

# TÜRKİYE'DE BİYODİZEL VE BİYOETANOL ÜRETİMİNİN TARIM SEKTÖRÜ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

**Prof.Dr. Alaettin SABANCI<sup>1</sup>**

**Prof.Dr. M. Necat ÖREN<sup>2</sup>**

**Dr. Baran YAŞAR<sup>2</sup>**

**Doç.Dr. H. Hüseyin ÖZTÜRK<sup>1</sup>**

**Öğr.Gör. Mehmet ATAL<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü 01330 ADANA  
e-mail: asabanci@cu.edu.tr

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü 01330 ADANA  
e-mail: mnoren@cu.edu.tr

<sup>3</sup>Çukurova Üniversitesi Adana Meslek Yüksekokulu ADANA  
e-mail: mehmetatal@gmail.com

## ÖZET

Son dönemde önemli gelişme kaydeden ve doğrudan tarım sektörünü de ilgilendiren biyoyakıtlar, günümüzde dikkat çeken önemli biyokütle kaynakları olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünyada giderek üretimi ve kullanımı artan biyoyakıtların, ülkelerin sahip olduğu tarımsal kaynaklara göre biyoetanol ve biyodizel olarak şekillendiği görülmektedir. Ülkelerin sahip olduğu tarımsal potansiyel ve teknolojik düzeylerinin durumuna göre artan biyoyakıt üretimi, beraberinde önemli tartışmaları da getirmektedir. Dünya genelinde yaşanan kuraklığa bağlı olarak azalma gösteren tarım ürünleri arzı ve tarım ürünlerinin biyoyakıt üretiminde kullanılması gibi nedenlerle artan gıda fiyatları, tarımsal ürünlerin gıda-enerji amaçlı üretimi ve kullanımı yönündeki tartışmaları artırmıştır. Tarımsal üretimin gıda amaçlı kullanımının önceliği olmakla birlikte, bu düşüncüyü göz ardı eden ve biyoyakıt üretimini artırmaya çalışan ülkeler giderek artmaktadır.

Çalışma kapsamında; ülkemizde sıvı biyoyakıt üretiminde hammadde olarak kullanılan yağlı tohumlu bitkilerin üretiminde karşılaşılan sorunlar, biyodizel üretim maliyetinin hesaplanması, biyodizel ve biyoetanol sektörünün analiz edilmesi ve bu sektöre ilişkin sorunların belirlenmesi amaçlanmıştır. Ülkemizde biyodizel ve biyoetanol üretiminde yaşanan gelişmeler, özellikle AB uyum süreci içerisinde değerlendirilerek yaşanan sıkıntıların çözülmesi, ülkemizde geleceğe yönelik etkili ve sürdürülebilir biyoyakıt politikalarının oluşturulmasında karar vericilere yol gösterici bilgiler sağlanabilir.

**Anahtar Sözcükler:** Türkiye, Biyodizel, Biyoetanol, Tarım, AB Politikaları

## 1. GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusu, 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. Enerjide dışa bağımlı olmak istemeyen ve enerji arzında sorun yaşayan ülkeler, fosil kaynaklara bağlı olarak artan çevresel sorunların da etkisiyle, sahip oldukları alternatif enerji kaynaklarını artırmaya ve çeşitlendirmeye çalışmaktadırlar. Özellikle enerjide dışa bağımlı olan ülkeler için önemli bir fırsat olan yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları, yakalanan maliyet avantajlarıyla birlikte, ülkelerin gelişmesinde önemli bir itici unsur durumuna gelmiştir.

Dünyada ve ülkemizde alternatif enerji kaynaklarında yaşanan olumlu gelişmelerle birlikte, son dönemde bu bağlamda değerlendirilen ve önemi artan yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi de biyokütle enerjisidir. Biyokütle, gelecekte sürdürülebilir ve düşük maliyetli bir enerji kaynağı sağlaması bakımından potansiyel bir öneme sahip olacaktır. 2050 yılında dünya nüfusunun % 90'nın gelişmekte olan ülkelerde yaşayacağı bildirilmektedir. Gelişmiş ülkelerde, modern teknolojilerin ve fosil yakıtlar ile ekonomik olarak rekabet edebilir durumda olan biyo-yakıtların kullanıldığı etkin biyo-enerji dönüşümlerinin kullanımı artma eğilimindedir (Demirbaş, 2009).

Biyodizel üretimi, özellikle 2000’li yıllardan sonra dünyada ve ülkemizde hız kazanmıştır. Biyodizel, hammaddesini yaygın olarak tarımsal ürünlerden alan, her türlü atık yağdan üretilebilen ve diğer alternatif enerji kaynaklarına oranla arz miktarı kolaylıkla ayarlanabilen ve depolanabilen önemli bir yakittir. Biyodizel üretiminin rüzgar, güneş enerjisi gibi diğer alternatif enerji kaynakları üretimine kıyasla, daha az maliyetli ve kolay üretilebiliyor özellikte 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.

Ülkemizde biyoyakıtlar söz konusu olduğunda, biyodizel, biyoetanol ve biyogaz üretimleriyle karşılaşılsa da, biyodizelde yaşanan gelişmeler öncelik taşımaktadır. Ülkemizin biyodizelde kayda değer ölçüde bir işleme potansiyeli olmakla birlikte sektörde yaşanan sorunlar nedeniyle, mevcut işleme potansiyelimizin 2007 yılıyla birlikte atıl kalmaya başladığı ve faaliyet gösteren firmaların giderek sektörde kayıt dışı üretime yöneldikleri görülmektedir. Yüksek ÖTV, denetimler ve hammadde sorunu ve gibi yaşanan sorunlar sektörde faaliyet gösteren firmaların üretimlerini durdurmalarına neden olmuş ve dünyada ikinci sırada yer alan biyodizel işleme potansiyelimiz atıl duruma gelmiştir. Sektörün kayıt altına alınması için yapılan çalışmalar, biyodizel mevzuatı, kalite ve standartlara yönelik uygulamalar, hammadde temininde karşılaşılan sorunlar ve sektöre yönelik olarak uygulanan yüksek ÖTV gibi gelişmeler nedeniyle, ülkemizde biyodizel üretimi gerilemiş, hatta zaman zaman durma noktasına gelmiştir.

Biyodizel üretiminde hammadde olan yağlı tohumlar ve özellikle standart hammadde olan kolza üretiminde ülkemizin yetersiz olması, hammadde üretiminde dışa bağımlı olma sorununu ortaya çıkarmaktadır. Ülkemizin her yıl yaklaşık olarak 1 Milyar \$ olan ham yağ ve yağlı tohumlar ithalatının, biyodizel üretimiyle artış eğiliminde olması ciddi sıkıntılar yaratmaktadır. Yerli hammadde, yerli teknoloji ve yerli üretimle elde edilmesi planlanan biyodizelde, bu amaçlardan uzaklaşılması belirlenen hedeflerden sapmalara neden olmaktadır.

## 2. TÜRKİYE’DE ENERJİ ALANINDA MEVCUT DURUM VE GELİŞMELER

### 2.1. Türkiye’de Birincil Enerji Kaynaklarının Üretimi

Ülkemizde enerji söz konusu olduğunda; ülkesel kaynakların yeterli olmasına rağmen dışa bağımlı bir yapının olduğu görülmektedir. Ülkemizde enerji kaynakları üretim rakamları incelendiğinde; 2006 yılı itibariyle 26.802 bin ton eşdeğer petrol (TEP) enerji üretiminin gerçekleştirildiği görülmektedir. Ülkemizde üretilen birincil enerji kaynakları içerisinde özellikle linyit, hidrolik enerji, odun, hayvan ve bitki artığı enerji kaynaklarının ön plana çıktığı görülmektedir (Çizelge 2.1).

**Çizelge 2.1. Türkiye’de Birincil Enerji Kaynakları Üretimi (ETKB, 2009)**

Birincil Enerji Kaynakları	Yıllar					
	1980	1990	2000	2004	2005	2006
Taşkömürü (Bin ton)	3598	2745	2392	1946	2170	2319
Linyit (Bin ton)	14469	44407	60854	43709	57708	61484
Asfaltit (Bin ton)	558	276	22	722	888	452
Petrol (Bin ton)	2330	3717	2749	2276	2281	2176
Doğal gaz (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	23	212	639	708	897	907
Hidrolik (GWh)	11348	23148	30879	46084	39561	44338
Jeotermal Elektrik (GWh)	-	80	76	93	94	(*)
Jeotermal Isı (Bin TEP)	60	364	648	811	926	1081
Rüzgar (GWh)	-	-	33	58	59	127
Güneş (GWh)	-	28	262	375	385	403
Odun (Bin ton)	15765	17870	16938	14393	13819	13293
Hayvansal ve Bitkisel Atık (Bin ton)	12839	8030	5981	5278	5127	4984
Toplam (Bin TEP)	17.358	25.478	26.047	24.332	24.559	26.802

(\*) Hidrolik enerjisine dahil edilmiştir.

Üretilen enerji kaynakları oransal olarak incelendiğinde ise; kömür % 48, hidrolik-jeotermal enerji % 34, odun % 10, hayvan ve bitkisel atıkların % 4 ve petrol, jeotermal enerji, güneş, rüzgar enerjisi gibi diğer enerji kaynakları toplamının yaklaşık olarak % 4 oranında pay aldığı görülmektedir. Enerji üretiminde petrol ve doğal gazın oranı çok düşüktür ve bu kaynaklarda dışarıya bağımlı bir yapı mevcuttur.

## 2.2. Türkiye’de Birincil Enerji Kaynaklarının Tüketimi

Ülkemiz enerji konusunda dışa bağımlı bir yapı göstermekte ve en önemli enerji kaynağı olan petrolün % 90’ını ithal etmektedir. Toplam enerji talebinin de yaklaşık % 70’ini dışalım yoluyla karşılayan ülkemizde enerji konusunda kronik bir dışa bağımlılıktan rahatlıkla söz edebiliriz (Yaşar, 2009). Sonuç olarak, ülkemizin enerji kaynakları üretimi, tüketimi karşılamamakta ve enerjide karşılaşılan üretim açığı ithalat ile giderilmekte ve ülkemizde enerji konusunda karşılaşılan yapısal sorunlar devam etmektedir.

Ülkemizde birincil enerji tüketim rakamları incelendiğinde; 2000’li yıllardan itibaren düzenli artış gösteren enerji tüketimimiz, 2006 yılı itibariyle 98138 bin TEP olarak gerçekleşmiştir. Ülkemizde tüketilen birincil enerji kaynakları ayrıntılı olarak incelendiğinde ise; sırasıyla petrolün 32810 bin TEP, doğal gazın 28867 bin TEP, kömürün 25909 bin TEP ve yenilenebilir enerji kaynakları toplamının 10552 bin TEP olduğu görülmektedir (Çizelge 2.2).

**Çizelge 2.2. Türkiye’de Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi (ETKB, 2009)**

Yıllar	Petrol		Doğal Gaz		Kömür		Yenilenebilir		Toplam <sup>(*)</sup>	
	Miktar Bin TEP	(%)	Miktar Bin TEP	(%)	Miktar Bin TEP	(%)	Miktar Bin TEP	(%)	Miktar Bin TEP	(%)
1980	16314	51,2	21	0,1	6794	21,3	8719	27,4	31848	100
1990	24024	45,6	3110	5,9	15915	30,2	9660	18,3	52709	100
2000	32306	41,1	13728	17,5	22452	28,6	10091	12,8	78577	100
2001	30949	42,1	14868	20,2	18440	25,1	9332	12,7	73589	100
2002	30934	40,5	16102	21,1	19271	25,3	10013	13,1	76320	100
2003	31950	38,9	19450	23,7	20672	25,2	10002	12,2	82074	100
2004	33232	38,6	20426	23,7	21776	25,3	10766	12,5	86200	100
2005	32509	36,4	24726	27,7	21840	24,5	10124	11,3	89199	100
2006	32810	33,4	28867	29,4	25909	26,4	10552	10,8	98138	100

(\*) Elektrik ithalatı eklenmemiştir.

2006 yılı itibariyle ülkemizde tüketilen enerji, kaynaklarına göre incelendiğinde; % 33,4’ünün petrol, % 29,4’ünün doğal gaz, % 26,4’ünün kömürden elde edildiği görülmektedir. Bu tüketimlere ilave olarak, hidrolik ve jeotermal enerji tüketimi % 4, odun enerjisi % 4 ve hayvansal ve bitkisel atıklar, jeotermal ısı, güneş, rüzgar ve biyoyakıt enerjisinin ise yaklaşık % 2,7 olduğu görülmektedir. Tüketim rakamları incelendiğinde, ülkemizde enerji tüketiminde fosil kökenli yakıt tüketiminin % 89 olduğu ve yenilenebilir enerji kaynaklarının ise toplam tüketimde yaklaşık % 11 dolayında kaldığı anlaşılmaktadır. Ülkemizde 2006 yılında toplam enerji tüketim içerisinde sanayi sektörü % 40, konut tüketimi % 31, ulaştırma sektörü % 19, tarım sektörü % 5 ve enerji dışı alanlar % 5 pay almaktadır (ETKB, 2009).

