülmektedir. Çünkü hâlihazırda bu tesisler, pirinadan kar elde etmekte ve bu kazançlarından vazgeçmek istemeyecekleri tahmin edilmektedir. Bu yüzden, bu sayıda yeni pirina tesisine ihtiyaç olmayacağı düşünülmektedir.

Tablo 74 Senaryo 3'e göre önerilen pirina tesislerinin yeri ve kapasiteleri

Pirina Tesisi	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



Gösterimler

★ Mevcut Pirina Tesisleri	Mevcut Pirina Tesisleri Maksimum Hizmet Alanları	EGE TARIMSAL ENERJİ : 0 - 2033.90694557	ORPİR PİRINA : 0 - 165007.895393	YÜKSELLER PİRINA : 0 - 48468.4771166
• Pirinasını Veremeyen Tesisler	DALAN YAĞ PİRINA : 0 - 35603.228628	GİRĞİN PİRINA : 0 - 73097.2254946	TIRSA Y PİRINA : 0 - 52069.089758	ZEYMAK PİRINA : 0 - 8073.51857617
• Pirinasını Veren Tesisler	DOĞUŞ PİRINA : 0 - 62559.2194009	KARAGÖNLER PİRINA : 0 - 94500.6148083	YENİ KURTULUŞ PİRINA : 0 - 8117.33969509	ŞENOL GIDA SAN. A.Ş. : 0 - 22944.548361
— Pirina Tesisi - Zeytinyağı Tesisi Rotaları				

Şekil 68 Senaryo 3'e göre mevcut pirina tesisleri ve öngörülen hizmet alanları



Gösterimler

★ Önerilen Prina Tesisleri	Önerilen Prina Tesisleri Maksimum Hizmet Alanları	MERSİN : 0 - 170921
● Prinasını Verecek Tesisler	ANTALYA : 0 - 120217	MUĞLA : 0 - 246350
— Prina Tesisi - Zeytinyağı Tesisi Rotaları	AYDIN : 0 - 266538	ÇANAKKALE : 0 - 430285
	GAZİANTEP : 0 - 215449	

Şekil 69 Senaryo 3'e göre önerilen pirina tesislerinin konumu ve öngörülen hizmet alanları

7.4.4 Senaryo 2'ye Göre Nakliye İhtiyacı

Zeytinyağı tesislerinde, 3 fazlı pirina yığın şeklinde depolanırken, 2 fazlı pirina havuz veya siloda depolanabilmektedir. Dönüşüm sonrası zeytinyağı tesislerinde oluşacak sulu pirinanın pirina tesisleri tarafından kısa sürede alınması gerekmektedir. Oluşan pirinaların, pirina tesisleri tarafından gerektiği sıklıkta alınmaması durumunda, zeytinyağı tesisinin çalışmaması veya üretimin aksaması söz konusu olacaktır. Zeytinyağı tesislerinin çalışmaması, sektör açısından bir takım problemleri beraberinde getireceğinden, oluşan pirinalar gerektiği sıklıkta pirina tesisleri tarafından alınmalıdır. Gereken sıklık, işlenen zeytin miktarı ve pirina deposu hacmine bağlı olarak değişecektir, bazı tesislerde üretimin yoğun olduğu günlerde günde birkaç kez alınması gerekirken, bazı tesislerde bu sıklık 2 günde bir olabilir.

Bu kapsamda, pirina tesislerinin hizmet alanı içinde kalan zeytinyağı tesislerinde oluşacak günlük ortalama ve maksimum (yoğunluğun fazla olacağı dönemde) miktardaki pirinayı toplayabilmek için pirina tesislerinin hazır halde bulundurması gereken kamyon sayıları, “ortalama kamyon sayısı” ve “maksimum günlük pirinayı toplayabilecek kamyon sayısı” olarak tahmin edilmiştir. Senaryo 2'nin mevcut durumu yansıttığı düşüncesiyle, hesaplamalar bu senaryo üzerinden yapılmıştır. Gerekli kamyon sayısı, aşağıdaki kabuller yapılarak tahmin edilmiştir.

- Zeytinyağı tesislerinin çalışma süresi 100 gün/sezon,
- Kamyon kapasitesi 20 ton pirina/sefer,
- Kamyon ortalama hızı, 50 km/saat,
- Kamyonun pirina doldurma-boşaltma süresi, toplam 3 saat/sefer,
- Kamyonun çalışma süresi, 18 saat/gün

Zeytinyağı tesislerine gerçekleştirilen saha ziyaretleri sırasında tesis yetkilileri tarafından, işlenecek zeytin olduğu sürece günün 24 saatinde çalışabildikleri bilgisi paylaşılmıştır. Buna göre, hesaplamalarda kamyonun aktif çalışma süresinin günde ortalama 18 saat olabileceği öngörülmüştür. Ayrıca zeytinyağı tesisleri, zeytin bahçelerine yakın ve genellikle kırsal bölgelerde kurulduğundan, pirina taşıyan kamyonun ortalama hızının 50 km/saat civarında olabileceği tahmin edilmiştir.



TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 254 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Diğer taraftan, zeytinyağı tesislerinde oluşacak maksimum pirina miktarı hakkında net bir şey söylemek güçtür. Bilindiği gibi tesislerin çalışması, hava şartlarına ve zeytin rekoltesine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmekle birlikte, aynı bölge içinde sayıca fazla miktarda zeytinyağı tesisinin bulunması, maksimum üretim yoğunluğunun süresi ve ortalamadan sapma oranı hakkında net bir şey söylemeyi zorlaştırmaktadır. Maksimum yoğunluk süresinin bölgeye göre değişkenlik göstereceği tahmin edilmektedir. Bir hafta ya da birkaç günle sınırlı kalabileceği gibi birkaç hafta da olabilir. Bu çalışmada, maksimum kamyon ihtiyacını öngörebilmek için “maksimum günlük pirina miktarı”, “ortalama günlük pirina miktarının” 3 katı olarak kabul edilmiştir.

Küçük kapasiteye sahip pirina tesisleri, kendilerine en yakın zeytinyağı tesislerden pirina olarak kapasitelerini doldurdukları için hizmet verdikleri alan daha az olmakta iken, kapasitesi büyük olan pirina tesislerinde ise bu alanın daha fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca, hizmet alanı, kendisine yakın zeytinyağı tesislerinin sayısına ve işlediği zeytin miktarına göre de değişkenlik göstermektedir. Tablo 76 incelendiğinde, Yeni Kurtuluş ve Yükseller Pirina tesislerinin pirina işleme kapasiteleri benzer olmasına rağmen, ortalama pirina miktarına göre bulundurma gereken tahmini kamyon sayısı sırasıyla, 1 ve 2’dir. Yeni Kurtuluş pirina kendisine en uzak tesis mesafesi 13 km iken, Yükseller Pirina için bu değer 46 km olabileceği tahmin edilmiştir. Bu tesislerin, hizmet alanları içinde kalan zeytinyağı tesislerden pirina almak için günlük araçların kat etmesi gereken toplam mesafeye bakıldığında, Yeni Kurtuluş Pirina için 75 km, Yükseller Pirina için ise yaklaşık 240 km yol olacağı tahmin edilmektedir. Maksimum günlük pirina miktarına göre kamyon sayılarına bakıldığında ise bu tesisler için ihtiyaç duyulacak kamyon sayısının sırasıyla, 4 ve 5 olacağı öngörülmektedir. Hatay (Asfuroğlu), Zeymak, Alkanlar ve Tirsay Pirina tesisleri için gereken kamyon sayısı günlük ortalama pirina miktarına göre 3’er kamyon, maksimum günlük pirina miktarına göre ise 9’ar kamyon olacağı tahmin edilmektedir. Bu tesisler arasında Alkanlar Pirina’nın en uzak mesafeden (110 km) pirina aldığı tahmin edilmektedir. Diğer taraftan büyük kapasiteli Karagönler Pirina’nın kapasitesini doldurabilmek için yaklaşık 180 km uzaklıktaki tesisten bile pirina alabileceği öngörülmektedir. Bu tesisin ihtiyaç duyacağı, kamyon sayılarına bakıldığında ise ortalama ve maksimum değer için sırasıyla 15 ve 45 kamyon gerekeceği tahmin edilmektedir. Diğer büyük kapasiteli pirina tesislerine bakıldığında, Doğuş ve Girgin Pirina’nın kapasitelerinin benzer olduğu ve yaklaşık 100.000 ton/sezon 2 faz pirina işleyebileceği tahmin edilmektedir. Pirina alınan en uzak zeytinyağı tesisine bakıldığında, Girgin Pirina’nın yaklaşık 80 km, Doğuş Pirina’nın ise yaklaşık 130 km olabileceği tahmin

edilmektedir. Ortalama pirina miktarı için bu tesislerin sırasıyla 14 ve 15 kamyonu hazır bulundurması gerektiği düşünülmektedir. Araçların alacağı günlük toplam mesafelere bakıldığında ise, Girgin Pirina için yaklaşık 5070 km, Doğu Pirina için ise 6120 km olacağı tahmin edilmektedir. Pirina tesisleri arasında en büyük kapasiteye (125.000 ton/sezon) sahip olan Orpir Pirina'ya bakıldığında, kapasitesini doldurabilmek için yaklaşık 200 km uzaklıktaki tesisten pirina alabileceği öngörülmektedir. Orpir Pirinanın, günlük ortalama ve günlük maksimum pirina miktarına göre yaklaşık 26 ve 77 kamyonun hazır bulundurması gerektiği tahmin edilmektedir.

Görüldüğü gibi, pirina tesislerinin bulundurması gereken kamyon sayısı, pirina tesisinin kapasitesine, bulunduğu konuma, yakın çevresinde bir başka pirina tesisi olup olmamasına, hizmet alanı içindeki zeytinyağı tesis sayısına ve işledikleri zeytin miktarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Zeytinyağı tesislerinde üretimin aksamaması için oluşan pirinaların kısa sürede alınarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu yüzden, pirina tesislerinin, hizmet alanı içinde kalan zeytinyağı tesislerinde oluşan günlük ortalama ve günlük maksimum pirinayı alabilmeleri için yeterli sayıda kamyon bulundurması önerilmektedir. Burada hesaplanan ortalama kamyon sayısının, ortalama günlük pirina miktarını büyük oranda yansıtacağı, ancak maksimum günlük işlenen miktara bağlı olarak öngörülen maksimum kamyon sayısının, bölgeye göre değişkenlik gösterebileceği unutulmamalıdır. Maksimum günlük pirina miktarı, bir hafta ya da birkaç günle sınırlı kalabileceği gibi birkaç haftaya kadar da uzayabilir.

Tablo 75'de, her bir pirina tesisinin, hizmet alanı tahminine göre, pirina alacakları en uzak zeytinyağı işletmesi mesafesi ve ortalama uzaklık gösterilmektedir. Burada ortalama uzaklık, sezon süresince alacakları tahmin edilen tüm pirina miktarı için kat edecekleri toplam mesafe ve sefer sayısına bağlı olarak hesaplanmıştır. Ortalama mesafeyi, sadece işletme uzaklığı değil, aynı zamanda tesisten alınan pirina miktarı etkilemektedir. Bir başka ifadeyle, örneğin Yükseller pirinanın en fazla 46 km uzaklıktaki tesisten pirina alacağı tahmin edilmekle birlikte yakınındaki zeytinyağı işletmeleri için kat edeceği mesafe ve alacağı pirina miktarına bağlı olarak ortalama uzaklığın 16 km'ye gerileyeceği görülmektedir. Benzer şekilde, en büyük pirina tesisi olan Orpir Pirinanın hizmet alanına göre, pirina alacağı en uzak işletme 200 km uzakta iken, ortalama uzaklık 103 km civarında olacaktır. Görüldüğü üzere, burada pirina tesisi kapasitesinden çok, yakınında bulunan zeytinyağı işletmelerinin ürettikleri pirina miktarı belirleyici olmaktadır. Örneğin, birbirine yakın kapasiteye sahip iki tesis olan Zeymak pirina

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 256 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

ve Şenol Gıda'nın en uzak mesafe ve ortalama km değerleri oldukça farklıdır. Zeymak pirinanın kapasitesini doldurmak için 61 km'den pirina alacağı ve ortalama mesafenin 29 km civarında olacağı öngörülürken, Şenol Gıda için en uzak mesafe 23 km, ortalama mesafe ise 12 km olacaktır.

Tablo 75 Hizmet alanı ön görüşüne göre en uzak zeytinyağı tesisi ve ortalama uzaklık

Pirina Tesisi	En uzak pirina alınan zeytinyağı tesisi, km	Ortalama uzaklık, km*	Pirina Miktarı, ton/sezon
Ege Tarımsal Enerji	4	2	30 538
Yeni Kurtuluş Pirina	13	5	15 292
Uşaklı Pirina	15	8	21 591
Solvent Pirina	20	13	29 978
Şenol Gıda	23	12	23 793
Hatay (Asfuroğlu) Pirina	33	24	26 003
Dalan Yağ Pirina	40	21	41 055
Yükseller Pirina	46	16	15 318
Tırsay Pirina	57	32	24 692
Zeymak Pirina	61	29	25 268
Girgin Pirina	79	50	101 795
Alkanlar Pirina	110	30	25 253
Doğuş Pirina	129	61	100 872
Karagönler Pirina	182	94	79 325
Orpir Pirina	200	103	129 359

* Ağırlıklı ortalamayı ifade etmektedir. Her bir işletmeden alınan pirina miktarına göre sezon boyunca gittikleri toplam mesafenin sefer sayısına oranıdır.

Tablo 76 Mevcut pirina tesislerinin senaryo 2'ye göre bulundurması gereken tahmini kamyon sayıları

Pirina Tesisi	En uzak pirina alınan zeytinyağı tesisi, km	Pirina Miktarı, ton/sezon	Ortalama					Maksimum				
			Pirina Miktarı, ton/gün	Sefer sayısı/gün-tesis	Toplam km/gün-tesis	Toplam saat	Gerekli kamyon sayısı	Pirina Miktarı, ton/gün	Sefer sayısı/gün-tesis	Toplam km/gün-tesis	Toplam saat	Gerekli kamyon sayısı
Yeni Kurtuluş Pirina	13	15 292	153	8	75	24	1	459	23	224	73	4
Şenol Gıda	23	23 793	238	12	282	41	2	714	36	846	124	7
Uşaklı Pirina	15	21 591	216	11	181	36	2	648	32	542	108	6
Yükseller Pirina	46	15 318	153	8	240	28	2	460	23	721	83	5
Alkanlar Pirina	110	25 253	253	13	748	53	3	758	38	2 243	158	9
Ege Tarımsal Enerji	4	30 538	305	15	60	47	3	916	46	180	141	8
Hatay (Asfuroğlu) Pirina	33	26 003	260	13	614	51	3	780	39	1 842	154	9
Solvent Pirina	20	29 978	300	15	400	53	3	899	45	1 200	159	9
Tırsay Pirina	57	24 692	247	12	792	53	3	741	37	2 377	159	9
Zeymak Pirina	61	25 268	253	13	742	53	3	758	38	2 226	158	9
Dalan Yağ Pirina	40	41 055	411	21	876	79	4	1 232	62	2 628	237	13
Girgin Pirina	79	101 795	1 018	51	5 071	254	14	3 054	153	15 212	762	42
Doğuş Pirina	129	100 872	1 009	50	6 122	274	15	3 026	151	18 367	821	46
Karagönler Pirina	182	79 325	793	40	7 434	268	15	2 380	119	22 303	803	45
Orpir Pirina	200	129 359	1 294	65	13 314	460	26	3 881	194	39 943	1 381	77



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 258 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

8 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.

Bu çalışmanın amacı, farklı alternatiflerin aynı referans seviyede yaklaşık olarak karşılaştırılmasıdır. Bu nedenle, maliyet analizi çalışması için yatırım maliyetleri, piyasada faaliyet gösteren firmalardan fiyat bilgisi alınarak belirlenmiş ve ulaşılan yatırım maliyeti bilgilerinin ortalaması kullanılmıştır. Kurulum maliyetlerinin, kullanılan malzemenin menşei (ithal ya da yerli), mühendislik hizmetleri maliyeti ve lokasyona göre çok değişkenlik gösterebileceği unutulmamalıdır.

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.

8.1 Üç Fazlı Zeytinyağı Üretim Tesislerinde Karasu Bertarafı Alternatiflerinin Fayda-Maliyet Analizi

Bu bölümde, 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.

Üç fazlı üretime devam edilmesi durumunda, atıksu kirliliğinin önlenmesi amacıyla karşılaştırılan alternatifler; lagünlerin kriterlere uygun hale getirilmesi (atıksu deşarjının önlenmesi), her bir işletmenin yerinde arıtma yapması, zeytinyağı işletmeleri atıksularını arıtmak amacıyla merkezi arıtma tesisi yapılması, Merkezi gazlaştırma tesisinde pirina karşılığında karasuyun buharlaştırılması olmuştur.

İki fazlı üretime geçilmesi durumunda ise pirinanın 25-35-50 TL/ton bedelle alınması durumu, dönüşebilir dekantör, kısmen dönüşebilir dekantör ve dönüşemeyen dekantörleri olan işletmeler için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Zeytinyağı tesislerinin genelini yansıması bakımından, 3 farklı miktarda zeytin işleme miktarı baz alınmış ve bu alternatifler her biri için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Farklı büyüklükte üretim yapan seçilen işletmeler için sezonluk ortalama işlenen zeytin miktarı sırasıyla 1.000 ton, 2.000 ton ve 4.000 ton zeytin olarak ön görülmüştür.

Ayrıca, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde üretilen pirina yağının fiyatının ve ham pirina alım fiyatının bir miktar farklı olması sebebiyle, aynı hesaplar bu bölge için tekrarlanmıştır.

Mali analizde, Net Bugünkü Değer (işletmenin 10 yıl boyunca harcayacağı toplam tutarın bugünkü karşılığı) üstünden değerlendirme yapılmıştır. Her bir alternatif için, zeytinyağı işletmelerinin harcaması gereken tüm gelir ve giderler (örn. giderler arasında ilk yatırım maliyeti, işletme ve bakım maliyetleri, su bedeli, atıksu bedeli, pirina gelirindeki azalma, gelirler arasında ise su bedelinden tasarruf, pirina gelirindeki artış vb.) dikkate alınmıştır.

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.

Yukarıda belirtilen farklı karasu bertaraf yöntemlerinin fayda ve maliyetleri hesaplanırken dikkate alınan hususlar, aşağıda her bir alternatif için ayrı ayrı detaylı olarak açıklanmaktadır.

8.1.1 Lagün Alternatifi

Bu alternatifte, tesislerde oluşacak karasuyun depolanacağı ve buharlaşmaya bırakılacağı, sızdırmaz ve 1,5 metre derinliğinde lagünler inşa edileceği düşünülmüştür. Buharlaştırmaya destek olmak amacıyla yüzeysel karışım göz önünde bulundurulmuş ve bunun için devir daim yapacak bir pompa ön görülmüştür. Maliyet hesabı yapılırken, tesislerin yeterli büyüklükte araziye sahip oldukları varsayılmış ve arazi fiyatı dikkate alınmamıştır. Buna göre, farklı büyüklükteki lagünlerin maliyeti Tablo 77'de verilmiştir.

Tablo 77 Lagün yapım maliyetleri

Ortalama zeytin işleme miktarı (ton/sezon)	1.000	2.000	4.000
Karasu miktarı (m ³)	1.200	2.400	4.800
Lagün yüzey alanı (m ²)	800	1.500	3.200
Lagün maliyeti (TL)	60.000	100.000	180.000

Lagünlerin yıllık işletme gideri olarak da, yapım bedelinin %2'si oranında bir bakım maliyeti hesaplanmıştır.

8.1.2 Yerinde Arıtma

Bu yöntemde, zeytinyağı üretim tesisinin bünyesinde, kendi karasuyunu arıtılabileceği bir tesisin kurulacağı varsayılmıştır. Her ne kadar, literatürde hâlihazırda sektörün uygulayabileceği bir arıtma sisteminin bulunamamış olduğu belirtilse de, literatürde yer alan maliyetler göz önüne alınarak zeytinyağı işletmeleri açısından olası maliyetin alternatif olarak karşılaştırılması amaçlanmıştır. Burada ön görülen proses, fiziksel, kimyasal, biyolojik arıtma ve ultrafiltrasyon olmuştur. Oluşacak membran konsantresinin lagünde buharlaştırılması ön görülmüştür. Farklı kapasitelere göre, tesisin kurulum ve işletme maliyeti literatürde yer alan bilgiler doğrultusunda (Şengül vd. 2003, Improlive 2002, Gürsoy Haksevenler, 2014) aşağıdaki gibi kabul edilmiştir. Oluşacak çamurun pirina ile birlikte değerlendirilebileceği ön görülmüştür. Ancak, oluşacak çamurun tehlikeli atık sınıfına girmesi durumunda, tehlikeli atık bertaraf maliyetlerinin de dikkate alınması gerekmektedir.

