

YENİLEBİLİR ENERJİ KAYNAĞI OLARAK BİTKİLER

Candan ÇOKADAR --Nazlı Gülşah YILDIRIM

Sakarya Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Fosil enerji kaynaklarının yenilenemeyen, sınırlı kaynak olması, küresel iklim değişimlerinden birinci derecede sorumlu olması, kirlenici kaynak olarak insan ve doğal yaşam alanlarına tehdit oluşturması, yeni enerji kaynaklarının arayışına neden olmuştur. Sınırsız enerji kaynağı olan güneş enerjisinin fotosentez yoluyla bitkilerde biriktirilmiş formu olan biyoenerji ilk akla gelen enerji kaynağını oluşturmaktadır. Biyoyakıt enerjisi alternatif enerji kaynakları içerisinde büyük bir potansiyele sahip olup, rüzgar ve güneş gibi kesikli değil, sürekli enerji sağlayabilen bir kaynaktır. Biyokütle enerjisinin kolay depolanabilir olması diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre avantaj sağlar. Fosil kökenli enerji kaynakları Türkiye'yi dışa bağımlı kılmakta ve kullanımının ardından çevre kirliliğine neden olmaktadır. Alternatif enerji kaynakları arasında biyoyakıt teknolojisi ülkemiz koşullarında yenilenebilir enerji kaynağı olarak önemli bir potansiyel kaynak olarak dikkati çekmektedir.

GİRİŞ

Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde önemli bir potansiyele sahip biyoyakıt enerjisinin kaynağını ağırlıklı olarak biyokütle oluşturma kapasitesi yüksek bitkisel ürünler oluşturmaktadır. Ayçiçeği, kolza, soya, aspir, pamuk gibi yağlı tohum bitkileri; patates, buğday, arpa, çavdar, mısır, şeker pancarı, şeker kamışı, tatlı sorgum gibi karbonhidrat bitkileri; keten, kenaf, kenevir, pamuk, miscanthus gibi elyaf bitkileri en sık kullanılan kaynaklardır. Bu bitkilerin yanı sıra ekonomik değeri olmayan dal, sap, saman, kök, kabuk gibi tarımsal artıklar ile hayvansal artıklar da biyoyakıt üretiminde değerlendirilmektedir.

Kaynakları ağırlıklı olarak tarımsal ürünlere dayalı olan yeni bir enerji sektörü ortaya çıkmıştır. Bu sektörün adı enerji tarımıdır. Enerji tarımı, çiftçi tarafından üretilen ve biyoyakıt üretiminde kullanılan her türlü bitkisel ürünü içermektedir. Başta ABD olmak üzere AB ve diğer pek çok ülkede kullanılıyor olması, tüm dünya ile birlikte Türkiye'nin de biyoyakıt enerjisine yöneldiğini göstermektedir.

Biyoyakıtlar, tarımsal ürünler, odun, hayvan, bitki ve belediye atıklarından oluşmaktadır. Bu yakıtlar biyokimyasal ve/veya termokimyasal dönüşüm sonucu ısı, elektrik ve yakıt haline dönüşmektedirler. Gaz yakıtlar, biyohidrojen, biyogaz; katı yakıtlar, odun kömürü -biyokömür ile biyopelet- biyobriketten; sıvı yakıtlar ise biyoetanol, biyodizel, biyometanol, biyodimetiler, biyoetilersiyerbutiler ve bitkisel yağlardan oluşmaktadır.

Doğada 150 milyar ton/yıl biyokütle üretilmektedir (Ar, 2007). Ancak günümüzde en yaygın kullanılan biyoyakıtlar, biyodizel, biyoetanol ve biyogazdır.

BIYOETANOL

Biyoetanol, kökeni nişasta ve şeker olan tarımsal ürünlerden elde edilen oktan sayısı yüksek biyoyakıtlardan biridir. Biyoetanol, tarım ürünlerinde bulunan nişastanın şekere dönüşümünden sonra uygulanan fermantasyon işlemi sonucu ortaya çıkmaktadır.

