

Bitkisel Hammaddelerden Elde Edilen Biyodizelin Alternatif Enerji Kaynağı Olarak Kullanılması

Muhammed Said FİDAN*, Elif ALKAN

Gümüşhane Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ormancılık ve Çevre Bilimleri ABD, 29000, Gümüşhane,

Geliş tarihi/Received 02.01.2014

Düzeltilerek geliş tarihi/Received in revised form 27.03.2014

Kabul tarihi/Accepted 06.05.2014

Özet

Yenilenemeyen fosil yakıtların azalması gelişmekte olan ülkelerde yüksek petrol fiyatları şeklinde etkili olmaktadır. Bu durum ülkelerin yeni ve ucuz enerji kaynaklarının araştırılmasının önünü açmaktadır. Türkiye komşu ülkelere oranla enerji arzını oldukça pahalı elde etmektedir. Ülkemizin sağlıklı gelişmesi ve sanayileşmesinin önünde duran bu problem acil olarak çözüm beklemektedir. Farklı enerji üretim metotları arasında biyokütle ile tarımsal ve orman atıklardan enerji üretimi Türkiye'nin potansiyeli göz önüne alındığında son derece etkin bir şekilde kullanılabilir. En önemli yenilenebilir enerji kaynaklarının başında da biyodizel gelmektedir. Biyodizel; dizel motorlar için, bitkisel ve hayvansal yağlar gibi yenilenebilir kaynaklardan üretilen alternatif bir yakıttır. Toksik olmayan, doğada kolay bozulabilen, çevreci bir yakıt dostu ve geleneksel dizel motorlarında bazı modifikasyonlarla veya modifikasyona gerek kalmadan kullanılabilir. Bu çalışmada, biyodizel'in alternatif enerji kaynağı olarak üretim miktarları, özellikleri ve avantajları gibi konularda literatür taramaları yapılarak incelenmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Enerji, biyodizel, biyokütle, bitkisel yağlar

Use As An Alternative Energy Source of Biodiesel Derived From Plant Raw Materials

Abstract

Reducing of the nonrenewable energy sources has become role of high price of the gas in developing countries. Due to this new situation, countries paves to study new and cheap energy resources. Turkey is a country that gains the energy much more expensive when compared to Turkey's neighbours. Standing in front of this problem, healthy development and industrialization of our country need to be solved urgently. Among differrent energy production methods, biomass with agricultured forest trash can be used extremely effectively given the potential of Turkey. Biodiesel is one of the most important renewable energy resource. Biodiesel is a fuel type that made of renewable resources like herbal and animal fat. It can be used in Non-toxic, perishable in nature, environmentally friendly engines and a fuel in a conventional diesel engine, with or without some modifications. In this study, biodiesel as an alternative energy source were investigated in terms of its features, advantages and production amount through the literature on such topisc as intended.

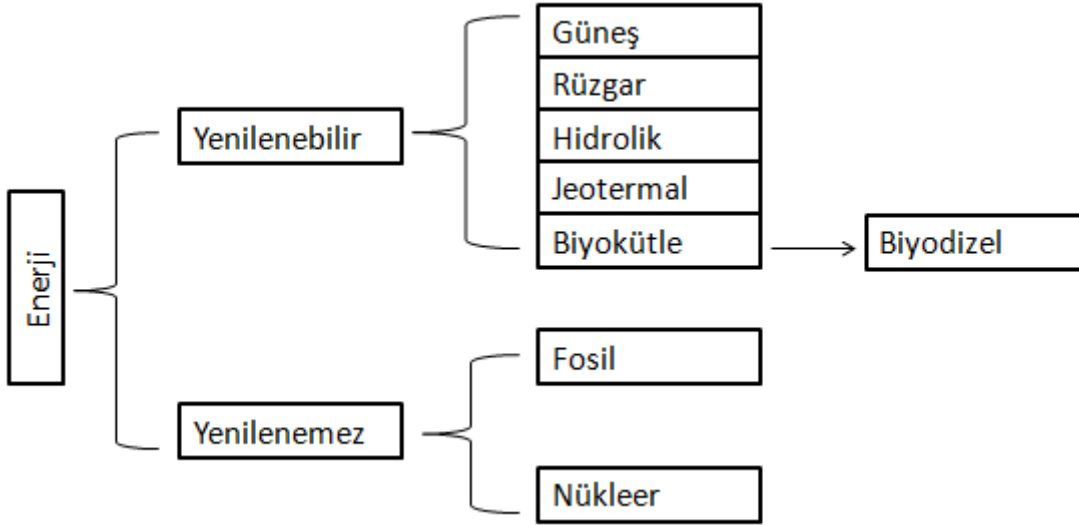
Keywords: Energy, biodiesel, biomass, vegetable oil

* M. Said FİDAN, saidfidan@gumushane.edu.tr, Tel: (0456) 223 73 21

1. Giriş

Dünyada enerji gereksiniminin % 90'ı kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil kaynaklı yakıtlardan karşılanmaktadır. Fosil yakıtların dünyada bilinen rezerv dağılımları, petrol eşdeğeri olarak, % 68 kömür, % 18 petrol ve % 14 doğal gaz olarak bilinmektedir (Vogel, 1999). Bununla birlikte sanayileşme ve fosil kaynaklarının aşırı kullanımına bağlı olarak yaşanan çevresel sorunların zaman içerisinde bölgesel ve ülkesel boyuttan uzaklaşarak küresel bir sorun haline gelmesi, hükümetlerin yenilenebilir enerji kaynaklarına bakış açısını değiştirmiştir. Özellikle enerjide dışa bağımlı olan ülkeler için önemli bir fırsat olan yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarıyla, yakalanan maliyet avantajlarıyla birlikte, ülkelerin gelişmesinde önemli bir itici unsur durumuna gelmektedir (Demirbaş, 2009).

Şekil 1'de görüldüğü gibi biyokütle içerisinde yer alan 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 (Alptekin ve Çanakçı, 2006). Biyodizel üretiminin rüzgar ve güneş enerjileri gibi diğer alternatif enerji kaynakları üretimine kıyasla, daha az maliyetli ve kolay üretilebiliyor özellikle olması, üretiminin giderek yaygınlaşmasına katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte, biyodizel üretiminin özellikle tarım, sanayi ve çevre sektörlerinin birlikte çalışmasına olanak vermesi, bu sektörlerle ilave istihdam ve gelir olanakları da sağlaması, biyodizel teknolojisinin hızlı gelişmesine neden olmaktadır (Sabancı vd., 2010).



Şekil 1. Yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları (Öğüt ve Oğuz, 2006)

Günümüzde benzin ve dizel yakıtına alternatif olarak üretilen yakıtlar etanol ve biyodizeldir. Biyodizel üretimi, özellikle 2000'li yıllardan sonra dünyada ve ülkemizde hız kazanmıştır.

Biyodizel, tarımsal sanayinin güçlenmesini sağlar ve kırsal alandan göçü azaltır, tarımsal ürünlerden ve atıklardan üretilebilir, tarımsal üretimde çeşitliliği sağlayarak ekolojiye olumlu katkıda bulunması ve sürdürülebilir tarımsal yapı oluşturması, çiftçinin üretimine süreklilik kazandırması, yağ bitkileri tarımını

yaygınlaştırması aynı zamanda evsel yağ açığının kapatılmasına destek olması, ekim nöbetinin yaygınlaştırılarak toprak verimliliğinin artırılması gibi günümüzün birçok derdine deva olabilecek özellikleri içinde barındırmaktadır (URL 1, 2013).

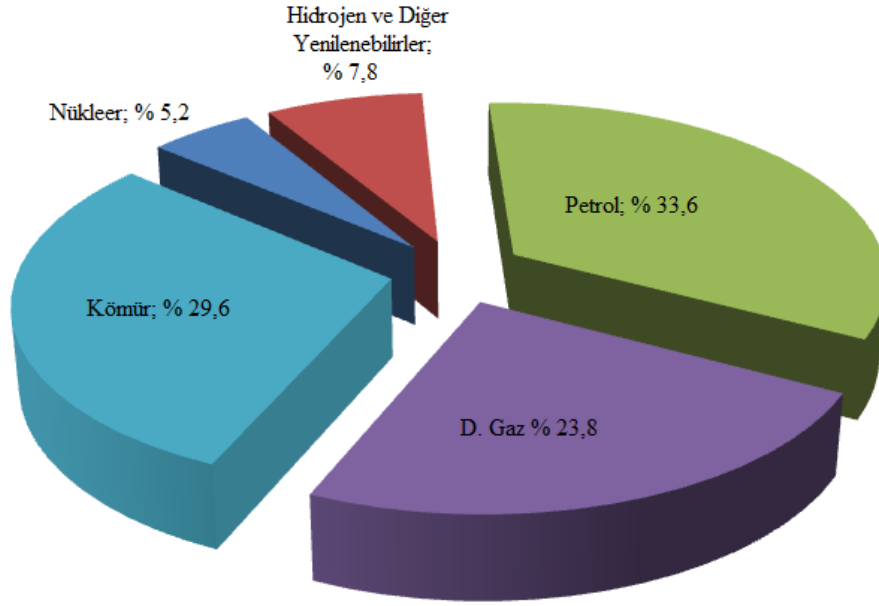
2. Dünya'da ve Türkiye'de Enerji Kaynaklarının Bugünkü Durumu

Yeryüzündeki bütün enerjilerin kaynağı olarak güneş enerjisi kabul edilmektedir.