Enerji üretiminde yerli kaynaklarını yeterince kullanamayan ve alternatif enerji üretiminde yetersiz kalan ülkemiz, artan talebini karşılayamamakta ve ithalat yoluyla enerji gereksinimini karşılamaktadır. Ülkemiz enerjide dışa bağımlı bir yapı göstermektedir. Ülkemizde enerji ithalatının gelişimi 2000-2007 döneminde ayrıntılı olarak incelendiğinde (Çizelge 2.3); enerji ithalatının düzenli olarak artarak 2007 yılında yaklaşık 33,9 Milyar \$’a ulaştığı görülmektedir. Toplam ithalatımızın yaklaşık % 20’sini oluşturan enerji ithalatı, ürünler bazında incelendiğinde ise; petrol ve ürünlerinin % 57,1, petrol gazlarının % 35, kömürün % 7 ve elektrik enerjisinin ise % 0,1 pay aldığı görülmektedir. Petrol kökenli ürünlerin toplam ithalat değeri içerisinde yaklaşık % 92’lik paya ulaşması (31,2 Milyar \$), ülkemizde karşılaşılan yüksek yakıt fiyatlarının nedenlerinin daha iyi anlaşılmasına olanak sağlamaktadır. İncelenen dönem içerisinde toplam enerji ithalatımızın, toplam ithalata oranının 2000 yılında % 17,5 ve 2007 yılında ise % 19,9 olduğu görülmektedir.

**Çizelge 2.3. Türkiye’de Enerji İthalatının Gelişimi ve Toplam İthalattaki Payı (TUIK, 2009)**

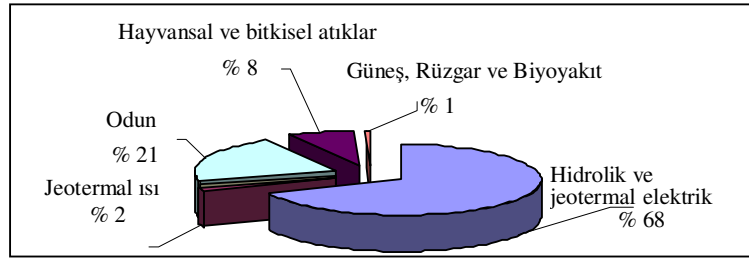
İthalat Kalemleri (Milyon \$)	Yıllar				
	2000	2004	2005	2006	2007
Kömür	676,2	1316,7	1686,8	2054,5	2665,4
Petrol ve Ürünleri	5642,6	8635,9	12412,4	16608,3	19339,4
Petrol Gazları, Doğal Gaz	3078,6	4438,8	7137,2	10177,0	11856,4
Elektrik Enerjisi	131,6	15,6	18,2	18,2	21,5
Toplam Enerji İthalatı (1)	9529,0	14407,0	21254,6	28858,0	33882,7
Toplam İthalat (2)	54502,8	97539,7	116774,1	139576,1	170062,7
Pay (1) / (2) (%)	17,5	14,8	18,2	20,7	19,9

### 2.3. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Kullanımı

Ülkemizde yerli ve yenilenebilir enerji kaynakları ve enerji yönetimine ilişkin, uzun yıllardır birçok platformda raporlar ve öneriler sunulmasına rağmen, yenilenebilir enerjinin hayat bulması için beklediği teşvik ve desteğin sınırlarını çizecek yasal bir düzenleme ancak 2005 yılında çıkarılabilmektedir. Buna rağmen yasanın tam olarak uygulanabildiği söylenememektedir (TMMOB, 2008).

Yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli açısından zengin sayılabilecek bir durumda olmasına rağmen, ülkemiz mevcut potansiyelini yeterince kullanamamaktadır. Bu kaynakların geliştirilmesi ve sürdürülebilirliğinin sağlanması AR-GE çalışmalarına verilen desteklerle olmaktadır. Ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen desteklerin (% 0,7), dünya ortalaması (% 2-3) ile karşılaştırıldığında düşük olduğu görülmekle birlikte, bunu geliştirmeye yönelik çalışmalar da yapılmaktadır (Yaşar, 2009).

Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları olarak; hidrolik, jeotermal elektrik-ısı, rüzgar, biyoyakıt, güneş, odun, hayvan ve bitki artıklarının enerji üretiminde kullanıldığı ve bu kaynakların Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın kontrolünde olduğu bilinmektedir. Enerji üretiminde kullanılan bu alternatif kaynakların üretim miktarları 2006 yılı itibarıyla incelendiğinde; başta hidrolik ve jeotermal elektrik, odun, hayvansal ve bitkisel atıkların kullanımının geldiği görülmektedir. Rakamsal olarak hidrolik-jeotermal elektriğin, güneş ve rüzgar enerjilerinin 44 868 GWh, odun enerjisi kullanımının 13 293 bin ton, hayvan-bitki artıklarının enerji olarak kullanımının 4 984 bin ton ve jeotermal ısının 1 081 bin TEP enerji kapasitesine sahip olduğu görülmektedir (ETKB, 2009). Ülkemizde yenilenebilir enerji kaynakları tüketim rakamları incelendiğinde (Şekil 2.1); hidrolik-jeotermal elektriğin % 68, odunun % 21, hayvan ve bitki artığının % 8, jeotermal ısının % 2, güneş ve rüzgar enerjisinin % 1 pay aldıkları görülmektedir.

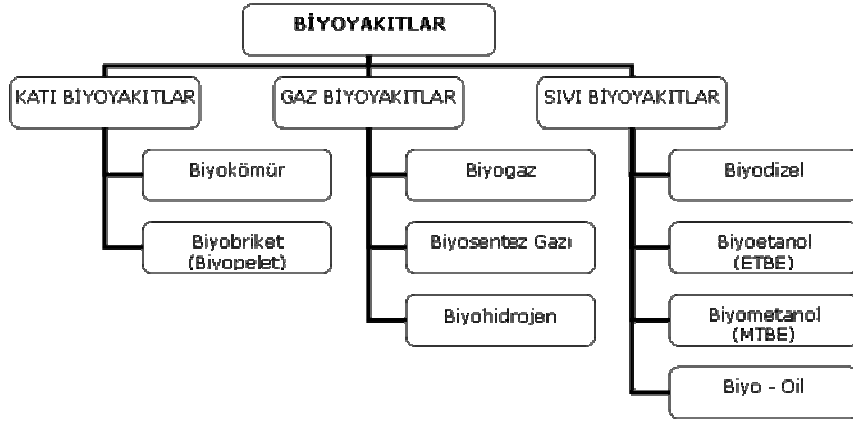


Şekil 2.1. Türkiye'de 2006 Yılı Yenilenebilir Enerji Kaynakları Tüketiminin Dağılımı (Yaşar, 2009)

### 3. BİYOPYAKITLAR

İnsanoğlunun alternatif enerji kaynaklarını kullanması, yüzyıllar önce başlamış olmasına rağmen, günümüze gelindiğinde bu kaynakların teknolojik gelişmelerle birlikte biçim ve isim değiştirdikleri görülmektedir. Yüzyıllardır ısınma ve yemek pişirme amaçlı kullanılan kaynaklar, günümüz dünyasında biyokütle adını almış ve kendi içerisinde bile değişik sınıflandırmalara konu olmuştur. Artan teknolojik gelişmeler ve enerji gereksinimi nedeniyle hızla gelişen biyokütle kaynakları ve kullanımı dikkatlerin bu kaynaklar üzerine çekilmesine neden olmuştur. Biyokütle kaynakları ile ilgili olarak değişik sınıflandırmalar ve tanımlamalar yapılmakla birlikte, basit olarak ısınma ve pişirme amaçlı olarak odun ile bitki ve hayvan artıklarının kullanıldığı kaynaklar olarak tanımlanabilir. Bununla birlikte, modern biyokütle kaynakları arasında; enerji ormancılığı ürünleri ile orman ve ağaç ürünleri artıkları, enerji tarımı (bitkileri), tarım kesimindeki bitkisel ve hayvansal atıklar, kentsel atıklar, tarıma dayalı endüstri artıkları yer almaktadır.

Biyokütleden ısı enerjisi veya elektrik üretmek amacıyla yakıt olarak yararlanılabilir. Biyokütlenin enerji olarak değerlendirilmesinde ise; katı, sıvı ve gaz yakıtlar elde etmek için çeşitli teknolojiler kullanılır. Biyokütleden elde edilen biyopyakıtlar, fosil yakıtlarla birlikte karıştırılarak da kullanılabilirler. Biyolojik kökenli yakıtlar Şekil 3.1'deki gibi gruplandırılabilir. Genel olarak biyokütle enerjisi; doğada yaygın olarak mevcut tarımsal kökenli ürünlerden değişik fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemlerle üretilen, ticari özelliğe sahip, temel ve belirli özellikleri standartlaştırılmış olan katı, sıvı ve gaz haldeki bitkisel enerji kaynaklarıdır (Taşyürek ve Acaroğlu, 2007). Dünyada çeşitli formlarda bulunabilen biyokütle enerjisi farklı yöntemler kullanılarak birçok sektörde biyoenerji üretiminde kullanılabilir. Odun, odun artıklarının ve elyafın endüstri sektöründe, enerji bitkilerinin, kısa süreli rotasyon bitkilerinin ve tarımsal atıkların tarım sektöründe, ormanlardan elde edilen atıklarının elektrik, ısınma, ısı-güç üretimi ve diğer biyoenerji çeşitlerinin üretiminde kullanıldığı görülmektedir (FAO, 2008).



Şekil 3.1. Biyolojik kökenli yakıtlar (Karaosmanoğlu, 2007)

Biyokütle enerji kaynaklarından üretilen, son dönemde önemli gelişme kaydeden ve doğrudan tarım sektörünü de ilgilendiren biyoyakıtlar günümüzde dikkat çeken alternatif yakıtlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Biyoyakıtlar kısa süre önce yaşamış organizmalar ya da onların metabolik çıktılarından elde edilir. Petrol, kömür gibi doğal yakıtlar ya da nükleer yakıtlardan farklı olarak, yenilenebilir enerji kaynağıdır. Biyoyakıtlar içeriklerinin hacim olarak en az % 80'ini son on yıl içerisinde toplanmış canlı organizmalardan elde etmiş her türlü yakıt olarak tanımlanmaktadır (Taşyürek ve Acaroğlu, 2007).

Biyoyakıtlar kaynaklarına ve tiplerine göre değişik şekillerde sınıflandırılmaktadırlar. Ormanlardan, tarım ve balıkçılık ürünlerinden veya belediye atıklarından, tarım-sanayi, gıda sektörü ve gıda sektörünün ürün ve atıklarından üretilen biyoyakıtlar, yakacak odun, odun kömürü ve odun parçaları gibi katı, etanol, biyodizel ve piroliz yakıtlar veya biyogaz gibi gaz formunda olabilirler. Biyoyakıtlar; birincil (işlenmemiş) ve ikincil (işlenmiş) biyoyakıtlar olmak üzere iki temel sınıfa ayrılırlar:

- 1) *Birincil biyoyakıtlar*; yakacak odun, odun talaşı ve parçaları, doğal haliyle kullanılan organik materyallerdir (hasat sonrası). Yanmış yakıtlar, genellikle pişirme için enerji, ısınma ve enerji üretimi ihtiyacı için kullanılan enerji kaynaklarıdır.
- 2) *İkincil biyoyakıtlar*; katı (odun kömürü), sıvı (etanol, biyodizel ve diğer biyoyakıtlar), gazlar (biyogaz, sentetik gaz ve hidrojen gibi ulaşımı ve yüksek ısı kullanımını gerektiren endüstrileri içinde bulunduran geniş çapta kullanılabilen yakıtlar) olarak sınıflandırılabilir (FAO, 2008).

Günümüzde biyoyakıtları gündeme getiren gerekçeler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- 1) Fosil kökenli yakıtların neden olduğu çevre kirliliğini azaltmak,
- 2) Egzoz emisyonlarının sağlık açısından risklerini en aza indirmek,
- 3) Enerji güvenliği sağlamak ve enerjide dışa bağımlılığı azaltmak ve
- 4) Kırsal kalkınmanın gerçekleştirilmesine yardımcı olmaktır.

Biyo-etanol, biyo-gaz, biyo-dizel gibi yakıtların yanı sıra, yine biyokütleden elde edilen; gübre, hidrojen, metan ve odun briketi gibi daha birçok yakıt türü saymak olanaklıdır. Biyoyakıtların en yaygın olanları biyoetanol ve biyodizel'dir. *Biyoetanol*, kökeni nişasta olan ve tarım ürünlerinden elde edilen oktan sayısı yüksek bir biyoyakıttır. Biyoetanol, tarım ürünlerinde var olan nişastanın şekere dönüşümünden sonra uygulanan fermentasyon işlemi sonucunda elde edilir. Benzinle doğrudan karışabilir. Biyoetanol üretilen bitkiler; buğday, şekerpancarı ve mısırdır.

### 3.1. Biyodizel

Biyodizel, bitkisel yağların, kullanılmış atık yağların veya hayvansal yağların alkol ile uygun bir katalizör kullanılarak kimyasal tepkimesi sonucunda açığa çıkan ve yakıt olarak kullanılan bir üründür. Tepkime sırasında bitkisel yağ molekülünün (trigliserit) yapısında bulunan yağ asitleri alkol ile yeni esterler oluştururlar. Tepkimenin yan ürünü olarak ortaya gliserin açığa çıkar. Gliserin, saflaştırılıp parfüm ve kozmetik sanayi gibi alanlarda değerlendirilebilmektedir.

