

BİTKİSEL VE HAYVANSAL ATIK YAĞLARDAN BİYODİZEL ÜRETİMİ



Prof. Dr. Mustafa ÖZTÜRK
Müsteşar
Çevre ve Şehircilik Bakanlığı

ANKARA-2018

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ	2
2. BİTKİSEL VE HAYVANSAL ATIK YAĞ OLUŞUMU	8
3. BİTKİSEL VE HAYVANSAL ATIK YAĞLARIN KANALA DÖKÜLMESİNİN ETKİSİ .	10
4. BİTKİSEL VE HAYVANSAL ATIK YAĞLARIN GERİ KAZANILMASI	13
5. BİTKİSEL VE HAYVANSAL ATIK YAĞLARDAN BİYODİZEL ÜRETİMİ	15
6. ÖZEL TÜKETİM VERGİSİ (ÖTV).....	23
7. SONUÇ	25

1. GİRİŞ

Bitkisel ve hayvansal atık yağlar, önemli bir hammaddedir. Akdeniz ülkelerinde, şehir içi bölgelerde her bir ev başına yılda 5 kg bitkisel ve hayvansal atık yağ oluştuğu tahmin edilmektedir.

Bitkisel ve hayvansal atık yağlar, genelde siyah renkli, keskin kokulu olup aşırı miktarda katı madde içermezler.

Kızartma yağı gibi bitkisel ve hayvansal atık yağlar tekniğine uygun olarak oluştuğu yerde kaynağında ayrı toplanmalıdır. Unutmayalım ki bir litre bitkisel atık yağ, 1 milyon litre suyu kirletir.

Bitkisel ve hayvansal atık yağları kaynağında ayrı toplamak ve biyodizel üretmek çevrenin korunması adına bir sosyal sorumluluk projesidir.

Bitkisel ve hayvansal atık yağlar, yiyecek pişirme ve kızartma işlemi sonucu oluşan evsel sıvı atıklardır.

Bitkisel ve hayvansal atık yağları sürdürülebilir toplama için üç metot vardır;

1. Okullar, aş evleri, hazır yemek pişirme yerleri, lokantalar, fast foodlar, oteller ve moteller,
2. Kapıdan kapıya toplama,
3. İnsanların yoğun olarak uğradığı alışveriş merkezleri, marketler gibi kentsel toplama merkezleri,

aracılığıyla toplanır. Aş evleri, hazır yemek pişirme yerleri, lokantalar, fast foodlar, oteller ve moteller gibi yerler ziyaret edilmeli, yağların verilmesi gereken yerler anlatılmalı, yanlış yerlere verildiği veya döküldüğü zaman çevresel ve sağlığa zararları anlatılmalı, kullanılmış yağların lisanslı kuruluşlara verilmesi gerektiği özellikle tek tek anlatılmalıdır.

Avrupa ülkelerinde, özellikle İspanya'da, çevresel hassasiyetleri arttırmak amacıyla öğrencilerin evlerinde topladıkları kullanılmış bitkisel ve hayvansal sıvı yağları

okullarda oluşturulan getirme merkezlerine getirmeleri sağlanmaktadır. Öğrencilere özel yağ kabı verilmektedir.

Toplama yerleri atık yağların olduğu yerler yanında vatandaşın evine yakın, kolayca ulaşacağı yerler olmalıdır. Yerel halkın projeye dahil olmasıyla getireceği faydalar anlatılmalıdır.

Vatandaşa 1 litrelik boş plastik konteyner verilir ve bunlar ortalama 1 aylık periyotlarla kapıdan kapıya toplama sistemi ile toplanır. Kentsel toplama merkezlerinde de benzer sistem uygulanır. Dolu konteyner alınır ve yerine boş konteyner verilir. Bunlar 1000 litrelik konteynerlerde toplanır ve biyodizel tesisine taşınır.

Plastik konteynerlerin malzemesi, propilendir ve ömrü 2 yıldır. 1000 litrelik konteynerin malzemesi, yüksek yoğunluklu polietilendir ve ömrü yaklaşık 5 yıldır.

Kapıdan kapıya toplama ve okuldan okula toplama sisteminde toplama mesafesi 5 km içinde olmalıdır.

Okullar, yurtlar, aş evleri, hazır yemek pişirme yerleri, kafeteryalar, lokantalar, fast foodlar, oteller, moteller gibi yerlerin mutfaklarına, atık yağın yoğun olduğu yerlere ve şehirlerde yayılı olan orta ölçekli marketlere 15 gün geçici depolama yapılabilecek kapasitede konteyner konur. Konteynırlar 15 gün periyotlarla toplanırken dolusu alınır ve boşu verilir. Dolusu biyodizel tesisinde boşaltıldıktan ve temizlendikten sonra tekrar kullanılır.

Toplama sürecinde kullanılan araçlara bağlı olarak yönetim, maliyetleri minimize edici ve verimliliği artırıcı sistem kurmalıdır. Geçici depolama yerlerinde belli doluluğu uzaktan takip edip ona göre atığın toplanması özellikle tavsiye edilir.

Yukarıdaki toplama sistemlerinden en ekonomik ve pratik olanı merkezi sistemle toplama sistemidir.

Yurt dışında bazı belediyelerde toplama işini yapan lisanslı firmalar, atık yağı belli geçici depolama merkezlerine getirene bedel ödemektedir.

Kullanılmış bitkisel ve hayvansal yağ toplama işlemi, lisanslı firmalar tarafından yapılmak zorundadır. Kullanılmış yağ üreticileri yağlarını lisanslı firmalara vermek

zorundadır. Atık yağ toplama firmaları topladıkları atık yağları anlaşmalı oldukları lisanslı biyodizel tesislerine vermek zorundadırlar. Bitkisel ve hayvansal atık yağlar;

- Tavuk ve balık yemi üretiminde kesinlikle kullanılmaz. Çünkü içerisinde kanserojen maddeler vardır.
- Sabun üretiminde kullanılamaz.
- Tekrardan kızartma veya yemeklik yağ olarak kullanılamaz. Atık yağ insan sağlığı için fevkalade zararlı maddeler içermektedir.

