



## Enerji Bitkileri ve Biyoyakıtlar Sektörel Rapor

**T.C.**  
**TARIM VE KÖYİŞLERİ BAKANLIĞI**  
**TARIMSAL ARAŞTIRMALAR GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**  
**KARADENİZ TARIMSAL ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ**

**ENERJİ BİTKİLERİ TARIMI VE BİYOYAKITLAR**  
**(BİYOMOTORİN, BİYOETANOL, BİYOMAS)**

**ŞAHİN GİZLENCİ**  
**MUSTAFA ACAR**  
**SAMSUN -2008**

### 1. GİRİŞ

Dünya ve ülkemiz için fosil yakıtların enerji üretimindeki payının oldukça yüksek olması, Nüfus artışıyla enerji kaynaklarının kullanımında meydana gelen artış ve fosil yakıt rezervlerinin sürekli azalması. enerjiyi üretirken de tüketirken de çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Bu tüm insanlık için bir tehdit hali taşımaktadır. Tüketim sürecinde insan kendi ve diğer canlıların yaşam ortamını her geçen gün daraltmakta, kaynakları hızla tüketmektedir. Bunun sonucu olarak Ormanlar her geçen gün azalmakta, yer altı kaynakları tükenmekte, atıklar toprakları, suları ve havayı kirletmektedir. Atmosfere büyük oranda sera gazları (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> gibi), asit yapıcı gazlar (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> gibi) salınmaktadır. Sulara en azından gübre atığı fosfat ve nitrat, toksik elementler ve bileşikler karışmaktadır. Dünya üzerinde fosil yakıtların çevreyi olumsuz etkilemesi, ve bunların telafisi için yapılan büyük harcamalar, artan nüfus ve gelişen teknolojiyle birlikte fosil yakıt rezervlerinin hızlı bir şekilde azalması, Fosil yakıtların kullanımından doğan büyük Ülkelerin enerji kaynaklarını çeşitlendirme ve enerjide dışa bağımlılıktan kurtulabilme strateji ve çabaları, bilim adamlarının dikkatini bu konu üzerinde toplamıştır.

Bu nedenle yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları özellikle petrol bakımından dışa bağımlı ülkelerde ayrıca önem kazanmaktadır. Geleneksel olarak bilinen ve yaygın kullanımdaki enerji kaynaklarının yok olma riskinin arttığı bir sürecin başlangıcındayız. Bu risk birçok faktörü içermektedir. Klasik enerji kaynaklarının birçoğu hesaplanan yaklaşık bir süre sonunda tükenecektir. Bu tür kaynaklar çevre için büyük ve geri dönüşü olmayan tehlikeler yaymaktadır. Klasik enerji kaynakları artan ihtiyacı ve gelişen teknolojiyi beslemekte yetersiz kalmaktadır. Gelişmiş ülkeler enerji çeşitliliğini artırmakta, yaymakta ve belli enerji kaynağı türlerine büyük oranlarda bağımlı olmamaya çalışarak alternatif arayışlarını sürdürmektedirler.

### 2. TEMİZ ÇEVRE VE ALTERNATİF ENERJİ İÇİN BUGÜNE KADAR YAPILANLAR

1988'de ekonomik ve stratejik nedenlerle başlayan alternatif enerji arayışları küresel iklim değişikliği sorunu nedeniyle TC'nin üyeleri olduğu Dünya Meteoroloji Örgütü ile BM Çevre Programı tarafından Devletlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin toplanmasına neden olmuştur. 2000 bilimcinin katkısıyla değişiminin bilimsel, teknik yönleri, çevresel ve sosyo-ekonomik yönleri, önlemlerin bilimsel ve teknik eşgüdümü



üzerinde çalışılmıştır. 100 ülkenin katıldığı 1992 Rio Konferansında ekolojiyi bozan etkinliklerle fosil yakıt tüketiminin kısıtlanması kararlaştırılmıştır. 1995'deki UNFCCC-COP4 toplantısında ise küresel sıcaklık ortalamalarının 19. asır sonlarına göre 0.3-0.6 derece artmasının sonuçları değerlendirilerek Rio andlaşması çerçevesindeki gönüllü önlemlerin yetersizliği nedeniyle Kyoto Protokolü'yle emisyonların 2008-2012 yıllarına kadar 1990 düzeyine geri çekilmesi için emisyonu yüksek olan ülkelerle AB için tüm fosil yakıtlar, enerji üretimi, üretici endüstri, inşaat, ulaşım, tarım ve toprakları ile artıkları, artık yakılması, pirinç yetiştiriciliği, enterik fermentasyonu içeren kotalar konmuş ve gelişmişlerin kalkınanlara mali, teknik desteği kararlaştırılmıştır. 1997'de yürürlüğe giren Kyoto Protokolü'nde yıllık CO<sub>2</sub> ve diğer sera gazları emisyonlarının azaltılması için teknolojik önlemler yanında CO<sub>2</sub> özümlemesiyle temizleyici mecra rezervuarlarının önemi vurgulanmıştır.

Orman koruma, ağaçlandırmayla sürdürülebilir ormancılık ve tarımla toplam CO<sub>2</sub> ve sera gazları emisyonunu azaltan, çevreyi koruyacak uygulamalar, yeni yenilenebilir enerji kaynaklarını geliştirme, uygulama ve yaygınlaştırma ile arazi kullanımı düzenleme önlemleriyle 2008-2012 yılları arasında emisyonun 1990 düzeyine indirilmesi hedeflenmiştir. Gelişen ülkelere destek için teknoloji transferi, ikili, bölgesel ve diğer düzeylerde işbirliği öngören 84 ülkenin taraf olduğu protokol 55 ülke ve AB'nin emisyonlarını azaltmasını öngörmüştür. ABD yönetimi protokolü imzalamışsa da Kongre kalkınan ülkelerin sözleşme dışı kalmasını benimsemediğinden onayına sunulmamıştır, fakat aşağıda görüleceği üzere ABD etkin önlemler almaktadır. Gene TC'nin üyesi olduğu Dünya Enerji Konseyi'nin Yarın İçin Enerji Grubu da CO<sub>2</sub> emisyonu-küresel ısınma - kuraklaşma - çölleşme - erozyon kısırdöngüsü yanında enerjide dışa bağımlılık, istihdam ve kırsal fakirleşmeyle savaşımında etkin yöntem olarak biyomass enerjisinin önemi üzerinde durmaktadır. Sanayileşme ile fosil yakıt tüketimi, doğanın yanlış kullanımı sonucu kuraklaşmayla büyük kırsal yangınların artışı sonucu atmosferdeki CO<sub>2</sub>'in 6.6 kg C/y hızla %30 artarak 364 ppm e çıktığı, 1 lt. benzinin 9 kg. CO<sub>2</sub> açığa çıkardığı, metanın da fosil yakıtların. 95 kg/y, pirinç tarımı, bataklıklar, hayvancılık artıkları bilinçsiz biyokütle yakılması, kuraklaşmayla artan orman yangınlarının da 280 kg/y katkısıyla %145 artarak 1721 ppb'ye yükseldiği acil küresel çözüm önlemlerinin önemine dikkat çekilmiştir.

TC'nin üyesi olduğu Uluslar arası Enerji Ajansı (IEA), sürdürülebilir kalkınma için enerji konulu 16 Mayıs 2001 Bakanlar Toplantısında 2020'de zor koşullarla karşılaşılacağı, kalkınan ülkelerdeki gelişme ve nüfus artışıyla talep patlaması sonucu küresel enerji gereksiniminde %60, üretici hakim fosil yakıt piyasasında önemli fiyat, sera gazları emisyonu ve sıcaklık ortalamaları artışı olacağı ve iklim değişikliği önlemlerinin yetersiz kalabileceği konusunda fikir birliğine varılmıştır. Ülkelerin ulusal ve kolektif olarak enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, yenilenebilir enerji payının artırılması, Avrupa Birliği'nin titiz politikasının desteklenmesi için çalışması gerektiği kabul belirtilmiştir.

Küresel, bölgesel ve yerel sorunların politik, bilimsel ve teknik açılardan çözümüyle sürdürülebilir kalkınmanın önemi benimsenmiştir. Tüm taraflarca teknolojik gelişmelerin desteklenmesi, enerji güvenliği ve ekonomik büyüme kadar çevreyi koruma, yakıtların temiz kullanımı, yenilenir enerjilerden yararlanmada Sekreteryanın katkısıyla işbirliği AB, ABD, Kanada, Avusturalya, Japonya ve Kore tarafından imzalanmış, işbirliği için internet servisleri geliştirilmiştir .



### 3. DÜNYADA BİYOYAKITLARIN HIZLA GELİŞMESİNİN NEDENLERİ

Diğer yandan, yeni veya yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitliliği artmaktadır. Bir kısmı ekonomik alternatiflik açısından değer kazanmakta, ancak tamamının ortak yönü çevreye olumsuz etkilerinin olmamasıdır. Biyoyakıtlar en yeni ve hızla yaygınlaşan alternatiflerin en başında gelenidir. Biyoyakıtlar; fosil kökenli yakıt rezervlerinin (petrol, kömür, doğalgaz v.b.) dünyanın belirli bölgelerinde bulunması, tükenme riski ve yaygın kullanımın çevreye olan olumsuz etkilerinin gündeme getirdiği, daha çok tarımsal ürünlerden, değişik kimyasal yöntemler yardımıyla üretilen benzin ve motorinle karışım halinde kullanılan, temiz enerjilerden biridir. Günümüzde biyoyakıtları gündeme getiren gerekçeleri şu şekilde özetleyebiliriz:

- Fosil kökenli yakıtların neden olduğu çevresel tahribatın azaltılması,
- Egzoz emisyonlarının sağlık açısından risklerinin en aza indirilmesi,
- Enerjide dışa bağımlılığın azaltılması,
- Tarımsal kalkınmanın gerçekleştirilmesi,
- Son yıllarda dünyada yaşanan petrol fiyatlarındaki aşırı dalgalanmalar (2005 yılında varil başına petrol fiyatları 54 ABD doları iken ;2008 yılı başlarında 113 ABD dolarını aşmış durumdadır.) ve oluşan ekonomik krizlere çözüm bulmak,
- Küresel ısınmayı ve etkisini azaltmak,
- Ozon tabakasında meydana gelen (28 milyon km<sup>2</sup>) zararın genişlemesini önlemek,
- Savaş ve zorunlu hallerde stratejik yakıt olma özelliği ,
- Tarım ürünlerinin sanayiye entegrasyonunu sağlayarak ülkelerin tarımsal kalkınmasını çarpan etkisiyle,hızlandırması ,
- Motorlar üzerinde sağladığı avantajlar; setan sayısının petrol dizeline göre yüksek oluşu, yağlayıcılık özelliği nedeniyle motorlara yanma ve kullanım açısından sağladığı faydalar,
- Taşıma ve depolanması itibarıyla dünya standartlarında “Tehlikeli Madde” kapsamında yer almaması,
- Güvenli yakıt kabul edilmesi nedeniyle, Bilim adamları petrole alternatif yeni kaynaklara yönelmiştir.Bu konuda da yenilenebilir enerji tarımı ön plana çıkmış ve Enerji arzının güvenliği ve sürekliliği ve küresel ısınma ile tanıştığımız çevresel sebepler göz önüne alındığında ülkeler varlıklarını ve bağımsızlıklarını koruyabilmek için yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına (biyoyakıtlara) yönelmişler,Biyoyakıtların en yaygın olanları biyomas, biyoetanol ve biyodizeldir.

### 4. BİYOYAKIT MEVZUAT

Dünyada son yıllarda yenilenebilir enerji bitkileri tarımı (biyodizel, biyoetanol, biyogaz ve biyomas) üzerine çalışmalar yoğunlaşmış, birçok ülke bu konuda hızlı yol almaktadır. A.B: Biyoyakıtların desteklenmesi Avrupa Parlamentosu (AP) ve Avrupa Konseyi (AK) tarafından Direktif 2003/30/CE ile onanmıştır. Bu direktif ile ilk defa bütün üye ülkelere yenilenebilir yakıtların kullanımı konusunda zorunluluk getirilmiştir.

Direktif ile belirtilen doğrultuda bütün üye ülkeler 31 Aralık 2005 tarihine kadar taşımada kullanılan toplam yakıtın en az 2%'si kadar biyoyakıt kullanmalıdırlar. Bu miktar 31 Aralık 2010 senesine kadar en az 5.75%'e ulaşacaktır.Ancak bu kararın revize edildiği ve AB'nin 2006 yılında bu oranı %5 olarak değiştirdiği bilinmektedir. AB'de 2003 yılından bu yana biyoyakıtlar ve biyodizel için pek çok özendirici ve teşvik



edici çalışmalar yapılmaktadır. AB Komisyonu Şubat 2006'da Biyoyakıtlarla ilgili 3 ana amacı ifade eden bir stratejiyi hayata sokmuştur. Bu amaçlar:

- AB'de ve gelişmekte olan ülkelerde biyoyakıtların daha fazla teşvik edilmesi, pozitif çevresel etkinin temin edilmesi.
- Hammadde maliyetinin rekabet edilebilir bir seviyeye getirilmesi, 2. kuşak biyoyakıtların AR-GE çalışmaları ve pazara girmelerinin desteklenmesi
- Biyoyakıt hammaddesi ve biyoyakıtlarla ilgili gelişmekte olan ülkelerdeki fırsatların araştırılmasıdır.

#### 4. BİYOMOTORİN

Bitkisel yağlar insanlar için temel besin maddesi olarak kullanılması yanında son 20 yıldır alternatif bir enerji kaynağı olarak ta kullanılmaktadır. Kolza (kanola), ayçiçek, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen yağların veya hayvansal yağların bir katalizatör eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile (metanol ve ya etanol) reaksiyonu sonucunda açığa çıkan ve yakıt olarak kullanılan ürüne biyodizel adı verilmektedir. Biyodizel Biyomotorin Dizel-Bi, Yeşil Dizel adları ile de bilinmektedir. Biyodizel olarak tüm bitkisel yağlar kullanılabilmesi gibi, özellikle hint yağı, jajoba, kolza, yağ şalgamı, aspir ve yer fıstığı üzerinde fazlaca durulmaktadır. Ortalama % 90 risinolik asit (C18: 1-OH) içeren hint yağının tutuşma sıcaklığı çok yüksek olup, stabilitesi kolaylıkla değişmez.

Bu nedenle yüksek devirli çalışan uzay, savaş ve yarış araçlarında motor yağı gres ve hidrolik yağ olarak yaygın şekilde kullanılır. Jajoba yağı, dünyada en pahalı yağ olarak bilinen ispermeçet balina yağına alternatif olarak görülen tek bitkisel yağdır. Bu nedenle ülkeler arasında stratejik bir önem arz etmektedir. Jajoba yağının başlıca iki yağ asidi behenik (C22: 0) ve erusik asit (C22:1) olup, yüksek sıcaklığa ve yüksek basınca çok dayanıklı olduğu için otomotiv, metalürji, roket ve füze endüstrisinde en fazla aranan bitkisel bir yağdır. Haçlıgiller familyasından olan kolza (*Brassica napus.L.*) yağ şalgamı ve lahananın spontoz melezleşmesiyle meydana gelen bir amphidiploiddir. Tohumlarında % 38-45 yağ bulunması, katı, sıvı, ham yağ olarak kullanılması, orta ve yüksek oleik asit ve düşük seviyede doymuş yağ asidi içermesi kaynama noktasının yüksekliği (238 0 C) ile iyi bir kızartma yağı oluşu, E vitaminince zengin olması dolayısıyla bilinen en iyi yağ bitkilerinden birisidir. Dünyada 20 den fazla ülkede Kolza üretilmektedir. Fazla miktarda üretim yapan bu ülkeler Çin, Batı Avrupa, Hindistan, Kanada, Doğu Avrupa' dır. Dünyada üretilen biyodizelin % 86'sı kolzadan üretilmektedir.

##### 4.1.Dünya Biyomotorin Üretimi

Rudolf Diesel (1858-1913), 1893'te bitkisel yağlara göre tasarladığı motorunun denemesini gerçekleştirmiş ve 1900 yılında Paris Dünya Fuarı'nda yakıt olarak yer fıstığı yağını kullanan motorunu sergilemiştir. R. Diesel 1911'de "Bitkisel yağların motor yakıtı olarak kullanımının tarımın gelişiminin ciddi bir katkısı olacağını" ifade etmiş ve 1912'de "Bitkisel yağların motorlarda kullanımı günümüzde önemsiz görünebilir, ancak bitkisel yağlar zamanla petrol ve kömür katranı kadar önem kazanacak" demiştir. Bitkisel yağların doğrudan yakıt olarak kullanımındaki zorluklara, petrol ürünlerinin kullanımının yaygınlaşması eklenince konu gündemden düşmüştür.



Ancak, Biyolojik yağların yakıt olarak kullanılabilmesi için bünyesindeki gliserinin uzaklaştırılması alanındaki akademik çalışmalar yinede devam etmiş ve bugün "BİYODİZEL" olarak adlandırılan yakıt için ilk patent Belçika'daki Brüksel Üniversitesinden G.Chavanne tarafından 31 Ağustos 1937 tarihinde alınmıştır. 1994 yıllarında yaşanan petrol krizleri alternatif enerji arayışlarını hızlandırmış ve "BİYODİZEL" tekrar gündeme taşınmıştır. Özellikle 2000 yılında Dünyada ham petrol ve ham kanola fiyatlarının kesişmesi dünyada biyodizeli ön plana çıkarmış ve yatırımlar büyük bir hızla başlamıştır. 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 çevrilse dünya dizel yakıt ihtiyacının ancak %7'sini karşılayabilmektedir. Düne kadar nüfus artışları ve iklim şartlarının belirlediği Dünya bitkisel yağ üretiminde bundan böyle tek belirleyicinin biyodizel olduğu ifade edilmektedir. Tüm dünya ülkeleri, bitkisel yağ projeksiyonlarını artık biyodizele göre yapmaktadır. Dünya yağlı tohum ve Yağ Otoriteleri 2010 yılından itibaren yağlı tohum ticaretinde zorluklara işaret etmektedirler ve tüm ülkeler 'neyin yağını çıkarırız, yağ üretimimizi nasıl arttırırız'ı düşünmekte ve planlamaktadırlar.

Bitkisel yağların, su ile birlikte 3'cü bin yılın en stratejik ürünü olduğu kabul edilmektedir. Gerek gıdadaki ihtiyaç gerekse enerjide kullanımı, bitkisel yağların önemini daha da artırmıştır. Biyodizelin yağ bitkileri üretimini artırmaya yönelik bir millî, stratejik yatırım, ekonomik ve yerli - yenilenebilir bir üretim programı olduğu iyi anlaşılmalıdır. Çünkü Biyodizel amaç değil, bitkisel yağ üretimini arttıran ve çevresel bir problem olan atık bitkisel yağların geri kazanımını sağlayan etkin bir araçtır.

#### **4.2. AB ÜLKELERİNDE BİYOMOTORİN**

AB'de 2003 yılından bu yana biyoyakıtlar ve biyodizel için pek çok özendirici ve teşvik edici çalışmalar yapılmaktadır. Strateji 7 politika eksenine üzerine oturtulmuştur. Bunlar;

1. Biyoyakıt üretim teşvikleri: Biyoyakıt Direktifinin 2006 revizyonu, biyoyakıtlarla ilgili vergi teşviki, biyoyakıtlar için ulusal hedeflerin belirlenmesi (zorunluluk), sürdürülebilir üretimin temini, kamu alımlarında temiz ve verimli taşıtların alınmasının teşvik edilmesi
2. Çevresel faydaların yakalanması :Biyoyakıtların CO2 emisyon azaltım hesabındaki yerinin test edilmesi, Benzin ve motorindeki biyoetanol/biyodizel limitlerinin emisyonlarının test edilmesi
3. Biyoyakıtların üretim ve dağıtımının geliştirilmesi: Biyoyakıtlara dayalı kırsal gelişim politikaları ve uyumluluk konusunda üye ülkelerin cesaretlendirilmeleri
- 4.Hammadde üreticilerinin yaygınlaştırılması,enerji tarımının geliştirilmesi
- 5.Ticaret imkanlarının artırılması
6. Gelişmekte olan ülkelerin desteklenmesi: Tutarlı bir Biyoyakıt Yardım Paketinin geliştirilmesi. Ulusal biyoyakıt platformlarının ve bölgesel biyoyakıt hareket planlarının geliştirilmesine yardımcı olunması
7. Araştırma Geliştirme çalışmalarının desteklenmesi. Çerçeve Programı kapsamında biyoyakıtların desteklenmesi, biyoyakıt teknoloji platformlarının bir endüstri dalı olarak geliştirilmesinin cesaretlendirilmesi.

Bu çerçevede biyoyakıtları ve biyodizel sürekli desteklenmiş,kapalı su havzalarında,orman arazilerinde, gıda işletmelerinde, maden ocaklarında, karbondioksit emisyonları yüksek kentlerde toplu taşımacılıkta zorunlu kullanımlar getirilmiştir. Üye ülkelerden ilerleme raporlarında ulusal hedefleri belirlemeleri



istenmiştir. AB’de biyoyakıtlar enerji güvenliği, tarımsal kalkınma ve küresel ısınmayla mücadele açısından büyük önem taşımaktadır. Enerji politikalarında vergilendirmede “kirleten öder” kriterini kullanmaktadırlar. AB Biyoyakıt Kullanım Hedefleri

<u>2007</u>	<u>2010</u>	<u>2020</u>	<u>2030</u>
%5	%7.75	%20	%30

#### **4.2.1. ALMANYA**

AB’de ve dünyada biyoyakıtlar ve biyodizel konusunda Almanya bir öncüdür. Biyoyakıtlar ve biyodizel “ Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Öncelik Tanıma Yasası” kapsamı içinde değerlendirilmektedir. 2007’den itibaren biyoyakıtlara kademeli vergi uygulamasına başlamış ancak biyodizelin çiftçi yakıtı olarak kullanımında vergi istisnası getirerek enerji tarımını desteklemiştir. Milyon tonluk biyodizel üretimini geçen her yıl artırmaktadır Avrupa Birliğinde Biyoyakıtların öncüsü Almanya 01.01.2007’den geçerli olmak üzere Enerji Vergisi Kanunu ile Biyoyakıtlara mecburi kota getirmiştir. Buna göre Motorinde %4,4 (Enerji Değeri = %5 Hacim), Benzinde %1,2 (2007), %2 (2008), 2,8 (2009), %3,6 (2010) dan itibaren zorunlu karışım getirilmiştir. 01.01.2007’den itibaren biyodizelde % 5 karışım zorunlu kılınmıştır.

#### **4.2.2. Fransa**

Yıllık üretim 450 000 ton olup, vergiden muaf %5 harmanlamayla kullanılmaktadır. Peugeot, Citroen, Renault gibi otomobil firmaları yanı sıra TOTAL gibi petrol şirketlerinin desteklediği projelerle üretimi artırmaya çalışmaktadır.

#### **4.2.3. Avusturya:**

Bilinçli araştırarak, hammadde organizasyonu yaparak biyodizelin öncülüğüne soyunan ülke görünümündeki Avusturya: 100 000 ton/yıl olan üretimini program çerçevesinde her yıl artırmakta ve Almanya’ya ihracat yapmaktadır.

#### **4.2.4. İtalya:**

100 000’den fazla nüfuslu yerleşim alanlarında belediye araçlarında kullanımı teşvik ederek başlattığı projeyi başarıyla devam ettirmekte ve özellikle biyodizeli konut ısınması amacıyla desteklemektedir.

#### **4.2.5. İspanya:**

Vergi teşviki yanı sıra özellikle ayçiçeği yağı kullanımını teşvik için AB standardı dışına çıkarmıştır. Tüm itirazlara rağmen iyot sayısını 140 tutarak kendi standardını uygulamaya devam etmektedir.

#### **4.2.6. İngiltere**

Bölgesel uygulama yapmakta, bazı bölgelerdeki biyodizel kullanımını vergiden muaf tutmuştur.

#### **4.2.7. Belçika**



%100 kullanıma izin verirken, Çek Cumhuriyeti atağa geçmiş, Finlandiya 0,025 Euro/litre teşvikle girmiş, Yunanistan biyodizelden vergi almayacağını ve teşviklere devam edeceğini yasayla ilan ederek güvenilirliği sağlamış ve yatırımları teşvik ederken, bir taraftan da kullanımı yaygınlaştırmak için ithalatı serbest bırakmıştır.

#### **4.2.8.Amerika Birleşik Devletleri**

"Enerji Arzında Güvenliği Ulusal Güvenliğin Unsuru" olarak gören ve "25x25" sloganıyla 2025 yılında toplam enerji tüketiminin % 25'ini yenilebilir enerjilerden karşılamayı hedefleyen ve bu yönde projeler geliştiren ABD, biyodizel konusunda da kendi milli sistemini kurmuştur. Öncelikle, milli bitkisel yağı olan, soya yağına göre uygulanabilir ASTM-6751 standardını belirlemiştir. AB standardına göre daha basit ve piyasada uygulanabilir olan standartlarında sadece; biyodizelin yakıt özelliklerini almıştır.

Ancak, bu standartların yaygınlaşması, biyodizel üreticilerinin adaptasyonu için 10 yıllık bir geçiş süreci koymuş olup, halen standart uygulaması zorunlu değildir. Bunda gerekçe; hem biyodizel üreticisinin piyasa koşullarında marka yapma gayretini teşvik etmek, hem de tüketiciyi bilinçlendirerek piyasanın kendi oto kontrol sistemini kurmak içindir. Zira, tüm gelişmiş ülkeler, polisiye tedbirlerle bir yere varılamayacağını bilmektedir. %5 biyodizel harmanlanmış B5 şekli istasyonlarda yaygın satılırken, özellikle çiftçilere boyanmak suretiyle vererek ve vergiden muaf tutarak %100 kullanımını sağlamışlardır.

#### **4.2.9.Malezya:**

Dünyanın en büyük palm yağı ihracatçısı olduğu gibi, önemli petrol rezervlerine sahiptir. Bu yıl aldığı devrim nitelikli kararlar, Ülke çapında palm dikimine ciddi teşvikler getirmiştir. Dağ taş boş arazi bırakmayacak şekilde palm ağacı dikimi devam ederken, biyodizel yatırımı için 73 firmaya yatırım lisansı vermiştir. Yani, önce lisans vererek yola çıkmış, sonradan kurallar koyarak projesini doğmadan öldürmemiştir. Böylece yerel yakıtına sahip olan Malezya diğer taraftan da yükselen fiyatlarla petrolünü ihraç etmektedir.

#### **4.2.10. Brezilya:**

Biyoetanolda %80'lere varan kullanım oranıyla inanılmaz başarıya imza atmışken, bu kez biyodizel atağına geçmiştir. Başta, büyük ihracatçı kaleminde olduğu soya ve soya yağı kullanımını biyodizele kaydırırken, palm ağacı dikimini de teşvik ederek planlı gelişimini sürdürmektedir.

#### **4.2.11.Hindistan:**

Ekolojine uygun Jatropha bitkisine yoğunlaşmış mevzuatını ve araştırmalarını buna göre düzenlemiştir.

#### **4.2.12.Çin:**



Kendi kaynaklarına yönelik milli biyoyakıt politikasını kararlılıkla uygulamaktadır. Bugün dünyada 4milyon 100 bin ton kapasiteli bir tesis bulunmasına rağmen kullanılabilen kapasite 2 milyon 740 bin dur.

## 5. BİYOMOTORİN KONUSUNDA TÜRKİYE

### 5.1. Tarihi Gelişim

Türkiye biyodizelle ilgili ilk çalışmasını AB'den önce 1934 yılında "Bitkisel Yağların Tarım Traktörlerinde Kullanımı" adı altında Atatürk Orman Çiftliğinde yapmıştır. Türkiye'de biyodizel dünyadaki gelişmelerin etkisinde 2000'li yılların başında gündeme geldi.

Üniversitelerdeki çalışmalar hızla gelişti. 2001 yılında Sanayi ve Ticaret Bakanlığında "Biyodizel Çalışma Grubu" oluşturuldu. İlk kez biyodizel ve ismi **4.12.2003 tarihinde 5015 Sayılı** Petrol Piyasası Kanunu'nda harmanlanan ürünler arasında yer aldı. Amacı; "Bu Kanunun amacı; yurt içi ve yurt dışı kaynaklardan temin olunan petrolün doğrudan veya işlenerek güvenli ve ekonomik olarak rekabet ortamı içerisinde kullanıcılara sunumuna ilişkin piyasa faaliyetlerinin şeffaf, eşitlikçi ve istikrarlı biçimde sürdürülmesi için yönlendirme, gözetim ve denetim faaliyetlerinin düzenlenmesini sağlamaktır." diyen bir kanun içinde ve "Ürün: 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 tanımlanan ürün içinde değerlendirildi. Kanunda Biyodizelin ÖTV dışında tutulması nedeniyle yatırımlar dünyaya paralel biçimde hızla arttı. 10.09.2004 tarihli ve 25579 sayılı Resmi Gazetede "Petrol Piyasasında Uygulanacak Teknik Kriterler Hakkında Yönetmelik ve 17/06/2004 tarihli Petrol Piyasası Lisans Yönetmeliği ile "biyodizel" akaryakıt olarak kabul edilmiş ve ithalatı, dağıtımı, taşınması ve son kullanıcıya satışı lisans kapsamına alınmıştır.

Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü tarafında 2003 yılında teklif edilen Biyodizel Standartları (TSEN 14214 ve TSEN 14213) 2005 Eylül ve Ekim ayında TSE tarafından AB standartlarının aynı olarak TSE Standardı olarak yayınlandı. EPDK 29.12.2005 tarih ve 623/1 nolu Kurul Kararı ile 3824.90.99.90.54 GTİP'li madde, Otobiodizel, 3824.90.99.90.58 GTİP'li madde, Yakıtbiodizel, isimleriyle piyasaya sunulabileceğini belirtmiştir. EPDK 05.01.2006 tarihli tebliğleri ile Motorin Türlerinin Üretimi, Yurtdışı ve Yurtiçi Kaynaklardan Temini ve Piyasaya Arzına İlişkin Teknik Düzenleme Tebliği kapsamında biyodizelin % 5'e (% v/v) kadar motorin ile harmanlama yapılmasına imkan tanımış, Otobiodizel'in üretimi, Yurtdışı ve Yurtiçi Kaynaklardan Temini ve Piyasaya Arzına İlişkin Teknik Düzenleme Tebliği ile Otobiodizelde TSEN 14214 aynen kabul edilmiştir. Yakıtbiodizel'in üretimi, Yurtdışı ve Yurtiçi Kaynaklardan Temini ve Piyasaya Arzına İlişkin Teknik Düzenleme Tebliği ile de TSEN 14213'ü çokça tartışılan İyot Sayısı maksimum 120'den 140'a çıkararak kabul etmiştir. Bu tebliğ ile yakıt biyodizelin kırmızıyla işaretlenerek piyasaya sunulması kararlaştırılmıştır. 05/01/2006 tarih ve 630/26 sayılı Kurul Kararı ile biyodizel üreticileri biyodizel işleme lisansı kapsamına alınmıştır.

Petrol Piyasasında haksız rekabet oluşturduğu iddialarının sonucunda 30.03.2006 tarihinde 5479 Sayılı Gelir Vergisi Kanunu'nda değişiklik yapılarak 3824.90.99.90.54 GTİP numaralı biyodizele (Otobiodizel) litrede 0.6498 YTL Özel Tüketim Vergisi getirilmiştir. 08.12.2006 tarihinde 26370 Sayılı Resmi Gazetede yayınlanan 05.06.2007 tarihli Bakanlar Kurulu Kararı ile 4760 sayılı Özel Tüketim Vergisi Kanununa Ekli 1 Sayılı listede Yer Alan Mallarda Uygulanan Özel Tüketim



vergisi ile yerli tarım ürünlerinden elde edilen Otobiyodizelin motorine % 2 oranında harmanlanması ÖTV'den muaf tutulmuştur. Bu konuda Maliye Bakanlığı 26 Aralık 2006 tarih ve 26388 Sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan Özel Tüketim Vergisi Genel Tebliği Seri No 13 tebliği ile Gelir İdaresi Başkanlığından "Biyodizel Üretim İzin Belgesi" alınması gerekliliğini, harmanlama uygulamasının nasıl olacağını ve kamuya ayrıcalıklar tanıyan tebliğini yayınlamıştır. Bakanlar Kurulu Kararı ve Maliye Bakanlığının tebliği ile biyodizel tamamen yerli tarım ürünlerinden elde edilse dahi % 100 Biyodizel kullanımında % 98 ÖTV tatbik edilmektedir. Gümrük Vergisi olmayan ancak ÖTV'ye tabi olan petrol ürünleri karşısında hammaddelerine hem gümrük vergisi olan hemde yüksek oranda ÖTV'ye tabi tutulan biyodizel sektörünü çalışamaz hale getirmiştir. 17.01.2007 tarihinde kabul edilen Türk Petrol Kanunu'nda Petrol Piyasası Kanununda değişiklik yapan maddeler kabul edildi. Buna göre (Madde 34 Biyodizel) biyodizel üreticileri, EPDK tarafından çıkarılacak yönetmelikte belirlenen kalite standartlarına göre üretim yapmak üzere, yönetmelikle belirlenen usûl ve esaslar dahilinde bedelsiz olarak üretim lisansı alırlar ve üretimlerini lisans kapsamında yaparlar. Kalite denetimleri EPDK tarafından yapılır veya yaptırılır.

Petrol piyasasında faaliyet gösteren rafinerici ve dağıtıcılar, tamamen yerli tarım ürünlerini kullanarak üretim yapan biyodizel üreticilerinden temin edecekleri biyodizeli akaryakıt ile en az yüzde iki oranında harmanlayabilirler. Harmanlama oranları ile ilgili denetimler EPDK tarafından yapılır. Biyodizel üreticileri her yıl, bir sonraki yıl için piyasaya sunabilecekleri üretim miktarını ve her üç aylık dönem gerçekleştirmelerini yılı içinde EPDK'ya bildirir. Biyodizel üreticileri sadece yerli tarım ürünlerinden üretilen saf biyodizel dağıtım ve satışı yapmak için bu Kanunun 7 nci ve 8 inci maddelerindeki esaslara göre ve yıllık en az otuz bin ton saf biyodizel satış projeksiyonu vermek koşuluyla dağıtım lisansı ve bayi lisansı alabilir. Dağıtım ve bayi lisanslarının teknik ve ekonomik şartları EPDK tarafından belirlenir.

Bu maddenin birinci, ikinci ve dördüncü fıkralarına aykırı faaliyet gösterenlere bu Kanunun 19 uncu maddesinin (a) bendi hükümleri, üçüncü fıkrasına aykırı faaliyet gösterenlere ise aynı maddenin (b) bendi hükümleri ile bu Kanunun genel hükümleri uygulanır. Madde 35 ile de "5015 sayılı Petrol Piyasası Kanununun 2 nci maddesinin (5), (7) ve (44) numaralı bentleri aşağıdaki şekilde değiştirilmiş ve maddeye aşağıdaki bentler eklenmiştir."5) Akaryakıt: Benzin türleri, nafta (hammadde, solvent nafta hariç), gazyağı, jet yakıtı, motorin türleri, biyodizel, fuel-oil türleri ile Kurum tarafından belirlenen diğer ürünleri,7) Akaryakıtla harmanlanan ürünler: Metil tersiyer bütil eter (MTBE), denatüre biyoetanol, biyodizel ve benzeri akaryakıt ile eşdeğer vergiye tâbi olan ve olacak ürünleri, 44) Ürün: Fiziksel veya kimyasal işlem, rafinaj veya diğer yöntemlerle elde edilen ürün veya ara ürün herhangi bir hidrokarbonu, 45) Biyodizel: Akaryakıt olarak veya akaryakıt ile harmanlanarak kullanılmak üzere, bitkisel ve hayvansal yağlar veya bitkisel ve hayvansal atık yağlardan elde edilen ürün türevi yağ asiti metil esterleri karışımını,46) Biyoetanol: Akaryakıt ile harmanlanmak üzere şekerli, nişastalı bitkilerden, her türlü selülozik kaynaklardan ve biyokütle atık ve artıklarından üretilen denatüre etil alkolü," eklemeleri yapılmıştır. Bu değişikliklerle 2007'ye kadar ürün tanımında yer almayan biyodizel ürün tanımına 45.madde ile sokularak ilgili düzenlemelere yasal dayanak oluşturulmaya çalışılmıştır.

Bütün bu düzenlemeler sonunda Biyodizel üretmek için (Kendi İhtiyacı İçin Üretim Dahil) EPDK'dan biyodizel işleme lisansı almak, standartlara uygun üretim yapmak ve Petrol Piyasası Kanunu ve ikincil mevzuatına uygun dağıtım şirketleri üzerinden ulusal markerle işaretlenilerek (Petrol Piyasasında Ulusal Marker Kullanımına İlişkin Yönetmelik), yakıt biyodizeli ilaveten kırmızıya boyayarak satmak



durumundadır. Aksi hal kaçakçılık 25.01.2007 tarih ve 5576 Nolu Petrol Piyasasında değişiklik Yapılmasına Dair Kanun çerçevesinde kaçakçılık kapsamında değerlendirilmektedir. Atık bitkisel yağlardan biyodizel yapmak EPDK'dan alınacak Biyodizel İşleme Lisansı Dışında T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı'nın Bitkisel Atık yağların Kontrolü Yönetmeliği'ne uygun olarak E.İ.E ve Tübitak'tan alınacak Teknik Uygunluk raporlarının EPDK'ya işlenmesi sonucunda yapılabilir.

## 5.2. Türkiye'de Biyodizel Konusunda Mevcut Durum

Ülkemizde kullanılan enerjinin birinci derecede fosil yakıtlardan karşılanması, petrol kaynakları bakımından kendine yeter durumda olmaması, ve ihtiyacın % 92 sini ithalat yolu ile karşılanması, milyarlarca dolar petrol alımı için dışarıya ödenmesi petrol fiyatlarındaki anomal yükselişler nedeni ile ekonomimiz olumsuz etkilenmektedir. (Ülkemizde 2007 yılı itibarı ile 14.6 milyon ton motorin ve 3 milyon ton benzin tüketimi gerçekleşmiştir. ) Bugün ülkemizde 1,5 milyon ton kurulu kapasite bulunmaktadır. Şu anda Türkiye, kurulu biyodizel üretim kapasitesi itibarı ile Almanya'dan sonra Dünya ikincisidir.

Türkiye'nin 2007 yılı sonu itibarı ile yaklaşık 2.5 milyar dolarlık bir biyomotorin pazarı bulunmaktadır. Mevcut olan 339 firmanın bildirdiği rakamlara göre toplam 3935 personel biyomotorin sektöründe hizmet vermektedir. Bunların tesis başına ortalamaları ise 11.60 kişi/tesis Türkiye'dir. Türkiye'de mevcut tesislerin 2007 üretim kapasitesi gerekli olan miktarın 14.5 katıdır. Bu tesisler % 90 oranında hammaddeyi ithalat yolu ile milyonlarca dolar ödeyerek karşılanmaktadır. A.B: Biyoyakıtların desteklenmesi Avrupa Parlamentosu (AP) ve Avrupa Konseyi (AK) tarafından Direktif 2003/30/CE ile onanmıştır. Bu direktif ile ilk defa bütün üye ülkelere yenilenebilir yakıtların kullanımı konusunda zorunluluk getirilmiştir. Ülkemiz de aday ülke konumunda olması münasebeti ile AB'nin aldığı kararlara uymak zorunluluğundadır. Direktif ile belirtilen doğrultuda bütün üye ülkeler 31 Aralık 2005 tarihine kadar taşımada kullanılan toplam yakıtın en az 2%'si kadar biyoyakıt kullanmalıdırlar. Bu miktar 31 Aralık 2010 senesine kadar en az 5.75%'e ulaşacaktır. Ancak bu kararın revize edildiği ve AB'nin 2006 yılında bu oranı %5 olarak değiştirdiği bilinmektedir. Ayrıca AB'de biyodizel kullanımının zorunlu hale getirilmesi, AB'ye uyum süreci dikkate alındığında, önümüzdeki yıllarda Ülkemizde de biyodizel talebinin artmasını sağlayacaktır. Yapılan hesaplamalara göre, 2007 yılı ülkemizde tüketilen 14.6 milyon ton motorine % 5 oranında biyodizel eklendiğinde 730.000 ton biyodizele ihtiyaç duyulacaktır. Biyodizel ihtiyacını kolza bitkisinden karşılamak için 1 milyon 825 bin ton ürüne ihtiyaç duyulmakta bu ürünü karşılamak için ise yaklaşık 610 bin hektar tarım arazisine ihtiyaç duyulmaktadır.

Devlet Planlama Teşkilatı' nın (DPT) 8. beş yıllık kalkınma planında ayrıntılı olarak verilen Ülkemizin arazi varlığı, ekolojisi, sulanabilir alan varlığı, ekim nöbeti sistemleri, üretim seçenekleri, destekleme politikaları, sözleşmeli üretim sistemleri gibi temel kavramlar ele alındığında, tarım sistemlerinin bilinçli planlanması – programlanması sağlandığında, gıda sektöründeki yağ açığının kapanması yanında, biyoyakıt içinde gerekli ham maddenin de sağlanabileceği beklenebilir.

## 6. BİYOETANOL

Biyooetanol ya da yakıt etanolu, başka bir deyişle etil alkol; kökeni şeker veya nişasta olan ve tarım ürünlerinden elde edilen temiz, renksiz ve Oktan Sayısı yüksek bir biyoyakıttır. Yakıt etanolu, tarım ürünlerinde var olan nişastanın şekere



dönüşümünden ve şekere de uygulanan mayalanma işlemi sonucu ortaya çıkar. Biyoetanol benzinle karıştırılabildiği gibi doğrudan yakıt olarak da kullanılabilir. Bir çok ülkede yasal uygulamalar ve zorunluluklar nedeniyle %2, %5,7, %7,7, %10 ve %15 oranlarında benzine, Oktan Sayısını arttırmak, hava kirliliğini azaltmak ve emisyon kalitesini arttırmak amacıyla karıştırılmaktadır.

- Biyoetanol; mısır, tatlı sorgum, şekerpancarı, patates, switch grass vb. bitkilerden elde edilir.
- Biyoetanol nişastanın fermentasyonu ile üretilir. Saf nişasta çeşitli enzimler ve maya kullanımı ile biyoetanol ve karbondioksit üretilir.
- Fermentasyon sonrası sıvı içindeki biyoetanol miktarı %12-%14 oranındadır. Distilasyon ve moleküler elek teknolojileri ile bu konsantrasyon 99.5% biyoetanol ve 0.5% su haline getirilir.
- DDGS (Distilasyon Yem Hammaddesi) buğdayın nişastası alındıktan sonra kalan kısımdan oluşur. Diğer bir deyişle distilasyonla alkol ayrıştırıldıktan sonra kalan kısmının kurutulması ile elde edilir.
- Her bir tonluk hammaddeden; 330kg biyoetanol, 330 kg DDGS ve 330 kg karbondioksit elde edilir.
- Biyoetanolün üretiminde buğday ve mısırın içindeki nişasta kullanılır. Geri kalan besinler – lifler, proteinler ve yağlar- besin değeri yüksek Distilasyon Yem Hammaddesi (DDGS) 'ni üretmek için kullanılır.
- DDGS kolay hazmedilebilmesi ve zengin By-pas protein içermesinden dolayı büyükbaş hayvancılık için mükemmel bir yemdir.
- DDGS 25-32% oranında ham protein ile 8-10% oranında yağ içerir.
- İçerdiği yağ kompozisyonu nedeniyle yüksek enerji kaynağıdır.
- Hayvanların beslenmesinde önemli bir yeri olan potasyum ve fosfor bakımından zengin bir kaynaktır.
- Kolay peletlenmesi beslemede kuru madde alımını güçlendirir.
- DDGS'de linolik asit, methionine, cystine ve vitamin E vardır.

A.B.D. Avustralya ve Kanada'da ise su kirliliğini önlemek için özellikle Sahil Güvenliğe ait gemilerde %100 yakıt etanolü kullanılmaya başlanmıştır. Bu konu ile ilgili ilk yasal düzenleme 1990 yılında Amerikan Temiz Hava Örgütü (Clean Air Act) tarafından ele alınıp uygulanmıştır. Bu uygulamadan sonra %85 biyoetanol ve %15 benzin ile çalışabilecek motorlara sahip araçlar (Flexible Fuel Vehicles [FFV]) üretilmeye başlanmıştır. Ayrıca benzin içerisine Oktan Sayısını arttırmak için katılan kurşun tetra etil yasaklandıktan sonra birçok ülkede kullanılmaya başlanan etil tersiyer bütül eter (ETBE) üretiminde de biyoetanol kullanılmaktadır. Buna ek olarak yine kurşun tetra etil yerine alternatif olarak kullanılan ve metanol (metil alkol) den elde edilen metil tersiyer bütül eter (MTBE) yeraltı sularını kirlettiği için birçok ülkede yasaklanmaya başlamış ve yerine biyoetanol kullanılmaya başlanmıştır. Benzine %10 etanol katkısı CO emisyonlarını %25-%30, CO2 emisyonlarını %6-%10, uçucu organik bileşik emisyonlarını %7-%30, SOX emisyonlarını %30'a kadar azaltmaktadır. Benzinin içerisindeki benzen ve yanmamış hidrokarbon miktarını da oldukça azaltmaktadır.

### 6.1. Biyoetanolün Tarihçesi

Biyoetanolün yaygın bir enerji kaynağı olarak kullanılması ilk olarak 1970'li senelerde başlamıştır. 1973 ve 1979 senelerinde oluşan petrol krizleri global



anlamda ülkelerin fosil enerji kaynaklarına olan güvenlerini sarstı. Biyoethanol ilk defa benzin arzını arttırmak için katkı olarak kullanılmaya başlandı. Aynı zamanda Çevre Koruma Acentası (EPA)'nın benzinin oktanını yükselten kurşunun yerine, yüksek oktan değerleri sayesinde bu işlevi daha çevreci bir şekilde çözümleyecek biyoetanola destek vermesi biyoethanol kullanımını yaygınlaştırmıştır. Yakın zamanda kabul gören Temiz Hava Hareketi Düzenlemeleri (CAA) sayesinde dünya biyoethanol üretiminde büyük bir yükseliş görülmüştür. CAA düzenlemeleri, oksijenle zenginleştirilmiş yakıt ve "Yeniden Formüle Edilmiş" benzin ile havadaki karbonmonoksit (CO) miktarının azaltılması ve yer seviyesi ozonunu azaltmayı hedeflemiştir. Her iki program benzinin içindeki oksijen miktarını düzenlemektedir. Bunlara göre oksijen ile zenginleştirilmiş yakıtların ağırlıksal olarak %2.7'inde, "Yeniden Formula Edilmiş" yakıtların ise %2'sinde oksijen olması istenmiştir. Yakıttaki oksijen değerlerini yükseltmek amacı ile kullanılan bir diğer katkı olan methyl tertiary butil eter (MTBE)'in yeraltı sularında kirlenmeye yol açtığı anlaşılmıştır. Bunun sonucu biyoetanole olan ilgide artmıştır. Yeni geliştirilen E-dizel ( Biyoethanol-Dizel karışımı) teknolojisi sayesinde biyoetanole olan toplam talep katlanarak artacaktır. Dünyadaki en büyük biyoethanol üreticileri A.B.D ve Brezilya'dır.

## 6.2. Dünya Biyoethanol Üretimi

Etil alkol günümüzde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Sanayide solvent olarak kullanıldığı gibi hastanelerde yada gıda sektöründe de yaygın olarak kullanılmaktadır. Genel olarak dünyadaki etil alkol üretimi Şekil 1'de gösterilmiştir. Etil alkolün en eski ve vazgeçilmez kullanımı alkollü içeceklerdir. Etil alkolün saflık değeri; bünyesindeki su miktarına göre sulu (hydrous) ya da susuz (anhydrous) şeklinde isimlendirilmektedir. Sulu olarak nitelendirilen etil alkol %96 saflıkta, susuz olarak bilenen ve Brezilya'da doğrudan yakıt olarak kullanılan etil alkol ise yaklaşık %100 saflıktadır. Etil alkolün otomobil yakıtı olarak ilk kullanımı 1908 yılında Henry Ford tarafından denenmiştir. Henry Ford'un denemesinin başarılı olmasına rağmen benzin fiyatlarının etanola göre çok ucuz olması etanolün yaygınlaşmasına engel olmuştur. 1980'li yılların başında benzin içerisinde Oktan artırıcı olarak kullanılan kurşunun çevreye olan zararlarından ötürü yasaklanmaya başlanması, alternatif Oktan artırıcıların araştırılmasına hız vermiştir.

Etanol bu yıllardan sonra benzine Oktan artırıcı olarak katılmaya başlanmıştır. Bugün dünyada 42 milyon metreküp biyoethanol üretimi söz konusudur. Halen çeşitli ülkelerde %5-%30 oranlarında karışım olarak kullanılmaktadır. Dünyadaki etanol pazarına bakıldığında bazı ülkelerin etanol üretimi konusunda oldukça ileri düzeyde olduğu fark edilmektedir.

## 6.3. Dünyada Biyoethanol Konusunda Gelişmeler

### 6.3.1. BREZİLYA

1970'lerin ortasında Brezilya hükümeti, ülkenin yakıt rezervini artırmak amacıyla yerli üretimi artıracak Ulusal Yakıt Alkol Programı'nı devreye sokmuştur. Bu programla çeşitli destekler sağlayarak ses getiren bir başarı elde edilmiş ve 1980 yılının başlangıcıyla etanol ülkede ulaşım sektöründe benzinden daha büyük bir pazar payına ulaşmıştır. Son dönemlerde benzin fiyatlarının daha da artması, etanol pazarını daha da artırmıştır. Brezilya'da 1975 ile 2002 yılları arasında taşıtlarda



kullanılan etanol 210 milyar litre benzinin yerini alarak, ülke ekonomisine 52 milyar dolarlık bir kazanç sağlamıştır. Brezilya'da hükümetçe yapılan teşvikler sonucu yakıt etanolü üretiminin galon başına ortalama 50 Cent fiyat biçilmesi, pazarda benzine karşı büyük bir rekabete sebep olmuştur. Etanol ayrıca düşük vergi nedeniyle de benzine göre avantajlı olmuştur. Ülkede etanol pazarının serbestleşmesinden sonra biyoetanol benzine göre %33 daha az fiyat avantajı getirmiştir. Brezilya'da etanolün çekici fiyatı, ülkenin bu ürün bazında en fazla ihracat yapan ülkesi konumuna gelmesini sağlamıştır. 2003 yılında 770 milyon litre ihracat ile ülke tarihinin en yüksek ikinci ihracatı yapılmıştır. İlerleyen yıllarda bu büyümenin daha da artacağı tahmin edilmektedir. Şu an içecek ve endüstriyel alkol olarak ihracat çoğunluktadır. Bununla birlikte ülke, özellikle Japonya'ya biyoetanol temin eden birincil ülke olmayı ümit etmektedir. Brezilya'da etanol ve benzinin kullanım oranı Şekil 2'de görülmektedir.

Etanol üretiminin çok uygun olduğu bu ülkede çok değişken üretim rakamları gözden kaçmamaktadır. Bunun başlıca sebeplerinden birisi ülkenin içinde bulunduğu iklim koşullarıdır. Özellikle El Nino ve La Nina gibi doğal afetler sebebiyle, ülkenin orta ve güney kısımlarında, şeker kamışı ürünlerini tahrip olması ile üretimde oldukça düşüşler yaşanmıştır. Son olarak 2000–2001 üretim sezonunda şeker kamışı üretiminin %15 gibi bir rakamla geriye gitmesi, ülkede çok ciddi bir etanol üretimi ve dolayısıyla ihracat düşüşüne sebep olmuştur. İklim koşullarının üretimi azaltıcı etkisini minimuma indirmek amacıyla Brezilya'da ülkenin tüm bölgelerinde şeker kamışı üretimine hız verilmiş ve bu sayede olası bir engel aşılmıştır .

### 6.3.2 AMERİKA

2003 yılının ikinci en yüksek etanol ihracatı yapan ülkesi de Amerika'dır. Çoğunluğu mısırdan elde edilmek suretiyle, etanol üreticileri rekor bir seviyede 10,6 milyar litre ile muazzam bir ihracat gerçekleştirmişlerdir. Özellikle vergi konusunda makul rakamların oluşturulması, Amerika'da etanol üretimini oldukça artırmıştır. Değişik vergilendirme seçenekleri ile etanol endüstrisi hızla büyümüştür. Amerika'da asıl etanol sıçraması 1990'lı yıllarda gerçekleşmiştir. Temiz çevre sloganı ile Amerika'nın çevre yönünden kirli eyaletlerinde temiz yakıt kullanımını yaygınlaştırmak amacıyla Temiz Hava Yasası (Clean Air Act) hayata geçirilmiştir. Özellikle 2004'ün baharında Amerika'daki MTBE kullanımının yasaklanmaya başlanmasıyla etanolün önü açılmıştır. Yenilenebilir yakıt standartlarının getirilmesiyle Amerika'daki yenilenebilir yakıtın 2012 yılında 20 milyar litreyi bulacağı tahmin ediliyor. Şekil 3'de verilen grafik incelendiğinde özellikle 2000 yılından sonra Amerika'da etanol üretiminin hızla arttığı görülmektedir. Ülkenin 2010 yılı hedefi ise bugünkü mevcut üretimi 5 yıllık dönemde ikiye katlamaktır.

### 6.3.3 AVRUPA

Avrupa'da biyoetanol üretimine ilk olarak 1990 yılında Fransa tarafından başlanmıştır. O yıllardan bu güne kadar birçok Avrupa ülkesinde etanol üretimi yaygınlaşmıştır. Avrupa'nın etanol üretimi 1993 yılında 60 milyon litreden, 2003 yılında 400 milyon litreye ulaşmıştır. 8 Mayıs 2003 tarihinde Avrupa Birliği tarafından yayınlanan direktifle, biyoyakıtların kullanımı zorunlu hale getirilmiştir. Yayınlanan bu direktifte, tüm üye ülkelerin 2005 yılının sonuna kadar benzinin içerisine %2 oranında, her yıl bu oran %0,75 arttırılarak 2010 yılının sonuna kadar ise %5,75 oranında biyoetanol karıştırılması zorunlu hale getirilmiştir. Alınan bu kararlarla beraber tüm üye ülkelerden, biyoetanol gereksinimleri ve üretim potansiyelleri



hakkında rapor istenmiştir. Bazı üye ülkeler biyoetanol üretimini desteklemek amacıyla bir takım kararlar almışlardır. İspanya'da 31 Aralık 2002 tarihinde yayınlanan bir genelgeyle, biyoyakıt üreten firmalardan vergi alınmayacağı açıklanmış, 2003 Aralık ayında ise benzine %5 oranında biyoetanol karıştırılması durumunda fatura indirimine gidileceği doğrultusunda kararlar alınmıştır. Almanya'da 2003 yılının Kasım ayında alınan bir kararla 2004–2009 yılları arasında biyoetanol ve biyodizelden vergi alınmayacağı konusunda karar alınmıştır. İngiltere'de ise 2005–2011 yılları arasında biyoyakıt üreticilerine vergi muafiyeti sağlanmış ve teşvik konusunda karar alınmıştır.

Yapılan araştırmalar doğrultusunda, benzin içerisine %2 biyoetanol karıştırılması durumunda Avrupa'nın biyoetanol ihtiyacı 2005 yılında 5.393 milyon litre, 2010 yılında ise %5,75 karışım göz önüne alınarak en az 15.504 milyon litre olacaktır .Avrupa pazarında etanol üretimi üzerine söz sahibi ülkelerden Fransa, İspanya ve İsveç'in üretim rakamları ele alınmıştır. 2000'li yılların başlarına kadar özellikle Fransa etanol üretiminde söz sahibi iken, daha sonraki yıllarda İspanya etanol pazarında önemli bir pay almıştır. Biyoyakıt Direktörlüğü altında AB ülkelerinin ilerleyen yıllarda etanol üretiminin tahmini rakamları ise aşağıda verilmiştir

#### **6.4. Türkiye'de Biyoetanol Üretimi**

Ülkemizde kullanılan enerjinin birinci derecede fosil yakıtlardan karşılanması, petrol kaynakları bakımından kendine yeter durumda olmaması, ve ihtiyacın % 92 sini ithalat yolu ile karşılanması, milyarlarca dolar petrol alımı için dışarıya ödenmesi petrol fiyatlarındaki anomal yükselişler nedeni ile ekonomimiz olumsuz etkilenmektedir. (Ülkemizde 2007 yılı itibarı ile 3 milyon ton benzin tüketimi gerçekleşmiştir.)

Bunun için ülke olarak alternatif enerji kaynaklarına yönelmemiz, bu konularda temel araştırmalar yapmamız, gerekmektedir. Ülkemizde 160 bin ton kapasiteli biyoetanol , tesisi bulunmaktadır.

A.B: Biyoyakıtların desteklenmesi Avrupa Parlamentosu (AP) ve Avrupa Konseyi (AK) tarafından Direktif 2003/30/CE ile onanmıştır. Bu direktif ile ilk defa bütün üye ülkelere yenilenebilir yakıtların kullanımı konusunda zorunluluk getirilmiştir. Ülkemiz de aday ülke konumunda olması münasebeti ile AB'nin aldığı kararlara uymak zorunluluğundadır.

Direktif ile belirtilen doğrultuda bütün üye ülkeler 31 Aralık 2005 tarihine kadar taşımada kullanılan toplam yakıtın en az 2%'si kadar biyoyakıt kullanmalıdırlar. Bu miktar 31 Aralık 2010 senesine kadar en az 5.75%'e ulaşacaktır.Ancak bu kararın revize edildiği ve AB'nin 2006 yılında bu oranı %5 olarak değiştirdiği bilinmektedir. Ayrıca AB'de biyodizel kullanımının zorunlu hale getirilmesi, AB'ye uyum süreci dikkate alındığında, önümüzdeki yıllarda Ülkemizde 2007 yılı itibarı ile 3 milyon ton benzin tüketimi gerçekleştirilmiştir. % 2 oranında biyoetanol karışımı uygulandığında , 60.000 ton biyoetanol üretilmesi, % 5 karışım uygulandığında 150.000 ton biyoetanol karışımı uygulanması zorunludur. Bu ihtiyaç şeker pancarından karşılanacak olursa, (40 ton hektara şeker pancarı verimine göre) 5 ton/ha biyoetanol hesabı ile 240.000 ha alanda ilave şeker pancarı üretimi demektir.

#### **8. BİYOKÜTLE**

Biyokütle enerjisi klasik ve modern olmak üzere iki grupta ele alınır. Klasik biyokütle enerjisi konvansiyonel ormanlardan elde edilen yakacak odun ve yine



yakacak olarak kullanılan bitki ve hayvan artıklarından (özellikle tezek) oluşmaktadır. Klasik biyokütle enerjisi kullanımının temel karakteri, biyokütle materyalinden enerjinin ilkelden geliştirilmiş çeşitli yakma araçları ve doğrudan yakma tekniği ile elde edilmesidir. Sanayileşmemiş kırsal toplumlarda kullanımı yaygındır. Modern biyokütle kaynakları ise, enerji ormancılığı ürünleri ile orman ve ağaç endüstrisi atıkları, enerji tarımı (bir yetiştirme sezonunda ürün alınan enerji bitkileri), tarım kesimindeki bitkisel ve hayvansal atıklar, kentsel atıklar, tarıma dayalı endüstri atıkları olarak sıralanır. Yakıt için, bitkisel üretim ve hasat ile, son tüketim çevrimi birbirinden ayrı işlemler zinciridir.

Günümüzde enerji tarımı ya da enerji yetiştiriciliği denilen yeni bir tarım türü geliştirilmiştir. Bu tarım özellikle bir yıllık ve C4 tipi bitkilerle yapılmaktadır. C4 tipi bitkiler grubuna tatlı dan (sweet sorghum), şeker kamışı, mısır gibi bitkiler dahildir. C4 tipi bitkiler diğer bitkilere göre CO<sub>2</sub> ve suyu daha iyi kullanmakta, kuraklığa dayanıklı olmakta, fotosentetik verimleri de yüksek bulunmaktadır. Bu bitkilerden alkol ve diğer biyokütle yakıtlar üretmek mümkündür. Alkol üretiminde en yüksek verim 3500 lt/ha. yıl ile şeker kamışından sağlanmakta olup, bunu 3200 lt/ha.yıl ile odun, 3000 lt/ha.yıl ile sorgum izlemektedir. Mısırdaki bu değer 2000 lt/ha.yıl düzeyine düşmektedir. Buna karşın şeker kamışının tonundan 60 lt, mısırın tonundan 300 lt alkol elde edilmektedir.

Biyokütleden enerji eldesi için, daha çok tarım işçiliğine gerek duyulduğundan, biyoenerji konusu, özellikle kırsal kesimde iş alanları yaratma açısından ideal bir seçenektir. Gelişmekte olan ülkelerin karşılaştığı en büyük sorunlardan biri olan kırsal kesimden büyük şehirlere göç olayını da bu şekilde önlemek mümkündür. Biyokütlenin oldukça çorak alanlarda yetişmesi ile daha önce yararlanılamayan toprakların kullanılması ve kırsal alanlarda iş alanları yaratılması, bölgesel kalkınma ve büyük kentlere göçün önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Orta verimdeki bir arazi parçası üzerinde yapılan hesaplara göre 1 hektar tarladan yılda ortalama 80100 ton yaş veya 2530 ton biyokütle elde edilmektedir. Böyle bir bölge için yıllık ortalama yağış tutarı 250mm dolayındadır. İklim koşulları açısından daha uygun olan yarı tropik bölgelerde ise verim hektar başına 40 ton biyokütle düzeyine çıkabileceği kesindir. Biyokütleden elde edilen enerjinin birim maliyeti diğer yakıtlarla yarışabilecek durumdadır.

## 7.1.DÜNYADA BİYOKÜTLE KULLANIMI

Brezilya biyokütlenin geniş çapta, özellikle taşıtlarda kullanılması yönünden dünya da ki en iyi örneklerden biridir. Bu ülkede yaklaşık 5 milyon taşıt, 1989 dan beri yakıt olarak benzin yerine şeker kamışı veya benzeri ürünlerden elde edilen saf biyoetanolu, yine bir çok araç da benzin/etanol karışımını kullanmaktadır. Bunun sonucu olarak ülkede bu biyokütle yakıtları ile doğrudan ilgili olarak 700,000 dolayında olarak da 1.52 milyon yeni iş yaratılmaktadır. 1976 ile 1987 yılları arasında petrol ithalatı yerine yerli üretim etanol kullanılmasından dolayı tasarruf edilen miktar 12,48 milyar dolar düzeyindedir. Ülke ekonomisine büyük katkı yapan bu program için yatırım ise sadece 6.97 milyar dolar olup, üretim maliyeti 1979 dan beri hala her yıl yaklaşık %4 dolayında düşmektedir. Yetiştirilen biyokütleden şeker elde ettikten sonra geri kalan posa kısmından yakıt olarak daha ekonomik kullanımı ile bu maliyetin daha da düşeceği sanılmaktadır.

Mauritius'daki şeker kamışı endüstrisi ürettiği biyokütlenin atıklarının modern fırınlarda yakarak elektrik üretmekte ve enerji gereksiniminin %60 ını karşılamaktadır. Zimbabve, 1983-1990 yılları arasında, şeker kamışından 40 milyon litre etanol



üretmiştir. Ve bu taşıtlarda yakıt olarak kullanılmıştır. Organik atıklardan havasız çürütme yöntemiyle biyogaz üretimi, oldukça basit ve hemen her yerde yapılabilecek bir işlemdir. Hindistan'da halen çeşitli büyüklükte bir milyondan fazla biyogaz üretim tesisi bulunmaktadır. Çin'de 1 milyarın üzerindeki nüfusun büyük çoğunluğu yakıt olarak biyokütle kullanmakta olup daha çok yemek pişirmek ve aydınlanmak için kullanılan biyogaz üretimi için 5 milyondan fazla küçük tesis yaklaşık 25 milyon insan tarafından işletilmektedir. Sayıları 10,000 dolayında olan orta ve büyük ölçekli tesislerden üretilen biyogaz ise elektrik üretimi ve büyük fabrikaların enerji gereksinimi için kullanılmaktadır. Çin de büyüklüğü 10 kW ve üzeri olan 800 biyogaz üretim tesisinin toplam kapasitesi 8500 kW dolayındadır. İsveç, enerjisinin %16'sı gibi büyük bir kısmını biyokütleden elde etmektedir. Avusturya da 11,000'den fazla biyokütle ile çalışan enerji üretim sisteminin toplam gücü 1200 MW ulaşmıştır. Bu ülke de enerjisinin %1'e3'ünü biyokütleden sağlamaktadır. Amerika da biyoenerji kaynaklı elektrik üretimi 9000 MW'yi geçmiş durumda olup, bu ülke de toplam enerjisinin %4'ünü biyokütleden sağlamaktadır. Bu değer nükleer enerjiden elde edilen miktara yakındır.

Burada üzerinde önemle durulması gereken diğer bir konuda, fosil yakıtlar için yapılan ekonomik analizlerde, çevre etkilerinden ileri gidilebilecek maliyet artışlarının henüz yer almış olmamasıdır. Bu konuda yapılan kapsamlı bir araştırmada fosil yakıtlardan, örneğin kömürden elde edilecek her bir milyar joule için 9\$'lık ek bir maliyet hesaplanmıştır. Burada 1 milyar joule yaklaşık 80 kg linyit kömürü yakılmaya karşılık gelmektedir. Bu maliyetler fosil yakıtlara eklendiğinde, biyokütlelerin daha da üstün konuma geleceği açıktır.

## 7.2. TÜRKİYEDE BİYOKÜTLE KULLANIMI

Türkiye'de klasik biyokütle, yani odun ve tezek, enerji üretiminde önemli bir orana sahiptir. 1995 yılı verilerine göre odun yaklaşık %30 ve tezek %10 oranında enerji üretimi içinde pay almaktadır. Ancak, son yıllarda azalan ormanlar ve hayvancılıkta görülen gerileme ile doğal gaz kömür gibi ithal ürünlerin artması bu oranları azaltmaktadır. Modern biyokütle enerjisi kullanımına geçilmesi ülke ekonomisi ve çevre kirliliği açısından önem taşımaktadır. Birçok ülke bugün kendi ekolojik koşullarına göre en uygun ve en ekonomik tarımsal ürünlerden alternatif enerji kaynağı sağlamaktadırlar. Türkiye de bu potansiyele, ekolojik yapıya sahip ülkeler arasındadır.

Türkiye'de enerji ormancılığı yönünden ekonomik değeri yüksek ve hızlı büyüyen yerli ağaç türleri arasında, akkavak, titrek kavak, kızılbaş, kızılçam, meşe, dişbudak, fıstık çamı, karaçam, sedir ve servi ağaçlarını saymak mümkündür. Türkiye ortamında yetişecek yabancı kökenli ağaçlar arasında ise akoliptüs, papulus euramericana, pinus pinaster, acacia cynophilla gibi türleri saymak mümkündür. Burada kavak, söğüt gibi oldukça fazla su isteyen ağaçların yanı sıra, oldukça kurak alanlarda yetişebilecek ağaçlara da önem verilmesi gerekmektedir. Enerji üretimine yönelik olarak, modern biyokütle çevrim teknolojilerinin de kullanıldığı, çalışmalar küçük ölçekli olarak 1993 yıllarından sonra başlamıştır. Bunlara örnek olarak mischantus ve tatlı sorgum bitkileri üzerinde yapılan çalışmalar gösterilebilir. Etanolu, Brezilya örneğinde olduğu gibi Türkiye de taşıtlarda benzine seçenek olarak rahatlıkla kullanmak mümkündür. Ayrıca, hava kirliliğinden büyük ölçüde etkilenen bir çok şehirde, biyokütle ve bunlardan türetilen yakıtların kullanılması ile kükürt dioksit ve benzeri zararlı gazların büyük ölçüde azalacağı da açıktır.



## SONUÇ

Petroldeki dışa bağımlılığı azaltmak, çevre kirliliğinin önlenmesine bir nebze de olsa katkıda bulunmak, üretimdeki en önemli gider kalemlerinden olan akaryakıt giderini azaltarak, ürün maliyetini düşürmek hedeflenmektedir. Bunun için ülke olarak alternatif enerji kaynaklarına yönelmemiz, bu konularda temel araştırmalar yürütülmesi gerekmektedir.

Bu kapsamda 10.01.2008 tarihli ve 00158 sayılı yazıya istinaden Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü tarafından enstitümüz “ Enerji Bitkileri Tarımı Araştırma Merkezi” olarak ülke genelinde araştırma ve temel projeler yürütmekle görevlendirilmiş ve 2010 yılına kadar enstitümüz alt yapısının bu konuda tamamlanarak faaliyete geçirilmesi belirtilmiştir. Enerji bitkileri tarımı konusunda hedeflenen projeleri yürütebilmemiz için de yağ asitleri, ham yağ, ham protein, nişasta, ısıl değerleri, selüloz vb oranlarının belirlenmesi amacıyla enstitümüzde modern bir laboratuvar , pilot biyodizel, biyoetanol, biyokütle tesislerinin kurulması planlanmaktadır. Ülkemiz biyomotorin ve biyoetanol ihtiyacını karşılamak için 850bin hektar ilave tarım alanına ihtiyaç bulunmaktadır. Hammadde ihtiyacının yerli kaynaklardan sağlanmasına yönelik, Ülkemizde, 1 milyon 900 bin hektar kullanılmayan tarım arazisi, 5 milyon hektar nadas alanı ve şekerpancarı ile tütüne kota uygulanan araziler enerji bitkileri tarımı için marjinal alanlar olarak değerlendirildiğinde fazlası ile ihtiyaç duyulan alan karşılanabilir.

Yukarıda bahsedilen alanlar marjinal olarak değerlendirildiğinde; sanayi için dışarıya ithal edilen hammadde yurt içi kaynaklarından karşılanacaktır. Dışarıya hammadde ithalatı için ödenen döviz üreticilerimize gelir olarak dönecektir. Dolayısı ile kırsal alanda yaşayan üreticilerimizin gelir seviyesinde bir artış meydana gelecektir.

Biyodizel ve biyoetanol için ihtiyacın karşılanması üretimden tüketime 180 bin kişiye dolaylı iş imkanı ve ihtiyacın tamamen yurt içinden karşılanması biyodizel için 250 milyon dolar, biyoetanol için 135 milyon dolar döviz tasarrufu anlamına gelmektedir.

### KAYNAKLAR:

- [1] ‘Türkiye Biyoyakıt (biyodizel-biyoetanol) Raporu’, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Ankara, 2004.
- [2] Buchheit.J.K., ‘Production of ethanol’, Rural Enterprise and Alternative Agricultural Development Initiative Report, Report no:13, Illinois, USA, 2002.
- [3] Lorenz.M., ‘How Much Energy Does it Take to Make a Gallon of Ethanol’, Institute for Local Self-Reliance, USA, 1995.
- [4] ‘The Ethanol Industry in Canada’, www.ethanol-crfa.ca
- [5]Berg.C.,”World fuel ethanol analysis and outlook”, F.O. Licht, UK, 2004
- [6] ‘Drivers of Ethanol Demand’, www.abengoabioenergy.com
- [7] ‘On the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport’, Directive 2003/30/Ec Of The European Parliament And Of The Council, Official Journal of the European Union, Brussel, 2003.
- [8] Novozymes.C.V., ‘Bioethanol from non-corn grains’, World Ethanol 2004 Conference, London, 2004.
- [9] ‘Biobased products and bioenergy initiative success stories’, The US Dry Mill Ethanol Industry, US Department Of Energy, US, 2004.



[10] Renewable Fuels Association Website, <http://www.ethanolrfa.org>

[11] [www.albiyobir.com](http://www.albiyobir.com)

[12] Acarođlu,M. "Alternatif Enerji Kaynakları » 2007 NobelYayın No :1253 Teknik Bilimler : 96 - Ankara