

T.C.  
Çevre ve Orman  
Bakanlığı



T.C.

ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI  
ÇEVRE YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

# BİTKİSEL ATIK YAĞLARIN YÖNETİMİ





**T.C.**  
**ÇEVRE VE ORMAN BAKANLIĞI**  
**ÇEVRE YÖNETİMİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**

**BİTKİSEL ATIK YAĞLARIN**  
**YÖNETİMİ**

*Bu kılavuz, bitkisel atık yağların yönetimine dahil olan taraflara teknik destek sağlamak amacıyla Çevre ve Orman Bakanlığı, Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, Atık Yönetimi Dairesi Başkanlığı tarafından hazırlanmıştır.*

*NİSAN 2010*

© T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı  
Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü  
Atık Yönetimi Dairesi Başkanlığı  
Söğütözü Cad. 14/E 06560 Ankara  
Telefon 0312 207 50 00 • Faks 0312 207 64 46  
<http://www.atikyonetimi.cevreorman.gov.tr>

## **İÇİNDEKİLER:**

<b>ŞEKİLLER DİZİNİ.....</b>	<b>5</b>
<b>TABLolar DİZİNİ.....</b>	<b>6</b>
<b>1-GİRİŞ.....</b>	<b>7</b>
<b>2- BİTKİSEL YAĞLAR.....</b>	<b>9</b>
2.1- Bitkisel Yağların Tanımı.....	9
2.2- Türkiye’de Üretilen ve Tüketilen Bitkisel Yağlar.....	14
<b>3- BİTKİSEL ATIK YAĞLAR.....</b>	<b>16</b>
3.1-Bitkisel Atık Yağ.....	16
3.1.1- Soap-Stock.....	17
3.1.2- Tank Dibi Tortu.....	18
3.1.3- Yağlı Toprak.....	18
3.1.4- Yağ Tutuculardan Elde Edilen Yağlar.....	19
3.1.5- Kullanılmış Kızartmalık Yağlar....	21
3.2- Bitkisel Atık Yağların Çevresel Etkileri .....	22
<b>4- KULLANILMIŞ KIZARTMALIK YAĞLARIN     GIDADAN ÇEKİLME SÜRECİ.....</b>	<b>26</b>
<b>5- BİTKİSEL ATIK YAĞLARIN GERİ KAZANIM     YÖNTEMLERİ VE KULLANIM ALANLARI.....</b>	<b>32</b>

5.1-Biyodizel.....	34
5.1.1- Biyodizelin Çevresel Avantajları.....	46
5.1.2- Bitkisel Atık Yağlardan Biyodizel Üretimi Yapacak Tesislerin Teknik Özellikleri.....	49
5.2-Biyogaz.....	55
5.3-Asit Yağ.....	57
5.3.1- Soap-Stock’dan Asit Yağ Üretimi.....	57
5.3.2- Tank Dibi Tortu’dan Asit Yağ Üretimi.....	60
5.3.3- Yağlı Toprak’tan Asit Yağ Üretimi.....	62
5.4-Sabun.....	64

## **6- ÜLKEMİZDE BİTKİSEL ATIK YAĞLARIN YÖNETİMİ.....68**

## **7- BİTKİSEL ATIK YAĞLARIN ATIK KATALOĞUNA GÖRE KODLARI.....71**

## **8-KIZARTMALIK ATIK YAĞLARIN UYGUN GERİ KAZANIMI İÇİN YAPMAMIZ GEREKENLER.....72**

## **9- BUNLARI BİLİYOR MUYDUNUZ?.....74**

## **10- KAYNAKÇA.....77**

## **EKLER: EK-A: Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği.....79**

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil-1: Türkiye Bitkisel Sıvı Yağ Tüketimleri.....	16
Şekil-2: Yağ Tutucu.....	20
Şekil-3:Kızartma İşlemi Sırasında Meydana Gelen Reaksiyonlar .....	27
Şekil-4: Polar Madde Tayin Cihazı.....	29
Şekil-5:Kullanılmış Kızartmalık Yağların Kanserojen Etki Sınırı.....	30
Şekil-6:Biyodizel Üretim Aşamaları.....	34
Şekil-7:Hayvansal ve Bitkisel Yağların Yakıt Özelliklerinin İyileştirilmesi.....	37
Şekil-8:Örnek Bir Tesisin Bitkisel Atık Yağlardan Biyodizel Üretimi Proses Akım Şeması.....	52
Şekil-9:Soap-Stock'dan Asit Yağ Üretim Proses Akım Şeması.....	58
Şekil-10:Örnek Bir Tesisin Soap-Stock'dan Yağ Asidi Üretimi Kütle Dengesi.....	60
Şekil-11:Tank Dibi Tortudan Asit Yağ Üretim Proses Akım Şeması.....	61
Şekil-12:Örnek Bir Tesisin Tank Dibi Tortu'dan Yağ Asidi Üretimi Kütle Dengesi.....	62
Şekil-13:Yağlı Toprak'tan Asit Yağ Üretim Proses Akım Şeması.....	63
Şekil-14:Örnek Bir Tesisin Yağlı Topraktan Yağ Asidi Üretimi Kütle Dengesi.....	64
Şekil-15:Örnek Bir Tesisin Sabun Üretimi Proses Akım Şeması .....	66
Şekil-16: Örnek Bir Tesisin Soap-Stock'dan Yarı Mamul Sabun Üretimi Kütle Dengesi.....	67

## **TABLolar DİZİNİ**

Tablo-1: Kızartma Amacıyla Kullanılmakta Olan Yağların Özellikleri .....	31
Tablo-2: Türkiye’de Biyodizel Standartları.....	36
Tablo-3: Dizel ve Biyodizel Yakıtın Emisyon Değerlerinin Karşılaştırılması.....	48
Tablo-4: Hammaddelere Göre Biyogaz Hasılatı (m <sup>3</sup> Biyogaz/ton hammadde).....	56
Tablo-5: Kaynağına Göre Yağ Asitleri.....	59

## 1-GİRİŞ:

Atık bitkisel yağlar ekotoksik özelliklerinden dolayı çevreyle uyumlu olarak yönetilmesi gereken atıklar arasında yer almaktadır. Bu atıkların yönetiminin uygun şekilde sağlanması amacıyla Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından hazırlanan “Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği” 19.04.2005 tarih ve 25791 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği kapsamında, bitkisel ham yağ rafine sanayinden çıkan soap-stock, tank dibi tortu ve yağlı topraklar ile kullanılmış kızartmalık yağlar, çeşitli tesislerin yağ tutucularından çıkan yağlar ve kullanım süresi geçmiş olan bitkisel yağlar, bitkisel atık yağ olarak tanımlanmaktadır.

Ülkemizin yaklaşık 950 bin ton likit, 550 bin ton margarin, 200 bin ton civarında da yem, boya ve sabun sanayi ihtiyacı olmak üzere 1,7 milyon ton bitkisel yağ tüketimi vardır. Yağ rafinasyon prosesi sonucu ve elde edilen yağın tüketimi sonucu yaklaşık 350 bin ton bitkisel atık yağ oluştuğu tahmin edilmektedir.

Bitkisel atık yağların evsel atıklarla birlikte atılması, kanalizasyon sistemi gibi kolektör sistemlerine verilmesi veya kontrolsüz bir şekilde açık alanlara bırakılması sakıncalıdır. Bu alanlara dökülen atık yağlar kolektör sistemlerinin tıkanmasına, yeraltı sularının kirlenmesine, evsel atık su kirliliğinin ve arıtma tesisi maliyetlerinin artmasına neden olabilmektedir.



Yönetmeliğin amacı, bitkisel atık yağların üretiminden bertarafına kadar, çevreye zarar verecek şekilde doğrudan veya dolaylı bir biçimde alıcı ortama verilmesinin önlenmesini, bu atık yağların yönetiminde gerekli teknik ve idari standartların oluşturulmasını, geçici depolama, geri kazanım ve bertaraf tesislerinin çevreyle uyumlu yönetimi için buna yönelik prensip, politika ve programların belirlenmesi amacıyla hukuki ve teknik esasların düzenlenmesini sağlamaktır.

Yönetmelik, bitkisel atık yağların geçici depolanması, toplanması, taşınması, geri kazanılması, bertarafı, ticareti, ithalat ve ihracatı ile transit geçişine ilişkin yasak, sınırlama ve yükümlülükleri, alınacak önlemleri, yapılacak denetimleri, tabi olunacak hukuki ve cezai sorumlulukları düzenlemektedir.

Bitkisel atık yağların çevre ile uyumlu yönetiminin sağlanması ile insan ve çevre sağlığı korunabilecek ve geri kazanımı ile ekonomik değeri olan ürünler üretilerek ülkemiz ekonomisine katkı sağlanacak; çevresel bir problem çevresel avantaja dönüştürülebilecektir.

## 2- BİTKİSEL YAĞLAR

### 2.1 Bitkisel Yağların Tanımı

Bitkisel yağlar, zeytin, ayçiçeği, mısır, pamuk, soya, kanola ve aspir gibi yağlı bitki tohumlarından elde edilen yağların genel adıdır.



Karboksilik asitler bir trihidroksi alkol olan gliserol (gliserin)  $\text{CH}_2\text{-CHOH-CH}_2\text{OH}$  ile ester oluşturur. Bu esterler iç yağı, zeytinyağı, pamuk yağı, susam yağı, bezir yağı, tereyağı, margarinler gibi doğal veya yapay ürünlerdir. Bu nedenle monokarboksilik asitlere “yağ asitleri” de denir.

Yağlar,

$\text{CH}_2\text{-O-CO-R}$

$\text{CH-O-CO-R}$

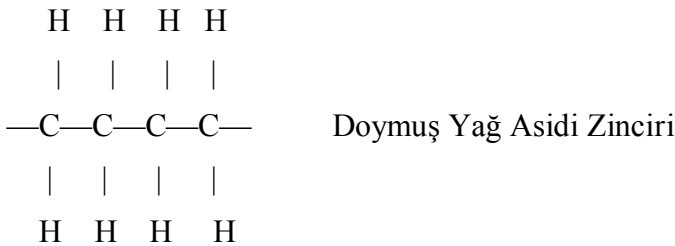
$\text{CH}_2\text{-O-CO-R}$

genel formülüne sahip bileşikler olduğundan gliserid olarak da adlandırılırlar. Yağ molekülündeki üç açıl birbirinden farklı, fakat özdeş moleküllerden ibaret olabildiği gibi, moleküldeki üç açıl birbirinin aynı, fakat yağ özdeş olmayan moleküllerin bir karışımı olabilir.

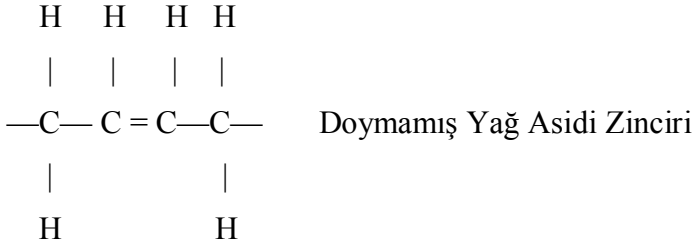
Açilleri (karboksilli asitlerden (RCOOH), OH grubunun çıkartılması ile geride kalan yapının adı açildir) aynı olan gliseridlere “basit gliseridler” farklı olanlara “karma gliseridler” denir. Yağlar genellikle karma gliserid moleküllerinden oluşurlar. Yağlarda açilleri halinde bulunan asitler, yüksek moleküllü karboksilik asitlerdir. Bu asitlerden bir kısmı alkanlardan türeyen doymuş asitler, bir kısmı ise alkenlerden türeyen doymamış asitlerdir.

Yağ asitleri genel olarak çift karbon sayılı, cis konfigürasyonunda, dallanmış ve düz zincirli monokarboksilik asitlerdir. Hidrokarbon zincirindeki bağlara göre doymuş veya doymamış yağ asitleri olarak ayrılırlar.

Karbon-karbon (-C-C-) bağları tek bağdan oluşan yağ asitleri doymuş yağ asitleri olarak isimlendirilir. Genel formülleri R-COOH’dır. Burada R hidrokarbon zincirini gösterir. Bitkisel yağlarda doymuş yağ asitlerinden stearik (CH<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>16</sub>-COOH) ve palmitik (CH<sub>3</sub>-(CH<sub>2</sub>)<sub>14</sub>-COOH) bulunur. Doymuş yağ asitlerinin erime ve kaynama noktaları zincir uzunluğu arttıkça artar.



Doymamış yağ asitleri molekülde bir veya daha çok sayıda çift bağ ile gösterilirler. Zincir formunda dallanmamış mono karboksilli asitlerin içinde alken asitleri grubuna dâhildirler. Doymamış bağların sayısı bir veya daha fazla olabilir ve doymamış yağ asitleri doymuş hale getirilebilir. Doymamış yağ asitleri kolaylıkla okside olabilir. Özellikle çift bağ sayısının artması oksidasyonu kolaylaştırmaktadır.



Yağ asitleri bir çift bağ içerdikleri zaman tekli doymamış veya monoenoik olarak isimlendirilir. Birden fazla çift bağ içeren yağ asitlerine çoklu doymamış veya polyenoik ismi verilir. En önemli doymuş asitler, butirik asit (tereyağında), laurik asit (defnede), palmitik asit (hurma yağında), stearik asit (iç yağında) ve arahidik asit (yer fıstığında) bulunmaktadır. Doymamış asitlerden en önemlileri zeytinyağında bulunan oleik asit ile mısır yağı, pamuk yağı, yer fıstığı, soya fasulyesi yağı ve bezir yağında bulunan linolenik asitlerdir.

Yağ asitlerindeki karbon sayısı 2-34 arasında değişmektedir. Yağ asidi molekülünde karbon sayısı 6'dan az ise “kısa”, 6-10 arasında ise “orta” ve 12 ve

daha fazla ise “uzun zincir” yağ asidi olarak tekrar bir alt grupta oluşturulabilir.

Yağ asitlerinin hem fiziksel hem de fizyolojik özellikleri karbon zincirinin uzunluğuna ve moleküldeki çift bağların sayısına (yağ asidinin doymamışlık derecesine) bağlıdır. Karbon sayısı düşük olan (10’a kadar) yağ asitleri oda sıcaklığında sıvı ve uçucudur.

Daha fazla sayıda karbona sahip olanlar (12 veya daha büyük zincirli doymuş yağ asitleri) vücut sıcaklığında katıdır. Küçük molekülü doymuş asitlerden ve doymamış asitlerden türeyenler ise sıvı haldedir. Erime noktaları molekül ağırlığının artması ile artar.

Bilinen bütün doymamış yağ asitleri oda sıcaklığında sıvıdır. Çift bağ sayısı arttıkça daha düşük derecelerde de sıvı kalabilirler. Doymamış yağ asitleri taşıdıkları çift bağlar sayesinde yüksek reaksiyon yeteneğine sahiptir.

**Tuz oluşumu:** Altı karbondan yüksek yağ asitlerinin metallerle yaptıkları tuzlara sabun denir. Sodyum ve potasyum sabunları suda erirler. Ancak diğer metallerin tuzları (sabunları) genellikle erimezler ve sabun değildirler. Yağların bazik hidrolizinde sabunlar olduğundan bütün esterlerin ve hatta başka bileşiklerin hidrolizine “sabunlaşma” denir.

**Ester oluşumu:** Yağ asitlerinin karboksil grupları alkolle dönüşümlü olarak esterleşebilir. Esterleşme kendiliğinden yavaş fakat ısı veya hidrojen iyonu varlığında hızlı olur.

**Çift bağlarla ilgili reaksiyonlar:** Doymamış yağ asitlerinin yapısında yer alan etilen bağı ( $-\text{CH}=\text{CH}-$ ) kolaylıkla hidrojenle ya da halojenlerle doyurulabilir. Doymamış yağ asidi doymuş hale geçer. Ya da çift bağ oksidasyonla açılarak yeni ürünler oluşabilir. Doymamış yağ asitlerinin moleküler oksijenle oksitlenmeleri ve çift bağlara  $\text{O}_2$  girmesiyle çeşitli gruplar ortaya çıkar. Otooksidasyonda (yağ, kauçuk, eter ve aldehitlerin oksijen ile radikalik yükseltgenmeyle bozunma tepkimesidir) oluşan ve yağda istenmeyen tat, görünüm ve koku oluşturan bileşikler peroksit, epoksit, ketohidroksit gibi gruplardır. Bu grupların özellikle yüksek ısılarda parçalanmaları ile çoğunlukla asit ve aldehitlerden oluşan değişik ürünler oluşur.

Yağlar insan vücudundaki hücre, doku ve organların yapısında yer almaları nedeniyle, yaşamın sürdürülebilmesi ve vücudun işlevlerini sağlıklı bir şekilde yerine getirebilmesi için mutlaka gerekli olan bir besin ögesidir.

Canlı vücudundaki anatomik yapının oluşum ve korunmasında yapı taşı olarak önemli işlevi bulunmaktadır. Vücut ısının ve suyunun korunmasında da izolatör olarak görev yapmaktadır. Vücuda alınan fazla enerji, gerektiğinde tekrar kullanılmak üzere yağ halinde depolanmaktadır. Yağlar hidrofob karakterli provitaminler ve vitaminler, hormonların sentezlendiği steroitler, kimi enzimler, antioksidan etkideki terpenler, glikozit ve alkoloit yapısındaki kimi aktif maddeler için de önemli kaynak ve/veya taşıyıcıdır

## 2.2 Türkiye’de Üretilen ve Tüketilen Bitkisel Yağlar

Bitkisel yağlar gıda sanayinde sıvı ve katı formlarda kullanıldığı gibi, yem sanayi, sabun sanayi, boya sanayi ve oleokimyasal sanayinde kullanılmaktadır. Ayrıca biyodizel ve biyogaz üretimi ile enerji üretiminde de kullanılabilir. Ülkemiz yağlı tohum ihtiyacını karşılama bakımından kendine yeten bir ülke değildir. Petrolden sonra en büyük ithalat kalemini yağlar oluşturmaktadır.



*Kanola-Kolza Tarlası*

Bitkisel yağ üretimimizin 280 bin tonu ayçiçeği yağı, 199 bin tonu pamuk yağı, geri kalanı soya, mısır ve kanola olmak üzere; 500 bin tonu yerli kaynaklardan temin edilmekte, yaklaşık 1,2 milyon ton bitkisel yağ açığımız ithalatla karşılanmaktadır.

Yemek sektöründe kullanılan yağların Türk Gıda Kodeksinde yer alan kriterleri karşılaması gerekmektedir. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından yayımlanan 28.08.2007 tarih ve 26627 sayılı Resmi Gazete’de

yayımlanarak yürürlüğe giren “Kızartma Amacıyla Kullanılan Katı ve Sıvı Yağların Kontrol Kriterleri Tebliği” (Tebliğ No:2007/41) kapsamında bir defadan fazla kızartma işlemlerinde kullanılan sıvı ve katı yağların kullanım özellikleri belirlenmiştir. Tebliğde kızartma yağlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin hangi sınırlar içerisinde kalması gerektiği yer almaktadır. Bu sınır değerlere göre atık yağlarda bulunan polar madde  $\leq$  % 25 ve dumanlanma noktası  $>170^{\circ}\text{C}$  olması gerekmektedir. İnsan sağlığını doğrudan ilgilendiren bu alanın düzenlenmesi ve kontrolü Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından yapılmaktadır.