Tablo 78 Yerinde arıtma maliyetleri

Ortalama işlenen zeytin miktarı (ton/sezon)	1.000	2.000	4.000
Karasu miktarı (m ³)	1.200	2.400	4.800
Arıtma tesisi yapım bedeli (TL)	175.000	350.000	700.000
Membran konsantresi için buharlaştırma lagünü inşaatı (TL)	25.000	50.000	100.000
Toplam yapım maliyeti (TL)	200.000	400.000	800.000
İşletme giderleri (yıllık TL) – 25 TL/m ³ karasu hesabıyla	30.000	60.000	120.000

8.1.3 Merkezi Arıtma Tesisinde Bertaraf

Bu alternatifte, tesiste oluşan karasuyun, merkezi bir arıtma tesisine taşınacağı ve orada arıtılacağı varsayılmıştır. Ülkemizde, bu tip bir merkezi arıtma tesisinin olmaması dolayısıyla, bu yöntemle atıksu bertaraf bedelleri bilinmemektedir. Bu bedeli tahmin etmek için, merkezi bir arıtma tesisin yatırım ve işletme maliyetleri ile karasu nakliye bedelleri kabaca tahmin edilmiş ve kurulacak bir merkezi arıtma tesisinin karasuyun tonunu ne kadar bir bedelle kabul edeceği hesaplanmıştır. Yerinde arıtma alternatifi ile aynı arıtma prosesi ön görülmüş, maliyetler kapasite büyümesine bağlı olarak azaltılarak (yaklaşık %40 oranında) alınmıştır. Bu hesap yönteminde kullanılan kabuller Tablo 79'da verilmektedir. Arıtma tesisinin ortalama olarak sezon süresince hizmet vereceği ön görülmüş ve kapasite tahmini ona göre yapılmıştır. Tablo 79'dan anlaşılacağı gibi, bir metreküp karasuyun merkezi arıtma tesisinde arıtılmasının maliyeti 36,6 TL olarak hesaplanmış ve tesisin %20 karla çalışacağı varsayılarak zeytinyağı üreticilerinden metreküp karasu başına 44 TL (nakliye bedeli dâhil) tahsil edeceği öngörülmüştür.

Burada, nakliyenin giderler arasında önemli bir yer tuttuğu görülmektedir. Her ne kadar, servis alanı çok büyük seçilmemiş olsa da (50 km çap içinde, en uzak nokta 25 km) fazla sayıda vidanjörün çalışmasının gerekliliği maliyetlerin yüksek olmasına sebep olmuştur. Bu nedenle, aslında merkezi arıtmanın birim yatırım ve işletme maliyeti yerinde arıtmaya kıyasla düşük olsa da, merkezi arıtma seçeneğindeki nakliye maliyetine bağlı olarak, bir miktar yatırım maliyetinin ve özellikle işletme maliyetinin yükseldiği görülmektedir. Zeytinyağı tesislerinin ihtisas OSB içinde toplanması durumunda, nakliye maliyetlerinin ortadan kalkması söz konusu olabilir.

Tablo 79 Merkezi arıtma tesisi maliyetleri

Tesisin yıllık kapasitesi (m ³ /sezon)	100.000
Tesisin günlük kapasitesi (m ³ /gün)	700
Yatırım Maliyeti (TL)	10.000.000
İşletme maliyeti (TL/sezon)	1.000.000
Nakliye için gereken vidanjör sayısı (her bir 15 m ³ kapasiteli)	15
Personel maliyeti – 15 vidanjör şoförü (TL/sezon)	225.000
15 vidanjör için amortisman bedeli (vidanjör fiyatı 300.000 TL ve ekonomik ömürü 8 yıl) – TL/sezon	562.500
Günlük kilometre – 50 sefer ve gidiş dönüş 50 kilometre varsayımıyla	2.500
Kilometrede yakıt tüketimi (TL)	2
Yakıt giderleri (TL/sezon) – sezonda 150 gün çalışıldığı varsayımıyla	750.000
Vidanjör bakım ve sigorta bedelleri (TL/sezon)	200.000
Toplam nakliye bedeli (TL/sezon)	1.737.500
Arıtma tesisi işletme ve amortisman bedeli (TL/yıl) – tesisin amortisman bedeli hesaplanırken 10 yıl ekonomik ömür varsayılmış ve bu bedel 1 milyon TL/yıl olarak alınmıştır	2.000.000
Toplam işletme bedeli	3.737.500
Arıtma maliyeti (TL/m ³)	36,6
%20 kar ile bir metreküp arıtma fiyatı (TL/m ³)	44.0

8.1.4 Merkezi Gazlaştırma Tesisinde Bertaraf

Bu alternatifte, tesiste oluşan karasuyun, merkezi bir gazlaştırma tesisine taşınacağı ve orada gazlaştırılacağı varsayılmıştır. Gazlaştırma tesisinin işletmelerde oluşan pirinayı yakıt olarak kullanarak enerji elde ederken açığa çıkacak atık ısı ile karasuyu buharlaştırması ön görülmüştür (Toros ve diğ., 2014). Bu durumda, zeytinyağı tesislerinin pirinalarını bedelsiz olarak gazlaştırma tesisine verecekleri, bunun karşılığında karasu bertarafı için de bir bedel ödemeyecekleri varsayılmıştır. Bu alternatif ilave bir bertaraf maliyeti getirmese de, mevcut durumla kıyaslandığında pirina gelirlerinde bir kayıp söz konusu olacağından, bu kayıp bir maliyet olarak ele alınacaktır.

8.1.5 Üç Fazlı Üretimden İki Fazlı Üretime Geçiş

Zeytinyağı üretim tesislerinin 3 fazdan 2 faza geçebilmeleri için kullandıkları dekantörlerde bazı modifikasyonlar yapılması ya da bu dekantörlerin tamamen yenilenmesi gerekmektedir. Tesisler, kullanmakta oldukları dekantör türlerine göre, dönüşebilir, kısmen dönüşebilir ve dönüşemez olarak ayrılmıştır (detayları 6.1 bölümünde verilmiştir). Her 3 büyüklükte zeytin

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 264 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

işleyen tesis için farklı dönüşüm maliyetleri söz konusudur. Bu maliyetler, dekantör satan firmalardan temin edilen dönüşüm ve yeni dekantör fiyatlarının ortalaması dikkate alınarak ön görülmüş ve Tablo 80'de sunulmuştur:

Tablo 80 Dönüşüm maliyetleri

Dönüştürülebilir tesis	1.000 Ton	2.000 Ton	4.000 Ton
Dekantör dönüşüm bedeli	10.000	10.000	15.000
Helezon tadilatı ve pompa	30.000	30.000	30.000
Pirina depolama	20.000	40.000	80.000
Toplam dönüşüm maliyeti (TL)	60.000	80.000	125.000
<i>Kısmen Dönüştürülebilir tesis</i>			
Dekantör dönüşüm bedeli	40.000	40.000	60.000
Helezon tadilatı ve pompa	30.000	30.000	30.000
Pirina depolama	20.000	40.000	80.000
Toplam dönüşüm maliyeti (TL)	90.000	110.000	170.000
<i>Dönüştürülemez tesis</i>			
Dekantör dönüşüm bedeli	130.000	200.000	280.000
Helezon tadilatı ve pompa	30.000	30.000	30.000
Pirina depolama	20.000	40.000	80.000
Toplam dönüşüm maliyeti (TL)	180.000	270.000	390.000

Ayrıca, bu alternatif için 3 fazlı üretimle 2 fazlı üretimde oluşan karasu ve pirina miktarları detaylı olarak hesaplanmış ve Tablo 81'de sunulmuştur. Su ve atıksu bedelleri, zeytinyağı işletmelerinin yaygın olduğu Aydın ili su tarifesi dikkate alınarak belirlenmiştir.

İki faz pirina bedelinin sabit olmadığı, pirinanın nem oranına ve taşınan mesafeye göre farklılık gösterdiği bilinmektedir. Yüksek nem oranına sahip ya da uzak mesafeden taşınan iki faz pirina bedeli olarak ödenen bedelim 25TL/ton mertebelerine düştüğü görülmektedir. Bununla birlikte, nem oranının nispeten düşük olduğu ve yakın mesafelerden pirina alındığı durumda iki faz pirinaya 35 TL/ton değerine kadar fiyat biçildiği bilinmektedir. Ayrıca, bir miktar daha yüksek pirina bedeli ödense, işletmelerin gelir kaybında ne mertebelerde değişiklik olacağını görmek için iki-faz pirina bedeli olarak da 50 TL/ton değeri kabul edilmiştir. Her durumda da üç-fazdaki pirina geliri ile iki-faz arasındaki fark (gelir kaybı), bir maliyet olarak sonuçlara yansımaktadır. Üç-faz pirina fiyatı 80 TL/ton iken, iki-faz için bu

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 265 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

değer 35 TL/ton yerine, 25 TL/ton kabul edildiğinde, gelir kaybı daha da büyümekte, 50 TL/ton olarak alındığında ise beklendiği üzere gelir kaybı biraz azalmaktadır.

Tablo 81 Üç fazlı üretimle iki fazlı üretimin pirina, su kullanımı ve atıksu oluşumu açısından karşılaştırılması

Zeytin işleme kapasitesi (ton)	1.000		2.000		4.000	
	2 faz	3 faz	2 faz	3 faz	2 faz	3 faz
Zeytinyağı üretimi (ton)	237.1	236.8	474.2	473.6	948.4	947.2
Tesise kalan yağ miktarı (ton)	23.71	23.68	47.42	47.36	94.84	94.72
Yağ geliri (TL) – 1 litre yağ fiyatı 10 TL	237.100	236.800	474.200	47.600	948.400	947.200
Oluşan pirina (ton)	900	510	1.800	1.020	3.600	2.040
Pirina geliri (TL)						
2 faz pirinanın tonu 25, 3 fazın 80 TL	22.500	40.800	45.000	81.600	90.000	163.200
2 faz pirinanın tonu 35, 3 fazın 80 TL	31.500	40.800	63.000	81.600	126.000	163.200
2 faz pirinanın tonu 50, 3 fazın 80 TL	45.000	40.800	90.000	81.600	180.000	163.200
Toplam pirina ve yağ geliri (2 faz pirinanın tonu 35, 3 fazın 80 TL)	268.600	277.600	537.200	555.200	1.074.400	1.110.400
Üretimde kullanılan su miktarı (m ³)	310	940	620	1.880	1.240	3.760
Oluşan atıksu miktarı (m ³)	180	1.200	360	2.400	720	4.800
Su bedeli (TL) 1 metreküp su bedeli 10 TL	3.100	9.400	6.200	18.800	12.400	37.600
Atıksu bedeli (TL) 1 metreküp atıksu bedeli 3 TL	540	-	1.080	-	2.160	-

8.2 Bertaraf Alternatiflerinin Fayda ve Maliyetlerinin Net Bugünkü Değeri

Yukarıda yapılan hesaplamalar ışığında, 3 farklı kapasitede zeytinyağı işleme tesisi için farklı bertaraf alternatiflerinin fayda ve maliyetleri ve bunların net bugünkü değeri Tablo 82'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. Net Bugünkü Değer hesabı aşağıda gösterilmiştir.

$$NBD = -Y_0 + \sum_{n=1}^n \frac{NF_n}{(1+i)^n} \quad (1)$$

NBD : Net Bugünkü Değer

Y₀ : İlk yatırım maliyeti (lagün inşası, 2 faz dönüşüm bedeli ve vb. gerekli tüm altyapı yatırımlarının toplamı)

NF : Net Fayda

i : iskonto oranı (iskonto oranı %5 alınmıştır).

n : yıl (10 yıl)

Burada NF'yi 2 faza geçilmesi durumunda dönüşebilir bir tesis için örnek olarak yazacak olursak;

NF : (+)Su giderlerinde azalma + (-) Atıksu bertaraf gideri + (±)pirina gelirindeki değişim

Burada,

Su giderlerinde azalma: 2 faz dönüşüm sonrası su kullanımı azalacağı için su giderlerindeki azalma pozitif,

Atıksu bertaraf gideri: Oluşan atıksuların bertarafı için bir bedel ödeneceği için negatif,

Pirina gelirindeki değişim: 2 fazlı üretimde daha fazla pirina oluşacaktır. Ancak pirina satış fiyatına göre (25, 35 ve 50 TL), pirina gelirindeki değişim pozitif veya negatif olabilmektedir.

Fayda ve maliyetler belirlenirken, tesislerin mevcut durumda 3 fazlı olarak çalıştıkları, karasu bertarafı için herhangi bir yöntem ve uygun kriterlerde lagüne sahip olmadıkları



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 267 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

varsayımından yola çıkılmıştır. Bu durum bir referans seviye olarak kabul edilmiş ve alternatifler bu seviye ile kıyaslanmıştır. Örneğin, 4 no'lu alternatif olan gazlaştırma tesisinde bertaraf yönteminde, karasu bir gazlaştırma tesisine gönderileceğinden, tesiste herhangi bir yatırım öngörülmemiş, bertaraf için bir bedel ödenmeyeceği için bu gider de dikkate alınmamıştır. Ancak mevcut durumda pirina satışından bir gelir elde edilmekte iken, yeni durumda, gazlaştırma tesisinin karasu ile pirinayı bedelsiz olarak alacağı varsayıldığından, tesisin pirina gelirinde bir kayıp olacağı düşünülerek bu kayıp dikkate alınmıştır. Aynı şekilde, 3 fazlı bir tesisin 2 fazlı üretime geçmesi durumunda, dönüşüm giderlerine ilave olarak, pirina gelirlerinde kayıp meydana gelecek, ayrıca 2 fazlı üretimde oluşan karasu kanalizasyona bertaraf edilirken bir bedel ödenecektir. Bu değerleri birer maliyet olarak göz önünde bulundurulurken, tesisin daha az su kullanması ile su giderlerinde oluşacak azalma bir fayda olarak dikkate alınmıştır.

Tablo 82'de yer alan dönüşüm, lagün inşası, arıtma tesisi yapımı gibi harcamalar yatırım harcaması olup bir seferlik harcamalardır. Bakım giderleri, merkezi arıtmaya yapılan ödeme, su giderlerinde azalma, atıksu bertaraf gideri ve pirina gelirinde azalma gibi unsurlar yıllık olarak tekrar eden kalemler olup, 10 yıl boyunca aynı şekilde gerçekleşecekleri varsayımıyla hesap yapılmıştır.

Tablo 82'de, 3 no'lu alternatifte, merkezi arıtmaya yapılacak yıllık ödeme hesaplanırken, 3 fazlı üretimde oluşan karasu miktarı, merkezi arıtmaya ödenecek bedel olan 44 TL ile çarpılmıştır. 4 no'lu alternatifte, pirina gelirinde kayıp, tesiste oluşan pirinanın, bir ton 3 fazlı pirina satış bedeli olan 80 TL ile çarpılmasıyla elde edilmiştir. 2 fazlı üretimin fayda ve maliyetleri hesaplanırken, Tablo 80'den faydalanılmıştır. Örneğin, 2 faz pirinanın 35 TL'ye satılması durumunda, 1.000 ton kapasiteli bir tesisin 3 fazlı üretimde pirina geliri 40.800 TL iken 2 fazda 31.500 TL'ye düşmektedir. Aradaki fark olan 9.300 TL, pirina gelirinde azalma olarak Tablo 82'de yer almıştır. Bu değerlendirme yapılırken, iki faz pirina bedeli için geçerli olabilecek farklı fiyatlar da dikkate alınmıştır.

Sulu pirina bedelinin, 25 TL/ton veya 35 TL/ ton olması durumunda, Tablo 82'de görüleceği üzere, 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). Ancak, zeytinyağı tesislerinin



TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 268 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

ihhtisas OSB içinde toplanması, atıksu nakliye maliyetlerinin ortadan kalkması ve merkezi arıtma alternatifinde, birim arıtma bedelinin, amortisman ve kanalizasyona deşarj bedeli dahil olmak üzere 6 TL altına düşmesi durumunda iki faza dönüşüme kıyasla, merkezi arıtma seçeneği ekonomik hale gelebilmektedir (ihhtisas OSB'ye taşınmanın bedeli göz ardı edilmiştir). Ancak, atıksu deşarj bedelinin 3 TL civarında olduğu dikkate alındığında, ve deşarj standartlarına ulaşabilmenin olası olabileceği mevcut teknolojiler (membran sistemleri ile entegre olmalı) düşünöldüğünde, amortisman dahil bedelin 3 TL altında kalması pek olası görünmemektedir.

İşlenen zeytin miktarı değiştikçe aradaki fark artmakta, örneğin sulu pirininin 25 TL/ton olduğu durumda, sezonda 4.000 ton işleyen ve dönüşebilir özellikteki tesisin iki faza dönüşmesi durumunda net bugünkü değeri yaklaşık -506.370 TL iken lagün inşaa etmek -199.000 TL civarındadır. Başka bir deyişle, sezonda 4000 ton zeytin işleyen dönüşebilir bir zeytinyağı tesisi, iki faza dönüşmesi durumunda, 10 yılın sonunda dönüşmemesi durumuna göre 506.370 TL zarar ederken, lagün inşaa etmesi durumunda bu zarar 199.227 TL civarında olacaktır. Sezonda 1.000 ton işleyen bir zeytinyağı işletmesinin iki faza dönüşmesi durumunda net bugünkü değeri yaklaşık -153.973 TL iken lagün inşaa etmek -66.409 TL civarındadır. Kısmen dönüşebilen ve dönüşemeyen tesisler için ise aradaki fark gittikçe açılmaktadır.

Sulu pirina bedelinin, 50 TL/ ton olması durumunda ise, tüm kapasiteler ve tüm durumlar için en uygun alternatif iki faza dönüşümdür. Sezonda 4.000 ton işleyen ve dönüşebilir özellikteki tesisin iki faza dönüşmesi durumunda net bugünkü değeri yaklaşık 188.586 TL iken yani dönüşüm karlı iken, lagün inşaa etmek, mevcut duruma göre 199.227 TL kayıp getirecektir.

Göröldüğü üzere, pirina bedeli zeytinyağı işletmelerinin gelirleri arasında önemli bir yere sahiptir ve iki faza dönüşüm hususunda en belirleyici parametre olarak pirina bedeli ön plana çıkmaktadır.

Tablo 82 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		-100.000		-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		-350.000		-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		-105.480		-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						
Dönüştürülebilir tesis						
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		-269,852		-506.370	
2 Faz pirina fiyatı 35 TL/ton olduğunda sonuç	-84.478		-130,860		-228.387	
2 Faz pirina fiyatı 50 TL/ton olduğunda sonuç	19.766		77,626		188.586	

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 270 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Kısmen DönüŖebilir tesis					
DönüŖüm (-)		-90.000		-110.000	-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		-298.423		-549.227
2 Faz pirina fiyatı 35 TL/ton olduğunda sonuç	-78.301		-159.432		-271.245
2 Faz pirina fiyatı 50 TL/ton olduğunda sonuç	-7.186		49.055		145.729
DönüŖemez tesis					
DönüŖüm (-)		-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), iŖletmenin 10 yıl boyunca harcayacağı toplam tutarın bugünkü karŖılıĐını ifade etmektedir (yatırım, iŖletme gider ve gelirleri toplamını içerir).

Tablo 82’deki dönüŖüm senaryolarını biraz açmak gerekirse; örneğin; 1000 Ton kapasiteli bir zeytinyağı tesisi için, su giderlerinde yıllık olarak 6.300 TL azalma meydana gelecektir. Atıksu bertaraf gideri olarak her yıl 540 TL harcanacaktır ve 2 faz pirina fiyatı 35 TL/ton olduğunda, pirina satışından gelir kaybı 9.300 TL olacaktır. Bunun sonucunda, 3 fazdan 2 faza dönüŖen tesiste yıllık olarak “artı 6300 TL eksi 540 TL eksi 9300 TL” hesabıyla 3.540 TL’lik bir zarardan söz edilebilir. Bu zararın 10 yıl boyunca gerçekteŖeĐi dikkate alınıp, bir de dönüŖüm bedeli olan 60.000 TL buna ilave edildiğinde, bu değerlerin net bugünkü değeri -

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 271 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

84.478 TL olmaktadır yani tesisin dönüşmesi, faydalar dikkate alınsa bile, yatırımcıya zarar ettirmektedir. Tablodaki tüm diğer dönüşüm senaryoları da bu mantıkla okunmalıdır.

3 fazdan 2 faza dönüşümle ilgili tüm senaryolarda, 2 faz pirina bedelinin 50 TL/tonun altında olduğu tüm durumlarda, pirina bedeli satışından kaynaklanan kayıp su tasarrufundan gelen kazancı aşmakta ve yıllık işletme giderlerine ek bir yük getirmektedir. Buna, dönüşüm için gerçekleştirilmesi gereken yatırım da eklendiğinde tesisi 2 faza dönüştürmek hiçbir şekilde cazip olmamaktadır. Yalnızca, 2 faz pirina bedeli 50 TL/ton olduğunda, pirina geliri kaybı olmadığından, bu alternatif anlamı olabilmektedir.

Piyasa koşullarında, pirina bedelinin 50 TL/ton olarak belirlenmesi mümkün olmayabilir. Bu durumda, dönüşümü özendirmek amacıyla tesislerin dönüşüm maliyetlerine devlet desteği verilmesi uygun olabilir. İki faza dönüşüldüğünde, zeytinyağı üreticisinin zararının olmaması için, sulu pirina bedelinin, dönüşümün devlet tarafından desteklenmediği durumda 44-52 TL/ton (dönüşemez dekantör hariç), dönüşüm için teşvik kullanılması durumunda ise (%50 hibe) 42-46 TL/ton (dönüşemez dekantör hariç) civarında olması gerektiği hesaplanmıştır (Tablo 83).