Biyodizelin kimyasal yapısı petrol kökenli, dizel yakıtından farklıdır. *Biyodizel*, orta uzunlukta C16-C18 yağ asidi zincirlerini içeren metil veya etil ester tipi bir yakıttır. Oksijene zincir yapısı biyodizeli, petrol

kökenli dizelden ayırır. Biyodizel, çoğunlukla 16 ile 20 arasında karbona sahip hidrokarbon zincirlerinden oluşur ve ağırlığının yaklaşık % 11'ini oksijen oluşturur. Biyodizel, dizel motor yanma verimini ve emisyon oluşumunu olumsuz etkileyen kükürdü, aromatik hidrokarbonları, metalleri ve ham petrol artıklarını bünyesinde içermez. Isıl değer, yoğunluk ve viskozite değerleri gibi özellikleri dizel yakıt değerlerine çok yakındır. Ayrıca dizel yakıtına göre yağlama özelliğinin daha iyi, setan sayısının daha yüksek ve daha az toksik olması önemli yakıt özelliklerindedir.

Biyodizel saf olarak veya her oranda petrol kökenli dizel yakıt ile karıştırılarak yakıt olarak kullanılabilir. Saf biyodizel ve dizel-biyodizel karışımları herhangi bir dizel motoruna, motor üzerinde herhangi bir değişikliğe gerek kalmadan veya küçük değişiklikler yapılarak kullanılabilir. Ayrıca, jeneratör veya kalorifer yakıtı olarak da kullanılabilir. Biyodizel, petrol kökenli dizel ile karışım oranları esas alınarak aşağıdaki gibi adlandırılır. Bunlar:

- B5 : %5 biyodizel+%95 dizel
- B20 : %20 biyodizel+%80 dizel
- B50 : %50 biyodizel+%50 dizel
- B100 : %100 biyodizeldir.

Sera gazları içinde büyük bir pay sahibi olan CO<sub>2</sub>, dünyanın en önemli çevre sorunu olan küresel ısınmaya neden olmaktadır. CO<sub>2</sub>, yanma sonucunda ortaya çıkan bir gazdır. Yanma sonucu açığa çıkan ve sera gazları arasında yer alan CO, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> emisyonları insan sağlığına da zararlıdır. Biyodizel, tarımsal bitkilerden elde edilmesi nedeniyle, biyolojik karbon döngüsü içinde, fotosentez ile CO<sub>2</sub>'i dönüştürüp karbon döngüsünü hızlandırdığı için, sera etkisini artırıcı yönde etki göstermez. Diğer bir deyişle, biyodizel CO<sub>2</sub> emisyonu için doğal bir yutak olarak düşünülebilir. Ayrıca CO, SO<sub>x</sub> emisyonlarının, partikül madde ve yanmamış hidrokarbonların daha az salındığı kanıtlanmıştır.

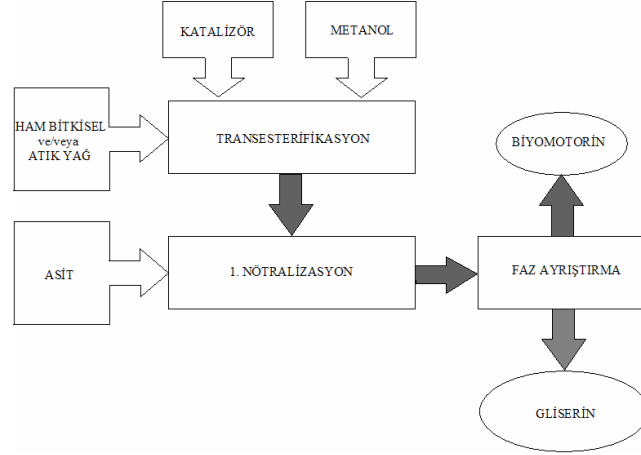
### 3.1.1. Biyodizel Üretimi

Bitkisel ve hayvansal yağlardan biyodizel üretmek için, yüksek olan viskozite değerininin, petrolden üretilen dizel yakıtının sahip olduğu viskozite değerine yaklaştırılması ve uçuculuk özelliğinin iyileştirilmesi gerekir. Bu amaçla biyodizel üretimi için genel olarak aşağıdaki yöntemlerden yararlanır:

- 1) **Karıştırma:** Yağ, belirli oranda dizel yakıtı ile karıştırılarak seyreltilir. Karışım dizel yakıt oranına bağlı olarak yakıtın viskozite, buharlaşma, püskürtme özellikleri iyileşir.
- 2) **Mikroemülsiyon oluşturma:** Bitkisel yağların yüksek viskozitesini düşürmek amacı ile kullanılan bir diğer yöntem ise metanol, etanol veya 1-bütanol gibi kısa zincirli alkoller ile mikroemülsiyon oluşturmaktır. Mikroemülsiyon, boyutları 1-150 nm arasında olan optikçe izotropik sıvı mikro yapılarının denge dağılımı olup, normalde karışmayan iki sıvı ve bir ya da daha fazla aktif maddenin bir araya gelmesi ile oluşur. Bu yöntemle elde edilen yakıtların viskozitelerinde azalmalar ve püskürtme karakteristiklerin de iyileşmeler gibi olumlu sonuçlar kaydedilmiş olmasına rağmen, bu yakıtların bünyelerinde buldukları alkol nedeni ile setan sayılarında ve ısıl değerlerinde azalmalar olmakta ve dolayısıyla motor performansları olumsuz yönde etkilenmektedir (Keskin, 2005).
- 3) **Piroliz:** Yağ molekülleri yüksek sıcaklıkta oksijensiz bir ortamda daha küçük moleküllere parçalanır. Bu işlem, C-C veya C-H bağlarda ayrılmalar şeklinde gerçekleşir. Piroliz işlemi; hidro kraking, katalitik kraking ve termal kraking olmak üzere üç kısma ayrılır. Üretilen ürünün miktarı kullanılan metoda, reaksiyon parametrelerine bağlıdır. Bu yöntemle yağların yakıt özellikleri, dizel yakıtı özelliklerine yaklaşmasına rağmen, enerji tüketiminin yüksek olması en önemli olumsuzluğudur (Keskin, 2005).
- 4) **Transesterifikasyon:** Günümüzde biyodizel üretimi için en çok tercih edilen yöntem transesterifikasyon yöntemidir (Şekil 3.1). *Transesterifikasyon*; yağ asitlerinin (bitkisel yağlar, evsel atık yağlar, hayvansal yağlar) bazik bir katalizör eşliğinde alkol (metanol, etanol vb.) ile esterleşme tepkimesidir. Transesterifikasyon yönteminde, yağ molekülleri bir katalizör yardımı ile belirli bir sıcaklıkta alkol ile kimyasal tepkimeye girer. Bu kimyasal tepkime ile yağ asitleri bağlı buldukları trigliseritlerden ayrılıp alkoller ile yeni esterler oluştururlar.

*Transesterifikasyon*, bitkisel ve hayvansal yağları oluşturan trigliseritleri parçalayarak, bir başka deyişle, içindeki gliserolü alarak, kullanılan alkoldeki alkil radikali ile yer değiştiren bir ester dönüşüm işlemidir. Kısacası, gliserol esaslı triesterler alkil esaslı monoesterlere dönüştürülür. Transesterifikasyon ile

trigiseritler monoesterlere dönüştürüldüğünde, moleküler ağırlık üçte bir oranında ve büyük bir sorun olan yüksek vizkozite ise sekiz kat kadar azalır. Ayrıca, uçuculuk özelliği de bir miktar iyileşir. Stokiyometrik (teorik) bir transesterifikasyonda 1 mol yağ için 3 mol alkol kullanılır. Bunun sonucunda, 3 mol yağ asidi alkil monoesteri (biyodizel) ve yan ürün olan 1 mol gliserol elde edilir (Şanlı ve Çanakçı, 2005).



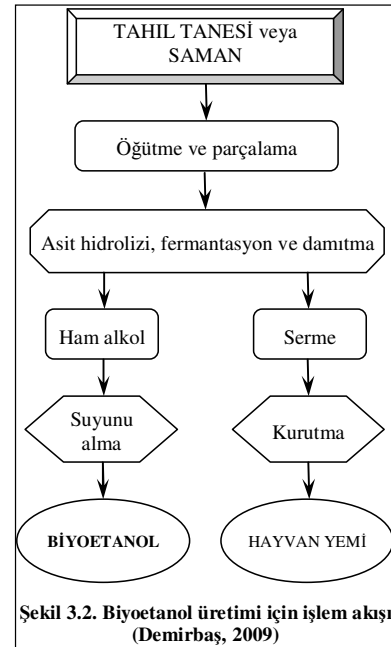
**Şekil 3.1. Transesterifikasyon yöntemi ile biyodizel üretiminde işlem aşamaları**

Transesterifikasyon tepkimesi sonunda yan ürün olarak elde edilen gliserin (gliserol) yoğunluğu 1,2 kg/L, kaynama noktası 290 °C olan bir alkoldür. Saflaştırma işlemleri ile biyodizelden ayrılır ve ekonomik bir değere sahiptir. Kozmetik, sabun ve deterjan sanayi gibi alanlarda kullanılabilir. Biyodizel üretim işlemleri sonunda kütle olarak yaklaşık % 10 civarında elde edilmektedir. Gliserin miktarının azda olsa değişmesinin nedeni, yağ moleküllerindeki, yağ asitlerinin cinsleri ve yüzde dağılımıdır. Biyodizel içerisindeki gliserin yakıt kalitesini düşürücü bir etkiye sahiptir. ASTM standartlarına göre biyodizel içerisindeki gliserin miktarı % 0.24'ü geçmemelidir (Keskin, 2005).

### 3.2. Biyoetanol

Etanol, içerisinde etil alkol bulunan şeker, şekeri çevirebilen selüloz veya nişasta gibi maddelerin fermantasyonu sonucunda elde edilen bir alkol türüdür. Etanol temiz, renksiz ve zehirli olmayan bir sıvıdır. Etanolün ısı değeri benzinden daha düşüktür. Etanolün su ile her oranda karışabilme özelliğine sahiptir. Etanol, yüksek oktan sayısına sahip olmasına karşın, çok düşük setan sayısına sahip olması ve kendi kendine tutuşma direnci nedeni ile dizel motorlarında kullanımında birtakım sorunlar yaratabilmektedir. Kendi kendine tutuşma direnci, Otto motorlarında sıkıştırma oranının artırılmasına olanak sağladığından, etanolün Otto motorlarında kullanımı daha avantajlıdır. Düşük setan sayısına sahip olan yakıtların dizel motorlarındaki yanma kalitesini düzeltmek için araştırmalar devam etmektedir. Etanolün motorlarda kullanımı düşüncesi daha çok geniş tarım alanlarına sahip ülkelerde yaygındır. ABD'de tarım kesiminde, % 80 etanol % 20 benzin karışımı olan E80 yakıtı, uzun yıllardan beri otomobillerde yakıt olarak kullanılmaktadır. Yine şeker kamışının bol bulunduğu Brezilya'da otomobiller 25 yıldan fazla bir süredir etanol ile çalışmaktadır (Acaroğlu, 2003).

Etanol (etil alkol), sadece şekerlerin fermantasyonu ve damıtılmasıyla elde edilen bir alkoldür. Biyoetanol, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen bir yakıttır. Biyoetanol üretimi (Şekil 3.2) için kullanılan yenilenebilir kaynaklar, belirli özellikleri olan tahıllar, mısır, şeker pancarı, şeker kamışı ve patates gibi tarımsal bitkilerdir. Ağaç, saman ve evsel atıkları ekonomik olarak biyoetanole dönüştürmek mümkündür. Biyokütle materyallerde



**Şekil 3.2. Biyoetanol üretimi için işlem akışı (Demirbaş, 2009)**

bulunan selüloz (karbonhidratlar), hidroliz, fermantasyon ve damıtma ile biyoetanolle dönüştürülebilir. Biyokütleden etanol ve hayvan besini elde edilmesi için uygulanan işlem aşamaları Şekil 3.2’de verilmiştir. Biyoetanol üretimi için ilk işlem, hidroliz işlemidir. Hidroliz işlemi ile bitkisel materyal şekere dönüştürülür. Selülozun glikoza veya şekere dönüşme etkinliği, materyalin yapısal ve kimyasal değişimi için uygulanan önışlemlere bağlıdır. Daha sonra, fermantasyonun anaerobik biyolojik işlemi ile şekerler genellikle mayanın etkisiyle alkole dönüştürülür. Hidroliz işlemini, fermantasyon, damıtma ve susuz etanol sağlayan dehidrasyon işlemleri izler (Demirbas, 2009).