Özellikle Büyükşehirlerde binlerce lokanta, fastfood ve restoran yanında onlarca hazır yemek hazırlama merkezi, aş evi ve yüzlerce otel/motel bulunmaktadır. Lokantacılar odası verilerine göre İstanbul'da 40556 adet lokanta, restoran, aşevi, fastfood vb. işletme faaliyet göstermektedir. Lokanta, restoran, hazır yemek merkezleri ve özellikle dört ve beş yıldızlı otellerde yemek pişirme merkezleri bulunmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. İllere Göre Lokanta, Fastfood, Yemek Fabrikaları, Aşevi vb. Girişimci Sayıları

İL	Lokanta - Fastfood - Hazır Yemek Fabrikası - Aşevi - Otel Yemek Pişirme Yeri Tesis Sayısı
ADANA	3.587
ADİYAMAN	768
AFYONKARAHİSAR	1.243
AĞRI	361
AKSARAY	666
AMASYA	596
ANKARA	9.809
ANTALYA	7.376
ARDAHAN	129
ARTVİN	475
AYDIN	3.246
BALIKESİR	3.222
BARTIN	457
BATMAN	421

BAYBURT	107
BİLECİK	411
BİNGÖL	307
BİTLİS	286
BOLU	603
BURDUR	729
BURSA	6.153
ÇANAKKALE	1.620
ÇANKIRI	251
ÇORUM	737
DENİZLİ	2.781
DİYARBAKIR	1.167
DÜZCE	816
EDİRNE	1.181
ELAZIĞ	840
ERZİNCAN	338
ERZURUM	852
ESKİŞEHİR	1.827
GAZİANTEP	2.502
GİRESUN	978
GÜMÜŞHANE	179
HAKKARİ	166
HATAY	2.674
İĞDIR	212
ISPARTA	1.005
İSTANBUL	40.556
İZMİR	11.785
KAHRAMANMARAŞ	1.487
KARABÜK	597
KARAMAN	372
KARS	273
KASTAMONU	673
KAYSERİ	1.598
KIRIKKALE	447
KIRKLARELİ	994
KIRŞEHİR	428
KİLİS	261
KOCAELİ	3.843
KONYA	3.920

KÜTAHYA	1.009
MALATYA	1.007
MANİSA	3.180
MARDİN	674
MERSİN	4.054
MUĞLA	4.633
MUŞ	266
NEVŞEHİR	658
NİĞDE	517
ORDU	1.116
OSMANİYE	939
RİZE	603
SAKARYA	2.196
SAMSUN	2.195
SİİRT	238
SİNOP	395
SİVAS	808
ŞANLIURFA	1.405
ŞIRNAK	246
TEKİRDAĞ	2.458
TOKAT	906
TRABZON	1.640
TUNCELİ	197
UŞAK	901
VAN	798
YALOVA	772
YOZGAT	578
ZONGULDAK	1.000

Türk mutfağında hazırlanan yemeklerde genel olarak bol miktarda yağ kullanılmaktadır. Özellikle tavuk, hindi, balık ve patates gibi kızartma işlemleri esnasında önemli miktarda bitkisel ve hayvansal atık yağ oluşmaktadır. Son zamanlarda ülkemizde yağda kızartılmış patates ve diğer yiyeceklerin kullanımında önemli artışlar olmuştur. Bu artışın sonucu bitkisel yağ atıkları da artmıştır.

Bitkisel ve hayvansal atık yağların, kalorileri ve KOİ değeri çok yüksektir. Bu atık yağlar, suya, kanalizasyona döküldüğü zaman su yüzeyini kaplar, su eko sistemine

zarar verir, havadan suya oksijen transferini önler, zamanla suda bozunarak sudaki oksijenin tükenmesini hızlandırır. Atıksu arıtma tesisinin işletme maliyetini %25 oranında artırır. Atık su kanal borularına yapışarak boru kesitinin daralmasına ve sık aralıklarla tıkanmasına neden olur. Bitkisel ve hayvansal atık yağlar, atık su kirliliğinin %25'ini oluşturmaktadır. Denize, akarsuya ve göle ulaşan bitkisel atık yağlar, kuşlara, balıklara ve diğer canlı türlerine zarar vermektedir. Yukarıda sıralanan olumsuzluklardan dolayı gelişmiş ülkelerde bitkisel ve hayvansal atık yağların kanalizasyona, yüzeysel sulara dökülmesi yasaktır.

Bu tür yağların kanala dökülmesi önlediği için gelişmiş ülkelerde atık suların kirlilik yükü Türkiye'deki evsel atık sulara göre daha düşüktür.

Dünya genelinde ulaştırma sektörü, özellikle son on yılda yakıt tüketimini önemli ölçüde artırmış ve tüketim, toplam yakıt tüketiminin %61.5'ine ulaşmıştır.

Seçilmiş bazı ülkelerde bitkisel ve hayvansal atık yağın üretildiği miktarlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Seçilmiş Bazı Ülkelerde Bitkisel ve Hayvansal Atık Yağın Üretildiği Miktarlar

Ülke	Miktar (Milyon Ton/Yıl)
Çin	4,5
Avrupa	0.7-1.0
Birleşik Devlet	10,0
Japonya	0.45 - 0.57
Malezya	0,5
Kanada	0,12
Tayvan	0,1

2. BİTKİSEL VE HAYVANSAL ATIK YAĞ OLUŞUMU

Lokanta, restoran, fastfood, otel, motel ve hazır yemek hazırlama merkezlerinde özellikle bitkisel atık yağlar, kızartma işlemi sonucu oluşmaktadır. Bu tür tesisler atık yağlarını nereye verdiklerini belgelemek zorundadır. Belgelemeyenlerin ruhsatları iptal edilmelidir.

Bitkisel ve hayvansal atık yağların, özellikle kızartma işlemi sonrası kanserojen maddeler içermesi kuvvetle muhtemel olduğundan, atık yağlar, sabun ve hayvan yemi üretiminde kullanılamaz.

