

TEMİZ ENERJİ YAYINLARI

BİYOKÜTLE ENERJİSİ

GİRİŞ.....	2
BİYOKÜTLE OLUŞUMU – FOTOSENTEZ	4
BİYOKÜTLE KAYNAKLARI	6
BİYOKÜTLE ÇEVİRİM TEKNOLOJİLERİ	10
ÇEVRESEL ETKİLER.....	13
DÜNYADA BİYOKÜTLE KULLANIMI.....	14
TÜRKİYEDE BİYOKÜTLE KULLANIMI	15

BİYOKÜTLE ENERJİSİ

GİRİŞ

Biyokütle ye örnek olarak, ağaçları, mısır, buğday gibi özel olarak yetiştirilen bitkileri otları, yosunları, denizdeki algleri, evlerden atılan meyve ve sebze artığı gibi tüm organik çöpler, hayvan dışıklarını, gübre ve sanayi atıklarını saymak olanaklıdır. Biyokütle, tükenmez bir kaynak olması her yerde yetiştirilebilmesi, özellikle kırsal alanlar için sos yo-ekonomik gelişmelere yardımcı olması nedeniyle uygun ve önemli bir enerji kaynağı olarak görülmektedir. Petrol, kömür, doğal gaz gibi tükenmekte olan enerji kaynaklarının kısıtlı olması, ayrıca bunların çevre kirliliği oluşturması nedeni ile, biyokütle kullanımı enerji sorununu çözmek için giderek önem kazanmaktadır.

Bitkilerin ve canlı organizmaların kökeni olarak ortaya çıkan biyokütle, genelde güneş enerjisinin fotosentez yardımıyla depolayan bitkisel organizmalar olarak adlandırılır. Biyokütle, bir türe ve ya çeşitli türlerden oluşan bir topluma ait yaşayan organizmaların belirli bir zamanda sahip olduğu toplam kütle olarak da tanımlana bilir. Canlı kütle ve dikili ürün deyimleriyle eş anlama gelen biyokütle, çoğu kez phytomass ve zoomass olmak üzere ikiye ayrılırlar. Ölçü birimi ise, belirli bir alana oranlanmış yaş ya da kuru kütledir. Biyokütleyi aynı zamanda bir organik karbon olarak da kabul etmek olanaklıdır.

Bitkilerin fotosentez'i sırasında kimyasal olarak özellikle selüloz şeklinde depo edilen ve daha sonra çeşitli şekillerde kullanılabilen bu enerji nin kaynağı güneştir. Güneş enerji sinin biyokütle biçimindeki depolanmış enerji ye dönüşümü, insan yaşamı için esas tır. Canlı organizmaların fotosentez sonucu oluşması ve bütün yaşamın güneş enerjisinin depo edildiği oksijene bağlı olması yenilenebilir enerji oluşturan fotosentez olayının önemini açıkça göstermektedir. Fotosentez yoluyla enerji kaynağı olan organik maddeler sentezleşirken tüm canlıların solunumu için gerekli olan oksijeni de atmosfer'e verir. Üretilen organik maddelerin yakılması sonucu ortaya çıkan karbondioksit ise, daha önce bu maddelerin oluşması sırasında atmosferden alınmış olduğundan, biyokütleden enerji elde edilmesi sırasında çevre, CO₂ salımı açısından korunmuş olacaktır. Görüldüğü gibi bitkiler yalnız besin kaynağı değil, aynı zamanda çevre dostu tükenmez enerji kaynaklarıdır.

Kömür, petrol ve doğal gaz gibi yakıtlarda, yine canlı varlıkların milyonlarca yıl yer altında kalması ile oluşan fosil biyokütle olarak anılabilirler. Bitkilerin toprak altında milyonlarca yıl kalmasıyla oluşan fosil yakıtlar, aslında yukarıda tanımlanan biyokütle ile aynı özellikleri taşımalarına karşılık yer altındaki sıcaklık ve basınçla değişime uğradıklarından, yakıldıklarında havaya bir çok zararlı madde atarlar. Ayrıca, milyonlarca yılda oluşan bu birikimin kısa süre içinde yakılması hava da ki karbon dioksit dengesinin bozulmasına yol açmış, bunun sonucu olarak da küresel ısınma başlamıştır. Fosil yakıtların diğer zararları arasında asit yağmurları ile ormanların yanı sıra canlı varlıkların ve hatta binaların dış yüzeylerinin bozulmasını sayabiliriz.

Enerji kaynakları arasında en çok bilinen ve ilk kullanımı ise, odundur. Biyokütle enerji si olarak odun, yetişmesi uzun yıllar alan ağaçların kesilmesi ile elde edildiğinde, ormanların yok olmasına ve büyük çevre felaketlerine yol açmaktadır. Günümüzde biyokütle enerjisini klasik ve modern olarak iki sınıfta ayırmak olanaklıdır. Ağaç kesiminde elde edilen odun ve hayvan atıklarından oluşan tezeğin basit şekilde yakılması klasik biyokütle enerjisi olarak tanımlanırken, enerji bitkileri, enerji ormanları, ve ağaç

endüstrisi atıklarından elde edilen bio-dizel, atanol gibi çeşitli yakıtlar, modern biyokütle enerjisinin



kaynağı olarak tanımlanır.