Biyoetanol,  $(CH_2O)_n$  gibi genel bir kimyasal formüle sahip karbonhidratların geniş bir dizisinden üretilebilir. Sakarozun fermantasyonunda bazı ticari mayalar (*Saccharomyces cerevisiae*) kullanılır. Etanol üretimine ilişkin kimyasal tepkime, basit şekerlerin fermantasyonunu takip eden sakarozun hidrolizinden oluşur. Eşitlik 1’de belirtildiği gibi, sakarozu katalize eden mayada sükröz enzimi tarafından glikoz ve sakaroz oluşturulur. Glikoz ve früktoz, eşitlik 2’de belirtildiği gibi, etanola dönüştürür. Gliko-amilaz enzimi nişastayı D-glikoza dönüştürür. Enzimatik hidrolizi, fermantasyon, damıtma ve susuz biyoetanol sağlayan dehidrasyon işlemleri izler. Mısır (% 60-70 nişasta), tüm dünya endüstrisinde nişastadan biyoetanol üretmek için kullanılan başlıca hammaddedir (Demirbas, 2009).



Sakaroz Glikoz Früktoz



Biyoetanol; yaygın olarak şeker kamışı ve mısırdan elde edilen biyoetanol, otomobiller ve diğer motorlu araçlarda tek başına bir yakıt olarak ya da benzine karıştırılan bir katkı maddesi olarak kullanılabilir. Etanol, hava kirliliğini azaltmak ya da petrol ürünlerinin tüketimini azaltmak amacıyla, benzinle değişik oranlarda karıştırılarak kullanılabilir. En yaygın uygulamalar E10 ya da E85 diye bilinen sırasıyla % 10 ve % 85 etanol içeren karışımlardır. Biyoetanol sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak sağladığı çevresel ve ekonomik yararlar nedeniyle fosil yakıtlara göre avantajlar sağlamaktadır. Bünyesinde yüksek oranda şeker veya nişasta-selüloz gibi şekere dönüştürülebilir madde bulunduran hammaddeler etanol üretiminde kullanılabilirler. Dünya etanol piyasası nişasta ve şekere dayalı olarak gelişim göstermektedir. Yaygın hammadde olarak kullanılan şeker ürünleri şeker kamışı, şeker pancarı ve kullanımı artan tatlı sorgum gibi tarımsal ürünlerdir. Yaygın hammaddede olarak kullanılan nişastalı ürünler incelendiğinde ise, mısır, buğday ve cassava gibi tarımsal ürünlerle karşılaşmaktadır.

## 4. DÜNYADA BİYODİZEL VE BİYOETANOL ÜRETİMİNİN GELİŞİMİ

Dünya üzerinde hızla artan nüfus, fosil kaynakların dikkatsiz ve dengesiz kullanımı, artan sanayi üretimi ve insan ihtiyaçlarının sınırsız olması dünya üzerinde enerjiye olan talebi hızla artırmaktadır. Artan enerji talebi fosil kaynakların aşırı kullanılmasına, tüketilmesine ve daha da önemlisi geriye dönüşümü olmayan çevresel zararlara neden olmaktadır. Zaman içerisinde giderek artan çevresel sorunlar, bölgesel boyutta kalmayıp, küresel boyutta önemli sorunlar haline gelmeye başlayınca, hükümetler tarafından dikkatlerin bu yöne çekilmesine neden olmuştur. Yaşanan bu gelişmelerle birlikte, özellikle gelişmiş ülkelerin öncülük ettiği ve yaygınlaşmasında desteklerin sağlandığı alternatif enerji kaynakları kullanımı önem kazanmaya başlamıştır. Dünyada değişik yöntemlerle ve farklı hammaddelerin kullanımı ile üretilen biyodizel ve biyoetanol üretimi ve kullanımındaki gelişmeler aşağıdaki bölümlerde ayrıntılı olarak incelenmiştir.

### 4.1. Dünyada Biyodizel ve Biyoetanol Üretimi

Dünyada biyoyakıt üretimi amacıyla değişik tarımsal ürünler hammadde olarak kullanılmaktadır. Biyotanol üretiminde fermantasyon ve damıtma yöntemi için hammadde olan şeker bitkileri (şeker kamışı, şeker pancarı ve tatlı sorgum) ve nişastalı bitkiler (mısır, buğday, arpa, pirinç, patates) kullanılmaktadır. Biyodizel üretiminde kullanılan hammaddeye bakıldığında yağlı bitkilerin (kolza, palm, soya, ayçiçeği, yerfıstığı) hammadde olarak yaygın kullanımıyla karşılaşmaktadır.

Ülkelerin sahip oldukları tarımsal hammaddeler ve diğer kullanılabilir hammadde kaynakları biyoyakıt üretimlerini önemli ölçüde etkilemektedir. Dünya biyoetanol üretiminde lider konumda olan ABD, biyoetanol üretiminde hammadde olarak mısır ve biyodizel üretiminde de hammadde olarak soyayı kullanmaktadır. ABD’den sonra biyoetanol üretiminde önemli paya sahip olan Brezilya’da biyoetanol üretiminde şeker kamışının kullanıldığı görülmektedir. Biyodizel üretiminde dünya lideri olan Avrupa Birliği (AB)’nde ise yaygın olarak kolza ve yağlı tohumlu bitkiler hammadde olarak kullanılmaktadır.



Dünya biyoyakıt üretiminin 2007 yılı itibariyle 62 214 milyon litre olduğu, toplam üretimin 52010 milyon litresinin biyoetanol ve 10204 milyon litresinin ise biyodizel üretimi olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle, dünya biyoyakıt üretiminin % 84'ünün etanol ve % 16'sının biyodizel üretimi şeklinde gerçekleştiği görülmektedir (FAO, 2008). Dünyada 2007 yılında biyoetanol üretiminde ABD 26500 milyon litre (% 51) üretimle birinci sırada yer almakta, bunu Brezilya 19000 milyon litre (% 36,5) ve AB ülkelerinin 2253 milyon litre (% 4,3) üretimle takip ettikleri görülmektedir. ABD, Brezilya ve AB dünya biyoetanol üretiminin yaklaşık % 92'sini gerçekleştirmektedirler (Çizelge 4.1).

**Çizelge 4.1. Dünya Biyodizel ve Biyoetanol Üretimi (FAO, 2008)**

Ülke/Ülke Grupları	Biyoetanol		Biyodizel		Toplam	
	Milyon Litre	Ton	Milyon Litre	Ton	Milyon Litre	Ton
Brezilya	19000	10,44	227	0,20	19227	10,61
Kanada	1000	0,55	97	0,10	1097	0,62
Çin	1840	1,01	114	0,10	1954	1,09
Hindistan	400	0,22	45	0,00	445	0,25
Endonezya	0	0	409	0,30	409	0,30
Malezya	0	0	330	0,20	330	0,24
ABD	26500	14,55	1688	1,30	28188	15,80
AB	2253	1,24	6109	4,50	8362	5,76
Diğer	1017	0,56	1186	0,90	2203	1,44
<i>Toplam</i>	<i>52010</i>	<i>29,00</i>	<i>10204</i>	<i>7,60</i>	<i>62214</i>	<i>36,13</i>

ABD, Brezilya ve Çin'in dünya biyoetanol üretimindeki payları sırasıyla % 43,8, % 33,9 ve % 5 olup, söz konusu üç ülke dünya üretiminin % 80'den fazlasını gerçekleştirmektedir. AB'nde biyoetanol üretiminde hammadde olarak; sırasıyla buğday (% 39), melas (% 24), mısır (% 13), arpa (% 12), ham alkol (% 8), pirinç (% 3) ve ürün posalarının (% 1) kullanıldığı görülmektedir (Yaşar, 2009).

Dünya biyodizel üretimi incelendiğinde; AB'nin toplam üretimin yaklaşık % 60'ını ürettiği ve biyodizel üretiminde lider konumda olduğu görülmektedir. AB'yi % 16,5 pay ile ABD izlemektedir. AB ülkeleri içerisinde ise en önemli üretici ülke Almanya olup, bu ülkeyi Fransa izlemektedir.

#### 4.2. AB'de Uygulanan Biyoyakıt Politikaları

Dünyada biyoyakıt üretiminde ve ticaretinde meydana gelen artışlar, tarım ve enerji gibi iki önemli sektörü karşı karşıya getirmekte ve tartışmalara yol açmaktadır. Enerji sektöründe artan fiyatlar ve dışa bağımlı olunması, ülkelerin enerji üretiminde biyoyakıtlar gibi alternatif yakıtların üretimine yönelmelerine neden olmaktadır. Bu noktada tarım sektöründen elde edilen tarımsal ürünler enerji üretiminde kullanılmakta, enerji üretimi artırılmakta ve enerjide çeşitlilik yaratılmaya çalışılmaktadır.

Biyoyakıt üretimiyle birlikte tarım, enerji ve biyoyakıt sektörü etkileşime geçmekte ve biyoyakıt arz zinciri çalışmaya başlamaktadır. Günümüzde dünyanın birçok ülkesinde biyoyakıt üretim zincirinin oluşması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması amacıyla hükümetler tarafından destek ve teşvikler verilmektedir. Biyoyakıt sektörüne yapılan teşvik ve destekler farklılıklar gösterse de, kullanılan araçların benzer yapıda oldukları dikkat çekmektedir.

AB içerisinde hızlı gelişen biyodizel ve etanol gibi diğer biyoyakıtların desteklenmesinin, 1990'lı yıllarda uygulamaya konulan Ortak Tarım Politikası'yla başladığı görülmektedir. Tarımsal ürünlere yönelik hektar başına yapılan ürün destekleri ve diğer tarımsal desteklemelerden enerji bitkileri üretimi de olumlu etkilenmiştir. 1992 yılında, ekim alanlarının %15'inin baklagil ve yağlı tohumlu bitkilere ayrılması zorunlu hale getirilmiştir. Bunu takip eden dönemde de birlik içerisinde biyoyakıtlara yönelik olarak vergi muafiyetleri ve diğer teşvikler de uygulanmaya başlanmıştır (Wisniewski ve ark., 2008). Bu dönemde uygulanan Ortak Tarım Politikası kapsamında, yağlı tohumlu bitkilerin üretimi teşvik edilerek, başta gıda amaçlı yağ üretimi sağlanmış ve biyodizel üretimi amacıyla düzenli hammaddenin sağlanmasına başlanmıştır. Biyodizel üretimi için düzenli hammaddenin sağlanmasıyla birlikte, birlik içerisinde biyodizel sektörünün gelişmesi hızlanmıştır. Biyodizel ve üretiminin birlik içerisinde hızlı bir gelişme göstermesinin nedenleri olarak; dizel teknolojisinin gelişmesi, artan dizel araç talebi, özellikle ulaşım sektöründe yoğun olarak dizelin kullanılması, AB'nin Kyoto Protokolü'nü imzalaması ve enerji-çevre sorunlarının giderek artması sayılabilir. Özellikle artan sera gazlarının önemli ölçüde ulaşım sektörü kaynaklı olması, çevresel sorunların artması ve enerjide dışa bağımlılık birliğin biyodizel özel ilgi göstermesine neden olmuştur.

#### 4.2.1. AB 2003 Biyoyakıt Direktifi

AB'nin Beyaz Bildiri, Yeşil Bildiri ve Kyoto Protokolü'nü imzalamasından sonra, alternatif enerji ve biyoyakıtlarda meydana gelen olumlu gelişmeler için yasal zeminin oluşturulması hedeflenmiştir. Belirlenen hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için Avrupa Parlamentosu ve AB Konseyi tarafından, 8 Mayıs 2003 tarihinde biyoyakıt ve diğer alternatif enerji kaynaklarının ulaşım sektöründe kullanımına ilişkin teşvikleri içeren Biyoyakıt Direktifi imzalanmıştır. Biyoyakıt Direktifi'nin imzalanmasından hemen önce, 2003 yılında, Ortak Tarım Politikası reformları kapsamında biyoyakıt hammaddesi üreten çiftçiler için destekler sağlanarak, alternatif ve yeni gelir fırsatları yaratılmıştır. Ortak Tarım Politikası araçları kullanılarak hammadde sorununu çözmeyi hedefleyen AB, bu uygulamaların hemen devamında Biyoyakıt Direktifi'ni hazırlayarak imzaya açmıştır.

Üye ülkeleri doğrudan ilgilendiren Biyoyakıt Direktifi'nde üyeler için alternatif enerji kaynakları kullanımında belirli kararlar alınmıştır. Biyoyakıt Direktifi'nde biyodizel ile ilgili olarak alınan önemli kararlarla birlikte, enerji kullanımı, verimlik ve alternatif enerjiyle ilgili aşağıdaki kararlar alınmıştır:

- Birlik üyelerinin, maliyet etkinliğini de dikkate alarak, biyoyakıt ve diğer alternatif enerji kaynaklarını teşvik etmeleri.
- Biyoyakıtların ve diğer alternatif enerji kaynakları kullanımının artmasının ekonomik boyutunun ve çevresel etkilerinin değerlendirilmesi.
- Biyoyakıt hammaddesi olarak kullanılan tarımsal ürünlerin hammadde olarak sürdürülebilirliğinin sağlanması, özellikle arazi kullanımı, bitki yetiştiriciliği, ürün rotasyonu ve pestisit kullanımının düzenlenmesi.
- Biyoyakıtların ve diğer alternatif enerji kaynaklarının kullanımının iklim değişikliği ve CO<sub>2</sub> emisyonlarını azaltıcı etkilerinin değerlendirilmesi.
- Ulaşım sektöründe, enerji verimliliği konularında uzun dönemli düzenlemelerin ve fırsatlarla ilgili çalışmaların yapılması.