Kızartmada kullanılan bitkisel yağların uzun süre duman oluşturmadan verimli bir şekilde kullanılması için Tablo 3'de verilen duman oluşma noktasının altında kullanılmalıdır. Kızartma yağının sıcaklığı kontrol edilerek ve askıda katı maddeler filtre edilerek yağ kullanımı minimize edilebilir. Ayrıca kızartma amacıyla kullanılan bitkisel yağlardaki polar madde oranı hiçbir zaman % 25 oranını aşmamalıdır. Bu oranın üstündeki yağlar atık yağ olarak yönetilmelidir.

Tablo 3. Kızartmada Kullanılan Bitkisel Yağların Duman Oluşma Noktası

Bitkisel Yağlar	Duman Oluşma Sıcaklığı (°C)
Aspir yağı	265
Ay çiçek yağı	246
Soya yağı	241
Kanola yağı	238
Mısırözü yağı	236
Yerfıstığı yağı	231
Sesame	215
Zeytinyağı	190
Domuz yağı	183-205

Kızartma işlemi mümkünse sabit sıcaklık şartları sağlayan fritöz gibi kaplarda yapılmalıdır. Kızartma işlemlerinde yağ sıcaklığı maksimum 190 °C olmalıdır. Özellikle zeytinyağı kızartma olarak kullanılacaksa maksimum sıcaklık 160 °C olmalıdır.

Kızartma yağının duman oluşturma potansiyelini;

- Üründeki bitkisel yağın bileşeni,
- Yabancı maddelerin mevcudiyeti,
- Yağın ısıtıldığı sıcaklığı,
- Yağdaki tuz miktarı,
- Yağın kullanım süresi,
- Yağı sıcak tutma süresi
- Yağın depolanması (oksijene, ışığa ve sıcaklığa maruz kalma süresi)

etkiler.

Kızartmada kullanılan yağların sıcaklığı parlama noktasına (320 °C) ulaşıldığında yağ yüzeyinde sıçrama başlar. Yağın parlama noktasından alevlenme noktasına hızlı şekilde ulaşılır (400 °C). Böylece yağ yüzeyinde yanma başlar. Yanmış yağın yemeklerde kullanılması ve bu yağlarla yemek pişirme işlemi yapılması yanlıştır. İnsan sağlığı için tehlikelidir.

Tavuk v.s. etlerin kızartılması ve döner gibi yiyeceklerin hazırlanması esnasında da hayvansal atık yağlar oluşur.

3. BİTKİSEL VE HAYVANSAL ATIK YAĞLARIN KANALA DÖKÜLMESİNİN ETKİSİ

Bitkisel ve hayvansal atık yağlar yüksek kaloriye sahip atıklardır. Bu sıvı veya yarı sıvı yağlar kanala döküldüğü zaman kanal borusu yüzeyine yapışır ve kanal kesitinin zamanla daralıp tıkanmasına neden olur. Özellikle bu durum bitkisel veya hayvansal atık yağın döküldüğü yakın bölgelerdeki kanallarda gerçekleşir. Lokanta, restoran, fast food ve hazır yemek merkezleri yakınında 2-4 yıl içinde tıkanmalar (bloklaşma) yaşanır ve temizleme maliyeti de oldukça pahalıdır. Kanalizasyon sisteminin ömrünü 30 yıldan 5 yıla düşürür. Dolayısıyla bu gibi tesislerin kanala bağlantı kısımlarında yağ tutucu kapanlar kullanılmalıdır.

Az miktarda dahi kullanılmış yağın lavaboya dökülmesi kanalizasyon sistemini tıkar.



Şekil 1. Lavaboya Bitkisel ve Hayvansal Yağ Dökmeyin

Kullanılmış bitkisel ve hayvansal yağların lavaboya dökülmemesi ve kanalizasyon sisteminin tıkanmaması için yapılması gerekenler Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Mutfakta Kullanılmış Yağların Lavaboya Dökülmemesi İçin Yapılması Gerekenler

Lokanta, restoran, fastfood ve hazır yemek merkezleri yakınında tıkanmalar bu yüzden sıkça yaşanır. Dolayısıyla bu gibi tesislerin kanala bağlantı kısımlarında yağ tutucu kullanılmalıdır. Kanala dökülen bitkisel ve hayvansal atık yağlar, suların kirlilik yükünü artırır. Atık suya karışan atık yağlar yüzünden kirlilik daha geniş alana yayılır. Evsel atık su kirliliğinin %25'i bitkisel ve hayvansal atık yağların kanalizasyona dökülmesinden ileri gelmektedir.

Bitkisel ve hayvansal atık yağlar atıksu arıtma tesislerine zarar verir. Arıtma tesisinin işletme maliyetini %25 oranında artırır.

Gelişmiş ülkelerde bitkisel ve hayvansal atık yağların kanala dökülmesi kesinlikle yasaktır.

Bitkisel ve hayvansal atık yağların kanalizasyona, yüzeysel sulara ve toprağa dökülmesi önlenmelidir. Dökenler hakkında yasal işlem yapılmalıdır.

Bitkisel ve hayvansal atık yağların çöp içerisine atılması veya dökülmesi yasaktır. Çöpe dökülen atık yağlar çöp depolama alanında sık sık yangın çıkmasına neden olmaktadır. Çöp depolama alanı işleticileri kızartma yağlarının çöpe karışmamasını isterler. Atık yağlar yer altı sularının kirlenmesine neden olabilir. Kirlenen yer altı sularını temizlemek çok çok pahalı ve zordur. Yer altı suları her ülke için önemli bir içme suyu kaynağıdır.

Köpekler, ayılar ve bazı kuş türleri (martı gibi) bitkisel ve hayvansal atık yağları severler. Bu durum hayvanların bu depolama alanına gelmesine neden olur.

Bitkisel ve hayvansal atık yağların yakılarak bertaraf edilmesi halinde; atık yağlar buzdolabında dondurarak veya pıhtılaştırıcı ilave edilerek katı hale getirildikten sonra yakılmaktadır. Bu atıkların yanıcaya kadar katı halde kalması tavsiye edilir. Ya da sıvı nitelikteki atık yağlar yakma bölgesine pulverize edilerek bertaraf edilmelidir.