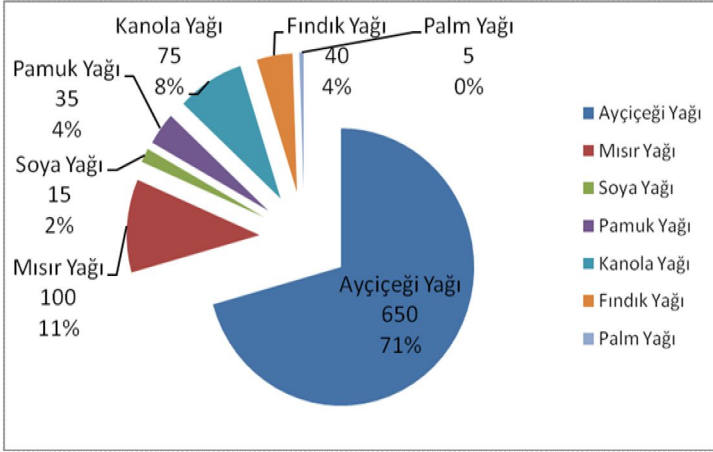


Ülkemizin yaklaşık 950 bin ton likit, 550 bin ton margarin, 200 bin ton civarında da yem, boya ve sabun sanayi ihtiyacı olmak üzere 1,7 milyon ton bitkisel yağ tüketimi vardır. Buna göre kişi başına düşen bitkisel yağ tüketimi 21 kg dır.

Ayçiçeği yağı, Türkiye bitkisel sıvı yağ tüketiminde yaklaşık % 70 paya sahiptir. 2009-2010



yılında bu miktarın 1 milyon ton olacağı tahmin edilmektedir. Türkiye Bitkisel Sıvı Yağ Tüketimleri Şekil-1’de verilmektedir.



**Şekil-1:** Türkiye Bitkisel Sıvı Yağ Tüketimleri (x 1000 t)

**Kaynak:** Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği & Trakya Birlik, 2009.

### 3- BİTKİSEL ATIK YAĞLAR

#### 3.1 Bitkisel Atık Yağ

Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği kapsamında, bitkisel ham yağ rafine sanayinden çıkan soap-stock, tank dibi tortu ve yağlı topraklar, kullanılmış kızartmalık yağlar, çeşitli tesislerin yağ tutucularından çıkan yağlar ve kullanım süresi geçmiş olan bitkisel yağlar, bitkisel atık yağ olarak tanımlanmaktadır.

Ülkemizde her yıl yaklaşık 1,7 milyon ton bitkisel yağ tüketilmektedir. Yağ rafınasyon prosesi sonucu ve elde edilen yağın tüketimi sonucu yaklaşık 350 bin ton bitkisel atık yağ oluştuğu tahmin edilmektedir.

### 3.1.1 Soap-stock

Bitkisel ham yağların rafınasyonunda serbest yağ asitlerinin kostik ile nötralizasyonu ve yıkama sonrasında ayrıştırılan, sabun, reçine asitleri ve vakslı maddeler, su ve az miktar yağ içeren yan ürün, soap-stock olarak adlandırmaktadır.



Soap-stock ham yağlardan sudkostik nötralizasyonu ile serbest yağ asitlerinin giderilmesi (alkali rafınasyon) sırasında ele geçen bir yan üründür. Bu işlem sırasında ham bitkisel yağa serbest yağ asitleri içeriğine göre belirlenen miktar ve derişimde sodyum hidroksit çözeltisi ilave edilerek;



reaksiyonuna göre sabun oluşturulur ve serbest yağ asitlerinin sabun halinde yağdan ayrılarak alt su fazında

toplanması sağlanır. Ancak bu işlem sırasında ham yağın bileşimine ve uygulanan koşullara bağlı olarak bir miktar nötr yağın da sabunlaşarak kaybolması söz konusu olabilir. Bir miktar nötr yağ, sabunların oluşturduğu emülsiyon fazına geçerek de kayıp olabilir. Ham yağda bulunan fosfatid, karbonhidratlar, proteinler, sterol, tokoferol, renk veren maddeler gibi bazı maddeler de bu işlem sırasında kısmen sabun fazına geçerek yağdan ayrılırlar. Genellikle ham yağın % 3-20'si oranında oluşan bu sabun fazı “soap-stock” olarak isimlendirilir. Bazı işletmelerde nötralize olan yağın su ile yıkanması sonucu ele geçen yıkama suları da bu faza ilave edildiğinden soap-stok, % 10-40 oranında toplam yağlı madde içerebilmektedir.

### **3.1.2 Tank dibi tortu**

Yağ üreten tesislerin ham bitkisel yağ depolarında dibe çöken ve yağ ihtiva eden tortular tank dibi tortu olarak adlandırılmaktadır. Bitkisel atık yağ üretimi yapılan tesislerde rafinasyon işleminden sonra bitkisel yağlar depolama tankına alınır ve zamanla tank dibinde yağ ihtiva eden tortu birikir. Bu tortular bitkisel atık yağ olarak değerlendirilir ve lisanslı bitkisel atık yağ toplayıcıları tarafından toplanarak çevre lisanslı geri kazanım tesislerinde işlenir. Bu tortuların içerisinde bitkisel yağ ayrılır ve ayrılan yağ sabun üretiminde hammadde olarak kullanılır.

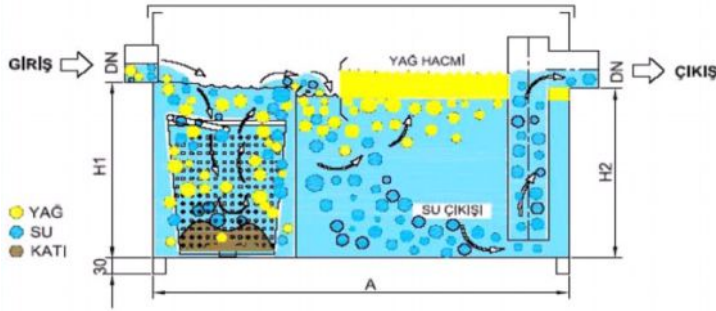
### **3.1.3 Yağlı toprak**

Yemeklik bitkisel yağ rafinasyonu sonucu ortaya çıkan topraklar yağlı toprak olarak adlandırılmaktadır.

Yemeklik yağ üretimi yapan tesislerde ham yağ 80-90 °C'ye kadar ısıtıldıktan sonra, yaklaşık % 0,1 oranında % 75'lik fosforik asit çözeltisi katılıp 30 dakika süre ile karıştırılarak yapışkan maddelerin hidratasyonu sağlanır. Daha sonra karışıma % 0,25 oranında ağartma toprağı ilave edilip homojen bir karıştırma yapılarak filtre preslerde filtre edilir. Bu işlem sonrasında çıkan yağlı topraklar bir miktar yağ içermektedir. Bu nedenle bu topraklar atık bitkisel yağ kategorisinde değerlendirilmektedir.

### **3.1.4 Yağ tutuculardan elde edilen yağlar**

Yağ tutucular, kullanılmış kızartmalık yağların bulaşık yıkanması veya yağın lavabodan doğrudan dökülmesiyle kanalizasyon sistemine vereceğı zararların önlenmesi veya arıtmaları sırasında arıtma tesisinin işletim maliyetlerinin azaltılmasına yönelik olarak atık sudaki yağın fiziksel yöntemler ile uzaklaştırılması amacıyla üretilen yağ ayırma birimleridir. Fiziksel özelliğinden dolayı (yağın suya göre yoğunluğu düşüktür) yağın ünitenin yüzeyinde toplanması sağlanır. Yağlı su, yağ tutucu tankı içinden geçirilir. Akış sırasında, yoğunluğu suyun yoğunluğundan daha küçük olan yağ zerrecikleri yağ tutucunun yüzeyine doğru yükselir. Nitelikli yağ tutucu kullanımının sağlanması ile toplanan bu yağların çevre lisanslı geri kazanım tesislerinde geri kazanımının sağlanması gerekmektedir.



**Şekil-2 : Yağ tutucu**

**Kaynak:** Öğüt ve Oğuz, 2008

Yağ tutucular atık sulardaki yağın fiziksel yöntemler ile giderilmesi amacıyla imal edilen yağ ayırma cihazlarıdır. Fiziksel özelliğinden dolayı (yoğunluk farkı) yağın ünitenin yüzeyinde toplanması sağlanır. Yağlı su, yağ tutucunun içinden geçirilir. Akış sırasında yoğunluğu suyun yoğunluğundan daha küçük olan yağ zerrecikleri yağ tutucunun yüzeyine doğru yükselir. Yağ tutucular, sistem içindeki su akışını bozan ve kanalizasyonda tıkanmalara neden olan gres, yağ, katılar ve diğer döküntüleri tutmak için tasarlanmıştır. Bu üniteler genelde mutfak bölümündeki dren yoluna eklenmektedir ve çoğunlukla lavabonun altında bulunmaktadır. Yağ tutucular bina dışında da kurulabilir. Bir yağ tutucu sürekli kontrol edilmeli ve uygun çalışmasını sağlamak için sık sık bakımı yapılmalıdır. Taşma, koku ve drenaj problemleri yağ tutucunun görevini gerektirdiği gibi yapmadığını gösteren işaretlerdir (Öğüt ve Oğuz, 2008).

### 3.1.5 Kullanılmış kızartmalık yağlar

Yüksek sıcaklık altında okside olmuş, tekrar kullanımı sağlık açısından uygun olmayan kızartma yağları kullanılmış kızartmalık yağ olarak adlandırılmaktadır.

Kızartma işlemi, en basit olarak gıda maddesinin sıcak yağ içinde pişmesi olarak tarif edilebilir. 170-190 °C sıcaklıkta gerçekleşen bu işlemde ısı ve kütle iletimi birlikte yürümektedir. Isı yağdan gıdaya transfer olurken, su gıdadan uzaklaşır ve yağ gıda maddesi tarafından absorblanır.



Kızartma sırasında yağda oluşan fiziksel değişimler sonucu viskozite artar, renk koyulaşır, köpürme olur, dumanlanma noktası azalır. Serbest yağ asitleri, karbonil bileşikleri ve yüksek molekül ağırlıklı maddeler artar. Bazı fiziksel değişimlerin göz ile görülebilmesine rağmen, sağlık açısından yağlar kızartma esnasında polar madde tayin cihazları ile kontrol edilmelidir

Evsel kullanımda ise kızartmalık yağın iki defa, kısa aralıklarla kullandıktan sonra değiştirilmesi gerekmektedir. Bir defa kullanılan yağ, aradan bir süre geçtikten sonra tekrar kullanılmamalıdır. Çünkü bekleme esnasında polimerizasyon devam etmektedir.

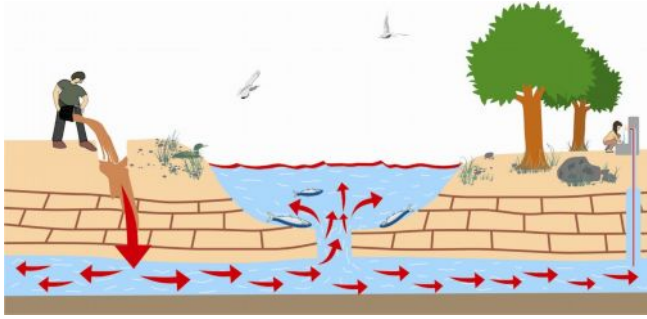
Toplam polar madde ve toplam oligomer madde değerleri sınır değerlere ulaştığında kullanılan kızartma yağı artık atık kızartmalık yağ kategorisine geçmektedir. Toplam polar madde oranı % 25'i geçtiği andan itibaren kanserojen etki başlamaktadır. Bu nedenle insan sağlığı için kızartma işleminde bitkisel yağ kullanımının kontrolünün son derece önemli olduğu kızartmalık yağlar, gıdadan çekildiği andan itibaren ekotoksik özellikleri nedeniyle çevre açısından da zararlı bir atık olmaktadır. (Türkey, 2008).

### **3.2 Bitkisel Atık Yağların Çevresel Etkileri**

Atık yağlar ekotoksik özelliğe sahiptir. Çevreyi kirletmekte ve bulunduğu ortamda yaşayan canlılara zarar vermektedir. Yeraltı sularını kirletmekte, sualtı canlı varlıklarını etkilemekte, kanalizasyon sistemlerinde ve atık su arıtma tesislerinde tıkanıklıklara ve kirlilik yükünün artmasına neden olarak işletim ve bakım maliyetini arttırmakta, toprağa döküldüğünde kirlenmelere neden olmaktadır

Yapılan araştırmalarda atık su kirliliğinin % 25'ini kullanılmış bitkisel ve hayvansal yağların oluşturduğu bulunmuştur. Arıtılmayan atık suların içindeki bitkisel ve hayvansal atık yağlar, denizlere, göllere ve akarsulara ulaştığında suyun kirlenmesi ve sudaki oksijenin azalması sonucu; başta balıklar olmak

üzere ortamdaki diğer canlılar üzerinde büyük tahribata yol açmaktadır. Ayrıca atık bitkisel yağlar özgül ağırlıkları nedeniyle su yüzeyini bir film tabakası gibi kaplamakta ve oksijen transferini önleyerek su altı canlı varlığını olumsuz yönde etkilemektedir.



Kullanılmış yağlar lavaboya döküldüğü zaman dren sistemine sıvanmakta, kanalizasyon borusu iç cidarında diğer atıkların yapışmasına ve zamanla borunun daralmasına neden olmaktadır. Bu şekilde tıkanıklıklara ve taşmalara neden olarak kanalizasyon sistemine ve arıtılması gereken atık yükünü arttırarak atık su arıtma tesislerine zarar vermekte ve bakım ve işletme maliyetini arttırmaktadır. ABD’nde yapılan bir araştırmaya göre lavaboya dökülen atık yağlar, kanalizasyon sistemlerinin % 40 oranında tıkanmasına neden olmaktadır.





*Kanalizasyon sisteminden çıkarılmış taşlaşmış atık yağ*

Yağ ve gres, anaerobik parçalanmaya karşı dirençlidir. Çamur içerisinde bulunduklarında, çürütücülerde aşırı köpüklenme olmasına neden olabilir, filtrenin gözeneklerini tıkayabilir ve çamurun arazide gübre olarak kullanılmasını engelleyebilirler.

Evsel ve endüstriyel atık suların ve çamurların yağ ve gres içeriği, bu atıkların yönetiminde oldukça önemlidir. Yağ ve gres sudaki çözünürlüklerinin az olması nedeniyle sıvı fazdan ayrılma eğilimi gösterir ve üst faz oluşturur. Yağ ve gresin, suda ayrışmaları oldukça yavaştır, bulundukları ortamlardan kolayca uzaklaştırılmazlar, bu nedenle suyun bulunduğu ortamlarda problemlere neden olmaktadır.

Atık su arıtım işleminde yağ ve gres ön çökeltim havuzunda köpük halinde ayrılmaktadır. Bu nedenle yüksek yağ ve gres içeriği taşıyan sanayilerde köpük problemi oldukça önemli olmaktadır. Ayrıca çamurun vakum filtrasyonu da oldukça güç olmaktadır.

Membran ile arıtım yapılması durumunda özellikle yağ ve gresin uzaklaştırılması gerekmektedir. Aksi takdirde yağ ve gres, membranın tıkanmasına neden olmaktadır.

Evsel atık sular genel olarak biyolojik olarak arıtılmaktadır. Evsel atık su içinde bulunan yağları biyolojik olarak arıtmak zordur. Çünkü biyolojik arıtmada faaliyet gösteren bakteriler yağ ve gresle kaplanarak aktiviteleri engellenmektedir. Bu nedenle atık yağlar atık suyun KOİ ve BOİ' sinde ciddi artışlara neden olmaktadır.



Atık su arıtma tesislerinde problem oluşturan yağ ve gresin tamamı ön çökeltim havuzlarında uzaklaştırılmaz. Suyun içerisinde çok ince emülsiyon halinde önemli miktarda yağ ve gres kalır. Aktif çamur tesislerinde gres çoğunlukla gres kürecikleri içine birirmektedir. Damlatmalı filtre ve aktif çamur proseslerinin her ikisi de sıvıdan biyolojik kütledeki hücrelere oksijen transferini engelleyen fazla miktardaki gresten önemli ölçüde etkilenmektedir. Ayrıca biyolojik arıtmada aktif çamur prosesi 30 mg/l'den fazla yağ içeriyorsa aktivitesi engellenmektedir.

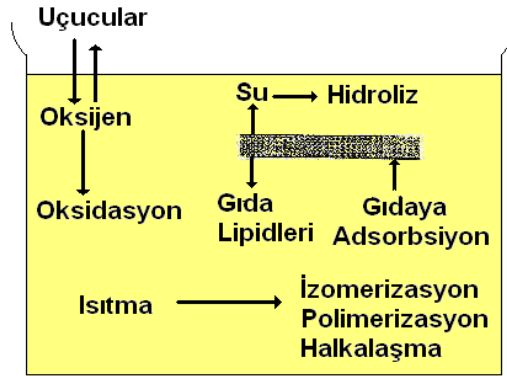
#### **4- KULLANILMIŞ KIZARTMALIK YAĞLARIN GIDADAN ÇEKİLME SÜRECİ**

Dünyada 20 milyon ton civarında bitkisel ve hayvansal yağ kızartma amaçlı kullanılmaktadır. Bu miktarın büyük bir kısmı, endüstriyel işletmelerde tüketildiği halde, yağların kullanımdan çekilmesi ve geri dönüşümünün sağlanması çok kolay olmamaktadır. Çünkü hem ham halde hem de atık olarak yağ, ekonomik bir değere sahiptir ve piyasada yasal ve yasal olmayan yollardan değerlendirilme imkânı bulabilmektedir. Bu nedenle bitkisel atık yağ yönetiminde bitkisel atık yağ üreticilerinin atıklarını, Valilikten geçici depolama izni almış toplayıcı firmalara ve taşıma lisansı almış taşıyıcı firmalara vermeleri ve atık yağın Çevre ve Orman Bakanlığı'ndan çevre lisansı almış firmalarca geri kazanımının yapılarak standardı olan nihai ürünlere dönüşümünün sağlanması gerekmektedir. Çevre kirliliğini önlemek, çevre ve insan sağlığını korumak için oluşan bitkisel atık yağın tamamının, bitkisel atık yağ toplama sistemine dâhil edilmesi gerekmektedir.

Bu amaç doğrultusunda “Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği” kapsamında Büyükşehir Belediyeleri ve Belediyelere 2008 yılından itibaren kullanılmış kızartmalık yağların hanelerden toplanması için gerekli sistemi kurmak, halkı bu konuda bilgilendirerek atık yağ toplama faaliyetlerini 2008 yılı itibariyle başlatmakla ilgili olarak görev ve yetki verilmiştir. Ayrıca Çevre ve Orman Bakanlığınca, “çevre denetim birimi” kuran Belediyelere ilgili Yönetmeliğin 8 inci maddesi gereğince sınırları dâhilindeki bitkisel atık

yağ üreten otel, lokanta, yemek fabrikaları, sanayi mutfakları ve benzeri yerleri denetlemek ve 2872 sayılı Çevre Kanunu gereğince gerekli cezai işlemleri uygulamak amacıyla söz konusu kanunun 12 nci maddesi gereğince yetki devri yapılmaktadır.