Direktifle birlikte alınan bu önemli kararlar, birlik içerisinde biyoyakıtların özellikle biyodizelin üretimi ve gelişimini önemli ölçüde etkilemiştir. Birliğe üye ülkeler için yasal yaptırımların başlaması, ülkelerin konuya daha ciddi bakmasına neden olmuş ve biyoyakıt konusunda gelişmelerin hız kazanması sağlanmıştır. AB Komisyonu tarafından belirlenen yasal zorunluluklar ve düzenlemelere rağmen, 31 Ocak 2005 yılı için belirlenen % 2 oranında biyoyakıt kullanım hedefi gerçekleştirilememiştir. Birlik üyeleri için öngörülen % 2 oranı, bu tarihte üye ülkeler ortalaması olarak % 1,4 şeklinde gerçekleşmiştir. Elde edilen % 1,4 karışım oranı kötü bir ortalama olmamakla birlikte, hedeflerin gerisinde kalınması, beraberinde biyoyakıtlarla ilgili yeni yaptırımları gündeme getirmiştir. AB'de biyodizelin petrol dizeline karıştırılması 2010 yılına kadar % 2, 2020 yılına kadar da % 5,75 oranında zorunlu kılınmıştır (Sabancı, 2006).

#### 4.2.2. AB 2005 Biyokütle Hareket (Eylem) Planı

AB, Biyokütle Hareket Planı'yla, yenilenebilir enerji kullanımının çevre ve rekabet gücü açısından gerekli olduğunu vurgulamış ve biyokütle enerjisinin yenilenebilir enerji kaynakları içerisindeki önemine dikkat çekmiştir. Biyokütle enerji kaynaklarının maliyetinin düşük olması, çevreci olması, bölgesel olarak ekonomik yapıya katkılar sağlaması ve çiftçilere ek gelir olanakları yaratması gibi avantajlarına da bu planda vurgu yapıldığı görülmektedir. Bununla birlikte, AB tarafından kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarının yaklaşık yarısının biyokütle enerjisinden oluşması, biyokütle enerjisine odaklanılmasına neden olmuştur.

Biyokütle Eylem Planı çerçevesinde ikinci nesil biyoyakıtların kullanım olanaklarının artırılması ve bu şekilde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması da amaçlanmıştır. Hazırlanan eylem planında; bioetanolun birlik içerisinde ticaretinin serbest hale getirilmesine yönelik düzenlemeler, konu uzmanları tarafından hazırlanan sosyal düzenlemeler ve sorunların çözümüne ilişkin öneriler olmakla birlikte, yakıt direktifine yönelik olarak yaptırımların da bulunduğu dikkatleri çekmektedir.

#### 4.2.3. AB 2006 Biyoyakıt Strateji Raporu

AB özellikle ulaşım sektörüne bağlı olarak artan sera gazı emisyonlarının etkilerini azaltmak, enerjide dışa bağımlılığını azaltmak, enerjide çeşitlilik ve kendine yeterli olma gibi faktörlerden dolayı biyoyakıtları önemli bir çıkış noktası olarak görmektedir. Enerji ve çevresel konularda yaşanan sorunların çözümünde önemli bir anahtar görevini üstlenileceğine inanılan biyoyakıtların gelişimi ile birlikte, AB içerisinde kırsal kesimde yaşamlarını sürdüren insanlara alternatif gelir ve istihdam sağlanabileceği belirtilmektedir.

2003 yılında hazırlanan Biyoyakıt Direktifi ve düzenlemeleri, 2005’de Biyokütle Eylem Planı ile devam etmiş ve 2006 yılına gelindiğinde biyoyakıt stratejilerinin belirlenmesi amacıyla Biyoyakıt Strateji Raporu oluşturulmuştur. Bu stratejinin 3 temel amacı bulunmaktadır (Yaşar, 2009):

- 1) AB ve gelişmekte olan ülkelerde biyoyakıt üretim ve kullanımının, küresel olarak çevreye pozitif etkilerinin ve Lizbon Stratejisi’nin dikkate alınarak teşvik edilmesi.
- 2) Büyük ölçekte biyoyakıt kullanımının gerçekleştirilmesi için, hammadde yetiştiriciliğinde rekabet edilebilirliğin sağlanabilmesi amacıyla ikinci nesil biyoyakıtlar için araştırma-geliştirme çalışmalarının desteklenmesiyle birlikte, üretilen biyoyakıtların tanıtım çalışmalarıyla pazara uyumlu hale getirilmesi için teşviklerin verilmesi.
- 3) Gelişmekte olan ülkelerde AB şeker reformunun etkilerinin, biyoyakıt ve hammadde üretiminin ve sürdürülebilir biyoyakıt üretiminin gelişebilmesi amacıyla AB’nin düzenleyici rol oynayacağı yeni fırsatların ortaya çıkarılması.

AB’nin biyoyakıt stratejisi incelendiğinde karşımıza 7 temel politika stratejisinin çıktığı görülmektedir. Bu stratejiler şunlardır:

- Biyoyakıt talebinin teşvik edilmesi,
- Çevresel faydaların değerlendirilmesi,
- Biyoyakıt üretimi ve dağıtımının geliştirilmesi,
- Hammadde arzının artırılması,
- Ticaret olanaklarının geliştirilmesi,
- Gelişmekte olan ülkelerin desteklenmesi ve
- AR-GE çalışmalarının desteklenmesidir.

#### **4.3. AB’de Biyoyakıtlara Yapılan Desteklemeler**

AB içerisinde biyoyakıt üretimine ve sektöre yönelik destekler incelendiğinde, bunların 4 temel alanda yoğunlaştıkları görülmektedir (Wisniewski ve ark., 2008). Bunlar:

##### **1- Tarımsal Üretim**

- a) Enerji bitkileri üretimi için sağlanan destekler
- b) Enerji bitkileri üretimi için zorunlu arazi tahsisi

##### **2- Biyoyakıt Üretimi**

- a) Araştırma ve geliştirme için yapılan harcamalar
- b) Biyoyakıtların üretimi amacıyla yapılan yatırımlara destek ve krediler
- c) Biyoyakıt üreticileri için vergi teşvikleri /dolaylı vergilerin kaldırılması
- d) Biyoyakıt üreticileri için kota sistemi uygulaması

##### **3- Biyoyakıtların Dağıtım**

- a) Biyoyakıtların kalite durumuna yönelik uygulamalar
- b) Dağıtımçıları için kota sistemi uygulaması
- c) Belirli miktardaki biyoyakıtların pazarlanmasında vergi indiriminin sağlanması
- d) Dağıtımçıların biyoyakıt kullanmasına yönelik yaptırımlar
- e) Biyoyakıtların satışı için petrol istasyonlarının kurulması veya modernize edilmesi amacıyla yapılan desteklemeler

##### **4- Biyoyakıtların Pazarlanması ve Son Kullanıcıların Desteklenmesi**

- a) Biyodizel kullanıcıları için yapılan teşvikler
- b) Kamu kesiminde saf biyodizel kullanımına olanak verecek araç filolarının oluşturulması
- c) Hükümet planları ve stratejileri

ABD’de biyodizel galon satış fiyatı 2 \$, Finlandiya’da 0,025 Euro/litre, Fransa’da 0,3 Euro olup, bu fiyatın 2005 yılında 0,15 Euro değerine indirilmesi planlanmıştır (OSD, 2005).

AB içerisinde biyoyakıtların desteklenmesi söz konusu olduğunda, temel araç olarak vergi muafiyetlerinin kullanıldığı görülmektedir. Birlik içerisinde gümrük vergilerinin kaldırılması şeklinde yapılan vergi muafiyetleri ve teşvikleri sayesinde, yüksek biyoyakıt fiyatlarının desteklenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçları gerçekleştirmek amacıyla, 2006 yılında biyoyakıtlara 3,7 Milyar Euro destek sağlanmıştır. Yapılan destekler incelendiğinde; biyoetanolda 0,74 Euro/litre olan desteklemenin, biyodizelde 0,50 Euro/litre olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2).

**Çizelge 4.2. AB’de 2006 Yılında Biyoetanol ve Biyodizel Üretimi İçin Destekler (Wisniewski ve ark., 2008)**

Destekleme Şekilleri	Birimler	Biyoetanol	Biyodizel
Toplam transferler	Milyon Euro	1.290	2.436
Litre başına destek (Tüketilen)	Euro/litre	0.74	0.50
Enerji birimi başına destek (GJ)	Euro/GJ	35	15
Desteklerin petrol veya dizel olarak eşdeğer karşılıkları	Euro/litre eşdeğeri	1,10	0,55

Üye ülkelerin bireysel olarak yaptıkları vergi muafiyetleri ile biyoyakıt üretimi ve kullanımının yaygınlaşması hedeflenmekle birlikte, 2007 yılında 16 üye ülkenin imzaladığı gümrük vergilerinin kaldırılması anlaşması, AB’nin biyoyakıt konusundaki hedeflerinin gerçekleşmesi açısından önem arz etmektedir. AB’nin biyoyakıtları desteklemesinin nedenleri olarak aşağıdaki faktörler sayılabilir:

- Sera gazlarının azaltımı.
- Yakıt kullanımından kaynaklanan sağlığa zararlı gazların olumsuz etkilerinin azaltılması.
- Yakıt kaynaklarının çeşitlendirilmesi.
- Uzun dönemde fosil yakıtları ikame edebilmesi.
- Biyoyakıt üretiminin kırsal alanlarda istihdam ve gelir olanaklarının gelişmesine katkı sağlamasıdır.

## **5. BİYODİZELİN TÜRKİYE’DEKİ DURUMU VE GELİŞİMİ**

Ülkemizde biyoyakıtlarla ilgili gelişmeler genel olarak 2000’li yıllardan sonra hız kazanmakla birlikte, biyoyakıtlarla ilgili ilk çalışmalar, yakıt alkolü adı altında 1931 yılında Ziraat Kongresi’nde dile getirilmiştir (Karaosmanoğlu, 2008). Bunu takip eden dönemde yakıt alkolü ile ilgili olarak çalışmalar devam etmiş ve 1934 yılında Cumhuriyetimizin kurucusu ulu önder Mustafa Kemal ATATÜRK tarafından “Bitkisel Yağların Tarım Traktörlerinde Yakıt Olarak Kullanımı” adı altında Atatürk Orman Çiftliği’nde biyodizelle ilgili ilk çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmada harp ve benzeri durumlarda enerji konusunda yaşanacak sıkıntılar düşünülmüş ve ulusal kaynaklarla bu sıkıntıların giderilmesi hedeflenmiştir. Biyodizelle ilgili olarak ilk çalışmaların Avrupa Birliği’nden önce ülkemizde yapılması sevindirici bir gelişme olmakla birlikte, 1934 yılından sonra, 2000’li yıllara gelene kadar ülkemizde biyodizelle ilgili çalışmaların yapılmamıştır. Enerjide yaşanan sorunlar ve dışa olan bağımlılık zaman içerisinde ülkemizde de enerji konusunda alternatif olanakların değerlendirilmesi gerektiği sonucunu doğurmuştur.

Alternatif enerji kaynakları üretimi ve kullanımının giderek yaygınlık kazanması, çevre bilincinin artması ve alternatif enerjiye yönelik verilen desteklerden dünya genelinde birçok ülke etkilenmiştir. Bu bağlamda dünyada giderek yaygınlaşan biyoyakıt enerjisinden ülkemiz de olumlu etkilenmiş ve biyoyakıtlarla ilgili çalışmalar başta biyodizel olmak üzere, 2000’li yılların başında hız kazanmıştır. Dünyada, biyodizelle ve diğer biyoyakıtlarla ilgili yapılan çalışmaların ülkemizi de etkilemesi sonucunda, üniversitelerde ve araştırma kurumlarında biyodizelle ilgili çalışmalar artmış ve artan enerji fiyatlarına bağlı olarak sıkıntı yaşayan ülkemizde biyodizel konusu hızlı bir gelişme seyrine girmiştir. Bu gelişmelere paralel olarak, 2001 yılında Sanayi ve Ticaret Bakanlığı tarafından “Biyodizel Çalışma Grubu” nun kurulması biyodizelle ilgili çalışmaların yasal sürecinin de başlamasıyla devam etmiştir.

Bunu izleyen dönemde, ülkemizde biyodizel üretiminin hızlı bir şekilde artış gösterdiği görülmektedir. Ülkemizde biyodizelin hızlı gelişiminin nedenleri incelendiğinde; hızlı gelişen dizel teknolojisinin benzinli araçlarla rekabet edebilir duruma gelmesi ve biyodizelin dizel yakıtla oranla daha düşük fiyata sahip olması sonuçları kolayca çıkarılabilir. Dizel teknolojisinin sağladığı güç ve yakıt maliyetinin benzine oranla az olması, binek araçlarında da gelişmelerin dizel araçlar lehine sonuçlanmasına neden olmuştur. Türkiye’de 1999 yılında % 1,5 dizel ve % 98,5 olan benzinli binek aracı sayılarının, 2005 yılına gelindiğinde % 38 dizel araç ve % 62 benzinli binek araç şeklinde gelişme göstermesi, dizel yakıt tüketimine dolayısıyla biyodizelle olan talebi artırmıştır (Yaşar ve Bahadır, 2006). Ülkemizde binek araçlarındaki bu gelişme seyri devam etmiş ve 2008 yılına geldiğimizde de dizel ve benzinli binek aracı oranının yaklaşık olarak aynı seviyeye ulaştığı görülmektedir.