Dünyanın çoğalan nüfusu ve sanayileşmesi ile giderek artan enerji gereksinimi çevreyi kirlenmeden ve sürdürülebilir olarak sağlayabilecek kaynaklardan belki de en önemlisi biyokütle enerjisi dir. Ayrıca, biyokütle içinde, fosil yakıtlarda bulunan kanserojen madde ve kükürt olmadığı için, çevreye zarar son derece azdır. Bütün bunların ötesinde, bitki yetiştirilmesi, güneş var olduğu süre süreceği için, biyokütle tükenmez bir enerji kaynağıdır. Biyokütlenin enerji kaynağı olarak kullanımındaki olumlu ve olumsuz yönleri aşağıda ki gibi özetlene bilir.

enerji bitki tarlası

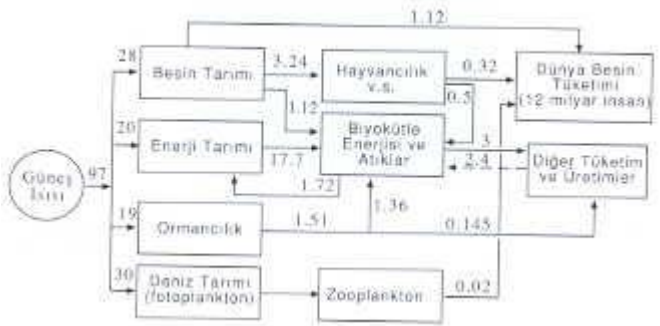
OLUMLU YÖNLER

Hemen her yerde yetiştirilebilmesi
Üretim ve çevrim teknolojilerinin iyi bilinmesi
Her ölçekte enerji verimi için uygun olması
Düşük ışık şiddetlerinin yeterli olması
Depolana bilir olması
5-35°C arasında sıcaklık gerektirmesi
Sosyo-ekonomik gelişmelerde önemli olması
Çevre kirliliği oluşturmaması
Sera etkisi oluşturmaması
Asit yağmurlarına yol açmaması

Dünya nüfusunun 12 milyar olacağı beklenen 21. yy sonlarında çeşitli biyokütle kaynaklarından elde edilebilecek enerjiler ile bunlar arasındaki bağlantılar, bir çizimle gösterilebilir.

OLUSUZ YÖNLER

Düşük çevrim verimine sahip olması
Tarım alanları için rekabet oluşturması
Su içeriğinin fazla olması



biyokütle enerji akış çizimi

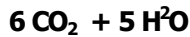
BİYOKÜTLE OLUŞUMU – FOTOSENTEZ

Bitkilerin gelişmesi için kullandığı kaynaklar, genelde karbondioksit, su ve güneş ışığıdır. Bunların bitki tarafından birleştirilerek madde ve oksijene dönüşmesi, fotosentez olayı olarak adlandırılır. Karbondioksit özümlemesi olarak da bilinen fotosentez genellikle bitkilerin yeşil yapraklarında kloroplast adı verilen lamelli yapıda oluşmaktadır. Güneş ışınları yardımıyla, sağlıklı bir yeşil yaprağın her kilogramında saatte yaklaşık 3 litre oksijen üretilmektedir. Yaklaşık 16W bir enerji akışı sağlayan bu olaş 1m² yaprak alanından elde edilmektedir. Doğada meydana gelen ve bitkilerin ışık ile etkileşim gösteren en temel olaylardan bir fotosentez dir. Besin maddelerinin oluşumu yakıt ve atmosferik oksijenin üretimi açısından tüm canlılar bu olaya yakından bağımlıdır. Bir insan 24 saat boyunca gereksinimi olan oksijenin üretilmesi için 15-30m² yaprak alanı gerekmektedir. Yapılan hesaplar, ortalama bir iklim kuşağında bir büyük ağacın yetişkin bir insanın bir yılda tükettiği oksijeni ancak sağlayabildiğini göstermektedir.

Güneşin dünya ya verdiği enerjinin yaklaşık 1.5X10¹⁸kWh/yıl olduğu ve bu konunun da dünya da tüketilen toplam enerjiden 10,000 kat büyük olduğu bilinmektedir. Dünya yüzeyine gelen bu enerjinin yaklaşık %0.1'i fotosentez olayıyla biyokütleyle dönüştürülerek depolanmaktadır. Bu ise yaklaşık olarak dünya da kullanılan toplam enerji den 10 kat fazladır. Yukarıda ortalama olarak verilen fotosentez verimi ılıman bölgelerde %0.5-1.3 , yan tropik bölgelerde ise %0.5-2.5 dolaylarına kadar artmaktadır.

Temel olarak güneş enerjisinin kullanıldığı ve bu enerjinin havadaki karbondioksit ile suyu, karbonhidrat, lignin ve glikoz gibi çeşitli karbon bileşikleri ile oksijene dönüştürdüğü fotosentez işlemi, bir çok basamaktan oluşmaktadır. İlk basamakta oluşan glikoz için kimyasal tepkime basit olarak aşağıdaki şekilde yazılabilir.

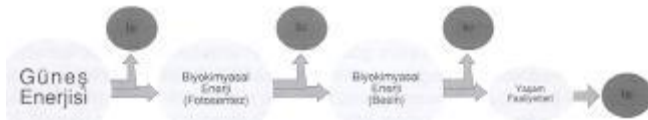
Güneş enerjisi



Güneş enerjisini organik biyokütle şeklinde depolayan fotosentetik işlemin verimi de;

Verim= Kuru kütlein yakılması sonucu elde edilen ısı Gelen güneş enerjisi Olarak tanımlanır.

Fotosentez sonucu oluşan biyokütlenin enerjisi hakkında fikir verebilmek için bunun 100,000 büyük nükleer güç istasyonunun verdiği güce (9x10⁷ MW) eşit olduğunu söylemek yeterli olacaktır. Yeşil bitkiler ve fotosentetik organizmalar üzerine gelen güneş ışınlarının iki ana işlevle gidilir. (1)kimyasal tepkimeler için sıcaklık denetimi için (2) karbon ve oksijen üretimi için elektronların ışılda uyanılması,



Fotosentez de üretilen organik madde esas olarak karbonhidrat tır. Eğer bu kuru madde oksijenle yakılırsa açığa çıkan ısı, yaklaşık 16 MJ/kg veya 3800kcal/kg demektir. Biyokütleden ikincil yakıtlar elde edildiğinde ısı değerler, örneğin, etanol için 30 MJ/kg ve biyogaz için 20MJ/kg olmaktadır. Bilindiği gibi biyokütle önce mayalanma yoluyla sonra da sıcaklık ve basınç etkisiyle fosil yakıtlara uzun bir süreç içerisinde dönüşe bilmektedir. Fotosentez sırasında atmosferik karbonun tespitine göre bitkileri C₃ ve C₄ olarak sınıflandırmamız mümkündür.