Nitekim bitkiler hidrokarbonlar yoluyla güneş enerjisini, kimyasal enerjiye dönüştürürler. Fosil yakıtlar milyonlarca yılda oluşabildiği halde, biyoyakıtlar birkaç ay gibi kısa bir sürede üretilebilir.

Tüm dünyanın küresel ısınmayla mücadele ettiği, aynı zamanda büyüyen enerji ihtiyacını karşılamak için alternatif arayışların hız

kazandığı bir dönemde tarımsal potansiyelleri yüksek ülkelerde biyoyakıtlar (biyodizel, biyogaz ve biyoetanol) yeni fırsat açılımları oluşturmuştur. Güneş, rüzgar, hidrolik enerji, jeotermal enerji ve hidrojen enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından olan biyokütle enerjisi büyük bir potansiyele sahiptir (URL 2, 2013).



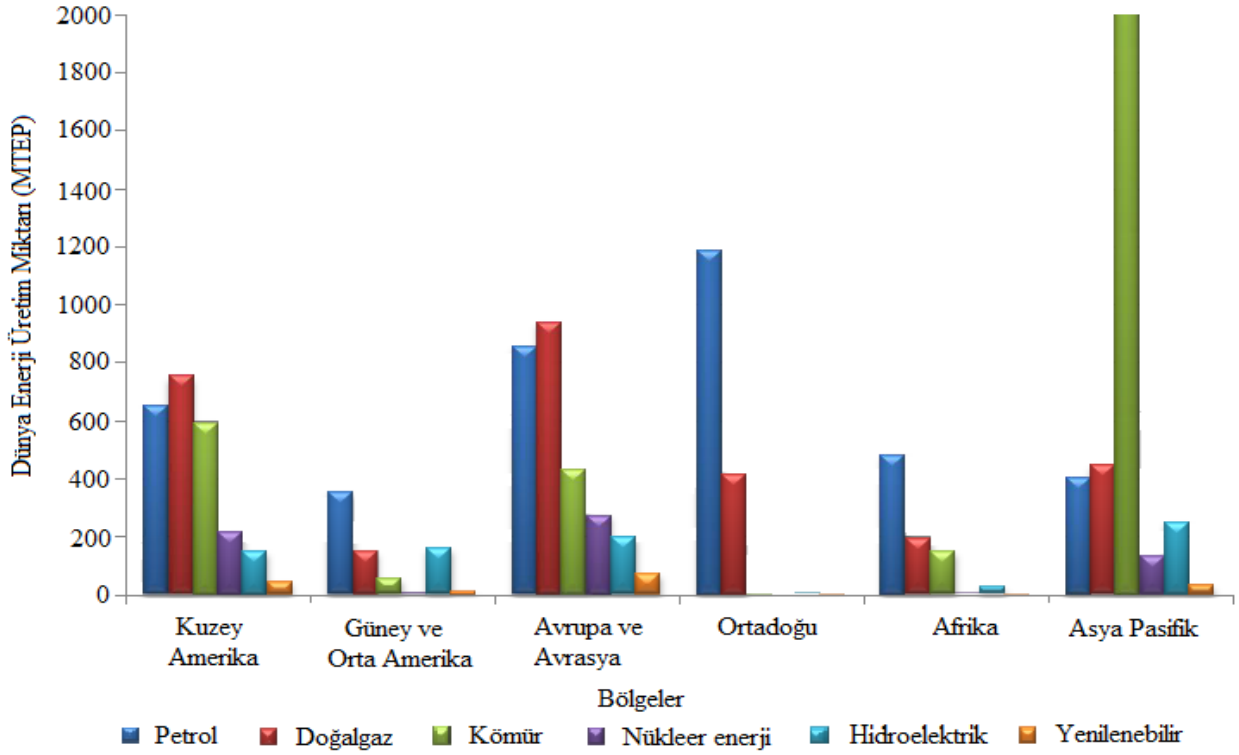
Şekil 2. Dünya’da primer enerjilerin kullanım payları (Türkyılmaz ve Özgiresun, 2012)

Şekil 2’de görüldüğü üzere, dünyadaki primer enerji kullanım payı en fazla petrol ve petrol türevlerinde % 33,6’dır. Petrolü sırası kömür % 29,6, doğal gaz % 23,8, hidrojen ve diğer yenilenebilirler % 7,8 ve nükleer enerji % 5,2 oranında takip etmektedir.

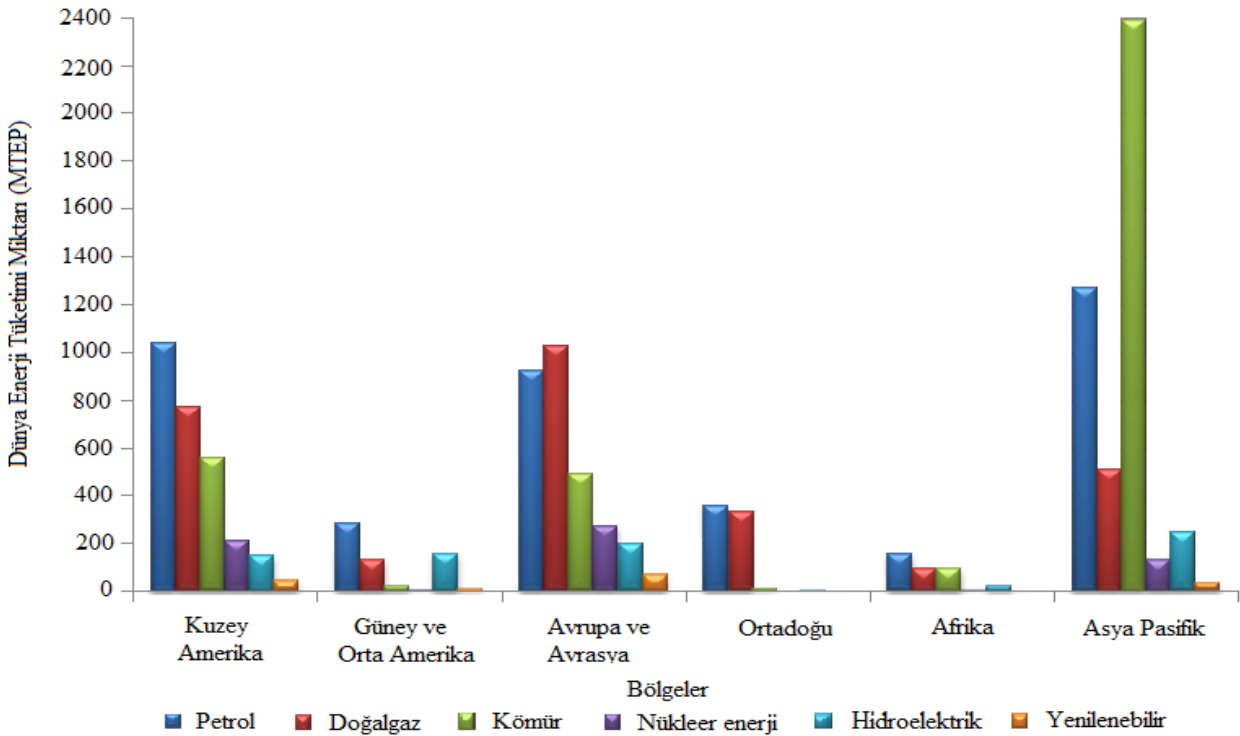
Geçtiğimiz 25 yılı aşkın bir sürede dünya enerji talebi ortalama olarak yılda % 2 artmıştır. Dünya birincil enerji tüketimi miktarı 12.000 milyar ton eşdeğer petrol (TEP)’dir. 2030 yılında dünya primer enerji arzının 16.500 milyar TEP’e ulaşılacağı

tahmin edilmektedir. En az primer enerji kullanım payı nükleer enerji kaynaklarına aittir (Türkyılmaz ve Özgiresun, 2012).