Biyoetanol, genellikle ulaştırma yakıtı olarak benzinle harmanlanarak kullanılabilen bir yakıttır. Biyoetanol, benzinle karışım oranlarına göre aşağıdaki gibi adlandırılmaktadır.

E2 : %2 Biyoetanol + %98 Benzin

E5 : %5 Biyoetanol + %95 Benzin

E10 : %10 Biyoetanol + %90 Benzin

E85 : %85 Biyoetanol + %15 Benzin

Benzinle karıştırılan biyoetanol, benzinin daha verimli ve temiz yanmasına yardımcı olmaktadır. Ancak son dönemde motorinle harmanlanarak da kullanılabilir. E-Dizel olarak adlandırılan karışımda motorinin içerisinde genellikle %15 biyoetanol bulunmaktadır. Ulaştırma sektörünün yanı sıra biyoetanol, elektrik üretiminde, kojenerasyon uygulamalarında, küçük ev aletlerinde ve kimyasal madde üretiminde de kullanılabilir.

Biyoetanol üretiminde şeker pancarı, şeker kamışı, mısır, buğday, tatlı sorgum, patates, odunsular, tarımsal atıklar, selüloz içerikli belediye atıkları gibi şekerli, nişastalı ve selüloz içerikli bitki ve artıklar kullanılmaktadır. Ancak yapılan araştırmalara göre, en ekonomik biyoetanolün şekerpancarı, şeker kamışı, mısır ve buğdaydan üretildiği belirtilmektedir. Çeşitli tarım ürünlerine göre etanol verim değerleri Tablo-1'de görülmektedir.

Tablo 1. Çeşitli tarım ürünlerine göre etanol verim değerleri

Ürün	Ürün verimi (ton/hektar)	Ürün etanol verimi Litre/ton)	Etanol üretimi (Litre/hektar)
Şeker kamışı	50-100	60-80	3500-7000
Şeker Pancarı	40-50	90-100	3800-4800
Mısır	4-8	360-400	1500-3000
Sorgum	4-15	330-370	1480-6300
Buğday	2-9	370-420	740-3800

Kaynak: Ar, "Şeker sanayi ve Biyoetanol Üretimi", Uluslararası Yakıt Sempozyumu, 2006, Ankara.

Dünyada en çok üretilen sıvı biyoyakıt biyoetanoldür. Üretilen her 6 birim sıvı biyoyakıttan 5 birimi biyoetanoldür. 52 ülkede destek gören biyoetanol en fazla ABD ve Brezilya'da üretilmekte ve tüketilmektedir. .2011 yılında dünyada 100 milyar lt'nin üzerinde biyoetanol üretilmiştir.

Biyoetanol üretiminde ağırlıklı olarak mısırın kullanıldığı ABD'de, 2006 yılında 18,4 hm küp üretim gerçekleşmiştir. Dünyanın ikinci büyük biyoetanol üreticisi olan Brezilya'da ise 17 hm küp biyoetanol üretilmiştir. 1930'lu yıllardan itibaren Brezilya'da ulaşım sektöründe kullanılan biyoetanolin üretimi, çevre bilincinin gelişmesiyle 2000'li yıllarda hızla artmıştır. Ayrıca diğer ülkelerde de üretiminin hızla arttığı görülmektedir. Dolayısıyla üretiminin artırılması için de üretimi ve tüketimi teşvik edilen bir biyoyakıt olmuştur. Ayrıca biyoetanol, Brezilya'da şeker kamışından, ABD'de ise mısırdan elde edilmektedir.