Işığın fotosentez üzerindeki etkisi

Fotosentez sırasında üretilen oksijen, ışığın dalga boyunun bir fonksiyonudur. Bilindiği üzere, güneş ışınımı bir çok dalga boyundan oluşmaktadır. Ancak, bitkinin yeşil yapraklarında soğurulan güneş ışığı, genellikle mavi ve kırmızı bant aralığındadır. Bu aralık dışında kalan dalga boylarından, kısıl ötesi bölgeye karşılık gelen ışınımlarda enerji miktarı fotosentez için yeterli olamamakta, mor ötesi bölgede ise, enerji çok yüksek olduğundan hücrelerin moleküler yapısı bozulmakta ve fotosentez olayı

gerçekleşmemektedir. Fotosentez olayı sırasında kullanılan güneş ışığı toplam güneş enerjisi içinde %43 lük bir miktar tutmaktadır.

BİYOKÜTLE KAYNAKLARI

Biyokütle kaynaklarını, karalardan denizlere kadar hemen her yerde bulmak olanaklıdır. Doğal olarak yetişen kaynakların yanı sıra, son yıllarda yalnız bu kaynağı elde etmeye yönelik çalışmalar da başlamıştır. Doğada var olan ormanlar, hayvan dışkıları ve bitki atıkları zaten uzun yıllardır, özellikle gelişmekte olan ülkelerin kullandığı temel biyokütle kaynakları arasında olduğu için, burada daha çok, enerji bitkileri kısa dönemli enerji ormanları atıkları ve denizlerdeki algler üzerinde durulacaktır.

Türkiye'de bu gün değerlendirilemeyen bir çok tarım atığı bulunmaktadır. Bunun başlıca nedenleri arasında, dağınık şekilde bulunan bu atıkların taşıma ve işçilik maliyetleri gelmektedir. Bunların yanında nispeten çorak arazilerde kurulacak enerji tarlalarından alınacak ürünle bunların birlikte değerlendirilmeleri maliyetleri düşürecektir. Biyokütle kaynağı olan bazı tarım atıkları ile enerji üretimine yönelik olarak yetiştirilen tatlı sorgum bitkisi üzerinde yapılan analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tarım	Elementer analiz:				Kül %	Uçucu madde %	Isıl değer (kcal/kg)
	%C	%H	%N	%S			
Atıklar							
Buğday	44.82	5.89	0.39	0.102	7.57	79.57	3950
Mısır	43.00	5.52	0.62	0.142	9.60	77.54	3953
Ayçiçeği	43.09	5.41	1.07	0.185	10.67	74.6	3413
Pamuk çekirdeği	45.66	5.40	0.72	0.135	7.28	76.5	4080
Şeker Pancarı	43.11	5.82	1.18	0.085	4.42	9.4	3997
Tatlı sorgum (ortalama)	44.00	6.20	0.15	0.060	1.80	77.0	4100

Yüksek verimli enerji bitkileri

Son yıllarda, yüksek büyüme hızlarına sahip ve oldukça verimsiz topraklarda bile yetişebilen enerji bitkileri üzerine yapılan çalışmalar yoğunlaşmıştır. Bu bitkilerle, günümüzde enerji tarımı olarak da tanımlanabilen yeni bir tarım türü geliştirilmiştir. Bu tarımda kullanılan bitkilerin bazılarının tohumları artık genetik mühendisliği yardımıyla geliştirilmektedir. Bu bitkiler arasında şeker kamışı, mısır, şeker pancarı gibi iyi bilinen ürünler yanında, ülkemizde fazla tanınmayan *Miscanthus*, sorgum gibi bazı ürünlerde bulunmaktadır. Bu bitkilerin özellikleri C₄ tipi bitki grubu olarak adlandırılmaktadır. C₄ bitkilerinin genel özellikleri aşağıdaki şekilde verilebilir.

- Düşük karbondioksit derişimi ne gereksinim duyarlar,
- Yüksek sıcaklığa gereksinim duyarlar,
- Daha düşük oranda suya gereksinim duyarlar,
- Mevsimsel kuraklığa dayanıklıdırlar,
- Başlangıçta 4 karbon atomu içeren organik molekülleri bağlarlar,
- Işık şiddetini kullanma yetenekleri yüksektir.

Hemen her bitkinin yaşamı için gerekli olan karbondioksit in havadaki tutarı da ayrıca önem taşımaktadır. Bazı bitkiler, havadaki karbondioksit derişimi belli bir oranın altına düştüğünde, solunum yapamazlar. Fakat, C₄ bitkilerinin en önemli özelliklerinden biri atmosferdeki her karbondioksit molekülünü soğurabilmesidir. Bunun anlamı, kurumsal olarak dünyanın her yanında çok büyük alanlarda C₄ bitkisi yetiştirildiğinde atmosferdeki karbondioksit oranının düşmesi nedeniyle sera etkisi azalacağından, dünyanın soğurma tehlikesi ile karşılaşma olasılığıdır. Bir iddiaya göre dünya da bir zamanlar yaşanan buzul çağının nedenin C₄ bitkileridir. Ancak, günümüzde dünyanın hızla ısındığı göz önüne alındığında C₄ bitkilerinin bu problemle iyi bir çözüm olacağı anlaşılmaktadır.

C₄ bitkileri, çok sayıda enerji ürünleri için ana ham maddedir. Son yıllarda farklı endüstri dallarında kullanımından dolayı endüstri ülkelerinin çok ilgisini çekmektedir. Bu enerji ürünleri arasında etanol, pirolitik yağ, kalitesi artırılmış yakıtlar, mangal, sentetik gaz, bitkinin su ve şekeri alınmış posa kısmından elde edilen selülozik maddeler sayılabilir. Biyokütle ve türevi yakıtlardan enerji sağlanmasından en ümit verici bir uygulama şekli de elektrik üretmektir. Biyokütle yakılarak elde edilen elektrik üretimi maliyeti, C₄ bitkileri ekiminden alınacak yüksek verim ile büyük miktarda azaltılabilir. Bazı enerji bitkilerinin her yıl hektar başına ton olarak kuru madde üretimleri, Avrupa'da, mevcut durum ve elecek için aşağıda verilmiştir.