Tablo 83 Zeytinyağı işletmeleri açısından dönüşümü karlı hale getiren 2 faz pirina fiyatları (G. Doğu hariç)

<i>%50 yatırım teşviği ile dönüşümü karlı hale getiren 2 faz pirina fiyatları</i>		
1000 Ton	2000 Ton	4000 Ton
Dönüştürülebilir		
44 TL	42 TL	42 TL
Kısmen Dönüştürülebilir		
46 TL	43 TL	42 TL
Dönüşmez		
52 TL	48 TL	46 TL
<i>Yatırım teşviği olmaksızın dönüşümü karlı hale getiren 2 faz pirina fiyatları</i>		
Dönüştürülebilir		
48 TL	46 TL	44 TL
Kısmen Dönüştürülebilir		
52 TL	47 TL	45 TL
Dönüşmez		
64 TL	58 TL	53 TL

Yapılan saha çalışmaları sırasında, Güneydoğu illerimizde 3 faz pirina bedelinin 100 TL/tona kadar çıkmakta olduğu gözlemlenmiştir. Bu bedelin, sonuçlara dramatik etkisi olacağı

düşüncesiyle, yukarıdaki çalışma Güneydoğu illerimiz için ayrıca yapılmıştır. Bu çalışmanın ve kıyaslamanın sonuçları, Tablo 84'de sunulmaktadır.

Tablo 84 Üç Faz Pirina Bedelinin 100 TL/ton'a ulaştığı Güneydoğu İllerinde Farklı alternatiflerin fayda ve maliyetlerinin Net Bugünkü Değeri

3 Fazlı üretime devam edilmesi durumu			
	1000 Ton	2000 Ton	4000 Ton
1) Lagünlerin kriterlere uygun hale getirilmesi			
	-66.409	-110.682	-199.227
2) Yerinde arıtma ve deşarj			
	-449.926	-899.853	-1.799.706
3) Merkezi arıtma			
	-407.244	-814.489	-1.628.977
4) Merkezi gazlaştırma ve atık ısıyla karasu buharlaştırma			
	-393.808	-787.617	-1.575.234
5) 2 Fazlı üretime geçilmesi durumu			
<u>Dönüştürülebilir tesis</u>			
2 Faz pirina fiyatı 25 TL/ton olduğunda sonuç	-232.735	-427.375	-821.417
2 Faz pirina fiyatı 35 TL/ton olduğunda sonuç	-163.239	-288.384	-543.434
2 Faz pirina fiyatı 50 TL/ton olduğunda sonuç	-58.996	-79.897	-126.460
<u>Kısmen Dönüştürülebilir tesis</u>			
2 Faz pirina fiyatı 25 TL/ton olduğunda sonuç	-261.307	-455.946	-864.274
2 Faz pirina fiyatı 35 TL/ton olduğunda sonuç	-191.811	-316.955	-586.291
2 Faz pirina fiyatı 50 TL/ton olduğunda sonuç	-87.568	-108.468	-169.318
<u>Dönüşmez tesis</u>			
2 Faz pirina fiyatı 25 TL/ton olduğunda sonuç	-347.021	-608.327	-1.073.798
2 Faz pirina fiyatı 35 TL/ton olduğunda sonuç	-277.525	-469.336	-795.815
2 Faz pirina fiyatı 50 TL/ton olduğunda sonuç	-173.282	-260.849	-378.841

Güneydoğu illerinde, sulu pirina bedelinin, 25 TL/ton veya 35 TL/ ton olması durumunda, her kapasitedeki tesis için yine en ucuz alternatif 3 fazlı üretimde kalıp lagünde buharlaştırma yapmaktır (en az kayıp getiren alternatif budur).

Sulu pirina bedelinin, 50 TL/ ton olması durumunda ise, tüm kapasitelerde dönüşebilir tesisler için en uygun alternatif iki faza dönüşümdür. Kısmen dönüşebilir ya da dönüşemez tesisler için yine lagün seçeneği en uygun seçenek olarak görülmektedir.

8.3 Pirinanın Doğrudan Zeytinyağı Tesislerinde Kurutularak Yakıt Olarak Satılması Durumunda Bertaraf Alternatiflerinin Fayda ve Maliyetlerinin Net Bugünkü Değeri

Her ne kadar, halihazırda zeytinyağı işletmelerinin pirinayı kurutarak doğrudan yakıt olarak satması, yürürlükte olan *Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik*'in (07.02.2009 tarih ve 27134 sayılı), 25. Madde'sindeki Tablo 14'te", ve "Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği'nin (03.07.2009 tarih ve 27277 sayılı) Ek-5'e göre, maksimum yağ oranının (%1,5) sağlanamaması sebebiyle mümkün olmasa da, biyokütlenin yenilenebilir enerji alternatifleri arasında yer alması ve iklim değişikliği ile mücadele kapsamında biyokütle yakılmasının teşvik edilmesi nedeniyle, doğrudan yakıt amaçlı kullanılması analiz edilen senaryolar arasında yer almıştır. Buna göre, bu bölümde, zeytinyağı üretim tesislerinin kendi pirinalarını kurutarak doğrudan yakıt olarak satmaları ve ton başına 200 TL gelir elde etmeleri durumunda alternatiflerin kıyaslanması yapılmıştır (Tablo 85 ve Tablo 86).

Pirinanın zeytinyağı üretim tesisinde kurutularak, daha yüksek bedelle satılması durumunda alternatiflerin kıyaslamalı olarak karlılıkları değişmektedir. Tüm durumlarda (dönüşebilir, kısmen dönüşebilir ve dönüşemez), lagün yapmak karlı görünmektedir (net bugünkü değeri pozitif). Bir başka ifadeyle, her tür durumda 2 faza dönüşüm negatif net bugünkü değere sahip olmaktadır. Kapasite büyüdükçe, pirina geliri artmakta ve örneğin 4.000 ton zeytin işleyen bir tesiste, pirinayı lagünde kurutup satmak ile 2 faza dönüşümün gideri değerlendirildiğinde dönüşebilir tesis için aradaki fark 650.000 TL üstünde olmakta, kısmen dönüşebilir ve dönüşemeyen tesis olması durumunda ise bu bedel sırasıyla 700.000 TL ve 900.000 TL üstüne çıkmaktadır. Zeytinyağı işletmelerinin büyüklükleri göz önüne alındığında, bu farkın önemli bir fark olduğu düşünülmektedir.

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 274 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 85. Farklı Kapasitelerdeki Üç Fazlı Üretim Tesisleri için Pirina Gelirlerinin Kıyaslaması (doğrudan kuru pirina satışı durumunda)

	1000 Ton	2000 Ton	4000 Ton
Mevcut Pirina Geliri (TL)	40.800	81.600	163.200
Kurutulmuş Pirina Geliri (TL)	61.200	122.400	244.800

Tablo 86 Tüm Alternatif ve Kapasitelerin Fayda ve Maliyetlerinin Kıyaslanması – doğrudan kuru pirina satışı durumunda

	Karasu Bertaraf Maliyetinin NBDsi	Tesiste Pirinanın Kurutulup Satılması halinde NBD
1000 Ton Zeytin İşleme		
3 Faz		
Lagün iyileştirme	-66.409	91.114
Yerinde arıtma	-449.926	-292.403
Merkezi arıtma	-407.244	-249.721
Gazlaştırma	-315.047	-315.047
2 Faz		
Dönüşebilir	-84.478	-84.478
Kısmen Dönüşebilir	-113.049	-113.049
Dönüşemez	-198.764	-198.764
2000 Ton Zeytin İşleme		
3 Faz		
Lagün iyileştirme	-110.682	204.365
Yerinde arıtma	-899.853	-584.806
Merkezi arıtma	-814.489	-499.442
Gazlaştırma	-630.094	-630.094
2 Faz		
Dönüşebilir	-130.860	-130.860
Kısmen Dönüşebilir	-159.432	-159.432
Dönüşemez	-311.813	-311.813
4000 Ton Zeytin İşleme		
3 Faz		
Lagün iyileştirme	-199.227	430.867
Yerinde arıtma	-1.799.706	-1.169.612
Merkezi arıtma	-1.628.977	-998.884
Gazlaştırma	-1.260.187	-1.260.187
2 Faz		
Dönüşebilir	-228.367	-228.367
Kısmen Dönüşebilir	-271.245	-271.245
Dönüşemez	-480.768	-480.768

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

8.4 Karasuyun Çevreye Olan Zararının Parasal Olarak İfade Edilmesi

Yukarıda yapılan tüm fayda ve maliyet hesapları, zeytinyağı üreticilerinin finansal kar-zarar bakış açılarıyla hesaplanmış, çevresel fayda ve maliyetler dikkate alınmamıştır. Halbuki, karasuyun çeşitli yöntemlerle arıtılması ve alıcı ortama verilmemesinin çevresel faydaları söz konusudur. Bu faydaların, parasal olarak ifade edilmesi güç olsa da, bu çalışmada bir yaklaşım benimsenmiş ve bu şekilde karasuyun alıcı ortama verilmemesinin çevreye olan faydası parasal olarak ifade edilmeye çalışılmıştır.

Kullanılan yöntem, belediyelerin sanayi nitelikli atıksuların kanalizasyonlarına deşarjına izin vermek için kullandıkları “atıksu bertaraf bedeli” kavramını baz almaktadır. Buna göre, belediyeler kanalizasyon sistemlerine kabul edecekleri atıksular için belirli deşarj limitleri belirlerler ve bu limitlerin üzerindeki atıksuların ön arıtmaya tabii tutulmalarını talep ederler. Bazı durumlarda, bir ön arıtma sistemi kurulana değin, deşarj limitlerini sağlamayan tesislerden geçici süreyle atıksu arıtma bedeli tahsil ederler. Örneğın, İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi, ön arıtma tesisi olduğu halde endüstriyel atıksuların arıtılmadan İdareye ait kanalizasyon şebekesine direkt deşarj edildiğinin tespit edildiği durumlarda, Atıksu Arıtma Bedeli olarak aşağıdaki formüle göre hesap yapar.

$$AAB = (T \times B \times K_{max}) \times Q_{Endüstriyel} + (KSUB_{Sanayi} \times 100 \times K_{max})$$

Tahakkuka esas süre (T): Atıksu arıtma bedeli tahakkukunda takvim günü esasıyla hesaplanacak süredir.

Birim fiyat (B): (KSUB)SanayiBirim Fiyatı X 0,15) TL/m³

K_{max}: sektörlere ait atıksu kirlilik katsayısıdır.

Q_{Endüstriyel}: Endüstriyel atıksu debisi (m³/gün) dir

Kullanılmış suların uzaklaştırılması bedeli (KSUB): İSKİ Tarifeler Yönetmeliği'ne göre kullanılmış suların uzaklaştırılması hizmeti mukabili alınan bedeldir.

K_{max} değeri aşağıdaki eşitlik dikkate alınarak hesaplanmıştır. Burada C_n değeri, atıksuyun seçilen kirletici için konsantrasyon değerini, C_t değeri ise kanalizasyona deşarj kriterini göstermektedir. Zeytinyağı işletmesi için KOİ parametresi dikkate alınmış ve ortalama 80.000 mg/L KOİ değeri kabul edilerek hesaplanmıştır.

$$K = (C_n - C_t)/C_t$$

Zeytinyağı tesislerinin karasuyu, deşarj limitlerinin çok üzerinde KOİ değerine sahip olduğundan, aslında kanalizasyona deşarjına izin verilemez. Burada hesaplanacak olan atıksu arıtma bedeli, sadece kirlilik mertebesinin belirlenmesi ve bu mertebeye bir parasal karşılık tespit edilmesi amacıyla kullanılacaktır.

1000 Ton kapasiteli bir zeytinyağı üretim tesisi için yıllık atıksu arıtma bedeli şu şekilde hesaplanmıştır:

Günlük debi ve toplam tahakkuk süresini dikkate almak yerine, sezonda oluşan toplam atıksu bedeli üzerinden hesap yapılmıştır. Bu değer, 1000 Ton kapasiteli 3 fazlı tesisi için 1.200 ton'dur. K_{max} değeri 80, B değeri, KSUB ise 2,97'dir. Buna göre,

$$AAB = 1.200 \text{ Ton} \times 2,97 \times 0,15 \times 80 + 2,97 \times 100 \times 80 = 66.528 \text{ TL/yıl.}$$

Tüm kapasiteler için yapılan hesaplama Tablo 87'de sunulmuştur.

Tablo 87 Atıksu Arıtma Bedelleri

Kapasite	1000 Ton	2000 Ton	4000 Ton
Oluşan karasu (m ³)	1.200	2.400	4.800
Hesaplanan AAB	66.528 TL	109.296 TL	194.832 TL
10 yıllık AAB'nin net bugünkü değeri	450.352 TL	739.863 TL	1.318.887 TL

8.5 Çevreye Olan Etkilerin de Dikkate Alınması ile Yapılan Nihai Değerlendirme

Yukarıda anlatılan tüm fayda ve maliyetlerin tüm alternatifler ve seçilen kapasiteler için birlikte değerlendirmesiyle oluşan durum Tablo 88'de sunulmuştur: Bu değerlendirme yapılırken, iki faz pirina bedeli için geçerli olabilecek farklı fiyatlar da dikkate alınmıştır. Tablo 88'de görüldüğü üzere, çevresel faktörler göz önünde bulundurulduğunda, 1000 Ton kapasiteli tesisler için tüm bertaraf alternatifleri yapılabilir görünmektedir (NDB değerleri hep pozitiftir). Net bugünkü değeri en yüksek olan alternatif, lagünde buharlaştırma yapması, ikinci olarak da dönüşebilen tesisin iki-faza dönüşmesidir. Diğer kapasiteler için yine en uygun alternatifler, lagünde buharlaştırma ve ikinci olarak 2 fazlı üretime geçmektir. Ancak, iki-faz pirina fiyatı bu seçimlerde önemli bir rol oynamaktadır. Fiyatın 50 TL kabul edildiği durumlarda, dönüşemeyen tesislerin bile iki-faza geçmesi, en karlı alternatif olarak görünmektedir (sadece 1000 Ton/yıl kapasitedeki dönüşemeyen tesisler için en karlı alternatif lagündür). Dönüşemeyen tesislere verilecek bir destek, bu alternatifin de karlı

TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 277 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

olması anlamına gelecek ve tüm sektörün 2 fazlı üretime geçişinin özendirilmesi açısından faydalı olacaktır.

Güneydoğu illeri için yapılan analizde, 2 faz pirina fiyatının 35 TL/ton olması durumunda diğer bölgelerle benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ancak 2 faz pirina fiyatı 50 TL/ton olduğunda, 2 faza dönüşüm, 1000 Ton kapasiteli dönüşebilir tesisler için en karlı alternatiftir. Diğerlerinde yine lagün alternatifi karlı olmaktadır. 2000 ve 4000 Ton kapasiteli tesislerde ise, sadece dönüşemeyen tesisler için lagün dönüşümden daha karlıdır, dönüşebilir ve kısmen dönüşebilir tesislerde dönüşüm lagünden daha ekonomik bir alternatif olmaktadır.

Tablo 88 Çevresel Etkiler Dikkate Alındığında Tüm Alternatif ve Kapasitelerin Fayda ve Maliyetlerinin Kıyaslanması

	Karasu Bertaraf Maliyetinin NBDsi	Atıksuyun alıcı ortama verilmemesinin faydası	Net fayda
1000 Ton Zeytin İşleme			
3 Faz			
Lagün iyileştirme	-66.409	450.352	383.943
Yerinde arıtma	-449.926	450.352	425
Merkezi arıtma	-407.244	450.352	43.107
Gazlaştırma	-315.047	450.352	135.305
2 Faz			
Dönüşebilir – Pirina fiyatı 35 TL/Ton ise	-84.478	450.352	365.874
Pirina fiyatı 25TL/ton ise	-153.973	450.352	296.378
Pirina fiyatı 50 TL/ton ise	19.766	450.352	470.117
Kısmen Dönüşebilir - Pirina fiyatı 35 TL/Ton ise	-113.049	450.352	337.302
Pirina fiyatı 25TL/ton ise	-182.545	450.352	267.807
Pirina fiyatı 50 TL/ton ise	-8.806	450.352	441.546
Dönüşemez - Pirina fiyatı 35 TL/Ton ise	-198.764	450.352	251.588
Pirina fiyatı 25TL/ton ise	-268.259	450.352	182.092
Pirina fiyatı 50 TL/ton ise	-94.520	450.352	355.831
2000 Ton Zeytin İşleme			
3 Faz			
Lagün iyileştirme	-110.682	739.863	629.182
Yerinde arıtma	-899.853	739.863	-159.990
Merkezi arıtma	-814.489	739.863	-74.625
Gazlaştırma	-630,094	739.863	109.770
2 Faz			
Dönüşebilir – Pirina fiyatı 35 TL/Ton ise	-130.860	739.863	609.003
Pirina fiyatı 25TL/ton ise	-269.852	739.863	470.012
Pirina fiyatı 50 TL/ton ise	77.626	739.863	817.490



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 278 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

	Karasu Bertaraf Maliyetinin NBDsi	Atıksuyun alıcı ortama verilmemesinin faydası	Net fayda
Kısmen Dönüşebilir - Pirina fiyatı 35 TL/Ton ise	-159.432	739.863	580.432
Pirina fiyatı 25TL/ton ise	-298.423	739.863	441.440
Pirina fiyatı 50 TL/ton ise	49.055	739.863	788.918
Dönüşemez - Pirina fiyatı 35 TL/Ton ise	-311.813	739.863	428.051
Pirina fiyatı 25TL/ton ise	-450.804	739.863	289.059
Pirina fiyatı 50 TL/ton ise	-103.326	739.863	636.537
4000 Ton Zeytin İşleme			
3 Faz			
Lagün iyileştirme	-199.227	1.318.887	1.119.660
Yerinde arıtma	-1.799.706	1.318.887	-480.819
Merkezi arıtma	-1.628.977	1.318.887	-310.090
Gazlaştırma	-1.575.234	1.318.887	-256.347
2 Faz			
Dönüşebilir – Pirina fiyatı 35 TL/Ton ise	-543.434	1.318.887	775.453
Pirina fiyatı 25TL/ton ise	-821.417	1.318.887	497.470
Pirina fiyatı 50 TL/ton ise	-126.460	1.318.887	1.192.426
Kısmen Dönüşebilir - Pirina fiyatı 35 TL/Ton ise	-586.291	1.318.887	732.595
Pirina fiyatı 25TL/ton ise	-864.274	1.318.887	454.613
Pirina fiyatı 50 TL/ton ise	-169.318	1.318.887	1.149.569
Dönüşemez - Pirina fiyatı 35 TL/Ton ise	-795.815	1.318.887	523.072
Pirina fiyatı 25TL/ton ise	-1.073.798	1.318.887	245.089
Pirina fiyatı 50 TL/ton ise	-378.841	1.318.887	940.045

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



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 279 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

9 PİRİNA TESİSLERİ İÇİN FAYDA-MALİYET ANALİZİ

9.1 3 Faz Pirina İşleyen Tesislerin 2 Faza Dönüşümünün ve 2 Faz Pirina Tesislerinin Karlılık Analizi

Tüm sürekli işletmelerin İki faz üretime geçmesi durumunda üretilecek pirina miktarı artacaktır. Bununla birlikte, daha önceki bölümlerde anlatıldığı üzere, pirina tesislerinin 2 fazlı pirinayı işleyebilmesi için tesislerinde bazı değişiklikler yapması gerekmektedir. 2 fazlı pirina işlemek için öncelikle pirina havuzuna ihtiyaç vardır. Bununla birlikte, 2 fazlı pirinanın işlenebilmesi için, ön kurutulmuş prina ile karıştırılması ve/veya dekantasyon ile su miktarının bir miktar azaltılmasından sonra ihtiyaca göre ön kurutulmuş pirina ile karıştırılması söz konusudur. Bu çerçevede, bu bölümde, iki faz ve üç faz pirinayı işleyen tesislerinin yatırım ve detaylı işletme maliyetleri hesaplanarak, üç faz pirina işleme teknolojisinden iki faza geçişin karlı olup olmadığı ve yeni bir iki-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. Söz konusu pirina miktarları, mevcut durumda çalışan pirina tesislerinin kapasiteleri göz önünde bulundurularak belirlenmiş, düşük kapasiteli ve ortalama kapasiteli pirina tesislerinin durumunu temsil etmesi göz önüne alınarak seçilmiştir. Maliyet analizlerinin birbirleriyle karşılaştırılabilir olması açısından, aynı miktar 3 faz ya da 2 faz pirina için nakliye maliyeti aynı alınmış ve değişen maliyetler açısından aynı miktarda pirinanın farklı yöntemlerle değerlendirilmesi durumu karşılaştırılmıştır.