### **5.1. Türkiye’de Biyodizelin Yasal Süreci**

Ülkemizde biyodizelle ilgili olarak yaşanan gelişmelerin daha iyi anlaşılabilmesi için, biyodizelin yasal sürecinin ayrıntılı olarak incelenmesi gerekmektedir. Biyodizelle ilgili ilk gelişmelerin 2000’li yıllarda başlamasına rağmen, Türkiye’de biyodizelin yasal olarak dile getirilmesi, 04.12.2003 tarihinde 5015 sayılı

Petrol Piyasası Kanunu'nda, biyodizelin petrole harmanlanan ürünler arasında sayılmasıyla olmuştur (EPDK, 2009). 5015 sayılı Petrol Kanunu ile ülkemizde üretilen veya ithal yoluyla temin edilen petrolün işlenerek, uygun standartlarda iç piyasaya sunumunun düzenlenmesi ve kontrolünün sağlanması amaçlanmıştır. Bu kanunla birlikte biyodizel için; “fiziksel veya kimyasal işlem, rafinaj veya diğer yöntemlerle ham petrol ve/veya ürünlerinden elde edilen ürün veya ara ürün herhangi bir hidrokarbonu ifade eder” şeklinde bir tanımlama yapılmıştır. Ülkemizde biyodizel için dönüm noktası olan bu tanımlamayla birlikte, biyodizel özel tüketim vergisi (ÖTV) dışında tutulmuş ve biyodizelin gelişmesi hız kazanmıştır.

Biyodizelin ÖTV kapsamı dışında tutulması, biyodizel sektörünün ülkemizde hızlı bir şekilde gelişmesine neden olmuştur. Sektörün gelişmesiyle birlikte artan biyodizel üretimi, olumlu bir gelişme gibi gözükse de; standartlarda yaşanan sıkıntılar, kalitesiz üretim, biyodizel konusunda yeterli altyapının olmaması gibi nedenler, sektörün sıkı bir kontrol altına alınmasını zorunlu hale getirmiştir. 25579 sayılı Resmi Gazete’de 10.09.2004 tarihinde yayınlanan “Petrol Piyasasında Uygulanacak Teknik Kriterler Hakkında Yönetmelik” ve 17.6.2004 tarihinde 25495 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “Petrol Piyasası Lisans Yönetmeliği” ile biyodizel akaryakıt kapsamına alınmıştır (EPDK, 2009). Biyodizelin akaryakıt olarak kabul edilmesiyle birlikte, ithalatı, dağıtımı, taşınması ve son tüketiciye kadar olan tüm işlemler lisans kapsamında değerlendirilmeye başlanmıştır. Biyodizel sektörünün lisans kapsamına alınmasıyla birlikte, biyodizelle ilgili düzenlemeler de hız kazanmaya başlamıştır.

Biyodizel konusunda yaşanan gelişmelere paralel olarak, çözülmesi gereken bir diğer önemli sorun ise, ülkemize uygun biyodizel standardının oluşturulması ve güncellenmesi olarak görülmektedir. Bu sorunu aşabilmek amacıyla, Türk Standartları Enstitüsü (TSE) çalışmalara başlamış ve Elektrik İşleri Etüd İdaresi tarafından 2003 yılında teklif edilen biyodizel standartlarını incelemiştir. TSE tarafından yapılan çalışmalar ve incelemelerin ardından, ülkemizde 2005 yılının Ekim ayında TS EN 14214 oto biyodizeli ve TS EN 14213 yakıt biyodizeli standartları kabul edilmiştir (TSE, 2005). Ülkemizde TSE tarafından kabul edilen standartlar, AB tarafından uygulanan standartlar esas alınarak oluşturulmuş standartlardır. Ülkenin sahip olduğu tarımsal kaynaklar ve biyodizel sektörü incelenmeden kabul edilen bu standartlarla birlikte, ülkemizde biyodizelle ilgili sıkıntılı günlerin başladığı söylenebilir.

TSE, Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK) ve Sanayi ve Ticaret Bakanlığı'nın yürüttüğü çalışmalar sonrasında belirlenen standartlar ve piyasa düzenlemeleriyle biyodizel sektörü kontrol altına alınmaya ve düzenlenmeye çalışılmıştır. Resmi kurumlarda bu gelişmeler yaşanırken, diğer taraftan hızla artan biyodizel üreticileri ve biyodizel üretimi, sektörde yaşanan sorunlar nedeniyle yasal düzenlemeler yapılması zorunluluğunu gerektirmiştir. Ülkemizde *merdiven altı* diye tabir edilen işletmelerin hızla artması ve standart dışı yapılan biyodizel üretiminin neden olduğu sıkıntıları giderebilmek ve sektörü kayıt altına alabilmek amacıyla, EPDK'nın 05.01.2006 tarihli ve 630/26 sayılı kararı ile biyodizel üreticilerine işleme lisansı alma zorunluluğu getirilmiştir (Yaşar, 2009).

Biyodizel sektörüne ilişkin olarak yaşananlar ve piyasayı düzenleme çalışmaları devam ederken, piyasada haksız rekabet sorunları yaşandığı belirtilerek 30.03.2006 tarihinde 5479 Sayılı Gelir Vergisi Kanunu'nda değişiklik yapılmış ve 3824.90.99.90.54 GTİP numaralı oto biyodizeline litrede 0,6498 TL Özel Tüketim Vergisi (ÖTV) getirilmiştir. Oto biyodizeline uygulanan bu vergi, bunu takip eden dönemde 0,72 TL/lt'ye çıkarılmıştır. Sektörü oldukça kötü etkileyen bu yüksek oranlı vergi ile birçok üretici firma üretimlerini durma noktasına getirmişler ya da üretimlerine ara vermişlerdir. Oto biyodizeline giderek artan ÖTV uygulamaları, biyodizel firmalarının ÖTV uygulanmayan yakıt biyodizeli üretimine yönelmelerine neden olmuştur (Yaşar, 2009).

Getirilen yüksek ÖTV miktarıyla durma noktasına gelen sektörün yeniden aktif hale gelebilmesi amacıyla, 08.12.2006 tarihinde 26370 Sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan 05.06.2007 tarihli Bakanlar Kurulu Kararı ile yerli hammaddeden üretilen oto biyodizelin % 2 oranında harmanlanması ÖTV'den muaf tutulmuştur. Bu muafiyet kararının, 8 Aralık 2006 tarihinde Bakanlar Kurulu kararı ile yerli hammaddeden üretilen oto biyodizelin dağıtımının lisanslı petrol şirketleri tarafından yapılması şartıyla geçerli olacağı belirtilmiş ve biyodizelde yaşanan sorunlar had safhaya ulaşmıştır (Yaşar, 2009).

Üretici firmalardan elde edilen biyodizelin satışını gerçekleştirebilmek amacıyla, lisanslı dağıtım firmalarının yıllık 30 bin ton dağıtım yapma koşuluyla dağıtım lisansı ve bayilik alabilecekleri EPDK tarafından belirlenmiştir. Bu aşamada biyodizel dağıtımını yapmak isteyen dağıtım firmaları, yasal yükümlülüklerini yerine getirip, üreticilerden biyodizel alma yoluna gitmektedirler. Bu noktada dağıtım

firmaları, kendi çıkarlarını ve ticari karlarını ön plana çıkararak fiyatlarını düşük tutmuşlar ve biyodizel üreticilerini zor durumda bırakmışlardır. Dağıtım firmaları ile fiyat konusunda anlaşamayan ve yasal olarak ta ürünlerini piyasaya sunamayan biyodizel firmaları, üretimlerini azaltmışlar ve ürünlerini depolayarak çalışmalarına devam etmek zorunda kalmışlardır.

Bu gelişmelerle birlikte; biyodizel firmalarına getirilen işleme lisansı alma zorunluluğu, yüksek ÖTV, standartlara uygun üretim yapma ve bunların dışında gelişen bürokratik işlemler sektörün gelişimini olumsuz etkilemeye devam etmiştir. Bu aşamada üretici firmalar üretimlerini durdurmaya ya da kayıt dışı üretim yapmaya yönelmişlerdir. Özellikle kayıt dışı üretim yapan firmalar, ödemedikleri ÖTV yüzünden bütçe için vergi gelirleri içerisinde önemli bir gelir kaybına neden olmuşlardır. Bu dönemde yaklaşık olarak 400-500 bin ton biyodizelin ÖTV ödenmeden piyasaya sunulduğu tahmin edilmektedir. Bu da bütçede önemli gelir kaybına neden olmaktadır.

Yapılan düzenlemelerle, biyodizel üretimi, dağıtımı ve piyasaya ilişkin denetleme mekanizmalarının da oluşturulması amaçlanmıştır. Fakat bu noktada dikkate alınması gereken önemli ayrıntı, kendi ihtiyacı için yerli hammaddeyle üretim yapan firmaların hatta kişilerin bile biyodizel üretimini gerçekleştirebilmeleri için EPDK'dan izin almak zorunluluklarının olmasıdır. EPDK'dan lisans alan firmaların, standartlara uygun üretimi gerçekleştirip, elde ettikleri yakıt biyodizelin kırıncıya boyamak ve lisanslı dağıtım firmaları aracılığıyla ulusal marker ile işaretleyerek piyasaya sunma zorunlulukları vardır. Bu şekilde üretim yapmayan ve piyasaya ürün satışını gerçekleştirmeye çalışan firmalar, kaçakçılık kapsamında değerlendirilmekte ve parasal cezalara tabi tutulmaktadır.

Biyodizel firmaları artan hammadde, ÖTV ve atık yağlardan biyodizel üretimine yönelik yasal altyapının oluşturulmasıyla, zaman içerisinde atık yağlardan biyodizel üretimine yönelmeye başlamışlardır. Atık yağların üretimde kullanılmasıyla birlikte biyodizel için yeni bir dönem başlamıştır. Özellikle atık yağda sorun yaşayan ülkemizde, 350.000 ton gibi önemli bir rakama ulaşan atık yağ miktarı ciddi problemleri beraberinde getirmektedir. Bu yağlar doğaya karışmakta, çevresel sorunlara davetiye çıkarmakta ve geri dönüşü zor olan sorunlara neden olmaktadır. Atık yağlarda karşılaşılan bu sorunların önüne geçilebilmek ve bu yağların biyodizel üretiminde kullanılması ile alternatif bir kullanım alanı da ortaya çıkmaktadır.

Ülkemizde bitkisel ve hayvansal kökenli atık yağların depolanmadığı, doğrudan veya dolaylı olarak çevreye atıldığı düşünülürse, atık yağların çevresel etkileri daha iyi anlaşılabilir. Bu kapsamda EPDK'dan işleme lisansı alan firmalar, Çevre ve Orman Bakanlığı'nın "Bitkisel Atık Yağların Kontrolü" yönetmeliğine uygun olarak Elektrik İşleri Etüt İdaresi ve TÜBİTAK'tan alınacak Teknik Uygunluk Raporları'nın kuruma ulaştırılması sonrasında atık yağları biyodizel yapımında kullanabilecek yasal duruma gelebilmektedirler. Bununla birlikte atık yağların toplanması, depolanması ve taşınması sırasında özel araçların kullanılması ve sadece lisanslı firmaların bu maddeleri toplayabilme zorunluluğunun olması, bu yağların olası zararlarının en aza indirilmesi açısından önem arz etmektedir.

Atık yağ kullanılarak biyodizel üretiminin daha ekonomik ve hammaddenin daha ucuz olduğunun farkına varılması, firmaların atık yağlardan biyodizel üretimine yönelmelerine neden olmuştur. Atık yağları hammadde olarak kullanmaya başlayan firma sayısının artmasıyla birlikte, hammadde temininde ciddi sorunlar yaşanmaya başlamıştır. Zaman içerisinde; atık yağların istenilen miktarda ve zamanda temin edilememesi, atık yağ fiyatlarının yükselmesi ve atık yağ sektöründe denetimlerin artması, firmaları atık yağlardan biyodizel üretiminden de vazgeçmeye zorlamıştır.

Biyodizel sektöründe artan ÖTV nedeniyle, oto biyodizeli üretiminden yakıt biyodizeline yönelen firmalar ise 6 Haziran 2008'de, EPDK tarafından yakıt biyodizele de litrede 0,72 TL ÖTV getirilmesiyle üretimlerini durdurmuşlardır. Sonuç olarak, yakıt biyodizeline uygulanan bu ÖTV ile birlikte, sektörde artık gerileme döneminin sonuna geldiği ve biyodizel üretiminde durma noktasının başladığı görülmektedir.