Ülkemizde, biyoetanol sektöründe mevcut durumda 3 üretim tesisi bulunmaktadır. Bununla birlikte Eskişehir Şeker Fabrikası Alkol Üretim Tesisinde yakıt alkolü üretimine dönük yatırım yapılmıştır. Yasal düzenlemeleri Tütün ve Alkol Piyasası Düzenleme Kurumu tarafından yapılmaktadır. Türkiye'de Kurulu biyoetanol üretim kapasitesi 149,5 milyon litredir. Bunun %56'lık kısmı, 84 milyon litre ile bir çiftçi kuruluşu olan Pankobirlik çatısı altında yer alan Konya Şeker Tic. ve San. A.Ş.'ye aittir. Hammadde olarak şeker pancarı ve şeker prosesinin artığı olan melas kullanılmaktadır. Diğer 2 tesis Bursa (Kemalpaşa) ve Adana'da kurulu olup mısır ve buğdaydan üretim yapılmaktadır. Ülkemizin biyoetanol kurulu kapasitesi benzin tüketimimizin yaklaşık %7'sini karşılıyor durumdadır. Ancak pazarda yer alan biyoetanol benzin tüketimimizin %1'inin çok altındadır.

Tablo 2. Dünya Etanol Üretimi (hm küp4)

Ülkeler	2004	2005	2006	2006 (%)
Brezilya	15,1	15,0	17,0	37,0
ABD	13,4	16,2	18,4	40,0
Çin	3,6	3,8	3,8	8,4
Hindistan	1,7	1,7	1,9	4,1
Fransa	0,8	0,9	0,9	2,1
Rusya	0,7	0,7	0,7	1,6
Almanya	0,3	0,4	0,8	1,7

Kaynak: World Energy Council, Survey of Energy Resources, 2007.

Türkiye'de biyoetanol üretimi, ağırlıklı olarak şeker fabrikalarında melastan sağlanmaktadır. TSE standartlarında kabul edildiği gibi %5 karışım esas alınarak hesaplandığında yıllık 225 bin metre küp biyoetanole ihtiyaç duyulmaktadır. Mevcut teknoloji ile bir litre biyoetanol için 2,5 kg buğday kullanılması gerekmektedir. Biyoetanol üretiminin

artırılabilmesi için hammadde üretim miktarlarının artırılması gerekmektedir. Biyoetanol üretimi için en uygun tarım ürünü mısır ve buğday olup, Türkiye’de bu ürünlerin artırılma potansiyeli bulunmaktadır.

BIYODİZEL

Biyodizel, kolza (kanola), ayçiçeği, soya, pamuk, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen veya hayvansal yağların bir katalizör eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile (metanol veya etanol) reaksiyonu sonucunda açığa çıkan ve dizel motorlarda yakıt olarak kullanılan alternatif bir enerji kaynağıdır. Bitkisel ve hayvansal yağlardan üretilen biyodizel, kimyasal yapısı itibariyle petrol kökenli dizelden farklı olmakla birlikte, işlevleri bakımından petrole eşdeğer kalitede bir yakıttır. Bu yakıt petrol içermez, ancak saf olarak ya da her oranda petrol kökenli dizelle karıştırılarak yakıt olarak kullanılabilir. Ayrıca saf biyodizel ve dizel-biyodizel karışımları herhangi bir dizel motoruna, motor üzerinde küçük değişiklikler yapılarak kullanılabilir.

Biyodizel, dizel ile karışım oranlarına göre aşağıdaki gibi adlandırılmaktadır.

B5 : %5 Biyodizel + %95 Dizel

B20 : %20 Biyodizel + %80 Dizel

B50 : %50 Biyodizel + %50 Dizel

B100 : %100 Biyodizel

Dünyada toplam akaryakıt tüketimi 3.793 milyon ton, toplam dizel ve fuel oil tüketimi 1.548 milyon tondur. Öte yandan dünya toplam bitkisel yağ üretimi ise 108 milyon tondur. Dünyada üretilen bitkisel yağların 6 milyon tonu biyodizel üretiminde kullanılmaktadır. Dünya genelinde üretilen bitkisel yağların tamamı biyodizel üretiminde kullanılsa bile dünya dizel yakıt ihtiyacının ancak %7’si karşılanabilmektedir.

Tablo–3: Dünya Biyodizel Üretimi (bin ton)

Ülkeler	2004	2005	2006	2006 (%)
Almanya	1035	1669	2681	35,8
Fransa	348	492	775	10,3
İtalya	320	396	857	11,4
Malezya		260	600	8,0
ABD	83	250	826	11,0
İspanya	13	73	224	3,0
İngiltere	9	51	445	5,9

Kaynak: World Energy Council, Survey of Energy Resources, 2007.

Biyodizel üretiminde kullanılan 3 ton kanoladan yaklaşık 1,2 ton yağ ve 1,8 ton küspe üretilmektedir. Elde edilen 1,2 ton yağa, 120 kg metanol karıştırılmasıyla da 1,2 ton biodisel yakıtı ve 120 kg gliserin (sabun ana maddesi) elde edilmektedir (Süzer, 2006).

Biyodizel üretimi için gerekli olan hammaddeleri ithalatla karşılamayı düşünerek sektöre giren üreticiler, bir de yerli hammadde ile üretilen biyodizele 26 Aralık 2006 tarihinde %2 gibi düşük bir vergi muafiyeti getirilmesi sonucunda üretimlerini azaltmışlardır. Üreticiler ithal hammaddeye de vergi muafiyeti istemektedir. Biyobenzin üretiminde kullanılan hammadde ve yağlı tohum ithalatı için 2004 yılında 985 milyon dolar, 2005'te 1,1 milyar dolar ve 2006'da 1,4 milyar dolar ödenmiştir.

Dünyada yağ bitkileri üretimi de hızla artmıştır. Bu artış 2002–2005 döneminde soyada %15,9, ayçiçeğinde %20,7, kolzada ise %19,3 olmuştur. Türkiye'de yağlı tohum bitkilerinin üretimi ise ürünlerin üreticiye getirisinin düşük olması yüzünden artmamıştır Türkiye'deki yağlı tohum üretim miktarları ve ekim alanı Tablo-4'de görülmektedir.

Tablo-4: Türkiye'de Bazı Yağlı Tohum Üretim Miktarları ve Ekim Alanları

Üretim Miktarı	2002	2003	2004	2005	2006
Pamuk	2340	2489	2455	2240	2550
Ayçiçeği	850	800	900	987	1118
Soya	75	85	50	29	47
Kanola	1,5	6,5	4,5	1,2	12,6

Kaynak: Tarım Bakanlığı, Yağlı Tohumlu Bitkiler Destekleme Primleri, 2007.

Türkiye'de gerek biyodizel, gerekse biyoetanol üretiminde kullanılan yağ bitkileri ve yağlı tohum ihtiyacı giderek artmaktadır. Yağlı tohum ekiminde kullanılan arazi yaklaşık 1,5 milyon hektar olup, toplam tarımsal alanın %7'sini oluşturmaktadır. Buna karşın yaklaşık 900 bin ton civarında ham yağ, 1,4 milyon ton da yağlı tohum ithalatı yapılmaktadır. Bu yüzden ülke ihtiyacının karşılanabilmesi için 1 milyon hektarlık alanın yağ bitkileri üretimine açılması gerekmektedir.

Tablo 5. Türkiye'de Yağlı Tohum İthalatı (bin ton)

Üretim Miktarı (bin ton)	2001	2002	2003	2004
Ayçiçeği	183	129	541	478
Soya	321	612	831	656
Pamuk çiğidi	32	54	3	84
Kanola	-	-	-	3
Toplam	536	795	1375	1221

Kaynak: Taşkaya, Tunaliolu ve Odabaşı, Yağı Tohumlar ve Bitkisel Yağlar Durum Tahmin 2005/2006.

BİYOKÜTLE

Biyokütle yetiştiriciliğinin amacı enerji ormanları ve enerji tarımı ile modern biyokütle yakıt hammaddesini elde etmektir. Ormanlık ve tarıma dayalı bu yetiştiriciliğin temelinde bitkilerin güneş enerjisini fotosentez yoluyla bünyelerinde depolamaları esası yatmakta olup hızlı fotosentezle çabuk büyüyen bitkiler üzerinde durulmaktadır.