Öncelikli olarak, mevcut pirina tesislerinin iki faza dönüşüm durumu analiz edilmiş, daha sonra alternatif tesislerin maliyetleri değerlendirilmiştir. Aşağıda, mevcut pirina tesisleri için varsayımlar ile iki farklı kapasite ve iki farklı pirina türü için ön görülen maliyetler ve gelir, giderlerin detayları Tablo 89'da yer almaktadır. Buradaki hesaplar, söz konusu tesislerin tam kapasiteyle çalışmaları durumunda oluşacak gelir ve giderleri göstermektedir. Ancak, saha çalışmaları sırasında, üç-faz pirina işleyen tesislerin ortalama olarak %60 kapasitede çalışabildikleri gözlemlenmiştir. Bu koşullara uygun olacak şekilde, gelir ve giderler revize



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 280 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

edilmiş, Tablo 90'da sunulmuştur. Yatırım giderleri ise her iki durumda da aynı olacaktır. Bununla birlikte, personel giderlerinin de aynı kalacağı varsayılmıştır.

Tablo 89. Varsayılan maliyet ve gelirler (mevcut pirina tesisleri için)

	Düşük Kapasiteli Tesis		Yüksek Kapasiteli Tesis	
	2 faz	3 faz	2 faz	3 faz
İşlenen zeytin (Ton)	25.000	25.000	60.000	60.000
Tesise giren pirina (ton)	22.500	12.750	54.000	30.600
Gelirler				
Tesise kalan yağ (ton)	540	487,5	1.296	1.170
Pirina yağı fiyatı – TL/ton	3.250	3.250	3.250	3.250
Yağ geliri – TL/yıl	1.755.000	1.584.375	4.212.000	3.802.500
Oluşan kuru pirina - ton	7.100	7.050	17.040	16.920
Yaktıktan sonra kalan kuru pirina -ton	3.905	3877.5	9.372	9.306
Kuru pirina fiyatı – TL/ton	230	230	230	230
Kuru pirina geliri – TL/yıl	898.150	891.825	2.155.560	2.140.380
Giderler				
Nakliye gideri – TL/yıl	630.000	267.750	1.512.000	642.600
Yaş pirina alış fiyatı – TL/ton	35	80	35	80
Pirina alış bedeli TL/yıl	787.500	1.020.000	1.890.000	2.448.000
Hekzan kaybı (ton)	28,4	28,2	68,16	67,68
Hekzan gideri – TL/yıl	113.600	112.800	272.640	270.720
İşçi sayısı – tam zamanlı	5	5	13	13
İşçi sayısı yarı zamanlı (5 ay)	10	10	26	26
İşçilik gideri – TL/yıl	250.000	250.000	650.000	650.000
Elektrik gideri – TL/yıl	106.500	105.750	255.600	253.800
Yatırım – inşaat TL	2.000.000	1.500.000	3.750.000	3.000.000
Yatırım makine TL	2.150.000	1.550.000	4.600.000	3.400.000
Bakım gideri – TL/yıl	127.500	92.500	267.500	200.000
Genel İdari Gider – TL/yıl	59.760	56.105	144.574	137.452



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 281 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 90. %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, üç-fazda %60 kapasiteyle çalışan bir tesisin yüzde yüz kapasiteyle çalışan iki-faz tesise dönüşümünde oluşan gelir ve gider farklılıkları aşağıda sunulmuştur. Yukarıda sunulan varsayımlar altında, üç-faz pirina işleyen tesisin iki-faz işleyecek şekilde dönüşümü 10 yıllık bir perspektifte oldukça karlı görünmektedir. Giderlerde artış olacak olmasına rağmen, gelirlerdi artış daha fazla olacağı için karlı olacaktır. Gerek düşük kapasiteli gerekse yüksek kapasiteli tesisler için geri ödeme süresi 3 yıl gibi kısa bir süredir.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 282 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 91 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 alış 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).

İki-faz pirina işleyen yeni bir pirina tesisi yatırımının karlılığı Tablo 92'de görülmektedir. Yukarıdaki tablolarda verilen değerlerle hareket edilerek yapılan analizde, düşük kapasiteli bir tesisin kara geçmesi 10 yılı bulmakta, yüksek kapasiteli bir tesisin geri ödeme süresi ise 8 yıl olmaktadır. Buna göre, yüksek kapasiteli tesislerin daha karlı olduğu söylenebilir.

Tablo 92 İki-faz pirina tesisi kurmanın karlılığı (10 yıllık perspektifle)

	Düşük Kapasiteli Tesis	Yüksek Kapasiteli Tesis
Yatırım maliyeti - TL	4.150.000	8.350.000
İşletme Giderleri – TL/yıl	2.074.860	4.992.314
Gelirler – TL/yıl	2.653.150	6.367.560
Yıllık Net Gelir	578.290	1.375.246
Net Bugünkü Değer - TL	300.383	2.161.224
Geri Ödeme Süresi (yıl)	10	8



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 283 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

9.2 Alternatif Pirina Değerlendirme Yöntemlerinin Fayda-Maliyet Analizi

İki faza dönüşüm sonrasında pirina miktar ve özellikleri değişeceği ve yeni pirina tesislerine ihtiyaç olabileceği için, 2 faz pirinanın değerlendirilmesi alternatifleri değerlendirilmiş, bu kapsamda 2 faz pirinanın mevcut pirina tesislerinde işlenmesine ilave olarak;

- 2 faz pirinanın yem maddesi olarak kullanımı
- 2 faz pirinanın kompost yapılması
- 2 fazlı pirinanın merkezi tesiste gazlaştırılması

maliyet açısından karşılaştırılmış ve detaylar aşağıda sunulmuştur.

9.2.1 İki-Faz Pirinadan Kompost Üretimi Tesislerinin Analizi

İki faz pirinanın alternatif kullanım alanlarından biri de kompost üretimidir. Uluslararası örnekleri mevcuttur. Ülkemizde her ne kadar GTHB'nın pirinanın kompost olarak kullanımı konusunda olumsuz görüşü olsa da, ülkemiz koşullarında maliyet açısından diğer alternatiflerle karşılaştırılması yapılmış, mevcut şartlar altında, iki-faz pirinadan kompost işleyecek tesislerin karlı olup olmayacağı irdelenmiştir. Aşağıdaki tabloda (Tablo 93), 900 ton ve 5.000 ton zeytinin pirinasını işleyerek kompost üretecek iki ayrı kapasitede tesis için yatırım ve işletme giderleri ile öngörülen gelirleri (kompost, çekirdek ve yağ gelirleri) sunulmuştur.

Tesisin işletme giderleri değerlendirildiğinde, en büyük kalemin pirina alış bedeli ve nakliye olduğu görülmektedir (büyük kapasiteli için işletme giderinin yaklaşık %30-35, düşük kapasiteli tesis için yaklaşık %25-30). Diğer büyük gider ise kompost içine karıştırılacak materyallerin maliyeti olmuştur (büyük kapasiteli için işletme giderinin yaklaşık %50-55, düşük kapasiteli tesis için yaklaşık %35-40). Gelir açısından değerlendirildiğinde ise, yağ ve çekirdek gelirinin toplam gelirin yaklaşık %47'nı oluşturduğu görülmektedir. Ancak, her iki durumda da, söz konusu yatırımlar karlı bulunmamıştır. Hesaplanan bu maliyet ve gelirler dikkate alınarak, 10 yıllık bir işletme dönemi için yapılan karlılık analizinin sonuçlarının yer aldığı Tablo 94'ten anlaşılacağı üzere, mevcut koşullar altında, iki-faz pirinadan kompost üretecek bir tesisin kurulması karlı görünmemektedir (net bugünkü değerler negatiftir).



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 284 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 93. Varsayılan maliyet ve gelirler

	Düşük Kapasiteli Tesis	Yüksek Kapasiteli Tesis
İşlenen zeytin (Ton)	900	5.000
Tesise giren pirina (ton)	810	4.500
Gelirler		
Çekirdek miktarı (ton)	99	550
Çekirdek fiyatı (TL/ton)	450	450
Çekirdek geliri – TL/yıl	44.550	247.500
Tesise kalan yağ (ton)	6,48	36
İkinci sıkım rafinajlık yağ fiyatı (TL(ton)	4000	4000
Yağ geliri – TL/yıl	25.920	144.000
Oluşan kompost - ton	810	4.500
Kompost satış fiyatı (TL/ton)	100	100
Kompost geliri – TL/yıl	81.000	450.000
Giderler		
Nakliye gideri – TL/yıl	31.752	176.400
Pirina fiyatı (TL/ton)	35	35
Pirina alış bedeli - TL	28.350	157.500
İşçi yarı zamanlı (6 ay)	3	4
İşçilik gideri – TL/yıl	36.000	48.000
Elektrik gideri – TL/yıl	1.620	9.000
Diğer Hammadde gideri – TL/yıl	89.100	495.000
Yatırım - TL	650.000	1.150.000
Bakım gideri – TL/yıl	32.500	57.500
Genel İdari Gider – TL/yıl	7.012	11.450

Tablo 94: Pirinadan kompost üretim tesisinin karlılığı (10 yıllık perspektifle)

	Düşük Kapasiteli Tesis	Yüksek Kapasiteli Tesis
Yatırım Gideri	650.000	1.150.000
İşletme gideri – TL/yıl	226.334	954.850
Gelirler – TL/yıl	151.470	841.500
Yıllık net gelir - TL	-74.864	-113.350
*Net Bugünkü Değer - TL	-1.169.600	-1.928.818

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



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 285 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

9.2.2 İki-Faz Pirinadan Yem Maddesi Üretimi Tesislerinin Analizi

Maliyet açısından karşılaştırılan diğer alternatif iki-faz pirinadan yem maddesinin üretilmesi olmuştur. Bu bölümde, 25.000 ton zeytin ile 60.000 ton zeytinin pirinasını işleyecek iki farklı kapasitede yem üretim tesisinin yatırım, işletme giderleri ve beklenen gelirleri sunulmuş ve bu verilerden hareketle, tesislerin karlılığı incelenmiştir (Tablo 95).

Tablo 95 : Varsayılan maliyet ve gelirler

	Düşük Kapasiteli Tesis	Yüksek Kapasiteli Tesis
İşlenen zeytin (Ton)	25.000	60.000
Tesise giren pirina (ton)	22.500	54.000
Gelirler		
Çekirdek miktarı (ton)	3000	7200
Yakma sonrası kalan çekirdek (ton)	2040	4896
Çekirdek fiyatı (TL/ton)	450	450
Çekirdek geliri	918.000	2.203.200
Tesise kalan yağ (ton)	180	432
ikinci sıkım rafinajlık yağ (TL/ton)	4.000	4.000
Yağ geliri – TL/yıl	720.000	1.728.000
Yem üretimi - ton	5.000	12.000
Yem fiyatı (TL/ton)	400	400
Yem satış geliri	2.000.000	4.800.000
Giderler		
Nakliye gideri – TL/yıl	630.000	1.512.000
2 faz pirina fiyatı (TL/ton)	35	35
Pirina alış bedeli – TL/yıl	787.500	1.890.000
İşçi yarı zamanlı (6 ay)	15	25
İşçilik gideri – TL/yıl	180.000	300.000
Elektrik gideri – TL/yıl	75.000	200.000
Yatırım - TL	2.875.000	5.300.000
Bakım gideri – TL/yıl	143.750	265.000
Genel İdari Gider – TL/yıl	39.875	76.500

Yukarıda detaylı olarak sunulan gelir ve giderler dikkate alındığında, iki-faz pirinadan yem üretimi çok karlı görünmektedir. Böyle bir tesisin geri ödeme süresi de 2 yıl gibi kısa bir süre olmaktadır (Tablo 96).



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 286 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 96. Pirinadan yem üretim tesisinin karlılığı (10 yıllık perspektifle)

	Düşük Kapasiteli Tesis	Yüksek Kapasiteli Tesis
Yatırım Gideri	2.875.000	5.300.000
İşletme gideri – TL/yıl	1.856.125	4.243.500
Gelirler – TL/yıl	3.638.000	8.731.200
Yıllık net gelir - TL	1.781.875	4.487.700
*Net Bugünkü Değer - TL	10.365.873	27.955.076
Geri Ödeme Süresi (yıl)	2	2

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

9.2.3 İki-Faz Pirina ve Üç-Faz Pirinadan Gazlaştırma Yöntemiyle Elektrik Üretiminin Karlılık Analizi

Bu bölümde, iki-faz ve üç-faz pirinadan elektrik üretecek farklı kapasitede tesislerin gelir ve giderleri ile karlılıkları analiz edilmektedir. Aşağıdaki tabloda, elektrik üretecek tesislerin yatırım, işletme giderleri ile elektrik satış gelirleri detaylı olarak sunulmuş, 10 yıllık bir perspektifte, tesislerin karlılığı analiz edilmiştir (Tablo 97, Tablo 98). Üç-faz pirinaya ücret ödenmemekle birlikte iki-faz pirina alımında ücret ödeneceğinin varsayılması nedeniyle, üç-faz pirinadan elektrik üretimi daha karlı olmaktadır. İki-faz pirinadan elektrik üreten düşük kapasiteli bir tesisin karlı olamayacağı anlaşılmaktadır. Ancak 54.000 ton iki-faz pirina işleyecek yüksek kapasiteli bir tesis 9 yılda kara geçmektedir. Benzer kapasitede üç-faz pirina işleyecek bir tesis ise 5 yılda kara geçmektedir.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 287 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 97. Varsayılan maliyet ve gelirler

	Düşük Kapasiteli Tesis		Yüksek Kapasiteli Tesis	
	2 faz	3 faz	2 faz	3 faz
İşlenen zeytin (Ton)	20.000	20.000	60.000	60.000
Tesise giren pirina (ton)	18.000	10.200	54.000	54.000
Gelirler				
Üretilen elektrik - kw	5.200.000	5.200.000	16.000.000	16.000.000
Elektrik satış fiyatı, TL/kw	0,392	0,392	0,392	0,392
Elektrik geliri – TL/yıl	2.038.400	2.038.400	6.272.000	6.272.000
Giderler				
Nakliye gideri – TL/yıl	504.000	214.200	1.512.000	642.600
Karasu nakliye gideri – TL/yıl	0	562.500	0	1.737.500
2 faz pirina fiyatı (TL/ton)	35	35	35	35
Pirina alış bedeli – TL/yıl	630.000	0	1.890.000	0
İşletme gideri – TL/yıl	244.608	244.608	627.200	627.200
Gazlaştırma Yatırım bedeli - TL	5.880.000	5.880.000	11.200.000	11.200.000
Pirina depolama havuzu bedeli - TL	400.000	0	550.000	0
Karasu depolama havuzu bedeli - TL	100.000	300.000	200.000	300.000
Santrifüj vd. Giderler - TL	150.000	0	400.000	0
Bakım gideri – TL/yıl	101.920	101.920	313.600	313.600
Genel İdari Gider – TL/yıl	34.653	34.653	94.080	94.080

Tablo 98. Pirinayı gazlaştırarak elektrik üretiminin karlılığı (10 yıllık perspektifle)

	Düşük Kapasiteli Tesis		Yüksek Kapasiteli Tesis	
	2 faz	3 faz	2 faz	3 faz
Yatırım Gideri	6.530.000	6.180.000	12.350.000	11.500.000
İşletme gideri – TL/yıl	1.515.181	1.157.881	4.436.880	3.414.980
Gelirler – TL/yıl	2.038.400	2.038.400	6.272.000	6.272.000
Yıllık net gelir - TL	523.219	880.519	1.835.120	2.857.020
*Net Bugünkü Değer - TL	-2.371.276	589.653	1.733.629	10.058.239
Gerçek Ödeme Süresi (yıl)	-	9	9	5

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



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 288 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

9.2.4 Alternatif Pirina Tesisleri Mali analizinin Karşılaştırılması

Yukarıda yapılan analizler sonucunda, iki-faz pirina işleyerek yakıt, yem ya da elektrik üretecek tesis yatırımları yapılabilir ve karlı görünmektedir. Sadece pirinadan kompost üretecek tesisler ile iki-faz pirinadan gazlaştırma ile elektrik üretecek düşük kapasiteli tesislerin karlı olmayacağı görülmüştür. Kompost üretecek tesislerin karlı olmamasının sebeplerinden birisi, sadece sezonluk olarak pirina işleyecek şekilde maliyet analizi yapılmış olmasıdır (diğer alternatif pirina değerlendirme yöntemleriyle aynı seviyede karşılaştırma yapılmıştır). Buna karşın, önemli maliyetler olmadan, yılın diğer aylarında çeşitli organik atıklar kullanılarak kompost üretimi mümkündür. Bu durumda, gelirlerin artması ve karlılık söz konusu olabilir. Ülke politikası olarak kompost kullanımı söz konusu olması durumunda ise çeşitli teşviklerle, işletmelerin karlılığı sağlanabilir. Ancak analiz edilen diğer pirina değerlendirme alternatifleri ile karşılaştırıldığında (yakıt olarak kullanım, elektrik üretimi, yem maddesi eldesi vb.), düşük geliri sebebiyle kompost üretiminin özel sektör tarafından tercih edilmesi daha zor görülmektedir. Bunun en önemli sebebi kompost birim fiyatının düşük olması ve tek başına kompostlama için kompozisyonunun uygun olmaması ve ek materyal satın alınması durumunun söz konusu olmasıdır.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 289 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

10 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 çalışması gerçekleştirilmiştir. Çalışma, fikir üretme ve alternatiflerin, teknik, çevresel ve yönetsel indikatörler açısından karşılaştırılması olmak üzere iki aşamadan oluşmuştur. İlk aşamada, zeytinyağı işletmelerinden kaynaklanan atıksu probleminin çözümüne yönelik olarak üretim proseslerinin dönüşümü ve yenilenmesinde olumlu ve olumsuz hususların konuşulması ve tespit edilmesi hedeflenmiş, ikinci aşamada ise zeytinyağı işletmelerinden kaynaklanan atıksu probleminin çözümüne yönelik olarak belirlenen alternatifler, indikatörler açısından değerlendirilerek karşılaştırılmış ve göreceli olarak puanlanmıştır. Son olarak gruplar arası sonuçların paylaşımı ve değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir.

Aşağıda çalışma detayları ve sonuçlar sunulmuştur.

10.1 Fikir Üretme

Yapılan ilk çalışmada, zeytinyağı işletmelerinden kaynaklanan atıksu probleminin çözümüne yönelik olarak üretim proseslerinin dönüşümü ve yenilenmesinde olumlu ve olumsuz hususların konuşulması ve tespit edilmesine yönelik tüm tarafların görüşleri alınarak ve tüm katılımcıların çalışmalara başından sonuna kadar aktif katılımını sağlamak amacıyla Ortak Akıl Platformu (Url-4) çalışma yöntemi kullanılarak SWOT analizi (Bens, 2012) yapılmıştır.

GZFT (SWOT) analizi, güçlü olduğumuz ve büyük fırsatların yattığı alanlara odaklanmamızı sağlar. SWOT analizinde amaç, iç ve dış etkenleri dikkate alarak, varolan güçlü alanlar ve fırsatlardan en üst düzeyde yararlanacak, tehditlerin ve iyileştirmeye açık alanların etkisini en aza indirecek plan ve stratejiler geliştirmektir.

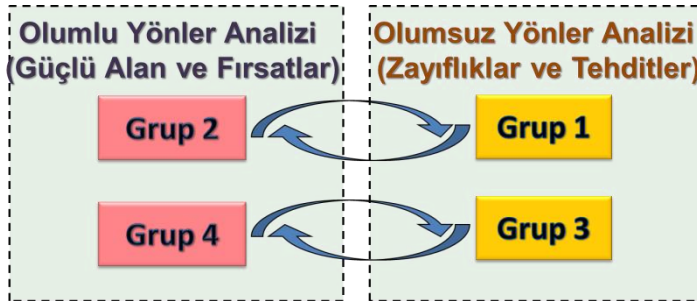
Çalışmada uygulanan adımlar aşağıdaki şekilde olmuştur;

1. Zeytinyağı işletmelerinde oluşan atıksu probleminin çözümüne yönelik olarak üretim proseslerinin dönüşümü ve yenilenmesinde olumlu / olumsuz hususlar nelerdir? Sorusu katılımcılara yönlendirilmiştir.

2. Üretim proseslerinin dönüşümü ve yenilenmesinde güçlü alanlar ve fırsatlar(olumlu) ile zayıf alanlar ya da iyileştirmeye açık alanlar ile tehditler, riskler (olumsuz) gruplar bazında çalışılmıştır. Yapılan bu analiz ile tüm katılımcıların fikir ve bilgileri birleşerek üretim proseslerinin dönüşümü ve yenilenmesinde güçlü alanlar ve fırsatlar ile zayıf alanlar ya da iyileştirmeye açık alanlar ile tehditler, riskler (önemli etkileyici eğilim ve değişimler) tespit edilmiştir.
3. Toplam 4 masada yer alan çalışma gruplarından 2 masa olumlu, 2 masa olumsuz hususlara yönelik fikir üretme çalışması yaparak sonrasında grupların oluşturdukları ifadeler kendi içinde konsolide edilmiştir.



4. Daha sonra diğer gruplara katkı ve eklemeler yapılarak her grup kendi ifadelerini ve katkı sağladığı grup ifadelerini oylayarak önceliklendirme yapmıştır. Önceliklendirme çalışması ardından, öncelikli ifadeler grup sözcüleri tarafından diğer gruplarla paylaşılarak sunum yapılmıştır.