Tahminlere göre, İngiltere'de her yıl yaklaşık 110.000 ton kullanılmış bitkisel yağ kanalizasyona dökülmektedir.

4. BİTKİSEL VE HAYVANSAL ATIK YAĞLARIN GERİ KAZANILMASI

Türkiye’de yılda 1.500.000 ton bitkisel yağ gıda amacı ile kullanılmaktadır. Bu yağdan yaklaşık 150.000 ton atık yağ oluşmaktadır.

İstanbul’da günde ortalama 100-150 ton arasında bitkisel ve hayvansal atık yağ oluşmaktadır. Bu yağların bir kısmı piyasada illegal çalışarak yağ toplama işi yapan birçok firma tarafından toplanmaktadır.

İllegal çalışan ve insan sağlığını hiçe sayan bir kaç firma, restoran, hazır yemek pişirme tesisleri ve lokantalara 50-100 litrelik konteynerler koymaktadırlar. Haftada veya on beş günde bir bu konteyner alınıp yenisi ile değiştirilmektedir. Toplanan yağlar filtre edilerek yağ içinde bulunan askıda katı maddeler bertaraf edilmektedir. Yağ içerisinde bulunan koloidal katı maddeleri bertaraf etmek için ise diatoma toprak kullanılmaktadır. Elde edilen ürün ya arap sabununa dönüştürülmekte ya da hayvan yemi üreticisine satılmaktadır. Bu yağları paketleyip tekrar yağ olarak satan firmalar da bulunmaktadır. Bu yağlar hem insan hem de hayvan sağlığı için çok tehlikelidir. Bitkisel atık yağlar gıda ve yem amacı ile kesinlikle kullanılmamalıdır.

Atık yağları toplayan firmalara lisans verilmelidir. Bu lisans vermede toplama kapları, araçlar ve geçici depolama alanları için belli kurallar olmalıdır. Tesiste çalışan personeller içinde belli standartlar olmalıdır. Toplama kapları sızdırmaz ve kolay taşınabilir özellikte olmalıdır. Benzer şekilde toplama araçları içinde belli kurallar olmalıdır. Geçici depolama tesisleri en az 30 ton yağ depolayacak kapasitede olmalıdır. Toplama kapları, araçlar ve geçici depolama tesisi kolay yıkanabilir ve dezenfekte edilebilir donanımda olmalıdır. Tesise gelen yağlar ve tesisten üretim tesislerine giden yağlar kayıt altına alınmalıdır. Toplayıcı firmaların kimlerden ne kadar yağ aldığının bir dökümü olmalıdır. Bu işlemleri sağlıklı yapan firmaların karşılaştıkları engeller öncelikle Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından ortadan kaldırılmalıdır. Bu işlerin sektörü oluşturulmalıdır. Aksi durumda bu yağlar ya kanala dökülerek sularımız kirletilmekte veya kötü niyetli insanlar tarafından halkın sağlığı ile oynanmaktadır.

Otellere, lokantalara, restoranlara ve hazır yemek merkezlerine en az bir haftalık yağı karşılayacak şekilde yeterli büyüklükte ve yağ içinde bulunan kaba ve askıda katı maddeleri, kâğıt parçalarını, yemek atıklarını ve diğer katı maddeleri tutan filtre sistemli konteynerlere bırakılmalıdır. Yağ konteynerleri mutfakların en soğuk yerine konmalıdır. Kızartma sonrası oluşan atık yağlar bu konteynere konmalıdır. Bu konteyner içine kesinlikle su dökülmemeli ve ıslatılmamalıdır. Konteynerler kesinlikle açık alana konulmamalıdır. Atık yağ içerisine su dökülmesi veya ıslatılması halinde önce kokuşma ve sonra koku problemi başlar. Konteyner çevresinde ciddi koku problemi oluşur.

Atık yağlar sadece ve sadece lisanslı yağ toplama firmalarına verilmelidir. Atık yağlar para ile satılmamalıdır.

Oteller ve motellerde toplanan atık yağların özelliği Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Oteller Ve Motellerde Toplanan Atık Yağların Özelliği

ÖZELLİKLER	OTEL SEKTÖRÜ TARAFINDAN TOPLANAN YAĞ
Asitlik (%)	0,56
Nem	0,25
37 ⁰ C Viskozite (centistokes)	44,78
Iyot indeksi (Ggb / g)	108,22
Peroksit indeksi (örnek Oksijen aktif / K ^ numunesi)	16,61
Kullanılamaz malzeme (%)	1,70
Sabunlaşma indeksi (m ^ KOH / g)	195,87
Kül (%)	0,03
Kırılma indisi 25 ⁰ C	1,47
Densite 15 ⁰ C (g/mL)	0,92

ABD'de 30 ilde yapılan bir çalışmaya göre bir kişi yılda yaklaşık 4 kg. bitkisel ve hayvansal atık yağ üretmektedir.

5. BİTKİSEL VE HAYVANSAL ATIK YAĞLARDAN BİYODİZEL ÜRETİMİ

1 litre biyodizele dönüştürülmüş kullanılmış bitkisel ve hayvansal yağdan, 240 fincan çay için yeterli yeşil enerji üretildiğini biliyor musunuz?

Biyodizel motorin yerine kullanılan alternatif bir enerji kaynağıdır. Biyodizel, motorine göre daha az toksik bir biyoyakıttır. Biyodizel, dizel araçlarda herhangi bir modifiye yapılmadan direkt kullanılabilir..

Bitkisel ve hayvansal atık yağın kalitesi ne kadar yüksekse elde edilen biyodizelin kalitesi de o nispette iyidir.