Kızartma işlemi sırasında, gıdada meydana gelen değişimlerle birlikte kızartma yağında da, fiziksel ve kimyasal değişimlere neden olan bir dizi reaksiyon oluşmaktadır. Hava ve gıdadaki oksijen, gıdanın nemi ve yüksek sıcaklık nedeniyle yağda hidroliz, oksidasyon ve polimerizasyon reaksiyonları gibi üç temel reaksiyon gerçekleşmektedir.



**Şekil-3:** Kızartma işlemi sırasında meydana gelen reaksiyonlar

Suyun etkisiyle gerçekleşen hidroliz reaksiyonu sonucunda mono- ve digliseridler, serbest yağ asitleri ve gliserol oluşurken, kızartma yağının asitliği artar ve

dumanlanma noktası azalır. Ortamda bulunan temizlik maddesi gibi bir yüzey aktif madde kalıntısı bu reaksiyonun oluşumunu kolaylaştırmaktadır.

Oksijen ve ısı etkisiyle gerçekleşen ve yağın tat, koku, renk gibi özelliklerini bozan oksidasyon reaksiyonları sonucunda, çok sayıdaki oksidasyon ürünleri ile bunların polimerleri oluşmaktadır

Yüksek sıcaklıklarda etkin olan termal polimerizasyon reaksiyonları sonunda ise trigliseridlerin dimer, trimer gibi polimerleri oluşmakta, oluşan bu maddeler yağın viskozitesinin artmasına ve renginin kararmasına neden olmaktadır.



Kızartma işlemi sonucunda yağlarda, uçucu maddelerden uçucu olmayan monomerik ve polimerik maddelere kadar geniş bir aralıkta değişen bozunma ürünleri oluşmaktadır. Bu maddelerin miktarı ve kimyasal yapıları yağın ve gıdanın cinsi ile sıcaklık, süre, kızartma yöntemi gibi kızartma koşullarına bağlı olarak değişmektedir. 400'den fazla farklı bozunma ürünü kızartma yağında belirlenmiştir. Ancak tüm bu bozunma ürünlerinin ortak özellikleri kimyasal yapılarının polar karakterli olmasıdır. Bu nedenle polar olmayan yağ içinde polar maddelerin miktarı tayin edilerek, bir başka

deyişle kızartma yağının toplam polar madde içeriğini (% TPM) saptayarak, kızartma yağı ve bozunma reaksiyonlarının miktarı hakkında sağlıklı bir değerlendirme yapmak mümkündür. Bu nedenle toplam polar madde içerikleri, kızartma yağlarının kullanımdan çekilmesini belirleyici bir kriterdir. Toplam polar madde miktarı polar madde tayin cihazı ile ölçülmektedir.

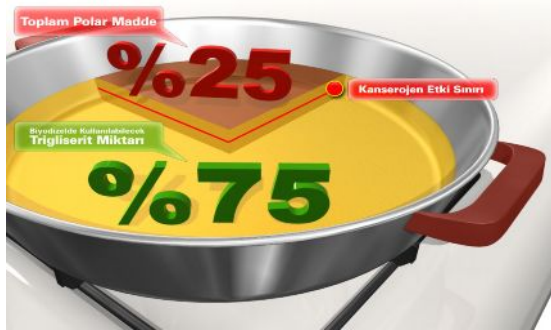


**Şekil-4: Polar Madde Tayin Cihazı**

Kızartma yağlarının değerlendirilmesinde kullanılan bir diğer kriter, yağın toplam oligomer (polimer) madde içeriğidir (% TOM). Bu değer için kabul edilen üst sınır ise % 10-12'dir. Kullanılmış yağlarının kullanımdan çekilmesi için gösterilen bu hassasiyet, bazı bozunma ürünlerinin insan sağlığına olumsuz etkileri ile özellikle poli klorlu bifeniller (PCBs), dioksin gibi doğada yok olmayan ve yağda çok iyi çözünen toksik maddelerin, kızartma sırasında gıdadan yağa geçerek birikmelerinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle Avrupa Parlamentosu, 2001 yılında yayımladığı bir Direktifle kullanılmış kızartma yağlarının hayvan yemi üretiminde

kullanılmasını yasaklayarak, söz konusu toksik maddelerin gıda zincirinden çekilmesini sağlamıştır.

Pek çok ülke yasa ve yönetmelikler ile bu değerin üst sınırını belirleyerek, kızartmalık atık yağların kullanımdan çekilmesini sağlamaktadır. Avrupa’da genellikle kızartma yağlarının toplam polar madde içeriğinin en fazla % 24-25 değerine ulaşana kadar kullanımda kalmasına izin verilmektedir. Ülkemizde de Tarım ve Köyişleri Bakanlığı’nın 28.08.2007 tarih ve 26627 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Kızartma Amacıyla Kullanılan Katı ve Sıvı Yağların Kontrol Kriterleri Tebliği” (Tebliğ No: 2007/41) ile kızartmalık yağların gıdadan çekilme süreçleri belirlenmiştir.



**Şekil-5:** Kullanılmış Kızartmalık Yağların Kanserojen Etki Sınırı

**Kaynak:** Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Birliği-ALBİYOBİR

Kızartmada kullanılan yağların sıcaklığı parlama noktasına (320 °C) ulaşıldığında yağ yüzeyinde sıçrama başlar. Yağın parlama noktasından alevlenme noktasına (400 °C) çok hızlı bir geçiş olmaktadır. Kızartmada kullanılan bitkisel yağların uzun süre duman oluşturmada verimli bir şekilde kullanılması için duman oluşma noktasının altındaki sıcaklıklarda kullanılması gereklidir.

Tebliğe göre dumanlanma noktası 170 °C'nin altına düştüğünde ve polar madde oranı % 25 değerine ulaştığında kızartmalık yağların gıdadan çekilmesi gerekmektedir. Tebliğ ile ilgili olarak denetimler Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından yapılmaktadır.

**Tablo-1:** Kızartma amacıyla kullanılmakta olan yağların özellikleri

Özellik	Limit
Polar Madde	$\leq$ % 25
Dumanlanma Noktası	$> 170$ °C

**Kaynak:** Kızartma Amacıyla Kullanılan Katı ve Sıvı Yağların Kontrol Kriterleri Tebliği (Tebliğ No: 2007/41)



## 5-BİTKİSEL ATIK YAĞLARIN GERİ KAZANIM YÖNTEMLERİ VE KULLANIM ALANLARI

Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliğine göre bitkisel atık yağların geri kazanımı, bitkisel atık yağların Çevre ve Orman Bakanlığı'ndan çevre lisansı almış geri kazanım tesisleri tarafından toplanarak endüstride kullanılacak yarı mamul (külçe sabun, stearin, kimya sanayinde kullanılacak hammadde ve benzeri) ve ürün (sabun, biyodizel ve benzeri) elde edilmesi işlemleri olarak tanımlanmaktadır. Yönetmelikte ürün ise, bitkisel atık yağların işlenmesi ve çeşitli katkılarla karıştırılması sonucu oluşan ve standardı olan nihai madde olarak tanımlanmaktadır.



Bitkisel atık yağların geri kazanımını yapacak olan firmaların Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından lisanslandırılması gerekmektedir. Bu geri kazanım tesisleri çevre lisansı olmadan işletilemezler. Lisans alma aşamasında, sabun üretimi için Sağlık Bakanlığında, yemlik yağ üretimi için Tarım ve Köyüşleri Bakanlığında gerekli izinler alınmalıdır. Bunların dışındaki ürünlerin üretimi ve kullanımı için ise gerekli

izinler, meri mevzuat çerçevesinde ilgili kurumlardan alınmalıdır.

Bir ulusal ve uluslararası standarda sahip olmayan, standardı belirlenmemiş olan geri kazanım ürünleri ile yarı mamuller nihai tüketim maddesi olarak kullanılmaz. Bunlar sabun, kimya ve benzeri sanayilerde birincil hammaddelere ilave edilerek standardı olan ürünlere dönüştürülebilmeleri durumunda bu sektörlerde kullanılır.

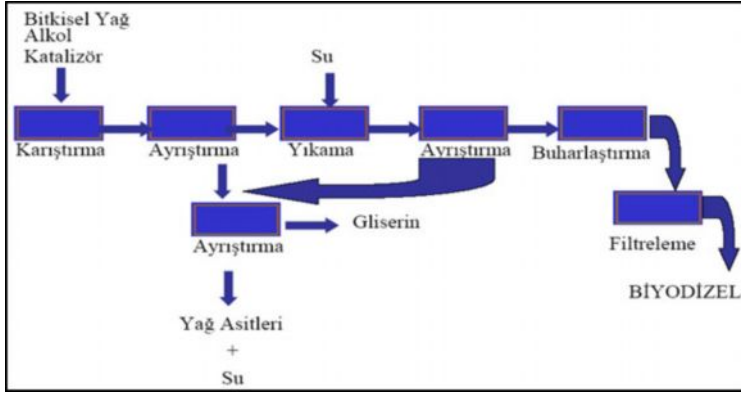
Kullanılmış kızartmalık yağların canlılar üzerindeki zararlı ve kanserojen etkileri nedeniyle yem ve sabun sanayinde kullanılması ilgili kurumların da işbirliği ile yasaklanmıştır. Kullanılmış kızartmalık yağların, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'nın 2005/24 sayılı Tebliğ'i ile yem sanayinde kullanılması ve Sağlık Bakanlığı'nın 15.02.2006 tarih ve 1697 sayılı yazısı ile de sabun üretiminde kullanılması yasaklanmıştır.

Geri kazanım ürünlerine dönüştürülemeyen atık yağlar ile geri kazanım işlemlerinde ortaya çıkan tehlikeli nitelikli atıklar ve bunlarla kirlenmiş malzemeler ve atık yağ depolama tanklarının dip çamurları, özelliklerine göre Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği veya 08.12.2001 tarihli ve 24607 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan Çimento Fabrikalarında Atıkların Alternatif veya Ek Yakıt Olarak Kullanılmalarında Uyulacak Genel Kurallar Hakkında Tebliğ hükümlerine göre çevre lisanslı tesislerde bertaraf edilir.

## 5.1 Biyodizel

Biyodizel, kolza (kanola), ayçiçek, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen yağların veya hayvansal yağların bir katalizator eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile (metanol veya etanol) reaksiyonu sonucunda açığa çıkan ve yakıt olarak kullanılan bir üründür. Kullanılmış kızartmalık yağlar ve hayvansal yağlar da biyodizel hammaddesi olarak kullanılabilir.

Biyodizel saf olarak veya her oranda petrol kökenli dizelle karıştırılarak yakıt olarak kullanılabilir. Saf biyodizel ve dizel-biyodizel karışımları herhangi bir dizel motoruna, motor üzerinde herhangi bir modifikasyona gerek kalmadan veya küçük değişiklikler yapılarak kullanılabilir.



**Şekil-6:** Biyodizel Üretim Aşamaları

**Kaynak:** Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü

Bitkisel yağların ısıl değerleri hidrokarbonlarının çift bağ sayısı ve zincir uzunluğuna bağlıdır. Aralarındaki çift bağ sayısı arttıkça ısıl değer azalmakta, zincir uzunluğu arttıkça ısıl değer artmaktadır. Burada ısıl değer artışı karbon ve hidrojen sayılarının oksijen sayılarına oranına bağlıdır. Dizel yakıtın ısıl değeri 39.500-41.000 KJ/kg, bitkisel yağların ısıl değeri ise 37.000-42.000 KJ/kg dır.

Bitkisel yağların viskozitesi motor üzerinde oldukça önemli olan ve araştırma yapılan bir konudur. Bitkisel yağların viskoziteleri genelde yüksek olduğu için püskürtme ile birlikte iri tanecikler silindirin içine gönderilir, iri zerrecikler nedeni ile yakıtın parçalanması zorlaşır. Yüksek viskozite basınç artışına ve yakıtın iyi atomize olamamasına neden olurken, viskozitenin düşük olması da kaçaklara neden olmaktadır.

Setan sayısı bir dizel yakıtın tutuşma kalitesinin ifadesidir, Setan sayısı yüksek olan yakıtın tutuşma kalitesi, tutuşmaya yatkınlığı yüksek demektir. Setan sayısının yüksek olması motorun daha sessiz çalışmasını sağlar. Dizel yakıtların setan sayısı 45-50 arasındadır. Bitkisel yağların setan sayısı ASTM metodlarına göre 32-42 arasında değişmektedir. Yağların modifiye teknikleri ile dizel yakıtına dönüştürülmesi sonucunda setan sayısı artmaktadır.

Dizel yakıtının yoğunluğu 0,851 kg/litre (40 °C), ayçiçeği yağının yoğunluğu ise 0,921 kg/litre (20 °C) dir. Genel olarak bitkisel yağ yoğunluğu 0,910-0,940 kg/litre (15 °C) arasında değişmektedir. Bitkisel yağların yoğunluğu doymamış yağ asitleri ve molekül ağırlığı nedeni ile artmakta, esterleşme ile azaltılabilmektedir.

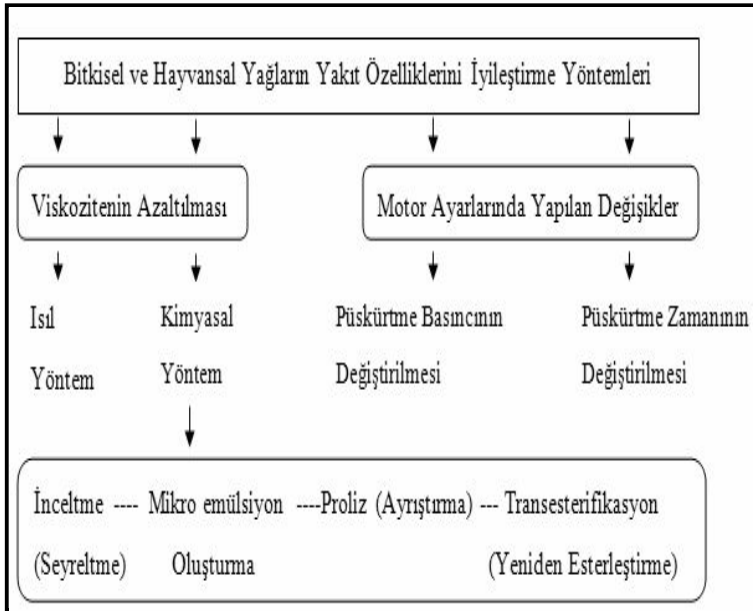
**Tablo-2:** Türkiye’deki Biyodizel Standartları

<b>Kriterler</b>	<b>TSE EN 14214</b>
Yoğunluk 15 °C g /m <sup>3</sup>	0.86–0.9
Viskozite 40 °C mm <sup>2</sup> / s	3.5-5
Parlama Noktası °C	> 101
Kükürt % m/m	< 0.01
Sülfatlanmış Kül % m/m	0.02
Su mg/kg	< 500
Karbon Kalıntısı % m/m	< 0.03
Toplam Kirlilik mg/kg	< 24
Setan Sayısı	> 51
Metanol % kütle	< 0.2
Ester İçeriği % kütle	> 96.5
Monogliseritler % kütle	< 0.8
Digliseritler % kütle	< 0.2
Trigliseritler % kütle	< 0.4
Serbest Gliserol % kütle	< 0.02
Toplam Gliserol % kütle	< 0.25
Fosfor mg/kg	< 10
Alkali Metaller (Na,K) mg/kg	< 5

Bitkisel yağlar, enerji içeriği yüksek, petrol kökenli yakıtların (motorin ve fuel-oil) özelliklerine benzer özellik gösteren en önemli yenilenebilir enerji kaynakları arasındadır, ancak bitkisel yağların yüksek viskoziteleri ve düşük sıcaklıklarda katılaşma eğilimleri (yüksek bulutlanma ve akma noktaları) önemli iki sorun olup; bu özellikleri doğrudan kullanımlarını engellemektedir, püskürtmede ve depolamada sorunlara neden olmaktadır. Katılaşma eğilimi ısıtma veya katkı maddesi eklenmesiyle çözümlenebilmektedir. Viskozite

sorununun çözümü için ise modifikasyon teknikleri önerilmektedir. Bu modifikasyon teknikleri:

- 1) Seyreltme,
- 2) Piroliz,
- 3) Mikro emülsiyon,
- 4) Transesterifikasyondur.



**Şekil-7:** Hayvansal ve Bitkisel Yağların Yakıt Özelliklerinin İyileştirilmesi

**Kaynak:** Kaplan C., (2001)

## **1)Seyreltme ile bitkisel yağların yakıt olarak kullanımı:**

Seyreltme modifikasyon tekniği uygulamasında, bitkisel yağlara belirli oranlarda motorin ve/veya organik bileşikler katılarak yağın viskozitesi düşürülmektedir.

Motorin dışında başka seyreltme maddesi olarak ayçiçeği yağının viskozitesini azaltmak amacıyla yağ, normal bütanol, aseton ve etanolla çeşitli hacim oranlarında karıştırılmaktadır.

Bu tekniğin kullanılmasındaki karışımlar kolaylıkla hazırlanmaktadır. Ayrıca bitkisel yağ ve motorin karışımları depolanmasında herhangi bir sorun yoktur ve depolamada karışımın faz ayrışması olmamaktadır.

Seyreltme modifikasyon tekniği, alternatif motorinlerin hazırlanması için kullanılan diğer tekniklere oranla uygulanması çok daha kolay bir tekniktir. Özellikle tarım sektöründeki zirai ekipmanlarda alternatif yakıtların kullanılabilmesi için çalışanlara ilave bir teknik eğitim vermeksizin hazırlanabilecek yakıt karışımları kolaylıkla kullanılabilir.

## **2) Piroliz ile bitkisel yağların yakıt olarak kullanılması:**

Piroliz kok kömürü üretmek amacıyla çok uzun yıllardan beri uygulanan termokimyasal bir prosestir. Bu proses, kok verimini arttıracak şekilde düşük sıcaklıkta ve yavaş bir reaksiyon hızıyla gerçekleştirilmektedir.

Piroliz gaz, sıvı ve katı ürün üretmek amacıyla oksijensiz ortamda organik maddelerin ısı ile bozundurulmasıdır. Piroliz, aktif karbon üretiminde uzun

süredir kullanılmaktadır. Üretilen maddenin miktarı, uygulanan metot ve reaksiyon parametrelerine bağlıdır. Yüksek miktarda katı ürün elde etmek için, hammadde düşük sıcaklıklarda yavaş tepkimeye sokulmaktadır. Hızlı veya flash piroliz maksimum sıvı ürün elde etmek için uygulanır.

Piroliz işleminde sıvı ürün verimi reaksiyon hızına bağlıdır. Genellikle 450-650 °C gibi düşük sıcaklıklarda çok yüksek ısıtma hızları (1000-10000 °C/sn) ile kısa sürelerde gerçekleştirilen flash ve hızlı piroliz tekniklerinde sıvı ürün verimi yüksektir. Bu şekilde uygulanan piroliz işlemlerinde, oluşan büyük moleküllü sıvı ürünlerin gaz halindeki daha küçük moleküllere parçalanması engellenerek, sıvı ürün veriminin artması sağlanmaktadır.

