



**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**TÜRKİYE’DE BİYODİZEL ÜRETİMİNDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR
VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

MUSTAFA KESKİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya/HATAY

Haziran-2013

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	I
ABSTRACT.....	II
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	III
ÇİZELGELER DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	V
1. GİRİŞ	1
1.1. Enerji.....	2
1.1.1. Enerji Kaynakları	2
1.1.1.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	3
1.1.1.1.1. Jeotermal Enerji	3
1.1.1.1.2. Güneş Enerjisi	5
1.1.1.1.3. Biyokütle Enerjisi	6
1.1.1.1.4. Biyogaz Enerjisi	7
1.1.1.1.5. Dalga Enerjisi.....	8
1.1.1.1.6. Rüzgar Enerjisi.....	8
1.1.1.1.7. Hidrojen Enerjisi	11
1.1.2.1.Yenilenemeyen Enerji Kaynakları	12
1.1.2.1.1. Nükleer Enerji	12
1.1.2.1.2. Fosil Kökenli Enerji Kaynakları	14
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	16
3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	22
3.1. Materyal	22
3.1.1.Bitkisel Yağlar.....	22
3.1.1.1. Bazı Yağ Bitkileri	27
3.1.1.1.1. Aspir bitkisi.....	27

3.1.1.1.2. Kanola bitkisi	27
3.1.1.1.3. Ayçiçeği Bitkisi	28
3.1.1.1.4. Palm Bitkisi.....	28
3.1.1.1.5. Jatropha Bitkisi	28
3.1.1.1.6. Soya Bitkisi.....	29
3.1.2. Hayvansal Yağlar.....	29
3.1.3. Bitkisel Atık Yağlar	31
3.2. Yöntem.....	32
3.2.1. Seyreltme	32
3.2.2. Mikroemülsiyon oluşturma	33
3.2.3. Piroliz.....	33
3.2.4. Transesterifikasyon	33
4. ARAŞTIRMA BULGULAR VE TARTIŞMA.....	39
4.1. Biyodizelin, Yakıt Emisyonlarından NO _x in Yüksek Emisyon Değeri Açısından Değerlendirilmesi.....	39
4.2. Hammadde Temini Hususunda Değerlendirilmesi.....	40
4.3. Biyodizel Yatırımlarının Desteklenmesi Yönünden Değerlendirilmesi.....	47
4.4. Biyodizel Dağıtımının Lojistik Açısından Değerlendirilmesi.....	48
4.5. Biyodizel Maliyetine ÖTV'nin Etkisi Açısından Değerlendirilmesi	49
4.6. Biyodizelin Tanımlanması ve Kurumsal Kimlik Yönünden Değerlendirilmesi	53
4.7. Biyodizelin Üretiminde Kullanılan Standartlar Yönünden Değerlendirilmesi	54
4.8. Kayıt Dışı Üretim Yönünden Değerlendirilmesi.....	55
4.9. Bitkisel Atık Yağların Biyodizel Üretiminde Değerlendirilmesinde Yaşanılan Problemler Yönünden Değerlendirilmesi	55
4.10. Toplumun Biyodizel Kullanımının Bilinçlendirilmesi Açısından Değerlendirilmesi....	59
4.11. Ülkemizde Üretilen Biyodizelin SWOT Analiz Tekniği ile Değerlendirilmesi.....	59
4.11.1. Biyodizel Sektörünün Güçlü Olduğu Yönler	60
4.11.2. Biyodizel Sektörünün Zayıf Olduğu Yönler.....	60

4.11.3. Biyodizel Sektörünün Karşı Karşıya Kalacağı Olası Risk ve Tehditler	60
4.11.4. Biyodizel Sektörünün Sahip Olduğu Fırsatlar	61
4.12. Ülkemizde Üretilen Biyodizelin Balık Kılçığı Diyağramı ile Değerlendirilmesi	61
4.13. Türkiye’de Kolza Bitkisinin Biyodizel Sektöründe Kullanım Olanaklarının Değerlendirilmesi.....	64
5. SONUÇ	67
KAYNAKLAR	72
TEŞEKKÜR.....	77
ÖZGEÇMİŞ	78
EKLER.....	79
EK 1	79
Bitkisel Atık Yağlar Konusunda Yetki Devri Yapılan Belediyeler	79
EK 2	82
Biyodizel işleme Lisansı Alan Firmalar.....	82

ÖZET**TÜRKİYE’DE BİYODİZEL ÜRETİMİNDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ**

Enerji, ülke ekonomileri için çok önemli yer tutmaktadır. Artan nüfusla birlikte her geçen gün enerji ihtiyacı artmaktadır. Geçmişte yaşanan petrol krizleri, savaşlar, petrol fiyatlarındaki dalgalanma, ulusal bağımsızlık, çevresel faktörler, bilinen üretilebilir fosil yakıt rezervlerinin yakın zamanda tükeneyeceği düşünüldüğünde ülkeleri temiz, yenilenebilir, çevre dostu alternatif enerji kaynaklarına yönelmeye sevk etmiştir. Bu alternatif enerji kaynaklarından bir tanesi de bitkisel yağ, hayvansal yağ ve bunların kullanılmış olanlarından üretilen biyodizeldir.

Bu tez çalışmasında ilk kısımlarında alternatif enerji kaynaklarından bahsedilmiştir. Çalışmanın sonraki bölümünde ise biyodizel üretim teknolojilerinden bahsedilmiş, biyodizel üretim süresince yaşanan sorunlar ve çözüm yöntemleri üzerinde durulmuştur.

2013, 84 sayfa

Anahtar Kelimeler: Biyodizel, hayvansal yağ, atık kızartma yağı, dizel yakıt

ABSTRACT**THE PROBLEMS FACED IN THE PROCESS OF BIODIESEL PRODUCTION
IN TURKEY AND SOLUTION WAYS**

Energy is very important for the economy of countries. Day by day, need for energy incrisis because of the growing population. Past petroleum crises, wars, the surges in the petroleum prices , national independence, enviromental factors and the fact that known reserves of fossil fuels will be exhausted in the near future make the countries search for clean, renewable and alternative energy sources.

In the first chapter of this thesis, alternative energy sources were explained. In the next chapter of this study, biodiesel production technologies were mentioned, the problems faced in the process of biodiesel production and solution ways were specified.

2013, 84 pages

Keywords : Biodiesel, animal oil, waste cooking oil, diesel fuel

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ASTM	Amerika Test ve Malzeme Topluluğu Standartları
EN	Avrupa Standartları
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AB	Avrupa Birliği
ME	Metil Ester
EE	Etil Ester
YAME	Yağ Asidi Metil Esteri
LPG	Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
LNG	Sıvılaştırılmış Doğal Gaz
TBD	Ton Biyodizel
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
BTEP	Bin Ton Eşdeğer Petrol
KM	Kilometre
J	Joule
EJ	Eksa-joule
MW	Mega-vat
TW	Tera-vat
GWH	Ciga-vat saat
KG	Kilogram

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Jeotermal akışkanın sıcaklığına göre kullanma yerleri	5
Çizelge 1.2. Dünya biyokütle potansiyeli	6
Çizelge 1.3. Elektrik santrallerinin kıyaslanabilir kuruluş maliyetleri.....	9
Çizelge 1.4. Bölgelere göre ortalama rüzgar gücü yoğunluğu ve hızları	10
Çizelge 1.5. Dünya 2020 talep projeksiyonu ve ekonomik rüzgar potansiyeli.....	10
Çizelge 1.6. Hidrojeni alternatif yakıt yapan özellikleri	12
Çizelge 1.7. Hidrojen ve diğer motor yakıtlarının karşılaştırmalı temel özellikleri	12
Çizelge 3.1. Biyodizel ve dizel karışımlarının adlandırılması	22
Çizelge 3.2. Diesel motorlarda kullanılan bitkisel yağlar ve özellikleri.	24
Çizelge 3.3. Bitkisel yağların yağ asidi içerikleri	25
Çizelge 3.4. Farklı hayvansal yağ metil esterlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri	30
Çizelge 3.5. Bazı hayvansal yağların ve soya yağı yağ asidi metil esterlerinin iodin değerleri ile yağ asidi dağılımları.....	31
Çizelge 3.6. Bazı alkollerin kimyasal özellikleri	34
Çizelge 4.1. Biyomotorin ve motorinin yaşam döngüsü emisyonlarının karşılaştırılması	40
Çizelge 4.3. İstatistiksel bölgelerin net göç verileri.....	48
Çizelge 4.4. Yıllara göre dış ticaret.....	51
Çizelge 4.5. 2002-2011 Ham petrol ithalatı	52
Çizelge 4.6. Yıllar itibariyle kok kömürü ve rafine edilmiş petrol ürünleri dış ticaret hacmi	52
Çizelge 4.7. Sektörlere göre toplam seragazı emisyonları	53
Çizelge 4.8. Belediyelerin türlerine göre dağılımı	57
Çizelge 4.9. Harmanlanma oranına göre biyodizel ihtiyacı.....	65
Çizelge 4.10. Kolza üretiminin yıllar itibariyle değişimi.....	66

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1.1. Yerkabuğu manto ve çekirdek	4
Şekil 3.1. Yağlı tohumlarda yıllara göre ekilen alan.....	26
Şekil 3.2. Yağlı tohumlarda yıllara göre üretim.....	26
Şekil 3.3. Trigliseritin kimyasal yapısı	34
Şekil 3.4. Atık yemeklik yağlardan biyodizel üretimi için ön esterleşme reaksiyonu ile birlikte süreç akım şeması	37
Şekil 3.5. Transesterifikasyon reaksiyonu	38
Şekil 4.1. Türkiye’de yıllara göre yemeklik sıvı yağ tüketimi.....	42
Şekil 4.2. Türkiye’de yıllara göre toplam yağ tüketim miktarı.....	42
Şekil 4.3. Yıllara göre trafikteki araç sayıları	43
Şekil 4.4. Yıllara göre trafikteki dizel araç sayısı	44
Şekil 4.5. Trafikteki araçların yakıt türüne göre dağılımı	44
Şekil 4.6. Yıllara göre akaryakıt ürünleri tüketimi	45
Şekil 4.7. 2011/2012 ilk 6 ay için araçların yakıt türlerine göre karşılaştırılması	46
Şekil 4.8. 2005-2009 yılları arasında toplanan bitkisel atık yağ miktarları	58
Şekil 4.9. 2005-2009 yılları arasında bitkisel atık yağlardan elde edilen ürün miktarları	58
Şekil 4.10. Balık kılçığı diyagramı	63

1. GİRİŞ

Enerji ihtiyacı, dünyada sanayileşme ve artan nüfus nedeniyle günden güne artmaktadır. Doğal olarak tüm dünyada her geçen gün artan bir enerji açığı oluşmaktadır. Bu nedenle sanayileşmiş ve sanayileşmekte olan ülkeler enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla yeni enerji kaynaklarına yönelmektedir. Dünyada ve ülkemizde son yıllarda araştırılan ve kullanılmasına destek olunan temiz enerji kaynakları, yenilenebilir veya fosil kökenli olmayan enerji kaynaklarından oluşmaktadır.

Temiz ve tükenmez enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaşması; çevre dostu, yenilenebilir olması gibi önemli faktörlerin yanında dünya barışına katkı sağlaması bu enerji kaynaklarının önemini daha da artırmaktadır. Çünkü yakın tarihte dünyada yaşanan ekonomik kriz ve savaşların büyük bir çoğunluğu fosil kökenli enerji kaynaklarından olduğu bilinmektedir.

Yapılan araştırmalara göre petrolün 41, doğalgazın 62, kömürün ise 218 yıl içinde tükeneceği belirtilmiştir(Ölçüm, 2006). Bu sebepten ötürü, fosil yakıtların yerine yenilenebilir ya da atık malzemeden üretilen yakıt türleri ve bunların üretim teknolojileri büyük önem arz etmektedir.

Doğalgaz ve kömür yoğun olarak elektrik üretiminde, petrol ise hem elektrik hem de ulaşım araçlarının yakıtı olarak kullanılmaktadır. Genel olarak dünya refah seviyesinin her geçen gün artması ve teknolojinin hızla ilerlemesi, insanoğlunun yaşam ihtiyaçlarını giderek daha çok konfor aramaya doğru yöneltmiş ve bu da enerji ihtiyacının sürekli artmasına neden olmuştur. Bu durum sınırlı enerji kaynaklarının tükenme riski açısından olduğu kadar, dünyamıza verdiği çevresel zararlar açısından da oldukça önemlidir. Ulaşım araçlarında yakıt olarak kullanılan petrol ürünü yakıtlar da bu zincirin bir parçasıdır. Geldiğimiz nokta itibarı ile bilim insanları geç de olsa durumun farkına varmış ve her alanda olduğu gibi araç yakıtları ile ilgili olarak da alternatif enerji kaynakları aramaya yönelmişlerdir. Bu arayış iki ana başlıkta kendini göstermektedir: Birincisi kaynağın yenilenebilir(sınırsız) bir enerji kaynağı olması, ikincisi ise çevre etkileri açısından zararı azaltılmış bir kaynak olması şeklinde ifade edilebilir. Bu şartlara en uygun taşıt yakıt olarak biyodizel görülmektedir.

Günümüzde benzin ve dizel yakıtına alternatif yakıtlar biyodizel ve etanoldur. Biyodizel, hayvansal veya bitkisel yağlar gibi yenilenebilir kaynaklardan elde edilen alternatif bir dizel yakıttır. Kimyasal olarak uzun zincirli yağ asidi mono alkil esteri olarak tanımlanabilir.

Biyodizel bitkisel ve hayvansal yağların bir alkol ve katalizör ile reaksiyona sokulması ile üretilir. Atık bitkisel ve hayvansal yağlar da biyodizel hammaddesi olarak kullanılabilir. Fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından petrol kökenli dizel yakıtları ile benzerlik göstermektedir. Biyodizel, dizel motorlarında saf olarak kullanıldığı gibi petrol kökenli dizel yakıtı ile de karıştırılarak kullanılabilir.

1.1. Enerji

Enerji terminolojik olarak iş yapabilme yeteneğidir. Bildiğimiz termodinamik kuralları ile hiçbir enerji yoktan var edilemez var olan enerji yok edilemez. Enerji sadece bir halden başka bir hale geçebilir. Kimyasal, radyoaktif, mekanik, potansiyel ve maddelerin sahip oldukları iç enerjiler bu hallerden bazılarıdır. Enerjinin bu halleri değişik formlarda yer küremizde mevcuttur. Enerjinin her formuna insan yaşamının her alanında ihtiyaç duyulmaktadır. Bunlar genel olarak ısınma ihtiyacı, soğutma ihtiyacı ve teknolojik her türlü amaç için kullanılan elektrik ihtiyacı şeklinde sıralanabilir. Bu ihtiyaçları karşılamak için bir çok enerji kaynağı mevcuttur. Bu kaynaklar aşağıda sıralanmıştır.

1.1.1. Enerji Kaynakları

Enerji kaynakları yenilenebilir enerji kaynakları ve yenilenemez enerji kaynakları olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır.

Yenilenemeyen enerji kaynakları yakın gelecekte tükenecek olan ve kendini yenilemeyen enerji kaynaklarıdır.

Yenilenebilir enerji kaynakları ise kendini yenileyebilen uzun bir müddet tükenmeden kalacak enerji kaynaklarıdır.

Yenilenebilir enerji kaynakları;

- a) Jeotermal Enerji
- b) Güneş Enerjisi
- c) Biokütle Enerjisi
- d) Biyogaz Enerjisi
- e) Dalga Enerji
- f) Rüzgâr Enerjisi
- g) Hidrojen Enerjisi

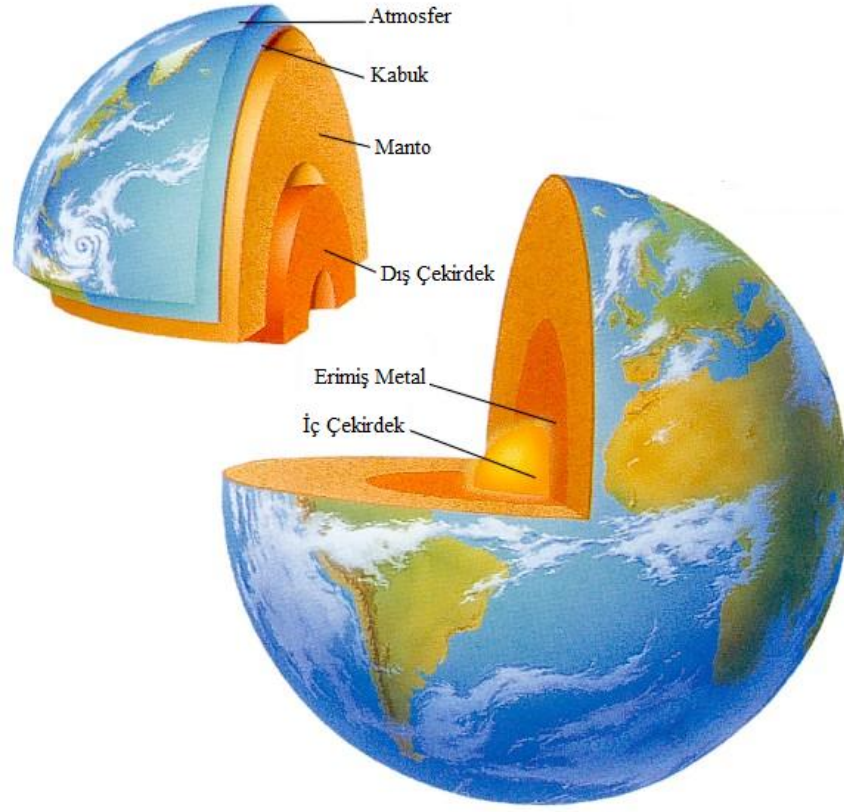
Yenilenemeyen enerji kaynakları

- a) Nükleer enerji
- b) Petrol
- c) Doğalgaz
- d) Kömür

1.1.1.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

1.1.1.1.1. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji yerin derinliklerindeki sıcak bölgeden yeryüzüne doğru yayılan yerküre ısısı olarak tariflenir. Jeotermal model üç önemli unsur ile açıklanır. Birincisi ısı kaynağı; ikincisi ısıyı yeraltından yüzeye taşıyan akışkan; üçüncüsü ise bu akışkanın dolaşımını sağlayacak ölçüde geçirimli kayaçlardır. Toplam 6370 km yarıçapında olan yerkürede kalın mantoya göre oldukça ince gelişmiş katı kabuk vardır. Kabuğun hemen altında gelişen magma sokulum alanları potansiyel jeotermal bölgeleri oluşturabilir. Yerkürenin içine doğru ilerledikçe sıcaklığın arttığı bilinmektedir. Ancak jeotermal alanlarda sıcak kayaç ve yüksek sıcaklıktaki yeraltı suyu diğer yerlere göre daha sığ kesimlerde bulunursa bu bölge jeotermal alan olarak adlandırılır. Yerkabuğunun incelendiği bölgelerde sıcaklık taşıyan magmanın kabuğa sokulması jeotermal alanların oluşmasını sağlar. Meteorik kökenli yer altı suyunun birkaç kilometre derine inip ısındıktan sonra yüzeye doğru yükselmesi ise bu sahanın jeotermal saha olarak nitelendirilmesine olanak verir(Çağlar ve ark., 2006).



Şekil 1.1. Yerkabuğu manto ve çekirdek(Anonymous, 2012a)

Jeotermal kaynakların sınıflandırılmasında en çok kullanılan yöntem jeotermal sıvının içerdiği entalpidir. Entalpi, sıvının ısı(termal enerji) içeriğini gösterir. Jeotermal enerji birkaç kritere göre düşük, orta ve yüksek enerjili(veya sıcaklıklı) olarak sınıflandırılmaktadır. Diğer bir sınıflandırma ise su yoğunluklu jeotermal sistem ve buhar yoğunluklu jeotermal sistemlerdir.

Çizelge 1.1. Jeotermal akışkanın sıcaklığına göre kullanma yerleri (Lindal Diyagramı)
(Arslan ve ark., 2012)

°C	Jeotermal Akışkanın Kullanım Alanları
180	Yüksek konsantrasyon solüsyonunun buharlaşması, amonyum absorpsiyonu ile soğutma
170	Hidrojen sülfid yolu ile ağır su eldesi, diatomitlerin kurutulması
160	Kereste kurutulması, balık vb. yiyeceklerin kurutulması
150	Bayer's yöntemiyle alüminyum eldesi
140	Çiftlik ürünlerinin çabuk kurutulması (konservecilikte)
130	Şeker endüstrisi, tuz eldesi
120	Temiz su eldesi, tuzluluk oranının artırılması
110	Çimento kurutulması
100	Organik maddeleri kurutma, (yosun, et, sebze vb.) yün yıkama ve kurutma
90	Balık kurutma
80	Ev ve sera ısıtma
70	Soğutma
60	Kümes ve ahır ısıtma
50	Mantar yetiştirme, balneolojik banyolar
40	Toprak ısıtma
30	Yüzme havuzları, fermentasyon, damıtma, sağlık tesisleri
20	Balık çiftlikleri

1.1.1.1.2. Güneş Enerjisi

Yarıçapı, dünya yarıçapının 109 katı ve kütlesi, dünya kütlesinin 330000 katı olan, yüksek basınçlı ve yüksek sıcaklıklı gaz küresi Güneş, Dünya'ya $1,496 \times 10^{18}$ km uzaklıktaki bir yıldızdır. Doğal bir füzyon reaktörü olan bu yıldızda, her bir saniyede 564 milyon ton hidrojen helyuma dönüşmekte ve kaybolan 4 milyon ton kütle karşılığı $3,86 \times 10^{26}$ J(joule), yani 385000000 EJ(Eksa-joule) enerji açığa çıkmaktadır. [1EJ=22,7 MTEP(milyon ton eşdeğeri petrol)]. Toplam enerji rezervi $1,785 \times 10^{47}$ olan bu yıldız daha milyonlarca yıl ışımasını sürdüreceğinden, Dünya için sonsuz bir enerji kaynağıdır. Güneş'ten salınan bir saniyedeki enerjinin güç olarak karşılığı $3,86 \times 10^{20}$

MW'tır(Megawatt= 10^6 W). Dünyanın çapına eşit bir dairesel alan üzerine çarpan güneş gücü 178000 TW düzeyindedir. İnsanlığın yıllık ticari enerji gereksinimin, bugünkü durumda güç karşılığı 11 TW kadardır(TW=Terawatt= 10^{12} W). Güneşten gelen güç, bu istemin 16000 katından çoktur. Dünya'da kurulu elektrik santrallerinin 2,9 TW olan toplam gücü, güneşten gelen gücün 61000'de birinden azdır. Dünya'daki nükleer santrallerin kurulu güçlerinin toplamı 0,4 TW'a yakındır. Güneşten gelen güç, bu nükleer gücün 527000 katıdır(Ültanır, 1996).

1.1.1.1.3. Biyokütle Enerjisi

Biokütle biyolojik kökenli fosil olmayan organik madde kütlesidir. Ana bileşenleri karbonhidrat bileşikler olan bitkisel veya hayvansal kökenli tüm doğal maddeler biyokütle enerji kaynağı, bu kaynaklardan elde edilen enerji ise biokütle enerjisi olarak tanımlanır(Türe, 2001).

Biokütle, 100 yıllık periyottan daha kısa sürede yenilenebilen, karada ve suda yetişebilen bitkiler, hayvan artıkları, besin endüstrisi ve orman ürünleri ile kentsel atıkları içeren tüm organik maddeler olarak da tanımlanmaktadır. Alternatif enerji kaynağı olan biyokütlenin enerji eşdeğeri 2880 EJ (65376 MTEP) olup bu değer dünya enerji tüketiminin yaklaşık 8 katına eşittir (Çizelge 1.2). Günümüzde ise ancak %7'si kullanılabilir(Türe, 2001).

Çizelge 1.2. Dünya biyokütle potansiyeli (% olarak)(Türe, 2001)

	Alan (%)	Biokütle Üretimi (%)
Orman	11	44
Koruluklar	5	1
Otlak-çayır	5	9
Tarıma Uygun Alanlar	3	5
Çöl	5	0
Göl ve Nehirler	1	3
Okyanuslar	70	38

1.1.1.1.4. Biyogaz Enerjisi

Biyogaz teknolojisi, organik maddelerin (gübre, bitkiler, yemek artıklar vs.) oksijensiz ortamda parçalanması sonucu açığa çıkan yanıcı gazın elde edilmesi ve etkin bir şekilde kullanılmasını içermektedir. Böylelikle bu atıkların çevreye zarar vermesi önlenmekte ve enerji üretilmektedir. Üstelik sistemde işlenmiş atıkların gübre olarak değeri artmaktadır. Bu açıdan bakıldığında biyogaz, bir güneş enerjisi türü ve yenilenebilir bir enerji kaynağı, çevreye zarar veren maddeleri bertaraf eden bir arıtma tesisi ve işlediği organik atıklara değer kazandıran bir gübre üretim teknolojisidir(Demirci ve Türkavcı, 2001).

Somut ve kolay ölçülebildiği için oksijensiz sistemlerin en belirgin yararı, metan gazı üretimidir. Biyogaz, ana olarak metan (CH_4) ve karbondioksitten (CO_2) oluşur. Birim hacmin enerji değeri, karbon dioksit oranına bağlı olarak değişmekle birlikte, doğal gaza yakındır. Metan üreten bakterilerin yaşaması, ortamda oksijen olmamasına bağlıdır. Buna göre, metan oluşumu doğada ancak bataklık, gübre yığınları, çöplükler ve hayvanların sindirim sistemleri gibi anaerobik yani oksijenin olmadığı koşullarda gerçekleşebilir. Anaerobik fermentasyon (oksijensiz mayalanma) yani biyokütlelerin oksijensiz ortamda metan ve karbondioksit dönüşmesi üç değişik bakteri çeşidine bağlı olarak üç aşamalı bir işlem olarak incelenebilir(Demirci ve Türkavcı, 2001).

1.Aşama: Uzun zincirli organik moleküller acidogenic bakteriler tarafından fermante edilip parçalanarak organik asitlere dönüştürülür. İşlem sırasında hidrojen ve karbondioksit açığa çıkar. Organik katıların büyük bölümü, bu başlangıç aşamasında suda çözünür hale gelir.