Biyokütle üretmek için seçilen bitkiler genellikle yüksek fotosentetik kapasiteye sahip, selülozik, odunsu bitkilerdir. Şeker kamışı, sorgum, dallı darı, mısır, kenaf, söğüt, okaliptüs gibi bitki ve ağaçlar en çok tercih edilenlerdir. Petrol bağımlılığı azaltma ve küresel ısınma ile mücadelede yenilenebilir yakıtların artan önemi nedeniyle biyokütle üretimi büyüyen bir endüstri haline gelmiştir. Dünyada Orta ve Kuzey Avrupa ülkeleri biyoenerji kullanımında lider durumdadır. Finlandiya ülke enerji gereksiniminin % 25'ini, İsveç % 18'ini, Avusturya % 14'ünü biyokütle santrallerinde odun ve bitki atıklarını yakarak veya gazlaştırarak karşılayan ilk üç ülkedir.

Biyokütle enerjisi Türkiye'de klasik yöntemle dayanılarak, daha çok ticari olmayan yakıt biçiminde kullanılmakta ve yerli enerji üretiminin dörtte birini karşılamaktadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, odun ile hayvan ve bitki atıklarını kullanan klasik biyokütle enerji üretiminin 2020 yılında 7530 Btep olmasını planlamıştır. Ticari olmayan klasik biyokütle enerji üretiminin giderek azaltılması ve modern biyokütle enerji üretimine başlanarak bu üretimin artırılması gerekir.

Modern biyokütle için enerji bitkileri tarımı, enerji planlaması ve tarımsal üretim planlaması kapsamında birlikte ele alınmalıdır. Türkiye' de kültürel yetiştiriciliğe ve gıda üretimi dışında fotosentezle kazanılabilecek enerjiye bağlı olarak biyokütle enerji brüt potansiyeli teorik olarak 135-150 Mtep/yıl kadar hesaplanmakla birlikte, kayıplar düşüldükten sonra net değerin 90 Mtep/yıl olacağı varsayılmaktadır.

Türkiye'nin yıllık biyokütle potansiyeli yaklaşık 32 Mtoe (milyon ton petrol eşdeğeri) dir. Toplam kullanılabilir biyoenerji potansiyeli ise yaklaşık 17.2 Mtoe olarak tahmin edilmektedir. Türkiye'nin günümüzdeki ve planlanan biyokütle enerji üretimi Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo-6: Türkiye'de günümüzdeki ve planlanan biyokütle enerji üretimi (Acaroğlu,2004)

Yıllar	Toplam biyokütle üretimi (ktoe)
2005	7260

2010	7414
1015	7320
2020	7520
2025	7810

Ör. 2005 yılı biyokütle üretimi : $726 \times 10^7 \text{ kg} \times 0.85 = 8541176000 \text{ litre}$

1 varil = 159 litre $8541176000 / 159 = 53718091 \text{ varil}$

(1 varil ham petrol = 126 USD (Mayıs 2008))

$54 \text{ milyon varil} \times 126 \text{ USD/varil} = 7 \text{ milyar USD}$

(Türkiye'nin toplam enerji tüketiminin % 13'ü biyoenerji ile karşılanıyor.)

BİYOĞAZ

Biyogaz organik maddelerin anaerobik ortamda, farklı mikroorganizma gruplarının varlığında, biyometanlaştırma süreçleri ile elde edilen; renksiz, yanıcı, ana bileşenleri metan ve karbondioksit olan, az miktarda hidrojen sülfür, azot, oksijen ve karbonmonoksit içeren bir gazdır.

Biyogaz üretim teknolojisi, makul bir zaman diliminde ilk yatırım maliyetini geri ödeyen, pahalı olmayan bir sistemdir. Bu sistem enerji (ısı ve elektrik) ve organik gübre üreten bir fabrikadır. Biyogaz doğalgaza alternatif bir gaz yakıt olarak, doğrudan yakma-ısıtma ve ısınmada, motor yakıtı olarak, türbin yakıtı olarak elektrik eldesinde, yakıt hücresi yakıtı olarak ve doğalgaz için katkı maddesi olarak kullanılabilir.