### **3) Mikro emülsiyon ile bitkisel yağların yakıt olarak kullanılması:**

Bitkisel yağların yüksek viskozitelerini düşürmek için uygulanan bir diğer yöntem metanol, etanol gibi kısa zincirli alkollerle mikro emülsiyon oluşturmaktır. Mikro emülsiyon oluşturma yöntemi ile hazırlanan yakıtların ısı değerleri, alkol içermeleri nedeni ile dizel yakıtına oranla daha düşüktür ve güçte bir miktar düşmeye neden olmaktadır.

### **4) Transesterifikasyon ile bitkisel yağların yakıt olarak kullanılması: Biyodizel Eldesi**

Transesterifikasyon, yağ asitlerinin (bitkisel yağlar, bitkisel atık yağlar, hayvansal yağlar) bazik bir katalizör



eşliğinde alkol (metanol, etanol v.b.) ile esterleşme reaksiyonudur.

Bu yöntem ile biyodizel üretiminde aşağıdaki işlem basamakları takip edilmektedir.

1. Alkol ve katalizörün karıştırılması: Katalizör tipik olarak sodyum hidroksit veya potasyum hidroksittir. Katalizör, standart bir karıştırıcı ve mikser kullanılarak alkol içerisinde çözülür.
2. Reaksiyon: Alkol/katalizör karışımı kapalı reaksiyon kabı içerisine doldurulur ve bitkisel veya hayvansal yağ ilave edilir. Alkol kaybını önlemek amacıyla sistem tamamen atmosfere kapatılır. Reaksiyon karışımı, reaksiyonu hızlandırmak amacıyla belli bir sıcaklıkta tutulur ve reaksiyon gerçekleşir. Hayvansal veya bitkisel yağların kendi esterlerine tamamen dönüştürülmesini sağlamak için fazla alkol kullanılır.
3. Ayırma: Reaksiyon tamamlandıktan sonra iki ana ürün gliserin ve biyodizeldir. Her bir ürün reaksiyonda kullanılan miktardan arta kalan önemli miktarda metanol içerir. Gliserin fazının yoğunluğu, biyodizel fazınkinden çok daha fazla olduğundan bu iki faz gravite ile ayrılır ve gliserin fazı çöktürme kabının dibinden kolayca çekilir. Daha hızlı ayırma işlemi için santrifüj kullanılır.
4. Alkolün uzaklaştırılması: Gliserin ve biyodizel fazları ayrıldıktan sonra her bir fazdaki fazla alkol bir flaş buharlaştırma veya distilasyon prosesi ile

uzaklaştırılır ve reaksiyon karışımı nötralize edilir. Gliserin ve ester fazları ayrılır. Her iki durumda da alkol distilasyon kolonu kullanılarak geri kazanılır ve tekrar kullanılır.

5. Gliserin nötralizasyonu: Gliserin yan ürünü, kullanılmamış katalizör ve bir asit ile nötralize edilmiş sabunlar içerir ve ham gliserin olarak depolanmak üzere depolama tankına gönderilir. Su ve alkol, ham gliserin olarak satışa hazır olan % 80-88 saflıkta gliserin elde etmek amacıyla uzaklaştırılır. Gliserin daha hassas kullanımlar için % 99 veya daha yüksek saflığa kadar distillenir ve kozmetik ve ilaç sektörüne satılır.
6. Metil ester yıkama işlemi: Gliserinden ayrıldıktan sonra biyodizel kalıntı katalizör ve sabunları uzaklaştırmak amacıyla ılık suyla yıkanır, suyu uzaklaştırılır ve depolamaya gönderilir.



Biyodizel, bitkisel veya hayvansal yağlardan türetilen yağ asidi zincirinin mono alkil esteri olarak tanımlanmaktadır. Biyo kelimesi yakıtın yenilenebilir ve



kullanılan alkali katalizördür. Genel olarak bakıldığında ise alkali katalizörler reaksiyonu asit katalizörlere göre daha hızlı yürüttüğünden daha çok tercih edilirler. Alkali katalizörlü alkolizde, gliserollerin ve alkollerin susuz olması gerekir; çünkü su sabunlaşma reaksiyonuna sebep olur. Sabun oluşumu ester miktarını azaltır, ester ve gliserolün ayrılmasını zorlaştırır.

Alkolizde kullanılan asit katalizörler ise sülfirik asit, fosforik asit, hidroklorik asit ve organik sulfonik asitlerdir.

Enzimatik katalizörler olarak genellikle lipazlar kullanılır. Ancak enzimin aktivitesini korumak için reaksiyon koşullarının çok iyi denetlenmesi gerekmektedir. Alkoliz reaksiyonu için katalizör olarak lipaz kullanıldığında triaçilgliseroller ve kısmi gliseroller lipaz varlığında hidrolize olarak kısmi gliseroller ve serbest yağ asidi verirler. Metil esterler de, metanol ve serbest yağ asidinin esterleşme reaksiyonu sonucu oluşur.

Alkoliz reaksiyonlarında sadece metanol, etanol, propanol, bütanol ve amil alkol gibi basit alkoller kullanılır. Bu alkoller arasında en çok tercih edilen alkol metanoldür.

Alkali katalizör ile transesterifikasyon reaksiyonu için trigliserid ve alkol sudan arınmış olmalıdır. Çünkü su reaksiyonu önleyici etkiye sahiptir. Ayrıca reaksiyonda oluşan sabun, ester ürünlerini azalttığı gibi esterin, gliserinin ve suyun ayrıştırılmasını da zorlaştırır. Trigliseridde düşük serbest yağ asidi içeriği varsa alkali katalizörlü transesterifikasyon reaksiyonu daha verimlidir. Eğer trigliseridde daha fazla su ve serbest yağ asidi varsa asidik katalizörlü transesterifikasyon

reaksiyonu kullanılır. Asidik katalizörlü reaksiyon trigliseridleri sadeleştirebileceğinden daha sonra bir alkali katalizör ile transesterifikasyon yapılabilir. Asidik katalizörlü transesterifikasyon reaksiyonunda alkol-trigliserid molar oranı daha yüksek, reaksiyon süresi daha uzundur.

Baz katalizörlüğündeki transesterifikasyon yöntemi ekonomik ve yüksek verimli bir prosestir. Bunun başlıca nedenleri:

- Düşük sıcaklık ve basınçta çalışılması,
- Minimum yan reaksiyon ve kısa reaksiyon süresi ile beraber yüksek verimli (% 98) bir proses olması,
- Başka herhangi bir ara basamağa gerek kalmadan metil esterlere direkt dönüşümün sağlanmasıdır.

**Biyodizel üretiminde kullanılan kaynaklar aşağıdaki gibi sıralanabilir:**

- Soya fasulyesi, kolza, ayçiçek yağı, mısır yağı, pamuk yağı, palm yağı gibi bitkisel kaynaklar,
- Hayvansal yağlar,
- Kullanılmış kızartmalık yağlar,
- Yağ teknolojileri yan ürünleri (asit yağı, soap-stock)
- Bitkisel yağların rafine edilmesinde kullanılan ağartma toprağı.

Günümüzde hayvansal ve bitkisel yağlardan elde edilen yağ asidi metil esterlerinin en önemli kullanım

alanlarından biri petrol bazlı dizel yakıtlara alternatif olarak gösterilen biyodizel yakıtı üretimidir. Biyodizel saf olarak veya her oranda petrol kökenli dizelle karıştırılarak kullanılabilir.

Saf biyodizel ve dizel-biyodizel karışımları herhangi bir dizel motoruna, motor üzerinde herhangi bir modifikasyona gerek kalmadan veya küçük değişiklikler yapılarak kullanılabilir.



Biyodizel, dizel ile karışım oranları bazında aşağıdaki gibi adlandırılmaktadır:

B5 : % 5 Biyodizel + % 95 Dizel

B20 : % 20 Biyodizel + % 80 Dizel

B50 : % 50 Biyodizel + % 50 Dizel

B100 : % 100 Biyodizel

Biyodizel enerji kaynağı önemli bir sektör oluşturma aşamasında çok hızlı bir potansiyel kazanmaktadır. Bunun nedenleri, dizel yakıt yerine doğrudan kullanılabilmesi, dizele yakın bir yakıt verimi

olması, hayvansal ve bitkisel yağlardan elde edilebilir olması, enerji tarımı için işgücü ve ekonomik sektör oluşturması, yenilenebilir olması, sera gazı emisyonu açısından nötr olması, çevreci olması şeklinde sıralanabilir.

### **5.1.1 Biyodizelin Çevresel Avantajları**

Dünya enerji ihtiyacının tarihsel gelişimi incelendiğinde üretimin ve tüketimin katı yakıtlardan sıvı ve gaz yakıtlara kaymakta olduğu görülmektedir. Bununla birlikte alışlagelmiş bu enerji kaynakları rezervlerinin sınırlı oluşu ve petrol krizleri buna bağlı olarak artan fiyatlar ülkeleri hem çeşitli tasarruf önlemlerine hem de yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi konusuna yöneltmiştir. Yağlı tohum kökenli çeşitli sıvı, katı ve gaz yakıtlar alternatif yakıt olarak üretilmekte ve kullanılmaktadır. Bu yakıtların önemli bir bölümünü de motorine ve fuel-oil'e alternatif sıvı yakıtlar oluşturmaktadır. Bitkisel yağlar doğrudan veya modifikasyon teknikleri (seyreltme, mikro emülsiyon oluşturma, piroliz ve transesterifikasyon) ile motorine ve fuel-oil'e alternatif olarak değerlendirilmektedir.

Biyodizel (yağ asidi metil esteri), tarımsal bitkilerden elde edilmesi nedeniyle, biyolojik karbon döngüsü içinde, fotosentez ile CO<sub>2</sub>'i dönüştürüp karbon döngüsünü hızlandırdığı için sera etkisini artırıcı yönde etki göstermez. Yani biyodizel CO<sub>2</sub> emisyonları için doğal bir yutak olarak düşünülebilir. Ayrıca CO, SO emisyonlarının, partikül madde ve yanmamış hidrokarbonların (HC) daha az salındığı kanıtlanmıştır.

Ozon tabakasına olan olumsuz etkiler biyodizel kullanımında dizel yakıta nazaran % 50 daha azdır. Asit yağmurlarına neden olan kükürt bileşenleri biyodizel yakıtlarda yok denecek kadar azdır. Biyodizel yakıtlarının yanması sonucu ortaya çıkan CO oranı dizel yakıtların yanması sonucu oluşan CO oranından % 50 daha azdır.



Biyodizelin NOx emisyonları dizel yakıta göre daha fazladır. Emisyon miktarı motorun biyodizel yakıta uygunluğuna bağlı olarak değişmektedir. NOx emisyonlarının % 13 oranına kadar arttığı test edilmiştir. Bununla birlikte biyodizel kükürt içermez. Bu yüzden NOx kontrol teknolojileri biyodizel yakıtı kullanan sistemlere uygulanabilmektedir. Konvansiyonel dizel yakıtı ise kükürt içerdiği için NOx kontrol teknolojilerine uygun değildir.

Kyoto Protokolü'nde AB üyesi ülkeler CO<sub>2</sub> emisyonlarını 2010 yılına kadar 1990 seviyesinden % 8 oranında azaltmayı taahhüt etmiştir. Bu hedefi başarmak için yenilenebilir enerji önemli bir araçtır. Biyokütle daha ağırlıklı olarak yenilenebilir enerji kaynaklarından



biri olacaktır. AB taşımacılık sektöründe biyoyakıtların kullanımını geliştirmek için Direktifler yayımlanmakta ve hedefler belirlenmektedir.

Saf biyodizel (B100) ve % 20 oranında (B20) biyodizel kullanılması durumunda ortaya çıkabilecek emisyon değerlerinin dizel yakıtlarla karşılaştırmalı değerleri Tablo 3’de verilmektedir.

**Tablo-3:** Dizel ve biodizel yakıtın emisyon değerlerinin karşılaştırılması

	<b>B100</b>	<b>B20</b>
Yanmamış Hidrokarbonlar	% -93	% -30
Karbon Monoksit	% -50	% -20
Partikül Madde	% -30	% -22
NO <sub>x</sub> (Azot Oksitler)	% +13	% +2
Sülfatlar	% -100	% -20
Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar – PAH (Kanserojen Maddeler)	% -80	% -13
nPAH (nitratlı PAH'lar)	% -90	% -50
Hidrokarbonların Ozon Tabakasına Etkisi	% -50	% -10

**Kaynak:** Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, 2009

### 5.1.2 Bitkisel Atık Yağdan Biyodizel Üretimi Yapacak Tesislerin Teknik Özellikleri

Bitkisel atık yağlardan biyodizel üretimi yapacak olan tesislerin Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nun teknik düzenlemelerine uygun olarak üretim yapmaları, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumundan “biyodizel işleme lisansı” ve Çevre ve Orman Bakanlığı'ndan çevre lisansı almaları gereklidir. Biyodizel üretimi sonucu oluşan yan ürünlerin kullanımı ve satışı için ilgili kurumlardan izin alınması gereklidir.



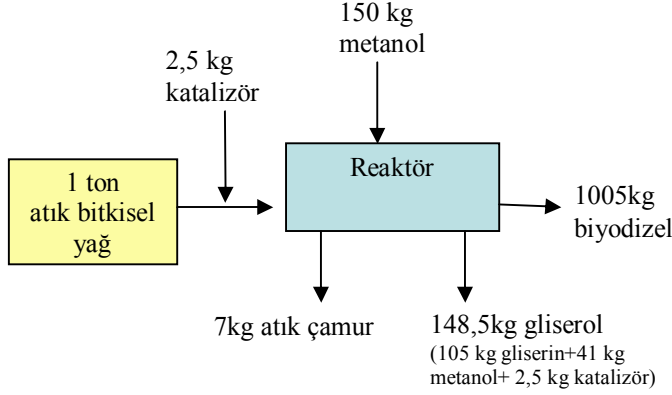
Atık yağlardan biyodizel üretimi yapılan bir tesiste aşağıdaki bölümlerin olması gereklidir:

- Atık yağ deposu: Tehlikeli özellik gösteren atık olduğu göz önüne alınarak ve yangın ve depreme karşı gereken önlemler alınmalıdır.
- Katalizör hazırlama ünitesi: Eğer piyasadan hazır katalizör çözeltisi satın alınmıyor ise katalizörü metanolde çözen bir tank bulunmalıdır.

- Metanol tankı: Alevlenme noktası, kaynama noktası ve zehirli olma özelliği dikkate alınarak gereken önlemler alınmalıdır. Metanol iyi havalandırılan, direkt güneş ışığı almayan ve nemsiz bir ortamda depolanmalıdır.
- Reaktör: Karıştırılmalı, ısıtılmalı ve malzemesi atık yağın asit içeriğine göre seçilmiş bir reaktör olmalıdır.
- Dinlendirme tankı veya santrifüj seperatör,
- Metanol buharlaştırıcı: Ester ve gliserol fazlarından metanol geri kazanmak üzere bir evaporatör veya distilasyon cihazı,
- Ester yıkama ünitesi,
- Biyodizel kurutucusu,
- Biyodizel depolama tankı (Kuru ve güneş almayan bir ortamda muhafaza edilmelidir),
- Atık gliserin depolama tankı,
- Su yumuşatma sistemi,
- Vakum sistemi,
- Atık su arıtma sistemi,
- Atık gaz arıtma sistemi,
- Tesisteki pompa ve elektrik motorları exproof ve topraklanmış olmalıdır.

Bunların dışında;

- Kullanılan katalizörün cinsine göre gerekli önlemler alınmalıdır. Katalizörün hava ile temas etmemesi, el ile temas etmemesi ve teneffüs edilmemesi gereklidir.
- Üretimin her aşamasında çözücü kullanımına dikkat edilmeli, çözücü geri kazanımı mutlaka yapılmalı, buharlaşarak havaya karışmaması için gerekli önlemler alınmalıdır.
- Biyodizel üretimi yapılırken maksimum verimle üretim yapılması ve reaksiyon sonrası ayırma ve saflaştırma işlemlerinin sorunsuz olarak yapılabilmesi için, kullanılan yağın, katalizörün ve çözücünün su içermemesine özen gösterilmeli ve gerek bu maddelerin gerekse üretim sonrasında elde edilen biyodizelin hava geçirmeyen kuru tanklarda/depolarda muhafaza edilmesi sağlanmalıdır.
- Biyodizelin aynı zamanda çözücü özelliği de olduğu için depolandığı tanklarda boya, vernik, antipas v.b. gibi biyodizel içinde çözünebilecek maddelerin yer almamasına özen gösterilmelidir.
- Üretim sırasında meydana gelen atık su arıtma tesisine gönderilmelidir.



**Şekil-8:** Örnek bir tesisin bitkisel atık yağdan biyodizel üretimi kütle dengesi

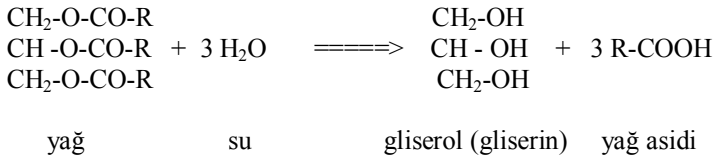
Kütle dengesindeki miktarlar (reaksiyona giren hammadde ve çıkan ürün miktarları) prosesden prosese ve hammadde özelliklerine göre değişiklik göstermektedir.

1 ton atık yağdan 1005 kg biyodizel üretimi gerçekleştirilmekte olup, 7 kg atık çamur ve 148,5 kg gliserol (105 kg gliserin + 41 kg metanol + 2,5 kg katalizör) oluşmaktadır.

Biyodizel üretimi sırasında açığa çıkan yan ürün gliseroldür. Gliserin tatlı, kıvamlı, sıvı tabiatında üç değerli bir alkoldür. Su ve etil alkolde her oranda karışabilir. Gliserin su çekici özelliği sahip olması ve nem oluşturmaya nedeniyle özellikle kozmetik sanayinde ve ilaç endüstrisinde kullanılmaktadır.

## Gliserin:

Saf gliserin, renksiz, kokusuz, tatlı, koyu kıvamlı sıvıdır. Üç hidroksilli bir alkol olup kimyasal formülü  $\text{CH}_2\text{OHCHOHCH}_2\text{OH}$  şeklindedir. Doğada hayvansal ve bitkisel yağların ana maddesi olan gliserin esterleri (gliserid) halinde yaygın olarak bulunur. Yağ asitlerinin doğal yağlardan üretilmesinde gerçekleşen iki işlem, yağların parçalanması yani sabunlaştırma veya hidrolize edilmesidir. Bu işlem sonucu aşağıdaki tepkimede görüldüğü gibi yağ asidi ve gliserin oluşur.



Yağ asitlerinin üretimi sırasında yan ürün olarak elde edilen gliserinin geri kazanılması ayrı bir işlem gerektirir. Yağ parçalayıcıdan gelen gliserinli su % 12-20 oranında gliserin, emülsifiye olmuş yağ, az miktarda çözünmüş asitler, proteinli maddeler ve eser miktarda inorganik tuzlar içerir. Gliserinli suyun pH'ı 4,5-5 civarındadır. Gliserinli sular aside dayanıklı buharlaştırıcıda konsantre edilerek içindeki safsızlıklar uzaklaştırılır.

Yağ parçalama işlemi sonucu elde edilen gliserinin (% 88 gliserin) ticari standartlara uygun olması için tekrar damıtılması ve deiyonize edilmesi gerekir.