2.Aşama: İkinci aşamada organik asitler acetogenic bakteriler tarafından acetate (CH_3COOH), hidrojen(H_2) ve karbondioksit (CO_2) dönüştürülür. Kimyasal açıdan bu işlemin gerçekleşmesi mümkün değildir. Ancak, oluşan hidrojenin ortamdan uzaklaştırılması ile bu tepkime gerçekleşebilir duruma gelmektedir. Bu işlem, metabolizmalarında hidrojen kullanan metan bakterilerince yapılır. Yani metan bakterileri kendi ihtiyaç duydukları hidrojeni alırken, acetogenic bakterileri olumsuz etkileyen bir maddeyi de ortamdan uzaklaştırmış olurlar. Ortamın aşırı karıştırılması bu dengeyi bozarak işlemi olumsuz etkiler. Bunun yanı sıra tesisin yüksekliğinin artması

(>6m) dipteki su basıncını ve dolayısı ile hidrojen kısmi basıncı arttırıp olumsuz bir etkiye neden olabilir.

3.Aşama: Bu aşama asıl olarak arkebakteri olan metanojenik mikro organizmalar tarafından gerçekleştirilir. Bu mikro organizmalar özel hücre yapılarına bağlı olarak diğer birçok canlının yaşayamayacağı sıcaklıklarda da (70°C'ün üzeri) varlıklarını sürdürebilmektedir.

1.1.1.1.5. Dalga Enerjisi

Denizlerde; dalga enerjisi, sıcaklık gradyent enerjisi, akıntı enerjisi ve med-cezir enerjisi olarak tanımlanan enerji tipleri mevcuttur. Deniz ve okyanus yüzeylerinde, rüzgar hareketleri sonucu dalgalar oluşur. Su yüzeyinde rastgele iniş-çıkışlar ile dalgalar, bir başka deyişle dalga enerjisi oluşur. Dalga enerjisi üzerine süren bilimsel çalışmalar, petrol krizleri sonrasında artmış, uygulamalar 90'lı yıllarda önem kazanmıştır. Dünya Enerji Konseyi dünya dalga enerjisi potansiyelini 2 TW olarak belirlemiştir. Çevresel avantajları ortada olan dalga enerjisinin, yatırım maliyeti diğer yenilenebilir kaynaklardan daha yüksektir. İngiltere, İrlanda, Norveç ve Portekiz gibi ülkelerde dalga enerjisinin önemi anlaşılmış, santraller kurulmuş, devlet desteği ile pilot çalışmalar başlatılmış ya da enerji planlamalarında yakın hedef olarak konu yer almıştır. Bu konu ile ilgili, Norveç'in kuzey sahillerinde 350 kW'lık, Endonezya-Avustralya arasında ise 1,5 MW'lık santraller kurulmuştur(Karaosmanoğlu, 2003).

Marmara denizi hariç, Türkiye açık deniz kıyı uzunluğu 8210 km civarındadır. Turizm, balıkçılık ve kıyı tesisleri dışındaki, kullanıma uygun beşte birlik kısımda 18.5TWh/yıl(TWh: Tera-vat-saat) düzeyinde bir dalga enerjisi elde edilebileceği hesaplanmıştır(Karaosmanoğlu, 2003).

1.1.1.1.6. Rüzgar Enerjisi

Rüzgâr ilk olarak milattan önce Yunanlılar tarafından yelkenli gemilerde kullanılmıştır. Romalılar da rüzgârdan yararlanarak gemilerini hareket ettirmişlerdir. Daha sonra mekanik olarak değerlendirilen rüzgar ilk olarak yel değirmenlerinde

kullanılmıştır. Orta ve batı Asya ülkeleri olan Çin, İran, Tibet gibi medeniyetler rüzgarı yel değirmenlerinde kullanmışlardır(Yıldız, 2006).

Rüzgar enerjisi, eskiden mekanik fırıldakları kullanılarak mekanik enerji elde edilmekte ve bu mekanik enerji kuyulardan su çıkarımında ve tahılların üretilmesinde kullanılmaktaydı. Günümüzde ise rüzgâr fırıldaklarının yerini rüzgar türbinleri almıştır. Bunun sebebi artık rüzgârlardan yararlanılarak mekanik enerji değil elektrik enerjisi elde edilmesidir. Rüzgâr pervane veya düşey mile çarparak atmosferdeki kinetik enerjisini mekanik enerjiye çevirmekte bu da rüzgar santrallerinde elektrik üretimini sağlamaktadır(Yıldız, 2006).

Fosil yakıtların yarattığı çevresel problemler rüzgâr türbinleri için yoktur. Türbinler yakıt olarak rüzgarı kullandıklarından atmosfere zehirli gaz vermezler. Rüzgâr çiftlikleri, termik, hidrolik vb. santrallerle, ekonomik açıdan rekabet edecek düzeye gelmiştir. kWh başına maliyet 4,5-6 cent civarındadır ve bunun yakın zamanda daha da düşeceği tahmin edilmektedir(Bayrakçı ve Delikanlı, 2007). Elektrik santrallerinin kuruluş maliyetleri açısından karşılaştırıldığı(Çizelge 1.3), kuruluş maliyetinin en yüksek olduğu santralin nükleer santral olup kuruluş maliyeti 3500 \$/kW düzeyindedir.

Rüzgar santrallerinin kurulum yerlerinin belirlenmesinde rüzgar gücü yoğunluğu, rüzgar hızı gibi faktörler önemli yer tutmaktadır(Çizelge 1.4). Ülkemiz hem rüzgar yoğunluğu hem de rüzgar hızı açısından değerlendirildiğinde, Marmara bölgesi ön plana çıkmaktadır. Dünya üzerindeki bölgeler ekonomik rüzgar potansiyeli açısından değerlendirildiğinde(Çizelge 1.5), OECD Kuzey Amerika bölgesi 1.146 TWh/yıl ile en fazla potansiyele sahiptir.

Çizelge 1.3. Elektrik santrallerinin kıyaslanabilir kuruluş maliyetleri(Şimşek, 2007).

Santral	Kuruluş Maliyeti
Hidrolik Santraller	750 – 1200 \$/kW
Linyit Santralleri	1600 \$/kW
İthal Kömür Santralleri	1450 \$/kW
Doğal Gaz Santralleri	680 \$/kW
Nükleer Santraller	3500 \$/kW
Rüzgar Santralleri	700 – 1450 \$/kW

Çizelge 1.4. Bölgelere göre ortalama rüzgar gücü yoğunluğu ve hızları (Şimşek, 2007)

Bölgeler	Ortalama Rüzgar Gücü Yoğunluğu (W/m²)	Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)
Akdeniz	21,36	2,45
İç Anadolu	20,14	2,46
Ege	23,47	2,65
Karadeniz	21,31	2,38
Doğu Anadolu	13,19	2,12
Güneydoğu Anadolu	29,33	2,69
Marmara	51,91	3,29

Çizelge 1.5. Dünya 2020 talep projeksiyonu ve ekonomik rüzgar potansiyeli(Akalın,2005; Özerdem, 2006; Şimşek, 2007)

Bölgeler	Elektrik/ Enerji Talep Projeksiyonu TWh/yıl	Ekonomik Rüzgar Potansiyeli TWh/yıl
OECD Avrupa	4.515	903
OECD Kuzey Amerika	5.729	1.146
Latin Amerika	2.041	408
OECD Pasifik	1.745	349
Doğu Asya	2.081	416
Güney Asya	1.695	339
Çin	3.691	738
Orta Doğu	907	181
Afrika	864	173
Diğer Ülkeler	2.615	523
Dünya Toplamı	25.883	5.176

1.1.1.1.7. Hidrojen Enerjisi

Hidrojen 1500'lü yıllarda keşfedilmiş, 1700'lü yıllarda yanabilme özelliğinin farkına varılmıştır. Evrenin en basit ve en çok bulunan elementi olup, renksiz, kokusuz, havadan 14.4 kez daha hafif ve tamamen zehirsiz bir gazdır. Hidrojen tüm bilinen yakıtlar içerisinde birim kütle başına en yüksek enerji içeriğine sahip olanıdır (Üst ısı değeri 140.9 MJ/kg, alt ısı değeri 120.7 MJ/kg). 1 kg hidrojen, 2.1 kg doğal gaz veya 2.8 kg petrolde bulunan enerjiye sahiptir. Ancak birim enerji başına hacmi yüksektir(Delikanlı ve ark. 2008). Hidrojeni alternatif yakıt yapan özellikleri Çizelge 1.6'da belirtilmiştir.

Hidrojen dünyada en çok bulunan elementlerden biridir. Su, hidrojen ve oksijenden oluşur($H_2 + 1/2O_2 \rightarrow H_2O$) ve akarsu ve denizlerde çok miktarda bulunmaktadır. Hidrojen doğada saf halde bulunmaz. Ancak çeşitli yöntemlerle elde edilebilir. Bu sebeple yenilenebilir bir yakıttır. Bunun yanında yakıtlar içerisinde çevresel açıdan en temizidir. Birincil enerji kaynakları kullanarak hidrojen üretilip bunun gereksinim duyulan yerlere iletilerek çeşitli yöntemlerle enerjiye çevrilmesine hidrojen enerji sistemi denir(Kükrer, 2007).

Hidrojen yakıtının en önemli kullanım alanı ulaşım sektörü (otomobil, otobüs, uçak, tren ve diğer taşıtlar) olmaktadır. Hidrojen halen bir yakıt olarak uzay mekiği ve roketlerde kullanılmaktadır. Düşünülen diğer kullanım yerleri ise mobil uygulamalar (cep telefonu, bilgisayar, vs) ve yerleşik uygulamalardır(yedek güç üniteleri, uzak mekanlarda güç gereksinimi, vs)(Kükrer, 2007).

Hidrojen enerji sistemi şu kısımlardan oluşur:

- Hidrojen üretimi
- Depolama ve iletim
- Enerji çevrimi

Hidrojen enerjisi konusunda son yıllarda meydana gelen gelişmeler, 2010 yılından itibaren hızlanan bir süreç içinde hidrojenin özellikle ulaşım sektöründe diğer yakıtların yerine geçeceği bir geleceği işaret etmektedir. Bu vizyonda hidrojenin çeşitli üretim yerlerinden kullanım yerlerine ulaşması için gereken dağıtım altyapısı ve hidrojen istasyonları da yer almaktadır(Kükrer, 2007). Çizelge 1.7'de Hidrojen ve diğer motor yakıtlarının temel özellikleri belirtilmiştir.

Çizelge 1.6. Hidrojeni alternatif yakıt yapan özellikleri(Delikanlı ve ark., 2008).

Yakıt	Hidrojen	Metan	Propan	Benzin	Metanol
Kendi kendine tutuşma sıcaklığı (C)	585	540	510	440	385
Minimum Tutuşma enerjisi (MJ)	0.02	0.28	0.25	0.25	-
Tutuşma aralığı (% hacim)	4-75	5-15	2.2-9.5	1.3-7.1	6.7-3.6
Maximum Laminer alev hızı (cm/s)	270	38	40	30	-
Difüzyon Katsayısı (cm ² /s)	0.63	0.2	-	0.08	-

Çizelge 1.7. Hidrojen ve diğer motor yakıtlarının karşılaştırmalı temel özellikleri(Delikanlı ve ark., 2008).

Yakıt	Kimyasal Formülü	Isıl Değer (MJ/kg)	Isıl Değer (MJ/m ³)	Devindirme Faktörü (%)
Sıvı Yakıtlar				
Fuel-oil	C _{≤20} H _{≤42}	45.5	38.65	78
Benzin	C ₅₋₁₀ H ₁₂₋₂₂	47.4	34.85	76
Jet Yakıtı	C ₅₋₁₀ H ₂₂₋₃₂	46.5	35.30	75
LPG	C ₃₋₄ H ₈₋₁₀	48.8	24.40	62
LNG	~CH ₄	~50.0	~23.0	61
Methanol	CH ₃ OH	22.3	18.10	23
Ethanol	C ₂ H ₅ OH	29.9	23.60	37
LH ₂	H ₂	141.9	10.10	100
Gaz Yakıtlar				
Doğal gaz	CH ₄	~50.0	0.040	75
GH ₂	H ₂	141.9	0.013	100

1.1.2.1.Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

1.1.2.1.1. Nükleer Enerji

Nükleer enerji ağır radyoaktif çekirdeğin sahip olduğu potansiyel enerjinin(iç enerjisinin) nötron bombardımanı yöntemi ile açığa çıkarılması prensibine dayanır. Radyoaktif elementin çekirdeğine hızla çarptırılan nötronlar çekirdeği kararsız hale getirerek çekirdekteki nötronların dağılmasına yol açarak zincirleme bir reaksiyonu tetikler. Bu reaksiyonlar ortamdaki tüm atom çekirdeklerinin nötron tepkimesine girmesine kadar devam eder. Reaksiyon boyunca tüm tepkimelerin kontrol altında olması hayati önem arz etmektedir. Bu tepkimeler esnasında çok yüksek miktarda ısı

enerjisi açığa çıkar. Bu enerji elektrik üretiminde kullanılır. En sık kullanılan nükleer yakıtlar plütonyum-239 (^{239}Pu) ve uranyum-235 (^{235}U)'dir(Anonim, 2012b).

20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren, güvenilir kaynaklardan enerjiyi sağlama arayışı enerji dünyasının en önemli gündemi haline gelmiştir. Özellikle 1970'li yılların başında ortaya çıkan petrol dar boğazı, bu arayışları hızlandırmış ve güvenilir enerji kaynağı olarak nükleer enerjinin ön plana çıkmasını sağlamıştır. Bunun sonucu olarak 1980'li yılların ikinci yarısına kadar yüksek kapasiteli birçok nükleer reaktör kurulmuş ve işletmeye alınmıştır. 1980'li yılların sonuna doğru ise nükleer enerjiye olan talep artışı azalma eğilimine geçmiş ve 1990'lı yıllar boyunca durağan hale gelmiştir. Bunun nedeninin, Three Mile Island (1979, ABD) ve Çernobil (1986, Sovyetler Birliği) nükleer kazalarının olduğu söylene de, asıl etken dünya ekonomisindeki yavaşlama ve doğalgazın enerji pazarına girmesidir. İçinde bulunduğumuz 21. yüzyılda, sürdürülebilir kalkınma anlayışı içinde iklim değişikliklerini göz önüne alan enerji üretim planları önem kazanmıştır. Bu çerçevede, nükleer enerjinin yanında yenilenebilir enerji kaynakları gündeme gelmiş ve bu kaynaklardan verimli enerji üretimi çalışmalarına başlanmıştır. Ancak, dış koşullara bağımlı olmaları (iklim koşullarına bağlı olarak her zaman yeterince güneş, rüzgâr ve su kaynaklarının bulunmaması) nedeniyle günümüzde halen yenilenebilir enerji kaynaklarından yeteri kadar verimli enerji üretimi sağlanamamaktadır. Bu noktada nükleer enerji, 7 gün 24 saat enerji üreten sürekli bir kaynak olarak önemini korumaktadır(Anonim, 2012b).

Dünya genelinde ve ülkemizde nükleer enerjinin, elektrik üretiminde tercih edilmesindeki diğer nedenler aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır(Anonim, 2012b):

- Nükleer santraller, yenilenebilir enerji kaynaklı santraller gibi dış koşullara (iklim koşullarına), kömür santralleri gibi yakıtın kalitesine, petrol ve doğalgaz santralleri gibi rezerv miktarına bağlı olmadığı için elektrik üretiminde süreklilik arz eder.
- Nükleer enerji üretim zinciri, tümüyle ele alındığında sera gazı salımı konusunda en temiz seçenektir. 1 kilogram uranyumdan elde edilen enerji için, 3.000.000 kilogram petrol gerekmektedir.
- Nükleer santrallerden çıkan atık miktarının çok az olmasıyla çok az yer kaplayacağından yer üstündeki depolarda güvenli bir şekilde depolanabilmektedirler.

- Kullanılmış nükleer yakıtlar yeniden işlenerek (reprocessing) enerji üretimi için kullanılabilirler.
- Nükleer yakıt maliyeti ve bunun sonucu olarak fiyatı istikrarlı sayılabilecek seviyededir.
- Nükleer enerjiden elde edilecek enerji, ülke enerji üretim portföyüne çeşitlilik getirir.
- Güvenlik ve kalite kültürünün ülkemizde yerleşmesine ve gelişmesine katkı sağlar.
- Santral işletme ömrü diğer santral türlerine göre daha uzundur.
- Nükleer güç santralleri uzun yıllar boyunca ihtiyaç duyulacak nükleer yakıtları kolayca ve ekonomik depolamaya imkan verdiğinden enerji arz güvenliğinin sağlanmasına önemli katkı sağlar (Anonim, 2012b).

1.1.2.1.2. Fosil Kökenli Enerji Kaynakları

Bunlar genel olarak hidrokarbonlar açısından zengin olan yakıtlardır. En sık rastlanılan ve kullanılan kömürdür. Dünya üzerinde hemen hemen her coğrafyada kömür yataklarına rastlamak mümkündür. Elektrik üretimi ve ısınma amacıyla yoğun olarak kullanılmaktadır. Katı formda olup bulunması çıkarılması, çıkarıldıktan sonra kullanımı ve depolanması kolaydır (Yıldız, 2006).

Diğer bir fosil kökenli yakıt petroldür. Oluşumu için çok uzun yıllar geçmesi gerekmektedir. Dünya üzerinde bilinen rezervleri sınırlıdır. Yakıt değeri yüksektir. Ancak bulunması ve çıkarılması maliyetli bir yakıttır. Ayrıca kullanımından önce rafine edilmesi gerekir. Petrolden elektrik üretiminin yanı sıra daha ziyade araç yakıtı olarak faydalanılmaktadır. Genel olarak jeolojik zamanlarda deniz olan bölgelerde petrol rezervlerine daha sık rastlanmaktadır (Yıldız, 2006).

Başlarda petrol sondajları esnasında doğalgaza rastlanmış ancak bunun bir yakıt olduğunun farkına varılamayarak üretim esnasında petrolden uzaklaştırılmıştır. Uzun yıllar sonra doğalgazın farkına varılmış ve bunun için sondaj çalışmalarına başlanmıştır. Yoğun olarak içinde Metan(CH_4) bulundurulur. Yakıtın değerine göre bu oran %90'a kadar çıkabilmektedir. Bunun dışında etan(C_2H_6), propan(C_3H_8) ve bütan(C_4H_{10})'da doğalgazın diğer hidrokarbonlu bileşenleridir. Eser miktarda N_2 'ce H_2S 'de yine

doğalgazın içinde mevcuttur. Renksiz ve kokusuz bir gazdır. Kullanıma sunulmadan önce Tetra Hidro Teofen(THT) denilen çürük sarımsak kokusuna sahip bir kimyasal ile kokulandırma işlemi yapılır. Depolanması çok maliyetli bir işlem olduğundan boru hatları ile kullanım alanlarına taşınarak direkt olarak tüketime sunulur. -161 °C'nin altında sıvı faza geçirilerek gemiler vasıtası ile de taşınmaktadır. Yine aynı şartlarda azda olsa düşük kapasiteli depolama tesislerinde şebeke arz güvenliği açısından depolama işlemleri de yapılmaktadır. Elektrik üretim santrallerinde en çok tercih edilen iki yakıttan biri kömür diğeri ise doğalgazdır(Yıldız, 2006).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Oğuz(2004), yaptığı doktora çalışmasında “Tarım kesiminde yaygın olarak kullanılan dizel motorlarında fındık yağı biyodizelinin yakıt olarak kullanım imkânlarını” incelemiştir. Fındık yağının %81,4 Oleik asit, %10,2 Lineoik asit içeren bir yağ olduğunu, araştırma ve uygulamaların, kimyasal yapı olarak uzun, dallanmış ve tek çift bağlı yağ asitlerini içeren yağların uygun dizel alternatifi olduğunu ve artan doymamışlık derecesinin setan sayısını olumsuz yönde etkilediğini belirtmiştir. Yüksek oleik asitli bitkisel yağların oksitlenme direncinin daha iyi olduğunu ve ayrıca içerisindeki tokoferol maddesinin uzun süre depolanabilmesine imkan sağladığını ifade etmiştir. Transesterifikasyon işleminden sonra elde edilen alternatif yakıt fındık yağı metil esterin, yoğunluk değerinin dizelinkine yakın, viskozitenin aynı, ısıl değerinin %10 daha düşük çıkmış, parlama noktasının ise dizel yakıtından 2,5 kat yüksek çıktığı yapılan deney sonucunda gözlemlenmiştir.

Öğüt ve Oguz(2006) tarafından hazırlanan “Üçüncü milenyum yakıtı biyodizel” adlı kitaplarında, fosil kökenli yakıt kullanımından kaynaklanan sorunlar, yenilenebilir enerjiler, dizel motorlarda yakıt olarak kullanımının tarihsel gelişimi, biyodizelin dünyadaki durumu, biyodizelin tanımı, biyodizelin üstünlükleri, biyodizelin sakıncaları, biyodizelin teknik özellikleri, bazı yağ bitkilerinin yetiştiriciliği, tohumlardan yağ elde etme, biyolojik yağların yakıtı dönüştürülme yöntemleri, gliserinin ayrıştırma yöntemi, biyodizel üretiminde otomasyon sistemi uygulanması, biyodizel üretim maliyeti, biyodizelin standartları ve teknik özellikleri, biyodizel çevre ve sağlık, Türkiye’de biyodizele ait mevzuat, Türkiye’de biyodizel üretiminin mevcut durumu gibi konulara yer verilmiştir.

Altuntaş(2006), yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında, “Hardal yağı biyodizeline depolama süresi ve şartlarının yakıt özellikleri üzerine etkisinin araştırılması” üzerine çalışma yapmıştır. Hardal yağı biyodizeli ile yapılan bu çalışma neticesinde üç aylık bir depolanma süresince yakıt özelliklerinde önemli bir değişim olmadığı belirtilmiştir. Hardal yağı biyodizelinin depolanması ile meydana gelen değişiklikler ile Euro dizelin depolanması esnasında meydana gelen değişiklikler mukayese edildiğinde herhangi bir fark meydana gelmediği gözlemlenmiştir. Bu yüzden eurodizelin depolandığı yerlerde hardal yağı biyodizeli de güvenle depolanabileceği ifade edilmiştir. Uzun süre beklemiş biyodizelin kullanımından önce özgül ağırlığının

0,9'u aşp aşmadığı belirlenmesinin gerektiği ve biyodizel ile havanın temasını en aza indirmek için biyodizel tankları mümkünse tamamen dolu tutulması gerektiği belirtilmiştir.

Bolat(2007), yaptığı yüksek lisans tezinde, “Orta segment bir tarım traktöründe biyodizelin motor performansı üzerine etkileri ve biyodizelin Türkiye için önemi” adlı çalışmasında, dizel yakıt; B2, B5, B10, B20, B50, B80 ve B100(Kısaltmalar Biyodizel ve Dizel karışım oranını göstermektedir.) yakıtları ile karşılaştırmalı olarak kuyruk mili testinde yapılan deneme materyallerini oluşturmuştur. Karışım yakıtların güç değerleri üzerine etkisi, yıllardır kullanılagelen dizel yakıtla kıyaslamaları esasına göre ele alınmıştır. B2’den B50’ye kadarki biyodizel karışımları, dizel motora göre daha yüksek değerlere eriştiği, B80 ve B100 için güç çıktılarında düşüş gözlemlendiği belirtilmiştir. Yakıtın biyodizel yüzdesinde artışla birlikte kinematik viskozitesindeki artışın, enjektörlerde gerçekleşmesi gerekli atomizasyonu sınırlayıcı bir etkide bulunması, özellikle döner tip enjeksiyon pompalarının bir sorunu olduğu ifade edilmiştir. Pompa kullanım ömrü ilerledikçe etkilerin ne yönde olacağının irdelenmediği bu çalışmada, yanma veriminin viskozite ile uğradığı düşüşe de bağlı olarak B80 ve B100 yakıtlarının güç miktarlarında düşüş olduğu belirtilmiştir. Güçte yaşanan düşüşün tork değeri üzerinde de etkili olduğu belirtilmiş, tork değerinde dizel yakıtı karıştırılan biyodizel miktarı arttıkça azalma gösterdiği saptanmıştır.

Nışancı(2007), yaptığı yüksek lisans tezinde, “Biyodizel yakıt karışımlarının performans ve emisyon üzerine etkilerinin deneysel araştırılması” üzerine çalışma yapmıştır. İlgili tezde, motor momenti(torku) ve motorun gücünün düştüğü ve özgül yakıt sarfıyatının arttığı gözlemlendiği belirtilmiştir. Egzoz emisyonlarında ise dizele oranla azalma olduğu belirtilmiştir. Silindir içi basınç değişimleri yaklaşık olarak aynı kaldığı ifade edilmiştir.

Ergen ve Karabektaş(2007) tarafından yapılan “Soya yağı metil esterinin motor performans karakteristikleri ve NOx emisyonları üzerindeki etkisinin incelenmesi” başlıklı çalışmada, soya yağı transesterifikasyon yöntemi kullanılarak biyodizel elde edilmiş daha sonra elde edilen biyodizel yakıtı dizel motorda emisyon ve performans testlerine tabi tutulmuştur. Performans testleri sonuçlarına göre viskozitenin dizel yakıtı göre yüksek olduğu, efektif güç ve tork değerlerinin ise düşük olduğu saptanmıştır. Efektif güç ve tork değerlerindeki düşüklüğün makul düzeylerde olduğu belirtilmiştir.

Dizel yakıtına göre saf biyodizel ve karışım yakıtlarda ortaya çıkan güç ve tork düşüşü ve özgül yakıt tüketimi artışı biyodizelin sahip olduğu düşük alt ısı değerinden kaynaklandığı ifade edilmiştir. NO_x emisyon değerlerinin dizel yakıtına göre yüksek olduğu belirtilmiş ve bunun biyodizel yakıtının oksijen içeriği ve oluşturduğu karışımın yüksek HFK değerinin emisyon artışında etkili olduğu vurgulanmıştır.

Ülker(2007), yaptığı yüksek lisans tezinde, “Hayvansal yağ esaslı biyodizel yakıtın motor performansına etkisinin deneysel incelenmesi” üzerine çalışma yapmıştır. Biyodizel kullanılarak yapılan ölçümlerde, motor gücü bakımından, en yüksek devirde(2400d/d), dizel yakıtına göre %36 lık bir güç kaybı yaşandığı ve aynı devirde %37 lik moment kaybı olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca aynı devirde özgül yakıt tüketiminde biyodizel yakıtında dizel yakıtına nazaran %59 luk bir artış gözlemlendiği belirtilmiştir. Düşük devirdeki deney sonuçlarında ise (800 d/d) biyodizel yakıtında, dizel yakıtına nazaran HC emisyonlarında %81 lik azalmanın tespit edildiği ifade edilmiştir. Yine aynı devir aralığında biyodizel yakıtında, dizel yakıtına oranla CO emisyonlarında %46 ya varan azalmanın olduğu ilgili çalışmada saptanmıştır.

Tarauş(2008), yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında, “Ayçiçek yağı ve hayvansal yağ karışımlarından biyodizel üretimi” adlı çalışmasında, son yıllarda giderek artan bitkisel yağ fiyatları bitkisel yağların biyodizel üretiminde kullanılmasının giderek zorlaştığı ifade edilmiştir. Gıda sektöründe çok tüketilmeyen ve genellikle bitkisel yağlardan daha ucuz olan hayvansal yağların biyodizel üretiminde bitkisel yağlarla karıştırılarak kullanılması hem bitkisel yağların daha az tüketilmesine hem de hayvansal yağların daha verimli kullanılmasına imkan sağlayacağı belirtilmiştir. Bu çalışmada %100hy, %80hy+%20ay, %60 hy+%40ay, %40hy+%60ay, %20hy +%80ay ve %100ay(ay, ayçiçek yağının; hy ise hayvansal yağın kısaltmasıdır.) olmak üzere bu altı çalışmanın akma noktası, bulutlanma noktası, soğuk filtre tıkanma noktası, ısı değeri, %S içeriği, parlama noktası, viskozitesi, yoğunluğu ve su muhtevası analizleri ile değerlendirilmiştir. En iyi karışım oranı %60ay+%40hy olarak bulunmuştur. Bu karışım sonucunda elde edilen metil esterinin akma noktası -2,2°C, bulutlanma noktası 12°C, soğuk filtre tıkanma noktası -2°C, parlama noktası 150°C, viskozitesi 4,5 mm²/s, ısı değeri 9885 cal., %S içeriği 0,0156, yoğunluğu 0,883 kg/m³ ve su muhtevası 110mg/kg olarak ölçülmüştür.

Yaşar ve Eren(2008) tarafından yapılan “Türkiye’de tarım sektöründe kullanılan petrodizelin çevresel etkileri ve biyodizel alternatififiyle karşılaştırılması” başlıklı makalelerinde, Türkiye’de enerjide yaşanan sorunlardan bahsetmiş olup en önemli enerji kaynağı olan petrolün %90’ı ithal etmekte olduğu ve ülkemizin toplam enerjisinin %70’inin dış alım yoluyla karşılandığı ifade edilmiştir. Enerji ve tarım, çevre ilişkisine de değinen yazarlar, biyodizelin; çevre dostu, yenilenebilir hammaddelerden elde edilebilen, atık bitkisel ve hayvansal yağlardan üretilebilen, anti-toksik etkili, biyolojik olarak hızlı ve kolay bozunabilen, kanserojenik madde ve kükürt içermeyen, yüksek alevlenme noktası ile kolay depolanabilir, taşınabilir ve kullanılabilir, yağlayıcılık özelliği mükemmel, motor ömrünü uzatan, motor karakteristik değerlerinde iyileşme sağlayan, kara ve deniz taşımacılığında kullanılabilen, ısıtma sistemleri ve jeneratörlerde kullanıma uygun, stratejik özelliklere sahip, mevcut dizel motorlarında hiçbir tasarım değişikliği gerektirmeden kullanılabilen ve ticari başarıyı yakalamış bir yeşil yakıt olduğunu belirtmişlerdir. Türkiye’de tarımdan kaynaklanan sera gazı emisyonlarından tarımın %13,5 ile 3. sırada olduğunu ifade etmişlerdir. Tarımsal işlemlerde petrodizel yerine biyodizel kullanımının çevresel açıdan değerlendirmesini yaptıktan sonra her bir tarımsal ürün yetiştiriciliği için ülke bazında sera gazı emisyonları veri tabanları oluşturulmasını önermişlerdir. Bu veri tabanı sayesinde sera gazı emisyonlarını tarımsal üretimde azaltmaya yönelik yeni teknolojiler geliştirilebileceği vurgulanmıştır.

Özsezen ve Çanakçı(2008) tarafından yapılan “Atık kızartma yağından elde edilen metil esterin ön yanma odalı bir dizel motorda kullanımının performans ve emisyonlara etkisinin incelenmesi” başlıklı çalışmalarında, palmiye yağı kökenli atık kızartma yağından elde edilen metil ester, dört silindirli, doğal emişli, ön yanma odalı bir dizel motorda alternatif dizel yakıtı olarak kullanılmıştır. Motor performansı ve egzoz emisyon seviyelerini belirlemek amacıyla, motor tam yük-değişik devir testlerine tabi tutulmuştur. Metil ester kullanımı ile motorun döndürme momentinin, efektif gücü petrol kökenli dizel yakıtına kıyasla azalma gösterdiği, özgül yakıt tüketiminde ise hafif bir artış olduğu ifade edilmiştir. Emisyon testleri sonucunda ise metil esterin HC, CO ve duman koyuluğu emisyonlarında petrol kökenli dizel yakıtına kıyasla önemli azalmalar sağladığı vurgulanmıştır.

Abalı ve ark.(2009) tarafından yapılan “Türk kahvesi telvesinden biyodizel üretimi” başlıklı makalede, kahve ile ilgili genel bilgiler verilmiş ve kahve telvesinden yağ elde edilme prosesinden bahsedilmiştir. Dünyada yıllık 1,5 – 2 milyon tonluk kahve atığı bulunduğu tespiti yapılmış ve Türk kahvesi telvesinden transesterifikasyon yöntemi kullanılarak elde edilen biyodizelin değerlendirilmesi halinde çevre ve ekonomiye katkı sağlayacağı vurgulanmıştır.

Yaşar(2009), yaptığı doktora tezi çalışmasında, “Alternatif enerji kaynağı olarak biyodizel üretim ve kullanım olanaklarının Türkiye tarımı ve AB uyum süreci açısından değerlendirilmesi” üzerine çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, Dünya ve Türkiye'deki mevcut enerji durumu ve gelişmelerinden bahsedilmiştir. Ayrıca Türkiye’de biyodizelin yasal süreci, üretimi ve gelişimi, kullanımına ilişkin kısıtlar, üretiminin sağlayacağı avantajlara değinilmiştir. Bunların dışında Türkiye’de kolza üretiminin maliyet analizi ve sosyal açıdan değerlendirilmesi yapılmış, kolza üreticilerinin biyodizel üretimi üzerine görüşleri alınmıştır. Elde edilen veriler neticesinde, sektörde karşılaşılan sorunlara çözüm önerisinde bulunulmuştur.

Başer ve Aybek(2009) tarafından yapılan “Tarım traktörlerinde biyodizel kullanımının çekiş gücü performansına etkisinin belirlenmesi” başlıklı çalışmada, farklı oranlarda biyodizel ile karıştırılmış petrodizelin traktör çeki performansına etkisi incelenmiştir. Yapılan çalışmada ülkemiz tarımında yaygın kullanılan güç grubundan bir traktörde (Massey Ferguson 3056 2WD), 4 farklı yakıt (petrodizel, B10, B20 ve B30) kullanılmıştır. Çeki gücü performans testlerinde; maksimum çeki kuvveti (11,96 kN) en fazla petrodizel yakıtıyla TH-1 vites kademesinde, minimum saatlik yakıt tüketimi (4,12 L/h) B30 yakıtıyla TL-1 vites kademesinde, en küçük özgül yakıt tüketimi değeri (354 g/kWh) ise B10 yakıtıyla KH-2 vites kademesinde ölçüldüğü saptanmıştır. Test edilen yakıtlardan B20’nin (%20 biyodizel + %80 petrodizel) petrodizele göre en uygun ve verimli alternatif seçim olabileceği ifade edilmiştir.

Çalışkan ve ark.(2009) tarafından yapılan “Tütün (Nicotiana tabacum L.) tohumunun biyoyakıt olarak değerlendirilmesi” başlıklı makalede, tütün tohumlarının tahmini potansiyeli, tütün tohumunun özellikleri ile bu tohumlardan elde edilebilen biyodizelin teknik özellikleri üzerinde araştırma yapılmıştır. Yağ ihtiyacımızın büyük çoğunluğunu ithalat yoluyla karşılandığı ve bitkisel yağ açığımızın kapanması için alternatif hammaddelerden tütün tohumunun biyodizel üretiminde kullanılması gerektiği

vurgulanmıştır. Kimyasal ve biyodizel özellikler bakımından olumlu bulunan tütün tohumu yağının, ülkemizde tahmini olarak 14 bin ton ham yağ potansiyeli olduğu ifade edilmiştir.

Aksoy(2010) tarafından yapılan “Alternatif enerji kaynağı olarak biyodizel ve üretim prosesleri” başlıklı makalede, fosil kökenli yakıtların dezavantajlarından bahsedilmiş ve fosil kökenli yakıtlara alternatif olarak biyodizelin kullanılabileceği ifade edilmiştir. Yağların yakıt olarak kullanılması için ilk olarak viskozitelerini düşürecek işlemlere tabi tutulması gerektiği ve bu işlemi gerçekleştirmede kullanılacak biyodizel üretim metodlarından bahsedilmiştir. Biyodizel üretim metodlarından en çok tercih edilenin transesterifikasyon olduğunu ve proses sürecinde katalizör olarak daha düşük sıcaklıklarda ve daha kısa sürede gerçekleşmesi sebebiyle ticari olarak en çok tercih edilen alkali (NaOH , KOH) katalizörün kullanıldığı vurgulanmıştır.

Oguz ve ark.(2012) tarafından yapılan “Türkiye tarım havzaları üretim ve destekleme modelinin biyodizel sektörüne etkisinin incelenmesi” konulu ortak çalışmalarında, tarım havzaları ve destekleme modelinin amaçları hakkında bilgi verilmiştir. Model ile belirlenen 30 havza liste halinde belirtilmiştir. Ayrıca Türkiye tarım havzaları üretim ve destekleme modelinde desteklenen ve biyodizel hammaddesi olabilecek ürünler incelenmiş ve biyodizel sektörüne olan etkisi araştırılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda aspir bitkisinin tohum temini ve üretimin kolay olması, birçok bölgede yetişebiliyor olması, yapılan çalışmalarla veriminin artırılmış olması ve biyodizel üretimi için yağ asidi bileşenlerinin uygun olması gibi faktörlerden dolayı bu bitkinin ön plana çıktığı vurgulanmıştır.

3.MATERYAL VE YÖNTEM

Biyodizel, yağ bitkisi olarak adlandırılan ayçiçeği, kanola(kolza), soya gibi bitkilerin tohumları, atık yemeklik yağlar ve hayvansal yağlar gibi yenilenebilir kaynaklardan elde edilen alternatif dizel yakıtıdır. Biyodizel, ilk olarak Rudolp Diesel tarafından, 1898’de düzenlenen Paris’teki dünya fuarında fıstık yağı ile çalıştırdığı dizel motorunda kullanılmıştır. Biyodizel ismi ise ilk olarak 1992 yılında Amerika Ulusal Soydiesel geliştirme kuruluşu(National Soydiesel Development Board) tarafından kullanılmıştır. Türkiye ise biyodizel ile ilgili ilk olarak 1934 yılında “Bitkisel Yağların Tarım Traktörlerinde Kullanımı” adı altında Atatürk Orman Çiftliğinde bir toplantı düzenlemiştir. Biyodizel, dizel ile karışım oranlarına göre sınıflandırması Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Biyodizel ve dizel karışımlarının adlandırılması

Kodu	Biyodizel (%)	Dizel (%)
B5	5	95
B20	20	80
B50	50	50
B100	100	0

3.1. Materyal

3.1.1.Bitkisel Yağlar

Hava, çevre ve toprak kirliliği gibi terimler çevre ile ilgili günümüz dünyasında gündemi oluşturan konulardır. Artan çevre bilinci endüstri ve çevre bilimcilerin halkı bilinçlendirmesi için faaliyette bulunmasına sevk etmiştir. Dünyada bir çok ülke bununla ilgili olarak çevre dostu ürünlerin kullanımı için yasa çıkarmıştır. Örneğin Almanya’daki bölgesel düzenlemeler ile ormancılık sektöründe hızlı biyolojik ayrışabilir yağ kullanılmayan ekipmanın, kullanımı yasaklanmıştır. Ülkemizin zengin biokütle kaynaklarına sahip bir tarım ülkesi olduğu göz önüne alınırsa, yenilenebilir

enerji kaynaklarının alternatif motor yakıtı üretiminde değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bitkisel yağların motor yakıtı olarak yaygınlaşması durumunda yağ bitkilerinin üretiminin arttırılması imkânı her an mevcuttur. Burada yetiştirilecek bitki çeşitlerinin yağ bitkileri olması ilerde oluşacak ihtiyacı fazlasıyla karşılayacak düzeydedir(Acaroğlu, 2003).

Bitkisel yağlar ülkemizde halen yemeklik yağ olarak tüketildiğinden, ekiliş ve üretim miktarları bu alana cevap verebilecek düzeydedir. Bitkisel yağların ve atıklarının motor yakıtı olarak kullanılabilir duruma gelmesiyle, bu alandaki üretimin artırılma olanağı mevcuttur. Ayrıca Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)'nin faaliyete geçmesiyle 1.7 milyon hektar alan sulanır hale gelecektir. GAP bölgesinde yetiştirilecek bitkiler içerisinde, yağ bitkileri yönünden de önemli bir potansiyel olacaktır(Kaplan ve ark., 2001).

Bitkisel yağların motor yakıtı olarak kullanılabilecekleri başlıcaları; fındık, haşhaş, susam, yağ keteni, mısır özü, hintyağı, palm, jatropha, defne, ceviz, badem, ayçiçeği, aspir, soya, hurma, kolza, yer fıstığı, susam, keten tohumu, pamuk tohumu yağlarıdır. Çizelge 3.2' de yakıt olarak kullanılan bitkisel yağların kinematik viskozite (KV), Karbon artığı (KA), Setan sayısı (SS), Üst ısıl değer (Ho), Kül (K), Kükürt içeriği (S), İyot değeri (ID), Sabunlaşma değeri (SD) özellikleri verilmiştir(Acaroğlu, 2003).

Çizelge 3.2. Diesel motorlarda kullanılan bitkisel yağlar ve özellikleri(Acaroğlu, 2003).

Yağ	KV	KA	SS	Ho	K	S	ID	SS
Pamuk yağı	33,7	0,25	33,7	39,4	0,02	0,01	113,2	207,71
Haşhaş	42,4	0,25	36,7	39,6	0,02	0,01	116,83	196,82
Kolza	37,3	0,31	37,5	39,7	0,006	0,01	108,05	197,07
Aspir	31,6	0,26	42	39,5	0,007	0,01	139,83	190,23
Ayçiçeği	34,4	0,28	36,7	39,6	0,01	0,01	132,32	191,7
Susam	36	0,25	40,4	39,4	0,002	0,01	91,76	210,34
Yağ keteni	28	0,24	27,6	39,3	0,01	0,01	156,74	188,71
Buğday	32,6	0,23	35,2	39,3	0,02	0,02	120,96	205,68
Mısır özü	35,1	0,22	37,5	39,6	0,01	0,01	119,41	194,14
Hintyağı	29,7	0,21	42,3	37,4	0,01	0,01	88,72	202,71
Soya	33,1	0,24	38,1	39,6	0,006	0,01	69,82	220,78
Defne	23,2	0,2	33,6	39,3	0,03	0,02	105,15	220,62
Yerfıstığı	40	0,22	34,6	39,5	0,02	0,01	119,55	199,8
Fındık	24	0,21	52,9	39,8	0,01	0,02	98,62	197,63
Ceviz	36,8	0,24	33,6	39,6	0,02	0,02	135,24	190,82
Badem	34,2	0,22	34,5	39,8	0,01	0,01	102,35	197,56
Zeytin	29,4	0,23	49,3	39,7	0,008	0,02	100,16	196,83

Bitkisel yağların karbon ve hidrojen değerleri dizel yakıtına yakın; oksijen değeri ise daha yüksektir. Isıl değerleri ise dizel yakıtının ısıl değerinden yaklaşık %10-15 kadar daha azdır. Çizelge 3.3’de bazı bitkisel yağların yağ asidi bileşimleri verilmiştir. Ayçiçeği yağı, oleik asit ve linoleik asitçe zengin bir yağdır. Araştırma ve uygulamalar; kimyasal yapı olarak uzun, dallanmış ve tek çift bağlı yağ asitlerini içeren yağların uygun dizel alternatifi olduğunu ve artan doymamışlık derecesinin setan sayısını olumsuz yönde etkilediğini ortaya koymuştur. Bu durum, oleik asitçe zengin yağları ön plana çıkarmaktadır. Bitkisel yağların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanı sıra, bunlardan kaynaklanan yakıt özellikleri daha da önemlidir. Günümüze kadar yapılan birçok araştırmada, bitkisel yağların yakıt özellikleri belirlenmiş ve dizel yakıtı ile mukayese edilerek, verilen sınır değerlere ne ölçüde uyum sağladığı tespit edilmiştir(Acaroğlu, 2003).

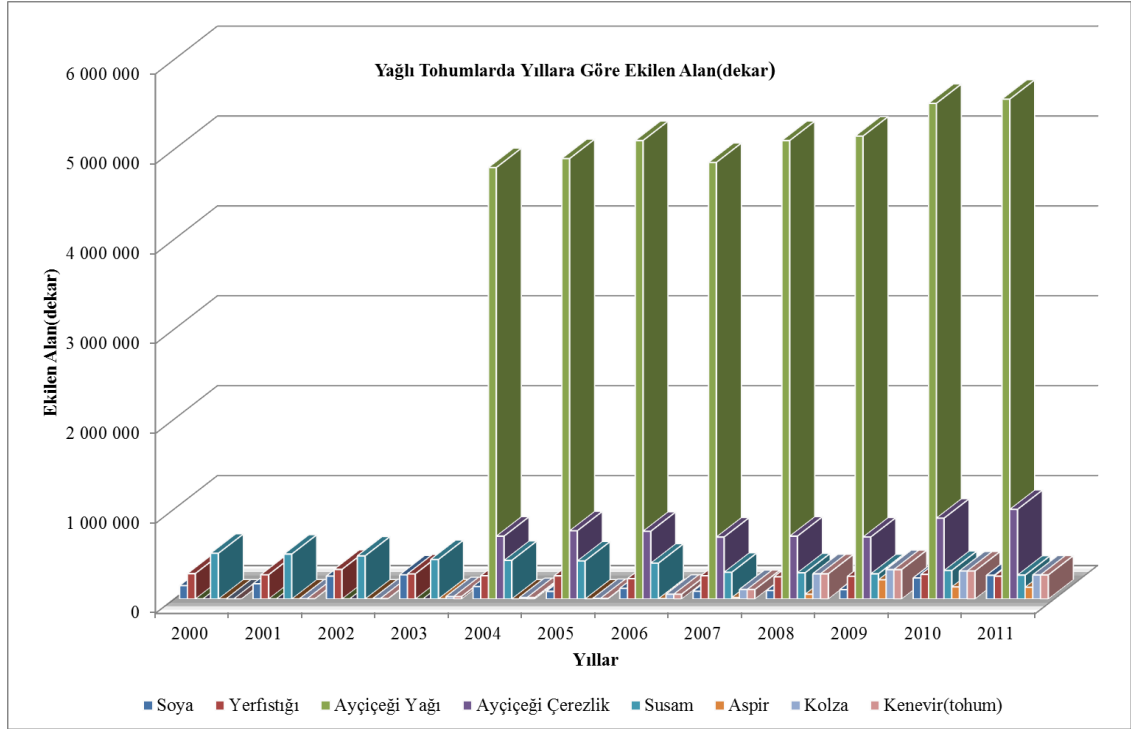
Çizelge 3.3. Bitkisel yağların yağ asidi içerikleri(Acaroğlu, 2003)

Yağ	16:0	16:1	18:0	18:1	18:2	18:3	Diğer
Pamukyağı	28,7	0	0,9	13	57,4	0	0
Haşhaş	12,6	0,1	4	22,3	60,2	0,5	0
Kolza	3,5	0	0,9	64,1	22,3	8,2	0
Aspir	7,3	0	1,9	13,6	77,2	0	0
Ayçiçeği	6,4	0,1	2,9	17,7	72,9	0	0
Susam	13,1	0	3,9	52,8	30,2	0	0
Yağ keteni	5,1	0,3	2,5	18,9	18,1	55,1	0
Buğday	20,6	1	1,1	16,6	56	2,9	1,8
Hurma	42,6	0,3	4,4	40,5	10,1	0,2	1,1
Mısır özü	11,8	0	2	24,8	61,3	0	0,3
Hintyağı	1,1	0	3,1	4,9	1,3	0	89,6
Tallow	23,3	0,1	19,3	42,4	2,9	0,9	2,9
Soya	13,9	0,3	2,1	23,2	56,2	4,3	0
Defne	25,9	0,3	3,1	10,8	11,3	17,6	31
Yer fıstığı	11,4	0	2,4	48,3	32	0,9	4
Fındık	4,9	0,2	2,6	83,6	8,5	0,2	0
Ceviz	7,2	0,2	1,9	18,5	56	16,2	0
Badem	6,5	0,5	1,4	70,7	20	0	0,9
Zeytin	5	0,3	1,6	74,7	17,6	0	0,8
Hindistan cevizi	9,7	0,1	3	6,9	2,2	0	65,7

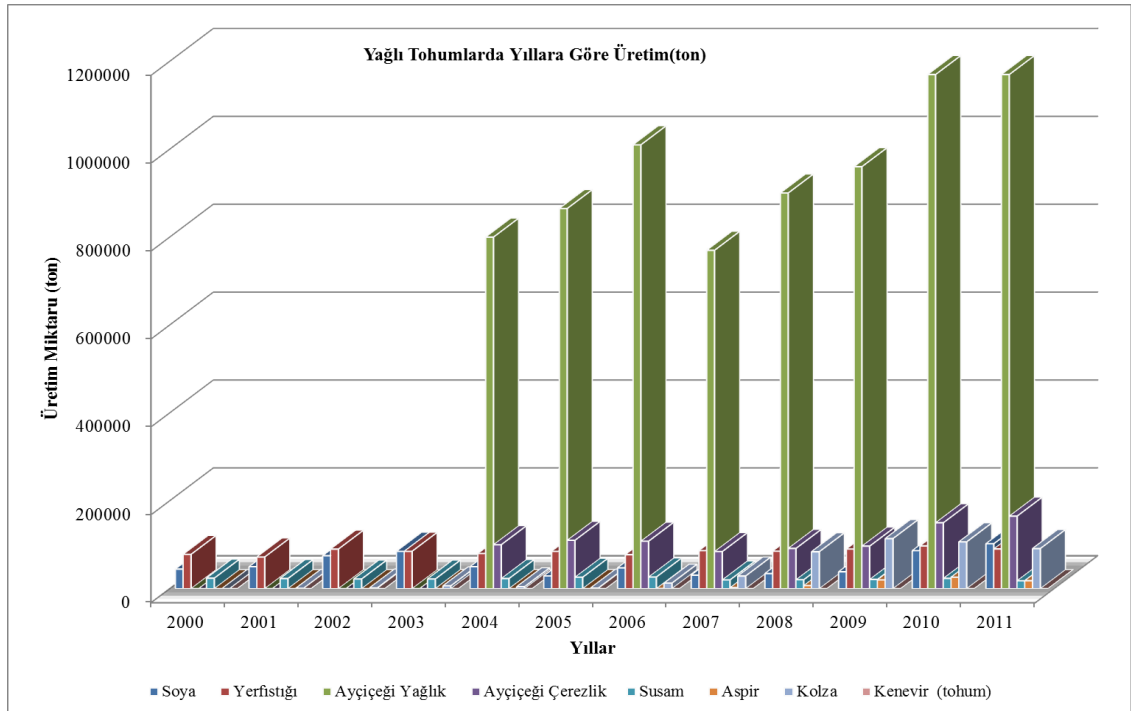
Şekil 3.1’de görüldüğü gibi ülkemizde yağlı tohum bitkilerinin ekildiği alan yıllara göre artış göstermiştir. Bunlardan aspir bitkisinin 2000 yılında ekildiği alan 300 dekar iken, 2011 yılında 131668 dekara çıkmıştır. Kolza bitkisinin 2000 yılında ekildiği alan 820 dekar iken 2011 yılında 268298 dekara çıkmıştır. Soya bitkisinin ise 2000 yılında 150000 dekar iken, 2011 yılında 264209 dekara çıkmıştır.

Şekil 3.2’de ise yağlı tohum bitkilerinin üretim miktarı yıllara göre artış göstermiştir. 2000 yılında 18 ton aspir bitkisi üretilirken 2011 yılında 18228 tona

yükselmiş, 187 ton kolza bitkisi 2011 yılında 91239 tona, 44500 ton Soya bitkisi 2011 yılında 102260 tona yükselmiştir.



Şekil 3.1. Yağlı tohumlarda yıllara göre ekilen alan(Anonim, 2012c)



Şekil 3.2. Yağlı tohumlarda yıllara göre üretim(Anonim, 2012c)

3.1.1.1. Bazı Yağ Bitkileri

3.1.1.1.1. Aspir bitkisi

Yüksek oleik asit içeren aspir, ülkemiz şartlarında tarımı yapılabilen biyodizel hammaddesi olabilecek bir bitkidir. Aspir, genellikle 80-100 cm arasında boylanabilen, dikenli ve dikensiz formları olan, sarı, kırmızı, turuncu, beyaz gibi değişik renklerde çiçeklere sahip, tohumlarında %30-45 arasında yağ bulunan, yazlık karakterde ve ortalama 130-150 gün arasında yetişebilen tek yıllık bir uzun gün yağ bitkisidir. Aspir bitkisinin gen kaynaklarının Anadolu olması, tohum temini ve üretimin kolay olması, iklim istekleri yönünden birçok bölgede yetişebiliyor olması, yeni çeşit çalışmaları ile yağ veriminin artırılmış olması ve en önemlisi biyodizel üretimi için yağ asidi bileşenlerinin uygun olması bu bitkiyi ön plana çıkarmaktadır(Oguz ve ark., 2012)

3.1.1.1.2. Kanola bitkisi

Kanola, kolzanın genetik modifikasyonları sonucunda elde edilmiş bir çeşittir. Kanola, yaklaşık %40 oranında yağ içerir ve %38-43 oranında protein içeren küspe ürününü oluşturur. Türkiye’de kanola ürünü için, resmi prim desteği bulunmaktadır.

Yağlı tohum bitkisi olarak kanolanın avantajları şunlardır(Karaosmanoğlu, 2012):

- Adaptasyon yeteneğinin çok yüksek olması
- Yazlık-kışkık türleri mevcut olması
- Yetişme devresi kısalığı
- Yetiştirme tekniğinin mekanizasyona uygunluğu
- Kendisinden sonraki ürüne temiz toprak bırakma özelliği
- Uygun bölgelerde ikinci ürüne olanak sağlayabilme
- Diğer yağlı tohumlardan 1-2 ay önce hasat edilebilme özelliği
- Yağ fabrikaları için atıl zamanda çekirdek sağlama niteliği
- Gıda ve biyoyakıt üretimi için uygunluğu
- Münavebe bitkisi olması
- Şubat-Mart döneminde arıcılığa uygun olması
- Tohum veriminin yüksek olması

- Yağ veriminin yüksek olması
- Küspesinin yem olarak değerli olması
- Üretim maliyetinin buğday ve ayçiçeğinden daha düşük olması

3.1.1.1.3. Ayçiçeği Bitkisi

Türkiye'ye 1. Dünya savaşıdan sonra gelen göçmenler vasıtasıyla tarımına başlanmıştır. Bu nedenle ilk yıllarda sadece Trakya bölgesinde yetiştirilen ayçiçeği daha sonra Anadolu'ya yayılmıştır. Ayçiçeği tohumlarında yüksek oranda yağ bulunur. Kabuklu tohumlarında % 35, kabuğu çıkarılmış kısımlarında %50 oranında yağ bulunur. Tohumlarının %65-75 kadarı iç geri kalan kısmı kabuktur. Tohumda yağla beraber % 25 oranında protein bulunur. Küspesi değerli bir hayvan yemidir. Ülkemizde dekara verim 125-150 kg arasında değişmektedir(Oğuz ve ark., 2012).

3.1.1.1.4. Palm Bitkisi

Ülkemizde yetiştirilmeyen ancak biyodizel üretiminde kullanılan diğer hammadde palm yağıdır. Hektardan 5000 kg yağ elde edilebilen palm ağacı dünyada yağ verimi en yüksek bitkidir. Palm yağı palm ağacından iki yolla elde edilir. Meyvenin etinden elde edilen yağ; sabun, mum, margarin yapımında ve kızartma yağı olarak kullanılır. Meyvenin çekirdeğinden elde edilen yağ ise mayonez, kızartma yağı ve dondurma yapımında kullanılır. Yağ alındıktan sonra geriye kalan küspe hayvan yemi olarak değerlendirilir. Meyvenin çekirdeğinden elde edilen yağ oda sıcaklığında katı haldedir. Palm ağacının yüksekliği 8 – 20 m arasındadır. Palm ağacı Afrika'da: Libya'da Angola'ya kadar geniş bir bölgeye yayılmıştır. Palmiye ağacı subtropikal iklim bölgelerinde ise peyzaj amaçlı kullanılmaktadır(Oğuz ve Öğüt, 2006).

3.1.1.1.5. Jatropha Bitkisi

Toprak ve iklim şartlarına bağlı olarak ortalama %32 – 35 arasında yağ verimi olan, insan ve hayvan beslenmesinde kullanılmayan jatropha aynı zamanda rüzgar erozyonuna karşı iyi bir önlemdir. Mekanik pres yardımıyla bu yağın %78 – 80'i

alınabilmektedir. Kurak ve yarı kurak iklim şartlarında, taşlı ve kireçli topraklarda dahi yetişebilen güçlü bir ağaçtır. Fidanlar 2,5 m aralıklarla 3,5 m sıra üzeri aralıkla dikilir. Optimum şartlarda hektardan yaklaşık 5 ton jatropha tohumu elde edilebilmektedir. Bir hektarlık alandan üretilebilecek biyodizel miktarı ise yaklaşık 2200 litredir(Oğuz ve Ögüt, 2006).

3.1.1.1.6. Soya Bitkisi

Soya, tarım kültürü en yüksek bitkilerin başında gelmektedir. Soya fasulyesi baklagillerden tek yıllık ve yazlık bir bitkidir. Soya protein ve mineral maddeler bakımından insan besin maddelerinin başında gelir. Tohumlarında % 17-24 yağ, % 40 protein vardır(Er ve ark., 2011).

Çin’de M.Ö. 2735-2705’de pirinç, buğday, kocadarı ve soyanın ekildiğine ait kayıtlara rastlanılmıştır. Önce yemeklik olarak yetiştirilmiş, sonrasında yağından faydalanılmıştır. Soya Amerika’da 1765 yılında Georgia eyaletinde yetiştirilmiştir ve 1804 yılından itibaren araştırmalara başlanmıştır. 1920’de soyadan çeşitli şekilde faydalanılmıştır. 19.asırda Orta Avrupa’da da ekilmeye başlamıştır. Doğuda, Mançurya’da gittikçe önem kazanmıştır. Soya 1.Dünya savaşından sonra Türkiye’ye girmiştir(Er ve ark., 2011).

Soya, farklı iklim bölgelerine uyumlu, çok değişiklik özellikteki çeşitleriyle dünyanın pek çok yerinde başarıyla yetiştirilmektedir. Mayıs-Eylül aylarında ortalama günlük sıcaklığın 25°C olduğu yerlerde iyi yetişir. 18°C’nin altındaki ve 40°C’nin üstündeki sıcaklıklar soyanın gelişimini engeller(Er ve ark., 2011).

3.1.2. Hayvansal Yağlar

Hayvansal yağlar ve balık yağları, et ambalajlama ve balıkçılık endüstrisinin yan ürünleri olup, düşük fiyatlı olmaları dolayısıyla biyodizel üretimi için ümit vaat eden hammaddelerdir. Alkil ester üretiminde hammadde olarak denenmiş olan, hayvansal kaynaklı katı ve sıvı yağlar, sığır don yağı, domuz yağı ve balık yağını kapsamaktadır. Bu hammaddelerin, yağ asidi kompozisyonları nedeniyle dezavantajları mevcuttur. Hayvansal yağların, içerdikleri yüksek miktardaki doymuş yağ asitleri nedeniyle, metil

esterlerinin zayıf soğuk akış özellikleri vardır. Bu durum kış şartlarında sorun yaratır. Bir diğer taraftan, sahip oldukları yüksek doymunluk derecesi hayvansal metil esterleri, ısıl değer ve setan sayısı açısından mükemmel bir yakıt yapar(İlhan, 2007). Çizelge 3.4’de farklı hayvansal yağ metil esterlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri verilmiştir.

Balık yağlarının içerdikleri yüksek miktardaki doymamış yağ asitleri iyot sayılarının çok yüksek olmasına ve oksidasyon kararlılıklarının ise düşük olmasına sebep olmaktadır. Bu nedenle balık yağları metil esterlerinin fosil dizel yakıtlara veya kolza yağı metil esterlerine ucuz karıştırma bileşeni olarak kullanılması uygundur. Son zamanlarda, deli inek hastalığı skandalı, iki yeni yağlı hammadde kaynağına dikkati çekmiştir. Hayvan yemi olarak kullanılmaması gereken hayvan eti ve kemik tozunun biyoyakıt üretiminde uygulanabilirliği test edilmektedir. Bir diğer taraftan, hastalıklı sığırdan elde edilmiş olan don yağı da biyodizel hammaddesi olarak göz önüne alınmıştır(İlhan, 2007). Çizelge 3.5’de bazı hayvansal yağların ve soya yağı yağ asidi metil esterlerinin iodin değerleri ile yağ asidi dağılımları verilmiştir.

Çizelge 3.4. Farklı hayvansal yağ metil esterlerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri (Wyatt, V.T. ve ark, 2005).

Özellik	Birim	Domuz yağı	İç yağı	Tavuk yağı
Viskozite	mm ² /sn	4.8	5.0	4.3
Asit sayısı	mg KOH/g	0.49	0.44	0.33
Parlama noktası	°C	150	150	150
Serbest gliserin	% kütle	0.008	0.016	0.016
Toplam gliserin	% kütle	-	0.167	0.167
Su ve kalıntı	% hacim	0.030	0.020	0.020
Kükürt kalıntı	% kütle	0.009	0.006	0.006
Akma Noktası	°C	9	6	6

Çizelge 3.5. Bazı hayvansal yağların ve soya yağı yağ asidi metil esterlerinin iodin değerleri ile yağ asidi dağılımları(Wyatt, V.T. ve ark, 2005).

Yağ Asidi Metil Esteri Bileşim (%Ağırlık)				
Yağ asidi	İç yağı	Domuz yağı	Tavuk yağı	Soya yağı
C14:0	3.1	1.3	0.7	0
C14:1	1.3	0.0	0.13	0
C15:0	0.5	0.0	0.0	0.0
C16:0	23.8	23.5	20.9	10.6
C16:1	4.7	2.6	5.4	0
C17:0	1.1	0.4	0.0	0.0
C18:0	12.7	13.5	5.6	4.6
C18.1	47.2	41.7	40.9	22.1
C18.2	2.6	10.7	20.5	54.2
C18.3	0.8	0.0	0.0	7.5
Toplam (%)	98.8	98.7	99.4	99.0
Doymuş YA	38.2	38.3	27.2	16.2
Doymamış YA	52.6	55.0	67.0	82.8
İyodin Değeri	53.6 ± 0.2	62.5 ± 0.1	77.4 ± 0.4	129.1 ± 1.0

3.1.3. Bitkisel Atık Yağlar

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 rafinasyon prosesi sonucu ve elde edilen yağın tüketimi sonucu yaklaşık 350 bin ton bitkisel atık yağ olduğu tahmin edilmektedir(Anonim, 2010a).

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 emilir. 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(Anonim, 2010a).

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(Anonim, 2010a)

3.2. Yöntem

Bitkisel, hayvansal ve atık kızartma yağlarının yakıt olarak kullanımında ana kısıtlayıcı faktör olan viskozite probleminin çözümü için dört yöntem önerilmektedir.

1. Seyreltme
2. Mikroemülsiyon oluşturma
3. Piroliz
4. Transesterifikasyon

3.2.1. Seyreltme

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 etanolle çeşitli hacim oranlarında karıştırılmaktadır. Bu tekniğin kullanılmasındaki karışımlar kolaylıkla hazırlanmaktadır. Ayrıca bitkisel yağ ve motorin karışımları depolanmasında herhangi bir sorun yoktur ve depolamada karışımda 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(Anonim, 2010a).

3.2.2. Mikroemülsiyon oluşturma

Bu yöntemde, bitkisel yağların metanol, etanol gibi kısa zincirli alkollerle mikroemülsiyonları oluşturarak viskoziteleri düşürülür. Mikroemülsiyon, boyutları 1-150 nm arasında olan optikçe izotropik sıvı mikro yapılarının kolloidal denge dağılımı olup, normalde karışmayan iki sıvı ve bir veya daha fazla amfifilin bir araya gelmesiyle oluşur. Bu konuda yapılacak çalışmalarda kullanılacak yağ, alkol, amfifil sisteminde faz dengelerinin, karışabilme limitleri ve diğer fiziksel karakteristiklerin geniş ölçüde incelenmesi gerekmektedir(Dizar, 2003).

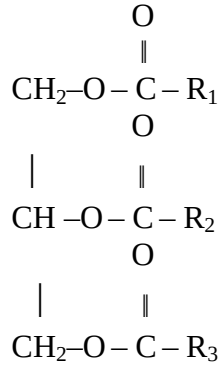
3.2.3. Proliz

Proliz veya kraking, kimyasal bağların daha küçük moleküller oluşturmak üzere kırılması işlemidir. Bitkisel yağların proliz ürünlerini elde etmek için iki yöntem vardır. Bunlardan biri, bitkisel yağı ısı etkisiyle kapalı bir kapta parçalamak, diğeri ise standart ASTM distilasyonu ile ısı parçalanma etkisinde tutmaktır(Altun ve Gür, 2005).

3.2.4. Transesterifikasyon

Transesterifikasyon, yağ asitlerinin (bitkisel yağlar, bitkisel atık yağlar, hayvansal yağlar) bazik bir katalizör eşliğinde alkol (metanol, etanol v.b.) ile esterleşme reaksiyonudur.

Bir bitkisel yağ molekülü, gliserin molekülüne bağlanmış üç esterden oluşmaktadır. Bitkisel yağ moleküllerine trigliserit ya da gliserol esterleri de denmektedir. Burada “tri” ifadesi üç esteri, “gliserit” ifadesi ise gliserini tanımlamaktadır. Bitkisel yağların, yaklaşık %20’si gliserinden, diğeri bir ifadeyle gliserol veya gliserit’ten oluşmaktadır. Gliserin, bitkisel yağın kalınlık ve yapışkanlık özelliğini vermektedir(Abalı ve ark., 2003).



Şekil 3.3. Trigliserin kimyasal yapısı(Schumacher ve ark., 2004)

Transesterifikasyon işlemi, yağa incelik kazandırabilmek ve viskozitesini azaltabilmek amacıyla gliserinin bitkisel yağdan uzaklaştırılmasıdır. Bu proses esnasında, bitkisel yağın gliserin komponenti bir alkol (etanol alkolü veya metanol alkolü) ile yer değiştirmektedir. Etanol, tahıllardan elde edilen bir alkoldür. Metanol ise, kömür, doğal gaz veya odundan elde edilmektedir. Genellikle daha stabil bir biyodizel reaksiyonu sağlayan metanol alkolü etanole tercih edilmektedir. Diğer yandan metanol kauçuk maddeleri çözebilme özelliğine sahip oldukça agresif bir alkoldür ve yutulduğu takdirde öldürücü olabilmekte ve muhafazası çok dikkat gerektiren bir maddedir(Abalı ve ark., 2003). Bazı alkollerin kimyasal özellikleri Çizelge 3.6’te verilmiştir.

Çizelge 3.6. Bazı alkollerin kimyasal özellikleri(Çanakçı, 2006)

Alkol tipi	Metanol	2-Propanol	1-Bütanol	Etanol
Formül	CH ₄ O	C ₃ H ₈ O	C ₄ H ₁₀ O	C ₂ H ₆ O
Kaynama Derecesi(°C)	65	108	118	78
Erime Noktası(°C)	-98	-88	-89	-117
Parlama Noktası(°C)	12	35	27	17
Yoğunluk (g/ml) (20 °C’de)	0,791	0,787	0,811	0,791

Metil esterler, metanol ve bitkisel yağ esterlerinden elde edilen biyodizeli ifade etmektedirler. Etil esterler ise, etanol ve bitkisel yağ esterlerinden elde edilen biyodizeli ifade etmektedirler. Alkilester terimi ise daha genel bir tanım olup bitkisel yağ esterleri

ile herhangi bir alkol bileşimini ifade etmektedir. Hangi alkol veya hangi bitkisel yağ kullanılırsa kullanılsın biyodizel reaksiyonu her zaman için trigliserit molekülünü üç ester ve bir gliserin molekülüne ayırıştırma ve her bir ester molekülünün bir alkol molekülüne bağlanmasıdır ve bu sayede bir trigliserit molekülünden üç alkil ester molekülü elde edilmektedir(Abalı ve ark., 2003).

Trigliseritlerin kırılabilmesi için bitkisel yağ içerisine “katalizator” eklenmektedir. Katalizator, reaksiyonu başlatan bir maddedir. Biyodizel reaksiyonunda katalizator olarak kullanılabilecek maddeler; sodyumhidroksit(NaOH) veya potasyumhidroksit(KOH)’tir. Sodyumhidroksit, çoğunlukla kostik soda olarak da adlandırılan beyaz bir maddedir ve bulunamadığı durumlarda potasyum hidroksitte kullanılabilmektedir. Biyodizel üretiminde kullanılan katalizatorler, trigliseritleri kırarak esterlerin serbest hale gelmesini sağlamaktadırlar. Serbest hale geçen esterler daha sonra alkol ile birleşebilmektedirler. Katalizator ise gliserit ile birleşerek reaksiyon tankının dibine çökelmektedir. Biyodizel reaksiyonu sonuç olarak; alkil esterler ve gliserin sabunu üretmektedir. Bitkisel yağlar asidik özelliklidir, diğer bir deyişle pH değerleri 7’nin altındadır. Reaksiyona giren alkol ve katalizator ise bazik özelliklidir yani pH değeri 7’nin üzerindedir. Biyodizel reaksiyonu işte bu iki bazik ve bir asidik madde arasında gerçekleşmektedir. Bu nedenle reaksiyona dahil edilecek katalizator madde, karışım pH’ının 8 ile 9 arasında olmasını sağlayacak miktarda olmalıdır(Abalı ve ark., 2003).

Bilindiği gibi, kullanılmış kızartma yağları kızartma veya ısıtma işlemleri sonucunda ortaya çıkan serbest yağ asitleri nedeniyle yeni rafine edilmiş bitkisel yağlara göre daha asidik özelliklidir. Biyodizel üretiminde bu serbest yağ asitlerinin elimine edilmesi ve bunun için de daha fazla miktarda katalizator madde kullanılması gerekmektedir(Abalı ve ark., 2003).

Biyodizel üretiminde maliyetin düşürülmesi amacıyla hammadde kaynağı olarak atık yağlar kullanılmaktadır. Atık yağlar içerdikleri serbest yağ asidi oranlarına göre yellow grease ve brown grease olmak üzere ikiye ayrılırlar. Serbest yağ asidi oranı %15 ten küçük yağlar yellow grease, %15 ten büyük yağlar ise brown greasedir. Ancak atık yağların kullanılması reaksiyon verimini olumsuz etkilemektedir. Yüksek asitli atık yağlar reaksiyon sırasında sabun oluşumuna neden olurlar ve oluşan bu sabun biyodizelin gliserin ve yıkama suyundan ayrıştırılmasını zorlaştırarak reaksiyonun

verimini düşürür. Biyodizel reaksiyonunun istenilen seviyeye çıkarılması için yüksek asitli yağlara asitliği düşürücü ön işlemlerin uygulanması gerekir(Anonim, 2012d).

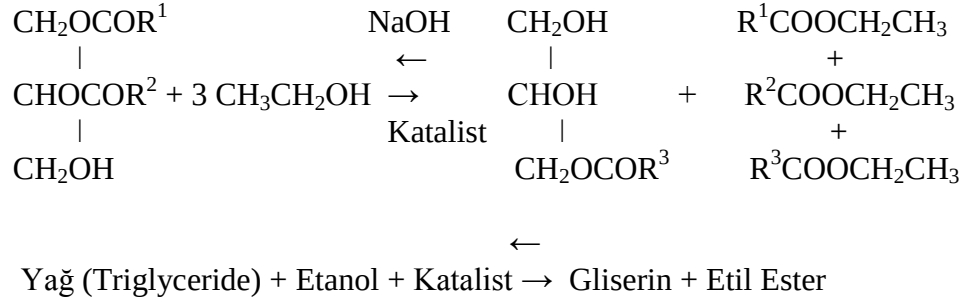
Yağ oranı düşürülecek olan düşük kalitedeki atık yağa uygulanacak olan ön işlemler yağın hayvansal veya bitkisel kaynaklı oluşuna ve içerdiği serbest yağ asidi oranına (“yellow” yada “brown grease”) göre değişmektedir. Eğer hayvansal kaynaklı atık yağ kullanılacak ise yağ ilk önce elektrikli ısıtma tankına alınır ve tüm yağın sıvı hale geçmesi sağlanır. Daha sonra yağın içerisinde bulunan yağ dışı unsurlar (et, kemik vb. parçalar) mikron selüloz filtreler kullanılarak yağdan ayrıştırılırlar. Sıvı yağ kullanılması durumunda sıvılaştırma işlemi uygulanmaz, ancak kullanılan yağ atık yağ olduğu için filtre edilip yabancı maddelerinin uzaklaştırılması gerekmektedir(Anonim, 2012d).

“Yellow” ve “brown grease” uygulanan ön işlem 2 basamakta gerçekleşmekte olup iki çeşit yağ içinde aynı yol izlenmektedir. Ön işlemlerin ilk aşamasında, 60°C deki yağa uygun miktarlarda asit çözeltisi (“yellow grease” için %5 sülfürik asit ve 20:1 molar oranda metanol, brown grease için ise %10 sülfürik asit ve 20:1 molar oranda metanol) eklenerek 1 saat süre ile 55-60°C’de karıştırılır ve işlemlerin ilk aşaması tamamlanmış olur. Ön işlemlerin ilk aşaması sonunda başlangıç yağ asidi değerlerine bağlı olarak asit değeri ikinci aşama için uygun bir değere (4-10) düşürülür. İlk aşama sonunda alkol-su karışımı seperasyonla asit oranı azaltılmış yağdan ayrılır(Anonim, 2012d).

Uygulanan ön işlemin ikinci aşamasının ilk aşamasından iki farkı vardır. Birincisi, ikinci aşamada ilk aşamadan gelen yağın asitlik değeri düşük olduğu için kullanılan sülfürik asit oranının azaltılmasıdır. Reaksiyon ise birinci aşamada olduğu gibi yağa alkol-su karışımının eklenmesinden sonra karışım 55-60°C’de 1 saat süre ile karıştırılarak yapılır ve böylece ön işlem aşamaları tamamlanmış olur. İkinci fark ise; ikinci aşama sonunda alkol-su karışımının yağdan uzaklaştırılmamasıdır(Anonim, 2012d).

Atık yemeklik yağlara uygulanacak ön işlem basamakları Şekil 3.4’de gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi Atık yağ filtrasyon tankında çeşitli kalıntılardan arındırılan yağ atık yağ su uzaklaştırma tankına gönderilir burada suyu uzaklaştırılan atık yağ alkol ve asit katalizör ile ön esterleştirme tankına, oradan da atık yağ tekrar filtre edilip biyodizel üretim aşamasına geçilir.

yüksek verim ve seçicilik gösteren heterojen katalizörlü sistemler üzerine odaklanmışlardır(Boz ve Oylum, 2009). Şekil 3.5’de biyodizel üretiminde trigliserid ile etanol arasında katalizör eşliğindeki reaksiyonda etil ester üretildiği belirtilmiştir. Reaksiyon çıktıları biyodizel ve gliserindir.



Şekil 3.5. Transesterifikasyon reaksiyonu(Saifuddin ve Chua, 2003).

Transesterifikasyon reaksiyonunda her su molekülünün kullanılan katalizöre zarar vereceğinden dolayı yağın su içeriğinin minimum tutulması bu bakıma çok önemlidir(Saifuddin ve Chua, 2003).

4. ARAŞTIRMA BULGULAR VE TARTIŞMA

Ülkemizde biyodizel sektörü önemli bir potansiyele sahip olmasına rağmen bir takım nedenlerden dolayı istenilen gelişmeyi gösterememiştir. Sektörün hammadde temini, üretimi, dağıtımı gibi belli başlı konularda yaşanan problemler çözülürse, sektörde daha olumlu gelişmeler olacaktır.

4.1. Biyodizelin, Yakıt Emisyonlarından NO_x in Yüksek Emisyon Değeri Açısından Değerlendirilmesi

Fosil kaynaklı yakıtların kullanımından kaynaklanan emisyonlar (is, partikül, CO, NO_x, SO_x gibi) küresel ısınma, asit yağmurları ve çevre kirliliği gibi zararlara neden olmaktadır. Biyodizel yakıt kullanımı fosil kaynaklı yakıtların oluşturduğu emisyonları(CO, PM, HF, SO_x, ve CH₄) önemli ölçüde azaltırken, NO_x emisyonunda artma görülmektedir. Çizelge 4.1.'de biyomotorin ve motorinin yaşam döngüsü emisyonlarının karşılaştırılması verilmiştir.

NO_x emisyonları oluştuktan sonra azaltmak için kullanılan yöntemler egzoz gazı yeniden sirkülasyonu (EGR), seçici katalik indirgeme ve katalitik konverterdir. Egzoz gazı yeniden sirkülasyonu (EGR) uygulanarak yanma odası sıcaklığı düşürülmektedir. Bu sistemde egzoz gazının bir kısmı (yaklaşık %10-25) taze hava ile birlikte yeniden dolgu olarak emme kısmına geri gönderilmektedir. Egzoz gazları yanma odasında reaksiyona girmez, sadece sıcaklığı absorbe ederek sıcaklığı düşürür. Bundan dolayı, güçte bir miktar düşüş ve NO_x emisyonlarında azalma olur. NO_x emisyonları azaltmanın bir başka yöntemi ise üç-nokta konvertör kullanmaktır. Katalitik konvertör NO_x'i N₂ 'ye, CO' i ise CO₂ 'e çevirir. Katalitik konvertörler en iyi stokiyometrik hava-yakıt oranında etkili olurlar. NO_x azaltmanın bir başka yolu ise seçici katalitik indirgeme kullanmaktır (SCR). SCR egzoz gazlarının 260-650 °C olduğunda kullanılabilir ve SCR ile NO_x emisyonlarında önemli düşüşler sağlanabilmektedir(Aydoğan, 2008).

Çizelge 4.1. Biyomotorin ve motorinin yaşam döngüsü emisyonlarının karşılaştırılması.(Karaosmanoğlu, 2012)

Emisyonlar	B20	B100
CO: Karbonmonoksit	-6.90%	-34.50%
PM: Partikül Madde	-6.48%	-32.41%
HF: Hidroflorik Asit	-3.10%	-15.51%
SO_x: Kükürt Oksitler	-1.61%	-8.03%
CH₄: Metan	-0.51%	-2.57%
NO_x: Azot Oksitler	2.67%	13.35%
HCl: Hidroklorik Asit	2.71%	13.54%
HC: Hidrokarbonlar	7.19%	35.96%

4.2. Hammadde Temini Hususunda Değerlendirilmesi

Biyodizel temiz ve yenilenebilir enerji kaynağı olup ülkelerin kendi öz kaynaklarını harekete geçirdiği milli bir enerji kaynağıdır. Ülkemizde biyodizel üretimi konusunda bir takım sıkıntılar mevcut olup bu sıkıntıların aşılması ülke menfaatine olacaktır. Biyodizel üretiminde karşılaşılan sorunlarından biri üretim için gereken hammaddenin temininde yaşanan sıkıntıdır.

Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu(EPDK), 2013 yılından itibaren benzin ve motorinde her yıl kademeli olarak arttırmak üzere yerli katkı ilave zorunluluğu getirmiştir. Piyasaya akaryakıt olarak arz edilen motorin türlerine, yerli tarım ürünlerinden üretilmiş yağ asidi metil esteri (YAME) içeriğinin (biyodizel) 1 Ocak 2014 tarihi itibarıyla en az yüzde 1, 1 Ocak 2015 tarihi itibarıyla en az yüzde 2, 1 Ocak 2016 tarihi itibarıyla en az yüzde 3 olması beklenmektedir.

EPDK'nın bu kararı ile akaryakıtta tarımsal ürün katkısını zorunlu hale getirirken, bu karar bir anlamda yerli biyoyakıtların üretiminin teşviki anlamına da gelmektedir. Petrol Sanayi Derneği verilerine göre; Türkiye'de 2011 yılında, motorinin yoğunluğu ortalama 0,845 gr/cm³ olarak alındığında yaklaşık 14,7 milyon ton ya da 17,4 milyon m³ motorin tüketimi yapılmıştır. Motorine % 3 lük harmanlama

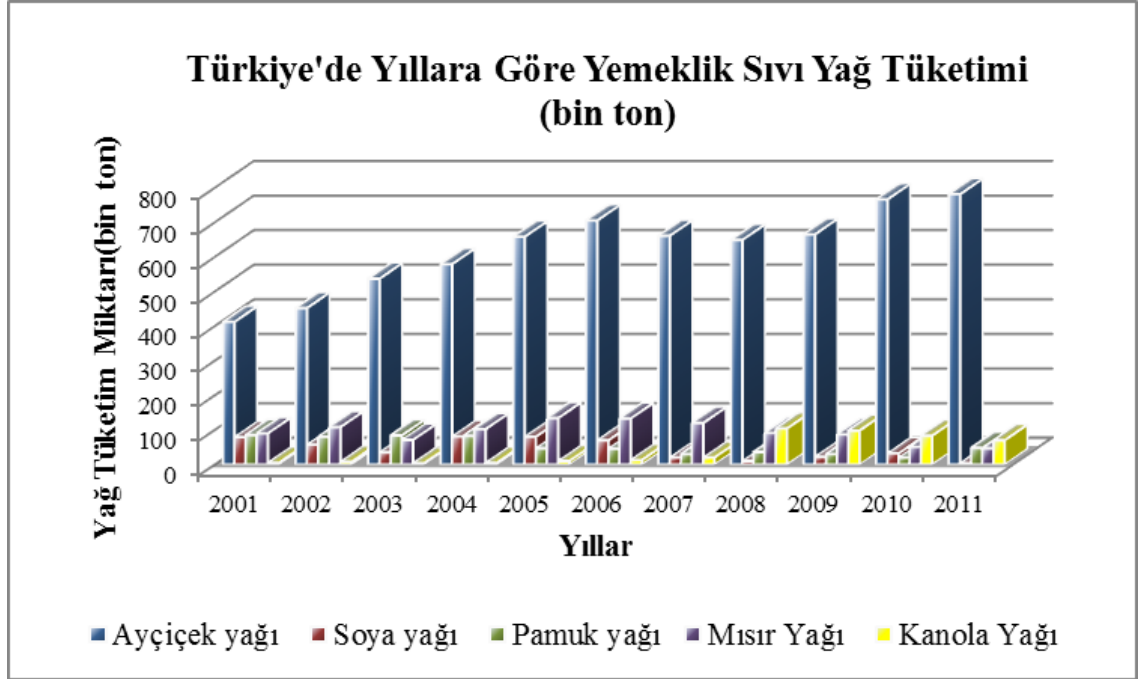
yapılmasının zorunlu hale getirilmesi durumunda ise 522 bin m³ ya da 441 bin ton biyodizele ihtiyaç bulunmaktadır.

Çizelge 4.2.'de yıllar itibariyle bitkisel yağ açığı miktarı belirtilmiştir. Ülkemizin yağ açığı, toplam yağ kullanımından yurtiçi tohumdan elde edilen yağ miktarı çıkarılarak bulunmuştur. 2002 de 843 bin ton olan bitkisel yağ açığı 2011 de 1588 bin tona ulaşmıştır.

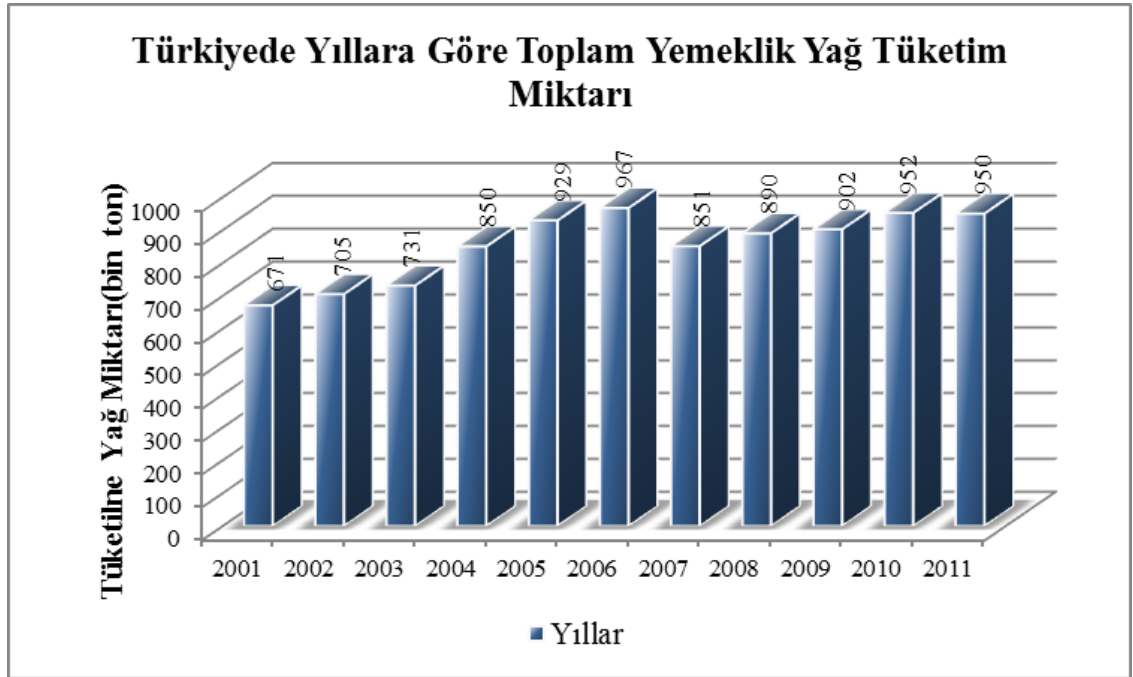
Çizelge 4.2. Türkiye’de bitkisel yağ açığı(Bin ton)(Uçum ve Taşkaya, 2012)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1. Yurtiçi Tohumdan Elde Edilen Yağ Miktarı (A)	429	438	516	557	513	570	506	619	655
2. Ham Yağ İthalatı	757	688	1053	1315	794	1063	932	812	1046
3. İthal Tohumdan Elde Edilen Yağ Miktarı	322	220	360	326	4410	392	390	523	542
Toplam Kullanım (B) = (1+2+3)	1508	1346	1929	2198	1748	2025	1828	1954	2243
Yağ Açığı (B-A)	1079	908	1413	1641	1235	1455	1322	1335	1588
Yurtiçi Tohumdan Elde Edilen Yağ Miktarı (%)	28,44	32,53	26,75	25,34	29,34	28,15	27,68	31,69	29,2
İthal Tohum ve Ham Yağdan Elde Edilen (%)	71,56	67,47	73,25	74,66	70,66	71,85	72,32	68,31	70,8

Ülkemizde var olan sıvı yağların yıllara göre tüketim durumu Şekil 4.1’den de görülmektedir. Ayçiçek ve kanola yağının tüketimi yıllar itibariyle artmaktadır. Şekil 4.2 ise Türkiye’de yıllara göre tüketilen yemeklik yağ miktarını göstermektedir. 2001 yılında tüketilen yemeklik yağ miktarı 671 bin ton iken 2011 yılında 950 bin tona çıkmıştır. Bu artış yaklaşık %41 civarındadır. Yıllık tüketilen yemeklik yağ miktarının artış göstereceği şimdiden görmek mümkündür. EPDK’nın, 28067 no’lu resmi gazete ile yayımladığı “Motorin Türlerine İlişkin Teknik Düzenleme Tebliği” yürürlüğe girdikten sonra, biyodizelin dizel araçlarda belli oranlarda karıştırılarak kullanılmaya başlanması şuan yağ açığı bulunan ve bu açığını ithal ederek karşılayan ülkemizin hammadde ihtiyacını daha fazla arttıracacağı kesindir.



Şekil 4.1. Türkiye’de yıllara göre yemeklik sıvı yağ tüketimi(Bin ton)(Anonim, 2012c)



Şekil 4.2. Türkiye’de yıllara göre toplam yağ tüketim miktarı(Anonim, 2012c)

Ülkemizde trafikteki araç sayısı sürekli olarak artmaktadır. 2004 yılından itibaren trafikteki araç sayısı Şekil 4.3’de verilmiştir. 2004 yılında trafikteki toplam araç sayısı 10 236 357 iken, 2012 yılında 16 488 702 araç sayısına ulaşmıştır. Bu artış yaklaşık %61 düzeyindedir.

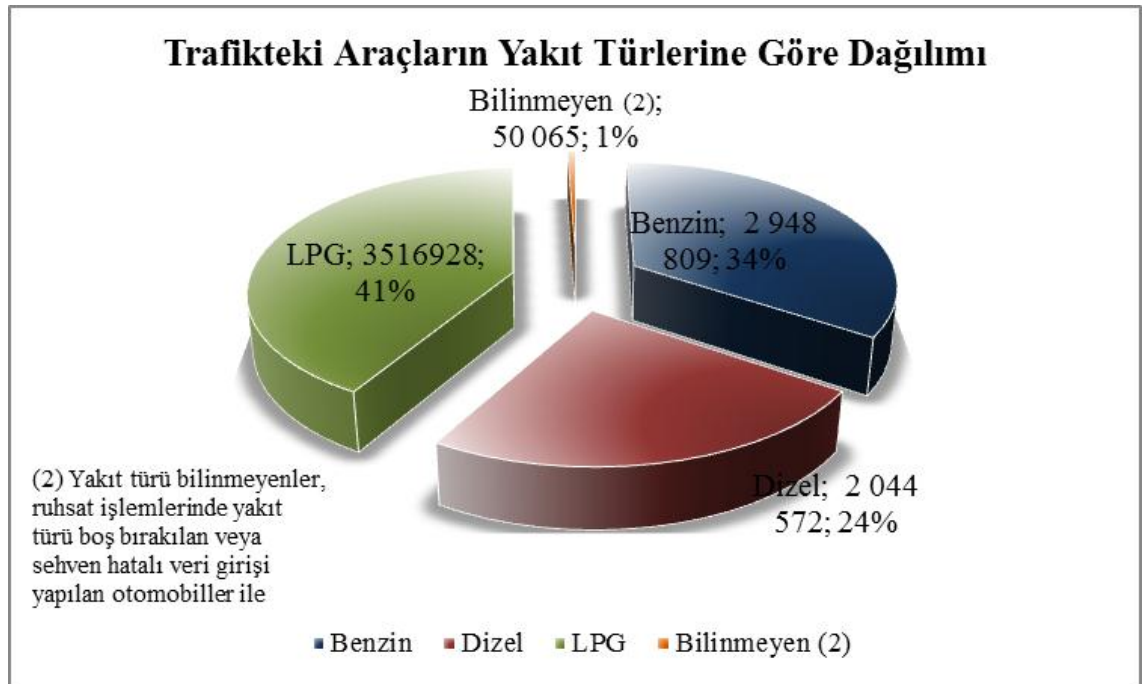
Yıllara göre trafiğe kayıtlı dizel otomotiv sayısının elde edilen verilere göre sürekli arttığı Şekil 4.4’de görülmektedir. 2004 yılında trafiğe kayıtlı dizel otomotiv sayısı 252 629 iken, 2012 yılında 2 044 572 araç sayısına ulaşmıştır. Bu artış yaklaşık %708 düzeyindedir. 2012 yılı içindeki dizel otomotiv sayısı ise Şekil 4.5’de belirtilmiştir. Dizel otomotiv sayısı 2 044 572 ile %24 lük paya sahiptir. Bu verilere dayanarak önümüzdeki yıllarda trafikte aktif dizel araç sayısının artacağı ön görülmekte ve belli oranlarda biyodizelin motorine katılması biyodizel ihtiyacını arttıracaktır. Buna bağlı olarak hammadde, işletme sayısı vs. artması gerekecektir.



Şekil 4.3. Yıllara göre trafikteki araç sayıları (Anonim, 2012e)



Şekil 4.4. Yıllara göre trafikteki dizel araç sayısı (Anonim, 2012e)

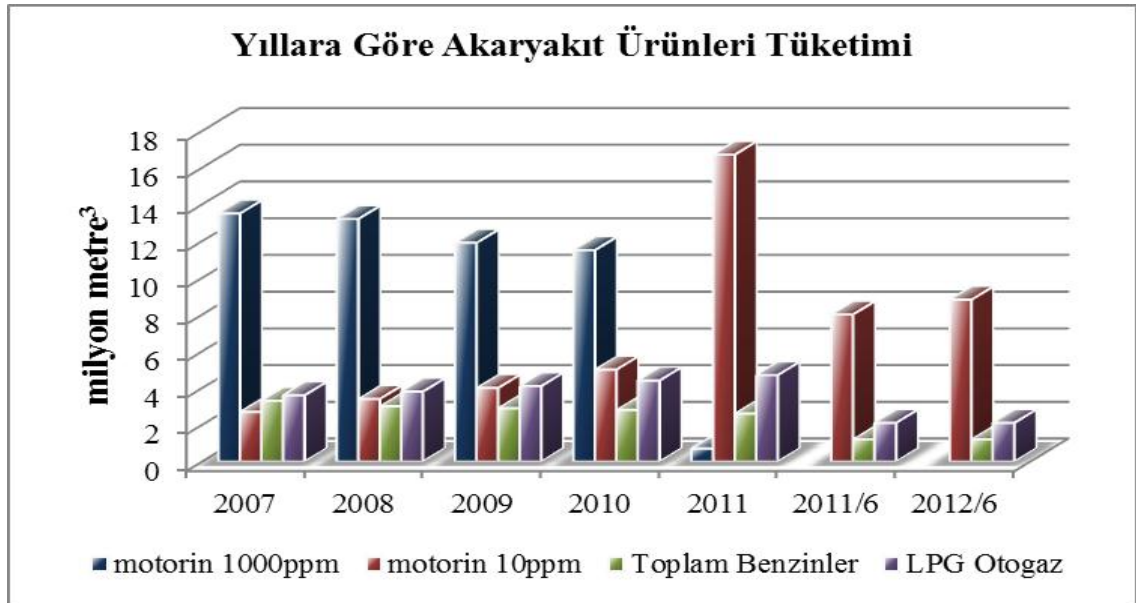


Şekil 4.5. Trafikteki araçların yakıt türüne göre dağılımı (Anonim, 2012e)

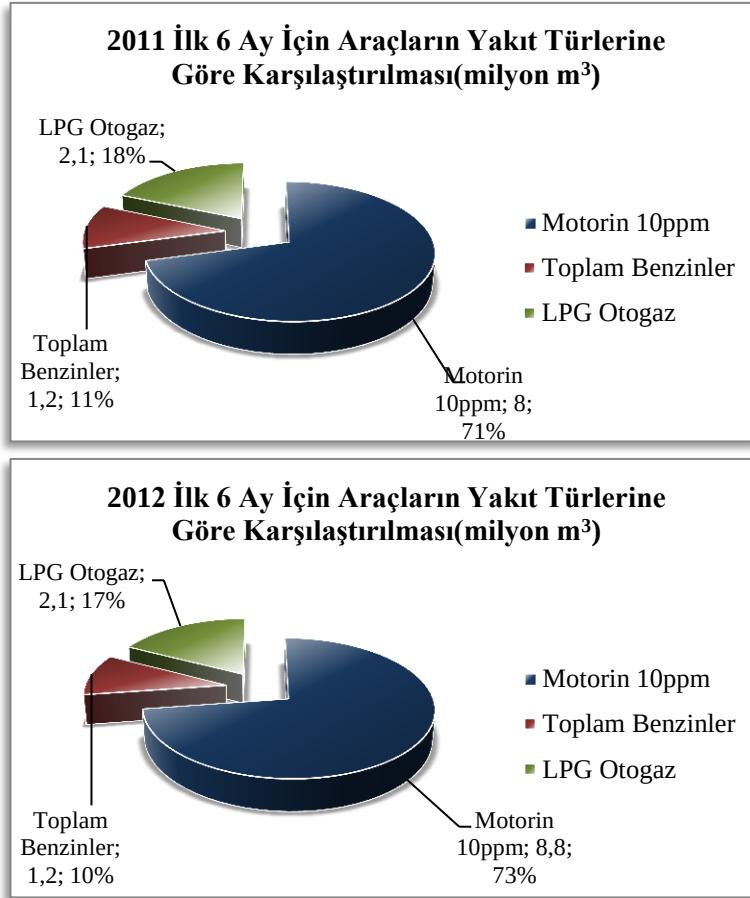
Yıllara göre akaryakıt ürünleri tüketimi Şekil 4.6'da verilmiştir. Türkiye 'de 1 Ocak 2011 tarihi itibarıyla rafineriden kırsal motorin satışı ve bununla ilgili ithalatlar durdurulmuştur. Motorin içindeki kükürtün yanma sonucunda ortaya çıkarttığı zararlı bileşikler, esas olarak SO_x (kirleticiler) ve partikül maddelerden oluşmaktadır. Doğal

olarak yakıt içindeki kükürt miktarının azaltılması da doğrudan egzoz salınımındaki bu zararlı maddelerin emisyonlarının azaltılması sonucunu doğurmaktadır. Bu yüzden 2011 yılından itibaren 10 ppm mazot türü tüketiminde %234 civarında artış olmuştur.

Genel itibariyle akaryakıt tüketimi yıllar bazında artış göstermiştir. 2011 ve 2012 ilk altı ayları kıyaslandığında 2012 yılı ilk ayında tüketilen mazot miktarındaki artışın yaklaşık %2 civarında olduğu Şekil 4.7’de görülmektedir. Bu da bize her geçen gün tüketilen mazot miktarında artışın süreceğini göstermektedir ve harmanlanma ise tüketilen mazot miktarına bağlı olduğu için ciddi şekilde bitkisel yağ açığı oluşturacağını göstermektedir.



Şekil 4.6. Yıllara göre akaryakıt ürünleri tüketimi (Anonim, 2012f)



Şekil 4.7. 2011/2012 İlk 6 ay için araçların yakıt türlerine göre karşılaştırılması(milyon m³) (Anonim, 2012f)

Hammadde temini konusundaki sorunlar

- Motorin ve biyodizelin belli oranda harmanlanarak kullanılması,
- Akaryakıt tüketiminin yıllar itibariyle artması,
- Yıllar itibariye artarak devam eden bitkisel yağ açığının olması,
- Trafikteki araç sayısının yıllar boyunca atarak devam ediyor olması,
- Özellikle dizel araç sayısı artışının ivme kazanması şeklinde sıralanabilir.

Dünyada ve ülkemizde yağlı tohumların önemi giderek artacaktır. Yenilenebilir ve temiz enerji kaynağı olan biyodizel sektöründen gelecek hammadde ihtiyacına ilave olarak artan nüfusun etkisiyle yağ tüketim ihtiyacı daha da artacaktır. Bu artan ihtiyacı dışa bağlı olmadan kendi iç kaynaklarımızla karşılamak için yağlı tohum tarımını geliştirecek faaliyetlerin artarak devam etmesi gerekmektedir. Bu bağlamda;

- Enerji tarımı yapan çiftçilere teşvik pirimleri verilmeli,

- Vergi indirimleri yapılmalı,
- Tarımsal destek sağlanmalı(tohum, mazot, gübre desteği vs. gibi),
- Atıl durumda olan kullanılmayan araziler enerji tarımında değerlendirilmeli,
- Enerji tarımına alım garantisi verilmeli, sözleşmeli çiftçilik yaygınlaştırılmalı ve nöbetleşe ekim yöntemi ile araziler enerji tarımına yönlendirilmeli,
- Ülke olarak AR-GE çalışmalarına kaynak ayrılmalı, AR-GE çalışmaları ile biyoyakıt çalışmaları desteklenmelidir.

Bu sayede çiftçilere iş imkânı doğacak, kırsal kesimden şehirlere göç azalacaktır. Biyoyakıt yapımında kullanılacak bitkisel yağların rekoltesinin artması bitkisel yağ sanayi endüstrisinin de gelişmesini sağlayacaktır. Neticede ülkemiz ithalat tasarrufu sağlayacak ve dışa bağımlılığı azalacaktır. Ayrıca büyük şehirlere olan göçü önleyecek, göçün büyük şehirlerde yarattığı çarpık kentleşme, trafik, artan suç oranları, eğitim ve ekonomik sorunları önleyecektir.

4.3. Biyodizel Yatırımlarının Desteklenmesi Yönünden Değerlendirilmesi

Ülkeler, enerji temini sürecinde temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaşmasını sağlayacak, dışa bağımlılığını azaltacak politikalar uygulamaktadır. Hayvansal yağ, atık kızartma yağları ve bitkisel yağların belli üretim süreçlerinden geçirilerek biyoyakıtın elde edilmesi için kurulması gereken tesislerin ilk alt yapı ve ekipman finansmanı yatırımcıların zorlanmasına neden olmaktadır. Bu durumda devletin, sektörü canlandırmak, biyoyakıt üretimini artırmak adına bir takım teşvik ve desteklemeleri olmalıdır. Bu teşvik ve destekler, yatırım için gereken fonun devlet tarafından çok düşük faizle bir kaç yıl ödemesiz olarak sağlanması şeklinde olabilir. Tesis kuracak firmalara yer tahsis ya da yatırımcının kullandığı enerji maliyetlerinde destekler sağlamak şeklinde olabilir. Diğer taraftan yatırım yapan firmaların çalışanlarının sigorta primlerinin tamamının ya da bir kısmının belli bir süre devlet tarafından karşılanması yine sektörü canlandıracak etmenlerden biridir. KDV istisnası, KDV iadesi ve yurtdışından temin edilecek ekipmanlar için gümrük vergisi muafiyeti de yapılacak teşvikler olarak sayılabilir. Bunun yanında sektörün hareketlenmesine bağlı olarak yaratılacak istihdam neticesinde işsizlik ve kırsal

kesimden büyük şehirlere nüfus akışı azalacaktır. TÜİK'den alınan veriler neticesinde elde edilen net göç rakamları incelendiğinde, yıllar itibariyle içerisinde birçok metropol barındıran Batı Marmara, Ege, Doğu Marmara, Batı Anadolu gibi bölgeler göç alırken, kırsal yerleşimin yoğun olduğu Orta Anadolu, Batı Karadeniz, Doğu Karadeniz, Kuzeydoğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu gibi bölgeler göç veren pozisyonundadır(Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. İstatistiksel bölgelerin net göç verileri(Anonim, 2012g)

Bölge	Net göç			
	2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011
İstanbul	26.675	39.481	102.583	121.782
Batı Marmara	30.074	12.573	14.599	15.861
Ege	34.692	16.563	955	1.225
Doğu Marmara	82.161	42.570	37.579	42.824
Batı Anadolu	20.063	31.544	39.128	50.308
Akdeniz	19.449	4.790	5.479	-11.797
Orta Anadolu	-34.299	-19.170	-34.624	-33.878
Batı Karadeniz	-19.529	-10.842	-50.720	-39.557
Doğu Karadeniz	-5.622	1.585	-22.703	-24.949
Kuzeydoğu Anadolu	-58.268	-32.588	-30.104	-27.973
Ortadoğu Anadolu	-39.613	-33.207	-33.255	-61.679
Güneydoğu Anadolu	-55.783	-53.299	-28.917	-32.167

Not: Yabancılar kapsanmamıştır.

4.4. Biyodizel Dağıtımının Lojistik Açısından Değerlendirilmesi

Lojistik, biyoyakıt maliyetini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Nihai ürünün satış istasyonuna nakli, depolanması ve bu işlevlerin organizasyon ve planlaması işlerini kapsamaktadır.

Bu faaliyetlerin yerine getirilmesi için devletin firmalara vergi indirimi, sigorta priminin karşılanması, KDV iadesi, KDV istisnası, arazi tahsisi, lojistik yatırımcılarına düşük faizle fon sağlanması gibi teşviklerle desteklemelidir. Bu yapılan destekler

neticesinde biyoyakıt üretim maliyetleri düşecek, dolaylı olarak da lojistik sektöründe canlanma olacaktır.

4.5. Biyodizel Maliyetine ÖTV'nin Etkisi Açısından Değerlendirilmesi

Özel Tüketim Vergisi (ÖTV), belirli mal veya ürünler üzerinden maktu veya oransal olarak alınan bir harcama vergisidir. İlk olarak Avrupa Birliği ile uyum çerçevesinde yapılan kanun değişiklikleriyle gündeme gelmiş ve yine aynı amaçla 2002 yılında 4760 sayılı kanun ile kabul edilmiştir. Avrupa Birliği'nde bu verginin uygulanmasındaki amaç, gelir elde etmekten ziyade sosyal fayda sağlamaktır. Bu nedende ÖTV; lüks (mücevher, kürk vb.), sağlığa zararlı (alkol, sigara vb.), çevreye zararlı (benzin vb.) mallara uygulanır. ÖTV, KDV gibi aynı malın her el değiştirmesinde doğmaz. Malın ithal edilmesi veya üretilen malın ilk alıcısına teslimi nedeniyle ÖTV doğar. Motorlu taşıtlarda ise nihai tüketici adına ÖTV ödemek gerekir. Verginin mükellefi ithalatçılar ve ilk satıcılar olmaktadır. Kanuna ek olarak 4 ayrı tarifede yer alan ürünlerin vergilendirilmesi esastır;

1 sayılı tarife, akaryakıt ve yağ türevlerine vergi uygular, eski Akaryakıt Tüketim Vergisi yerine gelmiştir.

2 sayılı tarife, taşıtlara vergi uygular, eski Taşıt Alım Vergisi yerine gelmiştir.

3 sayılı tarife, tütün ve alkol türevlerine vergi uygular, eski Ek KDV yerine gelmiştir.

4 sayılı tarife, beyaz ve kahverengi eşyalar ve türevlerine vergi uygular, eski Lüks KDV yerine gelmiştir (Anonim, 2012h).

Biyodizel ilk olarak 30.12.2003 tarihli 5015 sayılı Petrol piyasası kanununda yer almıştır. Kanunun 7.maddesinde biyodizel akaryakıtlı harmanlanan ürünler arasında yer almıştır. Ayrıca kanunun 9.maddesinde akaryakıtlı harmanlanan ürünlerin akaryakıt ile eşdeğer vergiye tâbi olduğu belirtilmiş ve yerli tarım ürünlerinden elde edilen ve akaryakıtlı harmanlanan ürünlerin bunun dışında olduğu ifade edilmiştir. Daha sonra 08.04.2006 tarihinde 5479 Gelir Vergisi Kanunu, Amme Alacaklarının Tahsil Usulü Hakkında Kanun, Özel Tüketim Vergisi Kanunu ve Vergi Usul Kanununda Değişiklik Yapılması Hakkındaki Kanunun 16.maddesinde litre başına 0,6498 TL ÖTV

uygulaması getirilmiştir. Ancak 08.12.2006 tarihinde bakanlar kurulu kararı ile 4760 Sayılı Özel Tüketim Vergisi Kanunun 2.maddesinde Türkiye’de üretilen tarım ürünlerinden elde edilen biyodizelin %2’lik kısmına ÖTV muafiyeti getirilmiştir. Yalnız atık kızartma yağlarından elde edilen biyodizel bu ÖTV muafiyetinin dışında bırakılmıştır. Daha sonraki yıllarda ÖTV artarak devam etmiştir.

02.11.2007 tarihli bakanlar kurulu kararıyla, atık yağlardan ve hammadde olarak yerli tarım ürünleri kullanılmayarak elde edilen biyodizelden 0,72 TL ÖTV,

15.07.2009 tarihindeki bakanlar kurulu kararı ile 0,8 TL ÖTV,

31.12.2009 tarihindeki bakanlar kurulu kararı ile 0,91 TL ÖTV,

20.09.2012 tarihindeki bakanlar kurulu kararı ile 1,1209 TL ÖTV uygulanması getirilmiştir. Yıllara göre dış ticaret rakamlarını incelediğimizde, dış ticaret hacminde ithalatın payının sürekli arttığı görülmektedir(Çizelge 4.4). 2000 yılında ithalat 54 milyar dolar düzeyindeyken, 2011 yılı itibariyle bu rakam 240 milyar dolar düzeyine ulaşmıştır. Diğer taraftan yıllara göre ham petrol ithalat rakamlarını incelediğimizde, 2002 – 2011 yılları arasında ortalama 21 milyon ton civarında petrol ithalatı gerçekleştirilmiştir(Çizelge 4.5). Ham petrolün varil fiyatını ortalama 120 dolar düşünüldüğünde, yıllık ortalama 20 milyar dolar civarında ham petrol ithalatı gerçekleştirilmektedir. Yıllara göre kok kömürü ve rafine edilmiş petrol ürünleri dış ticaret hacmini incelendiğinde, 2011 yılında yaklaşık 18 milyar dolar civarında ithalat gerçekleştirilmiştir(Çizelge 4.6). Türkiye toplamda 40 milyar dolara yakın petrol ve petrol ürünleri ithal etmektedir. Ayrıca petrol ve petrol ürünleri tüketiminin yıllar itibariyle artması sera etkisi yaratacak egzoz emisyonlarının artmasına neden olduğu bilinmektedir. Sektörlere göre sera gazı emisyonları incelendiğinde, 1990 yılında toplamda 187 milyon ton CO₂ eşdeğer iken, 2010 yılında 401 milyon ton CO₂ eşdeğer olmuştur(Çizelge 4.7). Bu bağlamda biyodizele uygulanan ÖTV’nin azaltılması ya da tamamen kaldırılması ile dış ticaret açığımız dolayısıyla dışa bağımlılık ve küresel ısınmaya neden olan sera etkisi önemli ölçüde azalacaktır.

ÖTV, biyodizelin ülke genelinde yaygınlaşmasının önündeki engellerden biridir. Normal şartlarda ÖTV’nin sosyal amaç gütmesi gerektiği düşünüldüğünde, sera etkisi yaratmayan, dışa bağımlılığı azaltacak, istihdamı artıracak, tarımsal üretimi artıracak, büyükşehirilere göçün azalmasını sağlayacak biyodizelden ÖTV’nin alınmaması en

doğru karar olacaktır. Biyodizelin belirtilen pozitif etkileri düşünüldüğünde Maliye Bakanlığının ÖTV'den gelecek vergi gelirlerinden feragat etmesi gerekir. EPDK de ÖTV'nin biyodizel kullanımında muaf tutulmasına haksız rekabet olarak değil, kirleten öder mantığıyla yaklaşmalıdır.

Çizelge 4.4. Yıllara göre dış ticaret (Anonim, 2012ı)

Yıllar	İhracat	İthalat	Dış ticaret dengesi	Dış ticaret hacmi	İhracatın 'ithalatı
					karşılama oranı
	Değer	Değer	Değer	Değer	
	'000 \$	'000 \$	'000 \$	'000 \$	%
2000	27 774 906	54 502 821	-26 727 914	82 277 727	51,0
2001	31 334 216	41 399 083	-10 064 867	72 733 299	75,7
2002	36 059 089	51 553 797	-15 494 708	87 612 886	69,9
2003	47 252 836	69 339 692	-22 086 856	116 592 528	68,1
2004	63 167 153	97 539 766	-34 372 613	160 706 919	64,8
2005	73 476 408	116 774 151	-43 297 743	190 250 559	62,9
2006	85 534 676	139 576 174	-54 041 498	225 110 850	61,3
2007	107 271 750	170 062 715	-62 790 965	277 334 464	63,1
2008	132 027 196	201 963 574	-69 936 378	333 990 770	65,4
2009	102 142 613	140 928 421	-38 785 809	243 071 034	72,5
2010	113 883 219	185 544 332	- 71 661 113	299 427 551	61,4
2011	134 906 869	240 841 676	- 105 934 807	375 748 545	56,0

Çizelge 4.5. 2002-2011 Ham petrol ithalatı (Anonim, 2012j)

Yıllar	Ton	Toplam
2002	Ton	23 707 589
2003	Ton	24 028 667
2004	Ton	23 917 019
2005	Ton	23 389 647
2006	Ton	23 786 875
2007	Ton	23 445 764
2008	Ton	21 833 471
2009	Ton	14 219 427
2010	Ton	16 873 392
2011	Ton	18 049 163
ORTALAMA	Ton	21 325 102

Çizelge 4.6. Yıllar itibariyle kok kömürü ve rafine edilmiş petrol ürünleri dış ticaret hacmi (Anonim, 2012k)

Yıl	Yıllık İhracat Toplam (\$ '000)	Yıllık İthalat Toplam (\$ '000)	Dış Ticaret Hacmi (\$ '000)
2003	953.544	2.832.696	3.786.240
2004	1.364.348	3.796.784	5.161.132
2005	2.518.943	5.506.507	8.025.450
2006	3.401.678	7.630.584	11.032.262
2007	4.922.265	9.492.322	14.414.587
2008	7.325.096	13.828.943	21.154.039
2009	3.649.926	10.455.704	14.105.630
2010	4.153.298	13.802.202	17.955.499
2011	6.122.477	18.316.536	24.439.013

Çizelge 4.7. Sektörlere göre toplam seragazı emisyonları (milyon ton CO₂ eşdeğeri), 1990 – 2010 (Anonim, 2012l)

Yıllar	Enerji	Endüstriyel İşlemler	Tarımsal Faaliyetler	Atık	Toplam	1990 yılına göre artış oranı (%)
1990	132,13	15,44	29,78	9,68	187,03	-
1995	160,79	24,21	28,68	23,83	237,51	26,99
2000	212,55	24,37	27,37	32,72	297,01	58,80
2005	241,75	28,78	25,84	33,52	329,90	76,39
2006	258,56	30,70	26,50	33,88	349,64	86,95
2007	288,69	29,26	26,31	35,71	379,98	103,16
2008	277,71	29,83	25,04	33,92	366,50	95,96
2009	278,33	31,69	25,70	33,93	369,65	97,64
2010	285,07	53,90	27,13	35,83	401,92	114,90

Not. Arazi kullanımı ve arazi kullanım değişikliğinden kaynaklanan emisyonlar ve yutaklar dahil değildir.

4.6. Biyodizelin Tanımlanması ve Kurumsal Kimlik Yönünden Değerlendirilmesi

Biyodizel, bitkisel yağlar, hayvansal yağlar, evsel ve endüstriyel atık yağlardan elde edilen alternatif enerji kaynağı olmasına rağmen ülkemizde 5015 sayılı Petrol Kanunu çerçevesinde değerlendirilmektedir. Biyodizel, petrol içermeyen temiz ve yenilenebilir alternatif enerji kaynağı olarak dünyada ve ülkemizde kabul görmesine karşın EPDK'nın biyodizeli petrol ürünü olarak değerlendirilmesi biyodizelin gelişimini olumsuz etkilemektedir.

Kurumsallaşmayı, kurumun kendini ifade etme şekli olarak kısaca tanımlayabiliriz. Biyodizel şuanki haliyle, Maliye Bakanlığı, Sanayi Bakanlığı, Çevre ve Orman Bakanlığı, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Enerji Bakanlığı sorumluluğu içerisindedir. Birçok kurumun ilgi alanında olması ve tamamıyla bir kuruma bağlı olmaması nedeniyle biyodizelle ilgi sorunların giderilmesi yönünden problem oluşmaktadır. Biyodizelin bir kuruma bağlanması, sektörün karşılaştığı sorunların tespiti ve gerekli hukuki alt yapının oluşması açısından önemlidir. Kurumsal bir yapının

oluşması, ülkemizin bu yönde yapacağı atılımların daha hızlı gerçekleştirmesini sağlayacaktır.

4.7. Biyodizelin Üretiminde Kullanılan Standartlar Yönünden Değerlendirilmesi

Biyoyakıt üreten ülkeler dışarıdan hammadde ithal etmek yerine kendi tarımsal ürünlerini yetiştirip üretim sürecinde kullanmaktadır. Ülkeler özellikle kendi iklim şartlarına uygun tarım ürününde uzmanlaşmaktadır. Örneğin AB ülkeleri biyodizel üretiminde kolza yağını kullanmış ve bu hammaddeye uygun standart geliştirmiştir. ABD biyoetanol üretiminde hammadde olarak mısır ürününü, Brezilya ise hammadde olarak şeker kamışını tercih etmiştir. Asya ülkelerinden Endonezya ve Malezya biyodizel üretiminde palm yağını kullanmaktadırlar.

2003 yılında biyodizelin 5015 no'lu Petrol Piyasası Kanunu'nda "Harmanlanan Ürünler" kısmında yer almasıyla birlikte üretimde kullanılacak standartla ilgili çalışmalara başlanmıştır. 13.10.2005'te Otomotiv yakıtları – Yağ asidi metil esterleri (YAME/BİYODİZEL) - Dizel motorlar için - Gereklere ve deney yöntemleri standardı kabul edilmiştir. Ardından 2009 ve 2010 yıllarında bu standart TSE tarafından revize edilmiştir. Şuan 02.03.2010 tarihinde kabul edilen TS EN 14214+A1 Otomotiv yakıtları - Yağ asidi metil esterleri (YAME/Biyodizel) - Dizel motorlar için - Özellikler ve deney yöntemleri standardı yürürlüktedir. Yapılan bu çalışmaların paralelinde 06.12.2007'de TS 13314 numaralı Biyodizel Yağ Asidi Metil Esterleri (YAME) Üretim Tesisleri - Genel Kurallar adlı standardı hazırlanmış ve yürürlüğe alınmıştır. Bu standartlar oluşturulurken AB'nin biyodizel üretimi için oluşturduğu standartlar baz alınmıştır. Tarımsal ürün portföyümüz ve iklim şartları hesaplanmadan kullanılmaya başlanan bu standartlardan dolayı ülkemiz problem yaşamaktadır. AB ülkeleri biyodizel üretiminde hammadde olarak kolza yağını kullanmaktadır. Kolza yağı ülkemizde fazla üretilmeyen bir hammadde olup pek bilinmemektedir. Kolza yağı, Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 1996 yılında 5 ton üretilirken, 2000 yılında bu rakam 187 tona gelmiş, 2005 yılında bu rakam 1200 tona ulaşmış, 2011 yılında ise bu rakam 91200 ton seviyesindedir. Kolza yağının hammadde olarak kullanılması durumunda ülkemizin ilk etapta ithalatçı konuma düşeceği görülmektedir.

4.8. Kayıt Dışı Üretim Yönünden Değerlendirilmesi

Kayıt dışı ekonomi, devletten gizlenen, kayda geçirilemeyen ve bu sebeple denetlenemeyen faaliyetler olarak tanımlanmaktadır. Enformel ekonomi, illegal ekonomi, gayri resmi ekonomi, gizli ekonomi diye de adlandırılır. Genel olarak kayıt dışı ekonominin, mal ve hizmet üretimine konu olmasına karşılık ekonominin geleneksel ölçüm yöntemleriyle bütünüyle tespit edilemeyen ve GSMH hesaplamalarına yansımaya alanları kapsadığı kabul edilmektedir (Anonim, 2012m).

Dizel yakıtı göre küresel iklim değişikliğine yol açan sera etkisini azaltan ve tarımda yeni fırsatlar sunması nedeniyle dünyada hızla yayılan biyodizel üretimi, Türkiye’de ÖTV yükü, standarttan ve mevzuattan kaynaklı sorunlar ve hammadde ile ilgili yaşanan olumsuzluktan dolayı durma noktasına gelmiş ve üreticiyi kaçak yoldan üretime sevk etmiştir. 2000’li yıllardan itibaren diğer ülkelere paralel olarak ivme kazanan biyodizel sektörü uygulanan yanlış politikalar sonucunda kurulumu gerçekleşmiş birçok tesisin kapanmasına neden olmuştur. Bazı firmalar tarafından özellikle piyasada satılan biyodizel makinalarını kullanarak üretilmiş ve gerekli standart ve kaliteyi sağlamayan biyodizel yakıtı piyasaya sürülmüştür.

Kaçak yolla biyodizel üretimi yapan firmalar ÖTV ödemeyerek ülkemizi zarara uğratmanın yanında kalitesiz ürünlerden dolayı hava kirliliği, motor arızaları ve tüketici memnuniyetsizliğine neden olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı ÖTV’nin alınmaması, mevzuat ve standarttan kaynaklanan sorunların giderilmesi, ucuz hammadde temini ve teminin kolaylığı gibi önlemler alınmalı ve kayıt dışı üretimin yapılmasının önüne geçilmelidir.

4.9. Bitkisel Atık Yağların Biyodizel Üretiminde Değerlendirilmesinde Yaşanılan Problemler Yönünden Değerlendirilmesi

Biyodizel üretiminde bitkisel atık yağların kullanımının yaygınlaşması, çevre, maliyet ve hammadde sorunları yüzünden önü tıkanan sektöre pozitif etki yaratacaktır. Bitkisel atık yağların toplanmasının birçok olumlu katkı sağlayacağı bilindiği halde bazı sebeplerden dolayı efektif olarak değerlendirilememektedir.

1 lt atık yağ 1 milyon litre içme suyunu kirletebilmektedir. Kullanılmış bitkisel atık yağlar evsel atık su kirliliğinin %25'ini oluşturmaktadır. Atık yağlar ekotoksik (çevrenin bir veya daha fazla kesimi üzerinde ani veya gecikmeli zararlı etkiler gösteren veya gösterme riski taşıyan madde ve preparatlar) özelliğe sahiptir, bulunduğu ortamı kirletir, ortamda yaşayan canlılara zarar verir(Anonim, 2012n).

Atık su kirliliğinin %25 oranında kaynağını, kullanılmış bitkisel ve hayvansal yağlar oluşturmaktadır. Arıtılmayan atık suların içindeki bitkisel ve hayvansal atık yağlar; denizlere, göllere ve akarsulara döküldüğü zaman o suyun kirlenmesi ve sudaki oksijenin azalması sonucu; ortamdaki, başta balıklar olmak üzere diğer canlılar üzerinde büyük tahribata yol açmaktadır(Anonim, 2012n).

Atık yağın küçük fırınlarda yakılması, içindeki ağır metal ve klor bileşimleri atık hava ile birlikte atmosfere salınarak havayı kirletir ve insan sağlığına zarar verir. Bu nedenle bu işlem yasaklanmıştır(Anonim, 2012n).

Kullanılmış yağlar lavaboya döküldüğü zaman drenaj sistemine sıvanır, kanalizasyon borusu içindeki atıkların yapışmasına ve zamanla borunun daralmasına neden olur. Kanalizasyona dökülen atık yağlar diğer atıkları tutar ve kanalizasyon sisteminin kullanılmaz hale gelmesine sebep olur. Böylece atık su arıtma tesislerine zarar verir ve işletme maliyetini artırır. ABD'de yapılan bir araştırmaya göre lavaboya dökülen atık yağların kanalizasyon sistemlerinin %40 oranında tıkanmasına sebep olduğu belirtilmiştir(Anonim, 2012n).

Ülkemizde 19.04.2005 tarihinde yayımlanan Bitkisel Atık Yağların Kontrolü yönetmeliği ile 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 amaçlanmıştır.

Bu yönetmelikte kullanılmış kızartmalık yağ üreten lokanta, yemek fabrikaları, otel, motel, yemekhaneler, turistik tesisler ve tatil köyleri ile diğer benzeri tesisler, bu yağların toplanması için lisanslı geri kazanım tesisleriyle veya toplayıcılarla yıllık sözleşme yapmakla yükümlü olduğu ve bu yağların ücretsiz olarak geri kazanımcıya

veya toplayıcılara teslim edilmesinin esas olduğu belirtilmiştir. Ancak ülkemizde lisanslı geri kazanım tesisleri ve toplayıcıları 19.10.2011 tarihindeki Çevre ve Orman Bakanlığından elde edilen bilgiye göre 51 adet firma faaliyet göstermektedir. Birçok ilde lisanslı geri kazanım tesisleri ve toplayıcılarının olmaması kızartma yağlarının akıbeti hususunda soru işaretleri oluşturmaktadır.

İlgili yönetmeliğin görev, yetki, yükümlülük kısmında belediyelerce alınacak tedbirler belirtilmiş, 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 şeklinde ifade edilmiştir. Ülkemizde 10.02.2011 tarihli Çevre ve Orman Bakanlığı verilerine göre bitkisel atık yağlar konusunda yetki devri yapılan belediye sayısı 79 adet olarak belirtilmiştir. Türkiye belediyeler birliği verilerine göre, ülkemizde toplam 2950 adet belediye bulunmaktadır(Çizelge 4.8). Ayrıca TÜİK verilerine 12 milyon da köy nüfusu bulunmaktadır. Bu rakamlar bize, belediyelerin bu konuda gitmesi gereken daha çok yolunun olduğunu göstermektedir.

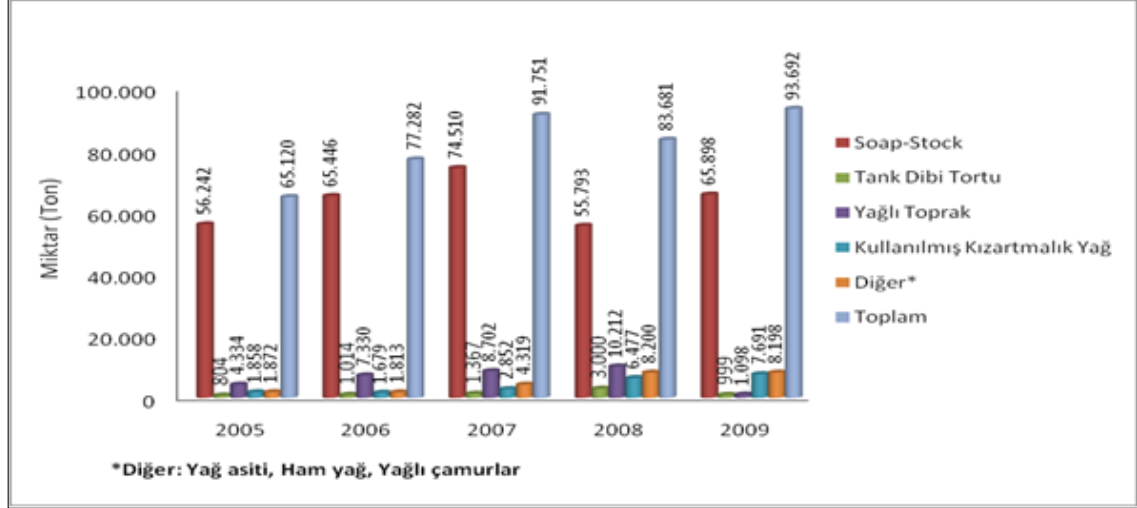
Çizelge 4.8. Belediyelerin türlerine göre dağılımı (Anonim, 2012o)

Türü	Sayısı	Oran
Büyükşehir Belediyesi	16	%0,5
İl Belediyesi	65	%2,2
Büyükşehir İlçe Belediyesi	143	%4,9
İlçe Belediyesi	749	%25,4
Belde (Kasaba) Belediyesi	1.977	%67
Toplam	2.950	%100

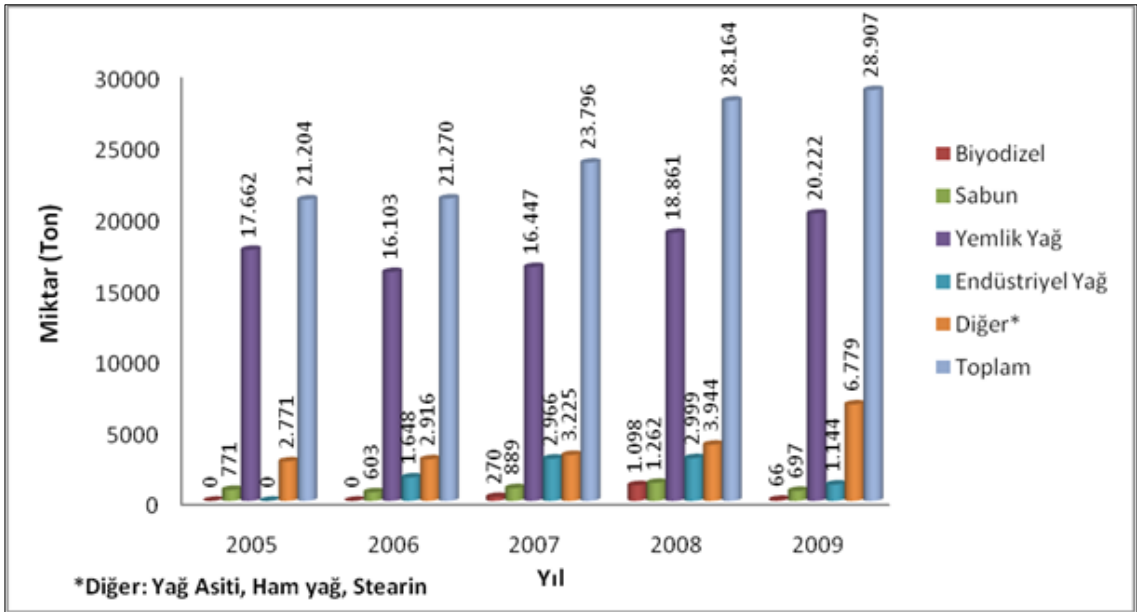
2005 yılında kayıt altına alınan, rafinerilerden(soap-stock, tank dibi tortu ve yağlı toprak) ve mutfaklardan kaynaklanan (kullanılmış kızartmalık yağ) bitkisel atık yağ toplama miktarı 65.120 ton iken 2009 yılı sonu itibariyle bu rakam 93.692 tona ulaşmıştır(Şekil 4.8)(Anonim, 2012p).

Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından lisanslandırılan bitkisel atık yağ geri kazanım tesisleri tarafından bitkisel atık yağlardan elde edilen geri kazanım ürünleri ve miktarları Şekil 4.9’da verilmiştir. 2005-2009 yılları arasında 20.557 ton bitkisel atık

yağ biyodizel üretimi amacıyla toplanmış ancak yüksek Özel Tüketim Vergisi (ÖTV)'den dolayı ekonomik olmaması nedeniyle sadece 1.434 ton biyodizel üretilerek piyasaya sürülebilmektedir(Anonim, 2012p).



Şekil 4.8. 2005-2009 yılları arasında toplanan bitkisel atık yağ miktarları(Anonim, 2012p)



Şekil 4.9. 2005-2009 yılları arasında bitkisel atık yağlardan elde edilen ürün miktarları(Anonim, 2012p)

4.10. Toplumun Biyodizel Kullanımının Bilinçlendirilmesi Açısından Değerlendirilmesi

Bilindiği üzere biyodizel, sera gazı etkisini ve dışa bağımlılığı azaltan, tarım sektörünü canlandıran temiz ve yenilenebilir enerji kaynağıdır. Bunun yanında biyodizel, dizel motorlu araçlarda, havayolu ve demiryolu taşımacılığında, kalorifer yakıtı gibi birçok alanda kullanılabilmektedir. Dünya çapında birçok ülke bu yakıtı etkin bir şekilde kullanmaktadır ve kullanımının artırılması için politikalar belirleyip biyodizel için vizyon oluşturmaktadır. Biyodizelin ülkemizde pek bilinmeme ve gelişmeme sebebi uygulanan yanlış politikalar ve halkın bu konudaki bilinçsizliğidir. Biyodizel hakkında birçok akademik çalışma yapılmış olmasına, bazı meslek kuruluşları ve kooperatiflerin aktif olmasına ve AR-GE çalışmaları yapılmasına rağmen halkın konuya yabancı olması üzüntü vericidir. Bu bağlamda halkın biyodizel hususunda bilinçlenmesi adına bazı faaliyetlere girişilmesi gerekmektedir. Öncelikli olarak bu konuda ortaöğretim ve liselerde dersler konulmalı, kitlesel iletişim araçlarından radyo, televizyon, dergi, gazete, internet kullanılmalı hatta kamu spotu adında hazırlanacak kısa filmeler hazırlanmalı ve ulusal ve yerel televizyon kanallarında yayımlanmalıdır.

Biyodizel gelişiminin önündeki engellerden hammadde sorunu, ÖTV, standarttan ve mevzuattan kaynaklı sorunların vb. aşılmasının yanında halkın bilinçlenmesiyle de biyodizel kullanımı, kullanım alanları artacak ve pozitif bir ivme kazanacaktır.

4.11. Ülkemizde Üretilen Biyodizelin SWOT Analiz Tekniği ile Değerlendirilmesi

SWOT, iç ve dış durum analizini kapsayan, sürecin mevcut durumunun tespit edilmesini; bu çerçevede güçlü ve zayıf yönler ile sürecin karşı karşıya bulunduğu fırsatlar ve tehdit unsurlarını ortaya koymaya yarayan analiz tekniğidir.

S: Strength (Biyodizel sektörünün güçlü/üstün olduğu yönlerinin tespit edilmesidir.)

W: Weakness (Biyodizel sektörünün güçsüz/zayıf olduğu yönlerin belirlenmesidir.)

O: Opportunity (Biyodizel sektörünün sahip olduğu fırsatları ifade edilmesidir.)

T: Threat (Biyodizel sektörünün karşı karşıya bulunduğu tehdit ve tehlikelerin saptanmasıdır)

4.11.1. Biyodizel Sektörünün Güçlü Olduğu Yönler

- İklim şartları ve toprak yapısının birçok yağ bitkisinin yetiştirilmesine müsait olması
- Atık bitkisel yağ potansiyelinin yüksek olması
- Ülkemizde modern tarım makineleri kullanımının yaygın olması
- Ülkemizin tarım işlerinde istihdam edilmek üzere yeterli düzeyde potansiyel nüfusa sahip olması

4.11.2. Biyodizel Sektörünün Zayıf Olduğu Yönler

- Hammadde sorunu
- Uygulanan Özel Tüketim ve Katma Değer Vergisinin yüksek olması
- Biyodizeli de kapsayan sadece biyoyakıtlara ait kanunun bulunmaması, biyodizelin bitkisel ve hayvansal kökenli olmasına rağmen petrol kanununda yer alması
- AB ülkelerince hazırlanmış kalite standartlarının ülkemiz hammadde potansiyeli göz önünde bulundurulmadan yürürlüğe konulması
- Biyodizelin Maliye Bakanlığı, Çevre ve Enerji Bakanlığının ilgi alanına girmesi, hepsini organize edecek bir kurumsal bir yapının bulunmaması
- Ülkemizde atık bitkisel yağların toplanmasında ve halkı bilgilendirmede birçok belediyenin aktif faaliyet göstermemesi

4.11.3. Biyodizel Sektörünün Karşı Karşıya Kalacağı Olası Risk ve Tehditler

- Bitkisel ürünlerde genel fiyat artışı
- Gıda güvencesi
- Standart dışı üretimin ve merdiven altı diye tabir edilen kayıt dışı üretimin yaygınlaşması

- Bitkisel yağ ithalatı
- Dış ticaret açığının bitkisel yağ açığına bağlı olarak artış göstermesi
- Atık bitkisel ve hayvansal yağların efektif toplanamamasından dolayı çevreye yayılması ya da birtakım işlemlerden geçirilerek tekrar tüketime sunulması
- Bitkisel yağ açığındaki artış

4.11.4. Biyodizel Sektörünün Sahip Olduğu Fırsatlar

- Atık bitkisel ve hayvansal yağların değerlendirilmesi ve çevreye yaratacağı olumlu katkı
- Tarım sektöründe istihdam artışı sağlanması
- Kırsal yerlerden büyükşehirlere göçün azalması dolayısıyla büyükşehirlerdeki suç oranları, eğitim, sağlık ve trafikte yaşanan sorunların azalması
- Biyodizel üretimi sonucunda elde edilen gliserin ve küspe miktarındaki artış ve buna bağlı olarak bu ürünlerde genel fiyat düşüşü
- Üretilen biyodizelin ihraç edilmesi ve buna bağlı olarak dış ticaret açığında azalışın sağlanması
- Güneydoğu Anadolu Projesi kapsamındaki arazilerde bitkisel yağ bitkileri üretimi yapılması
- Petrol ithalatında azalışın gerçekleşmesi

SWOT analizi sonrası, ülkemizde biyodizel üretiminin güçlü ve zayıf yönleri ile gelecek fırsat ve tehditleri tespit edilmiştir. Bu verilere göre ülkemizin güçlü yönlerini kullanıp sahip olduğu fırsatları değerlendirerek ve zayıf yönlerini iyileştirip mevcut öngörülen tehditler ortadan kaldırılarak biyodizel kullanımının yaygınlaştırılabilineceği ve biyodizeli ihraç edebilecek potansiyele sahip olduğumuz belirlenmiştir.

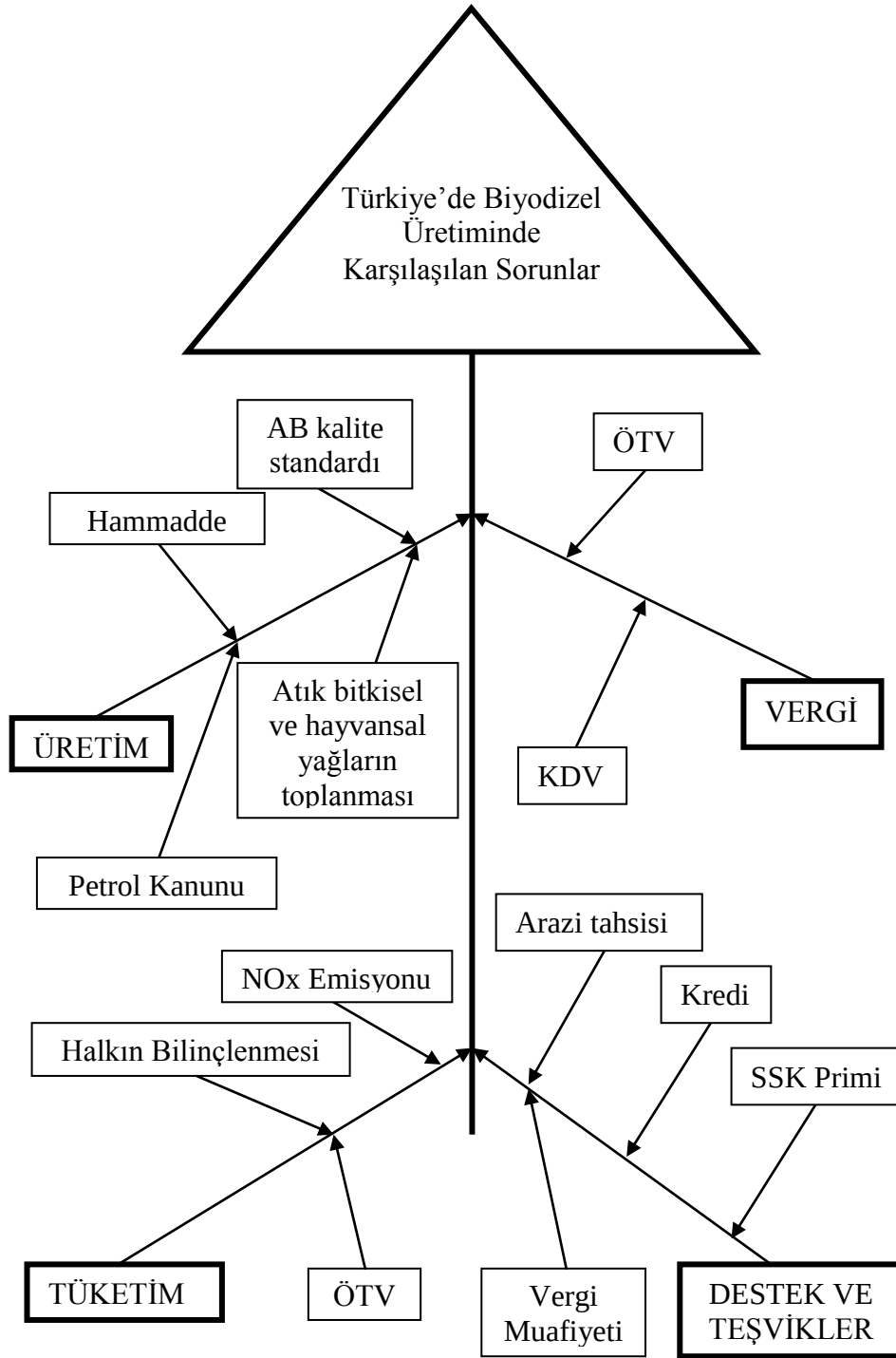
4.12. Ülkemizde Üretilen Biyodizelin Balık Kılçığı Diyağramı ile Değerlendirilmesi

Balık kılçığı diyağramı, bir sonuç ve buna neden olabilecek değişik etmenler arasındaki ilişkinin grafik açıklamasıdır.

Balık kılçığı diyağramı oluşturulurken izlenen işlem adımları

- Araştırılacak sorun kutu içine alınarak okla gösterilir,
- Bu soruna sebep olabilecek ana nedenler birer kutu içine alınarak bu oka bağlanır,
- Her ana nedenin alt nedenleri işaretlenir,
- Belirlenen bu nedenler verilerle doğrulanır. Önemli neden ve alt nedenlere ağırlık verilerek çözümler aranır.

Bu çalışmada Balık kılçığı diyagramı kullanılarak Türkiye’de biyodizel sektörü değerlendirilmiştir. Kullanılan analiz yöntemi ile Türkiye’de biyodizel üretiminde karşılaşılan sorunların nedenlerini ve alt nedenlerini belirtilerek tanımlamaya çalışılmıştır(Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Balık kılçığı diyagramı(Erdoğan ve Keskin, 2013)

4.13. Türkiye’de Kolza Bitkisinin Biyodizel Sektöründe Kullanım Olanaklarının Değerlendirilmesi

Biyodizel üretim maliyetini etkileyen en önemli faktörlerden biri olarak hammadde karşımızda çıkmaktadır. Türkiye mevcut durumda bitkisel yağ açığı olan bir ülkedir ve bitkisel yağ ithalatçısı olan bir ülkenin biyodizel üretiminde ithal edilen yağların kullanılması makul görünmemektedir. Maalesef ülkemiz biyodizel üretiminde kalite standardı oluşturmak adına kendi bitkisel yağ potansiyelini hesaba katmadan AB ülkelerinin kullanmış olduğu kalite standardını EN 14214 kabul etmiştir.

Biyodizel üretiminde AB ülkeleri tarafından standart kabul edilen kolzanın, ülkemizde hammadde olarak tercih edilmesi olumsuz etki yaratmaktadır. Kolzanın yıllar itibariyle ekilen alana karşılık elde edilen verimi göz önünde bulundurulduğunda verimin yıllar itibariyle dalgalandığı ama kayda değer bir verim artışı sağlanmadığı Çizelge 4.10’de görülmektedir.

Kolza yetiştiriciliğinde karşılaşılan sorunlar incelendiğinde; temel sorun olarak üreticilerin kolza bitkisini ve yetiştiriciliğini yeterince bilmedikleri görülmektedir. Özellikle kolza ekimi sırasında; ekim ve hasat gibi uygulanması önem arz eden mekanizasyon işlemlerinin gerektiği ölçüde sağlanamaması, kolza veriminin düşmesine ve üretim miktarında önemli kayıpların oluşmasına neden olmaktadır. Kolza tohumunun hassas ve özellikle sıcağa karşı dayanıksız olması, üreticilerin hasat sonrasında taşıma, stoklama ve pazarlama konularında yetersiz kalmaları ürün kayıplarında önemli artışlara neden olmaktadır. Kolza üretiminde karşılaşılan bu sorunlar üretim miktarını azaltmakta, dolayısıyla üretim maliyetinin yükselmesine ve çiftçi gelirlerinin olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır(Yaşar, 2008).

Harmanlanma oranına göre biyodizel ihtiyacı yıllara göre değerlendirildiğinde, 2016 yılında tahmini biyodizel ihtiyacı 0,588 milyon m³ olacaktır(Çizelge 4.9). Oluşacak biyodizel talebini karşılayabilmek için ülkemizin çıkar ve koşullarına uygun hammadde seçimi önem arz etmektedir. Biyodizel hammaddesi ile ilgili doğru politikaların uygulanmaması halinde gıda güvencesi sorunu, bitkisel yağ açığı artışı, bitkisel ürünlerde genel fiyat artışı kaçınılmaz olacaktır. Bu durumda kolza dışında ülke şartlarına uygun bir hammadde seçimi uygun düşmektedir..

Çizelge 4.9. Harmanlanma oranına göre biyodizel ihtiyacı(Milyon m³)

Yıllar	Harmanlanma oranı	Gerçekleşen yakıt tüketimi Motorin (Milyon m³)	Tahmini yakıt tüketimi Motorin (Milyon m³)	Gerekli Olan Biyodizel Miktarları Motorin (Milyon m³)
2007		16,2*		
2008		16,8*		
2009		15,9*		
2010		16,5*		
2011	-	17,4*		
2012	-		17,8	
2013	-		18,2	
2014	1%		18,7	0,187
2015	2%		19,2	0,384
2016	3%		19,6	0,588

* www.petroder.org.tr adresinden alınmıştır.

Çizelge 4.10. Kolza üretiminin yıllar itibariyle değişimi(Anonim, 2012c)

Kolza	Ekilen alan (Dekar)	Üretim (Ton)	Verim (Kg /Dekar)
1988	12 300	1 400	114
1989	32 000	3 000	94
1990	20 170	2 100	104
1991	5 210	1 046	201
1992	5 000	1 000	200
1993	50	9	180
1994	60	10	167
1995	70	9	129
1996	20	5	250
1997	100	10	100
1998	1 150	300	261
1999	1 870	330	176
2000	820	187	228
2001	2 900	650	224
2002	5 500	1 500	273
2003	28 000	6 500	232
2004	17 000	4 500	265
2005	7 000	1 200	171
2006	53 898	12 615	234
2007	106 830	28 727	269
2008	281 000	83 965	299
2009	327 767	113 886	347
2010	312 496	106 450	341
2011	268 298	91 239	340

5. SONUÇ

Enerji talebi, sanayileşme ve artan nüfusa bağlı olarak her geçen gün artmaktadır. Artan enerji talebini karşılamak adına ve petrol kökenli yakıtların yakın zamanda biteceği ön görüldüğü için ülkeler alternatif enerji kaynaklarına yatırım yapmış ve alternatif enerji kaynakları için teknoloji geliştirmişlerdir.

Petrol kökenli yakıtlarının yakın zamanda bitecek olmasının yanı sıra sera gibi çevre bilimiyle ilgili faktörler düşünüldüğünde temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşmasını hızlandırmıştır.

Temiz ve tükenmez enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaşması; çevre dostu olması, yenilenebilir olması gibi önemli faktörlerin yanında dünya barışına katkı sağlayacak olması bu enerji kaynaklarının önemini daha da artırmaktadır. Çünkü yakın tarihte dünyada yaşanan ekonomik kriz ve savaşların büyük bir çoğunluğu fosil kökenli enerji kaynaklarına dayanmaktadır.

Petrol, emtia fiyatları arasında en fazla volariteye sahip emtialardan biridir. Öyle ki dünya tarihinde yaşanan petrol savaşları, petrol üreten ülkelerdeki petrol arzında yaşanan sıkıntılar fiyat oynaklığındaki en büyük etkenlerin başında gelmektedir.

Yakın zamanda bilinen petrol krizi, 15 Ekim 1973 tarihinde Petrol İhraç Eden Arap Ülkeleri Birliğinin, Yom Kippur Savaşı'nda ABD'nin İsrail Ordusuna destek vermesine karşılık olarak ilan ettiği petrol ambargosu ile ortaya çıkmıştır. Daha sonra 1979-80 yıllarında İran Devrimi ve Şahın devrilmesi ile ikinci bir petrol krizi meydana gelmiştir. Üçüncü büyük petrol krizi de Körfez Savaşı sonucunda ortaya çıkmıştır, petrol fiyatını Irak'ın Kuveyt'i işgali aşırı miktarda arttırmıştır. 2000'li yıllardan itibaren; 11 Eylül 2001 saldırıları, 2002'de Venezuela'daki yaşanan grevler, Mart 2003'de Amerikan'ın Irak'a müdahalesi, 2011 yılında yaşanan Arap Baharı ve 2012'de İran'ın bazı Avrupa Ülkelerine petrol ihracını kesmesi petrol fiyat artışlarına birkaç örnektir.

Temiz ve tükenmez(yenilenebilir) enerji kaynaklarının yaygınlaştırılmak istenmesinin bir başka nedeni de, fosil kökenli yakıt rezervlerinin yakın zamanda tükenecek olmasıdır. Fosil yakıtların mevcut rezervlerinin kullanılabilme süreleri de dikkate alınırsa önümüzdeki 40-50 yıl içerisinde özellikle nüfus artışının etkisi ile bu kaynakların önemli ölçüde azalacağı düşünülmektedir. Buna karşın ülkeler ileride

oluşabilecek enerji temini sıkıntısını ön görerek alternatif enerji kaynaklarına önemli ölçüde yatırım yapmalıdır.

Enerji arz ve güvenliği ülkelerin birinci öncelikleri arasındadır. Çünkü ülke ekonomilerinin gücü sanayisine, sanayisinin gücünde enerji temininin sürekli ve güvenilir olmasına bağlıdır. Bu bağlamda ülkeler son yıllarda, enerji portföyünü genişletmek ve gelecekte karşılaşılabilecek, enerjiden kaynaklanacak riskleri minimize etmek adına alternatif enerji kaynaklarına yönelmişlerdir.

Alternatif enerji kaynaklarından biyodizel, biyoyakıtlar içerisinde yer alan, bitkisel yağlar, atık bitkisel ve hayvansal yağlar kullanılarak üretilen, petrodizel yakıtı alternatif olan yenilenebilir enerji kaynağıdır. Biyodizel bazı sektörlerden hammadde temin etmekle beraber, bazen de farklı sektörlerle hammadde kaynağı olmaktadır.

Türkiye’de son zamanlarda yaygınlaştırılmaya çalışılan, petrodizele alternatif yakıt olan biyodizelin üretiminde en önemli girdilerden biri olan ve maliyeti önemli ölçüde etkileyen faktör hammadde teminidir. Trafikteki araç sayısı TÜİK verilerine göre 2004 yılında 10 milyon iken 2012 yılında 16 milyon düzeyine ulaşmıştır. Aynı şekilde trafikteki dizel araç sayısı TÜİK verilerine göre 2004 yılında 252 bin iken 2012 yılında 2 milyon düzeyine ulaşmıştır. Diğer taraftan TÜİK verilerine göre 2011 yılı itibariyle Türkiye’nin nüfusu 74 milyon ve 2050 nüfus projeksiyonuna göre nüfusun 94 milyona ulaşacağı beklenmektedir. Bu bilgiler ışığında gıda güvencesi ve gıda fiyatlarında genel yükselişe neden olmadan biyodizel sektörüne stabil şekilde hammadde sağlayacak tarım politikalarının oluşturulması gerekmektedir. Malesef ki ülkemiz bitkisel yağ açığı olan ve bu açığını ithalat ile karşılar durumda olan bir ülkedir. Biyodizel üretiminde kullanılacak hammaddenin ithalat yoluyla dışarıdan karşılanması, firmaların kar marjlarının düşmesine neden olmuş ve bu yüzden birçok biyodizel üretim tesisi kapanmış ya da bazıları ucuz hammadde olan atık yağları kullanarak faaliyetlerine devam etmiştir.

Hammadde üzerine yapılan diğer bir yanlış ise biyodizel üretiminde kullanılacak hammaddenin seçiminde uygulanan yöntemdir. Bilindiği gibi ülkeler kendi potansiyeline, iklim şartlarına ve çıkarlarına uygun hammadde kullanmaktadır. Biyodizel üretiminde hammadde olarak ABD soya yağı kullanırken, Asya ülkesi palm yağını kullanmaktadır. AB ülkeleri ise kolza yağını tercih etmektedir. Ülkemiz de kendi yağ politikası oluşturmadan ve ülke menfaatlerini göz önünde bulundurmadan AB

lkelerinin kullandığı kalite standartını aynen kabul etmiş ve dolayısıyla hammadde olarak kolza bitkisini belirlemiştir. Ülkemiz tarafından yabancı olan ve pek bilinmeyen bu bitkinin üretimi, biyodizel sektöründeki canlanmaya bağlı olarak artmış ama üretiminde verimlilik yakalanamamıştır. Burada yapılması gereken ülke menfaatlerini gözeterek bir yağ bitkisinin belirlenmesi ve bu hammaddenin biyodizel üretiminde kullanılmasıdır. Aksi takdirde bitkisel yağ açığı olan ve bunu ithalat ile karşılayan ülkemizin dışardan temin edeceği bitkisel yağ miktarı aratacak ve yurt dışına daha fazla para ödeyecektir.

Biyodizel sektörünün en önemli sorunlarından bir tanesi de yüksek oranda zel Tüketim Vergisi(ÖTV) ve Katma Değer Vergisi(KDV) uygulanmasıdır. Normalde sosyal amaç güden TV'nin lüks, çevreye ve sağlığa zararlı mallara uygulanması gerekir. Maalesef lkemizde çevreye zararı petrodizele göre çok daha az olan, tarım ve biyodizel üretim tesislerinin yağınlaşması ile yaratılacak istihdam, dışa bağımlılığımızı ve dış ticaret açığımızı azaltacak bir yakıtta TV ve KDV uygulanması anlamsız gelmektedir. Özellikle atık yağların lavabo giderlerine dökülmesi drenaj ve kanalizasyon borularını tıkamakta, atık yağların doğaya salınması; gl, nehir, deniz ve derelerdeki yaşayan canlıları öldürmekte, toprak içerisindeki canlılara, bitkilere zarar vererek ekolojik dengeyi bozmaktadır. Diğer taraftan atık yağların tekrardan bir takım işlemlerden geçirilerek halkın tüketimine sunulması gibi bir risk söz konusudur. Ayrıca yüksek oranda uygulanan ÖTV ve KDV'nin üreticileri kaçak yolla üretime sevk etmektedir. Merdiven altı tabir edilen kayıt dışı üretimler hem ülke ekonomisi için vergi kaybına neden olmakta hemde denetimden uzak kalite dışı üretim yapılarak çevreye ve araçtaki mekanik tertibata zarar vermektedir. Yapılan kaliteden yoksun kayıt dışı üretimler toplum nezdinde yeni tanınan yakıt için olumsuz yargı oluşmasına neden olacaktır. Fosil kökenli yakıtların çevreye ve ülke ekonomisine verdiği zararları göz önünde bulundurarak, biyodizelin çevreye ve ülke ekonomisine yaratacağı pozitif katkısından dolayı yüksek orandaki TV ve KDV'nin kaldırılması biyodizel sektörünün canlanmasında anahtar rol oynayacaktır.

Ülkemizde biyodizel sektörünün gelişimini olumsuz etkileyen temel nedenlerin başında biyodizelin tanımlanması ve kurumsallaşma gelmektedir. Biyodizel petrol içeriği olmayan temiz ve yenilenebilir enerji kaynağıdır. Petrol içeriği olmayan biyodizelin, ülkemizde petrol kanunu içerisinde değerlendirilmesi sektörün gelişmesi

önündeki en önemli sorunlardan biridir. Biyoyakıtlar için ayrı bir kanun oluşturulmalı ve biyodizel oluşturulan kanun çerçevesinde değerlendirilmelidir. Diğer yandan biyodizel, Sanayi Bakanlığı, Enerji Bakanlığı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Tarım ve Maliye Bakanlığı gibi birçok kurumun ilgi alanına girmektedir. Bu durum sektörün önündeki sorunların çözümünde ve kurumlar arasındaki eşgüdümün sağlanmasında engel oluşturmaktadır. Bu durumun aşılması ancak biyodizel sektörünün kurumsal kimlik kazandırılarak tek kuruma bağlanması ve bu kurumun sorun çözüm odaklı çalışan, hızlı karar alma sürecine sahip ve dünyadaki gelişmelere entegre bir yapıya kavuşturulması ile mümkündür.

Biyodizel sektörü; kullanılacak hammadde temini, hammaddeyi işleyecek ve nihai ürünün elde edileceği endüstriyel tesislerin kurulumu ve nihai ürünün tüketiciye ulaştırılması gibi faaliyetleri kapsar. Dışa bağımlılığımızı azaltacağı, tarım, sanayi ve lojistik sektöründe istihdam yaratacağı, çevreye sağlayacağı olumlu katkıları düşünüldüğünde, böyle bir sektörün gelişimi için devletimizin sağlayacağı destek ve teşvikler önemli yer tutmaktadır. Devletin, kurulumu yapılacak tesislere, alt yapı ve ekipman yatırımı için gereken fonları düşük faizle vermesi, arazi tahsis etmesi, enerji maliyetlerine destek vermesi, yurt dışından temin edilen ekipmanlara gümrük vergisi muafiyeti sağlaması, sigorta prim ödemelerini karşılaması, KDV istisnası sağlanması, KDV iadesi yapılması bu destek ve teşviklere örneklerdir. Diğer taraftan lojistik sektöründe de devlet tarafından sağlanacak vergi indirimleri, sigorta prim ödemeleri, KDV istisnası, KDV iadesi, bu sektörde yapılacak yatırımlarda düşük faizle fon sağlanması önemli teşvikler arasındadır. Bunlar sayesinde biyodizel sektörünün önü açılacaktır. Bu tür teşvik ve desteklemelerin belli bölgelere değil, Türkiye geneline yayılarak yapılması daha doğru olacaktır.

Bağımsız bir toplum ancak bağımsız bir ekonomi ile mümkündür. Enerji ihtiyacını ithal ederek karşılayan ülkemizin alternatif enerji kaynaklarına yatırım yapmak ve bu sektöre yapılan girişimleri de desteklemek bağımsız bir toplum oluşturulması adına önemli bir adım olacaktır. Biyoyakıtlardan biyodizelin yaygınlaşması önemli ölçüde tarım potansiyeline sahip ülkemizde çarpan etksi yaratacaktır. Tarım sektöründe istihdam oluşturulmasının dışında kırsal kesimden büyükşehirliere göçü önleyecektir. Üretim tarafı için kurulacak tesisler önemli ölçüde istihdam yaratacaktır. Üretim sonucu elde edilen gliserin ve küspenin üretimi artacağı

için bu yan ürünleri kullanan sektörlerde(kozmetik ve yem sanayi) maliyet yönünden rahatlamayı sağlayacaktır. Bu bağlamda biyodizel hususunda sürekli ve kalıcı politilkalar oluşturulmalı ve hedefler belirlenmelidir. Biyodizelin yaygınlaşmasıyla sera gazı ile mücadelede dünya ile hareket edilecek ve çevreye duyarlı bir toplum oluşturulacaktır. Diğer taraftan kendi enerji sorunlarını aşmanın dışında biyodizel yakıtını ihraç eden ülke pozisyonuna girecektir.

KAYNAKLAR

- Abalı, Y., Arısoy, K., Atik, E., Gümüş, R., 2009. **Kullanım süresi geçen mayonezden biyodizel üretimi.** 5. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı. Elektrik Mühendisleri Odası Yayını, SK/2009/7: 137-141, Diyarbakır.
- Abalı, Y., Ersöz, N., Vatansever, S., Gümüş, R., 2009. **Türk kahvesi telvesinden biyodizel üretimi.** 5. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı. Elektrik Mühendisleri Odası Yayını, SK/2009/7: 198-202, Diyarbakır.
- Acaroğlu, M., 2003. **Alternatif enerji kaynakları. Atlas yayını,** 341 s, İstanbul.
- Akçay, H.T.,(2006). **Bazı bitkisel yağlardan biyodizel üretimi,** Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2006, Trabzon.
- Aksoy, L., 2010. **Alternatif enerji kaynağı olarak biyodizel ve üretim prosesleri.** Taşıt Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2(3): 45 – 52.
- Altun, Ş., Gür, M. A., 2005. **Bitkisel yağların alternatif yakıt olarak dizel motorlarında kullanılması,** Harran Üni.Ziraat Fakültesi Der. 9(3): 35 – 42.
- Altuntaş, A., 2006. **Hardal yağı biyodizelin de depolama süresi ve şartlarının yakıt özellikleri üzerine etkisinin araştırılması,** Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, 56 s, Konya.
- Anonim, 2010a. **Bitkisel atık yağların yönetimi.** Çevre ve Orman Bakanlığı. Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü Yayını, 99s, Ankara.
- Anonymous, 2012a. **Where is earth's mantle ?**
<http://www.hybridtweaks.com/where-is-earths-mantle/>
- Anonim, 2012b. **Nükleer santraller ve ülkemizde kurulacak nükleer santrale ilişkin bilgiler.** Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. Nükleer Enerji Proje Uygulama Dairesi Başkanlığı Yayını, Yayın no: 1: 5 – 13, Ankara.
- Anonim, 2012c. **Yağlı tohumlar.** www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=56
- Anonim, 2012d. **Biyodizel üretim yöntemleri.** <http://eng.ege.edu.tr/~otles/foodwaste-oil.tripod.com/biodizel/id2.html>
- Anonim, 2012e. **Motorlu kara taşıtları.**
<http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=10861>
- Anonim, 2012f. **Sektör raporu Ocak – Haziran 2012.**
http://www.petder.org.tr/admin/my_documents/my_files/CZ5_petder_rapor_2012ilk6ay.pdf

Anonim, 2012g, **İstatistiksel bölgelerin aldığı göç, verdiği göç, net göç ve net göç hızı.** http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=38

Anonim, 2012h, **Özel Tüketim Vergisi.**
http://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%96zel_T%C3%BCketim_Vergisi

Anonim, 2012ı, **Yıllara göre dış ticaret.**
http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=12

Anonim, 2012j, **Ham petrol ithalatı.** http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=12

Anonim, 2012k, **Sektörel göstergeler raporları.**
http://www.iso.org.tr/tr/web/StatikSayfalar/Sektorel_Gostergeler.aspx

Anonim, 2012l, **Sektörlere göre toplam sera gazı emisyonları.**
http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=10

Anonim, 2012m, **Kayıt Dışı Ekonomi.**
http://tr.wikipedia.org/wiki/Kay%C4%B1t_d%C4%B1%C5%9F%C4%B1_ekonomi

Anonim, 2012n, **Atık Bitkisel Yağlar ve Biyodizel.**
http://www.albiyobir.org.tr/aby_b.htm

Anonim, 2012o, **Belediyelerin Türlerine Göre Dağılımı.**
http://www.tbb.gov.tr/HD612_genel-istatistik.html

Anonim, 2012p, **Atık İstatistikleri.**
<http://atikyonetimi.cevreorman.gov.tr/atikyonetimi/AnaSayfa/solmenu/atikistatistikleri.aspx?sflang=tr>

Arslan, S., Darıcı, M. ve Karahan, Ç., 2012. **Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyeli.**
http://geocen.iyte.edu.tr/teskon/2001/teskon2001_02.pdf

Aydoğan, B., 2008. **Biyodizel kullanılan dizel motorlarda NOx emisyonlarının ve NOx emisyonları azaltma yöntemlerinin incelenmesi,** Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Temmuz 2008, 81 s, Denizli.

Başer, E., Aybek, A., 2009. **Tarım traktörlerinde biyodizel kullanımının çeki gücü performansına etkisinin belirlenmesi.** Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Mühendislik Bilimleri Dergisi, 12(2): 37 – 43.

Bayrakçı, H.C. ve Delikanlı, K., 2007. **Türkiye'de rüzgar enerjisi ve potansiyel belirleme çalışmaları.** Mühendis ve Makina, 48(569): 78-80.

Bolat, A., 2007. **Orta segment bir tarım traktöründe biyodizelin motor performansı üzerine etkileri ve Türkiye için önemi,** Yüksek lisans tezi, Tekirdağ Üniversitesi, 56 s, Tekirdağ.

- Boz, N., İlgen, O., Yıldız, M., Kibar, M. E., Kara, M., Sunal, O., 2008. **Atık yemeklik yağların ve bitkisel yağların transesterifikasyon reaksiyonu için uygun katalizör tasarımı ve kinetik çalışmaları.** http://uvt.ulakbim.gov.tr/uvt/index.php?cwid=3&vtadi=TPRJ%2CTTAR%2CTTIP%2CTMUH%2CTSOS&c=google&s_f=_5&detailed=1&keyword=99831
- Boz, N., Oylum, P., 2009. **Kanola yağından çinko-oksit destekli katalizör varlığında biyodizel üretimi.** Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 24(3): 389 - 395.
- Çağlar, İ. ve ark., 2006. **Sıfır zararlı jeotermal enerji.** Bilim ve Teknik Dergisi, 39(464):50-52.
- Çalışkan, Ö., Odabaş, M.S., Çamaş, N., 2009. **Tütün (Nicotiana tabacum L.) tohumunun biyoyakıt olarak değerlendirilmesi.** Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(2): 46 – 55.
- Delikanlı, K., Bayhan, M. ve Jankowski A., 2008. **Hidrojenin motorlarda kullanımı ve motor gürültüsüne etkisi.** Mühendis ve Makine, 49(582): 17-21.
- Demirci G., Türkavcı L., 2001. **Biyogaz “Atıklardan Enerji”. Temiz Enerji Vakfı Yayını.** ISBN: 975-8547-10-0, 27 s, Ankara.
- Dizar, Ö., 2003. **Kullanılmış kızartma yağı metil esterlerinin alternatif dizel yakıtı olarak kullanılması,** Yüksek Lisans Tezi,. Yıldız Teknik Üniversitesi, 68 s, İstanbul.
- Erdoğan, Y., Keskin, M. 2013. **Türkiye’de Biyodizel Üretiminde Karşılaşılan sorunlar.** 23. Uluslararası Madencilik Kongresi Kitabı. Maden Mühendisleri Odası Yayını, ISBN: 978-605-01-0467-7, Antalya.
- Er, C., Başalma, D., Ekiz, H., Sancak, C., 2011. **Soya.**(C. Er, Editör). Tarla bitkileri – 2. Anadolu Üniversitesi yayını, Anadolu Üniv. Yayın no:2254, 235 s, Eskişehir.
- Ergen, G., Karabektaş, M., 2007. **Soya yağı metil esterinin motor performans karakteristikleri ve NOx emisyonları üzerindeki etkisinin incelenmesi.** Sakarya Üniv. Fen Bilimleri Dergisi, 11(1): 21 – 26.
- İlhan, P., 2007. **Çay tohumu yağının biyodizel üretiminde değerlendirilmesi,** Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 70 s, İstanbul.
- Kaplan, C., Ulusoy Y., Arslan, R., 2001. **Kullanılmış (Atık) bitkisel yağ metil esterlerinin dizel motorlarında alternatif yakıt olarak kullanılması.** (Ş. Su, Editör) Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi Bildiriler Kitabı. Makine Mühendisleri Odası Yayını, E/2001/275: 333-338, Kayseri.
- Karaosmanoğlu, F., 2012 **Biyomotorin ve Türkiye.** <http://www.biyomotorin-biodiesel.com/biomoto.html>

- Kükrer, B., 2007. **Hidrojen enerjisinin gelişme potansiyeli ve Türkiye ekonomisi açısından değerlendirilmesi**, Yüksek Lisans Tezi,. Anadolu Üniversitesi, 146 s, Eskişehir.
- Nışancı, S., 2007. **Biyodizel yakıt karışımlarının performans ve emisyon üzerine etkilerinin deneysel araştırılması**, Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, 63 s, İstanbul.
- Oguz, H., 2004. **Tarım kesiminde yaygın olarak kullanılan dizel motorlarında fındık yağı biyodizelinin yakıt olarak kullanım imkanlarını incelenmesi**, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, 105 s, Konya.
- Oguz, H., Ögüt, H. ve Gökdoğan, O., 2012. **Türkiye tarım havzaları üretim ve destekleme modelinin biyodizel sektörüne etkisinin incelenmesi**, Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. 2(2):78 – 83
- Ögüt, H., Oğuz, H., 2006. **Üçüncü milenyum yakıtı biyodizel**. Nobel yayın dağıtım, 745, 190 s, Ankara.
- Ögüt, H., Oğuz, H., 2011. **Konya’da tarıma dayalı yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli**. I. Konya Kent Sempozyumu Bildiriler Kitabı. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Yayını, ISBN: 978-605-01-0205-5: 409 – 420, Konya.
- Ölçüm, T., 2006. **Biyodizel Teknolojisi**, Yüksek lisans tezi, Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, 72 s, İstanbul.
- Özsezen, A.N., Çanakçı, M., 2008. **Atık kızartma yağından elde edilen metil esterin ön yanma odalı bir dizel motorda kullanımının performans ve emisyonlara etkisinin incelenmesi**. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 23(2): 395 – 404.
- Saifuddin, N., Chua K.H., 2003. **Production of ethyl ester (biodiesel) from used frying oil: optimization of transesterification process using microwave irradiation**. Malaysian Journal of Chemistry, 2004, 6(1): 77 – 82.
- Şimşek, V., 2007. **Rüzgar enerjisi ve Sivas şartlarında bir rüzgar santrali tasarımı**, Yüksek Lisans Tezi,. Cumhuriyet Üniversitesi, 91 s, Sivas.
- Tarauş, S., 2008. **Ayçiçek yağı ve hayvansal yağ karışımlarından biyodizel üretimi**, Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, 76 s, Erzurum.
- Türe, S., 2001. **Biyokütle enerji**. Temiz Enerji Vakfı Yayını, ISBN: 975-8547-09-7, 27 s, Ankara.
- Uçum, İ., Taşkaya, T., B., 2012. **Türkiye’de bitkisel yağ açığı**. <http://www.tepge.gov.tr/Dosyalar/Yayinlar/befd200521fe40a586a454274eccc5d7.pdf>

- Ülker, B., 2007. **Hayvansal yağ esaslı biyodizel yakıtın motor performansına etkisini deneysel incelenmesi**, Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi, 70 s, Sakarya.
- Ültanır, M.Ö., 1996. **21. Yüzyılın eşiğinde güneş enerjisi**. Bilim ve Teknik Dergisi, Sayı(340): 50-55.
- Wyatt, V.T., Hess, M.A., Dunn, R.A., Foglia, T.A., Haas, A.J. and Marmer, W.N., 2005. **Fuel properties and nitrogen oxide emission levels of biodiesel produced from animal fats**, Journal of the American Oil Chemists' Society (JAOCS), Vol.82, No.8, 585-591.
- Yaşar, B. 2008. **Türkiye’de biyodizel üretim maliyeti ve yaşanan sorunlar**.(Z. Şen, A.D. Şahin, Editörler). 7. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu. Su vakfı yayını, ISBN – 978 – 975 – 6455 – 35 - 7: 197 – 204, İstanbul.
- Yaşar, B. 2009. **Alternatif enerji kaynağı olarak biyodizel üretim ve kullanım olanaklarının türkiye tarımı ve ab uyum süreci açısından değerlendirilmesi**. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, 210 s, Adana.
- Yaşar, B., Eren, Ö. 2008. **Türkiye’de biyodizel üretim maliyeti ve yaşanan sorunlar**.(Z. Şen, A.D. Şahin, Editörler). 7. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu. Su vakfı yayını, ISBN – 978 – 975 – 6455 – 35 - 7: 83 – 90, İstanbul.
- Yildiz, M., 2006. **Dünya’da ve Türkiye’de Alternatif ve Fosil Enerji Kaynaklarının Geleceğe Yönelik Etüdü**, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 86 s, Trabzon.

TEŐEKKÖR

Tezimin hazırlanması sırasında, bilgi ve tecrübeleri ile beni yönlendiren, motive eden danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Yasin ERDOĞAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Lisans eğitiminin başladığı ilk günlerden itibaren ahlaki yönünü ve duruşunu örnek aldığım Prof.Dr. Ertuğrul BALTACIOĞLU hocama teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın sürecinde, beni her zaman çalışmaya teşvik eden ve destekleyen canım eşim Perman'a çok teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında İskenderun'da doğdu. İlköğrenimini Gaziantep'te orta ve lise öğrenimini İskenderun'da tamamladı. 2000 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünde öğrenim görmeye hak kazandı. 2004 yılında öğrenim gördüğü üniversiteden mezun oldu. Lisans eğitimi sürerken Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi İşletme bölümünde öğrenim görmeye başladı. 2008 yılında bu bölümden mezun oldu. 2004 yılından itibaren özel sektörde çalışmaktadır. İyi düzeyde ingilizce bilmektedir.

EKLER**EK 1****Bitkisel Atık Yağlar Konusunda Yetki Devri Yapılan Belediyeler**

SIRA NO	BELEDİYE ADI	İLİ	BELEDİYE TÜRÜ
1	Adana Büyükşehir Belediyesi	Adana	İl
2	Ceyhan Belediye Başkanlığı	Adana	İlçe
3	Seyhan Belediye Başkanlığı	Adana	İlçe
4	Çukurova Belediye Başkanlığı	Adana	İlçe
5	Afyonkarahisar Belediye Başkanlığı	Afyon	İl
6	Akyurt Belediye Başkanlığı	Ankara	İlçe
7	Ayaş Belediye Başkanlığı	Ankara	İlçe
8	Mamak Belediye Başkanlığı	Ankara	İlçe
9	Nallıhan Belediye Başkanlığı	Ankara	İlçe
10	Sincan Belediye Başkanlığı	Ankara	İlçe
11	Yenimahalle Belediye Başkanlığı	Ankara	İlçe
12	Elmadag Belediye Başkanlığı	Ankara	İlçe
13	Şereflikoçhisar Belediye Başkanlığı	Ankara	İlçe
14	Çankaya Belediye Başkanlığı	Ankara	İlçe
15	Alanya Belediye Başkanlığı	Antalya	İlçe
16	Muratpaşa Belediye Başkanlığı	Antalya	İlçe
17	Balıkesir Belediye Başkanlığı	Balıkesir	İl
18	Bandırma Belediye Başkanlığı	Balıkesir	İlçe
19	Bolu Belediye Başkanlığı	Bolu	İl
20	Bursa Büyükşehir Belediye Başkanlığı	Bursa	İl
21	Nilüfer Belediye Başkanlığı	Bursa	İlçe
22	Çankırı Belediye Başkanlığı	Çankırı	İl
23	Çorum Belediye Başkanlığı	Çorum	İl
24	Düzce Belediye Başkanlığı	Düzce	İl
25	Edirne Belediye Başkanlığı	Edirne	İl
26	Eskişehir Büyükşehir Belediye Başkanlığı	Eskişehir	İl
27	Gaziantep Büyükşehir Belediye Başkanlığı	Gaziantep	İl
28	Giresun Belediye Başkanlığı	Giresun	İl
29	Avcılar Belediye Başkanlığı	İstanbul	İlçe
30	Beykoz Belediye Başkanlığı	İstanbul	İlçe
31	Beyoğlu Belediye Başkanlığı	İstanbul	İlçe
32	Gaziosmanpaşa Belediye Başkanlığı	İstanbul	İlçe
33	Kadıköy Belediye Başkanlığı	İstanbul	İlçe

34	Kağıthane Belediye Başkanlığı Y	İstanbul	İlçe
35	Bağcılar Belediye Başkanlığı	İstanbul	İlçe
36	Bayrampaşa Belediye Başkanlığı	İstanbul	İlçe
37	Eminönü Belediye Başkanlığı	İstanbul	İlçe
38	Eyüp Belediye Başkanlığı	İstanbul	İlçe
39	Fatih Belediye Başkanlığı	İstanbul	İlçe
40	İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı	İstanbul	İl
41	Kartal Belediye Başkanlığı	İstanbul	İlçe
42	Ümraniye Belediye Başkanlığı	İstanbul	İlçe
43	Bakırköy belediye başkanlığı	İstanbul	İlçe
44	Beşiktaş belediye başkanlığı	İstanbul	İlçe
45	Sultangazi Belediye başkanlığı	İstanbul	İlçe
46	Sarıçam Belediye Başkanlığı	İstanbul	İlçe
47	Pendik Belediye Başkanlığı	İstanbul	İlçe
48	Esenyurt Belediye Başkanlığı	İstanbul	İlçe
49	Samsun Atakum Belediye Başkanlığı	Samsun	İlçe
50	Samsun İlkadım Belediye Başkanlığı	Samsun	İlçe
51	Sivas Belediye Başkanlığı	Sivas	İl
52	Sarıyer Belediye Başkanlığı	İstanbul	İlçe
53	Silivri Belediye Başkanlığı	İstanbul	İlçe
54	Şişli Belediye Başkanlığı	İstanbul	İlçe
55	Zeytinburnu Belediye Başkanlığı	İstanbul	İlçe
56	Ataşehir Belediye Başkanlığı	İstanbul	İlçe
57	Maltepe Belediye Başkanlığı	İstanbul	İlçe
58	Aliağa Belediye Başkanlığı	İzmir	İlçe
59	Buca Belediye Başkanlığı	İzmir	İlçe
60	Kars Belediye Başkanlığı	Kars	İl
61	Kilis Belediye Başkanlığı	Kilis	İl
62	Gebze Belediye Başkanlığı	Kocaeli	İlçe
63	İzmit Belediye Başkanlığı	Kocaeli	İlçe
64	Başiskele Belediye Başkanlığı	Kocaeli	İlçe
65	Kocaeli Büyükşehir Belediye Başkanlığı	Kocaeli	İl
66	Konya Büyükşehir Belediye Başkanlığı	Konya	İl
67	Kütahya Belediye Başkanlığı	Kütahya	İl
68	Nevşehir Belediye Başkanlığı	Nevşehir	İl
69	Niğde Belediye Başkanlığı	Niğde	İl
70	Adapazarı Büyükşehir Belediye Başkanlığı	Sakarya	İl
71	Tekirdağ Belediye Başkanlığı	Tekirdağ	İl
72	Tekirdağ Malkara Belediye Başkanlığı	Tekirdağ	İlçe
73	Trabzon Belediye Başkanlığı	Trabzon	İl
74	Tunceli Belediye Başkanlığı	Tunceli	İl

75	Uşak Belediye Başkanlığı	Uşak	İl
76	Uşak Karahallı Belediye Başkanlığı	Uşak	İlçe
77	Yalova Belediye Başkanlığı	Yalova	İl
78	Yozgat Belediye Başkanlığı	Yozgat	İl
79	Karadeniz Ereğli Belediye Başkanlığı	Zonguldak	İlçe

Kaynak: <http://atikyonetimi.cevreorman.gov.tr>

EK 2

Biyodizel işleme Lisansı Alan Firmalar

Sıra No	Unvan	Başlangıç Tarihi	Bitiş Tarihi	Tesis Adresi	Tesis İli
1	EZİCİ YAĞ ENERJİ VE BİODİZEL ÜRETİMİ LABORATUAR HİZMETLERİ İNŞAAT SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	22.11.2012	13.11.2017	DİLOVASI ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ 1.KISIM DİCLE CADDESİ NO:2	KOCAELİ
2	KOLZA BİODİZEL YAKIT VE PETROL ÜRÜNLERİ SANAYİ VE TİCARET A.Ş	22.12.2011	22.12.2023	İSTANBUL TUZLA KİMYA SANAYİCİLERİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ MELEK ARAS BULVARI AROMATİK CADDESİ NO:31	İSTANBUL
3	ÇUKOBİRLİK BİODİZEL İŞLETMELERİ LİMİTED ŞİRKETİ	17.06.2010	17.06.2022	TURHAN CEMAL BERİKER BULVARI GÖKÇELER MAHALLESİ NO.703	ADANA
4	BİYONER YAĞ VE KİMYA ÜRÜNLERİ SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ	16.10.2008	16.10.2020	GOSB 1500.SOK NO.1504 41480	KOCAELİ
5	DİZTAŞ İNŞAAT MALZEMELERİ PETROL ÜRÜNLERİ OTOMOTİV VE TEKSTİL SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ	24.09.2008	24.09.2020	ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ	TEKİRDAĞ
6	SANKO PETROKİMYA MAMÜLLERİ SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	01.05.2008	01.05.2038	YUMURTALIK İLÇESİ, GÖLOVASI KÖYÜ, KOCADAĞ MEVKİİ	ADANA
7	BOLACALAR UN YEM YAĞ GIDA SANAYİ VETİC.A.Ş.	10.04.2008	10.04.2020	BURSA CAD.NO.45/1	BURSA
8	ATALAY İNŞAAT ELEKTRİK NAKLİYE TAAHHÜT VE PETROL ÜRÜNLERİ TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ	13.11.2007	13.11.2019	DİYARBAKIR ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ERGANİ YOLU 22. KM 1.ETAP 129 ADA 4-N.P	DİYARBAKIR
9	DB TARIMSAL ENERJİ SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	20.09.2007	20.09.2019	PHİLSA CADDESİ NO:30	İZMİR

10	ASPET BİOKİMYA SANAYİ ANONİM ŞİRKETİ	27.06.2007	27.06.2019	ARABAN YOLU ÜZERİ 2.KM.(RİTAŞ TESİSLERİ İÇİ) PAFTA 98, ADA 1175, PARSEL 4	GAZİANTEP
11	MUHAMMED İPEKTEN BİYODİZEL PAZARLAMA SAN. TİC. LTD.ŞTİ	27.06.2007	27.06.2019	ILGIN-AKŞEHİR KARAYOLU 20.KM. REİS MEVKİİ	KONYA
12	AYPET AYHANLAR PETROL ÜRÜNLERİ MADENCİLİK SANAYİ VE TİCARET A.Ş.	14.06.2007	14.06.2019	BURGAZALTI VE SERENLİKUYU MEVKİİ MUALLİM KÖY SAPAĞI DİLOVASI ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ	KOCAELİ
13	YIL-TAŞ PETRO KİMYA SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKET	29.05.2007	29.05.2019	ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ 1. CAD. 7. SOK. NO:2	AFYONKARAHİSAR
14	SER-PORT YAĞ BİYODİZEL SANAYİ VE DEPOLAMA TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ	25.05.2007	25.05.2019	YENİ MAHALLE 1040.SOK NO.4 KAZANLI	MERSİN
15	ÖZRENK BOYA KİMYA TEKSTİL SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKET	25.05.2007	25.05.2019	2. ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ GENERAL DURSUN BAK BULVARI 12 NOLU SOKAK NO:4	GAZİANTEP
16	ÖZ-OVA TAR.ÜR.ÇİR.PRE.TEKS.KÖ M.OTO.NAK. BİYODİZEL AKARYAKIT TUR. GIDA İNŞ. İT.İHR.SAN. VE TİC.LTD.ŞİRKETİ	25.05.2007	25.05.2019	MAHMUTLU MEVKİİ REYHANLI YOLU ÜZERİ	HATAY
17	MAKS BİO KİMYA SAN. VE TİC.ANONİM ŞİRKETİ	17.05.2007	17.05.2019	ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ 102 ADA 6 NOLU PARSEL	KİLİS
18	EGE BİYOTEKNOLOJİ SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKETİ	04.04.2007	04.04.2019	POYRACIK BELDESİ AKPINAR MEVKİİ	İZMİR
19	ÖZCOŞKUN YAKIT TEKSTİL GIDA NAKLİYAT SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ	15.03.2007	15.03.2019	BESNİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ,	ADIYAMAN
20	PİTEKS PETROL İNŞAAT TEKSTİL GIDA KİMYA SANAYİ VE TİC.LTD.ŞTİ.	01.03.2007	01.03.2019	ORHANLI, TEPEÖREN YOLU AKTEPE SANAYİ SİTESİ NO:4	İSTANBUL

21	GEC KİMYA GIDA TURİZM VE TARIM ÜRÜNLERİ SAN.TİC.A.Ş	15.02.2007	15.02.2019	2. ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ HACI SANİ KONUKOĞLU BULVARI NO:12	GAZİANTEP
22	ÇEVREM ALTERNATİF ENERJİ BİODİZEL VE PETROL ÜRÜNLERİ GIDA SANAYİ TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ	15.02.2007	15.02.2019	KAHRAMANMAR AŞ YOLU ÜZERİ 3. KM.	GAZİANTEP
23	ÖZMİR BİYODİZEL ALTERNATİF ENERJİ TARIMSAL ÜRÜN SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ	25.01.2007	25.01.2019	SERİNYOL BELDESİ İSKENDERUN YOLU ÜZERİ 18.KM. SERİNYOL	HATAY
24	İRFAN KILINÇ GIDA TEKSTİL AMBALAJ İNŞAAT ENERJİ SAN. VE TİC.LTD.ŞTİ.	25.01.2007	25.01.2019	3. ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ MEHMET BATALLI BULVARI 19 NOLU CADDE NO:4	GAZİANTEP
25	BİOPET ALTERNATİF YAKITLAR PETROL İNŞAAT TARIM ÜRÜNLERİ SANAYİ VE TİCARET ANONİM ŞİRKET	31.08.2006	31.08.2018	ATATÜRK BULVARI 25. CADDE BAŞKENT OSB MALİKÖY TEMELLİ	ANKARA
26	PETKİM PETROKİMYA HOLDİNG ANONİM ŞİRKETİ	06.10.2005	06.10.2035	PK:12, 35801	İZMİR

Kaynak: <http://lisans.epdk.org.tr>