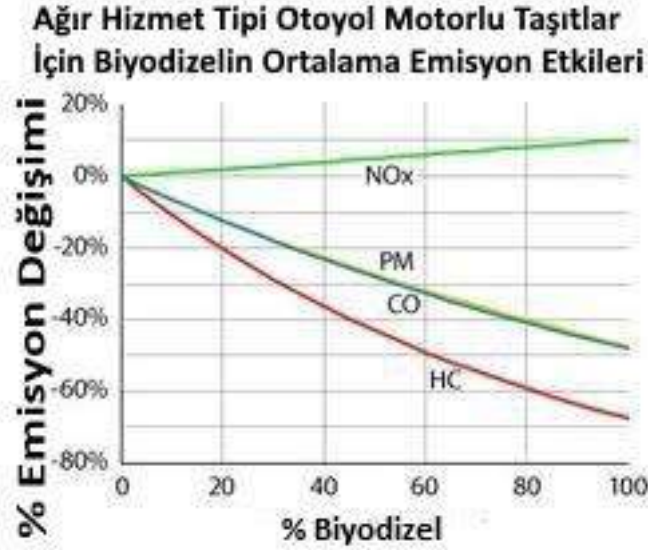
Biyodizel; soya yağı, kanola yağı gibi bitkisel yağlar ile bitkisel ve hayvansal atık yağlardan elde edilen motorinli motorlarda kullanılan yenilenebilir ve yerli üretilen bir yakıttır. Özellikle son zamanlarda geri kazanılan bitkisel ve hayvansal atık yağların otobiyodizel (biyodizel) üretiminde kullanılması ile;

- Karbon dioksit gibi sera gazı etkisi,
- Kanserojen klorlu organik maddelerin egzozdan atmosfere atılması,
- Yanmamış hidrokarbon emisyonu,
- Ozon oluşturan kirleticilerin emisyonu,
- Egzozdan motorine göre %75 daha fazla kirletici atılması,
- Su kaynaklarının daha fazla kirlenmesi,
- Egzozdan motorinin aksine kükürt dioksit atılması,

önlenmektedir.

Biyobozunur bir biyoenerji olan biyodizel, motor yağlanması katkı verir ve yakıt sistemini temiz tutmaya yardımcı olur. Parlama noktası (minimum 130 ° C) daha yüksek olduğundan fosil dizel yakıtından (en az 52 ° C) daha güvenlidir.

Motorin yerine belli oranlarda biyodizel kullanılması halinde HC, CO ve PM gibi kirleticilerde önemli oranda azalma olmaktadır. NOx miktarında ise bir miktar artış olmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Motorin Yerine Biyodizel Kullanılması Halinde Bazı Kirleticilerde Değişim

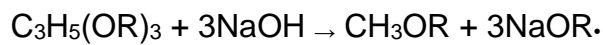
Motorin yerine her bir ton biyodizel kullanılması halinde üç ton karbondioksit emisyonu azalır.

Bitkisel ve hayvansal yağlardan (atık yağlar dahil) Batı Avrupa'da 44, (9 adeti İtalya'da), Doğu Avrupa'da 29 , (17 adeti Çek Cumhuriyetinde) Kuzey Amerika'da ise 8 adet biyodizel üretim tesisi bulunmaktadır (Tablo 5).

Tablo 5. Çeşitli Ülkede Kurulu Biodizel Tesisleri

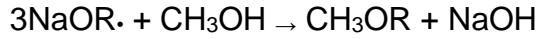
Ülkeler	Tesis Sayısı	Toplam Kapasitesi (1000 Ton)	Kullanılmış Bitkisel Yağ
Avusturya	11	56.2-60	Kullanılıyor
Belçika	3	241	
Kanada	1		
Çekya	17	42.5-45	Kullanılıyor
Danimarka	3	32	
Fransa	7	38.1	
Almanya	8	207	
Macaristan	17	43330	
İrlanda	9	5	Kullanılıyor
İtalya	9	779	Ayçiçeği yağı
Nikaragua	1		Jatropha
Slovakya	10	50.5-51.5	
İspanya	1	0.5	
İsveç	3	75	
İsviçre	1	2	
İngiltere	1		
A.B.D	40	190	Kullanılıyor
Yugoslavya	2	5	
TÜRKİYE	6	115 - 116	Kullanılıyor

Bitkisel ve hayvansal yağlar (atık yağlar dahil) basit reaksiyonlarla biyodizele dönüştürülebilir. Önce bitkisel ve hayvansal yağ içinde bulunması muhtemel katı maddeler filtre edilmelidir. Sonra dinlenme tankına alınır, 24 saat bekletilir, koloidal maddelerin çökmesi sağlanır ve takiben 12 saat hafiften karıştırılarak ve 50 °C sıcaklıkta ve 1 atm. basınç altında tutularak yağ içinde olması muhtemel su giderilir. Daha sonra suyu ve katı maddesi giderilmiş yağ içine sodyum hidroksit ilave edilerek yağ;



gliserine ve yağ asidine dönüştürülür.

Elde edilen yağ asidi, metil alkol ile reaksiyona sokularak yağ asidinin metil esteri,



elde edilir.

Burada: R: genellikle C₁₆H₃₃ veya C₁₈H₃₅ dir. Elde edilen CH₃OR biyodizeldir.

Bitkisel ve hayvansal atık yağlardan biyodizel üretmek için;

- Atık yağlar ayrı kaplarda toplanır. Temiz bir ortamda yeterli seviyeye gelinceye kadar bekletilir.
- Yağ içindeki her türlü yanmış gıda maddeleri filtre edilir. Atık yağ içinde olması muhtemel su ısıtılarak (100 °C sıcaklık yeterli) giderilir.
- Ticari metil alkol veya etil alkol satın alınır. Metil alkol ile etil alkol prosesleri çok farklıdır. Metil alkol sağlık açısından çok zararlı madde olduğundan dikkatli kullanılmalıdır.
- Ticari sodyum hidroksit satın alınır. Sodyum hidroksit çok bazik ve nem tutma özelliğine sahip olduğundan nemsiz ortamda depolanmalıdır. Dikkatli kullanılmazsa kalıcı hasarlara neden olabilir.
- 20 °C sıcaklıkta bitkisel veya hayvansal atık yağ konsantre ve pıhtı halinde ise bu durumda reaktanslar ilave edilmeden önce kullanılmış yağın ısıtılması (48-54 °C) gereklidir.
- Küçük kapasiteli uygulamalar için 40 ila 120 litrelik çelik kaplar yeterlidir. Kaplar sıcaklığa ve korozyona dayanıklı olmalıdır. Konsantre ve pıhtı halindeki yağları ısıtmak için ideal sıcaklık 48-54 °C'dir. Daha büyük hacimler için bir su ısıtıcı eleman, karıştırmalı çelik biyodizel tankı dışına monte edilir. Plastik kaplarda bu işlem yapılacaksa sıcaklık 60 °C üzerinde olmamalıdır. Aksi durumda plastik deforme olabilir.
- Bitkisel veya hayvansal atık yağa ilave edilecek metil alkol miktarı; $V \cdot 0.2$ (lt.) formülünden hesaplanır.