Yağların parçalanması sırasında ise yağ, su ile tepkimeye girerek yağ asitleri ve gliserinli sular oluşur. Gliserinli sular bir ön saflaştırma işleminden sonra düşük basınç altında buharlaştırılır. Çöken tuzları ayırmak için sıcak iken süzülür. Daha saf gliserin elde etmek için fraksiyonel destilasyon işlemi yapılır.

Gliserin endüstrinin hemen hemen bütün sektörlerinde kullanılan bir maddedir. Ftalitik asit gibi asitlerle birleşerek boya sanayinin önemli bir girdisi olan alkid reçinelerini oluşturur. Yatıştırıcı ve deriyi yumuşatıcı özelliklerinden dolayı çoğu ilaç ve kozmetiğin bileşiminde gliserin vardır.

Gliserin, pasta türü ürünleri nemli tutmak için, şekerleme ve şekerli kremlerin kristalleşmesini önlemek için, tat vericiler ve öz suları için taşıyıcı ve çözücü olarak, renk verici maddeleri çözücü olarak gıda sanayinde büyük miktarlarda kullanılır. Nemlendirici özelliğinden dolayı işlenme sırasında ufalanmasını önlemek için tütün üzerine serpilir. Yapıştırıcı ve tutkallara gliserin ilave edilerek çabuk kurumaları önlenir. Birçok özel yağlama sorunu gliserin ve gliserinli karışımlar ile önlenmektedir.

Büyük miktarlarda gliserin birçok maddenin plastikleştirilmesinde kullanılmaktadır. Bazı özel tip kâğıtları yumuşatmak amacı ile gliserin ilave edilir. Kimyasal türevleri içinde gliserinin esterleri çok önemlidir. Nitrogliserin dinamit yapımında kullanılır.

Gliserin, teknik gliserin, dinamit gliserini ve farmasötik gliserin gibi çeşitli kalitelere pazarlanır. Teknik kalitedeki gliserin boya ve tekstil endüstrisinde, farmasötik gliserin ise ilaç, kozmetik ve gıda sanayinde kullanılır.

## **5. 2 Biyogaz**

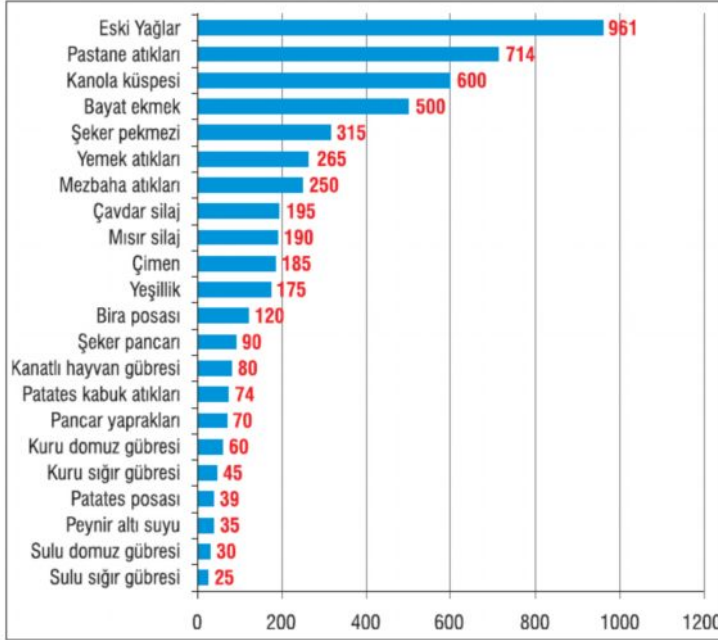
Biyogaz, organik bazlı atık/artıkların oksijensiz ortamda (anaerobik) fermentasyonu sonucu ortaya çıkan renksiz, kokusuz, havadan hafif, parlak mavi bir alevle yanan ve bileşiminde organik maddelerin içeriğine bağlı olarak yaklaşık; % 60-70 metan, % 30-40 karbondioksit, % 0-2 hidrojen sülfür ile çok az miktarda azot ve hidrojen bulunan bir gaz karışımıdır.

Dört bölümden oluşan biyogaz tesisinin ilk aşamasında hammadde açık alan silo içinde depo edilip, ihtiyaca göre kullanılmaktadır. Metan gazının oluşum aşamasında moleküler hidrojen desteğiyle metanojen bakteriler olarak bilinen anaerob bakteriler aracılığı ile metan gazı oluşturulmaktadır. İkinci aşama olarak fermentörde anaerob fermentasyon süreci gerçekleştirilmektedir. Üçüncü aşama gazın arındırılması ve gazın kullanımından oluşmaktadır. Dördüncü aşamada ise fermentasyon artığı depolanmakta ve değerlendirilmektedir.



**Tablo-4:** Hammaddelere göre biyogaz hasılatı  
(m<sup>3</sup> biyogaz / ton hammadde)

(Bu değerler tesisin teknoloji sistemine, ısı değerine, pH-değerlerine bağlıdır)



**Kaynak:**Yrd. Doç. Dr. Ergün PEHLİVAN, Selçuk  
Üniv. Çevre Müh. Bölümü, Biyogaz ve Biyogaz  
Uygulamaları.

Ülkemizde biyogazın hayvansal dışkılarından elde edildiği gibi bir algılama söz konusu ise de gelişmiş ülkelerde tarımsal atıklar ile başta atık bitkisel yağlar olmak üzere organik atıklar ve atıklar biyogaz üretiminde kullanılabilmektedir. Organik maddeler (yağlar, karbonhidratlar, proteinler) mikroorganizmalar etkisiyle

ayrıştırılır. Bu anaerob modifikasyon, işlev bakımından birbirlerini tamamlayan bakteriler tarafından gerçekleştirilmektedir. Fermantasyon sayesinde toprağa çabuk işleyen ve bitkiler tarafından kolayca absorbe edilen ince sıvı homojen çok mineralli organik gübre elde edilmektedir.



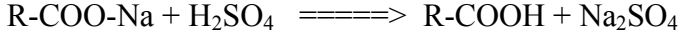
Biyogaz doğalgazın kullanım alanlarıyla paralel olarak kullanılabilen çevre dostu bir enerji kaynağıdır. Geri kazanımda biyogazın en önemli avantajı atığın bir bütün halinde kullanılabilmesi, proses artığının da tamamen organik gübre olarak değerlendirilebilmesidir.

## **5. 3 Asit Yağ**

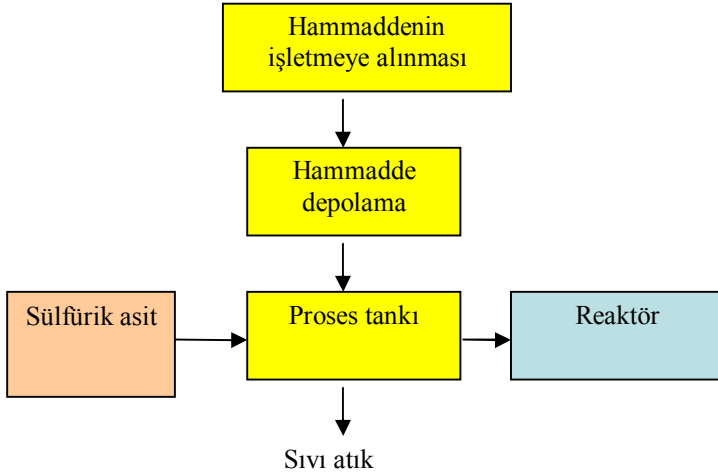
### **5.3.1 Soap-stock'dan asit yağ üretimi**

Soap-stock'un sülfirik asitle parçalanması sonucu asit yağ ve tuzlu su oluşmaktadır. Oluşan asit yağı, işlenen soap-stock'un kaynağına göre değişmektedir. Örneğin zeytinyağı veya mısır yağı işleniyorsa oleik asit ( $C_{17}H_{33}COOH$ ) oluşmaktadır. Asit yağı, bitkisel ham yağların rafinasyonu esnasında çıkan soap-stock'un

bünyesindeki sodyum hidroksitin nötrleşmesi ile elde edilen bir üründür.



Soap-stock depolama tanklarına alınır. Depolama tankından şarj için proses tankına alınarak karıştırıcılar vasıtasıyla yavaş yavaş karıştırılır. Hammaddenin % 3'üne karşılık gelen miktarda, % 98'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> azar azar eklenerek karıştırma işlemi yapılır. Prosesin sıcaklığı 80-100 °C'a çıkartılarak karıştırma işlemine devam edilir. Proses kazanı yaklaşık 1-2 saat karıştırıldıktan sonra, 1-2 gün süre ile dinlendirilir. Dinlendirme sonucunda, üst fazda biriken asit yağı sifonlar vasıtası ile ürün tankına alınır.



**Şekil-9:** Soap-stock'tan asit yağ üretimi proses akım şeması.

**Kaynak:** TÜBİTAK Bitkisel Atık Yağ Geri Kazanım Tesisi Proses Yeterlilik Raporu,

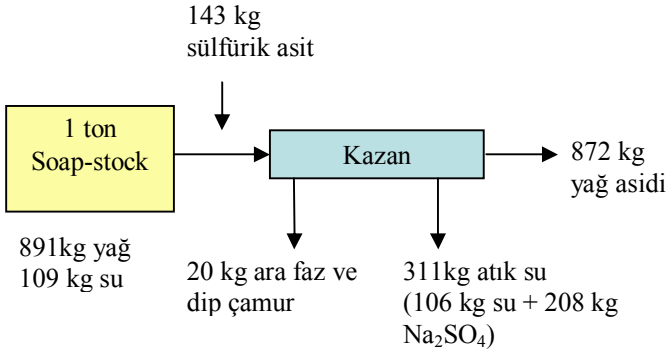
Kullanılan hammaddenin yaklaşık % 25'i asit yağna dönüşür, dip fazda işleme alınan hammaddenin % 75'ine karşılık gelen miktar ise suya dönüşür. Sıvı atık olarak arıtma sistemine verilir. Proses sonucunda elde edilen asit yağı, sabun ve yem sanayinde kullanılmak üzere alıcılara satılır.

Soap-stock'un işlenmesi sonucu oluşan asit yağı, işlenen soap-stock'un kaynağına göre değişmektedir. Kaynağına göre farklılık gösteren yağ asitleri Çizelge 4.2'de verilmektedir.

**Tablo- 5:** Kaynağına göre yağ asitleri

Asit	Formülü	Kaynağı
Oleik asit	$C_{17}H_{33}COOH$	Mısır yağı, pamuk yağı, zeytinyağı
Linoleik asit	$C_{17}H_{31}COOH$	Pamuk yağı, mısır yağı, bezir yağı
Linolenik asit	$C_{17}H_{29}COOH$	Bezir yağı
Araşidonik asit	$C_{17}H_{31}COOH$	Sardalya yağı, mısır yağı, iç yağı

**Kaynak:** TÜBİTAK Bitkisel Atık Yağ Geri Kazanım Tesisi Proses Yeterlilik Raporu,



**Şekil-10:** Örnek bir tesisin soap-stocktan yağ asidi üretimi kütle dengesi

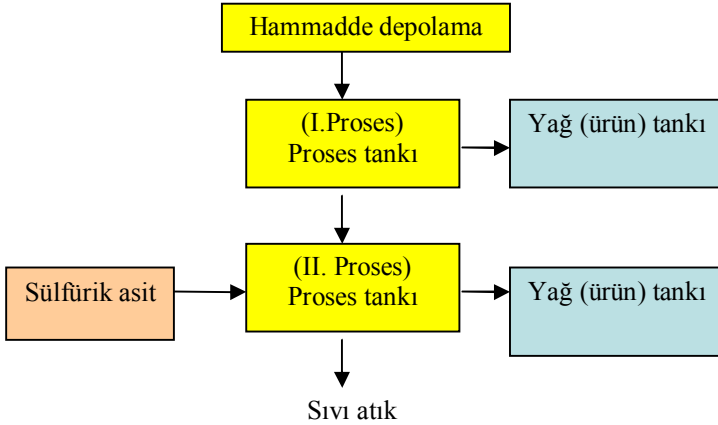
Üretilen yağ asidinin % 5,5 oranında su içerdiği kabul edilmiştir. Kütle dengesindeki miktarlar (reaksiyona giren hammadde ve çıkan ürün miktarları) prosten prostese ve hammadde özelliklerine göre değişiklik göstermektedir.

Hammadde olarak giren 1 ton soap-stocktan 826 kg yağ asidi üretimi gerçekleştirilmekte olup, 620 kg atıksu ve yaklaşık 20 kg ara faz ürünü ve dip çamuru oluşmaktadır.

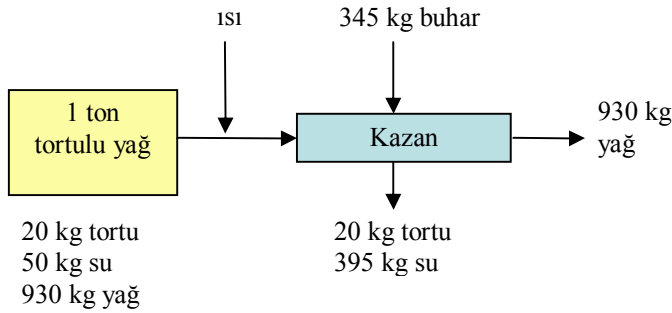
### 5.3.2 Tank dibi tortu'dan asit yağ üretimi

Depolama tanklarına alınan tank dibi yağ, şarj için proses tankına alındıktan sonra karıştırıcılar vasıtasıyla yavaş yavaş karıştırılarak sıcaklığı yükseltilir. Proses kazanının sıcaklığı 60-70 °C'de sabit tutulur. Karıştırma işlemi bittikten sonra sistem 1-2 gün süre ile dinlendirilir. Dinlendirme sonucunda, üst fazda biriken yağ, sifonlar vasıtasıyla ürün tankına alınır. Hammaddenin yaklaşık % 50'si yağa dönüşür.

Birinci prosesle alınan hammaddenin alt fazda kalan yaklaşık % 50'si ikinci işleme alınır. Hammaddenin % 3-4'üne karşılık gelen miktarda % 98'lik  $H_2SO_4$  yavaş yavaş eklenerek karıştırma işlemi yapılır. Proses sıcaklığı 80-100 °C'ye çıkartılır ve karıştırma işlemine devam edilir. Proses kazanı yaklaşık 1-2 saat karıştırıldıktan sonra 1-2 gün dinlendirilir. Dinlendirme sonucunda üst fazda, ikinci işlemde prosese alınan hammaddenin % 15'i yağa (ürün) dönüşür. Üst fazda biriken ürün sifonlanarak ürün tankına alınır. Dip fazda işleme alınan hammaddenin % 85'ine karşılık gelen miktar ise suya dönüşür. Sıvı atık ise alınarak arıtma sistemine verilir



**Şekil-11:** Tank dibi yağlardan asit yağ üretimi proses akım şeması.



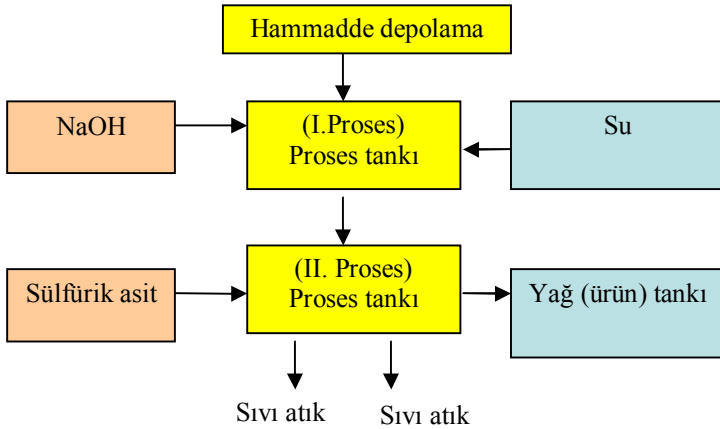
**Şekil-12:** Örnek bir tesisin tank dibi tortudan yağ asidi üretimi kütle dengesi

Giren tank dibi yağın % 5 su, % 2 tortu içerdiği, atık tortunun hiç yağ içermediği kabul edilmiştir. Kütle dengesindeki miktarlar (reaksiyona giren hammadde ve çıkan ürün miktarları) prodesten prosese ve hammadde özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Hammadde olarak giren 1 ton tank dibi yağdan 930 kg yağ asidi üretimi gerçekleştirilmekte olup, 395 kg atıksu ve yaklaşık 20 kg dip çamuru oluşmaktadır.

### 5.3.3 Yağlı toprak'dan asit yağ üretimi

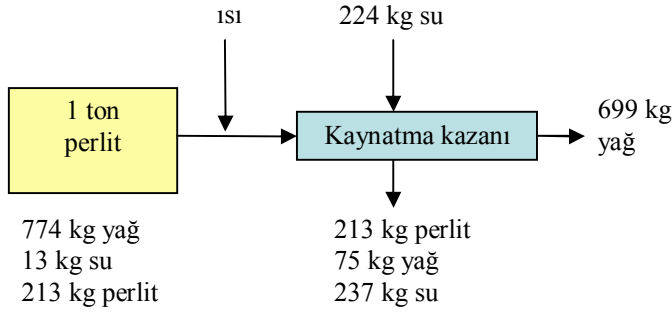
Depolama tanklarına alınan yağlı toprak proses tankına alınmadan önce, tanka su alınır. Daha sonra yağlı toprak azar azar proses tankına ilave edilerek karıştırılır. Diğer taraftan suda çözülmüş NaOH pudrası sisteme yavaş yavaş eklenir. Sistem karıştırılarak ortam sıcaklığı yükseltilir. Proses sıcaklığı 50-60 °C'de sabit tutularak kaynatılır. Karıştırma işlemi bittikten sonra dinlendirmeye alınır. Dinlendirme sonucunda, proses

kazanında faz oluşumu gözlenmediğinde, hammaddenin % 1-2'sine karşılık gelecek miktarda % 98'lik  $H_2SO_4$  prosese alınmış hammaddeye yavaş yavaş eklenerek karıştırma işlemi yapılır. Proses sıcaklığı 80-100 °C'ye çıkartılır, karıştırma ve kaynatma işlemine devam edilir. Proses kazanı yaklaşık 1 saat karıştırıldıktan sonra 1-2 gün süre ile dinlendirilir. Dinlendirme sonucunda üst fazda, hammaddenin % 45'i yağa (ürün) dönüşür. Üst fazda biriken ürün, ürün tankına alınır. Dip fazda işleme alınan hammaddenin % 55'ine karşılık gelen miktarda toprak ve ortama verilen sıvı atık oluşur. Sıvı atık alınarak arıtma sistemine verilir. Toprak ise analizi yapılarak, analiz sonucuna göre atık türü belirlenerek bertarafı yapılır.



**Şekil-13:** Yağlı topraktan asit yağ üretimi proses akım şeması





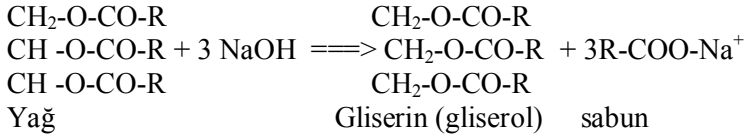
**Şekil-14:** Örnek bir tesisin yağlı topraktan yağ asidi üretimi kütle dengesi

Kütle dengesindeki miktarlar (reaksiyona giren hammadde ve çıkan ürün miktarları) firmadan firmaya (prosesten prosese) ve hammadde özelliklerine göre değişiklik göstermektedir.