Ülkemizde biyogaz teknolojisi sadece araştırma düzeyinde, çok kısıtlı bilgi ve teknolojiyle uygulanmaya çalışılmıştır. Bu konudaki ilk çalışmalar 1950'li yıllarda yapılmıştır. O zamanki adıyla Toprak-Su araştırma enstitülerince yapılan bir kaç pilot tesis uygun yapıda olmadığı için başarılı bir şekilde çalışmamıştır. Ülkemizde uygulamaya yönelik pratik tesislerin mevcut olmayışı, organik atıkların işlenmesi için gerekli yasal düzenlemelerin hayata geçirilememesi, biyogaza olan ilgisizliği artırmaktadır. Ülkemiz koşullarına ait bir tesis modeli geliştirilmediği ve biyogaza gereken önem verilmediği için ülkemiz bu alternatif enerji kaynağının faydalarından mahrum kalmaktadır.

Ülkemizde başarılı biyogaz uygulamasına atık su tesisleri sahiptir. Uygulamaya en güzel örnek Ankara Su ve Kanalizasyon dairesi Genel Müdürlüğü Atıksu Arıtma Tesisi'dir. EPDK tarafından bir üretici, ikisi otoprodüktör olan atıksu arıtım tesisi işletmecisi firmaya lisans verilmiştir.

Türkiye biyogaz potansiyeli yaklaşık 25 Milyon kWh şeklindedir. Bu potansiyelin değerlendirilmesinin, yeşil elektrik eldesi, organik gübre üretimi, atık kaynaklı çevre kirliliğini azaltma ve AB uyum süreci açılarından ulusal yararları ortadadır.

SONUÇ

Enerji talebinin büyük bir bölümünü ithalatla karşılayan Türkiye’de, sürdürülebilir enerjinin sağlanması için yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan biyoyakıtlar önemli ve büyük bir potansiyel oluşturmaktadır. Bu nedenle biyoyakıtlar ve temel hammaddesini oluşturan enerji tarımı stratejik alan kabul edilip, ulusal hedef ve programların belirlenmesi gerekmektedir. Biyoyakıt enerjisi üretiminde ileri giden ülkelerde uygulandığı gibi, Türkiye’de de biyoyakıtlar tarımda renklendirilerek ÖTV’siz kullanılması önem arz etmektedir.

Ülkemiz biyomotorin ve biyoetanol ihtiyacını karşılamak için 850 bin 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.

KAYNAKLAR

- 1.YAŞAR, B. Türkiye’de biyodizel üretim maliyeti ve yaşanan sorunlar. İstanbul-2008.
- 2.GİZLENCİ,Ş., ACAR, M. Enerji bitkileri tarımı ve biyoyakıtlar. Samsun-2008.
- 3.ÖĞÜT, H., Enerji güvenliğinin sağlanmasında biyoyakıtların rolü. Nevşehir-2007.
- 4.AR,F., AKDAĞ, F., MALKOÇ, Y., ÇALIŞKAN, M. Biyokütle enerjisi ve biyomotorin 2007, Ankara.
- 5.KARAOSMANOĞLU, F., Türkiye biyoyakıt potansiyeli ve son gelişmeler.
- 6.AR, F., Biyoetanol kullanım zorunluluğunun Türk Ekonomisinde yaratacağı etkiler.
- 7.NARİN, M., Dünyada ve Türkiye’de Enerji Tarımı.
- 8.TOPALE, M., ARSLAN, I., Biyokütle Enerjisi ve Türkiye. İstanbul-2008.
- 9.SARAÇOĞLU, N., Biyokütleden enerji üretiminde enerji ormancılığının önemi. İstanbul, 2008.
10. http://teknolojikarastirmalar.com/pdf/tr/02_020107_11_guven_tr.pdf
11. <http://jes.ksu.edu.tr/public/journals/1/backIssues/sayi/12/1/121-5.pdf>
12. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Biyodizel>
13. http://www.albiyobir.org.tr/dunyada_b.htm