	Mevcut üretim Ton/hektar/yıl	Gelecekte üretim ton/hektar/yıl	Yetiştirilen Avrupa Bölgeleri
Tatlı Sorgum	25	35	Güney
Miscanthus	20	30	Güney
Yer elması	20	25	Güney

Çizelge 2. Enerji Bitkilerinin Kuru Madde Verimleri

Buğday gibi C₃ bitkilerinin özellikleri ise, C₄ bitkilerine göre oldukça farklıdır. C₃ bitkilerin temel özellikleri aşağıda verilmiştir.

- Yüksek karbondioksit derişimine gereksinim duyarlar,
- Işık şiddetini kullanma yeteneği düşüktür,
- Düşük sıcaklığa gereksinim duyarlar,
- Yüksek oranda suya gereksinim duyarlar,
- Ilıman bölge bitkileridir.

C₄ bitkileri arasında Avrupa topluluğu tarafından üzerinde önemle durulan tatlı sorgum bitkisi,



ülkemizde

de ilgi görmüş ve bu bitki üzerinde yapılan ön çalışmalardan oldukça önemli sonuçlar alınmıştır. Miscanthus ise, yine Türkiye de deneme amaçlı ekilerek üzerinde çalışma yapılan bir diğer enerji bitkisidir.

Tatlı Sorgum enerji bitkisi

Sorgum, bitki olarak, Gramine Familyasına ait Monokotiledon sınıfındandır. 113 türü vardır ve 40000'den fazla genotip temsil etmektedir. Tatlı sorgum özel ismi ise Sorgum Vulgare var. Saccaratum Moench olup, dünya da çok yaygın olarak yetiştirilmekte olan yıllık tipik bir C₄ bitkisidir. Türkiye'nin iklim koşullarına da uygun olan tatlısorgum geniş çapta yetiştirilmesi ile benzine alternatif olarak düşünülen ve özellikle Brezilya da çok kullanılan etil alkol ve veya türevleri üretiminin yanısıra, bitkinin doğrudan yakılması ile enerji elde etmek olanaklıdır.

Tatlı Sorgum, sahip olduğu yüksek fotosentez verimi her iklim koşullarında kolaylıkla yetiştirilebilmesi, fazla sulama ve gübreye gereksinim göstermemesi nedeni ile yeğlenmektedir.



Örneğin, yağış gereksinimi 300-850mm olan mısır bitkisine karşılık tatlısorgum 150-300mm yağış yeterli olmaktadır. Gübreleme gereksinimine de diğer benzer türlerle karşılaştırıldığında oldukça düşüktür. Yine bir C₄ bitkisi olan mısıra göre sıcaklık ve kuraklığa daha

dayanıktır. Mısra göre %50 daha az pestisit ve gübrelemeye gereksinim duyar. Farklı iklimlerde adaptasyon yeteneği yüksek olup, düşük nitelikli topraklarda da yetiŖebilmektedir. Tatlı sorgum un orta ve güney Avrupa nın değişik bölgelerinde 70 çeşidi üzerindeki denemelerden elde edilen sonuçlara göre, yıllık ortalama verim hektar başına 900 ton fazla taze maddedir.

Tatlı sorgum yaprakdan

Bu bitkinin sap kısmında büyük oranda Ŗeker depo etmesi etil alkol üretimi için üstünlük sağlamaktadır. Tatlı sorgum un sağladığı Ŗeker, genellikle %70-80 oranında sakaroz ve geri kalanı früktoz ve glikozdan oluşmakta olup, Ŗeker kamışına benzemektedir. Tatlı sorgum, konvansiyonel Ŗeker rafinerilerine doğrudan işlenerek piyasaya verilebilir. Yapılan çalışmalara göre bir dekar tatlı sorgum dan 500 kg Ŗeker üretilebilmektedir. Tatlı sorgum un besin maddesi olarak kullanımının dışındaki en büyük uygulama alanı, bu maddenin mayalanması yolu ile etanola dönüşümüdür. Tatlı sorgumdan yılda hektar başına 2-3 ton petrol eşdeğeri etanol ve Ŗekeri alınmış posa kısmından ise 6-9 ton petrol eşdeğeri yakıt elde edilmektedir. Bu ise yılda hektar başına 30-45 ton daha az CO₂ nin havaya atılması demek oluyor. Etanol, taşıtların motorlarında yapılacak küçük bir değişiklikle rahatlıkla kullanılabilir. Örneğin, Brezilya da etanola adapte edilmiş motorlarda %100 oranında yakıt olarak etanol kullanılmaktadır.

Tatlı sorgumun Ŗekeri çıkarıldıktan sonra kalan kısmı posa enerji temininde ve endüstri alanında kullanılabilir. Bunun kalori değeri yaklaşık olarak 3800-4300 kcal/kg dır ve doğrudan seramik gaz türbinlerinde %40 gibi yüksek dönüşüm verimi ile yakılarak elektrik üretmekte kullanılır. Bu tür elektrik üretiminde yakıtın negatif çevresel etkileri ve üretim masrafları çok düşüktür. CO₂ etkisi sıfır, kükürt salımları ise yok denecek kadar az dır. Olağan koşullarda kuru ağırlık cinsinden yılda hektar başına 25-35 ton ligno-sellülozik madde üretilmekte olup, bu da tatlı sorgumun posasının değerlendirilmesi açısından büyük üstünlük sağlamaktadır.