Şekil 3’de görüldüğü üzere, dünyada petrol’ün % 30’u Ortadoğu’da, doğalgaz’ın % 33’ü Avrupa ve Avrasya’da, kömür’ün % 67’si Asya Pasifik’te, nükleer enerjinin % 44’ü Avrupa ve Avrasya’da, hidroelektriğin % 32’si Asya Pasifik’te ve yenilenebilir enerjinin ise % 44’ü Avrupa ve Avrasya’da üretilmektedir.



Şekil 3. 2010 yılı bölgelere göre dünya enerji üretimi Milyon TEP (URL 3, 2013)



Şekil 4. 2010 yılı bölgelere göre dünya enerji tüketimi Milyon TEP (URL 3, 2013)

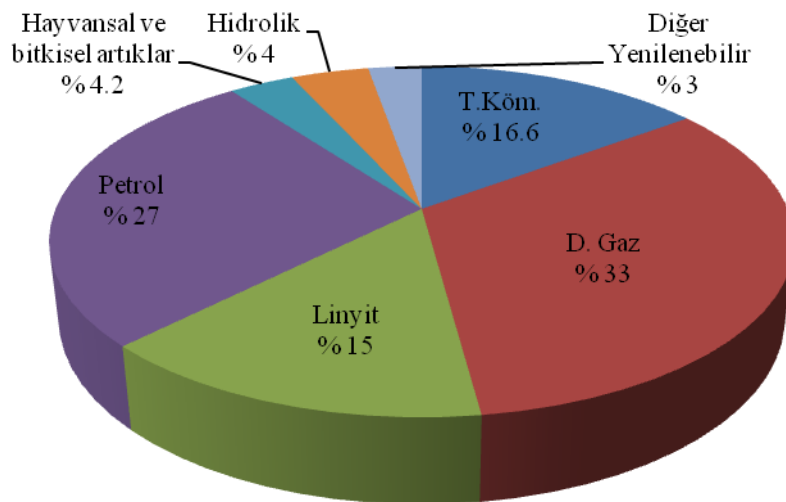
Şekil 4’de görüldüğü gibi, dünyada petrolün % 31’i Asya Pasifik’te, doğalgaz’ın % 36’sı Avrupa ve Avrasya’da, kömür’ün % 67’si Asya Pasifik’te, nükleer enerjinin % 44’ü Avrupa ve Avrasya’da, hidroelektriğin % 32’si Asya Pasifik’te ve yenilenebilir enerjinin ise % 44’ü Avrupa ve Avrasya’da tüketilmektedir (URL 3, 2013).

2010 verilerine göre Tablo 1’de ülkelerin, enerji kaynağına göre yenilenebilir enerjide kurulu güç alanındaki sıralamaları verilmiştir. Bu sıralamaya göre dünyada yenilenebilir enerji alanında kurulu güç bakımından ilk iki sırayı Çin ve ABD almaktadır. Hangisinin birinci olduğunu hidroelektrik gücü belirlemektedir. Hidroelektriği dahil ederek

yapılan sıralamada Çin birinci gelirken, ABD ikinci sırada yer almaktadır. Bu ülkeleri sırasıyla; Kanada ve Brezilya izlerken hemen ardından birbirine yakın seviyedeki ülkeler olarak Almanya ve Hindistan gelmektedir. Hidroelektrik hariç tutulduğunda ise; ABD, Çin, Almanya, İspanya ve Hindistan olarak sıralanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının tipine göre sıralamaya baktığımızda; Çin, rüzgâr ve hidroelektrikte ilk sıradayken, ABD jeotermal ve biyoenerjiyle elektrik üretiminde birincidir. Güneş panelleriyle (PV) elektrik üretiminde Almanya, yoğunlaştırılmış güneş enerjisi (CSP) ile elektrik üretiminde ise İspanya dünyada lider konumdadır (Anonim, 2011a).

Tablo 1. 2010 ülkelerin, enerji kaynağına göre yenilenebilir enerjide kurulu güç alanındaki sıralamaları (Anonim, 2011a)

Sıra No	Toplam (Hidrosantral dahil)	Toplam (Hidrosantral hariç)	Rüzgar	Biyokütle	Jeotermal	Güneş
1	Çin	ABD	Çin	ABD	ABD	Almanya
2	ABD	Çin	ABD	Brezilya	Filipinler	İspanya
3	Kanada	Almanya	Almanya	Almanya	Endonezya	Japonya
4	Brezilya	İspanya	İspanya	Çin	Meksika	İtalya
5	Hindistan	Hindistan	Hindistan	İsveç	İtalya	ABD



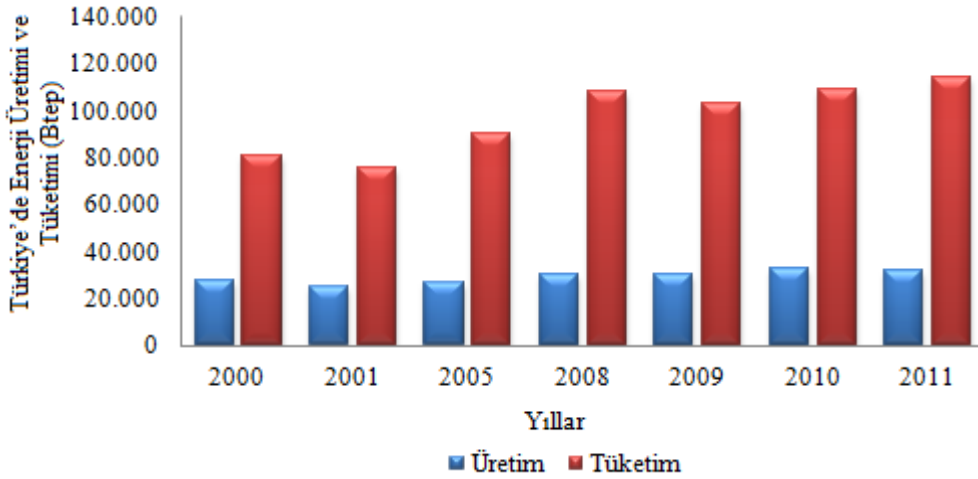
Şekil 5. Türkiye’de primer enerjilerin kullanım payları (Türkyılmaz ve Özgiresun, 2012)

Şekil 5’de ifade edildiği üzere, enerji arzında ilk sırayı % 33’lük pay ile doğalgaz alırken, bunu sırasıyla % 27’lik pay ile petrol, % 16,6’lık pay ile kömür, % 15’lik pay ile linyit ve % 11,2’lik pay ile hidrolik dâhil olmak üzere yenilenebilir enerji kaynakları izlemiştir.

Türkiye 109,3 milyon TEP enerji tüketimi ile dünyadaki enerji tüketimi en yüksek 22. ülkesidir. 2010 yılı Türkiye toplam birincil enerji tüketim miktarı 109.266 KTEP ve tüketimin % 89,3’ü fosil yakıtlardır. Türkiye’nin yıllık enerji talep artış miktarı 1990’dan itibaren % 4,6’dır. AB’nin aynı dönemdeki yıllık talep artış oranı ise % 1,6’dır (Türkyılmaz ve Özgiresun, 2012). Ülkemizde enerji tüketiminin üretimi

aşmasından ötürü Türkiye önemli bir enerji ithalatçısı konumundadır.

Yenilenebilir enerji kaynakları içinde yer alan organik atıklar ve enerji bitkilerinden elde edilen biyogaz günümüzde pek çok gelişmiş ülkenin enerji portföyünde geniş yer bulmaktadır. Almanya’da 4078 biyogaz tesisinden elde edilen 12 milyar kWh elektrik 3,5 milyon ev’in enerji ihtiyacını karşılamaktadır. 11.000 kişinin istihdam edildiği sektörde 2020 yılında tüketilen elektriğin % 20’sinin yaklaşık 85 milyar kWh’inin biyogazdan karşılanması hedeflenmektedir. Avrupa Birliği’nde, biyogazın ulaştırma yakıtı olarak kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Anonim, 2011b).



Şekil 6. Türkiye’de yerli kaynaklardan enerji üretimi ve toplam enerji tüketimi (ETKB, 2012).

2000-2011 yılları arasında Türkiye’de yerli kaynaklardan enerji üretim ve toplam enerji tüketim miktarları Şekil 6’da görüldüğü gibidir. Şekilden de görüldüğü gibi, ülkemizde enerji üretimi yıllar arasında çok fazla değişmemekte, fakat yıllar arttıkça enerji tüketimi miktarı artmaktadır. Türkiye’de yerli kaynaklardan enerji üretiminin enerji tüketimini karşılama oranı yıllar içerisinde hızla azalmıştır. Bu oran 2000 yılında % 48,1 iken, 2011 yılında % 28,2 olarak gerçekleşmiştir (ETKB, 2012).

3. Biyodizel

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 değerlerinin iyileşmesini sağlayan, kara ve deniz taşımacılığında kullanabilen, ısıtma

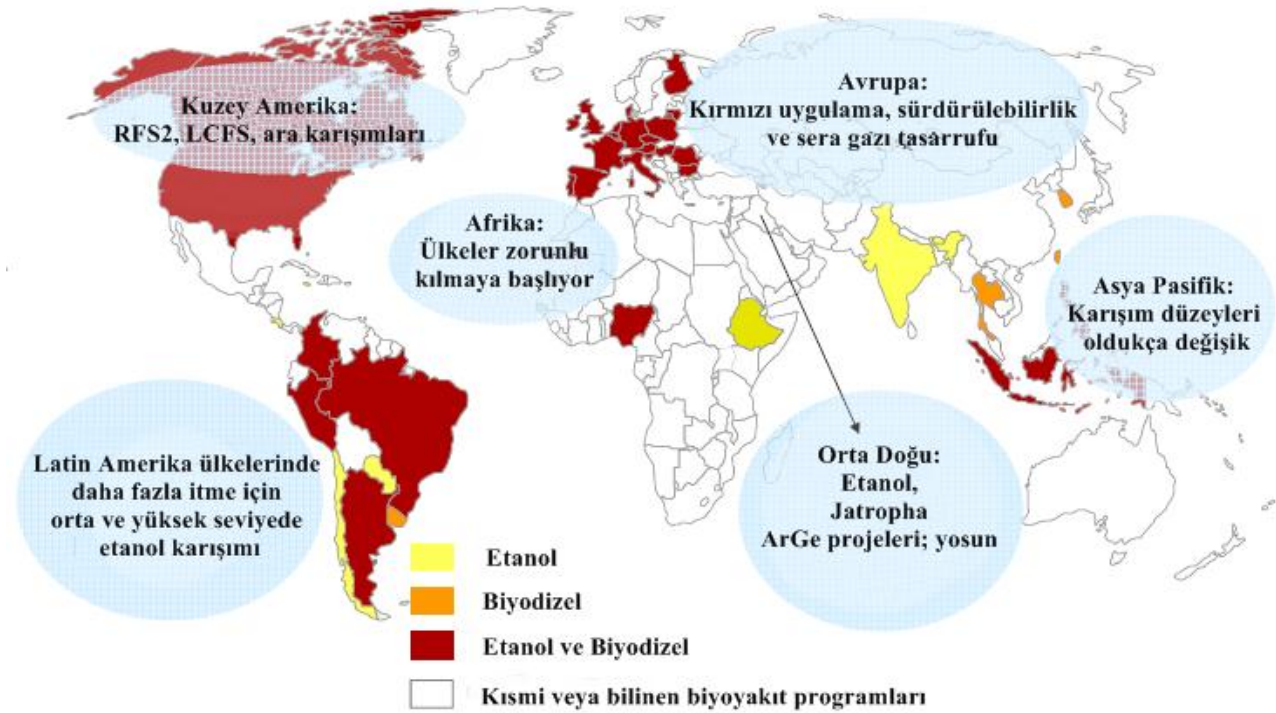
sistemlerinde ve jeneratörlerde kullanıma uygun stratejik özelliklere sahip ve ticari başarıyı yakalamış bir yeşil yakıttır (URL 4, 2012).

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

3.1. Dünya’da Biyodizel Üretim Miktarı

Şekil 7’de görüldüğü gibi, biyodizel üretimi ülkelere göre harita üzerinde verilmiştir. AB, 2010 yılında dünya genelindeki toplam üretimin % 53’üne denk gelen 10 milyar litrelik kapasitesiyle dünya biyodizel

üretiminin merkezi haline gelmiştir. Biyodizel, Avrupa’da biyoyakıt tüketimini devasa boyutlara çıkarmıştır. Ancak, bölge genelindeki büyüme oranı 2009’daki % 19 seviyesinden 2010’da % 2’lere gerileyerek yavaşlamaya devam etmiştir. Kıta genelindeki birçok ülkede yaşanan bu düşüşler AB dışındaki ülkelere (Kanada, Arjantin ve Endonezya dahil) sağlanan ucuz ithalattan kaynaklanmıştır. Bu trend, iç talebin daralmasına bağlı olarak birçok tesisin kapanmasına, ithalata uygulanan tarifelerde genişlemeye yol açmıştır. Biyodizel üretimi Belçika, Slovakya, İspanya ve İngiltere dahil birçok AB üyesi ülkelerde gerilemiştir. Biyodizel üretiminde Almanya, ABD, Fransa, Arjantin ve Brezilya dünyanın ilk beş ülkesi arasındadır. Almanya, 2,9 milyar litre ile 2010 yılında dünyanın en büyük biyodizel üreticisi olma konumunu sürdürmüştür.



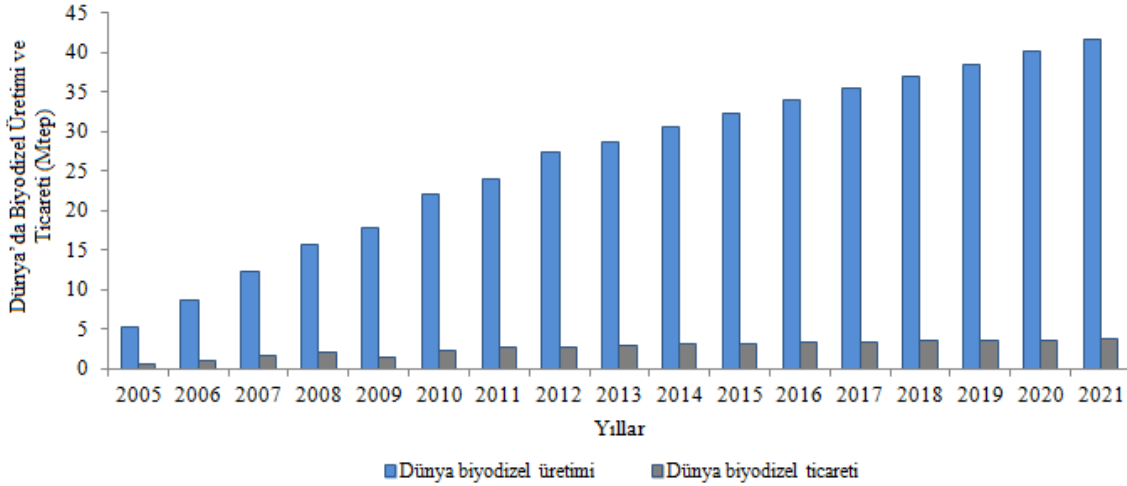
Şekil 7. Dünyada biyodizel üretimi (Hart Energy, 2012)

Şekil 8’de görüldüğü gibi, dünyada biyodizel üretimi yaklaşık olarak 2005 yılında 5 Mtep, 2014 yılında 30 Mtep ve 2021 yılında ise 42 Mtep olması beklenmektedir. Biyodizel ticareti ise, yıllar içinde pek fazla artış

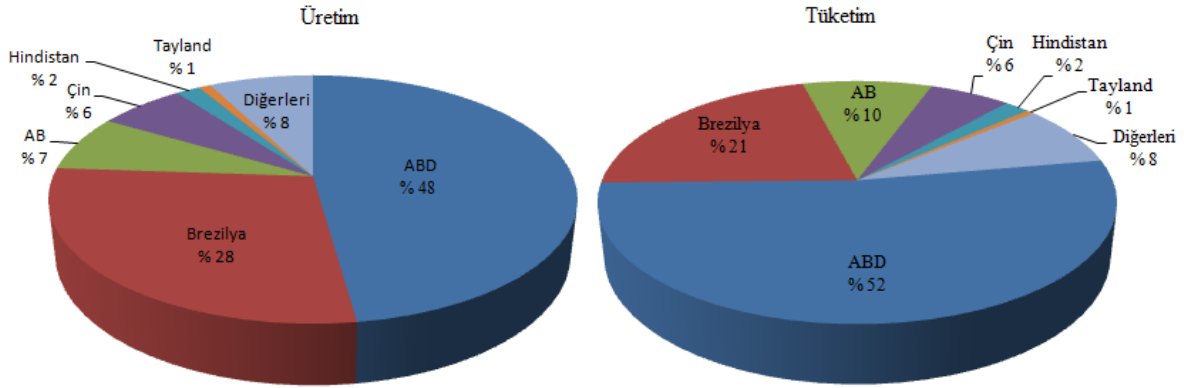
göstermemektedir. Avrupa’da biyodizel üretimi yaklaşık olarak, 2005 yılında 20 Mtep, 2014 yılında 55 Mtep ve 2021 yılında ise 80 Mtep olması tahmin edilmektedir. Biyodizel’in toplam kullanımı Avrupa Birliği

devletlerinin uyguladığı teşviklerle birlikte her geçen yıl daha fazla arttığı görülmektedir (FAO, 2013).

Şekil 9’da gösterildiği gibi, en fazla üretim ve tüketim payına sahip olan ülke ABD iken, en az üretim payına sahip olan ülke Tayland ve en az tüketim payına sahip olan ülke ise Tayland olduğu görülmektedir.



Şekil 8. Dünya biyodizel pazarının gelişimi (FAO, 2012)



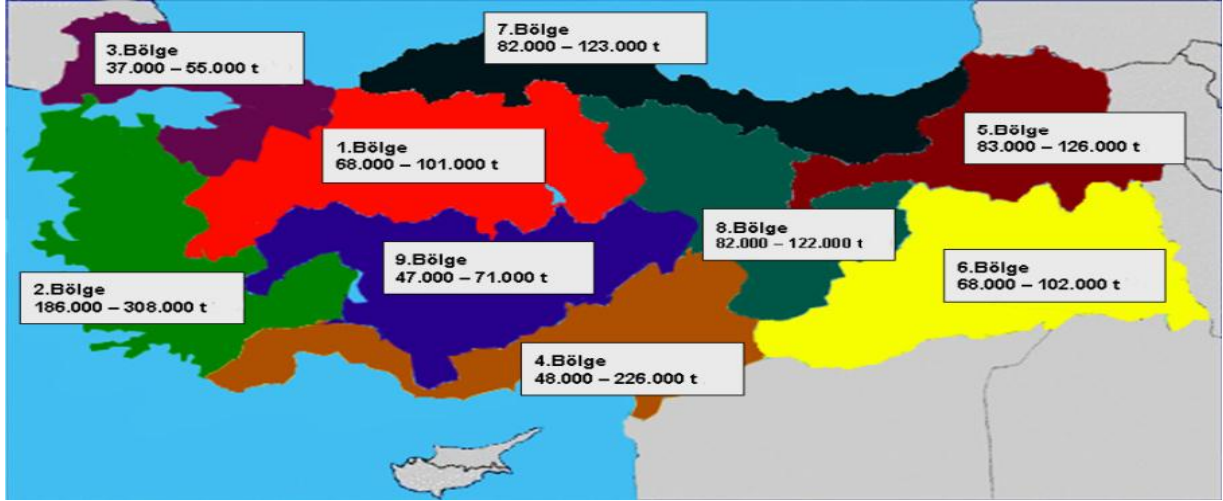
Şekil 9. Bazı ülkelerde biyodizel üretimi ve tüketimi (FAO, 2013)

3.2. Türkiye’de Biyodizel Üretim Miktarı

Şekil 10’da, Türkiye’de tarıma elverişli olduğu halde kullanılmayan alanlarda bölgelere göre biyodizel üretim potansiyeli verilmektedir. Bu potansiyel toplamda en düşük 9. bölge’de 47.000-71.000 ton ve en yüksek ise 2. bölge’de 186.000-308.000 ton olduğu görülmektedir.

Şekil 11’de görüldüğü üzere, Türkiye’de biyodizel üretimi yapan iller verilmiştir.

Şekilden de anlaşılacağı üzere, Ankara ve Gaziantep’te 21’in üzerinde biyodizel üretimi yapan firma sayısı mevcuttur. Bu illerimizi sırasıyla, İzmir ve Adana’da 16-20 firma sayısı, İstanbul ve Kocaeli’nde 11-15 firma sayısı, Balıkesir, Bursa, Afyon, Konya, Mersin, Hatay, Şanlıurfa, Diyarbakır’da 6-10 firma sayısı ve kalan işaretli illerimizde ise 1-5 firma sayısı takip etmektedir.



Şekil 10. Türkiye’de kullanılmayan alanlarda biyodizel üretim potansiyeli (URL 5, 2013)



Şekil 11. Türkiye’de biyodizel üretiminin mevcut durumu (URL 6, 2013)

Ülkemizdeki biyodizel; 14 Eylül 2011 verilerine göre Enerji Piyasası Düzenleme Kuruluna (EPDK) kayıtlı 36 firmanın biyodizel üretim lisansına sahip olduğu tespit edilmiştir. Ancak yerli tarım ürünlerinden aktif biyodizel üretimi yapan sadece bir firma bulunmaktadır. İzmir’de faaliyet gösteren bu firma Eskişehir’den Turhal’a, Uşak’tan Siirt’e kadar verimsiz tarım arazilerinde yetiştirilen aspir bitkisi ile biyodizel üretimini gerçekleştirmektedir. Tesis kapasitesi 20 bin ton/yıl’dır. Çevre Bakanlığı verilerinde üç adet tesis atık yağdan biyodizel üretimi için izinli görünse de bunlardan sadece bir tanesi EPDK’dan lisanslıdır ve aktif üretim

yapmaktadır. Ülkemizde yerli ham maddeyle üretilen biyodizelin motorinle harmanlanan % 2’lik dilimi Özel Tüketim Vergisi (ÖTV)’den muaf tutulmaktadır. 27.09.2011 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren EPDK Kararı gereğince piyasaya akaryakıt olarak arz edilen motorin türlerinin, yerli tarım ürünlerinden üretilmiş biyodizel içeriğinin 1 Ocak 2014 tarihi itibarıyla en az % 1, 1 Ocak 2015 tarihi itibarıyla en az % 2 ve 1 Ocak 2016 tarihi itibarıyla en az % 3 olması zorunluluğu getirilmiştir (URL 6, 2013). Kurulan biyodizel tesislerinin toplam kapasiteleri 1,5 milyon ton civarında olmakla birlikte, yerli hammadde bulunmaması

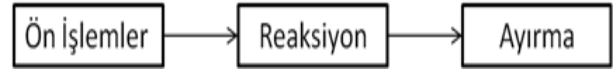
nedeniyle pek çok tesisin kapandığı bilinmektedir.

3.3. Biyodizel Üretimi

Biyodizel üretiminde bitkisel yağ olarak kolza, ayçiçeği, soya ve kullanılmış kızartma yağları, alkol olarak metanol ve katalizör olarak alkali katalizörler (sodyum veya potasyum hidroksit) tercih edilmektedir. Haysansal yağlar da biyodizel üretiminde kullanılabilir.

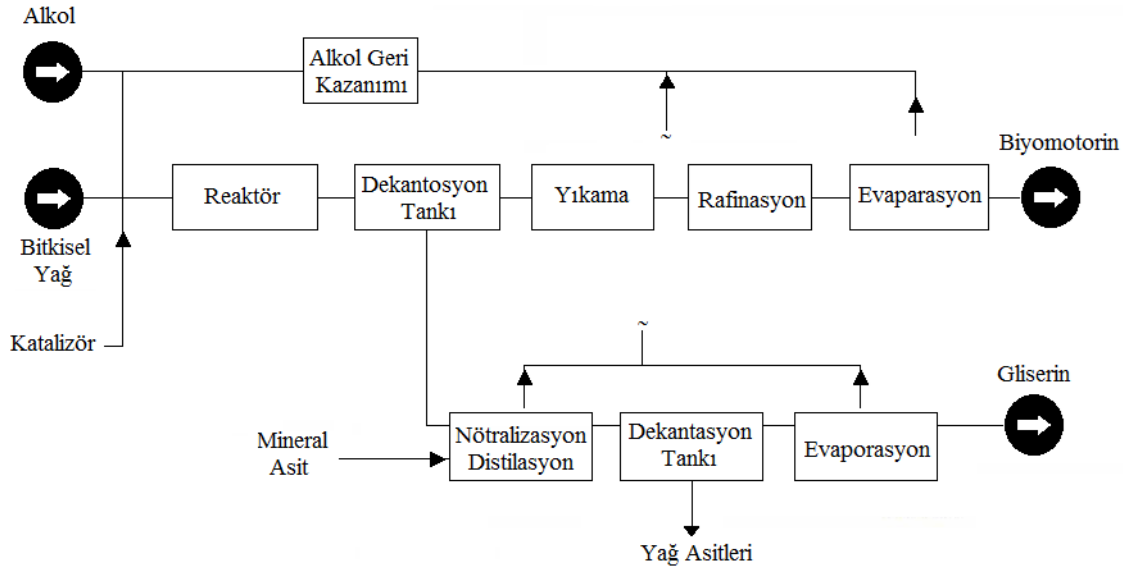
Yağların yakıt olarak kullanılması için ilk olarak viskozitelerini düşürecek işlemlere tabi tutulması gerekmektedir. Yağların viskozitesi ısı ve kimyasal yöntem uygulanarak azaltılabilir. Isıl yöntemde, ön ısıtma ile yağların viskozitesinin düşürülmesi amaçlanmaktadır. Isıl yöntemin hareketli bir araç motorunda uygulaması sırasında oluşabilecek problemler nedeniyle kimyasal

yöntem daha çok kullanılmaktadır (Ulusoy, 1999).



Şekil 12. Biyodizel üretim aşamaları

Şekil 12’de biyodizel üretim aşamaları ve Şekil 13’te ise biyodizel üretimi şematik olarak verilmiştir. Biyodizel üretim teknolojisinde zorluk bulunmamaktadır. Üretimdeki en önemli nokta biyodizelin saflık derecesidir. Bu nedenle rafinasyon aşaması önem kazanmaktadır. Biyodizel % 99 değeri üzerinde saf üretilmelidir (Oğuz vd., 2004). Biyodizelin diğer yakıtlara alternatif olabilmesinin şartı, kalite değerlerinin petrodizel ile rekabet edebilir olmasıdır. İyi bir üretim projesi ile biyodizel, petrodizele yakın değerler göstermektedir. Biyodizelin fiziksel özellikleri Tablo 2’de verilmiştir.



Şekil 13. Biyodizel üretimi (Güler, 2008)

Biyodizel üretiminde dört yöntem mevcuttur. Bunlar; seyreltme, mikroemüsyon oluşturma, piroliz ve transesterifikasyon’dur. Günümüzde en yaygın olarak kullanılan yöntem ise transesterifikasyon (alkoliz) yöntemidir. Tablo 3’de biyodizel üretim yöntemlerinin karşılaştırılması verilmiştir (URL 8, 2011).

Biyodizel, tarımsal bitkilerden elde edilmesi nedeniyle, biyolojik karbon döngüsü içinde, fotosentez ile CO₂’i dönüştürüp karbon döngüsünü hızlandırdığı için sera etkisini artırıcı yönde etki göstermez. Diğer bir deyişle, biyodizel CO₂ emisyonu için doğal bir yutak olarak düşünülebilir. Ayrıca CO, SO_x emisyonlarının, partikül madde ve

yanmamış hidrokarbonların daha az salındığı kanıtlanmıştır.

B5: % 5 biyodizel + % 95 dizel
B20: % 20 biyodizel + % 80 dizel

B50: % 50 biyodizel + % 50 dizel
B100: % 100 biyodizeldir (Sabancı vd., 2010).
B100 ve B20 oranında biyodizel kullanılması durumunda ortaya çıkabilecek emisyon değerleri Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 2. Biyodizelin fiziksel özellikleri (URL 7, 2013)

Biyodizelin Fiziksel Özellikleri	
Özgül ağırlık	0,88
40 °C’de kinematik viskozite	4,0-6,0
Setan sayısı	48-65
Yüksek ısıl değeri, Btu / gal	127.042
Alt ısıl değeri, Btu / gal	118.170
15,5 °C’de yoğunluk, lb / gal	7,3
Karbon, wt %	77
Hidrojen, wt %	12
Oksijen, wt %	11
Kaynama noktası, °C	315-350
Parlama noktası, °C	100-170
Kükürt, wt %	0,0-0,0024
Bulut noktası, °C	-3 ile 15
Akma noktası, °C	-5 ile 10

Tablo 3. Biyodizel üretim teknolojilerinin karşılaştırılması (Aksoy, 2010)

Teknolojileri	Avantaj	Dezavantaj
Seyreltme	Yenilenebilir, kullanıma hazır, portatif, doğal sıvı	Yüksek viskozite, düşük uçuculuk, doymamış hidrokarbon zincirlerin reaktifliği
Piroliz	Basit işlem, petrol türevi yakıtlar, benzin ve dizele kimyasal benzerlik	Yüksek enerjiden dolayı maliyet yüksek
Transesterifikasyon	Yakıt özellikleri dizele daha yakın, yüksek dönüşüm verimliliği, düşük maliyetli, bu yöntem sanayileşmiş üretim için uygundur	Düşük serbest yağ asidi ve su (baz katalizatörü) gerekmektedir, ürünleri nötralize ve yıkanmalıdır. Çünkü üründen gliserol ve suyun ayrılması güç olmaktadır.
Mikroemüsyon oluşturma	Herhangi bir katalizör, kısa reaksiyon zamanı, yüksek dönüşüm, iyi uyum	düşük setan sayısı, düşük enerji içeriği

Tablo 4. B100 ve B20 oranında biyodizel kullanılmasında ortaya çıkabilecek emisyon değerlerinin dizel yakıtlarla karşılaştırılması EPA (Environmental Pollution Agency) (URL 8, 2011)

Emisyonlar	B20 (%)	B100 (%)
Yanmamış Toplam Hidrokarbonlar	-20	-67
Karbonmonoksit (CO)	-12	-48
Partikül Madde (PM)	-12	-47
Sülfatlar	-20	-100
PAH (Polisiklik Aromatik Hidrokarbon)	-13	-80
Npah (Nitratlı PAH'lar)	-50	-90
Hidrokarbonların Ozon Tabakasına Etkisi	-10	-50
Hidroflorik Asit (HF)	-2,10	-15,51
Kükürt Oksitler (SO _x)	-1,61	-8,57
Metan (CH ₄)	-0,51	-2,7
Azot Oksitler (NO _x)	+/- 2	+10
Hidroklorik Asit (HCl)	2,71	13,54

3.4. Biyodizelin Avantajları ve Dezavantajları

3.4.1. Avantajları

Biyodizelin fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki avantajları, motorda yanma verimini artırır ve CO parçacık ve SO_x emisyonlarında azalmalar sağlar. Biyodizel-dizel karışımı ile karşılaştırıldığında biyodizelin kullanılması ile CO, PM, HF, SO_x ve CH₄ emisyonlarında azalma, NO_x, HCl ve HC emisyonlarında ise artma görülmektedir. Biyodizel, değişiklik yapılmamış herhangi bir dizel motorunda dizel yakıtı ile değişik oranlarda karıştırılarak kullanıldığı gibi, % 100 oranında da kullanılabilir (Artukoğlu, 2006).

Biyodizeli oluşturan C₁₆-C₁₈ metil esterleri kolayca ve hızla parçalanarak çözülür. Biyolojik olarak ayrışabilir ve zehirli değildir. Yapılan testlere göre, kanoladan elde edilmiş biyodizelin 21 günde % 99,6'sının ayrıştığı görülmüştür. Biyodizel çevre dostudur, alternatif bir enerji kaynağıdır, yenilebilir karakterlidir ve yerel imkânlarla üretilebilir. Dizele mukayese edildiğinde CO₂'nin atmosferde birikimine ve bunun sonucunda da sera etkisine neden olmaz. Çünkü biyodizelin yanması sonucu oluşan CO₂ biyodizelin elde edildiği bitkiler tarafından kullanılır (Öğüt ve Oğuz, 2006).

Biyodizelin, petrol kökenli dizel yakıtına göre daha yüksek tutuşma derecesine (>110 °C) sahiptir. Bu yanmaya doğrudan etki etmemesine rağmen, biyodizelin depolanması ve taşınabilirliği açısından daha güvenli hale getirmektedir (Mutlu vd., 2006).

3.4.2. Dezavantajları

Dizelden daha yüksek akma noktasına sahiptir. Bitkisel yağların doğrudan dizel yakıtı olarak kullanılmalarını olumsuz yönde etkileyen başlıca faktör yüksek viskoziteleridir. Modern dizel motorlarının enjeksiyon sistemleri viskozite değişimlerine karşı hassasiyet gösterirler. Yüksek viskozite yakıtının yanma odasındaki atomizasyonunu bozmakta, damlacık boyutundaki büyümeyle tam yanmayı önlemektedir. Tamamlanmayan yanma ise yanma odasında birikmelere, enjektörlerde koklaşma ve tıkanmalara ayrıca yağlama yağına bulaşmaya neden olmakta ve yağlama yağında kalınlaşma ile jelleşme görülmektedir.