Burada V :Bitkisel veya hayvansal yağ miktarıdır. $V \cdot 0.2$ 'i(lt.) M diye belirtelim.

Bitkisel veya hayvansal yağa ilave edilecek sodyum hidroksit miktarı ise $V*3.5$ gram formülünden hesaplanır. Eğer atık yağ kullanılacaksa $V*5.5$ alınır. $V*3.5$ 'i L diye belirtelim.

L gram sodyum hidroksit, M litre metil alkole ilave edilir. Sodyum hidroksit metil alkolde çözününceye kadar karıştırılır. Sodyum metoksit çözeltisi elde edilir. Sodyum metoksit çözeltisi, çok toksit ve boyalara karşı çok koroziftir. Sodyum hidroksit, çinko, alüminyum veya teneke kaplarla reaksiyona girer. Dolayısıyla bu tür kaplar kesinlikle kullanılmamalıdır. Mümkünse çelik kaplar kullanılmalıdır.

Sodyum metoksit, sıvı haldeki bitkisel veya hayvansal yağa bekletilmeden ilave edilir. Bir saat düzenli olarak karıştırılır.

Karışımın fazlarına ayrışması ve soğuması için 8 saat bekletilir.

Üst fazda oluşan biyodizel yukarıdan alınır. Alt fazda oluşan gliserin ise alttan alınır.

Gliserin yıkanır. Klasik sistemlerde gliserin en az bir hafta güneş ışığı altında bekletilerek metil alkolün buharlaşması sağlanır. Gliserine ilave edeceğiniz koku verici madde ile istediğiniz kokuyu elde edebilirsiniz.

Biyodizel üretiminde kullanılan maddelerin kullanım oranları, sıcaklık, ürün oranı ve reaksiyon süreleri Tablo 6'de verilmiştir.

Tablo 6. Biyodizel üretimi için operasyonel şartlar

Seçim Parametreleri	Aralıklar		
	Düşük	Orta	Yüksek
Katalizör Kontrasyon (% w/w)	0.2% -1%	>1%-3%	>3% -15%
Molar Oranı Alkol/Yağ	3:1-6:1	>6:1 -12:1	>12:1-80:1
Sıcaklık (°C)	50-60	>60 -100	>100 - 200
Verim (%)	20-70	>70 - 90	> 90-100
Raksiyon Süresi(Saat)	0.16 -1	>1-2	>2-40

Bir biyodizel üretim tesisinin ana üretim birimleri, reaktörler, destilasyon kolonları, ekstraksiyon kolonları, ısı değiştiriciler, pompalar ve separatörleridir. Biyodizel araçta kullanılmadan önce 5 µm çaplı fitre sisteminde filtre edilmelidir.

ABD standartlarına göre bir litre biyodizel üretimi 0.5 dolara mal olmaktadır. Bu bedelin çoğunu orijinal yağın bedeli oluşturmaktadır. Orijinal yağ yerine atık yağdan biyodizel üretimi durumunda üretim bedeli yarı yarıya düşmektedir.

Biyodizel ile ilgili standardizasyon Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Biyodizel, B100, Spesifikasyonu

Özellikler	ASTM Metodu	Limitler	Birimler
Kaynama Noktası	D93	130 dakika	°C
Su ve Bakiye	D2709	0.050 max.	% Hacim
Kinematik Vizkozite 40oC	D445	1.9-6.0	mm ² /sn.
Sülfatlı Kül	D874	0.02 max.	%kütle
Kükürt	D5453	0.05 max.	%kütle
Bakır Şerit Korrozyonu	D130	No.3 max.	
Setan	D613	47 dakika	
Bulut Noktası	D2500	Rapor	°C
Karbon bakiyesi (%Örnek)	D4530	0.05 max.	%kütle
Asit Sayısı	D664	0.80 max.	mgKOH/gr.
Serbest Gliserin	D6584	0.02 max.	%kütle
Toplam Gliserin	D6584	0.240 max.	%kütle
Fosfor Muhtevası	D4951	0.001 max.	%kütle
Destilasyon Sıcaklığı Atmosferik Ekvivalent Sıcaklık %90 geri kazanılmış	D1160	360 max.	°C

Ülkemizde biyodizel ile ilgili Türk Standartları Enstitüsü’nce yayımlanan standart ilk olarak 2005 yılında yayımlanmış olup geçen süre içinde bir çok revizyon geçiren

standart son olarak 2014 tarihinde “TS EN 14214+A1 - Sıvı Petrol Ürünleri-Yağ Asidi Metil Esterleri(Yame/biyodizel) - Dizel Motorlarda ve Isıtma Uygulamalarında Kullanılan” adı altında kabul edilmiş ve Türk Standartları arasına girmiştir.