Miscanthus

Güneydoğu Asya'dan yayılmış çok yıllık bitki olup, Türkiye nin doğal florasında bulunmamakta birlikte, 1993 yılında deneme amaçlı yetiştirilmiştir. Miscanthus daha çok humus içeren topraklarda, yeterli su ve güneş ışığının olduğu yerlerde verimli olarak yetiŖe bilmekte ve bambu kamışına benzer gövde uzunluğu 3-4 metreyi bulmaktadır. Özel olarak biyokütle yetiştirme amacıyla üretilen bitkilerden birisi olan Miscanthus, dikiminden birkaç yıl sonra, her yıl hasat edilerek biyokütle elde edilir. Bitki %44 selüloz, %24 hemiselüloz, %17 lignin, %15 diğer maddelerden oluşmuştur. Yakıldığında geriye %1,5 gibi küçük bir oranda kül bırakır.

Bitki verimi, kuru madde olarak hektar başına 11-25 ton arasında olmakta birlikte, bazı yerlerde 44 tona kadar verim elde edilmiştir. Miscanthus verim açısından en yüksek değerine 3. veya 4. mevsimde ulaşır ve ortalama 15 yıl üretim yapılabilir. Bitki doğrudan yakılarak enerji elde edilebildiği gibi lifleri yönetim malzemesi ve kağıt yapımında kullanılır.

Kısa Dönemli Enerji Ormanları

Var olan ormanların kesilerek odun olarak kullanması yerine söğüt karakavak , okaliptüs, kavak ve yan kurak alan bitkisi olarak da cınara gibi bazı hızlı büyüyen ağağlar enerji amacıyla yetiştirilmektedir. Bu ağağlar oldukça değişik iklim ve toprak koşullarında yetiŖebildiđi gibi büyüme hızları da diğer ağağlara göre 10-20 kat arasında değişmektedir. Günümüzde biyoteknolojik yöntemlerle enerji ağağlarının büyüme hızları da ha da artırılabilmektedir. Bu ağağlar genelde her 5 yılda bir budanarak yeniden büyümeleri sağlanır ve hasat edilen dallar biyokütle kaynağı olarak kullanılır. Enerji ormanlarından elde edilen ortalama yıllık verim, hektardan 22 ton dolayında biyokütle olmaktadır. Bazı enerji ormanı ağağlarından her yıl hektar başına ton olarak kuru madde üretimleri Avrupa'da, bu günkü durum ve gelecek için çözelge 3 de verilmiştir.

Avrupa'nın yanı sıra Amerika da enerji ormanlarına büyük önem vermektedir. Yapılan hesaplar 1 milyon hektar üzerine kurulacak enerji ormanlarından yılda yaklaşık 7 milyon ton biyokütle enerji kaynağı elde edilebileceğini göstermektedir. Bu miktar yaklaşık 30 milyon varıl ham petrole eş değerdir. Görüldüğu gibi, enerji ağağları ile hem var olan ormanların korunması, hem de çevre kirliliğini azaltılmak olanaklıdır.

	Bugünkü ÜretimTon/hektra	GelecekteYetiştirilen TahminiTon/hektar/yıl	ÜretimAvrupa Ülkeleri
Cynara	-----	25	Güney
Okaliptüs	10-15	17	Güney
Kavak	12	16	Kuzey-Batı
Söğüt	10	15	Kuzey-Batı
Salkım	5	8	Güney
Kozalıklılar	5	8	Güney

Çizelge 3. enerji orman ağaçlarının kuru madde verimi

Su Bitkisi

Yeşil ve mavi-yeşil algler gibi bir çok bitki çeşidi su içinde yine fotosentez yoluyla gelişebilmektedir. Azot, fosfor gibi bitki için besleyici olan maddelerin bol bulunduğu lağım arıtma tesislerinin havuzlarında, bazı alg çeşitleri son derece hızla büyümektedir. Havuzlarda yetiştirilen bu algleralgler toplanarak metan gazı üretiminde kullanılmaktadır. Ayrıca, alglerden doğrudan hidrojen elde edilmesi yönünde, özellikle Japonya da yoğun çalışma yapılmaktadır.

Amerika'da okyanus tarımı olarak adlandırılan ve güney Kaliforniya kıyılarında yapılan bir çalışmada ise, deniz yosunları arasında kelp adı verilen bir cins kullanılmaktadır. Kaliforniya kelp i yüksek fotosentez verimine sahip olup, 45 metre uzunluğa kadar kısa zamanda büyüye bilmektedirler. Kelp yosunu doğal olarak, kayalara ve ya deniz içinde bulunan her hangi bir varlığa dayalı olarak yaşamını sürdürmektedir. Ancak, bu proje 15-30 metre kare büyüklüğünde naylon dan bir ağ yap



arak deniz dibine yerleştirilmiştir. Böyle bir çiftliğin ilk kuruluşu tamamlandıktan sonra normal hasat ile sürekli biyokütle elde etmek olanaklıdır. Burada hasat için özel olarak tasarlanmış gemiler kullanılmakta ve bu yosunlardan biyokimyasal yöntemle metan gazı elde edilmektedir.

Deniz bitkileri

Okyanus tarımında önemli bir problem de, çiftliklerde büyük miktarda kelp yetiştirmek için, deniz yüzeyinde bunlara yetecek kadar mineral ve diğer besin maddesi bulunmamasıdır. Bundan dolayı Kaliforniya projesinde, besin maddelerinin yoğun olduğu, 150-300m deniz dibinden yukarı su pompalama yoluna gidilmiştir. Buradan deniz dibinden gelen soğuk su, kelp lerin büyümesi için fazla sıcak olan suyu soğutarak daha iyi bir büyüme sağlamaktadır. Ancak, su pompalama için oldukça büyük miktarda enerji gerekmektedir. Bu enerjinin güneş panelleri yardımıyla yine güneş enerjisi kullanarak çözümlenmesi, olayı daha ekonomik hale getirecektir.

BİYOKÜTLE ÇEVİRİM TEKNOLOJİLERİ

Biyokütleden enerji yanında, mobilya, kağıt, yalıtım maddesi yapımı gibi daha bir çok alanda yararlanılmaktadır. Enerji olarak kullanılmasında ise, katı, sıvı ve gaz yakıtlar elde etmek için çeşitli teknolojiler kullanılmaktadır. Biyo-etanol, biyo-gaz, biyo-dizel gibi yakıtların yanı sıra, yine biyokütleden elde edilen , gübre, hidrojen, metan ve odun briketi gibi daha bir çok yakıt türü saymak olanaklıdır. Bu yakıtların elde edilmesinde termokimyasal ve biyokimyasal olarak sınıflana bilen yeni teknikler geliştirilmiş ve yıllar içinde verimlilikleri arttırılmıştır. Önümüzdeki yıllarda bu teknolojilerde yeni gelişmelerin yanında, yalnız biyokütle kaynağıyla çalışan büyük termik santrallerin yapımı planlanmaktadır. İsveç ve Finlandiya gibi ülkelerde bölgesel biyokütle santralleri ile elektrik üretimi yapılmakta olup yeni santrallerin yapımı sürmektedir. Biyokütle kaynakları kullanılan çevrim teknikleri. Bu teknikler sayesinde elde edilen yakıtlar ile uygulama alanları aşağıda özetlenmiştir.

Biyokütle	Çevrim Yön.	Yakıtlar	uygulama alanları
• Orman atıkları	Havasız Çürütme	Biyogaz	Elektrik üretimi
• Tarım atıkları	Piroliz	Etanol	Isınma
• Enerji bitkileri	Doğrudan yakma	Hidrojen	Su ısıtma
• Hayvansal atıklar	Fermentasyon	Metan	Otomobiller
• Çöpler (organik)	Gazlaştırma	Metanol	Uçaklar
• Algler	Hidroliz	Sentetik yağ	Roketler
• Enerji ormanları	Biyofotoliz	Dizel	Ürün kurutma

Doğrudan Yakma

Biyokütlenin doğrudan yakılarak enerji üretilmesi, bilinen en eski yöntem olmasına karşın, son yıllarda verimi yükseltmek için yeni yakma sistemleri geliştirilmektedir. Özellikle biyokütle ile çalışan termik santral yapımında akışkan yataklı sistemler alışlagelmiş yakma sistemlerinin yerlerini almaktadır. Hemen her türlü biyokütle kaynağını doğrudan yakmak olanaklıdır. Ancak, nem oranı yükseldikçe elde edilen ısı değer azdır.

Yanma, biyokütle içindeki yanabilir maddelerin hidrojenle hızlı kimyasal tepkimesi olarak tanımlanır. Örneğin mısır, ayçiçeği sapları gibi tarım atıkları içindeki yanabilir maddeler, karbon, hidrojen ve potasyum gibi bazı metalik elementlerdir. Bu kimyasal tepkime sonucu ortaya çıkan atık maddeler ise, karbondioksit, su buharı ve bazı metal oksitlerdir. Bu ısveren bir tepkime olup, yakılan kilogram bazına yaklaşık 7800, hidrojen ise, 3500 kilokalori ısı açığa çıkar.

Havasız Çürütme

Havasız çürütme biyolojik bir işlem olup, oksijensiz ortamda yaşayabilen mikroorganizmalar tarafından yapılan ve organik madde+bakteri+su=metan+karbondioksit+hidrojen sülfür+kararlı gübre+bakteri olarak ifade edilir. Bu işlem ancak tümüyle oksijensiz bir ortamda gerçekleşebilir. Böyle bir ortamda işlemi yürüten iki tip bakteriden mezofilik bakteriler 35°C, termofilik olanlar ise 54°C dolayında bir sıcaklıkta üretim yaparlar. Termofilik bakteriler, mezofilik olanlara oranla daha yüksek hızda metan üretirler. Ancak sıcaklık değişimlerinden daha fazla etkilenirler.

Havasız çürütme ile gaz ve sıvı yakıt elde edilmesinde, genellikle hayvan gübresi, özel olarak yetiştirilen bazı bitkilerle, tarım atıkları kullanılır. Bu yöntemle biyokütleden üretilen gaz yakıtlar arasında en iyi bilinen ve yaygın olarak kullanılan biyogaz olup, %55-75 metan gazı ile %25-45 karbondioksit içermektedirler. Biyogazın ısı değeri m³ başına yaklaşık 5200 kilokaloridir. Hayvan gübresinden elde edildiğinde, geriye yine değeri artmış olarak kalan gübre olmaktadır. Havasız çürütme yönteminde çevrim işleminin veriminde kullanılan biyokütle kaynağına, sistem büyüklüğüne, pH değerine ve sıcaklığa bağlı olarak %60 ila %70 arasında değişmektedir.

Bilindiği gibi biyokütle, mikroorganizmalar yardımıyla, oksijensiz ortamda fermantasyona uğrayarak, geride değerli bir gübre, metan gazı ve karbondioksit bırakmaktadır. Geçmişte yapılan çalışmalardan, evsel ve endüstriyel atıkların havasız çürütmeye tabi tutulması ile elde edilen gübrenin kalitesiz olduğu anlaşılmıştır. Ancak, yine bu atıkların çürütülmesinden metan gazı ve besleyiciliği daha az olan bir cins gübre elde edilmektedir. Buna karşılık, hayvan atıklarından veya bitkilerin başlangıç maddesi olarak kullanıldığı havasız çürütme yönteminde biyogaz gibi hemen her yerde kullanılacak bir yakıt ve değerli bir gübre elde edilmektedir.

Fermantasyon

Biyokütle de, bilindiği üzere değişik oranlarda, hemiselüloz ve lignin bulunmaktadır. Selüloz enzimatik hidrolizden arkasından uygulanan, kimyasal hidroliz, enzimler veya kimyasal işlemler ile glikozla parçalanabilir. Kimyasal hidroliz şartları bazen glikozu bozabildiği için, bu işlem son derece dikkatle yapılması gerekmektedir. Glikozun fermantasyonu ile, etanol, aseton, bütanol ve ham petrol ürünlerinden elde edilen ürünlere eş değer bir çok kimyasal ürün elde edilebilir. Bu kimyasal ürünler, petrolden çıkarılan kimyasal ürünler yerine kullanılabilir. Diğer bir deyişle, selüloz, glikoz ve diğer birçok ürün için ucuz bir biyokütle kaynağıdır.