Grupların önceliklendirdiği ifadeler Tablo 99'da yer almaktadır. Tablodaki puan sütunu kaç kişinin ifadeyi seçtiğini göstermektedir. Oylama sonrasında önceliklendirmeye girmeyen ifadelerin yer aldığı liste ise **Ek 1**'de bulunmaktadır. Buna göre, 3 fazdan 2 faz üretime dönüşüm ile ilgili en yüksek puan alan **olumlu ifadeler** arasında;



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 291 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

- karasuyun yol açtığı kirliliğin bertaraf edilmesi (kirlilik yükü) daha az, ekolojik ve çevre açısından sürdürülebilir üretim sağlanması,
- daha çevreci özelliği nedeniyle ulusal ve uluslararası destek ve fonlardan yararlanma potansiyelinin yüksek olması,
- üretilen zeytinyağı kalitesinin (değerinin) artması (kaliteli yağ üretimi nedeniyle zeytinyağı ihracatının artacak olması ve katma değeri daha yüksek zeytinyağı üretiminin olması),
- 2 fazlı istemde oluşan pirinanın yem maddesi olarak değerlendirilmesi potansiyelinin daha yüksek olması,
- su tüketiminin önemli oranda azalacak olması yer almaktadır.

3 fazdan 2 faz üretime dönüşüm ile ilgili en yüksek puan alan **olumsuz ifadeler** arasında;

- Sektörde süreçle ilgili AR-GE yetersizliği,
- Dönüşümün maliyet oluşturması ve bunu karşılayacak fon kaynaklarının belirsizliği (dönüşüm ile ilgili devlet desteklerinin olmayışı/belirsizliği)
- İki faz pirinanın kurutma maliyeti,
- 2 faz pirinanın ve 3 faz pirinanın pirina tesisleri açısından standart olmaması yer almaktadır.

Ayrıca olumsuz ifadeler arasında yer alan “3 fazdan 2 faza geçerken karasu sorunun işletmelerden alınıp pirina fabrikalarına devredilmesi”, aynı zamanda olumlu ifadeler arasında yer almış ve “Zeytinyağı fabrikalarının karasu probleminin 2 fazlı sistemle pirina fabrikalarına aktarılması ve çok sayıda zeytinyağı tesisleri yerine, az sayıda pirina fabrikalarında kontrol edilmesi ve denetlenebilmesi” şeklinde ifade edilmiştir.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 292 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 99 Önceliklendirilen İfadeler

Masa Numarası	İfade	Puan
1	Sektörde süreçle ilgili AR-GE yetersizliği	12
	Dönüşümün maliyet oluşturma ve bunu karşılayacak fon kaynaklarının belirsizliği	8
	Dönüşüm ile ilgili devlet desteklerinin olmayışı/belirsizliği	7
	Kurutma maliyeti	7
	Zeytinyağı fabrikalarının dönüşümün devlet tarafından teşvik edilmemesi	7
	3 fazdan 2 faza geçerken sorunun işletmelerden alınıp pirina fabrikalarına devredilmesi	7
2	Daha çevreci özelliği nedeniyle ulusal ve uluslararası destek ve fonlardan yararlanma potansiyelinin yüksek olması	12
	Yem sektörü için alternatif yem maddesi üretimi ve daha nitelikli hayvansal ürünler üretimine katkı	11
	Ekolojik ve çevre açısından sürdürülebilir üretim (2 fazlı sistem)	10
	Üretilen zeytinyağı ve pirinanın kalitesinin (değerinin) artması	10
	Çevre mevzuatına uyumda kolaylık ve işletmenin sürdürülebilirliğinde pozitif çıktı yaratılabilir	8
	Yeni teknoloji kullanımı ile ürün çeşitlenmesi yapılmalı	5
	Üretimde su kullanımının azalması, atıksu sorununun ortadan kalkması	5
	Karasu ve pirina bir arada ve suyla seyreltilmemiş 2 fazdan elde edilen sulu pirinanın içindekilerin ayrıştırılma olanağı	4
Zeytinyağı fabrikalarının karasu probleminin 2 fazlı sistemle pirina fabrikalarına aktarılması ve çok sayıda zeytinyağı tesisleri yerine, az sayıda pirina fabrikalarında kontrol edilmesi ve denetlenebilmesi	4	
Masa Numarası	İfade	Puan
3	2 faz pirinanın ve 3 faz pirinanın pirina tesisleri açısından standart olmaması	7
	oluşan pirinanın ve karasuyun ekonomik olarak ve çevreye zarar vermeden değerlendirme yöntemlerinin yeterince araştırılması (AR-GE) eksikliği	4
	Pirinanın değerlendirme potansiyelinin gazlaştırma vb. yeni nesil teknolojilerinin yeterince uygulanmaması	4
	Karasuyun değerlendirilmesinde organik madde ve besin madde içeriğinin yüksek olduğundan gübre olarak verilmesi düşünülmelidir.	3
	Karasu bileşimindeki fenolik bileşiklerin suda çözünmesi	3
	Pirina vb. atıklardan enerji ve alternatif yakıtların üretimine yönelik proje portföyünün zayıflığı (AB ve ulusal projeler)	3
	Karasu ve pirinadaki biyolojik aktivite gösteren kimyasalların (polifenoller) kazanılarak değerlendirilmemesi	3
4	Öncelikle karasuyun yol açtığı kirliliğin bertaraf edilmesi (kirlilik yükü) daha az	10
	susuz 2 faz sistemde oluşan zeytinyağının bir bakıma kuru sıkım gibi olduğu için çok faydalı ve kaliteli olması	9
	2 fazlı istemde oluşan pirinanın yem olarak değerlendirilmesi potansiyelinin daha yüksek olması	7
	zeytinyağı ihracatı kaliteli yağ üretimi nedeniyle aratacak olması ve katma değeri daha yüksek zeytinyağı üretiminin olması	5
	Su tüketimi önemli oranda azalacak olması	4
	2 fazlı sistemde oluşan atıksuyun arıtma maliyetinin azalacak olması	4



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 293 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

10.2 Öncelikli Alternatiflerin Belirlenmesi

Çalışmanın ikinci bölümü, her katılımcının çalışma yapacağı konu bazlı çalışma grupları bazında alternatif ve değerlendirme kriterlerine göre hazırlanan önceliklendirme matrisi (Taptık ve Keleş, 1998) kullanılarak etkinlik analiz çalışması ile devam etmiştir.

Zeytinyağı işletmelerinden kaynaklanan atıksu probleminin çözümüne yönelik olarak üretim proseslerinin dönüşümü ve yenilenmesinde olumlu ve olumsuz hususların ilk çalışmada tespit edilmesi ve çalışma grupları olarak değerlendirilmesi ile bu çalışmaya girdi ve fayda sağlamıştır.

Çalışma öncesinde, kontrol edilebilirlik, uygulanabilirlik, çevresel etki ve maliyet gibi parametrelerin yer aldığı kriterler listesi Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ile birlikte; belirlenmiştir (Tablo 100).

Tablo 100 Kriterler listesi

Kriterler

Atıksu Kaynaklı Kirliliğin Önlenmesi Alternatifleri (Zeytinyağı İşletmeleri Açısından)

Kontrol edilebilirlik (denetim açısından)

Uygulanabilirlik ve sürdürülebilirlik

Çevresel etki (atıksu miktarı ve kirlilik yükü, alıcı ortamdaki etkisi örn. yeraltı suyu, nehir, deniz, toprak hava vb.)

Su tasarrufu (su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımına etkisi)

Ürün/zeytinyağı kalitesine etkisi

Oluşan pirinanın yönetilebilirliği

Oluşan pirinanın değerlendirilebilme potansiyeli (yeni pazar ve fırsat oluşturma potansiyeli)

Alan ihtiyacı (kurulacak alan büyüklüğünün karşılaştırılması)

Maliyet*

Pirinanın Değerlendirilmesi Alternatifleri (Pirina Tesisleri Açısından)

Kontrol edilebilirlik (denetim açısından)

Uygulanabilirlik ve sürdürülebilirlik

Çevresel etki (doğal kaynakların korunması, geri kazanımı, hava kirliliğinin azaltılması, ekolojik fayda/besin zincirine etkisi vb.)

Alan ihtiyacı (kurulacak alan büyüklüğünün karşılaştırılması)

Maliyet*

* Maliyet hesaplanacağı için kriter olarak toplantıda puanlanmamıştır.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 294 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Çalıştay öncesinde yapılan bir başka çalışma kriterlerin ağırlıklandırılması olmuştur. Bunun için, Çevre Şehircilik Bakanlığı ve Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ile bir toplantı yapılmış ve kriterlerin önem derecesi yani ağırlığını belirlemeleri istenmiştir. Daha sonra her iki Bakanlığın verdiği puanların ortalamaları alınmış ve kriterlerin ağırlığı belirlenmiştir. Buna göre kriterlerin ağırlığı Tablo 101'de verilmiştir.

Tablo 101 Kriter ağırlıkları

Kriterler	Ağırlığı
Atıksu Kaynaklı Kirliliğin Önlenmesi Alternatifleri (Zeytinyağı İşletmeleri Açısından)	
Kontrol edilebilirlik (denetim açısından)	10
Uygulanabilirlik ve sürdürülebilirlik	20,25
Çevresel etki (atıksu miktarı ve kirlilik yükü, alıcı ortamdaki etkisi örn. yeraltı suyu, nehir, deniz, toprak hava vb.)	19
Su tasarrufu (su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımına etkisi)	4,75
Ürün/zeytinyağı kalitesine etkisi	2
Oluşan pirinanın yönetilebilirliği	7,25
Oluşan pirinanın değerlendirilebilme potansiyeli (yeni pazar ve fırsat oluşturma potansiyeli)	3,25
Alan ihtiyacı (kurulacak alan büyüklüğünün karşılaştırılması)	4,25
Maliyet	29,25
Toplam	145
Pirinanın Değerlendirilmesi Alternatifleri (Pirina Tesisleri Açısından)	
Kontrol edilebilirlik (denetim açısından)	17,5
Uygulanabilirlik ve sürdürülebilirlik	21,25
Çevresel etki (doğal kaynakların korunması, geri kazanımı, hava kirliliğinin azaltılması, ekolojik fayda/besin zincirine etkisi vb.)	26,25
Alan ihtiyacı (kurulacak alan büyüklüğünün karşılaştırılması)	8,75
Maliyet	26,25
Toplam	398

Yine çalışma öncesinde, sektörden kaynaklı atıksu kirliliğinin önlenmesine yönelik Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile birlikte olası alternatifler belirlenmiş ve Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı ile birlikte gözden geçirilmiştir. Belirlenen bu alternatifler, uzman çalıştayında kriterler bazında değerlendirilmiştir. Çalıştay kapsamında, kriterler bazında karşılaştırılan, atıksu kaynaklı kirliliğinin önlenmesi alternatifleri aşağıda verilmiştir;



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 295 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

- 1) Üç fazlı üretime devam edilmesi + lagünlerin kriterlere uygun hale getirilmesi (tesislerin kapasitesine göre oluşacak karasuyun hacmine uygun sızdırmaz lagün inşaa edilmesi ve bu yolla karasuyun buharlaştırılması)
- 2) Üç fazlı üretime devam edilmesi + yerinde arıtma+deşarj (tesislerde yerinde arıtma sisteminin kurulması ve bu yolla karasuyun arıtılması)
- 3) Üç fazlı üretime devam edilmesi + merkezi arıtma yapılması+deşarj (karasuyun, zeytinyağı üretim tesislerine hizmet verecek bir merkezi arıtma tesisinde arıtılması),
- 4) Üç fazlı üretime devam edilmesi + pirinanın merkezi tesiste gazlaştırılması ve atık ısı ile karasuyun buharlaştırılması
- 5) Üç fazlı üretimden iki fazlı üretime geçiş

Atıksu kaynaklı kirliliğin önlenmesi alternatifleri üretilecek pirina miktar ve özelliklerini etkilediği için, paralel olarak pirinanın değerlendirilmesi alternatifleri de oluşturulmuş ve kriterler bazında değerlendirilmiştir. Kriterler bazında karşılaştırılan pirinanın değerlendirilmesi alternatifleri aşağıda verilmiştir;

- 1) 3 faz pirinanın mevcut pirina tesislerinde değerlendirilmesi (yağ ve yakıt eldesi)
- 2) 2 faz pirinanın mevcut pirina tesislerinde değerlendirilmesi (yağ ve yakıt eldesi)
- 3) 2 faz pirinanın yem maddesi olarak kullanımı
- 4) 2 faz pirinanın kompost yapılması
- 5) 3 fazlı ya da 2 fazlı pirinanın merkezi tesiste gazlaştırılması (elektrik üretimi)

Çalıştayın ikinci bölümü olan, her katılımcının çalışma yapacağı konu bazlı çalışma grupları bazında alternatif ve değerlendirme kriterlerine göre hazırlanan önceliklendirme matrisi ile etkinlik analiz çalışmasının adımları aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır;

1. Her katılımcının çalışma yapacağı konu bazlı çalışma grupları belirlenmiştir.





TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 296 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

2. Alternatif ve değerlendirme kriterlerine göre önceliklendirme matrisi çalışma öncesinde hazırlanmıştır
3. Ülkemiz koşullarında tespit edilen kriterler baz alınarak zeytinyağı tesislerinde atıksu kaynaklı kirliliğin önlenmesi /sonrasında oluşan pirinanın değerlendirilmesi açısından, uygun olan veya öne çıkan üretim alternatifi hangisidir? sorusunun cevabına ulaşmak üzere, grup bazında değerlendirme yapılması katılımcılardan istenmiştir.
Bu değerlendirme için hazırlanan önceliklendirme matrisi ile etkinlik analiz çalışması yapılmıştır.
4. Etkinlik analizi, planlanan uygulamaların etkinliğini, uygulamalar gerçekleştirilmeden önce değerlendirmek ve hangi uygulamaların, hangi öncelik sırasında yapılacağına karar vermek için yapılmaktadır. Üzerinde çalışılan konunun etkinliğinin değerlendirilmesi ve uygulamadaki öncelik sıralarına karar verilebilmesi için uygulanan etkinlik analizi ile hangi konunun/ konuların hayata geçirileceğine karar verilir.
5. Katılımcılar her bir kriterin üretim alternatifine etkisi önce bireysel olarak daha sonra grup tarafından konsolide edilerek değerlendirilmiş ve etkileri puanlanarak tespit edilmiştir.

Etkinlik analizinde belirlenen kriterler dikkate alınır ve her biri bir ölçek üzerinde (genellikle logaritmik 1-3-10 veya doğrusal 0-1-2 kullanılmaktadır) değerlendirilir.

Çalışmada aşağıdaki puanlama tablosu esas alınarak değerlendirme yapılmıştır (Tablo 102).

Tablo 102 Puanlama Tablosu

ETKENLER		PUANLAR		
		1	3	10
1	Kontrol edilebilirlik (denetim açısından)	Zor	Orta	Kolay
2	Uygulanabilirlik ve sürdürülebilirlik			
6	Oluşan pirinanın yönetilebilirliği			
7	Oluşan pirinanın değerlendirilebilme potansiyeli (yeni pazar ve fırsat oluşturma potansiyeli)			
3	Çevresel etki (atıksu miktarı ve kirlilik yükü, alıcı ortamdaki etkisi örn. yeraltı suyu, nehir, deniz, toprak, hava vb.)	Fazla	Orta	Az
8	Alan ihtiyacı (kurulacak alan büyüklüğünün karşılaştırılması)			
5	Ürün/zeytinyağı kalitesine etkisi	Az Etkili	Etkili	Çok etkili

6. Daha sonra kriter puanları gruplar bazında toplanmış ve ortalamaları alınmıştır (Tablo 103 ve Tablo 104). Ortalama puanlar incelendiğinde, 2 fazlı üretimin, Kontrol edilebilirlik (denetim açısından), Uygulanabilirlik ve sürdürülebilirlik, Çevresel etki (atıksu miktarı ve kirlilik yükü, alıcı ortamdaki etkisi örneğin yeraltı suyu, nehir, deniz, toprak, hava vb.) ve Su tasarrufu (su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımına etkisi) ve Ürün/zeytinyağı kalitesine etkisi ile Oluşan pirinanın değerlendirilebilme potansiyeli (yeni pazar ve fırsat oluşturma potansiyeli) kriterleri açısından en yüksek puanı aldığı görülmüştür. Bununla birlikte, 3 fazlı üretime devam edilmesi ve lagünlerin kriterlere uygun hale getirilmesi (büyütülmesi vb.) seçeneği, hemen hemen tüm kriterler açısından uzmanlar tarafından verilen en düşük puanları almıştır. Benzer şekilde, 3 fazlı üretime devam edilmesi ve yerinde arıtma ve deşarj yapılması da tüm alternatifler arasında en düşük puanı alan 2. Seçenek olmuştur. 2 fazlı üretime geçiş ile diğer alternatifler arasındaki ciddi puan farkı dikkat çekicidir. 2 fazlı üretime geçiş sonrasında, merkezi arıtma yapılması ve gazlaştırma atık ısısının buharlaştırmada kullanılması seçeneği yer almıştır.
7. Son olarak, belirlenen ağırlıklar ile her bir üretim alternatifi için değerlendirme sonuçlarında belirlenen toplam ortalama puanlar çarpılarak, son değer elde edilmiştir. Maliyetin dahil edilmediği durumda, hesaplanan öncelik sıralaması Tablo 105 ve Tablo 106'da verilmiştir. Atıksu kaynaklı kirliliğin önlenmesi alternatifleri arasında 2 fazlı üretim en öncelikli alternatif olarak ön plana çıkmıştır. Öncelik puanlaması değerlendirildiğinde,



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 298 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

diğer alternatifler ile arasında çok fark olduğu görülmektedir. Onu takip eden en yakın alternatif 3 fazlı üretime devam edilmesi - merkezi arıtma yapılması – deşarj edilmesi olmuştur. Alternatifler arasında en düşük puanı ise 3 fazlı üretime devam edilmesi ve lagünlerin kriterlere uygun hale getirilmesi (büyütülmesi vb.) almıştır. Pirinanın değerlendirilmesi alternatifleri arasında ise iki faz pirinanın mevcut pirina tesislerinde değerlendirilmesi (yağ ve yakıt eldesi) en öncelikli alternatif olarak ön plana çıkmıştır. Öncelik puanlaması değerlendirildiğinde, atıksu kaynaklı kirliliğin önlenmesi matrisine benzer şekilde bu alternatifin diğer alternatifler ile arasında çok fark olduğu görülmektedir. Onu takip eden en yakın pirinadan gazlaştırma ile elektrik üretilmesi olmuştur.