## **5.2. Türkiye'de Biyodizel Üretimi ve Gelişimi**

Türkiye'nin biyodizel kurulu kapasitesi 2006 yılı itibariyle incelendiğinde, değişik bölgelerde faaliyet gösteren, farklı üretim kapasitelerine sahip biyodizel firmalarının olduğu görülmektedir. Biyodizel sektörünün gelişmesiyle, özellikle yağ fabrikaları ilave yatırımlar yaparak, üretim tesislerini biyodizel üretimini gerçekleştirebilecek şekilde modifiye etmişlerdir. Bu şekilde firmaların kaynaklarını verimli kullanarak üretim yaptıkları ve üretim dönemlerini tüm yıla yayarak ilave gelir ve istihdam olanakları sağlamaya çalıştıkları görülmektedir. Ülkemizde biyodizel üretim kapasitesine ilişkin veriler arasında

tutarlılık olmamakla beraber, 1,5 milyon ton dolaylarında bir üretim kapasitesinin var olduğu bilinmektedir (Albiyobir, 2009). Üretim kapasitesiyle ilgili resmi kaynaklar incelendiğinde, 2006 yılında 166 bin olan işleme lisansı alan biyodizel tesisleri kapasitesinin, 2007 yılı itibarıyla yaklaşık 1 milyon ton üretim kapasitesine ulaştığı görülmektedir (EPDK, 2008). Sektörle ilgili olarak uyum çalışmaları düzenlemelerinin 2007 yılında tamamlanmasıyla, 2007 yılında, 2006 yılına göre üretim kapasitesi yaklaşık 6,5 kat artış göstermiştir. Ülkemiz biyodizel potansiyeli hakkında değinilmesi gereken diğer bir önemli nokta da, üretim potansiyeli olarak AB içerisinde Almanya'dan sonra 2008 yılına kadar dünyada ikinci sırada yer alıyor olmamızdır (Yaşar, 2009).

Ülkemizde 2006 yılında işleme lisansı almak için yapılan başvuru sayısı 275, 2007 yılında 59 ve 2008'de ise 7 olarak gerçekleşmiştir. Sektördeki sıkıntılara bağlı olarak, işleme lisansı başvurularının da önemli ölçüde azaldığı görülmektedir. Sektörde 2006 yılında, işleme lisansı olan firma sayısı 4, 2006'da 54 ve 2008 yılında ise 59'dur. 2008 yılı sonu itibarıyla işleme lisansı alan firma sayısında önemli bir gelişme olmamıştır. Ülkemizin biyodizelde kayda değer ölçüde bir işleme potansiyeli olmakla birlikte, sektörde yaşanan sorunlar nedeniyle, mevcut işleme potansiyelimizin 2007 yılıyla birlikte atıl kalmaya başladığı ve faaliyet gösteren firmaların giderek sektörde kayıt dışı üretime yöneldikleri görülmektedir. Yüksek ÖTV, denetimler ve hammadde gibi yaşanan sorunlar sektörde faaliyet gösteren firmaların üretimlerini durdurmalarına neden olmuştur (Yaşar, 2009).

Ülkemizde biyodizel üretim rakamlarının belirlenmesine ilişkin olarak önemli sıkıntılar yaşanmaktadır. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı kayıtlarından hareketle, ülkemizde biyodizel üretim rakamları incelendiğinde, 1996 yılında 75 bin ton olan üretimin, 2007 yılında 180 bin ton olduğu görülmektedir. Biyodizel üretimimizin 2012 yılında 350 bin ton olması planlanmakta ve bakanlık tarafından bu konuda çalışmalar yapılmaktadır. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı tarafından 2012 yılı için öngörülen 350 bin tonluk üretimin gerçekleşmesi, oldukça zor ve iyimser bir tahmindir. Durma noktasına gelen biyodizel sektörde, belirtilen hedeflere ulaşılabilmesi için çok özel önlemlerin alınması gerektiği söylenebilir (Yaşar, 2009).

### **5.3. Türkiye'de Biyodizel Üretiminin Analizi**

Enerji konusunda sıkıntılar yaşayan ve dışa bağımlı bir yapı gösteren ülkemizde, dünyadaki gelişmelere paralel olarak alternatif enerji kaynaklarına yönelmelerin olduğu görülmektedir. Özellikle çevresel sorunların enerji kaynaklarına bağlı olarak artış göstermesi ve sorunların küresel boyuta dönüşmesi, ülkeleri enerjide temiz, yenilenebilir ve çevreci kaynakların kullanımına yönlendirmiştir.

#### **5.3.1. Türkiye'ye Biyodizel Üretiminin Sağlayacağı Avantajlar**

Ülkemizde biyodizel üretim ve kullanımını olumsuz etkileyen pek çok faktör olmakla beraber, biyodizel üretimiyle sağlanabilecek önemli ülkesel avantajların da olduğu söylenebilir. Biyodizel üretiminin ülkemize sağlayacağı avantajlar şunlardır (Yaşar, 2009):

- ✓ Hammadde açısından uygun tarımsal potansiyel
- ✓ AB'nin hammadde ve biyoyakıt arzının yetersizliği
- ✓ Kırsal kalkınma hedeflerine sağlanan katkılar
- ✓ Enerji arzı ve çeşidine sağlanacak katkılar
- ✓ Atıl yağ sanayine yönelik fırsatlar
- ✓ Atık yağların değerlendirilmesi ve sağlanacak çevresel katkılar

#### **5.3.2. Türkiye'de Biyodizel Üretim Maliyeti**

Türkiye biyodizel üretim potansiyeli açısından Almanya'dan sonra önemli üretici ülkeler arasında yer almaktadır. Ülkemizde modern biyodizel tesisleri olduğu gibi, yağ fabrikalarına eklemeler yapılarak biyodizel üretim tesislerine dönüştürülen üretim tesisleriyle de karşılaşmaktadır. Bununla birlikte, özellikle küçük ölçekli işletmelerin kullanımı için dizayn edilen esterleşme makinelerinin de piyasadan temin edilip, biyodizel üretiminde kullanıldığı görülmektedir.

Ülkemizde 2,01 TL/l olarak hesaplanan üretim maliyetinin üzerine, 0,72 TL/l ÖTV eklendiğinde biyodizel fiyatı 2,73 TL/l'te ulaşmaktadır. ÖTV'li biyodizel fiyatına % 18 KDV'nin eklenmesiyle birlikte biyodizel fiyatı litrede 3,22 TL'yi bulmaktadır. Akaryakıt dağıtım istasyonları ve biyodizel üretim tesisleriyle yapılan görüşmeler sonrasında sektördeki kar payı oranları incelenerek, bulunan bu değere firma kar payı da eklenmiş (% 10) ve biyodizel satış fiyatı 3,54 TL/l'ye ulaşmıştır (Yaşar, 2009).

Biyodizel üretiminde ham yağ kullanılarak üretimin gerçekleştirilmesi durumunda; litre fiyat 1,89 TL/l olarak hesaplanmıştır. Bu maliyetin üzerine ÖTV eklendiğinde 2,61 TL/l olan maliyet, KDV ile birlikte de 3,08 TL/l değerine ulaşmaktadır. Firmanın kar payını eklemesiyle birlikte, ham yağdan üretilen biyodizelin litre fiyatı 3,39 TL/l olarak hesaplanmıştır. Biyodizel üretiminde kolza yağının alınıp kullanılmasıyla üretilen biyodizel maliyetinin, üretim tesislerinde kolza işlenmesiyle elde edilen yağdan üretimle kıyaslandığında, daha düşük maliyetli olduğu yapılan önemli tespitler arasındadır (Yaşar, 2009).

Atık yağdan üretilen biyodizelin litre fiyatı 0,82 TL/l olarak hesaplanmış ve üretim maliyetinin üzerine ÖTV'nin eklenmesiyle 1,54 TL/l olan maliyet, KDV ile birlikte 1,82 TL/l değerine ulaşmıştır. Üretici firmanın kar oranıyla birlikte, atık yağdan biyodizel üretim maliyeti 2,0 TL/l olarak hesaplanmıştır. Ülkemizde üretilen biyodizelin maliyeti ÖTV ve KDV hariç 2 TL/l civarında olup, AB ortalamasının altındadır. AB üyeleri içerisinde biyodizel fiyatı farklılıklar göstermekle birlikte, ortalama olarak 0,95-1-15 Euro/l dolaylarındadır. Ülkemizde sektöre yönelik özel düzenlemeler ve biyodizel konusunda sürdürülebilir üretimin sağlanmasıyla, AB'nin iyi bir pazar olacağı söylenebilir (Yaşar, 2009).

Biyodizel üretim maliyeti yüksek olan bir yakıttır. Yağlı bitki tohumundan üretim yapan tesislerde biyodizel maliyetindeki en büyük pay tohumuna aittir. Atık yağı hammadde olarak kullanan işletmelerde üretim maliyeti göreceli olarak daha azdır. Üretim maliyetini düşüren unsurlar, üretim sırasında elde edilen yan ürünlerin (küspe ve gliserin) değerlendirilmesidir. Özellikle gliserin biyodizel üretim maliyetini belirleyen ve tesisin mali faydasını direkt etkileyen bir yan üründür. Gliserinin saflaştırılarak pazarlanması işletmenin kar marjını artırır. Ayrıca saflaştırma sırasında elde edilen gübrenin de ekonomik değeri vardır.

### 5.3.3. Türkiye'de Biyodizel Kullanımına İlişkin Kısıtlar

Ülkemizde biyodizel konusunda yaşanan sıkıntılar ve kısıtlar aşağıdaki gibi özetlenebilir (Yaşar, 2009):

- Hammadde sorunu
- Biyodizelin tanımlanmasına ilişkin sıkıntılar
- Biyodizel mevzuatına ilişkin sorunlar
- Biyodizele uygulanan özel tüketim vergisi
- Kayıt dışı üretim
- Biyodizel standartları
- Gıda ürünlerinin fiyatlarının yükselmesi

### 5.4. Türkiye'de Biyodizel Üretimini Tarım Sektörü Açısından Değerlendirilmesi

Tarımsal açıdan biyoyakıtların önemi aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Tarımsal üretimde çeşitlilik sağlamak,
- Tarımsal ekolojiye olumlu katkıda bulunmak,
- Biyoyakıt üretimi yoluyla organik tarımın gelişmesini desteklemek,
- Ürün çeşitliliğini sağlayarak, sürdürülebilir tarımsal bir yapı oluşturmak,
- Yağ bitkileri tarımını yaygınlaştırarak, bitkisel yağ üretimini artırmak,
- Çiftçilerin tarımsal giderlerini azaltmak ve alternatif ürün olarak yağ bitkileri yetiştirerek gelirlerini artırmak,
- Tarımda ekim nöbetini yaygınlaştırarak, toprak verimliliğini artırmak ve polikültür tarıma olanak sağlamak,
- Biyoyakıt üretiminden geriye kalan organik yapılı atıkların hayvan yemi olarak değerlendirilmesini sağlamak,
- Dışsıtım potansiyeli yüksek ve ülke içinde katma değer üretecek olan yeni bitki türlerinin ekonomiyeye kazandırılmasını sağlamak ,

#### 5.4.1. Biyodizel İçin Hammadde Sorunu

Biyodizel üretiminde başta yağlı tohumlar olmak üzere, bitkisel-hayvansal kökenli yağların, her türlü atık bitkisel-hayvansal yağlar ile sanayi kökenli atık yağların da biyodizel üretiminde hammadde olarak kullanılabilirdiği görülmektedir. Bu hammaddelerin kullanımı biyodizel tanımlamasında yasal olarak da belirtilmiş ve yasal mevzuatlar kapsamında kullanımına imkan sağlanmıştır. Biyodizel üretiminde çok sayıda hammaddeden yararlanabilse de temel hammadde kaynağı yağlı tohumlardır. Bununla beraber, ülkemiz yağlı tohumlarda kendine yeterli olmayıp dışa bağımlı bir özellik göstermektedir. Ülkemizde 2007 yılı itibarıyla, 6,3 milyon dekar alanda yağlı tohum ekilişi yapılmış ve 2,3 milyon ton yağlı tohum üretimi



gerçekleştirilmiştir. Yağlı tohumlar üretimimizin önemli kısmını 1,3 milyon tonla çığit ve 0,85 milyon tonla ayçiçeğinin oluşturduğu ve bunları yerfıstığı, soya, haşhaş, kolza ve diğer yağlı tohumların üretimini izlediği görülmektedir (TÜİK, 2009). Ülkemizde bitkisel ham yağ üretim ve tüketimi Çizelge 5.1'de verilmiştir. Ham yağ üretimi tüketimi karşılamamakta ve açık ithalatla karşılanmaktadır.

**Çizelge 5.1. Türkiye’de Bitkisel Ham Yağ Arz ve Talebi (DPT, 2007)**

Yıllar	Üretim (1000 Ton)	Tüketim (1000 Ton)	İthalat (1000 Ton)
1999	825	1094	582
2000	851	1165	633
2001	688	1054	584
2002	709	1165	587
2003	864	1334	711
2004	874	1257	710
2005	972	1390	730

Bitkisel yağlar gıda sektöründe önemli bir yere sahiptir ve insanların düzenli beslenmelerini sürdürebilmeleri için alınması mutlak gerekli temel besin maddelerindedir. AB ülkelerinde sağlıklı bir beslenme için kişi başına 24 kg/yıl yağ tüketilmesi öngörülür iken Türkiye’de kişi başına yağ tüketimi 19.2 kg/yıl civarındadır. Farklı kullanım alanları ve 71 500 000 ülke nüfusu dikkate alındığında gıda sektöründe Türkiye’nin toplam yağ gereksinimi minimum 1.372 milyon tonun üzerindedir (Çetin ve Kuş, 2008).