Bitkisel yağların yakıt olarak kullanımında bir diğer sorun içerdikleri doymamış yağlardan kaynaklanır. Doymamış yapıların yağlama yağına karışması ve bu ortamda polimerizasyonu, motoru tahrip edecek viskozite artışlarına neden olmaktadır (Öztürk, 2007).

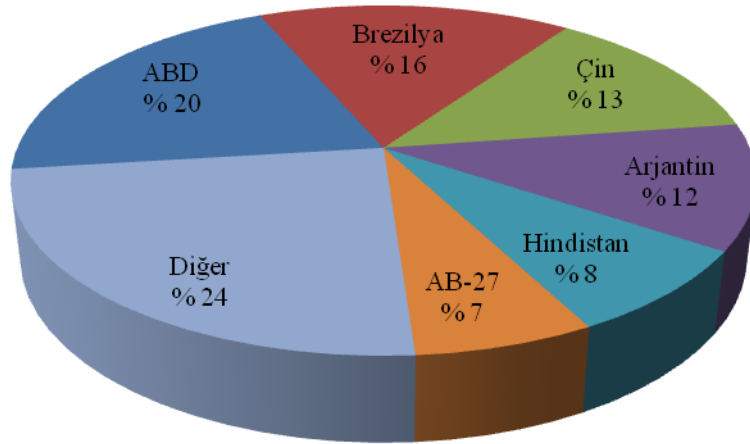
Biyodizel soğuk hava şartlarından dizele göre daha çabuk etkilenir. Soğuk havalarda dizelden daha yüksek bulutlanma noktasına sahiptir. Biyodizelin ısı değeri dizele göre düşüktür. Bu durum motordaki yanma sonucunda bir miktar güç düşmesine yol açar (Öğüt ve Oğuz, 2006). Havayla temas eden biyodizel, özellikle yüksek sıcaklıklarda hızla oksitlenmeye başlar. Bununla birlikte biyodizelin, parlama noktası daha yüksektir. Bu yanmaya doğrudan etki etmemesine rağmen, biyodizelin depolanması ve taşınabilirliği açısından daha güvenli hale getirmektedir (Koç, 2011).

Biyodizel, depolama, taşıma ve motor malzemelerinde doğal ve butil kauçukları parçalamaktadır ve uzun süre depolanamaz. Saf (B100) kullanım durumunda ise motor malzemelerinde özellikle yakıt donanımındaki hortum, bağlantı elemanı ve contaların uygun malzeme ile değiştirilmesi gerekir (Artukoğlu, 2006).

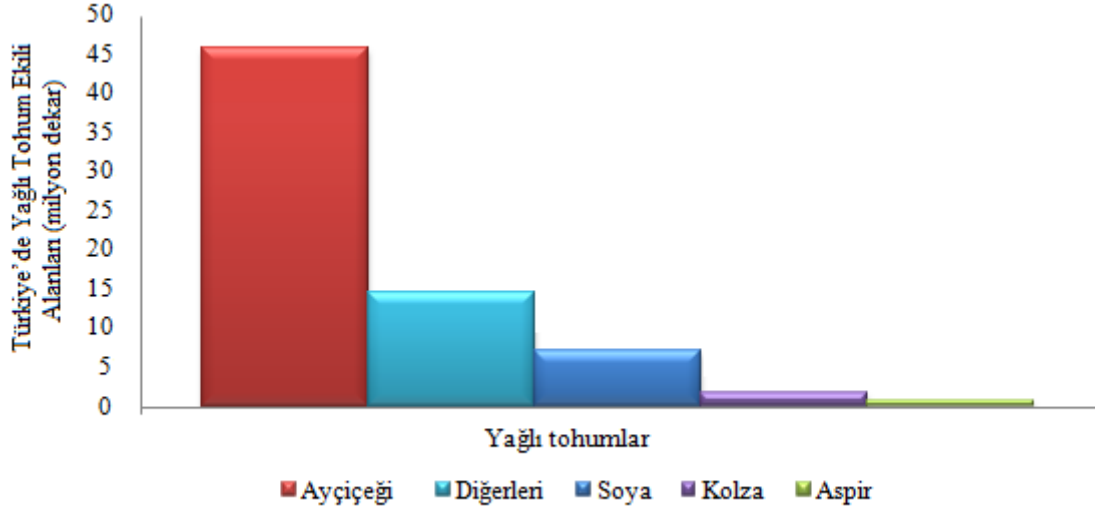
3.5. Biyodizel Üretiminde Kullanılan Bazı Yağ Bitkilerinin Özellikleri ve Miktarı

Dünyada toplam 108 milyon ton bitkisel yağ üretilmekte olup, halen bunun 6 milyon tonu biyodizel üretiminde kullanılmaktadır. Esasen dünyada üretilen tüm bitkisel yağların tamamı biyodizele çevrilsse dünya dizel yakıt ihtiyacının ancak % 7'sini karşılayabilmektedir.

Ülkeler bazında dünya yağlı tohum üretimi Şekil 14'te verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi, dünya yağlı tohum üretiminde ilk sırayı % 20 ile ABD almaktadır. ABD'yi sırası ile % 17 ile Brezilya, % 13 ile Çin, % 12 ile Arjantin ve % 8 ile Hindistan takip etmektedir. Türkiye ise yağlı tohum üreten ülkeler arasındaki payı % 0,5'dir. Düne kadar nüfus artışları ve iklim şartlarının belirlediği dünya bitkisel yağ üretiminde bundan böyle tek belirleyicinin biyodizel olduğu ifade edilmektedir (URL 6, 2011). Şekil 15'ten anlaşıldığı üzere, ülkemizde en fazla ekili alana sahip olan yağlı tohum bitkisi ayçiçeğidir. Onu sırası ile soya, kolza ve aspir takip etmektedir.



Şekil 14. 2011 yılı ülkeler bazında dünya'da yağlı tohum üretimleri (Uğur, 2012)

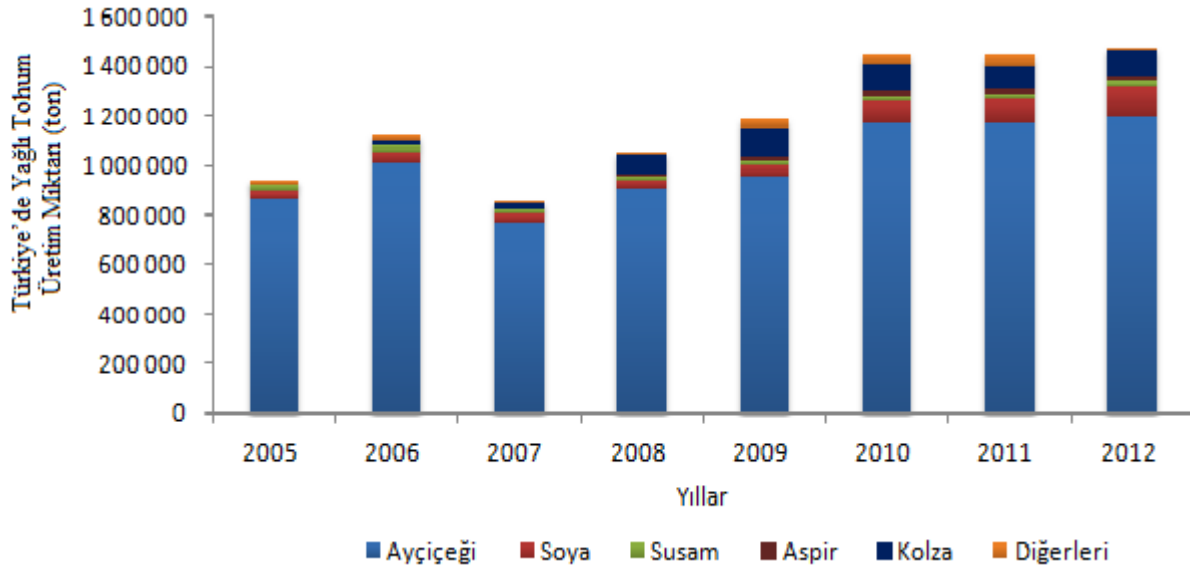


Şekil 15. Türkiye’de yağlı tohum ekim alanları (TÜİK, 2012)

Şekil 16’da, Türkiye’deki yağlı tohum üretim miktarları verilmiştir. 2007 yılında Türkiye’de yağlı tohum üretim miktarında düşüş olmasına rağmen sonraki yıllarda üretim miktarları artmıştır. Üretimi en fazla yapılan yağlı tohum ayçiçeği ve en az yapılanı ise aspir bitkisidir. Ayrıca 2007 yılından sonra

kolza ve soya üretimde hızlı bir artış gözlenmektedir.

Türkiye’de ekili alanların % 6,2’sinde yağlı tohum bitki tarımı yapılmaktadır. Tarıma elverişli olup kullanılmayan alanlarda sulanabilir bölgelerde kanola ve sulanamayan bölgelerde aspir ekimi yapılmaktadır (İşler, 2012).



Şekil 16. Türkiye’de yağlı tohum üretim miktarları (TÜİK, 2012)

4. Sonuç ve Öneriler

Dünyadaki enerji ihtiyacının karşılandığı fosil kökenli yakıtların azalmasıyla, yenilenebilir enerji kaynakları dikkat çekmektedir. Bu bağlamda biyodizel, yeni iş alanları açması dolayısıyla istihdam sağlanması, dünyanın hemen her yerinde üretilebilir oluşu, çevre ve canlı yaşam açısından risk oluşturmaması, atık maddelerin değerlendirilmesine imkan sağlaması gibi nedenlerden dolayı “üçüncü milenyumun yakıtı” olarak tanımlanmaktadır.

Biyodizel, özellikle taşımacılık sektörünün vazgeçilmezi olan dizel yakıtlarına alternatif bir yakıttır. Ekonomik katkısına ek olarak temiz bir yakıt olması, çevre açısından büyük önem arz etmektedir. Atık yağların biyodizele dönüştürülerek geri kazanımı, bu yağların çevreye verdiği zararı ortadan kaldırması ve biyodizelin dezavantajlarından biri olan yüksek maliyeti azaltması açısından oldukça önemlidir. Viskozitesi yüksek olan bu yağlar doğrudan kullanılmamakta, viskozitesini düşürücü bir takım biyokimyasal işlemlere tabi tutulmaktadır. Bu işlemlerden en çok uygulananı transesterifikasyondur.

Biyodizel konusunda gerekli üretim potansiyeline sahip olan ülkemizin hammadde ve üretim maliyetleri konusundaki sıkıntılarını giderememesi, biyodizel üretiminde dünyada söz sahibi ülkeler içerisinde yer almamızı engellemektedir. Bununla birlikte kayıt dışı ve standartlara uygun olmayan üretimin getirdiği olumsuzluklar biyodizelin gelişimini engellemektedir. Sonuç olarak biyodizel üretiminde kullanılan ham yağ ve yağlı tohumlardaki üretim açığı giderilerek, hammadde için gerekli altyapı hızla oluşturulmalıdır. Hızla artan enerji sorunumuzun çözümünde rol oynayabilecek biyodizelin gelişmesine katkı sağlayacak düzenlemeler planlı olarak hazırlanmalı ve ileriye dönük gelişmeler de dikkate alınarak uygulanmalıdır.

5. Kaynaklar

- Aksoy, L., 2010, Alternatif Enerji Kaynağı Olarak Biyodizel ve Üretim Prosesleri. Taşıt Teknolojileri Elektronik Dergisi, 45-52.
- Alptekin, E., Çanakçı, M. 2006, Biyodizel ve Türkiye'nin Durumu, Mühendis ve Makine Dergisi, 47(561), 57-64.
- Anonim., 2011a, TR 83 bölgesi yenilenebilir enerji raporu. <http://www.ctso.org.tr/>.
- Anonim., 2011b, World Energy Council Conseil Mondial De L'energie For Sustainable Energy Turkish National Committee Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, enerji raporu 2011 Ankara.
- Artukoğlu, B.D., 2006, “Hayvansal Atık Yağlardan Biyodizel Üretimi ve Özelliklerini Geliştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Demirbaş, A., 2009, Biofuels from Agricultural Biomass. Energy Sources, Part A, 31, 1573–1582.
- Enerji Tabii ve Kaynaklar Bakanlığı, 2012, 2011 Yılı Enerji Dengesi, http://www.enerji.gov.tr/EKLENTI_VIEW/index.php.
- FAO, 2012, OECD, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Pages.286 ISBN. 9789264173071 (PDF); 9789264173026 (print) DOI: 10.1787/agr_outlook-2012-en.
- FAO, 2013, OECD and FAO Secretariats, http://www.fao.org/fileadmin/templat es/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Oilcrops/Documents/OECD_Reports/OECD_2013_22_biofuels_proj.pdf.
- Güler, K., 2008, Biyodizel Teknolojisi, Sistem Tasarımı ve Deneysel Olarak

- Biyodizel Üretimi, S.D.Ü. Fen Bilimler Enstitüsü, Isparta, Yüksek Lisans Tezi.
- Hart Energy, 2012, Global Biofuels Outlook: Policy, Market and Technology Trends, Hart Energy and Breakfast Series.
- İşler, A., 2012, Biyoyakıt Teknolojileri. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Koç, M., 2011, Biyodizel Üretimine Uygun Türkiye’de Yetişen ve Yetiştirilecek Bitkilerin ve Biyodizel Teknolojilerinin Belirlenmesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul,
- Mutlu, L., Yavuz, H. Bayrakçeken, H., 2006, “Biyodizel Yakıtların Performanslarının Karşılaştırılması”, 9. Yanma Sempozyumu, 16-17 Kasım 2006, Kırıkkale, s.40-49
- Oğuz, H., Ögüt, H., 2004, Çiftçi Şartlarında Uygun Bir Biyodizel Tesisinin Tasarımı, Tarımsal Mekanizasyon 22. Ulusal Kongresi, 08-10 Eylül 2004, Aydın, s.55.
- Ögüt, H., Oğuz, H., 2006, Üçüncü Milenyum Yakıtı Biyodizel, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Öztürk, Ö., 2007, Dizel Motorlarında Karışimsız Olarak Kullanılan Biyodizellerin Motor Performansına Olan Etkilerinin Araştırılması, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Yüksek Lisans Tezi.
- Sabancı, A., Yaşar, B., Öztürk, H. H., Ören, M. N., Atal, M., 2010, Türkiyede Biyodizel ve Biyoetonal Üretiminin Tarım Sektörü Açısından Değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi, Adana.
- TÜİK, 2012. www.tuik.gov.tr/preistatistiktablo.do?istab_id=1562.
- Türkyılmaz, O. ve Özgiresun, C., 2012, Türkiye'nin Enerji Görünümü, Makine Mühendisleri Odası Raporu, Yayın No. MMO/588
- Uğur, Edip, A., 2012. Türkiye’de Yağlı Tohum Bitkileri Üretimi ve Bitkisel Yağ Sanayisi. YABİTED 1. Bitkisel Yağ kongresi 12-14 Nisan, Adana.
- Ulusoy, Y., 1999, “Ayçiçeği, Kolza, Pamuk ve Soya Yağlarının Dizel Motorlarında Yakıt Olarak Kullanım Olanaklarının belirlenmesi Üzerine Karşılaştırmalı Bir Araştırma”, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, Doktora Tezi, 6-11s.
- URL-1, Toplumsal Analiz. Retrieved from <http://www.toplumsalanaliz.net/2012/02/biyodizel-biyodizel-bastabrezilya.html>. Ekim 2013.
- URL-2, Cevreonline. Retrieved 2013, from <http://www.cevreonline.com>. Ekim 2013.
- URL-3, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. Retrieved from Dünya’da ve Türkiye’de enerji görünümü: http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Dunyada_ve_Turkiyede_Enerji_Gorunumu.pdf. Ekim 2013.
- URL-4, 2012, Bitkisel Yağ Borsası. Retrieved, from <http://www.bitkiselyagborsasi.com.tr/default.asp?sayfa=goster&no=d0>. Ekim 2013.
- URL-5. 2013, AHMET TOPRAKÇI MCT. Retrieved from <http://ahmettoprakci.net/category/makaleler-yazilar/3rd-party/>
- URL-6, Albiyobir. Retrieved, 2013, from <http://www.albiyobir.org.tr/biyodizel.htm>. Ekim 2013.

URL-7, ENERGY.GOV Office of Energy Efficiency & Renewable Energy. Retrieved 2013, from http://www.afdc.energy.gov/fuels/bio-diesel_basics.html. Ekim 2013.

URL-8, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü. Retrieved 2013, from http://www.eie.gov.tr/eie-web/turkce/YEK/biyoenenerji/02-biyodizel/bd_yakit_ozellik.html. 2011.

Vogel, C. 1999, "Coals Role in Electrical Power Generation: Will It Remain Competitive", Proceedings of the Technical Conference on Coal Utilization and Fuel Systems, Coal and Slurry Technology Association, p.13-24.