Tablo 8. Bitkisel Atık Yağdan Üretilen Biyodizelin Özelliği ve Test Metotları

ÖZELLİKLER	BİRİM	SINIRLAR		TEST METHODU
		Minimum	Maximum	
Ester içeriği	%(m/m)	96,5	-	EN 14103
Yoğunluk 15°C	Kg/m ³	S60	900	EN ISO 3675 EN ISO 12185
Viskozite 40°C	MmVg	3,50	5,00	EN ISO 3104
Yanma Noktası	°C	120	-	Pi EN ISO 3679
Sülfür İçeriği	mg/kg	-	10,0	PrEN ISO 20S46 pr EN ISO 208S4
Caibon Kalıntısı (Doymuş Tortunun % 10 'unda)	% (m/m)	-	0,30	EN ISO 10370
Setan indeksi		51,0		EN" ISO 5165
Sülfatlanmış kül içeriği	% (m/m)	-	0,02	ISO 3987
Su içeriği	mg/kg	-	500	EN ISO 12937
Toplam kirlenme	mg/kg	-	24	EN 12662
Cooper bandı aşınma {3 saat 50°C de)	Sınıflandırma	Class 1		EN ISO 2160
Oksidasyon kararlılığı 110°C	Saat	6,0		EN 14122
Asit indeksi	mg KOH/g		0,50	EN 14111
Iyot indeksi	g de iodine/ 100 g		140	EN 14103
Linoleik asidin metil esteri	%(m/m)		12-0	EN 14103
Metilpoli-doymamış (> = 4 çift bağ) metil esterleri,	%(m/m)		1	
Metanol içeriği	°o(m/m)		0,20	EN 14110
Monoglisericid içeriği	%(m/m)		0,80	EN 14105
Diglisericid içeriği	"»(m/m)		0,20	EN 14105
Triglisericid içeriği	°o(m/m)		0,20	EN 14105
Serbest gliserin	%(m/m)		0,20	EN" 14105 EN 14105
Toplam gliserin	%(n\m)		0,25	EN 14105
Grup 1 metalleri (Na + K)	mg/kg		5,0	EN 14108 EN 14109
Grup 2 metalleri (Ca + Mg)	mg/kg		5,0	PrEN 14538
Fosfor içeriği	mg/kg		10,0	EN 14107

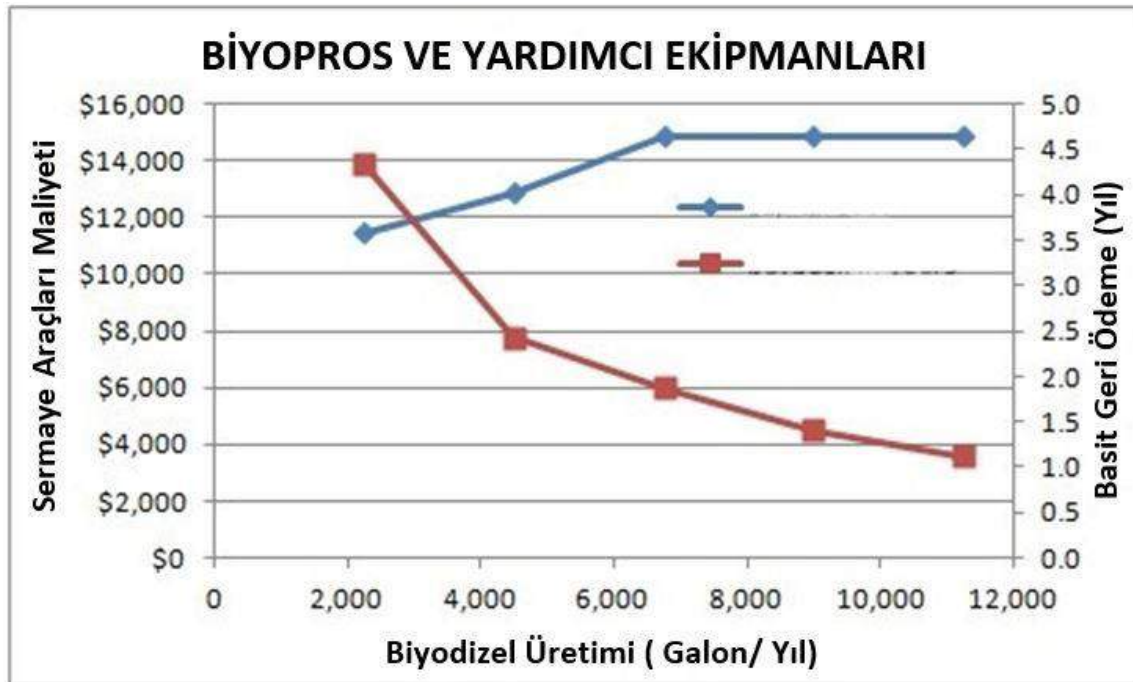
Elde edilen biyodizel yakıtı motorun içine % 5-20 oranında karıştırılarak motorinli araçlarda yakıt olarak kullanılmaktadır.

Gelişmiş çoğu ülkelerde restoranlar, oteller ve hazır yemek merkezlerinin bitkisel ve hayvansal atık yağları geri kazanılarak biyodizel üretiminde kullanılmaktadır. Böylece bu yağların çevreye zarar vermeleri önlenmektedir.

Biyodizel üretiminde kullanılacak atık yağ toplama konteynırları su ile yıkandıktan sonra kurutulmalı ve sonra içerisine atık yağ konulmalıdır. Islak veya nemli konteynera kesinlikle atık yağ konmamalıdır. Konteyner kapağı devamlı kapalı olmalıdır. İçerisine herhangi bir yabancı madde atılmamalıdır.

Bitkisel ve hayvansal atık yağların kalorisi çok yüksek olduğundan hayvan yemi hazırlanmasında kullanılabilir. Bu tür atık yağlar hayvan yemi olarak kullanılmadan önce atık yağ içindeki PCB, PAH, furan, dioksin ve dioksin benzeri madde miktarı belirlenmelidir. Hayvan yeminin hem kalorisini artırmak hem de bağlayıcı olarak görev yapması amacı ile; belli oranda bitkisel ve hayvansal atık yağ kullanılır.

Amerika'da yapılan bir çalışmada bitkisel ve hayvansal atık yağdan biyodizel üretimi yatırım maliyeti ve geri ödeme süresi Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Üretme Kapasitesine Göre Yatırım Maliyeti ve Geri Ödeme Süresi

Şekil 4 incelendiği zaman belli kapasitenin üzerinde yatırım maliyetinin fazlaca değişmediği görülmektedir. Geri ödeme süresi ise tesis kapasitesi arttıkça daha kısa sürede olmaktadır.