İlk olarak maliyetin dahil edilmediği durumda, öncelik sırası çıkarılmıştır.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 299 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 103 Atıksu kaynaklı kirliliğin önlenmesi alternatifleri matrisi (2 çalışma grubunun ortalaması)

ATIKSU KAYNAKLI KİRLİLİĞİN ÖNLENMESİ ALTERNATİFLERİ	Etki Analizi							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Kontrol edilebilirlik (denetim açısından)	Uygulanabilirlik ve sürdürülebilirlik	Çevresel etki (atıksu miktarı ve kirlilik yükü, alıcı ortamdaki etkisi örn. yeraltı suyu, nehir, deniz, toprak, hava vb.)	Su tasarrufu (su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımına etkisi)	Ürün/zeytinyağı kalitesine etkisi	Oluşan pirinanın yönetilebilirliği	Oluşan pirinanın değerlendirilebilir potansiyeli (yeni pazar ve fırsat oluşturma potansiyeli)	Alan ihtiyacı (kurulacak alan büyüklüğünün karşılaştırılması)
3 fazlı üretime devam edilmesi + lagünlerin kriterlere uygun hale getirilmesi (büyütülmesi vb.)	1,15	1,15	1,15	1,00	1,43	3,16	1,93	1,17
3 fazlı üretime devam edilmesi + yerinde arıtma+deşarj	1,65	1,43	1,93	1,00	1,43	5,00	1,77	1,50
3 fazlı üretime devam edilmesi + merkezi arıtma yapılması+deşarj	3,43	3,07	3,60	1,67	1,43	3,57	3,12	3,65
3 fazlı üretime devam edilmesi + pirinanın merkezi tesiste gazlaştırılması ve atık ısı ile karasuyun buharlaştırılması	3,86	2,22	3,55	1,15	1,43	2,47	2,43	4,62
2 fazlı üretim	9,00	8,50	6,84	9,50	9,00	5,76	8,50	4,50



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 300 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 104. Pirinanın Değerlendirilmesi alternatifleri matrisi (2 çalışma grubunun ortalaması)

PİRİNANIN DEĞERLENDİRİLMESİ ALTERNATİFLERİ	Etki Analizi			
	1	2	3	4
	Kontrol edilebilirlik (denetim açısından)	Uygulanabilirlik ve sürdürülebilirlik	Çevresel Etki (doğal kaynakların korunması, geri kazanımı, hava kirliliğinin azaltılması, ekolojik fayda/besin zincirine etkisi vb.)	Alan ihtiyacı (kurulacak alan büyüklüğünün karşılaştırılması)
3 faz pirinanın mevcut pirina tesislerinde değ. yağ+yakıt	6,50	5,50	1,00	3,00
2 faz pirinanın mevcut pirina tesislerinde değ. yağ+yakıt	10,00	2,00	10,00	2,00
2 faz pirinanın yem maddesi olarak kullanımı	3,00	3,00	2,00	1,00
2 faz pirinanın kompost yapılması	1,00	1,00	5,50	2,00
3 fazlı ya da 2 fazlı pirinanın merkezi tesiste gazlaştırılması	6,50	2,00	10,00	2,00
3 faz pirinanın yem maddesi olarak kullanımı	3,00	3,00	6,50	3,00

TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 301 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tablo 105 Atıksu kaynaklı kirliliğin önlenmesi 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>

Tablo 106 Pirinanın değerlendirilmesi alternatifleri

	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



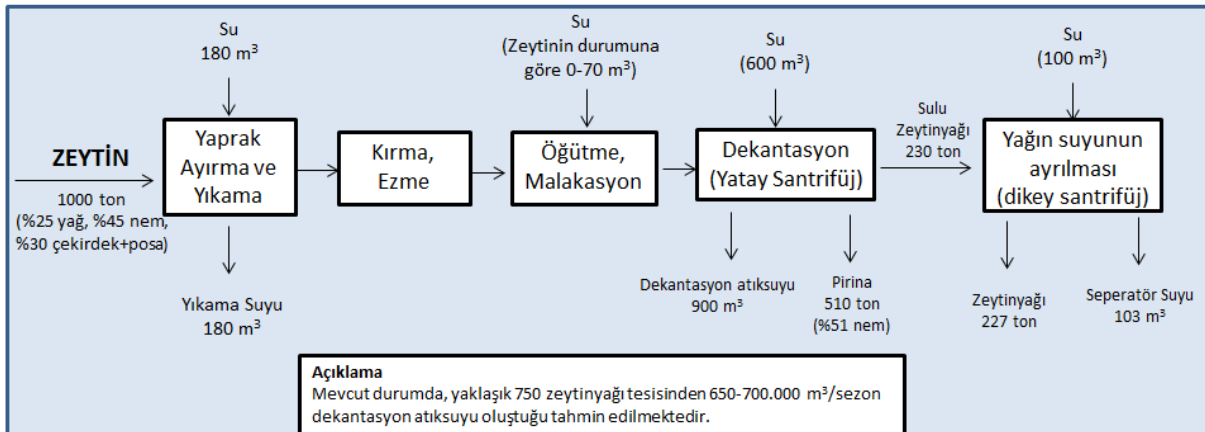
TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 302 / 331

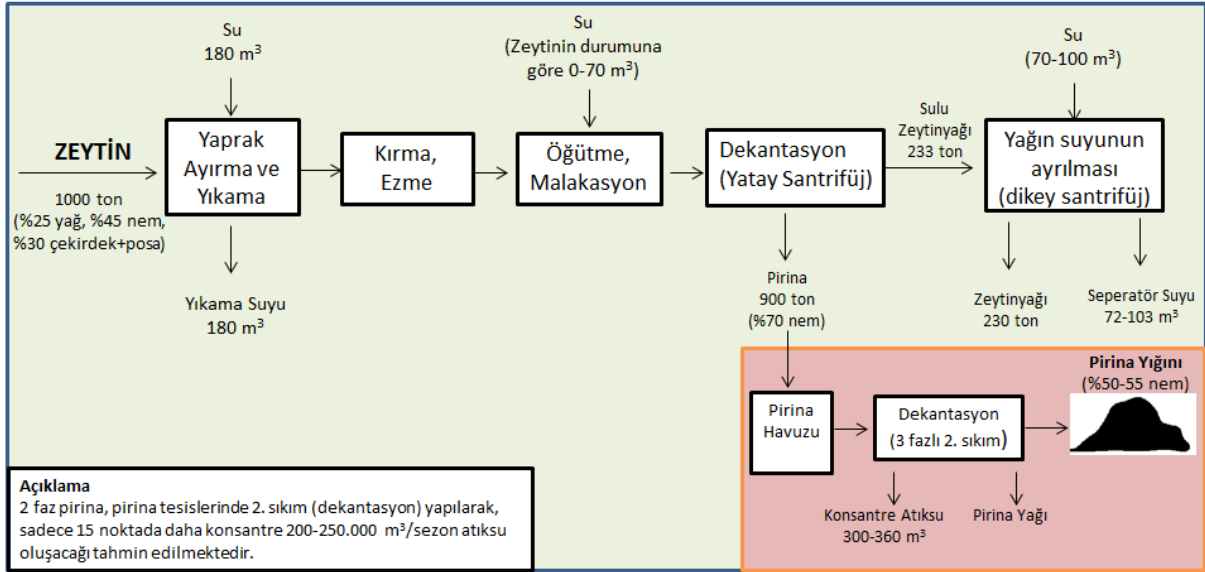
Güncelleştirme Sayısı: 00

11 PİRİNA TESİSLERİNİN 2 FAZ PİRİNAYA ÖN İŞLEM OLARAK DEKANTASYON YAPMASI DURUMUNDA ATIKSU AÇISINDAN ZEYTİNYAĞI TESİSLERİ İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Proje kapsamında, zeytinyağı tesislerine uygulanan anketler neticesinde, tesislerinin yaklaşık %70'nin 3 fazlı üretim yaptığı görülmüştür. Bu doğrultuda, ülkemizde 750 civarında 3 fazlı üretim yapan zeytinyağı tesisi olduğu tahmin edilmektedir. 3 fazlı üretimde, her 1000 ton zeytin işlendiğinde, 900 m³ dekantasyon atıksuyu (karasu) oluştuğu düşünüldüğünde, 650-700.000 m³/sezon dekantasyon atıksuyu oluşmaktadır (Şekil 70). Diğer taraftan, 2 faz dönüşüm sonrası oluşan pirina, pirina tesislerinde doğrudan kurutulmak yerine, dekantasyon işlemi ile suyunun alınması mümkündür. Burada atıksu oluşması durumunda dahi atıksu kaynağının 750 işletmeden 15 işletmeye (Ülkemizde halihazırda 15 pirina tesisi bulunmaktadır) indirgenecek olması, kontrol edilebilirlik açısından avantaj olarak değerlendirilebilir. Oluşan 2 fazlı pirinanın dekantasyona tabi tutulması ile 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 (Şekil 71). Buharlaştırma sonrasında, bu suların daha da konsantre edilmesi ve pirina ile birlikte değerlendirilmesi açısından avantajlıdır. Bununla birlikte, üç fazlı üretim durumunda oluşan dekantasyon atıksuyu ve pirina toplamı (1000 ton/sezon işleyen bir işletme için yaklaşık 1500 ton/sezon), iki faz üretimde oluşan pirina miktarından (1000 ton/sezon işleyen bir işletme için yaklaşık 900 ton/sezon) daha fazladır.



Şekil 70 Üç faz üretim prosesi



Şekil 71 İki faz pirinanın pirina tesislerinde 2. sıkım (dekantasyon) yapılması

Diğer taraftan, dekantasyon işlemi sayesinde, iyi kalitede pirina yağı elde etmek mümkün görülmektedir. Ancak bunun için pirina tesislerinin dekantasyon ünitesi yatırımı yapmaları gerekmektedir. Pirina tesislerinin zeytinyağı tesisleri ile kıyaslanmayacak kadar kompleks tesisler olduğu düşünüldüğünde, böyle bir yatırımın pirina tesisleri tarafından kolaylıkla yapılabileceği düşünülmektedir. Kaldı ki, pirina tesis yetkilileri, 2 fazlı pirinayı direk kurutmaya vermenin maliyeti arttırdığı gerekçesiyle 2. sıkım ünite yatırımına sıcak baktıklarını belirtmişlerdir.

Özetle, zeytinyağı tesislerinin çoğunlukla küçük ölçekli ve dağınık olduğu göz önünde bulundurulduğunda, zeytinyağı tesislerinde oluşan karasuların kontrol edilebilirliğini güçleştirdiği düşünülmektedir. Ancak pirina tesislerinin büyük ve sayı olarak çok daha az olması, oluşacak bu konsantre atıksuların kontrol edilebilirliğini kolaylaştıracağı düşünülmektedir. Bu durum, bir başka ifadeyle iki fazlı üretime dönüşüm durumunda pirina içinde kalan zeytin özsuunun pirina ile birlikte taşınması ve merkezi bir tesiste bertaraf edilmesi olarak da yorumlanabilir.

12 SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Anketler aracılığıyla 642 adet zeytinyağı üretim tesisinin bilgisi toplanmış, Ülkemiz genelinde mevcut durumun ortaya konabilmesi için eksik ticari işletmelere ait bilgiler tahmin edilmiştir (toplam tesis sayısı bilgisi, rekolte tahmini gibi bilgiler kullanılmış, dekantör özellikleri Türkiye ortalaması göz önünde bulundurularak tahmin edilmiştir). Bu çerçevede, Ülkemiz genelinde 1000 civarında ticari zeytinyağı işletmesi olduğu tahmin edilmektedir. Toplanan verilere göre, işletmelerin yarısından fazlası, sezonda bir milyondan daha az, işletmelerin sadece %4'ü ise sezonda dört milyondan fazla zeytin işlemektedir. Buna karşın, küçük tesislerde işlenen zeytin, toplam işlenen zeytin miktarının sadece %19'una karşılık gelmektedir. Tüm işletmelerin üretim prosesi değerlendirildiğinde, %71'inin üç fazlı, %27'sinin iki fazlı ve %2'sinin taş baskı olarak, üretimlerini gerçekleştirdiği görülmektedir. Toplam üretim içinde iki faz üretimin yüksek olduğu illerin başında İzmir yer almaktadır. İşletmelerin %89'nun karasuyu buharlaştırma lagünlerinde topladığı, %11'nin ise vidanjör ile taşıyarak/kanalizasyona deşarj ettiği görülmektedir.

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 özsuğunun 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 özsuğu pirina içinde kalmakta ve sistemi yağ ve sulu pirina olarak terk etmektedir. 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 bu atıksular arasında kirleticiliği en yüksek olan fraksiyondur. Sonuçlar genel olarak literatürle uyumlu bulunmuştur.

Zeytinyağı üretim tesislerinde oluşan karasuyun, çevreye zarar vermeyecek şekilde bertaraf edilmesi için farklı üretim miktarına sahip işletmelere yönelik alternatif yöntemler ele alınmış ve fayda-maliyet kıyaslaması yapılmıştır. Ele alınan bertaraf yöntemleri; Tesisin kapasitesine



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 306 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

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. Bu alternatifler, ortalama 3 farklı büyüklükte üretim yapan zeytinyağı tesisleri için ayrı ayrı ele alınmıştır (1.000 ton, 2.000 ton ve 4.000 ton zeytin/sezon). İki faz pirina bedeli olarak 25 TL/ton, 35 TL/ton ve 50 TL/ton, üç 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). Ancak, zeytinyağı tesislerinin ihtisas OSB içinde toplanması, atıksu nakliye maliyetlerinin ortadan kalkması ve merkezi arıtma alternatifinde, birim arıtma bedelinin, amortisman ve kanalizasyona deşarj bedeli dahil olmak üzere 6 TL altına düşmesi durumunda iki faza dönüşüme kıyasla, merkezi arıtma seçeneği ekonomik hale gelebilmektedir (ihtisas OSB'ye taşınmanın bedeli göz ardı edilmiştir). Ancak, atıksu deşarj bedelinin 3 TL civarında olduğu dikkate alındığında ve deşarj standartlarına ulaşabilmenin olası olabileceği mevcut teknolojiler (membran sistemleri ile entegre olmalı) düşünülduğünde, amortisman dahil bedelin 3 TL altında kalması pek olası görünmemektedir. Sulu pirina bedelinin, 50 TL/ ton olması durumunda ise, tüm kapasiteler ve tüm durumlar için en uygun alternatif iki faza dönüşümdür. Sezonda 4.000 ton işleyen ve dönüşebilir özellikteki tesisin iki faza dönüşmesi durumunda net bugünkü değeri yaklaşık 188.586 TL iken yani dönüşüm karlı iken, lagün inşaa etmek, mevcut duruma göre 199.227 TL kayıp getirecektir. 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. Fayda-maliyet analizi ile birlikte, her bir alternatif Teknik, Çevresel ve Yönetimsel kriterler (Çevresel Etki, Su Tasarrufu, Uygulanabilirlik ve Sürdürülebilirlik, Kontrol Edilebilirlik-izlenebilirlik, Ürün Kalitesine Etkisi, Alan İhtiyacı ve Oluşan Pirinanın Yönetimi) açısından karşılaştırılmıştır (uzman çalıştay yapılmıştır). Teknik, Çevresel ve Yönetimsel kriterler açısından yapılan karşılaştırma sonucuna göre de, sektörden kaynaklanan atıksu kirliliğinin önlenmesi için, en uygun alternatifin "iki fazlı üretime geçiş" olduğu görülmüştür. İki fazlı üretim, Kontrol



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 307 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

edilebilirlik (denetim açısından), Uygulanabilirlik ve sürdürülebilirlik, Çevresel etki (atıksu miktarı ve kirlilik yükü, alıcı ortamdaki etkisi örneğin yeraltı suyu, nehir, deniz, toprak, hava vb.) ve Su tasarrufu (su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımına etkisi) ve Ürün/zeytinyağı kalitesine etkisi ile Oluşan pirinanın değerlendirilebilme potansiyeli (yeni pazar ve fırsat oluşturma potansiyeli) kriterleri açısından en yüksek puanı almış, bununla birlikte, 3 fazlı üretime devam edilmesi ve lagünlerin kriterlere uygun hale getirilmesi (büyütülmesi vb.) seçeneği, hemen hemen tüm kriterler açısından uzmanlar tarafından verilen en düşük puanları almıştır. Benzer şekilde, 3 fazlı üretime devam edilmesi ve yerinde arıtma ve deşarj yapılması da tüm alternatifler arasında en düşük puanı alan 2. seçenek olmuştur. 2 fazlı üretime geçiş ile diğer alternatifler arasındaki ciddi puan farkı dikkat çekicidir.

Mevcut durumda, Türkiye'deki yaklaşık 1000 zeytinyağı tesisinde, ortalama toplam 775.000 m³ su kullanıldığı, kullanılan suyun sadece yaklaşık 94.000 m³'ü 2 fazlı tesislerde oluştuğu düşünülmektedir. Türkiye'de yer alan tüm zeytinyağı üretim tesisleri, 2 fazlı üretime geçecek olursa, kullanılan su miktarının yaklaşık 320.000 m³ olacağı tahmin edilmektedir. 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 değer yaklaşık 555 ton KOİ/sezon olacağı tahmin edilmektedir.

İki faza dönüşüm durumunda yıkama ve seperatör atıksularının, miktar ve kirlilik içeriği açısından SKKY'nin Madde 3, b bendinde yer alan küçük atıksu tanımı kapsamına girdiği düşünülmektedir. Sektörün 2 faza geçiş döneminde karşılaşılabilecek problemleri minimize etmek ve dönüşüme destek olmak için, atıksu altyapısının uygun olması ve arıtma ile sonlanması durumunda, Yağı ve katı maddesi, ayrılan seperatör atıksuyunun, yıkama atıksuları ile birlikte düşünülmesi ve küçük atıksu kaynağı kapsamında kanalizasyona deşarj edilmesi, kanalizasyon mevcut değilse, merkezi arıtma tesisine vidanjör ile taşınmasının uygun olabileceği değerlendirilmektedir.

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. 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. Zeytinyağı tesisleri için gerçekleştirilen fayda-maliyet analizinde, en kritik parametrelerin başında, pirina satış bedeli olduğu



TUBITAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 308 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

görülmektedir. 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 ve her iki sektör temsilcilerinin de yer alacağı komisyon tarafından, pirina fiyatının her yıl güncellenmesi önerilmektedir.

Zeytinyağı işletmelerinin iki fazlı üretime geçişinin, Ülkemize maliyetinin yaklaşık 50-70 Milyon TL civarında olacağı ön görülmektedir (Detayları Bölüm 6'da verilmiştir).

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 gerekmektedir. İhtiyaca göre kurutma ünitesi kapasitelerini arttırmaları da söz konusu olabilir. Bununla birlikte, dekantasyon aşamasında oluşacak atıksu için depolama havuzu yapmaları ve bu atıksuyun buharlaştırılma/bertarafına yönelik prosedür oluşturmaları gerekmektedir. Bu çerçevede, dönüşüm sonrasında oluşacak 2 fazlı pirinanın işlenebilmesi için pirina tesislerinin kapasitelerinin yeterliliği analiz edilmiş ve yeni kurulacak pirina tesislerinin olası yerinin tahmin edilebilmesi için, en iyi ve en kötü durumu içerecek 3 senaryo üstünde çalışılmıştır. Yeni kurulacak pirina tesisi tipinin belirlenebilmesi için ise, farklı nihai ürünlerin elde edildiği çeşitli alternatifler fayda-maliyet açısından karşılaştırılmıştır. Ayrıca her bir alternatif, ülkemiz koşulları dikkate alınarak; Teknik, Yönetimsel ve Çevresel kriterler açısından değerlendirilmiş ve öncelik sırası belirlenmiştir. Karşılaştırılan pirina değerlendirme alternatifleri; i) Üç fazlı pirinanın mevcut pirina tesislerinde değerlendirilmesi (pirina yağı ve yakıt üretimi), ii) İki fazlı pirinanın mevcut pirina tesislerinde değerlendirilmesi (pirina yağı ve yakıt üretimi), iii) İki fazlı pirinanın yem maddesi olarak değerlendirilmesi (pirina yağı ve yakıt üretimi), iv) Üç fazlı ya da iki fazlı pirinanın merkezi tesislerde gazlaştırılması, v) İki fazlı pirinanın kompost olarak kullanımı olmuştur. Bu alternatiflerden "iki fazlı pirinanın mevcut pirina tesislerinde değerlendirilmesi (pirina yağı ve yakıt üretimi)" Teknik, Çevresel ve Yönetimsel kriterler açısından en uygun alternatif olarak belirlenmiştir. Pirina değerlendirme yöntemleri, maliyet analizi açısından karşılaştırıldığında ise, yem maddesi üretiminin en kazançlı (üretilen ürünler; 2. sıklım yağı, çekirdek ve kalan posa-yem maddesi) alternatif olduğu görülmektedir. Ancak, üretilecek yem maddesi için piyasada yeterli talebin olup olmadığı ve ürünün ne oranlarda satılıp satılamayacağı belirsizdir. Bununla birlikte, kimyasal olarak yağı alınmış pirinanın yakıt olarak kullanılması yerine çeşitli teknolojiler kullanılarak elektrik elde edilmesi durumunda,



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 309 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

biyokütleden elde edilen elektrik için uygulanan devlet teşviği sayesinde karlılıklar önemli oranlarda artmaktadır. Halihazırda, pirinadan elektrik üretmek üzere, Bergama Bölgesinde (Doğuş-Orpir Pirina tarafından) bir yakma tesisi kurulmaktadır. Bu ve benzeri tesislerin, sayısının artmasıyla, pirinanın değerlendirilmesi, pirinaya talebin artması ve buna bağlı olarak zeytinyağı tesislerinden pirina alış fiyatının da yükselmesi söz konusu olabilir.

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 (Detaylar Bölüm 7'de verilmiştir).

Üç faz ve 2 faz pirina yönetimi açısından bazı farklar mevcuttur. Bunların en önemlisi; üç faz pirina yığın halinde depolanabilirken iki faz pirina nem içeriği 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 ulaştırılması (aksi takdirde, sıvı pirinayı depolayacak alanı dolan ve gerektiği sıklıkta boşaltma sağlanamayan işletmeler durma noktasına gelebilir) son derece önemlidir. Yakınında pirina tesisi olmadığı ve pirina bertarafında sorunlar yaşandığı ve mali olarak büyük kayıpları olduğu gerekçesiyle, 2 faza dönüşen ancak bir süre sonra tekrar 3 faz işletmeye dönen tesisler mevcut olduğu unutulmamalıdır. 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. Pirina tesislerinin geri dönüşüm tesisleri haline getirilmesinin işleyişin kontrolü açısından avantaj sağlayacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca İki faza dönüşüm sonrasında, pirina tesisleri, pirina topladığı bölgedeki tüm pirinaları almayı kabul etmelidir. Entegre zeytinyağı işleme tesislerinde, çekirdek ayırımı ve 2. sıkım yapıldıktan sonra oluşan pirinalar da bu kapsamda değerlendirilmelidir. Bazı pirina tesislerinin, çekirdeği alınmış ve 2. sıkım yapılmış pirinaları almak istemedikleri görülmüştür (gerekçe olarak, toplam içindeki bu pirinaların oranının artmasının hekzan ekstraksiyonu açısından sorun olabileceğini belirtmişlerdir). Bu durum, entegre zeytinyağı işletmelerinin 2 fazlı üretim olarak faaliyet göstermesini güçleştirebilir. O nedenle, entegre tesislerde oluşacak çekirdeği alınmış ve 2. sıkım yapılmış pirinaların da, ilgili pirina tesisinin toplam işledikleri pirina içinde önemli oranlara ulaşmadığı ve işletmeyi



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 310 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

aksatmadığı durumda, pirina tesisi tarafından kabul edilmesi önerilmektedir. Bununla birlikte, pirina tesisleri, entegre tesislerde oluşan, söz konusu çekirdeği alınmış ve 2. sıkım yapılmış bu pirinayı yem maddesi eldesi gibi farklı alternatif ürün üretimi için de değerlendirmesi söz konusu olabilir.