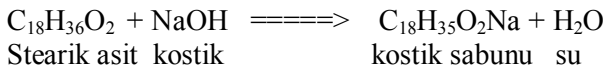
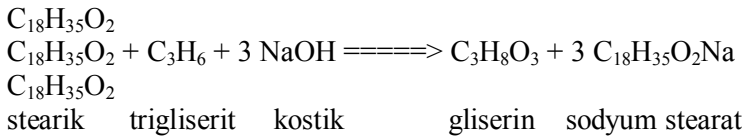
Hammadde olarak giren 1 ton yağlı perlitten 699 kg yağ geri kazanımı gerçekleştirilmekte olup, 575 kg atık perlit (213 kg kuru perlit + 75 kg yağ + 237 kg su) oluşmaktadır.

## 5.4 Sabun

Tüm yağların ortak özellikleri ester olmaları nedeni ile hidrolize olabilmeleridir. Yağların hidrolizi alkalilerle, asitlerle veya basınç altında su ile ısıtılarak yapılmaktadır. Yağlar sodyum veya potasyum hidroksit çözeltisi ile kaynatıldıkları zaman gliserol ve yağ asitlerinin alkali tuzlarını vererek hidrolize olurlar.

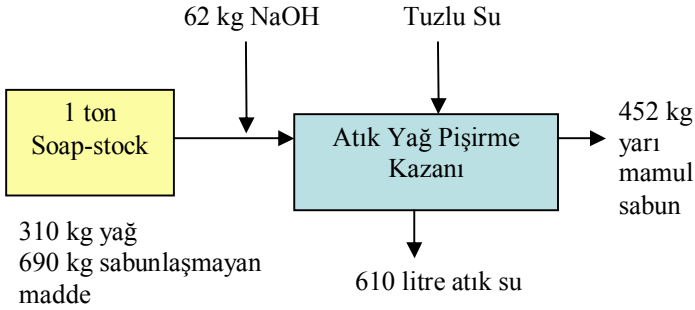


Yüksek moleküllü karboksilli asitlerin alkali tuzları sabunlardır. Başka bir ifade ile nötr yağların sodyum hidroksit veya potasyum hidroksit gibi bazlarla sabunlaşmasından yağ asitlerinin alkali veya alkali karbon ile nötralize edilmesinden sabun elde edilir. Katı sabunlar sodyum tuzları, arap sabunu kıvamında olan sabunlar ise potasyum tuzlarıdır. Potasyum sabunları, sodyum sabunlarından daha çabuk erir. Doymamış yağ asitlerinin verdiği sabunlar doymuş olanlara oranla suda ve alkolde daha fazla erir.





Yarı mamul sabun üretiminde kullanılan hammadde, oluşan yan ürün ve atık miktarlarını gösteren kütle dengesi Şekil 14’de verilmiştir.



**Şekil-16:** Örnek bir tesisin soap-stocktan yarı mamul sabun üretimi kütle dengesi

Kütle dengesindeki miktarlar (reaksiyona giren hammadde ve çıkan ürün miktarları) prosesten prosese ve hammadde özelliklerine göre değişiklik göstermektedir. Kütle dengesi şemasında da belirtildiği üzere hammadde olarak giren 1 ton soap-stocktan 452 kg yarı mamul sabun üretimi gerçekleştirilmekte olup, 610 litre atık su oluşmaktadır.

## 6-ÜLKEMİZDE BİTKİSEL ATIK YAĞLARIN YÖNETİMİ

Ülkemizde bitkisel atık yağların yönetimiyle ilgili esaslar 19 Nisan 2005 tarihli ve 25791 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “**Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği** ile belirlenmiştir. Yönetmelik ile bitkisel yağ üretimi yapan rafinasyon tesislerinden kaynaklanan rafinasyon atığı bitkisel atık yağlar ile kızartma işlemlerinden kaynaklanan yağlar bitkisel atık yağ olarak tanımlanmıştır.

Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği’nin amacı, bitkisel atık yağların üretiminden bertarafına kadar, çevreye zarar verecek şekilde doğrudan veya dolaylı bir biçimde alıcı ortama verilmesinin önlenmesini, bu atık yağların yönetiminde gerekli teknik ve idari standartların oluşturulmasını sağlamaktır.

Yönetmelik, bitkisel atık yağların geçici depolanması, toplanması, taşınması, geri kazanılması, bertarafı, ticareti, ithalat ve ihracatı ile transit geçişine ilişkin yasak, sınırlama ve yükümlülükleri, alınacak önlemleri, yapılacak denetimleri, tabi olunacak hukuki ve cezai sorumlulukları düzenlemektedir.

Yönetmelik Çevre ve Orman Bakanlığına, Mülki Amirlere, Belediyelere, yemeklik bitkisel yağ üreticilerine, atık yağ üreticilerine, atık yağ geri kazanım tesisi işletmecilerine, kullanılmış kızartmalık yağ toplayıcılarına görev, yetki ve yükümlülük vermektedir.

Bitkisel atık yağ taşımak isteyen gerçek ve tüzel kişiler, ilgili valilikten **taşıma lisansı** almak zorundadır. Atık yağların taşınması sırasında araçlarda ulusal atık taşıma formu bulundurulması zorunludur.

Kullanılmış kızartmalık yağların verimli bir şekilde toplanabilmesi için, geri kazanım tesisleri dışında geçici depolama alanları kurulabilir. Toplayıcılar bu alanlar için valilikten **geçici depolama izni** almakla yükümlüdür.

Atık yağları ürün ve yarı mamul elde etmek amacıyla kullanan ve teknik özellikleri Yönetmelikle belirlenen geri kazanım tesisleri için Çevre ve Orman Bakanlığı'ndan **çevre lisansının** alınması zorunludur.

Ülkemizde, yemeklik yağ üretim sanayinden kaynaklanan soap-stock, tank dibi tortu ve yağlı toprak geri kazanımı ile asit yağ üretilmekte ve elde edilen asit yağ, ilgili kurum ve kuruluşların uygun görüşleri alınarak (Sağlık Bakanlığı, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı v.d.), sabun, yem ve diğer ürünlerin (makine yağları ve diğer oleokimyasallar) üretiminde kullanılmaktadır.

Kullanılmış kızartmalık yağlar bitkisel yağ kullanarak yemek ve yiyecek hazırlayan ticari işletmelerden kaynaklandığı gibi konutlar tarafından da üretilmektedir. Kullanılmış kızartmalık yağ üreten yerlerin sayısının yağ rafinasyon fabrikalarının sayısından çok daha fazla olması nedeniyle bu atıkların yönetimi, soap-stock, tank dibi tortu ve yağlı toprak yönetimine göre nispeten daha zordur.

Yönetmelik kapsamında Belediyeler 2008 yılından itibaren kullanılmış kızartmalık yağların hanelerden toplanması için gerekli sistemi kurmak, halkı bu konuda bilgilendirerek atık yağ toplama faaliyetlerini 2008 yılı itibarıyla başlatmakla yükümlü kılınmaktadır

İnsan ve çevre sağlığına zarar veren çok sayıda bozunma ürünü içeren kullanılmış kızartmalık yağların

yem ve sabun sanayinde kullanılması ilgili kurumların (Tarım ve Köyişleri Bakanlığı ve Sağlık Bakanlığı) işbirliği ile yasaklanmıştır. Bu atık yağların ülkemizde en yaygın kullanım alanı biyodizel üretimidir. Kullanılmış kızartmalık yağ geri kazanımı yaparak biyodizel üretimi yapan tesislere Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından “çevre lisansı” verilmektedir.

Kullanılmış kızartmalık yağların doğrudan veya dolaylı olarak yemeklik yağlara, ham yağlara, mineral yağlara karıştırılması ve doğrudan yakıt olarak kullanılması yasaktır.

Kullanılmış kızartmalık yağ üreten lokanta, yemek fabrikaları, otel, motel, yemekhaneler, turistik tesisler ve tatil köyleri ile diğer benzeri tesisler, bu yağların toplanması için çevre lisanslı geri kazanım tesisleriyle veya toplayıcılarla yıllık sözleşme yapmakla yükümlüdürler. Bu yağların ücretsiz olarak geri kazanımcıya veya toplayıcılara teslim edilmesi gerekmektedir.

2872 sayılı Çevre Kanunu’nun 12 nci maddesine istinaden çevre denetim birimi kurarak Çevre ve Orman Bakanlığı’na başvuran Belediyelere Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği’nin 8 nci maddesi gereğince bitkisel atık yağ üreten otel, lokanta, yemek fabrikaları, sanayi mutfakları ve benzeri yerleri denetlemek amacıyla Çevre ve Orman Bakanlığınca yetki devri yapılmaktadır. Yetki devri çerçevesinde Belediyeler tarafından kullanılmış kızartmalık yağ üreten ticari işletmelerde yapılan denetimlerle ilgili olarak, tespit edilen aykırılık ve uygulanan işlemler hakkında İl Çevre ve Orman Müdürlükleri ile Çevre ve Orman Bakanlığına aylık olarak bilgi verilmektedir.

## 7- BİTKİSEL ATIK YAĞLARIN ATIK KATALOĞUNA GÖRE KODLARI

05.07.2008 tarih ve 26927 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Atık Yönetimi Genel Esaslarına İlişkin Yönetmelik gereğince bitkisel atık yağların kodları aşağıdaki şekilde kullanılacaktır.

Atık Kodları	Atık Tanımı
20 01 25	Yenilebilir sıvı ve katı yağlar ( <b>kullanım süresi geçmiş bitkisel yağlar</b> )
20 01 26*	20 01 25 dışındaki sıvı ve katı yağlar ( <b>kullanılmış kızartmalık yağlar, yağ tutuculardan çıkan yağlar</b> )
02 03 01	Yıkama, temizleme, soyma, santrifüj ve ayırma işlemlerinden kaynaklanan çamurlar ( <b>tank dibi tortu</b> )
02 03 04	Tüketime ya da işlenmeye uygun olmayan maddeler ( <b>soap-stock, yağlı toprak</b> )



## **8- KIZARTMALIK ATIK YAĞLARIN UYGUN GERİ KAZANIMI İÇİN YAPMAMIZ GEREKENLER**

1. Kızartmalık atık yağlarınızı lavaboya, çöpe, suya ve toprağa dökmeyin. Kızartmalık atık yağlarınızı diğer atık madde ve çöplerden ayrı olarak biriktirin. Atık yağların biriktirilmesi için sızdırmaz, iç ve dış yüzeyleri korozyona dayanıklı bidon (evler için), konteyner ve tank (ticari işletmeler için) gibi toplama kapları kullanın.
2. Size hizmet veren Belediye ile kızartmalık atık yağlarınızın yönetimi (toplanması, taşınması, geri kazanımı) konusunda irtibata geçin.
3. Belediye yetkilileri kızartmalık atık yağlarınızın kim tarafından, nasıl ve ne zaman toplanacağı konusunda sizlere gerekli bilgiyi verecektir.
4. Atık haline gelen bitkisel yağların Çevre ve Orman Bakanlığı'ndan lisans almış kişilerce toplanması, otel, lokanta, fastfood, yemekhane, yemek fabrikaları, turistik tesisler, tatil köyleri ve hastaneler gibi ticari bitkisel atık yağ üreticilerinin kızartmalık atık yağlarını ve yağ tutucularında tutulan yağları bu lisanslı firmalarla yıllık sözleşme yaparak teslim etmeleri gerekmektedir. Kızartmalık atık yağlarınızı Çevre ve Orman Bakanlığı'ndan lisans almış <http://www.atikyonetimi.cevreorman.gov.tr/lisans/lisans/bitkiseltasima.xls>

adresinde yer alan lisanslı taşıyıcılarla, <http://www.atikyonetimi.cevreorman.gov.tr/lisans/lisans/biyodizel.xls> adresinde yer alan çevre lisanslı geri kazanım veya bertaraf tesislerine gönderin (ticari işletmeler için).

5. Kızartmalık atık yağ sevkiyatında ulusal atık taşıma formu kullanın ve her taşımadan sonra formların bir kopyasını ilgili valiliğe gönderin (ticari işletmeler için).
6. Ticari işletmenizde kızartmalık atık yağ oluşuyorsa TS EN 1825-1 sayılı standarda uygun gres ayırıcıları kullanın. Tutulan yağı çevre lisanslı tesislere vererek geri kazanımını sağlayın.
7. Çevrenizde bulunan lokanta, fastfood, yemekhane, hazır yemek fabrikası, otel, motel, hastane, turistik tesis, tatil köyü gibi ticari işletmelerin ürettikleri kızartmalık atık yağların ve yağ tutucularından çıkan atık yağların bertarafı için lisanslı bir toplayıcı/geri kazanım tesisi ile yaptıkları sözleşmenin, işletmede kolay görünür bir yerde asılı bulunmasına dikkat edin. Sözleşmesi olmayan firmaları ilgili Belediye yetkililerine bildirin.

## 9- BUNLARI BİLİYOR MUYDUNUZ?

\* Kızartmalık atık yağların ekotoksik özellik gösterdiğini, denizlere, göllere ve akarsulara döküldüğünde su yüzeyini kaplayarak havadan suya oksijen transferini önlediğini, balıklar ve diğer canlıların ölümüne neden olduğunu,

\*Evsel atık su kirliliğinin % 25 oranında kaynağını lavaboya dökülen kullanılmış bitkisel ve hayvansal yağların oluşturduğunu,



\*Kızartmalık atık yağların lavaboya dökülmesi ile;

-Dren sistemine yapışarak kanalizasyon borusu içindeki atıkların boru cidarına tutunmasına, zamanla borunun daralmasına ve kanalizasyon sisteminin kullanılmaz hale gelmesine neden olduğunu,

-Tıkanan boruların evlerde ve caddelerde kanalizasyon taşkınlarına neden olarak çevre ve insan sağlığını tehdit ettiğini,

-Kanalizasyon sisteminin ve atık su arıtma tesislerinin bakım, onarım ve işletim maliyetinin arttığını,

-Böcek ve koku problemlerinin meydana geldiğini,

\*Kızartma işlemi sırasında oluşan fiziksel ve kimyasal reaksiyonlar nedeni ile yağda çok sayıda bozunma ürününün oluştuğunu ve bu maddelerin yağı çevre ve insan sağlığına zararlı hale getirdiğini,



\*Sağlığımızı korumak için kızartmalık bitkisel yağın en fazla 2 defa kızartma işleminde kullanılması gerektiğini,

\*Kızartma yağı test cihazı ile belirlenen toplam polar madde oranı 25 i aşmış bitkisel yağların atık olarak değerlendirilmesi ve gıda zincirinden çekilmesi gerektiğini,

\*Kızartmalık atık yağların canlılar üzerindeki zararlı etkileri nedeniyle yem ve sabun sanayinde kullanılmasının yasak olduğunu,

\*Kızartmalık atık yağların biyodizel üretiminde kullanılarak geri kazanımının sağlandığını,

\*Atık yaşlardan biyodizel üretimi ile hem çevrenin korunduğunu hem de atıktan katma değer sağlandığını,

\*Kızartmalık atık yaşlardan üretilen biyodizelin, dizel yakıtı göre iklim değişikliğine neden olan sera gazı emisyonunda % 65-92 oranında azaltım sağladığını,

\*Kullanılmış kızartmalık yaşların önemli bir içme suyu kaynağı olan yer altı sularının kirlenmesine sebep olduğunu.

## KAYNAKÇA:

1. 19.04.2005 tarih ve 25791 sayılı Resmi Gazete’de Yayınlanan Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği.
2. Kızartma Amacıyla Kullanılan Katı ve Sıvı Yağların Kontrol Kriterleri Tebliği (Tebliğ No: 2007/41, 28 Ağustos 2007 tarih ve 26627 sayılı Resmi Gazete).
3. Yemlerde Kullanılacak Yağlar Hakkında Tebliğ (Tebliğ No: 2004/35, 17.09.2004 tarih ve 25586 sayılı Resmi Gazete).
4. TÜBİTAK Bitkisel Atık Yağ Geri Kazanım Tesisi Proses Yeterlilik Raporu.
5. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü <<http://www.eie.gov.tr>>
6. Alternatif Enerji ve Biyodizel Üreticileri Birliği-ALBİYOBİR, <<http://www.albiyobir.org.tr>>
7. Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği, 2009. 2009-2010 Sezonunda Yağlı Tohumlar Ve Ham Yağ Piyasalarına Bakış Toplantısı, İstanbul.
8. Öğüt, H., Oğuz, H., 2008. Atık Bitkisel Yağdan Biyodizel Üretiminin Ülkemize Sağlayacağı Yararlar, Atık Bitkisel Yağların Çevreye ve İnsan Sağlığına Etkileri ve Biyodizelin Önemi Sempozyumu.
9. Keskinler, B., 2008. Atık Bitkisel Yağların İnsan Sağlığı ve Çevreye Etkileri, Biyodizelin Önemi Sempozyumu, İstanbul.

10. Yrd. Doç. Dr. Ergün PEHLİVAN, Selçuk Üniv.  
Çevre Müh. Bölümü, Biyogaz ve Biyogaz  
Uygulamaları.  
<[http://www.emo.org.tr/ekler/0d936dc2a4718f8\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/0d936dc2a4718f8_ek.pdf)>.
11. Kaplan C., (2001). Ayçiçeği Yağı Metil Esterinin  
Dizel Motorlarında Alternatif Yakıt Olarak  
Kullanımı, Bilim Uzmanlık Tezi, Kocaeli  
Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

# **EK-A: BİTKİSEL ATIK YAĞLARIN KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ**

## **Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği**

### **BİRİNCİ BÖLÜM**

Amaç, Kapsam, Dayanak, Tanımlar ve Genel İlkeler

#### **Amaç**

**Madde 1** — Bu Yönetmeliğin amacı, bitkisel atık yağların üretiminden bertarafına kadar, çevreye zarar verecek şekilde doğrudan veya dolaylı bir biçimde alıcı ortama verilmesinin önlenmesini, bu atık yağların yönetiminde gerekli teknik ve idari standartların oluşturulmasını, geçici depolama, geri kazanım ve bertaraf tesislerinin çevreyle uyumlu yönetimi için buna yönelik prensip, politika ve programların belirlenmesi amacıyla hukuki ve teknik esasların düzenlenmesini sağlamaktır.

#### **Kapsam**

**Madde 2** — Bu Yönetmelik; bitkisel atık yağların geçici depolanması, toplanması, taşınması, geri kazanılması, bertarafı, ticareti, ithalat ve ihracatı ile transit geçişine ilişkin yasak, sınırlama ve yükümlülükleri, alınacak önlemleri, yapılacak denetimleri, tabi olunacak hukuki ve cezai sorumlulukları düzenler.

Yemlik yağların kullanımına ilişkin esaslar, bu Yönetmeliğin kapsamı dışındadır.

#### **Dayanak**

**Madde 3** — Bu Yönetmelik, 9/8/1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanununun 8, 11 ve 12 nci maddeleri ile 1/5/2003 tarihli ve 4856 sayılı Çevre ve Orman Bakanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun'un 2 nci maddesinin (d) bendine dayanılarak hazırlanmıştır.