6. ÖZEL TÜKETİM VERGİSİ (ÖTV)

08.04.2006 tarihinde Resmi Gazete’de yayımlanan 30.03.2006 tarih ve 5479 sayılı “Gelir Vergisi Kanunu, Amme Alacaklarının Tahsil Usulü Hakkında Kanun, Özel Tüketim Vergisi Kanunu ve Vergi Usul Kanununda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun”un (1) Sayılı Cetvel’inin, (A) Cetveli bölümünde biyodizelin vergi tutarı, 0,6498 YTL olarak belirlenirken, 08.12.2006 tarih ve 26370 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan “4760 Sayılı Özel Tüketim Vergisi Kanununa Ekli (I) Sayılı Listede Yer Alan Mallarda Uygulanan Özel Tüketim Vergisine İlişkin Karar”ın 1. maddesinde Enerji Piyasası Düzenleme Kurumunca biyodizel üretimi için verilen “İşleme Lisansı” sahibi firmalar tarafından, yalnızca **Türkiye’de üretilen tarım ürünlerinden elde edilmesi kaydıyla**, biyodizelin “Rafinerici” ve “Dağıtıcı” firmalara tesliminde, ÖTV tutarı sıfıra indirilmiştir. Bu konuda dönemim Çevre ve Orman Bakanlığı şimdi Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Maliye Bakanlığı nezdinde girişimde bulunarak yerli tarım ürünlerinden elde edilen biyodizele getirilen ÖTV tutarının sıfıra indirilmesi işleminden, ekonomik ve çevresel etkiler de dikkate alınarak bitkisel atık yağdan elde edilen biyodizelin de yararlandırılması talep edilmiş, 2013 yılında Maliye Bakanlığınca yapılan düzenleme ile de bitkisel atık yağlardan biyodizel üretimine ilişkin ÖTV düzenlemesi getirilmiştir. 1 Aralık 2013 tarihli ve 28838 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan 2013/5595 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı’nın 3 üncü maddesi ile Özel Tüketim Vergisi Kanununda değişiklik yapılarak Türkiye’de üretilen yerli tarım ürünlerinden üretilenlerin dışında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı mevzuatına uygun olarak Türkiye’de toplanan kullanılmış kızartmalık bitkisel yağlar ile kullanım süresi geçmiş bitkisel yağlardan elde edilen oto biyodizelin % 2 oranında harmanlanmış olduğunun tespiti halinde ÖTV muafiyeti hükme bağlandı.

Bütün bu süreç sonunda 2015 yılında 60.000 ton’un üzerinde biyodizel üretildi. Dağıtım şirketlerinin % 2 oranında motorine harmanlanması ve piyasaya sunması ile nihai tüketicinin araçlarında kullanılması sağlandı. Tabi ki bu konuda sektörün güçlü aktörlere kavuşması, bunların sahip oldukları modern teknolojileri kullanarak standartlara uygun biyodizel üretmesi çok etkili oldu. Sonunda EPDK’nın kontrolü altında yasaları belirlenmiş, uygulanabilir bir biyodizel piyasası oluştu.

6 Haziran 2015 tarih ve 29378 sayılı “Bitkisel Atık Yağların Kontrolü Yönetmeliği”nde yapılan değişiklik ile geri kazanımın sadece biyodizel ve biyogaz olarak yapılacağıının hükme bağlanması, tekrar zorunluluğu gündeme getirilmesi noktasında bir baskı oluşturdu.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), tekrar bir karar alarak 16 Haziran 2017 tarih ve 30098 sayılı resmi Gazete de yayınlanan tebliği ile motorine binde 5 biyodizel harmanlanmasına ilişkin bir tebliği yayımlandı. Teblię uyarınca, motorine 1 Ocak 2018’den itibaren binde 5 oranında yerli tarım ürünlerinden ve bitkisel atık yağlardan üretilmiş biyodizel (YAME yağ asidi metil esteri) ilave etmek zorunluluğu getirildi.

7. SONUÇ

Ülkemizde bitkisel ve hayvansal atık yağlar gelişmiş bir şekilde bertaraf edilerek hem içme suyu kaynakları hem de yer altı su kaynakları kirletilmektedir. Bitkisel ve hayvansal atık yağlar lavaboya veya kanalizasyona döküldüğü zaman kanalizasyon sistemini tahrip etmekte ve ömrünü kısaltmaktadır. Kanalizasyona dökülen atık yağların atık su arıtma tesisinin arıtma maliyetini arttırdığını ve arıtma tesisine zarar verdiğini biliyor musunuz? Atık yağlar değerli bir maddedir. Geri kazanıldığı zaman çeşitli amaçlar için kullanılabilir. Böylece çevreye verebileceği zarar minimize edilebilir.

İstanbul gibi büyük şehirlerde önce oteller, moteller, lokantalar, restoranlar ve hazır yemek merkezlerinde bitkisel ve hayvansal atık yağlar ayrı toplanmalıdır. Bu atıklar ayrı temiz kaplara konmalıdır. Bu atıklar biyodizel üretimi yapan lisanslı firmalara verilmelidir. Toplama işini yapan firmalar kesinlikle lisanslı olmalıdır. Topladıkları atık yağları kesinlikle biyodizel üreticisi firmalara vermelidir.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve ilgili belediyeler ayrı toplama, taşıma ve geri değerlendirme konusunda bürokrasiyi minimize ederek bu atıkların geri kazanılmasını sağlamalıdır. Bu konuda özel sektörün önünü açmalıdır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile özel sektör öncü aktörler olarak çevre dostu faaliyetleri hayata geçirebilir. Böylece yılda Türkiye’de 150.000.000 kg atık yağın yüzeysel ve yer altı sularımızı kirletmesi ve atık su arıtma tesislerine zarar vermesi önlenir. Yeni bir ekonomik ve çevreci iş alanı oluşturulabilir.

Yaklaşık 150.000.000 kg. civarında oluşan atık yağlar kanalizasyona dökülmeyip geri kazanılması ile yılda 150.000.000 kg. biyodizel ve 15.000.000 kg. gliserin üretilerek ekonomiye katkı sağlanır. Bitkisel ve hayvansal atık yağların geri kazanılması ile evsel atık sular % 25 oranında daha az kirlenmiş olur.