Bu rapor ekinde yer alan “Yönetim Planı Raporu” kapsamında zeytinyağı sektörü atıklarının yönetimine yönelik eylem planı oluşturulmuş ve roller tanımlanmıştır. Yönetim Planı, yasal altyapının oluşturulması, kurumsal altyapının oluşturulması ve bilgilendirme başlıklarını içermiştir. Yasal altyapının oluşturulması kapsamında; mevcut durum özetlenmiş ve önerilen yasal altyapıya yer verilmiştir. Kurumsal altyapının oluşturulması kapsamında; pirina taban fiyatının belirlenmesi amacıyla komisyon kurulması ve işletmelere yönelik kayıt sisteminin oluşturularak güncellenmesine yer verilmiş, bilgilendirme kapsamında ise sektörün, müstahsilin (zeytin üreticisi) ve kullanıcının üretim prosesleri hakkında bilgilendirilmesine yönelik öneriler yer almıştır. Yönetim planı ile uyumlu olarak, zeytinyağı tesisleri atıksularının ve iki faz pirinanın yönetimine yönelik strateji ve eylemler belirlenmiş, yapılması gerekenler, destekler ve izleme çalışmaları bir takvime bağlanmış ve öneri olarak sunulmuştur. Eylem planı, kısa, orta ve uzun vadede yapılması gerekenleri içermiştir.

13 REFERANSLAR

Abarghoei M, Rouzbehan Y, Alipour D. 2011. Nutritive value and silage characteristics of whole and partly stoned olive cakes treated with molasses. *J. Agr. Sci. Tech.*, 13: 709-716.

Abbeddou S, Riwhi S, Iniguez, L, Zaklouta, M, Hess HD, Kreuzer, M. 2011a. Ruminant degradability, digestibility, energy content, and influence on nitrogen turnover of various Mediterranean by-products in fat-tailed Awassi sheep. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 163: 99-110.

Abo Omar JM, Daya R, Ghaleb A. 2012. Effect of different forms of olive cake on the performance and carcass quality of awassi lambs. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 171: 167-172.

Adhoum, N. ve Monser, L. (2004). Decolourization and removal of phenolic compounds from olive mill wastewater by electrocoagulation, *Chemical Engineering and Processing*, 43, 128-1287.

Ahmed, B., Rouina, B., C., Sensoy, S., ve Boukhriss, M. (2009). Saline Water Irrigation Effects on Fruit Development, Quality, and Phenolic Composition of Virgin Olive Oils, Cv. Chemlali. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(7), 2803-2811.

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

Akgün, N., A., Zeytinyağı Rafinasyon Atıklarının Değerlendirilmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Kimya Metalurji Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 2009.

Aktaş, E. S., İmre, S. ve Ersoy, L. (2001). Characterization and lime treatment of olive mill wastewater, *Water Research*, 35, 2336-2340.

Al Jassim RAM, Awadeh FT, Abodabos A. 1997. Supplementary feeding value of urea-treated olive cake when fed to growing Awassi lambs. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 64: 287- 292.

Al-Malah, K., Azzam, M. O., ve Abu-Lail, N. I. (2000). Olive mills effluent (OME) wastewater post-treatment using activated clay, *Separation and Purification Technology*, 20, 225-234.

Al-Masri MR. 2003. An in vitro evaluation of some unconventional ruminant feeds in terms of the organic matter digestibility, energy and microbial biomass. *Trop. Anim. Health Prod.*, 35:

155- 167.

Arpino, A., ve Carola, C. (1978). Disposal of Vegetation Water from Olive-Oil Extraction Plants. Note II: Incineration of Vegetation Water(Lo smaltimento delle acque di vegetazione provenienti dagei impianti di estrazione dell'olio. Nota II: l'incenerimento delle acque di vegetazione).

Arslan Topal E., I., , Murat TOPAL, M. 2013. Kompost Standartları Üzerine Bir Derleme, Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi Cilt 2(2, s. 85-108.

Arslan, K., Pirinadan Süperkritik Su Gazlaştırması İle Hidrojen Ve Veya Metan Üretimini Araştırılması, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, İzmir, 2011.

Asses, N., Ayed, L., Bouallagui, H., Ben Rejeb, I., Gargouri, M. ve Hamdi, M. (2009). Use of Geotrichum Candidum for olive mill wastewater treatment in submerged and static culture, Bioresource Technology, 100, 2182-21-88.

Ateş, F., Pütün, A., E., ve Pütün, E., 2005. Fixed bed pyrolysis of Euphorbia rigida with different catalysts, Energy Conversion and Management, 46 421 – 432.

Ateş, F. ve Işıkdığ M .A.,2008 Evaluation of the Role of thePyrolysis Temperature in Straw Biomass Samples and Characterization of the Oilsby GC/MS. Energy&Fuel, 22 1936 –1943.

Ateş, H., Zeytin Karasuyunun Ters Osmoz Yöntemiyle Arıtılması Sürecinde Üretilen Çamurların Değerlendirme Yönteminin Araştırılması, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Mersin, 2012.

Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği, sayı 27527, 20 Mart 2010.

Awawdeh MS, Obeidat BS. 2013. Treated olive cake as a non-forage fiber source for growing Awassi lambs: Effects on nutrient intake, rumen and urine pH, performance, and carcass yield. Asian-Australas. J. Anim. Sci., 5: 661- 667.

Awawdeh MS, Obeidat BS. 2013. Treated olive cake as a non-forage fiber source for growing Awassi lambs: Effects on nutrient intake, rumen and urine pH, performance, and carcass yield. Asian-Australas. J. Anim. Sci., 5: 661- 667.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 313 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Azbar, N., Eltem, R., Korkmaz, K.S. (2008a). Zeytinyağ karasuyunun biyolojik parçalanabilirliğinin fizikokimyasal ve ileri oksidasyon prosesleri ile iyileştirilmesi, TÜBİTAK Projesi Raporu, 104T366, İzmir.

Azbar, N., Keskin, T. ve Çatalkaya, E.C. (2008b). Improvement in anaerobic degradation of olive mill effluent (OME) by chemical pretreatment using batch systems, Biochemical Engineering Journal, 38, 379-383.

Azzam, M. O., Al-Malah, K. I. ve Abu-Lail, N. I. (2004). Dynamic post-treatment response of olive mill effluent wastewater using activated carbon, Journal of Environmental Science and Health, Part A, 39, 269-280.

Bahadır, A. Hızlı Piroлиз Yöntemi İle Akçaağaç (Acer Platanoides) Meyvesinden Sıvı Ürün Eldesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2013.

Basu, P., (2006). Combustion and Gasification in Fluidized-Beds, Taylor & Francis., New York.

Basu, P., (2010). Biomass gasification and pyrolysis: practical design and theory. AcademicPress, New York.

Bayat, F., Zeytin Karasularının Elektrofenton Yöntemi İle Arıtılabilirliğinin İncelenmesi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik Ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli, 2013.

Beken Y, Sahin A. 2011. The effect of prina (olive cake) feeding methods on growth performance and behaviour of awassi lamb. Int. J. Agric. Biol., 13: 423- 426

Beken, Y., Zeytinyağı Sanayi Atığı Zeytin Posasının (Prina) Besin Madde İçeriğinin Tespiti ve Kuzuların Beslenmesinde Kullanım Olanakları, Mustafa Kemal Üniversitesi,

Beltran, J., Gonzalez, T. ve Garcia, J. (2008). Kinetics of the biodegradation of green table olive wastewaters by aerobic and anaerobic treatments, Journal of Hazardous Materials, 158, 839-845.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 314 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Ben Salem H, Ateş S, Keleş G. 2014. Boosting the role of livestock in the vulnerable production systems in North Africa and West Asia region. Küçükbaş Hayvancılık Kongresi, 49-65, 16-18 Eylül, Konya, Turkey.

Bens, I., Facilitating With Ease! Core Skills For Facilitators, Team Leaders and Members, Managers, Consultants, and Trainers, John Wiley and Sons, Inc., Chapter Nine, 2012.

Borja, R., Raposo, F., ve Rincón, B. (2006). Treatment technologies of liquid and solid wastes from two-phase olive oil mills. *Grasas y aceites*, 57(1), 32-46.

Bridgwater, A.V., 2003. Renewable fuels and chemicals by thermal processing of biomass. *Chemical Energy* 91, 87-102.

Bridgwater, A.V., Toft, A. J., Brammer, J. G., (2002). Techno-economic comparison of power production by biomass fast pyrolysis with gasification and combustion, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 6 181–248.

Cabiddu A, Canu B, Decandia M, Pompei R, Molle G. 2004. The intake and performance of dairy ewes fed with different levels of olive cake silage in late pregnancy and suckling periods. In: Ben Salem H. (ed). Nefzaoui A. (ed.), Morand-Fehr P. (ed). *Nutrition and feeding strategies of sheep and goat under harsh climate*. Zaragoza:CIHEAM. 59:197-201.

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.

Chiofalo B, Liotta L, Zumbo A, Chiofalo V. 2004. Administration of olive cake for ewe feeding: effect on milk yield and composition. *Small Ruminant Res.*, 55: 169-176.

Coşkun, T., Zeytin Karasularının Fizikokimyasal ve Membran Proseslerle Arıtımı, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2010.

Çıbık M, Keleş, G. 2014. Peletlenmiş zeytin küspesinin süt ineklerinde süt verimi ve süt kompozisyonu üzerine etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Aydın.

Çıtak, D., Zeytinyağı ve Pirina Yağındaki BAP Kirliliğinin HPLC ile Tespiti, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2006.

De Stefano, G., Piacquadio, P., Servili, M., Di Giovacchino, L., Sciancalepore, V. 1999. Effect of extraction systems on the phenolic composition of virgin olive oils. *Fett/Lipid*. 101: 328-332.

Değermenci, N., Zeytin Karasuyunun Jet Loopmembran Biyoreaktörde Arıtımının İncelenmesi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum, 2014.

Demirbaş, A., 2000. Liquefaction of olive husk by supercritical fluid extraction, *Energy Conversion & Management* 41, 1875-1883.

Demirbaş, A., Çağlar, A., (2002). Hydrogen rich gas mixture from olive husk via pyrolysis, *Energy Conversion and Management* 43, 109-117.

Dhouib, A., Aloui, F., Hamad, N., ve Sayadi, S. (2006). Pilot-plant treatment of olive mill wastewaters by *Phanerochaete chrysosporium* coupled to anaerobic digestion and ultrafiltration. *Process biochemistry*, 41(1), 159-167.

Di Blasi, C., Signorelli, G., 1999. Di Russo, C., ve Rea, G., Product distribution from pyrolysis of wood and agricultural residues, *Ind. Energy Chem. Res* 38, 2216-2224.

Di Giacomo, G., Bonfitto, E., Brunetti, N., Del Re, G. ve Jacoboni, S. (1989). Pyrolysis of exhausted olive oil husks coupled with two-stages thermal decomposition of aqueous olive oil mills effluents. *Pyrolysis and gasification*. New York: Elsevier, 586-90.

Di Giovacchino, L., Costantini, N., Serraiocco, A., Surrichio, G., Basti, C. (2001). Natural antioxidants and volatile compounds of virgin olive oils obtained by two or three-phases centrifugal decanters, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 103, 279–285.

Dimitrios V. Vayenas, Christos S. Akrotos, Abu Khayer Md Muktadirul Bari Chowdhury, Michail K. Michailides, Athanasia G. Tekerlekopoulou, Stavros Pavlou, 2014, Composting of three phase olive mill solid waste using different bulking agents, / *International Biodeterioration & Biodegradation* 91 (2014) 66-73.

Dimitrios V. Vayenas, Michael Michailides, Gerasimos Christou, Christos S. Akrotos, Athanasia G. Tekerlekopoulou, 2011, Composting of olive leaves and pomace from a three-phase olive mill plant, *International Biodeterioration & Biodegradation* 65 (2011) 560-564.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 316 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Ekici, P. (2010). Farklı fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerle zeytinyağı karasuyunun arıtılabilirliği, (yüksek lisans tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Ekinci, K., Varol, N., Tosun, İ. Zeytinyağı Üretim Atıklarının Kompost Hammaddesi Olarak Kullanılmasına İzin Verilmesine İlişkin Teknik Rapor, 2015.

Ekinci, K., Çetin, S. C., Akbolat, D., ve Onursal, E., 2004. Kompost oluşumuna etkili faktörler üzerine bir araştırma. 3. Ulusal Gübre Kongresi, Tokat, 11-13 Ekim.

El-Abbassi, A., Kiai, H., Raiti, J. ve Hafidi, A. (2014). Application of ultrafiltration for olive processing wastewaters treatment, Journal of Cleaner Production, 65, 432-438.

El-Shafey, E. I., Correia, P. F. M. ve De Carvalho, J. M. R. (2005). An integrated process of olive mill wastewater treatment, Separation Science and Technology, 40, 2841-2869.

Ertaş, M. Bazı Artık Biyokütlelerin Yavaş Pirolyzi ve Pirolyz Ürünlerinin Karakterizasyonu, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Kahramanmaraş, 2010.

European Commission, Life among the olives, good practice improving environmental performance in the olive oil sector, 2010.

FAIR CT96-1420, Annex 2. Final report, Improlive, investments of treatment and validation of liquid–solid waste from the two phase olive oil extraction. www.nf-2000.org/publications/q30011.pdf, 2000.

Faye B, Konuspayeva G, Narmuratova M, Serikbaeva A, Musaad AM, Mehri H. 2013. Effect of crude olive cake supplementation on camel milk production and fatty acid composition. Dairy Sci. Technol., 93-3: 225- 239.

Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootekni Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Hatay, 2009.

Filidei, S., Masciandaro, G. ve Ceccanti, B. (2003). Anaerobic digestion of olive oil mill effluents: evaluation of wastewater organic load and phytotoxicity reduction, Water, Air and Soil Pollution, 145, 79-94.

Filya İ, Hanoğlu H, Canbolat Ö, Sucu E. 2006a. Kurutulmuş pirananın yem değeri ve kuzu

besisinde kullanılma olanakları üzerinde araştırmalar. 1. Yem değerinin in situ yöntemle belirlenmesi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(1): 1-12.

Filya İ, Hanoğlu H, Canbolat Ö, Sucu E. 2006b. Kurutulmuş pirananın yem değeri ve kuzu besisinde kullanılma olanakları üzerinde araştırmalar. 2. Kuzuların besi performansı üzerine etkileri. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(1): 13-23.

Gianfreda, L., Sannino, F., Rao, M. A., ve Bollag, J. M. (2003). Oxidative transformation of phenols in aqueous mixtures. Water research, 37(13), 3205-3215.

Gimeno, E., Castellote, A.I., Lamuela-Ravento's, R.M., De la Torre, M.C., Lo'pez-Sabater, M.C. (2002). The effects of harvest and extraction methods on the antioxidant content (phenolics, a-tocopherol, and b-carotene) in virgin olive oil, Food Chemistry 78, 207–211.

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

Goyal, H.B., Seal, D. ve Saxseno, R.C., 2008. Bio-fuels from thermochemical conversion of renewable resources: A review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 12 ,504-517.

Göğüş, F., Özkaya, M.T. ve Ötleş, S. , (2009). Zeytinyağı. Eflatun Yayınevi, Ankara.

Gursoy-Haksevenler, B., H., Kimyasal Arıtma Uygulamalarının Organik Maddelerin Yapıları Üzerindeki Etkisinin Araştırılması: Karasu İle Örnekle Çalışma, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2014.

Güneysu, S. (2003), Pirininin aktif karbon olarak değerlendirilmesi, Tez (Yüksek Lisans), İstanbul Üniversitesi.

Güneysu, S., Zeytinyağı Endüstrisi Atık Sularının Farklı Yöntemlerle Arıtılmasının Araştırılması, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 2009.

Hadjipanayiotou M. 1999. Feeding ensiled crude olive cake to lactating Chios ewes, Damascus goats and Friesian cows. Livest. Prod. Sci., 59: 61-66.

Hafidi, M., Amir, S. ve Revel, J. C. (2005). Structural characterization of olive mill wastewater after aerobic digestion using elemental analysis, FTIR and ¹³C NMR, Process



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 318 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Biochemistry, 40, 2615-2622.

Haigh PM. 1990. Effect of herbage water-soluble carbohydrate content and weather conditions at ensilage on the fermentation of grass silages made on commercial farms. Grass Forage Sci. 45: 263-271.

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

Hamdi, M., Khadir, A. ve Garcia, J. L. (1991). The use of *Aspergillus niger* for the bioconversion of olive mill wastewaters, Applied Microbiology and Biotechnology, 34, 828-831.

Hodge, B.,K., Alternative Energy Systems and Applications. John Wiley & Sons, New York. 2010.

Isınmadan Kaynaklanan Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, T. C. Resmi Gazetede 27134, 7 Şubat.2009.

Kalkanoğlu, B., Topkaya, B., (1997), "Antalya Kıyı Bölgesinde Katı Atık Bertarafına Alternatif Çözüm: Kompost", Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları I.Ulusal Konferansı, Türkiye Kıyıları 98 Konferans Bildiriler Kitabı, 24-27 Haziran, Ankara.

Kavdır, Y., Zeytin Katı Atığının (Pirina) Toprağa Doğrudan ve Kompost Yapılarak Uygulanmasının, Agregat Stabilizasyonu ve Bitki Gelişimi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, 2009.

Kaya, G. (2009). Zeytin Karasuyunun Pilot Ölçekli Tesislerde Fiziko-Kimyasal ve İleri Arıtma Yöntemleriyle Arıtılabilirliğinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Keleş G, Yıldız F, Kocaman V, Özdoğan M. 2015. Zeytin posası silajının süt keçilerinin performansı üzerine etkileri. ADÜ BAP, ZRF 2014-14008.

Keleş, S. Hızlı Piroлиз Yöntemi ile Fındık Kulpulasının Katalitik Piroлиз ve Sıvı Ürünlerin Karakterizasyonu, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2009.

Keskinler, B., Toröz, İ., Doğru, M., Dizge, N., Avşar, E., Susurluk Pilot Havzasında Zeytin Ve Zeytinyağı İşletmeleri Atıklarının Entegre Yönetiminin Araştırılması, Gebze Teknik Üniversitesi ve Arıt Çevre, Kocaeli, 2014.

Khoufi, S., Aouissaoui, H., Penninckx, M. ve Sayadi, S. (2004). Application of electro-Fenton oxidation for the detoxification of olive mill wastewater phenolic compounds, *Water Science and Technology*, 49, 97-102.

Khoufi, S., Feki, F. ve Sayadi, S. (2007). Detoxification of olive mill wastewater by electrocoagulation and sedimentation processes, *Journal of Hazardous Materials*, 142, 58-67.

Kıpçak, E., Süperkritik Su Koşullarında Zeytin Karasuyundan Hidrojen ve Biyoyakıt Üretimi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 2013.

Kıralan, M. Türk zeytinyağlarının zeytin çeşitlerine göre aroma profillerinin belirlenmesi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara, 2010.

Kırveli, Ş., Biyokütle Enerji Kaynağı Olarak Pirinanın Doğrudan Yakılmasında Klinoptilolit Kullanımının Isıl Davranış ve Emisyon Değerlerine Etkilerinin İncelenmesi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans, İzmir, 2007.

Killi, D., Zeytin Katı Atığı (Pirina)'nın Toprak Kalitesi Üzerine Etkileri ve Tarımda Toprak Düzenleyici Olarak Kullanım Olanakları, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale, 2008.

Kiril-Mert, B. ve Kestioğlu, K. (2008). The Research of membrane technology treatability in different industrial wastewaters, *Journal of New World Sciences Academy*, 3, 1-19.

Kiril-Mert, B., Yonar, T., Kılıç, M. ve Kestioğlu, K. (2010). Pre-treatment studies on olive oil mill effluent using physicochemical, Fenton and Fenton-like oxidations processes, *Journal of Hazardous Materials*, 174, 122–128.

Knoef, H. (Ed.), 2005 Hand book Biomass Gasification, Published by the BiomassTechnology.

Kolankaya, N., Sıdal, U., Ergene, A., Pseudomonas Sp. İle Zeytinyağı Fabrikası Atığından



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 320 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Biyosürefektan Eldesi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara, 1998.

Koparal, A. S. ve Bakır-Öğütveren U. (2002). Removal of nitrate from water by electroreduction and electrocoagulation, *Journal of Hazardous Materials*, B89, 83-94.

Kotsou, M., Mari, I., Lasaridi, K., Chatzipavlidis, I., Balis, C., ve Kyriacou, A. (2004). The effect of olive oil mill wastewater (OMW) on soil microbial communities and suppressiveness against *Rhizoctonia solani* *Applied Soil Ecology*, 26(2), 113-121.

Kotzabasis, K. ve Papazi, A., (2008). Inductive and resonance effects of substituents adjust the microalgal biodegradation of toxic phenolic compounds, *Journal of Biotechnology*, 135, 366-373.

Köseoğlu, O., Zeytinden Yağ Elde Etme Sistemlerinin Zeytinyağının Kalitesi ile Acılığ Üzerine Etkileri, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 2006.

Legrini, O., Oliveros, E. ve Braun, A. M. (1993). Photochemical processes for water treatment, *Chemical Reviews*, 93, 671-698.

Levi-Minzi, R., Riffaldi, R., Saviozzi, A., ve Cardelli, R. (1995). Decomposition in soil of anaerobically digested olive mill sludge. *Journal of Environmental Science & Health Part A*, 30(7), 1411-1422.