#### **Tanımlar**

**Madde 4** — Bu Yönetmelikte geçen;

Bakanlık: Çevre ve Orman Bakanlığını,

Bitkisel Yağ: Bitkisel kökenli ve kullanım amacına uygun olarak piyasaya arz edilen gıda yağlarını,

Ham Yağ: Bitkisel yağlı tohumlardan veya meyvelerden muhtelif fiziksel ve kimyasal işlemlerle elde edilen yağ ürünü,



Yemeklik Bitkisel Yağ Üreticisi: Gıda için kullanım amacına uygun olarak yağ üreten tesisleri işleten veya bu yağları ithal eden gerçek ve tüzel kişileri,

Atık Yağ Üreticisi: Bitkisel atık yağ oluşmasına neden olan, kaynağın bilinmemesi durumunda ise bu tür atıkları mülkiyetinde bulunduran gerçek ve tüzel kişileri,

Bitkisel Atık Yağ: Rafine sanayinden çıkan soap-stock'ları, tank dibi tortuları, yağlı toprakları, kullanılmış kızartmalık yağları, çeşitli tesislerin yağ tutucularından çıkan yağları ve kullanım süresi geçmiş olan bitkisel yağları,

Atık Yağ: Bitkisel atık yağları,

Soap-Stock: Bitkisel ham yağların rafinasyonunda serbest yağ asitlerinin kostik ile nötralizasyonu ve yıkama sonrasında ayrıştırılan yan ürünü,

Kullanılmış Kızartmalık Yağlar: Yüksek sıcaklık altında okside olmuş, tekrar kullanımı sağlık açısından uygun olmayan kızartma yağlarını,

Tank Dibi Tortu: Yağ üreten tesislerin ham bitkisel yağ depolarında dibe çöken ve yağ ihtiva eden tortuları,

Yağlı Toprak: Yemeklik bitkisel yağ rafinasyonu sonucu ortaya çıkan yağlı toprakları,

Bertaraf: 14/3/2005 tarihli ve 25755 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği veya 14/3/1991 tarihli ve 20814 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği kapsamında nihai bertaraf işlemlerini,

**(Değ. Bent. 30/3/2010/27537'de yayımlanan Yönetmelik, M,1** Geri Kazanım: Atık yağların, Bakanlıktan çevre lisansı almış geri kazanım tesisleri tarafından toplanarak endüstride kullanılacak yarı mamul (külçe sabun, stearin, kimya sanayinde kullanılacak hammadde ve benzeri) ve ürün (sabun, biyodizel ve benzeri) elde edilmesi işlemlerini,

Ürün: Atık yağların işlenmesi ve çeşitli katkılarla karıştırılması sonucu oluşan ve standardı olan nihai maddeyi,

Rafinasyon: Ham yağların rafine edilerek, ulusal veya uluslararası standartlar ile şartnamelere uygun yemeklik bitkisel yağ elde edilmesi işlemlerini,

Toplayıcı: Lokanta, restoran, yemek fabrikaları, otel, motel, yemekhaneler, turistik tesisler, tatil köyleri gibi yerlerden

kullanılmış kızartmalık yağ toplayacak gerçek ve tüzel kişileri,

Geçici Depolama: Atık yağların geri kazanımı veya bertarafından önce tesis sahasında veya ayrı bir alanda bu Yönetmelikteki teknik koşullara göre belirli bir süre depolanmasını,

Ulusal Atık Taşıma Formu: Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinin ekinde bulunan taşıma formlarını,

**(Değ. Bent. 30/3/2010/27537’de yayımlanan Yönetmelik, M,1)** Çevre Lisansı: 29/4/2009 tarihli ve 27214 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Çevre Kanununca Alınması Gereken İzin ve Lisanslar Hakkında Yönetmelikte düzenlenen lisansı,

**(Değ. Bent. 30/3/2010/27537’de yayımlanan Yönetmelik, M,1)** Taşıma Lisansı: Bitkisel atık yağ taşımacılığı yapmak isteyen araç sahibi firmaların İl Çevre ve Orman Müdürlüğünden alacakları belgeyi

Akreditasyon: Laboratuvarların, muayene ve belgelendirme kuruluşlarının ulusal veya uluslararası kabul görmüş teknik kriterlere göre çalıştığının değerlendirilmesi ve yeterliliğinin onaylanması ve düzenli aralıklarla denetlenmesi işlemini,

Sabun: Yağ asitlerinin alkali hidroksitler ile reaksiyonu sonucunda elde edilen genellikle temizleyici olarak kullanılan ürünleri,

Biyodizel : Her türlü biyolojik orjinli yağların bir katalizatör eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile (metanol veya etanol) reaksiyonu sonucunda açığa çıkan ve yakıt olarak kullanılan ürünü,

ifade eder.

### **Genel ilkeler**

**Madde 5** — Atık yağların yönetimine ilişkin ilkeler şunlardır:

a) Atık yağların ithali yasaktır. İhracatı ve transit geçişiyle ilgili kurallar Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği hükümlerine tabidir.

b) Atık yağların kaynakta azaltılması ve geri kazanılması esastır. Geri kazanıma uygun olmayan atık yağlar bu Yönetmelik hükümleri doğrultusunda bertaraf edilir.

c) Atık yağlar ile bu yağların işlenmesi sonucu oluşan

atıkların çevreye zarar verecek şekilde depolanması, taşınması, doğrudan veya dolaylı bir biçimde yüzey suları ile yeraltı suyuna, denizlere, kanalizasyona, drenaj sistemleri ile toprağa verilmesi ve mevcut düzenlemeler ile belirlenen sınır değerleri aşarak hava kirliliğine neden olacak şekilde yakılması yasaktır.

d) Kullanılmış kızartmalık yağların doğrudan veya dolaylı olarak yemeklik yağlara, ham yağlara, mineral yağlara karıştırılması ve doğrudan yakıt olarak kullanılması yasaktır.

e) Atık yağların kaynaktan ayrı depolanması esastır.

f) Atık yağların yarattığı çevresel kirlenme ve bozulmadan doğan zararlardan dolayı, atık yağ üreticileri, toplayıcıları, taşıyıcıları, geri kazanım ve bertarafçıları kusur şartı aranmaksızın sorumludur.

g) Bitkisel yağların rafinasyonu sonucu ortaya çıkan yağlı topraklar, orman ve ağaçlandırma alanlarına, tarım arazilerine ve buna benzer yerlere bırakılamaz, açık alanlarda kontrolsüz olarak geçici depolanamaz, geri kazanım imkanlarının bulunmaması durumunda bertaraf edilir.

h) Boşaltılmış olan toplama kapları, tank ve konteynerlerin geri kazanım tesislerinde ve geçici depolama alanlarında temizlenmesi zorunludur.

ı) **(Değ. Bent. 30/3/2010/27537’de yayımlanan Yönetmelik, M,2)** Atık yağlar, çevre lisanslı geri kazanım tesisleri ile geçici depolama izni almış toplayıcılar tarafından toplanır. Bunun dışındaki gerçek ve tüzel kişiler tarafından atık yağlar toplanamaz, alınıp satılamaz.

j) Atık yağlar ile kontamine olmuş bitkisel yağlar, atık yağ olarak değerlendirilir ve bu Yönetmelik hükümlerine göre geri kazanılır veya bertaraf edilir.

k) **(Değ. Bent. 30/3/2010/27537’de yayımlanan Yönetmelik, M,2)** Kullanılmış kızartmalık yağ üreten lokanta, yemek fabrikaları, otel, motel, yemekhaneler, turistik tesisler ve tatil köyleri ile diğer benzeri tesisler, bu yağların toplanması için çevre lisanslı geri kazanım tesisleriyle veya toplayıcılarla yıllık sözleşme yapmakla yükümlüdürler. Bu yağların ücretsiz olarak geri kazanımcıya veya toplayıcılara teslim edilmesi esastır.

l) Atık yağların toplanması, geçici depolanması, geri kazanımı veya bertarafı uzman kişilerce yapılır. Bu hususlarda, ilgili tesislerde konu hakkında uzmanlaşmış teknisyen ve

mühendis bulundurulur.

m) Atık yağların yönetiminden kaynaklanan her türlü çevresel zararın giderilmesi için yapılan harcamalar kirleten öder prensibine göre atıkların yönetiminden sorumlu olan gerçek ve tüzel kişiler tarafından karşılanır. Atık yağların yönetiminden sorumlu kişilerin çevresel zararı durdurmak, gidermek ve azaltmak için gerekli önlemi almaması veya bu önlemlerin yetkili makamlarca doğrudan alınması nedeniyle kamu kurum ve kuruluşlarınca yapılan gerekli harcamalar 21/7/1953 tarihli ve 6183 sayılı Amme Alacaklarının Tahsil Usulü Hakkında Kanun hükümlerine göre atık yağların yönetiminden sorumlu olanlardan tahsil edilir.

## İKİNCİ BÖLÜM

Görev, Yetki ve Yükümlülükler

(Değ. Mad. 30/3/2010/27537'de yayımlanan  
Yönetmelik, M,2)

### Bakanlığın görev ve yetkileri

**Madde 6** — Bakanlık, bu Yönetmeliğin uygulanmasına yönelik işbirliğini ve koordinasyonu sağlamak, atık yağ yönetim planlarını hazırlamak, atık yağ geri kazanım tesislerini düzenli olarak denetlemek, ulusal atık taşıma formunu oluşturmak çevre lisansı vermekle görevli ve yetkilidir.

### Mülki amirlerce alınacak tedbirler

**Madde 7** — Mahallin en büyük mülki amiri;

a) (Değ. Bent. 30/3/2010/27537'de yayımlanan  
Yönetmelik, M,2) Belediyelerin yetki alanı dışında bulunan kullanılmış kızartmalık yağ üreten atık üreticilerini belirleyerek bunların çevre lisansı almış geri kazanım tesisleriyle veya geçici depolama izni verilen toplayıcılarla yıllık sözleşme yapmalarını sağlamak, sözleşme yapmayanlara gerekli cezai işlemi uygulamakla,

b) Geçici depolama alanlarının 17 nci madde ve Ek-1'de verilen teknik özelliklere göre kurulmasını sağlamak, bunlara 23 üncü maddeye göre izin vermek, izin verilen ve izni iptal edilen depolama alanlarını Bakanlığa bildirmekle,

c) (Değ. Bent. 30/3/2010/27537'de yayımlanan  
Yönetmelik, M,2) Bu Yönetmelik kapsamına giren atık yağ geri kazanım tesislerini tespit ederek çevre lisansı almak üzere Bakanlığa müracaat etmelerini sağlamakla,

d) Geri kazanım tesislerini ve geçici depolama alanlarını düzenli olarak denetlemekle,

e) Atık yağ taşıma lisansı vermek, lisans verilen ve lisansı iptal edilen firma ve araçları Bakanlığa bildirmekle,

f) Belediyelerden, atık yağ üreticilerinden, toplayıcılardan, geri kazanım tesislerinden alınacak bilgileri ve ulusal atık taşıma formlarını değerlendirerek, ilde oluşan atık yağ miktarlarını, geri kazanılan ve bertaraf edilen miktarları yıllık olarak Bakanlığa bildirmekle,

ilgili hususlarda gerekli tedbirleri alır.

#### **Belediyelerce alınacak tedbirler**

**Madde 8** — Büyükşehir belediyeleri ve belediyeler;

a) Yetki sahasında bulunan lokantalar, sanayi mutfakları, oteller, tatil köyleri, motel ve yemekhaneler, hazır yemek üretimi yapan firmalar ile diğer yerlerde gerekli denetimleri yaparak kullanılmış kızartmalık yağların kanalizasyona dökülmesini önlemekle,

b) (Değ. Bent. 30/3/2010/27537’de yayımlanan **Yönetmelik, M,2**) Sınırları dahilinde kullanılmış kızartmalık yağ üreten işletmelerin çevre lisanslı geri kazanım tesisleriyle veya valilikten geçici depolama izni almış toplayıcılarla yıllık sözleşme yapmalarını sağlamak, buna ilişkin kayıtları ilgili valiliğe bildirmek, sözleşme yapmayanlara gerekli cezai işlemi uygulamakla,

c) 2008 yılından itibaren kullanılmış kızartmalık yağların hanelerden toplanması için gerekli sistemi kurmak, halkı bu konuda bilgilendirerek atık yağ toplama faaliyetlerini 2008 yılı itibariyle başlatmakla,

ilgili hususlarda gerekli tedbirleri alır.

#### **Yemeklik bitkisel yağ üreticilerinin yükümlülükleri**

**Madde 9** — Yemeklik bitkisel yağ üreticileri;

a) Kızartmalık yağ ambalajlarının etiketlerinde Ek-2’de yer alan çevre bilgisine yer vermekle,

b) Piyasaya sürülen kızartmalık yağ miktarlarını yıllık olarak Bakanlığa bildirmekle,

c) Atık yağları taşıma lisanslı araçlarla geri kazanım veya bertaraf tesisine göndermekle,

d) Kullanılmış kızartmalık yağların düzenli olarak toplanması amacıyla halkın eğitimi ve bilinçlendirilmesine

yönelik çalışmaları desteklemekle,  
yükümlüdürler.

**Atık yağ üreticisinin yükümlülükleri**

**Madde 10 — Atık yağ üreticileri;**

a) Atık yağları diğer atık madde ve çöplerden ayrı olarak biriktirmekle,

b) Faaliyetleri sonucu oluşan atık yağların biriktirilmesi için sızdırmaz, iç ve dış yüzeyleri korozyona dayanıklı bidon, konteyner ve tank gibi toplama kaplarını kullanmakla,

c) **(Değ. Bent. 30/3/2010/27537’de yayımlanan Yönetmelik, M.2)** Atık yağları lisanslı taşıyıcılarla çevre lisanslı geri kazanım veya bertaraf tesislerine göndermekle,

d) Atık yağ sevkiyatında ulusal atık taşıma formu kullanmak ve her taşımadan sonra bunların bir kopyasını ilgili valiliğe göndermek, bu belgeleri beş yıl süreyle tesiste muhafaza etmekle,

e) Geri kazanım veya bertaraf tesisleriyle olabilecek uyumsuzlukları ilgili valiliğe ve Bakanlığa bildirmek, uyumsuzluk giderilinceye kadar uyumsuzluğa konu olan atık yağları kendi depolarında muhafaza altında bulundurmamakla,

yükümlüdürler.

**Atık yağ geri kazanım tesisi işletmecilerinin yükümlülükleri**

**Madde 11 — Atık yağ geri kazanım tesisi işletmecileri;**

a) **(Değ. Bent. 30/3/2010/27537’de yayımlanan Yönetmelik, M.2)** Bakanlıktan çevre lisansı almakla,

b) Faaliyetlerine ilişkin raporlarını yıllık olarak ilgili valiliğe göndermekle,

c) Atık yağın tesise kabul kriterlerini belirlemek, atık yağın taşıma formunda belirtilen atık tanımına uygunluğunu tespit etmekle,

d) Kullanılmış kızartmalık yağların toplanması için geri kazanım tesisleri dışında kurulacak geçici depolama alanlarını, bu Yönetmeliğin 17 nci maddesine göre kurmak, bu alanlar için 23 üncü maddeye göre geçici depolama izni almakla,

e) Tesise getirilen atık yağların analizini yaparak üretici beyanına uygunluğunu tespit etmek, atık yağın uygun bulunması halinde ulusal atık taşıma formunu imzalayarak teslim almak ve atık taşıma formlarının bir nüshasını her taşımadan sonra ilgili

valiliğe göndermekle,

f) Tesise kabul edilen atık yağları ayrı depolamakla,

g) Personeline geri kazanım faaliyetlerinin gerektirdiği nitelikte eğitim vermek, acil durum planlarını hazırlamak, atık yönetimiyle ilgili işletme kayıtlarını tutmak ve bu kayıtları beş yıl süreyle tesiste bulundurmakla,

h) Geri kazanım işlemleri sonucunda ortaya çıkan atıkları ve bunlarla kontamine olmuş malzemeleri bertaraf etmek veya ettirmek, buna ilişkin harcamaları karşılamakla,

ı) Taşıma formu ve lisans belgesi olmayan taşıyıcılarla getirilen atık yağları tesise kabul etmemek ve durumu ilgili valiliğe bildirmekle,

j) Toplayıcıyla olan sözleşme iptallerini ilgili valiliğe bildirmekle,

k) Tesise giren atık yağlara ait ulusal atık taşıma formu ve sevk irsaliyeleri ile çıkan yarı mamul ve ürünlere ait satış faturaları ve mevzuata uygun gerçekleştirilen bertaraf kayıtlarının Sanayi Odaları veya Ticaret ve Sanayi Odaları tarafından değerlendirilerek girdiler ve çıktılar yönünden biyodizel üretim tesisleri için altı aylık, diğer tesisler için yıllık toplamaları gösteren onaylı belgeyi Bakanlığa sunmakla,

l) Bu Yönetmeliğin 16 ncı maddesinin (b) bendinin denetlenmesi amacıyla ürün analizlerini altı aylık dönemlerde Bakanlığın uygun göreceği akredite bir laboratuvarda yaptırmak, bu amaçla numunelerin ilgili valiliğin gözetiminde laboratuvar sorumlusu tarafından alınmasını sağlamak ve analiz sonuçlarını Bakanlığa ulaştırmakla,

yükümlüdürler.

**Kullanılmış kızartmalık yağ toplayıcılarının yükümlülükleri**

**Madde 12** — Kullanılmış kızartmalık yağ toplayıcıları;

a) Geçici depolama alanlarını 17 nci madde ve Ek-1’de ki teknik özelliklere göre kurmakla,

b) Kurulacak geçici depolama alanları için 23 üncü madde gereğince valilikten izin almakla,

c) Geri kazanım tesisleriyle sözleşme yapmak, geçici depolama izni müracaatlarında bu sözleşmeyi valiliğe ibraz etmekle,

d) Sözleşme yaptıkları lokanta, yemek fabrikaları, otel,

motel, yemekhaneler, turistik tesisler ve tatil köyleri gibi toplama noktalarına biriktirme bidon ve konteynerlerini temin etmekle,

e) Boşaltılan taşıma araçlarını, bidon ve konteynerleri her defasında temizlemek, temizlenmeyen biriktirme kaplarını toplama noktalarına dağıtmamak, temizleme işleminden kaynaklanan yıkama sularını doğrudan kanalizasyona vermemekle,

f) Toplanan ve geri kazanım tesisine sevk edilen kullanılmış kızartmalık yağ miktarlarını aylık olarak ilgili valiliğe bildirmekle,

g) Geri kazanım firmasıyla ortaya çıkacak anlaşmazlıklar ve sözleşme iptalleri hakkında valiliğe bilgi vermekle, yükümlüdürler.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### Atık Yağların Taşınması

#### **Atık yağların taşınması**

**Madde 13** — Atık yağların taşınması, ilgili valilikten taşıma lisansı almış gerçek ve tüzel kişilerce yapılır. Atık Yağlar taşınırken kaza sonucu yağın dökülmesinden oluşacak zararlar ile bertaraf masraflarının taşıyan tarafından karşılanması zorunludur.