çeşitli özellikle biyokütleden fermantasyon işlemleri



Selülozdan yakıt ve organik kimyasal üretimi, günümüzde çok iyi bilinmekte ve ekonomik olarak kabul edilmektedir. Selülozun hidrolizini engelleyen lignin uzaklaştırmak için biyokütleyi önceden daha küçük parçalara ayırmak oldukça maliyeti arttırmaktadır. Selülozdan alkol elde edilmesi ise dört basamaklı bir işlem gerektirmektedir. 1- fermente selüloz elde etmek için ayrı bir mayalama işlemi yapmak 2- fermente selülozu ayırmak 3- fermente selülozu hidroliz işlemine tabi tutmak 4- alkol elde etmek için mayalamak

şeker konsantrasyonu

Piroliz

Piroliz, biyokütleden gaz elde etmek için kullanılan en eski ve basit bir yöntem olup, oksijensiz ortamda odunun 900°C ye kadar ısıtılması ile oluşan kimyasal ve fiziksel olaylar dizisi olarak tanımlanır. Piroliz sonucu, gazlar katran, organik bileşikler, su ve odun kömürü gibi maddeler elde edilir. Isıl değerleri yüksek metan ve hidrojen, elde edilen gazlar arasında yer alırken, oluşan organik maddelerle petrolden çıkarılanlara benzer olarak petro-kimyasal adı verilir. Biyokütleyi çeşitli yakıtlara çevirmek için kullanılan en iyi yöntemlerden biridir.

Gazlaştırma

Gazlaştırma, karbon içeren biyokütle gibi katıların yüksek sıcaklıkta bozunması ile yanabilir gaz elde etme işlemidir. Bu işlem sırasında denetimli bir şekilde yakıt hücresine verilen hava ile biyokütle yakılır ve çıkan ürünler arasında hidrojen, metan gibi yanabilir gazların yanı sıra karbon monoksit, karbondioksit ve azot gibi gazlar da bulunur.

Biyokütle gazlaştırmasının çevreye ciddi bir zarar yoktur. Biyokütle içindeki kükürt miktarı göz ardı edilebilecek kadar azdır. Ancak, bu ürün kullanılmadan önce öğütülüp küçük parçacıklara ayrıldığına, akışkan yataklı sistemi içinde kullanılmaktadır. Kum ve yatağa beslenecek öğütülmüş biyokütle karışımı yanma odası içine yukarı doğru verilen hava akımı ile itilir. Hava akımı bu karışımı kolaylıkla hareket eden bir akışkan olacak şekilde ayarlar. Biyokütle parçalarının bir kısmının yakılması ile kumun homojen bir şekilde 650°C ile 850°C arasında ısınması sağlanır. Bu kimyasal tepkime sonucu oluşan gaz yukarı doğru çıkarken, siklon ayrıştırıcı içinden geçilerek istenmeyen parçacıklar, katran ve diğer zararlı maddeler elenir. Elde edilen on ürüne odun gazı, gen gaz veya jenaretör gazı adı verilir. Bu gazın birim hacmindeki ısı değeri 4 ile 11 MJ/m³ (1000-2600 Kcal/m³) arasında değişmekte olup, doğal gaza göre daha az enerji verirler.

Gazlaştırmada kullanılan biyokütle kaynaklarını üç ayrı sınıfta incelemek olanaklıdır. Bunlar; mısır sapları, buğday, pirinç, ayçiçeği vb. Bitkilerin samanları gibi tarım atıkları, ceviz kabuğu, erik, kaysı çekirdekleri vb. gıda işleme sonrası atıklar ve orman ürünleri ile atıklardır. Gazlaştırma işlemi sabit veya oynar yatak yöntemleri ile son yıllarda daha çok kullanılan akışkan yataklı sistemler kullanılmaktadır. Akışkan yataklı sistemlerin sürekli besleme olanağı diğerlerine göre büyük üstünlük taşımaktadır. Oldukça basit sistemlerde bile çevrim verimi %85-90 dolayındadır.

Biyofotoliz

Biyofotoliz, bazı mikroskopik alglerden güneş enerjisi yardımıyla hidrojen ve oksijen elde edilme işlemidir. Deniz suyu içindeki bu algler bir tür güneş pili gibi çalışarak deniz suyunu fotosentetik olarak ayrıştırmaktadır. Önümüzdeki yirmi yıl içinde hidrojen enerjisi teknolojisini kullanmayı planlayan Japonya da bu konu üzerinde yoğun araştırma yapılmaktadır.

ÇEVRESEL ETKİLER

Günümüzde özellikle fosil yakıt kaynakları kullanılarak yapılan enerji üretiminin çevreye zararları iyi bilinmekte olup, her hangi bir enerji kaynağı artık çevre etkisi ile birlikte değerlendirilmektedir. Çevre bilincinin 20. yy ikinci yarısından sonra belirgin hale gelmesinden sonra, insanoğlu yaşadığımız gezegene verdiği zararın farkına varmaya başlamış ve alternatif enerji kaynakları aramaya başlamışlardır. Dünyada son yüzyılda enerji tüketimi 17 kat artarken fosil yakıtlardan kaynaklanan ve atmosfere atılan CO₂, SO₂ ve NO_x gibi zararlı gazlarda aynı oranda artmıştır.

Küresel çevre sorunları doğrudan doğruya tüketilen enerjiye, daha doğrusu yüksek oranda kükürt ve diğer zararlı maddeleri içeren fosil yakıt kullanımına bağlıdır. Biyokütle enerji üretimi için geniş çapta kullanımı ile CO₂ ve SO₂ salımlarının azalacağı son derece az olup gerek küresel ısınma gerekse asit yağmurlarını önlemek için büyük önem taşımaktadır. Küresel ısınmanın en büyük nedeninin 6.6 milyar ton petrol eş değeri fosil yakıtın kullanılması sonucu atmosfere her yıl atılan 20 milyar ton CO₂ olduğu hemen herkesçe bilinir.