Li, X., Zhang, R., Pang, Y., (2008), "Characteristics of Dairy Manure Composting with Rice Straw", *Bioresource Technology*, 99: 359–367.

Longhi, P., Vodopivec, B. ve Fiori, G. (2001). Electrochemical treatment of olive oil mill wastewater, *Annali di Chimica*, 91, 169.

Loraine, G. A. ve Glaze, W. H. (1999). The ultraviolet photolysis of aqueous solutions of 1, 1, 1-trichloroethane and hydrogen peroxide at 222 nm, *Journal of Advanced Oxidation Technologies*, 4, 424-433.

Lucas, M. S. ve Peres, J. A. (2009). Removal of COD from olive mill wastewater by Fenton's

reagent: Kinetic study, Journal of Hazardous Materials, 168, 1253-1259.

Marsilio, V., Di Giovacchino, L., Solinas, M., Lombardo, N., ve Briccoli-Bati, C. (1989). First observations on the disposal effects of olive oil mills vegetation waters on cultivated soil. In International Symposium on Olive Growing 286 (pp. 493-496).

Martin Garcia I, Yanez Ruiz D, Moumen A, Molina Alcaide E. 2004. Effect of polyethylene glycol, urea and sunflower meal supply on two-stage olive cake fermentation. Anim. Res., 53: 245- 257.

Masghouni, M. ve Hassairi, M. (2000). Energy applications of olive oil industry by-products:-1 the exhaust foot cake, Biomass and Bioenergy, 18, 257-262.

McKendry, P., 2002. Energy production from biomass (part 2): conversion Technologies, BioresourceTechnology, 83, 47-54.

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.

Mekki, A., Dhouib, A., ve Sayadi, S. (2007). Polyphenols dynamics and phytotoxicity in a soil amended by olive mill wastewaters. Journal of environmental management, 84(2), 134-140.

Mioć B, Pavić V., Vnučec I, Prpić Z, Kostelić A, Sušić V. 2007. Effect of olive cake on daily gain carcass characteristics and chemical composition of lamb meat. Czech J. Anim. Sci., 52: 31–36.

Mohan, D., Pittman, J., Charles, U. ve Steele, P.H., 2006. Pyrolysis of Wood/Biomass for Bio-Oil: A Critical Review, Energy & Fuels, 20, 848 – 889.

Molina Alcaide E, Morales Garcia EY, Martin Garcia AI, Ben Salem H, Nefzaoui A. 2010. Effects of partial replacement of concentrate with feed blocks on nutrient utilization, microbial N flow, and milk yield and composition in goats. J. Dairy Sci. 93:2076:2087.

Molina Alcaide E, Nefzaoui A. 1996. Recycling of olive oil by-products: Possibilities of utilization in animal nutrition. Int. Biodeter. Biodgr., 38: 227-235.

Molina Alcaide E, Yanez Ruiz D, Moumen A, Martin Garcia I. 2003. Chemical composition



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 322 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

and nitrogen availability for goats and sheep of some olive by-products. *Small Ruminant Res.*, 49: 329- 336.

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.

Mustafa KIRALAN, Aslı YORULMAZ,, Hüdayi ERÇOSKUN, Murat SAĞIRKAYA, Sızma Zeytinyağının Fenolik Bileşiklerine ve Oksidasyon Stabilesine İşleme Aşamalarının Etkileri, *Gıda Mühendisliği Dergisi*, s. 28-34, Ankara.

Neifar M, Jaouani A, Ayari A, Abid O, Ben Salem, H, Boudabous, A, Najar T, Ghorbel RE. 2013. Improving the nutritive value of Olive Cake by solid state cultivation of the medicinal mushroom *Fomes fomentarius*. *Chomesphere*, 91:110-114.

Niaounakis, M.,Halvadakis, C., P. Olive Processing Waste Management Literature Review And Patent Survey Second Edition, *Waste Management Series 5*, 2006.

Oktav, E. ve Özer, A. (2002).Zeytinyağı EndüstrisiAtıksularının Özellikleri ve Arıtım Alternatifleri, Zeytinyağı Üretiminde Çevre Sorunları ve Çözümleri Uluslararası Çalıştayı Bildiriler Kitabı (sf. 51-65). Balıkesir, 07-09 Haziran.

Onay O., 2007. Fast and catalytic pyrolysis of pistaciakhinjuk seed in a well-swept fixed bed reactor. *Energy & Fuels* 86, 1452 – 1460.

Onay, O., Beis, S.H. Kockar, O. M. (2001). Fast pyrolysis of rape seed in a well-swept fixed-bed reactor. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 58–59, 995–1007.

Onay, T., T., Yenigün, O., Erses, A., S., Oral, V., Olive Oil Mill Wastewater Management Using Lang Treatment Systems, Boğaziçi Üniversitesi, Çevre Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006.

Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik, Resmi Gazete Tarihi: 18.08.2010 Resmi Gazete Sayısı: 27676.

Ouzounidoua, G. (2008), Olive Mill Wastewater Triggered Changes İn Physiology and Nutritional Quality Of Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Depending On Growth



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 323 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Substrate, J. of Hazardous Materials, 158(2-3), 523 – 530.

Oweimer AN, Kraides MS, Al-saiady M, Zahran S, Abouheif MA. 2004. Effect of feeding olive cake in complete diet on performance and nutrient utilization of lambs. Asian Australas. J. Anim. Sci., 17(4): 491:496.

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

Öztürk, F., Yalçın, M., Dıraman, H., Türkiye Zeytinyağı Ekonomisine Genel Bir Bakış, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt: 4, No: 2, 2009 (35-51).

Öztürk, İ., Ubay, G., Şakar, S., Zeytinyağı İmalatı Proses Atıksularının Havasız Çamur Yataklı Reaktörlerde Arıtımı Ve Biyoenerji Geri Kazanımı, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 1990.

Öztürk, M. ve Bildik, B., (2005), "Hayvan Çiftliklerinde Kompost Üretimi", Çevre ve Orman

Pakdemirli, E., Zeytinyağı Eldesinde Proses Suyunun Sıfırlanması, Tekirdağ, 2011.

Papaioannou, D. (1988). A method of processing waste gases from the drying of olive press-cake. Biological Wastes, 24(2), 137-145.

Paraskeva, C. A., Papadakis, V. G., Tsarouchi, E., Kanellopoulou, D. G. ve Koutsoukos, P. G. (2007). Membrane processing for olive mill wastewater fractionation, Desalination, 213, 218-229.

Paredes, C., Cegarra, J., Roig, A., Sánchez-Monedero, M. A. ve Bernal, M. P. (1999). Characterization of olive mill wastewater (alpechin) and its sludge for agricultural purposes. Bioresource Technology, 67(2), 111-115.

Prosodol, 2012, Integrated Strategy of actions, measures and means suitable for Mediterranean Countries, Analysis of national and European legislative frameworks for Oil Olive Waste Soil protection.

Rinaldi, M., Rana, G. ve Introna, M. (2003). Olive-mill wastewater spreading in southern Italy:

effects on a durum wheat crop. *Field Crops Research*, 84(3), 319-326.

Rodríguez, G., Fernández-Bolaños, J., Rodríguez, R., Guillén, R., Jiménez A., (2006). Potential use of olive by-products; Extraction of interesting organic compounds from olive oil waste, *Grasas Aceites*, 57 (1), Enero-Marzo, 95-106.

Rovatti, M., Bisi, M. ve Ferraiolo, G. (1992). High added value products from difficult wastes, *Resour. Conserv. Recy.*, 7 (4), 271–283.

Rozzi, A., ve Malpei, F. (1996). Treatment and disposal of olive mill effluents. *International biodeterioration & biodegradation*, 38(3), 135-144.

Sadeghi H, Yansari AT, Ansari-Pirsarai Z. 2009. Effects of different olive cake by products on dry matter intake, nutrient digestibility and performance of Zel sheep. *Int. J. Agric. Biol.*, 11: 39-43.

Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, (2009). T. C. Resmi Gazete, 27277, 3 Temmuz 2009.

Sansoucy R. 1985. Olive by-product for animal feed. Review. *FAO Anim. Prod. Health*, No:43, Rome.

Stamatelatos, K., Blika, P. S., Ntaikou, I., ve Lyberatos, G. (2012). Integrated Management Methods for the Treatment and/or Valorization of Olive Mill Wastes. In *Novel Technologies in Food Science* (pp. 65-118). Springer New York.

Stokes, R. J., ve Evans, D. F. (1997). *Fundamentals of Interfacial Engineering*. Wiley-VCH, Inc., Minneapolis.

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

Sukan, Ş., S., Sukan, F., V., Karapınar, M., Sargın, S., Demirel, N., Özatay, Ş., Zeytin Karasuyundan Mikrobiyal Kaynaklı Lakkaz Enzimi Üretimi, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir, 2001.

Şekerci, T. Sarmaşık Ağacının Hızlı Pirolizi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 325 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 2012.

Şengül, F. ve Özer, A. (2003). Zeytin Karasuyu Arıtımı Projesi: Ebso Projesi Kapsamındaki Zeytinyağı İşletmeleri için Durum Tespiti, Karasu Karakterizasyonu, Karasu Arıtılabilirlik Çalışmaları, İzmir.

Taheri MR, Zamiri MJ, Rowghani E, Akhlaghi, A. 2013. Effect of feeding olive-pulp ensiled with additives on feedlot performance and carcass attributes of fat-tailed lambs. Trop. Anim. Health Prod., 45: 345- 350.

Takaç, S., Karakaya, A., Akardere, E., Bozkoyunlu, G., Zeytinyağı Fabrikası Sıvı Atığının Özelliklerinin İyileştirilmesi Ve Antioksidan Üretiminde Kullanılması İçin Biyoproses Geliştirilmesi, Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Ankara, 2012.

Taptık, Y., ve Keleş, Ö., Kalite Savaş Araçları, Kalder Yayınları No 23, S.95-100, İstanbul, 1998.

Tarımda Kullanılan Organik, Organomineral Gübreler ve Toprak Düzenleyiciler İle Mikrobiyal, Enzim İçerikli ve Organik Kaynaklı Diğer Ürünlerin Üretimi, İthalatı, İhracatı ve Piyasaya Arzına Dair Yönetmelik, Resmi Gazete Tarihi: 29.03.2014 Resmi Gazete Sayısı: 28956.

Tekin, A., R., Dalgıç, A., C., (2000). Biogas production from olive pomace, Resources, Conservation and Recycling 30, 301–313.

Terramoccia S, Bartocci S, Taticchi A, Di Giovanni S, Pauselli M, Mourvaki E, Urbani S, Servili M. 2013. Use of dried stoned olive pomace in the feeding of lactating buffaloes: effect on the quantity and quality of the milk produced. Asian Australas. J. Anim. Sci., 26-7: 971-980.

Tezcan-Ün, U., Altay, U., Koparal, A.S. ve Bakir-Öğütveren, Ü. (2008). Complete treatment of olive mill wastewaters by electrooxidation, Chemical Engineering Journal, 139, 445-452.

The European Union Network for the Implementation and Enforcement of Environmental Law, Impel Olive Oil Project, 2003.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 326 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

Tortosa, G., Albuquerque, J., A., Bedmar, E., J., Ait-Baddi, G., Cegarra, J. 2014. Strategies to produce commercial liquid organic fertilisers from “alperujo” composts, Journal of Cleaner Production 82, S 37-44.

Tsai WT, Lee MK, Chang YM., 2007. Fast pyrolysis of ricehusk: Product yield and sand compositions. BioresourceTechnol 98: 22-28.

Tufarelli V, Introna M, Cazzato E, Mazzei D, Laudadio V. 2013. Suitability of partly destoned exhausted olive cake as by-product feed ingredient for lamb production. J. Anim. Sci., 91: 872- 877.

Tunalıoğlu, R., Pirina Yağı, Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Sayı 5, Nüsha 12, 2004.

Turano, E., Curcio, S., De Paola, M. G., Calabrò, V. ve Iorio, G. (2002). An Integrated centrifugation–ultrafiltration system in the treatment of olive mill wastewater, Journal of Membrane Science, 209, 519-531.

TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Hayvansal Atık Karakterizasyonu ve Proseslerinin Araştırılması, Teknik Rapor 1, 2007.

TÜİK 2014. Türkiye İstatistik Kurumu. Ankara. Erişim tarihi, 13.04.2015.

Türk Gıda Kodeksi Zeytinyağı ve Pirina Yağı Tebliği (Tebliğ No: 2010/35), Resmi Gazete tarihi, 07.08.2010, sayı 27665.

Url-1, <<http://www.internationaloliveoil.org>>, Erişim Tarihi: 15.10. 2014

Url-2, Al-Hamamre Z., Biodiesel Production from Olive Cake Oil, Chemical Engineering Department, Faculty of Engineering and Technology, University of Jordan, Amman11942, Jordan, <http://www.jeaconf.org/UploadedFiles/Document/df9f1256-f849-410d-9bfb-055ef884a0fb.pdf>, Erişim Tarihi: 10.12.2014.

Url-3, <http://upoliveoil.com/chemistry-requirements/default.html>, 03.06.2015.

Url-4: <http://tusside.tubitak.gov.tr/tr/yontemlerimiz/Calistay-Yonetimi-OAP>, Erişim Tarihi: 09.07.2015.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 327 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

USDA (2000), "National Engineering Handbook", Chapter 2 Composting Part 637, February 2000.

Uzun, B., B., Pirinanın İki Kademeli Pirolyzi Ve Ürünlerinin Karakterizasyonu, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Eskişehir, 2005.

Uzun, B.B., Pütün, A.E., Pütün, E., 2007. Rapid pyrolysis of olive residue. 1. Effect of heat and mass transfer limitations on product yield and bio-oil compositions, Energy & Fuels 21, 1768-1776.

Uzun, B.B., Pütün, A.E., ve Pütün, E., 2006. Fast pyrolysis of soybean cake: Product yields and compositions. Bioresource Technology 97, 569-576.

Varank, G., (2006), "Aerobik Olarak Stabilize Edilmiş Katı Atıklar ile Kompost Ürününün Karşılaştırılması", Y.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Vargas-Bello-Perez E, Vera RR, Aguilar C, Lira R, Pena I, Fernandez J. 2013. Feeding olive cake to ewes improves fatty acid profile of milk and cheese. Anim. Feed Sci. Tech., 184: 94-99.

Vera R, Aguilar C, Lira R, Toro P, Barrales L, Peña I, Squella F, Pérez P, Quenaya J, Yutronic H, Briones I. 2009. Feeding dry olive cake on modifies subcutaneous fat composition in lambs, nothing cake resistance to degradation and peroxidation. Chilean j. Agr. Res. 69 (4): 548-559.

Vera RR, Aguilar C, Toro P, Squella F, Perez P. 2013. Performance of lambs grazing an annual Mediterranean pasture or fed supplements based on olive oil cake maize and its influence on system outputs. Anim. Produc. Sci., 53: 516- 522.

Viraraghavan, T., ve de Maria Alfaro, F. (1998). Adsorption of phenol from wastewater by peat, fly ash and bentonite, Journal of Hazardous Materials, 57, 59-70.

Vlyssides, A.G., Loizides, M. ve Karlis P.K. (2004). Integrated strategic approach for reusing olive oil extraction by-products Journal of Cleaner Production 12, 603-611.

Vossen, P. (2007). Olive oil: history, production, and characteristics of the world's classic



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 328 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

oils. Hort Science, 42(5), 1093-1100.

Walling, C. (1975). Fenton's reagent revisited, Accounts of Chemical Research, 8, 125-131.

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

Yalılı-Kılıç, M., Yonar, T. ve Kestioğlu, K. (2013). Pilot-scale treatment of olive oil mill wastewater by physicochemical and advanced oxidation processes, Environmental Technology, 34, 1521-1531.

Yanez Ruiz DR., Moumen A, Martin Garcia I, Molina Alcaide E. 2004. Ruminant fermentation and degradation patterns, protozoa population, and urinary purine derivatives excretion in goats and wethers fed diets based on two-stage olive cake: Effect of PEG supply. J Anim. Sci., 82: 2023- 2032.

Yanik, J., Kornmayer, C., Sağlam. M.,ve Yüksel, M., 2007. Fast Pyrolysis of Agricultural Wastes: Characterization of Pyrolysis Products, Fuel Process Technolgy 88, 942-947.

Yansari AT, Sadeghi, H, Ansari-Pirsarai Z, Mohammad-Zadeh H. 2007. Ruminant dry matter and nutrient degradability of different olive cake by-products after incubation in the rumen using nylon bag technique Int. J. Agric. Biol., 2009-3: 439- 442.

Yeniçerioğlu, M., (2006), "Katı Atık Yönetimi Yasal Düzenlemeler ve Sinop Örneği".

Yıldırım, R., Aydın İlinde Karasu Sorunu ve Zeytinyağı İşletmelerinin Çözümüne Yönelik Tercihlerinin Değerlendirilmesi, Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2014.



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 329 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

EKLER

EK-1 ÖNCELİK SIRASINA GÖRE ÇALIŞTAYDA ÖNE ÇIKAN DİĞER İFADELER

GRUP: 1	
İFADE	PUAN
3 fazdan 2 faza geçecek işletmelerin katlanacağı maliyet	6
Sektördeki bilgi eksikliği (üretici, sanayici, makinacı, tüketici)	6
Pirinanın alternatif kullanım alanlarının ortaya konulmaması	6
Bilgi kirliliği	5
Bilgi ve eğitim eksikliği	4
Pirina fabrikalarına destek verilmemesi	4
Yasal düzenlemeler ve denetim eksikliği	4
Pirina tesislerinin dönüşüm maliyeti	3
Faz ve kalite farkının ortaya konulmaması	2
2. dekantasyon maliyeti	2
Depolama maliyeti	2
Dekantör dönüşüm maliyeti	2
Maliyet ile ilgili AR-GE çalışmamasının olmaması	2
2 fazlı pirinanın taşıma maliyeti ile alakalı çalışmaların yetersizliği	1
Çevre bilincinin olmaması	1
GRUP: 2	
İFADE	PUAN
2 fazlı pirina için depolama alan ihtiyacı daha büyüktür	6
olumsuz çevresel etkiler azaltılabilir	4
Ekonomik fayda	3
2 fazlı sistemde alan problemi minimize edilmiştir.	2
GRUP: 3	
İFADE	PUAN
Küçük işletme için yatırım ve işletme maliyetlerinin yüksek olması	2
Pirina tesislerinin alt yapı olarak 2 fazlı üretime yetersiz kalması ve sulu pirina nakliyesinin güçlüğü	2
Lagünlerin işletme kapasitesine uygun alan hacim olarak inşa edilmemesi	2
Lagünlerin çevreye zarar vermemesi için çevre bakanlığı tarafından kontrolleri iyi yapılmamaktadır	2
Lagünlerde pirina karasuyun buharlaştırılması sırasında çevreye verilen olumsuz etkileri ve işlemin yetersizliği	2
İşletmelerin atık yönetiminin izlenmemesi kontrollerin gevşekliği (belki de mevzuat yetersizliği)	2
Oluşan pirinanın yönetiminde ve değerlendirilmesinde belirsizlik	2



TÜBİTAK MAM ÇTÜE

Proje Adı: Zeytin Sektörü Atıklarının Yönetimi
Sayfa/Toplam Sayfa: 331 / 331

Güncelleştirme Sayısı: 00

2 fazlı sistemlerde su kullanımının az olması nedeniyle zeytinyağı miktarı biraz daha az	1
Kontrol dışı atık ve su problemi	1
Zeytinyağı tesislerinin sistem dönüşümlerine ayak diremesi (maliyet-kullanım alışkanlığı)	1
Sistemin devreye alınmasında yaşanacak sorunların çözümünde gerekli yetişkin personel eksikliği sistemin devreye alınması	1
Konu hakkında (dönüşüm için) sektörden aktörlerin görüşünün yeterince alınmamış olması	1
Oluşan sulu pirinanın ayrılmasında ek bir sektör kurulmasının gerekmesi ve değerlendirilmesi	1
Oluşan materyalin kirlilik yükü olarak düşünülmesi ve değerlendirilme yollarının araştırılmaması	1
Karasuyun lagünlerde bekletilmesi sırasında çevreye (toprak, hava ve su) olumsuz etkilerinin olması	1
Gazlaştırma prosesinin gaz temizleme maliyetinin yüksek olması	1
yeni tesis kapasitesinin (verim/hacim) daha düşük olması	1
GRUP: 4	
İFADE	PUAN
Enerji tasarrufu sağlanması	3
Dekantörlerin %80 dönüşebilir olması	3
2 fazlı üretim sonucu oluşan yan ürünlerin değerlendirilmesi için gelişen sanayi tesisi imkanları	3
Daha düşük kapasiteli atıksu arıtma tesisi ihtiyacı	2
Tamamen 2 faza geçilmesi üretilen yağda bir örnekliliği sağlanması	2
Toprak ve yeraltısu kirliliğinin azalacak olması	1
Karasu ile kaybolacak fenolik bileşiklerin zeytinyağında kalacak olması	1
Katma değeri yüksek içeriğinin geri kazanılmasının kolaylaşması	1
Antioksidan içerikli bileşikler gıda sektöründe kullanılma imkanı olması	1
Yaşam kalitesi ve artan eğitim düzeyine bağlı olarak insanların kaliteli ürün tüketime verdikleri önem artması	1