Taşıma aracı; beyaz renkte ve araç kasasının veya tankının her iki yüzünde yeşil renkte, dikey yüksekliği en az 20 cm olan Bitkisel Atık Yağ Taşıma Aracı ibaresi bulunacaktır. Taşıma araçlarının kasa veya tankları; sızdırmaz, koku önleyen ve kolaylıkla temizlenebilir bir sisteme sahip olması zorunludur.

#### **Atık yağ taşıyıcılarının lisans alma zorunluluğu**

**Madde 14** — Atık yağ taşımak isteyen gerçek ve tüzel kişiler, ilgili valilikten taşıma lisansı almak zorundadır. Lisans almak için Ek-3'de belirtilen belgelerle valiliğe müracaat edilir. Lisans, başvuruda bulunan firmaya ve firmanın araçlarına verilir. Bu hükümler kara taşımacılığı için uygulanır. Bu lisans devredilemez ve üç yıl için geçerlidir. Bu süre sonunda yenilenmesi gerekir. Araçların denetimleri ilgili valilikçe on iki aylık dönemlerde yapılır. Denetimler sonucu lisans koşullarına uymayan firma ve araçlarının lisansı iptal edilir. Lisans verilen ve lisansı iptal edilen firmalar ve araçlar valiliklerce Bakanlığa bildirilir.

#### **Araçlarda ulusal atık taşıma formu bulundurma zorunluluğu**



**Madde 15** — Atık yağların taşınması sırasında araçlarda ulusal atık taşıma formu bulundurulması zorunludur. Araçlarda bulundurulacak ulusal atık taşıma formlarıyla ilgili olarak Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uygulanır.

#### DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Geri Kazanım Tesisleri ve Geçici Depolama Alanları

##### **Geri kazanım tesisleri**

**Madde 16** — Atık yağ geri kazanım tesislerinin özellikleri ve yapılacak uygulamalar;

a) Tesiste giriş bölümü, atık kabul ünitesi, atık yağ geçici depolama alanı, prosese uygun fiziksel, kimyasal veya biyolojik arıtma tesisi bulunması zorunludur. Tesis prosesi ve temizleme işlemlerinden kaynaklanan atık sular doğrudan kanalizasyona verilmez.

b) Atık yağlardan elde edilen ürünlerin ulusal veya uluslararası standartları sağladığının sürekli olarak izlenmesi için, bu Yönetmelik kapsamındaki atık yağları hammadde olarak kullanacak geri kazanım tesislerinde akredite edilmiş bir laboratuvar bulunur, bulunmaması halinde bu ihtiyaç bir başka akredite laboratuvarından karşılanır.

c) Tesise getirilen atık yağlardan laboratuvar sorumlusu tarafından numune alınır. Tank içinde gelen atık yağlar, numune almadan önce homojen hale getirilir. Bidonlarla getirilen atık yağlardan bidon başına numune alınır. Numuneler geri kazanım işlemleri tamamlanıncaya kadar muhafaza edilir.

d) Araçlardan atık yağ boşaltıldıktan sonra her defasında araç ile buna bağlı tank veya kasa ve bidonlar yıkanır. Bu iş için tesiste gerekli altyapı oluşturulur. Temizlenmeyen tank, kasa ve toplama bidonları tekrar kullanılmaz ve bu bidonlar toplama noktalarına dağıtılmaz.

e) Tesiste taşıma araçlarının, bidon ve konteynerlerin temizlenmesi için bir yıkama ünitesi bulundurulur.

f) Tesiste kokuya karşı önlem alınacaktır.

g) Tesiste yangına karşı köpüklü yangın söndürme ve sulu tank soğutma sistemleri bulunur. Tesiste görevli tüm personel; acil durum, yangıcı, patlayıcı maddelerin özellikleri ile potansiyel tehlikeler, yangınla mücadele ve ilk yardım konularında eğitilir. Ayrıca ilgili personel kendi görev alanlarında, belirli aralıklarla

tekrarlanan uygulamalı eğitime tabi tutulur.

h) Atık yağ taşıyan borular, sızma veya herhangi bir nedenle akmaya karşı koruma altına alınır. Atık yağ taşıyan borular temiz su taşıyanların altında bulunur. Pompa basınçları boruların hasar görmeyeceği şekilde tasarlanır ve ayarlanır.

ı) Sahada toplanan yağmur suları, yıkama ve benzeri atık sular ayrı olarak toplanarak, 31/12/2004 tarihli ve 25687 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde yer alan sınır değerlere uygun şekilde arıtılır.

j) Tesis içinde meydana gelebilecek döküntü ve sızıntıları önlemek amacıyla yeterli miktarda emici malzeme bulundurulur ve bu malzemeler tesis içinde uygun noktalarda kolay kullanımı sağlayacak şekilde depolanır. Kullanılmış emici malzemeler özelliklerine göre ilgili mevzuat kapsamında bertaraf edilir.

k) Tesisin çevresi koruma altına alınarak, giriş ve çıkışın denetlenmesi amacıyla etrafı çit veya duvarla çevrilir.

l) Tesis içi geçici depolama alanları için 17 nci madde hükümlerine uyulur.

m) Geri kazanım tesislerinde paratoner ve topraklama sistemi bulunur.

#### **Geçici depolama alanları**

**Madde 17** — Geçici depolama alanları, geri kazanım tesislerinde hammadde olarak atık yağların kabul edildiği ve proses atıklarının biriktirildiği depolama tanklarından oluşan alanlardır. Bu tür alanlar bitkisel yağ rafinerilerinde proses atıklarının ve yan ürünlerin biriktirildiği yerlerdir. Geri kazanım veya rafineri tesislerinde bulunan geçici depolama alanları için ilgili valilikten izin alınması zorunlu değildir. Rafinerilerin geçici depolama alanlarında biriktirilen soap-stock, tank dibi tortular, yağlı topraklar ile çeşitli tesislerin yağ tutucularından çıkan yağlar geri kazanım veya bertaraf tesislerine bir başka yerde depolanmadan doğrudan sevk edilir. Bu atıkların tesis sahası dışında geçici depolanmasına izin verilmez.

Tesis alanının atık yağ ile temasta olan kısımlarında zemin geçirimsizliğinin sağlanması gerekir. Bu amaçla betonarme zemin, epoksi boya veya benzeri tecrit malzemesi ile kaplanır. Atık kabul alanı yağmura karşı korunur. Beyaz renkte olacak depolama tanklarının üzerinde Bitkisel Atık Yağ ibaresi bulunur ve atığın cinsi tank üzerinde (soap-stock, tank dibi tortu,

kullanılmış kızartmalık yağ ve benzeri) belirtilir. Bu tanklar, taşmaya neden olmayacak hacme sahip güvenlik havuzu içinde bulunur. Hacmi, en az tankın kapasitesi kadar olacak güvenlik havuzunda, güvenli boşaltmayı sağlayacak ekipman bulundurulur.

Lokantalardan, yemek fabrikalarından, otellerden, motellerden, yemekhanelerden, turistik tesislerden, tatil köylerinden ve buna benzer yerlerden kullanılmış kızartmalık yağların verimli bir şekilde toplanabilmesi için, geri kazanım tesisleri dışında geçici depolama alanları kurulabilir. Bu alanların Ek-1'deki teknik özellikleri sağlaması ve işletmecilerin bu Yönetmeliğin 23 üncü maddesine göre ilgili valilikten geçici depolama izni alması gerekir. Atık yağlar, geçici depolama alanlarında üç aydan fazla süre ile depolanmaz.

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### Atık Yağlardan Muhtelif Ürünlerin Üretimi ve Atık Yağların Bertaraf Edilmesi

#### **Atık yağlardan biyodizel üretimi**

**Madde 18** — Atık yağlardan biyodizel üretimi yapacak tesisler için aşağıdaki esaslar uygulanır:

a) Atık yağlardan biyodizel üretimi yapacak tesisler, bu Yönetmelik kapsamında geri kazanım tesisi olarak değerlendirilir.

b) Bu tesisler, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'nun teknik düzenlemelerine uygun üretim yapar ve piyasaya arz edilen ürünlere ilişkin olarak dağıtım firmalarından alınacak teslimatla ilgili belgeleri altı aylık dönemlerde Bakanlığa sunar.

c) Biyodizel üretimi sonucu oluşan yan ürünlerin kullanımı ve satışı için ilgili kurumlardan izin alınması şarttır. Bu tesislere kabul edilen atık yağ miktarları ve geri kazanılamayan atıkların nasıl bertaraf edildikleri yıllık olarak ilgili valiliklere bildirilir.

#### **Atık yağlardan sabun ve diğer ürünlerin üretimi**

**Madde 19** — Geri kazanım tesisleri, sabun üretimi için Sağlık Bakanlığından, yemlik yağ üretimi için Tarım ve Köyişleri Bakanlığından gerekli izinleri alır. Bunların dışındaki ürünlerin üretimi ve kullanımı için gerekli izinler, meri mevzuat çerçevesinde ilgili kurumlardan alınır.

Standartı belirlenmemiş olan geri kazanım ürünleri ile yarı mamuller nihai tüketim maddesi olarak kullanılmaz. Bunlar sabun, kimya ve benzeri sanayilerde birincil hammaddelere ilave

edilerek standardı olan ürünlere dönüştürülebilmeleri durumunda bu sektörlerde kullanılır.

**(Değ. Mad. 30/3/2010/27537’de yayımlanan Yönetmelik, M,2)**

**Atık yağların bertaraf edilmesi**

**Madde 20** — Geri kazanım ürünlerine dönüştürülemeyen atık yağlar ile geri kazanım işlemlerinde ortaya çıkan tehlikeli nitelikli atıklar ve bunlarla kirlenmiş malzemeler ve atık yağ depolama tanklarının dip çamurları özelliklerine göre Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği veya 8/12/2001 tarihli ve 24607 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan Çimento Fabrikalarında Atıkların Alternatif veya Ek Yakıt Olarak Kullanılmalarında Uyulacak Genel Kurallar Hakkında Tebliğ hükümlerine göre çevre lisanslı tesislerde bertaraf edilir.

**ALTINCI BÖLÜM**

**(Değ. Bent. 30/3/2010/27537’de yayımlanan Yönetmelik, M,2)**

Çevre Lisansı ve Geçici Depolama İzni

**(Değ. Mad. 30/3/2010/27537’de yayımlanan Yönetmelik, M,3)**

**Çevre lisansı**

**Madde 21** — Atık yağları sabun veya sabun hammaddesi, biyodizel ve diğer ürünleri elde etmek amacıyla kullanan geri kazanım tesislerinin çevre lisansı alması zorunludur. Çevre lisansı alınması işlemlerinde Çevre Kanununca Alınması Gereken İzin ve Lisanslar Hakkında Yönetmelik hükümleri uygulanır. Söz konusu Yönetmeliğin Ek-3 C sinde yer alan Teknik Uygunluk Raporunun içeriği, bu Yönetmelik kapsamında Bakanlıkça yapılacak çalışmalarla belirlenir.

Bitkisel yağ rafinasyon tesisleri içinde rafinerinin kendi atıklarının değerlendirildiği ve ana tesisle entegre olarak işletilen geri kazanım üniteleri için çevre lisansı alma şartı aranmaz

**(Değ. Mad. 30/3/2010/27537’de yayımlanan Yönetmelik, M,4)**

**Lisansın iptali**

**Madde 22**— Yönetmeliğin 22 nci maddesi yürürlükten kaldırılmıştır.

**(Değ. Mad. 30/3/2010/27537’de yayımlanan Yönetmelik, M,2)**

### **Geçici depolama izni**

**Madde 23** — Çevre lisansı bulunan biyodizel üretim tesisleri, lokantalardan, yemek fabrikalarından, otellerden, motellerden, yemekhanelerden, turistik tesislerden, tatil köylerinden ve buna benzer yerlerden kullanılmış kızartmalık yağları toplayabilmek için, toplayıcıları kullanılmış kızartmalık yağ toplamaları konusunda yetkilendirebilir. Toplayıcıların bu işi yapabilmeleri için hizmet alanlarında yeterli kapasiteye sahip ve 17 nci madde ile Ek-1’de teknik özellikleri verilen geçici depolama alanlarının bulunması zorunludur. Geçici depolama alanlarına valilikçe geçici depolama izni verilir.

Biyodizel üretimi yapacak geri kazanım tesisleri, 12 nci maddede belirtilen toplayıcıların tabi olduğu hükümler kapsamında, geri kazanım tesisi dışında, kendi geçici depolama alanlarını kurabilirler. Geri kazanım tesisleri bu alanlar için valilikten geçici depolama izni almakla yükümlüdür. Geri kazanım tesisleri içinde bulunan depolama alanları için izine gerek yoktur.

Toplayıcılar, geri kazanım firmasıyla yapılan sözleşme, tesis projesi ve işletme planıyla geçici depolama izni için valiliğe müracaat eder. Valilik müracaatı uygun bulması durumunda geçici depolama izni verir.

Geçici depolama izni süresi, geri kazanım tesisinin mevcut çevre lisansı süresine göre verilir. Bu süre çevre lisansı süresini aşamaz. Toplayıcıya yetki veren geri kazanım tesisi veya tesislerinin çevre lisans süresi dolduğunda, toplayıcının da izin süresi dolar. Benzer şekilde geri kazanım tesisi veya tesislerinin çevre lisansı iptal edildiğinde, toplayıcının da izni ilgili valilikçe iptal edilir. Geçici depolama izni koşullarına uygun olarak faaliyette bulunmayan toplayıcının izni valilikçe iptal edilir ve bu husus anlaşmalı olduğu geri kazanım tesisine veya tesislerine bildirilir. Geçici depolama izni belgelerinde toplayıcının bağlı olduğu geri kazanım tesisinin çevre lisansı numarasının belirtilmesi zorunludur.

## YEDİNCİ BÖLÜM

### Çeşitli ve Son Hükümler

#### **Yönetmeliğe aykırılık**

**Madde 24** — Bu Yönetmelik hükümlerine aykırı hareket edenler hakkında 2872 sayılı Çevre Kanunu, 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu, 5272 sayılı Belediye Kanunu ve ilgili diğer mevzuatta öngörülen cezai işlemler uygulanır.

#### **Düzenleme yetkisi**

**Madde 25** — Bakanlık, bu Yönetmeliğin uygulanmasını sağlamak üzere her türlü alt düzenlemeyi yapmakla yetkilidir.

**Geçici Madde 1** — Bu Yönetmeliğin yürürlüğe girdiği tarihi takip eden altı ay içinde mevcut geçici çalışma izinli ve lisanslı olan ve bu Yönetmelik kapsamına giren atık yağ geri kazanım tesisleri, bu Yönetmelik hükümlerine uygun olarak Bakanlığa başvurmak ve lisanslarını yenilemek zorundadır.

#### **Yürürlük**

**Madde 26** — Bu Yönetmelik 1/1/2007 tarihinde yürürlüğe girer.

#### **Yürütme**

**Madde 27** — Bu Yönetmelik hükümlerini Çevre ve Orman Bakanı yürütür.

### Geçici Depolama Alanlarının Teknik Özellikleri

- 1) Geçici depolama alanları kapalı sistem olacaktır.
- 2) Tesiste kantar ve atık kabul alanı bulunacaktır.
- 3) Bu alanlarda en az 30 ton kapasiteli kullanılmış kızartmalık yağı biriktirme tankı bulunacaktır. Bu tanklar güvenlik havuzları içinde bulunacaktır.
- 4) Tanklar beyaz renkte olacak ve üstünde Kullanılmış Kızartmalık Yağ ibaresi bulunacaktır.
- 5) Tanklar kolay temizlenebilecek özellikte ve seviye göstergeli olacaktır.
- 6) Geçici depolama tesisinin zemini betonarme olacaktır.
- 7) Toplayıcıların lisanslı toplama araçları bulunacaktır.
- 8) Toplama bidonları yıkama kolaylığı için çember kapaklı olacak ve yeterli sayıda bulunacaktır.
- 9) Boşaltılan taşıma araçlarının, bidon ve konteynerlerin temizleneceği bir yıkama ünitesi bulunacaktır.
- 10) Yıkama ünitesinden çıkan yağlı sular doğrudan kanalizasyona verilemez. Bu amaçla yağlı suların biriktirileceği yıkama suyu biriktirme tankı veya tankları bulunacaktır.
- 11) Yağlı yıkama sularının arıtımı bir başka tesiste yapılamıyorsa, bu alanda yıkama sularının arıtımının yapılacağı bir sistem bulunacaktır.
- 12) Dökülen yağların toplanması için yeterli miktarda emici madde bulunacaktır.
- 13) Yangına karşı gerekli önlemler alınacaktır.
- 14) Yağmur suyunun yıkama suyu ile karıştırılmaması için gerekli önlemler alınacaktır.
- 15) Kokuya karşı önlem alınmış olacaktır.
- 16) Tesisten sorumlu en az bir teknisyen sürekli olarak tesiste bulundurulacaktır.

### **Çevre Bilgisi**

- 1) Kullanılmış kızartmalık yağları diğer atıklardan ayrı olarak temiz ve ağzı kapaklı bir kaptaki biriktiriniz.
- 2) Kullanılmış kızartmalık yağları, çevrenin korunması amacıyla kanalizasyona, toprağa, denize ve benzeri alıcı ortamlara dökmeyiniz.
- 3) Bu yağları kullanılmış kızartmalık yağ toplayıcılarına vermeye özen gösteriniz.



**BİTKİSEL ATIK YAĞLARIN TAŞINMASI AMACIYLA  
VALİLİKLERE YAPILACAK LİSANS  
BAŞVURULARINDA İSTENECEK  
BİLGİ VE BELGELER**

1 — Araç lisansı için valiliklere yapılacak başvurularda aşağıdaki bilgi ve belgeler bulundurulacaktır.

a) Aracın ait olduğu firmanın adı, adresi ve telefon numarası,

b) Aracın tipi,

c) Plaka numarası ve şasi numarası,

d) Araç sahibinin adı, iş adresi ve telefon numarası,

e) Taşınacak atık yağların cinsleri,

f) Aracın taşıyacağı atık yağ konteyner türü (bidon, varil, konteyner ve benzeri),

g) Taşınacak atıkların herbiri için ayrı ayrı fiziksel ve kimyasal özelliği, kaza anında insan ve çevre sağlığına olabilecek olumsuz etkilerin en aza indirilmesi için alınacak tedbirler,

h) Olabilecek kazalara karşı ilk müdahale ve ilk yardımda kullanılacak malzemeler,

ı) Bitkisel atık yağ taşıyacak her bir araç için atığın bulunduğu tehlike grubuna göre aracın sahip olması gereken donanımlara ve özelliklerine sahip olduğunu gösterir Uygunluk Belgesi.

2 — Aracın bağlı olduğu firmanın lisanslandırılması için valiliklere yapılacak başvurularda aşağıdaki bilgi ve belgeler bulundurulacaktır.

a) Firmanın adı, adresi, telefon numarası,

b) Firma sahibinin / sahiplerinin adı, adresi, telefon numarası,

c) Atık yağ taşımaya uygun donanıma haiz nakliye aracı sayısı,

d) Lisans alacak araçların plakaları,

e) Yetkilendirilmiş kurum/kuruluşlardan alınan tehlikeli madde taşıyan araç sürücüleri için verilen sürücü eğitim sertifikası,

**(Değ. Bent. 30/3/2010/27537’de yayımlanan Yönetmelik, M,4)**

**Ek-4**

Yönetmeliğin Ek 4’ü yürürlükten kaldırılmıştır