Bilindiği gibi linyitlerimizin 1993 yılı tüketimi 47,340 bin ton olup bunun sonucunda 24.1 milyon ton CO₂ salınımı gerçekleşmiştir. CO₂ salımından bir enerji bitkisi olan tatlı sorgum ile linyit kömürleri karşılaştırıldığında çizelge 4 de özetlenen değerler çevre açısından farkı açıkça ortaya koyar.

T. Sorgum	g CO ₂ /ton	g SO ₂ /ton	Linyit	g CO ₂ /ton	g SO ₂ /ton
Ortalama:	1635.0	1.3	Yatağan	1796.7	78
			Kemerburgaz	1873.6	72
			Seyitömer	2024.0	22
			Soma-1	1763.7	82
			Çan	2181.7	122
			Soma-2	2365.0	12
			Elbistan		

Çizelge 4

Modern biyokütle tarlaları ve teknolojilerinin diğer çevresel üstünlükleri arasında, toprak ve su kirliliğinin daha az olması, mikro iklim denetimine yardımcı olmaları, toz soğurması, erozyon ve orman yangını denetimi sağlanmaları sayılabilir.

Biyokütle bölgesel ve modern işletilmesi ile, özellikle enerji hatlarından uzak bölgelerde, gelişen ve kendi kendine yeterli enerji sağlayan topluluklar yaratmak olanaklıdır. Biyokütleden enerji eldesi için, daha çok arım 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 olasıdır. Biyokütle oldukça çorak alanlarda yetişmesi ile daha önce yararlanılmayan toprakların kullanılması ve kırsal alanlarda iş alanları yaratılması, bölgesel kalkınma ve büyük kentlere göçün önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

DÜNYADA BİYOKÜTLE KULLANIMI

Güneş enerjisinin depolanmasına olanak sağlayan ve çevreye zarar vermeyen bu yakıtın, son zamanlarda, gelişmekte olan ülkelerin yanı sıra, gelişmiş ülkelerde de büyük oranlarda kullanılmaya başlandığı gözetlenmiştir. Bunun başlıca nedenleri arasında, fosil yakıt kullanımı yüzünden dünyanın giderek artan boyutta çevre kirliliği problemi yaşamsıdır. Biyokütlenin daha çok ve verimli yetiştirilmesi için hızlı büyüyen özel bitkiler ve genetik mühendisliği yardımıyla yeni tohumlar geliştirilmektedir. Burada dünya nüfusunun %80'inin 35° kuzey ve 35° güney enlemleri arasında yaşadığı göz önüne alınırsa, bu bölgede metrekareye düşen güneş enerjisinin yılda 3000-4000 saati bulunduğu ve bunun da enerji olarak 2000kWh/m² ettiği ortaya çıkmıştır. Bütün bu verilerden yola çıkarak, güneş enerjisinden fotobiyolojik çevrim sonucu elde edilebilecek biyokütle enerjisinin büyüdüğü ve çevre etkisi çok az olan bu yakıtın sağlayacağı yararların önemini açıkça göstermektedir.

Son yıllarda hızla sanayileşme, nüfus artışı, kentleşme ve yaşam düzeninin yükselmesi gibi etkenler yalnız Türkiye'de değil, dünyada da enerji tüketimini arttırmış, bu da fosil enerji kaynaklarının hızla tükenmesine ve dolayısıyla çevre kirliliğine yol açmıştır. Dünyada enerji tüketimi 1900 yıllarının başlarında 2×10^{18} J iken 1998 yılında 17 kat artarak 3.4×10^{20} J değerine ulaşmıştır. Bütün bunların sonucu olarak, gerek bu enerji açığını karşılamak gerekse çevre kirliliğini azaltmak için dünyada biyokütle çalışmalarına büyük hız verilmiştir. Biyokütleden elde edilebilecek yıllık enerji, 1,120,000 MW'ı samandan, 500,000 MW'ı hayvan atıklarından, 1,360,000 MW'ı orman atıklarından, 2,400,000 MW'ı çöplerden ve 17,700,000 MW'ı şeker kamışı, odunsu bitkiler gibi enerji tarlalarından olmak üzere yaklaşık toplam 23,100,000 MW gibi büyük bir potansiyele sahiptir. Biyokütle elde etmek için harcanan enerji ve %20 dolayında bir çevrim göz önüne alındığında, yılda net 3000MW gibi bir enerji elde edileceği açıkça görülmektedir. Bu büyük potansiyelin yanı sıra biyokütlenin ekonomik, bölgesel ve çevre dostu oluşu gibi özelliklerde göz önüne alındığında, biyoenerji konusuna ilgi giderek hızla artmaktadır. Bir çok gelişmekte olan ülke biyoenerjiyi, geleceğin temel enerji kaynağı olarak görmektedir. Özellikle biyokütle enerjisi karbondioksit salınımını azaltmaya yönelik çalışmalarda en iyi seçenek olarak ortaya çıkmaktadır.

Orta verimdeki bir arazi parçası üzerinde yapılan hesaplara göre 1 hektar tarladan yılda ortalama 80-100 ton yaş veya 25-30 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.

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 biyo-etanol u, 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 1.5-2 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 atıklarını modern fırınlarda yakarak elektrik üretmekte ve enerji gereksiniminin %60 ını karşılamaktadır. Zimbabwe, 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 enerjinin %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 aşktır.

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 ormanlığı yönünden ekonomik değeri yüksek ve hızlı büyüyen yerli ağaç türleri arasında, akkavak, titrek kavak, kızılğaç, kızılçam, meşe, dişbudak, fıstık çamı, karaçam, sedir ve servi ağaçlarını saymak olanaklıdır. Türkiye ortamında yetişecek yabancı kökenli ağaçlar arasında ise akoliptüs, papulus euramericana, pinus pinaster, acacia cynophilla gibi türleri saymak olanaklıdır. 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 de taşıtlarda benzine seçenek olarak rahatlıkla kullanmak olanaklıdır. 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 aşktır.