Nüfusa bağlı olarak Türkiye’nin bitkisel yağ açığı ithalatla karşılandığından Türkiye’nin yıllık ham yağ ve yağlı tohum ithalatı da her geçen yıl artmaktadır. 2007 yılı içerisinde 1.775 milyon ton yağ tüketimi gerçekleştirilmiş, bunun 577 bin tonu iç üretimle karşılanırken, 1 milyon 100 bin ton yağlı tohum olarak soya, 350 bin ton ayçiçeği, 150 bin ton civarında pamuk, 20 bin ton civarında kolza yağlı tohum olarak ithal edilmiştir. Ham yağ da ise 200 bin ton ayçiçeği, 150 bin ton soya, 120 bin ton mısır özü yağı, 5 bin ton pamuk yağı, 450 bin ton civarında palm yağı ithal edilerek 1 milyar dolar döviz ödenmiştir (Gizlendi, 2008). Yağlı tohum üretim değerlerine baktığımızda, 2000 yılında toplam yağlı tohum üretimi 2 253 448 ton iken, 2004 yılında 2 538 600 tona ulaşmıştır. Ekim alanında fazla artış olmamasına rağmen üretimdeki bu artışın nedeni özellikle ayçiçeği, soya ve çığitteki verim artışıdır. Son yıllarda kanola yağının biyodizel üretiminde önemli bir hammadde olduğunun anlaşılmasından sonra üretiminin de özellikle başta Trakya yöresinde olmak üzere birçok bölgede sözleşmeli çiftçilik yöntemiyle ekiminin yaygınlaştığı dikkate alındığında; 2005 ve 2006 yılı yağlı tohum üretim değerlerinde artış olacağı tahmin edilmektedir (Alptekin ve Çanakçı, 2006).

Yağlı tohumlarda ve ham yağ arzında sorun yaşayan ülkemiz, ithalat yoluyla açığını gidermeye çalışmakta ve her yıl yaklaşık 1 Milyar \$ ödeme yapmaktadır. Biyodizel üretiminin artmasıyla birlikte, ham yağ ve yağlı tohumlara olan talep giderek artmış ve 2008 yılında ülkemiz yağlı tohumlar ithalatı için 1,3 milyar \$ ödeme yapmıştır (TÜİK, 2009).

Ülkemizde biyodizel üretimiyle birlikte artan yağlı tohum kullanımı beraberinde birtakım sorunları da getirmektedir. Biyodizel üretiminde standart hammadde olarak belirlenen kolza ve aspirin üretiminin yetersiz olması, hammaddenin ithalat yoluyla karşılanması sonucunu doğurmaktadır. Ülkemizde yağlı tohumlar ithalat rakamları incelendiğinde; ürün bazında ithalat artışının en fazla olduğu ürünün kolza olduğu görülmektedir. 2004 yılında 5.720 ton olan kolza ithalatı 2005 yılında yaklaşık % 1130 oranında artarak 64610 tona ulaşmıştır. Benzer şekilde 2004 yılında 3020 ton olan kolza yağı ithalatı % 295 artarak 2005 yılında 8900 ton olarak gerçekleşmiştir (FAO, 2008). Aynı dönem içerisinde, soya fasulyesi tohumu % 170 ve ham yağda da % 250 oranına varan ithalat artışlarının olması dikkat çekicidir. Kolzada hızla artan ithalat, otobiyodizel üretiminde kolzanın standart hammadde olarak kullanılması ile yerli hammadde bulamayan sanayicilerin dış pazarlara yönelmesinin bir sonucu olarak yorumlanabilir. Bu dönemde kolzanın yurt içi veya yurt dışı pazarlardan temin edilip, hammadde olarak kullanılması arasında özel tüketim vergisi açısından fark olmaması, ithalatın bu üründen soya fasulyesine kaymasına neden olmuştur. Diğer taraftan, bu dönemde dünyada soya yağı fiyatlarının da düşmesi, biyodizel üretimi amacıyla kolza yerine soya yağının kullanılmasıyla sonuçlanmış, bu da ithal soya yağına olan talebi artırmıştır (Yaşar ve Ören, 2008).

Yurtiçi bitkisel yağ üretimi toplam talebi karşılayamadığı için Türkiye’de yıllardır süren kronik bir bitkisel yağ açığı söz konusudur. Yerli üretimin yetersizliği büyük oranda devam etmektedir. Her yıl başta

ayçiçeği, soya ve palm yağları olmak üzere çeşitli yağlar ithal edilmekte ve önemli miktarda döviz kaybı yaşanmaktadır. Yerli hammadde yetmediği taktirde, ithal hammadde de kullanılarak biodizel üretimine izin verilmektedir. Bunun sonucu gıda üretimine yetersiz olan yerli ham madde nedeni ile tüm üretimin ithal hammadde ile yapılması sonucunu doğurmaktadır. Bu uygulamanın tarım kesimine hiçbir yararı olmayacağı açıktır (OSD, 2005).

Biyodizel üreten ülkelerde üretimin doğrudan yerel tarımsal ürünlerden yapıldığı ve Türkiye’de öngörüldüğü gibi ithalata dayalı bir üretim biçimin benimsenmediği görülmektedir. Burada biyodizel üretiminin tümü ile gıda ihtiyacından artan tarımsal üretime dayandığı da bir gerçektir. Bu nedenle, tarımsal üretim sistemi ile planlı bir ilişki kurulmadan ve yerel kaynaklara dayanmadan bir biyodizel üretiminin teşviki, ithalatı artırmaktan başka bir sonuç doğurmayacaktır.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Biyomotorin üretmek ve kullanmak için Türkiye yeterli ve uygun alt yapıya sahiptir. Türkiye’de kolza (kanola), ayçiçeği, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinin enerji amaçlı tarımı mümkündür. Hükümetin aldığı son tasarruf önlemleri kapsamında tarımda sadece kanola ve soya ekimine destek verilme kararı alınmıştır. Bu durum ile ilgili gerekli yaygın bilgilendirme yapılmalı ve çiftçiye uygun politikalar ile yönlendirilmelidir.

GAP Bölgesi’nde 2010 yılı itibariyle 1.8 milyon hektar alanda sulu tarım olanağına ulaşılması ile beraber Türkiye’de biyodizel üretiminin yaklaşık 1.5 milyon ton/yıl olacağı söylenebilir. Enerji amaçlı tarımın, Türkiye tarım politikası içinde yer alması, çiftçinin yönlendirilmesi yararlı olacaktır. Tarımsal üretimle ilgili olarak aşağıdaki düzenlemeler yapılmalıdır:

- Biyodizel üretiminin tümü ile yerli tarımsal üretime dayalı olması esas alınmalıdır. Bu amaçla, yağlı tohum üretimi ulusal düzeyde tarım politikaları ile desteklenmelidir. Bu suretle yağ açığının kapatılması ile birlikte biyodizel üretimi ortak olarak planlanmalıdır.
- Ekonomik ölçekte büyük üretim tesislerin yatırımları “sözleşmeli üretim” esasını da kapsayacak şekilde özel olarak teşvik edilmelidir.
- Üretim sürecinde kampanya dönemleri ekolojik farklılık ve ürün çeşitliliği ile desteklenmelidir.

Gıda üretimi amacı ile özel teşvik gören ürünlerin biyodizel üretiminin ham maddesi olarak kullanılması ise doğrudan yeni bir döviz tüketim kaynağı yaratacaktır. Öte yandan yemeklik yağ üretmek üzere kurulan sanayi tesislerinde boş kapasite yaratılmasına neden olacaktır. Eğer, tarımsal üretime dayalı bir sistem kurulacak ise bunun için aşağıdaki önlemlerin alınması gerekmektedir:

- Ekonomik ölçekte büyük işletmelerin özel olarak teşvik edilmesi,
- Kampanya süresinin ekolojik farklılık ve ürün çeşitliliği ile desteklenmesi,
- Sistemin mutlaka “sözleşmeli üretim” olarak planlanması ve
- Yağ bitkileri tarımının da özel olarak desteklenmesidir.

Biyodizel pazarını etkileyen en önemli faktör, biyodizel üretim maliyetinin yüksek olmasıdır. Gelişmiş ülkelerin pek çoğunda vergi indirimleriyle kullanımı ve üretimi teşvik edilen biyodizel, çevre bilinci gelişmiş ülkelerde teşviksiz de kullanılabilir. Türkiye’de ise bu durumun en önemli nedeni, biyodizel üretiminin yüksek maliyetli olmasıdır. Gelişmiş ülkelerin pek çoğunda vergi indirimleriyle kullanımı ve üretimi teşvik edilen biyodizel, çevre bilinci gelişmiş ülkelerde teşviksiz de kullanılabilir.

Türkiye’de gelişmekte olan ve ekonomik sorunlarını çözmemiş bir ülke olduğu için, biyodizel ancak dizel yakıtından daha düşük fiyata satılması durumunda, yakıt piyasasında kendine yer bulabilir ve kullanımı yaygınlaşabilir. Bunun yanı sıra, ısıl performansının dizel yakıtına kıyasla daha düşük olması nedeniyle, tüketici haklarının korunarak biyodizel birim fiyatının dizel birim fiyatına nazaran ~ % 8.5 oranında daha düşük olarak satılması gerekmektedir. Bu oranının üzerindeki değerler biyodizel kullanımı teşvik eden değerlerdir. Biyodizel birim üretim maliyetinde belirleyici bir faktör, yan ürün olarak elde edilen gliserinin ekonomik olarak değerlendirilmesidir. Yan ürün olarak elde edilen gliserin, sabun ve kozmetik sanayiinde değerlendirilebildiği gibi, saflaştırılarak ilaç sektöründe de kullanılabilir.

## KAYNAKLAR

- Acaroğlu, M., 2003. "Alternatif Enerji Kaynakları" ISBN: 975-6574-25-9. Sayfa 208-209.
- Alptekin, E., Çanakçı, M., 2006. "Biyodizel ve Türkiye’deki Durumu" Mühendis ve Makine 561: 57-64.
- Çetin, M., Kuş, H., 2009. "Temiz ve Sürdürülebilir Alternatif Enerji Biyodizel ve Türkiye’nin Biyodizel Enerji Potansiyeli" V. Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 16-17 Ekim 2009, Kayseri, Bildiriler Kitabı: 94-103.

- Demirbaş, A., 2009. "Biofuels from Agricultural Biomass. Energy Sources" Part A, 31:1573–1582.
- Dizge, N., Canlı, M., Karpuzcu, M. 2005. "Biyodizel Kullanımının Çevre İçin Önemi" YEKSEM 2005-III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı: 246–251, 19-21 Ekim 2005, Mersin.
- DPT, 2007. "Devlet Planlama Teşkilatı Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007-2013. Gıda Sanayi Özel İhtisas Komisyon Raporu" Ankara.
- ETKB, 2009. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Web Sitesi. [www.enerji.gov.tr](http://www.enerji.gov.tr) (erişim tarihi: 12.10.2009)
- FAO, 2008. "Biofuels: Prospects, Risks and Opportunities" The State of Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome.
- Karaosmanoğlu, F., 2007. "Biyomotorin ve Türkiye" <http://www.biyomotorin-biodiesel.com/biomoto.htm>
- Keskin, A., 2005. "Tall Yağı Esaslı Biyodizel ve Yakıt Katkı Maddesi Üretimi ve Bunların Dizel Motor Performansı Üzerindeki Etkileri" Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Eğitimi Doktora Tezi, Ankara.
- OSD, 2005. "Türkiye'de Biyo-Dizel ve Otomotiv" Otomotiv Sanayi Derneđi, Eylül 2005.
- Sabancı, A., 2006. "İçten Yanmalı Motorlarda Biyodizel Kullanımı"Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Seminerleri, 12 Şubat 2006.
- Taşyürek, M., Acaroğlu, M., 2007. "Biyoyakıtlarda (Biyomotorinde) Emisyon Azatlımı ve Küresel Isınmaya Etkisi" Uluslararası Küresel İklim Değişikliği ve Çevresel Etkileri Konferansı, Konya.
- TMMOB, 2008. "Yenilenebilir Enerji Kaynakları Oda Raporu" TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayın No: MMO/2008/479.
- TUİK, 2009. Türkiye İstatistik Kurumu Web Sitesi <http://www.tuik.gov.tr> (12.10.2009)
- Wisniewski, G., Kupczyk, A., Rucinski, D., 2008. Policy Measures for Effective and Efficient Support of Biofuels in EU 27. REFUEL Work Package 7: Policy Strategy , Deliverable D17.
- Yaşar, B., Bahadır, B., 2006. "Türkiye'de Biyodizel Üretim Olanakları" Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 2006(3): 51-58
- Yaşar, B., Ören, M.N., 2008. "Türkiye'de Yağlı Tohumlardan Enerji Üretimi ve Yağ-Enerji Güvencesinde Yaşanan Sıkıntılar" VIII. Ulusal Tarım ekonomisi Kongresi, Bursa.
- Yaşar, B. 2009. "Alternatif Enerji Kaynağı Olarak Biyodizel Üretim ve Kullanım Olanaklarının Türkiye Tarımı ve AB Uyum Süreci Açısından Değerlendirilmesi" Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ekonomisi Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana.