

Nedenleri ve Nasıllarıyla BİYOKÜTLE ENERJİSİ

Ayşegül Tercan

"Başka bir dünya mümkün" diyerek, bugün yaşanan çağdaş ortaçağ karanlığına alternatif olabilecek aydınlık bir yaşamın peşine düştük bir kere...

Neden, nasıl bir alternatif yaşam?

Yüz yılı aşkın bir süredir yaşanmakta olan enerji tüketimi çılgınlığının sonucunda atmosferdeki karbondioksit oranının 650,000 yıldan bu yana en yüksek düzeye ulaşması ve bunun getirdiği olumsuzluklar alternatif enerji kaynaklarına ve bunlara ilişkin teknolojilere neden gereksinim duyduğumuzu ve bu seçenekleri yaşama nasıl geçirebileceğimize bakmayı zorunlu kılıyor.

Bu yazı, bu noktadan hareketle, alternatif yaşamın alternatif enerji kaynakları ve teknolojileri bağlamında biyokütle kaynaklarını ve biyokütleden enerji üreten yöntemleri / teknolojileri irdeleme çabasının bir ürünüdür.

(Güneş enerjisi, rüzgar enerjisi vb. gibi bu bağlamda incelenebilecek diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının ve teknolojilerinin başka yazıların konusu olarak ayrıca irdelenmesi yerinde olacaktır.)

Biyokütle nedir?

En basit anlamıyla canlı kütle de diyebileceğimiz biyokütle, ansiklopedilerde *belirli bir zamanda, sınırları belirli bir biyotopta bulunan bir ya da daha çok türe ait canlı organizmaların toplam kütlesi* olarak tanımlanıyor.

Biyokütlenin *güneş enerjisini fotosentez yardımıyla depolayan bitkisel organizmalar* (1) olarak tanımlanması ise, biyokütlelerin çoğunlukla bitkisel kökenli oluşundan kaynaklanıyor.

Biyokütleye 'organik karbon' diyenler de var.

Biyokütleye verilebilecek şu örnekler biyokütle terimini belki de daha iyi anlatacaktır: Hayvan dışkıları; ağaçlar; mısır, şekerpancarı, şeker kamışı gibi özel olarak yetiştirilen tarım bitkileri, otlar, yosunlar, algler; meyve ve sebze artıkları gibi tüm organik atıklar...

Peki, fosil yakıtlar da biyokütle olarak değerlendirilebilir mi? Bakalım...

Kömür ve petrol de biyokütle sayılır mı?

İlk bakışta kömür, petrol, doğalgaz gibi yakıtlar da *canlı varlıkların milyonlarca yıl yer altında kalması ile oluşan fosil biyokütle* olarak görülebilir. (1) Fosil yakıtlar sanki yukarıda yapılan biyokütle tanımlarına uygun gibi...

Ancak, durum hiç de görüldüğü gibi değil. Birinci ayırım '*yenilenebilirlik*' özelliğiyle ilgili: Kısa sürede üretilip kısa sürede yakıt olarak kullanılabilen ve belirli zaman aralıklarıyla yenilenebilen biyokütle, milyonlarca yıllık oluşum sürecinin ardından kısa süre içinde yakılan fosil yakıtlarla bir tutulamaz. Bu noktada doğadaki enerji kaynaklarının fosil yakıt kullanımıyla hızla tüketilmesi temel sorunuyla karşılaşılıyor. Bu hızla gidilirse, *fosil yakıt rezervlerinin 50-70 yıl içinde tükenmesi* bekleniyor.(2)

İkinci ayırım, enerji üretim ve tüketimi sırasında ekolojik sisteme verilen zarar konusunda. Fosil yakıtlar milyonlarca yıllık oluşum sürecinin ardından kısa süre içinde yakıldığından, sera gazlarının (karbondioksit, metan, kükürtdioksit, azotoksitler, partikül maddeler, kurum ve kül)

Belki de düşlediğimiz alternatif yaşamda, hemen her yerde ve ölçekte üretilebilecek biyokütle enerjisi gibi alternatif enerji ve teknolojileri dikkatli değerlendirerek, enerji üretimi ve dağıtımı bağlamında gücün belirli noktalarda tehlikeli birikiminin önüne geçebiliriz.

çok yoğun bir şekilde açığa çıkmasına neden oluyor. Bu da hem doğrudan doğruya insan sağlığını olumsuz etkiliyor hem de oluşan sera etkisi nedeniyle küresel ısınmaya ve iklim değişimine yol açarak canlı yaşamın tümünü tehdit ediyor. Fosil yakıtlardan havaya atılan kükürtdioksit, azotoksit ve karbon gazlarının yağmur damlaları ile birleşerek oluşturduğu asit yağmurlarının

(sülfürik asit, nitrik asit ve karbonik asit) tarım alanlarına, binalara, ormanlara, insanlara ve diğer canlılara verdiği zararları da unutmamalı... Örneğin, kükürtdioksit solunum yolu rahatsızlıklarına yol açıyor ve ölümcül olabiliyor. (1)

Bir diğer ayrım, fosil yakıtların belirli coğrafyalarda bulunmasından ötürü, bu bölgelere güç ve çıkar sağlamak amacıyla sahip olmak isteyen küresel odakların çıkardığı ve beslediği savaşlar... Belki de düşlediğimiz alternatif yaşamda, hemen her yerde ve ölçekte üretilebilecek biyokütle enerjisi gibi alternatif enerji ve teknolojileri dikkatli değerlendirerek, enerji üretimi ve dağıtımı bağlamında gücün belirli noktalarda tehlikeli birikiminin önüne geçebiliriz.

Dolayısıyla fosil yakıtları, düşlediğimiz alternatif yaşam sürecinde özerk ve yerel enerji üretimine, dahası, enerjinin ekolojik yaşamı tehdit etmeden kullanılmasına olanak tanıyan biyokütle enerjisinin yenilenebilir kaynakları arasında sayamayız.

Bu noktada, biyokütlenin yanı sıra bir de 'biyokütle enerjisi' tanımı gerekiyor; deneyelim:

Biyokütle enerjisi, yenilenebilir biyokütle kaynaklarından ekolojik yaşamı tehdit etmeyen sürdürülebilir teknolojiler aracılığıyla özerk ve yerel olarak üretilebilen enerji olarak tanımlanabilir. Biyokütleden çeşitli yöntemlerle organik kimyasallar, organik gübre, metan,

etanol, biyogaz, biyodizel, hidrojen vb. elde edilebiliyor.

Neden biyokütle enerjisi?

Enerji kaynakları artık -geç de olsa- ekolojik dengeye etkisi ile birlikte değerlendiriliyor. Nicedir, atmosferdeki karbondioksit hızla artarak canlı yaşamı küresel boyutta tehdit ediyor. Bunun en önemli nedenlerinin sanayileşme hızına koşut olarak artan fosil yakıt tüketimi, doğanın yanlış kullanımı sonucu ortaya çıkan kuraklaşma ve büyük orman yangınlarındaki artış olduğunu biliyoruz. Bu açıdan baktığımızda, petrol ve kömür gibi fosil enerji kaynaklarının tükenmeye yüz tutması ve asıl önemlisi, ekolojik dengeyi bozucu nitelik taşıması nedeniyle; rüzgar ve güneş enerjisinin, dolayısıyla hidrojen enerjisinin yanı sıra biyokütle enerjisi de enerji üretimi ve tüketimi bağlamındaki birçok sorunu çözmeye yönünde önemli seçenekler sunuyor.

Fosil yakıt kaynaklarının kullanıldığı enerji üretiminin ve tüketiminin ekolojik sisteme verdiği zararları bilmeyen kalmadı belki de...

Küresel ısınmanın en büyük nedeni her yıl fosil yakıt tüketimi sonucunda atmosfere atılan milyarlarca ton karbondioksittir.

Karbondioksidin tek tüketicisi ise yeşil biyokütlelerdir.

Enerji üretiminde fosil yakıtların yerine biyokütlenin yaygın kullanılmasıyla CO2 ve SO2 salımları büyük ölçüde azalacaktır. Bu bağlamda yaşanacak tutarlı ve sabırlı bir gelişim; karbondioksit emisyonu, asit yağmurları ve küresel ısınma sonucunda karşı karşıya kalınan kuraklık, çölleşme ve erozyon sarmalında ekolojik dengelerin alt üst olmasını önlemek açısından büyük önem taşımaktadır.

Elbette bu sabırlı ve tutarlı gelişim sürecinde, biyokütleden enerji üretiminin gerektirdiği endüstriyel ve teknolojik olanakları yeni 'güç' odaklarına dönüştürmeye çalışanlara ve bu uğurda köşebaşlarını tutma çabalarına karşı gereken önlemleri almak kaçınılmaz görünmektedir. Enerji kaynaklarını -dolayısıyla gücü- ele geçirme hevesinde olanların bin bir bahaneyle çıkardıkları savaşları ve insanlara uygulanan şiddeti durdurmak için belki de en iyi

yol alternatif yaşamı kurgularken bu tür-düğüm noktalarına somut çözümler üretmektir.

İlk karşı çıkış ya da engelleme noktası günümüzde insanları canından bezdiren parayla ilgili:

Ekonomik değilmiş!

Bakalım öyle mi?

Biyokütle her şeyden önce 'doğal' niteliğinin bir sonucu olarak kendini sürekli yenileyebilecek, 'temiz' enerji kaynağıdır. Biyokütle ve biyokütleden elde edilen yakıtların yenilenebilir olmaları, enerji kullanımında fosil yakıtların yerine rahatlıkla geçebilmesine olanak tanıyor.

İlk bakışta biyokütleden enerji üretimi fosil yakıtlara göre daha pahalıymış gibi görünüyor: Fosil yakıttan enerji üretim tesisleri zaten var; üretim hammaddesi olan fosil yakıtlar büyük miktarlarda topluca bir arada. Yani üretimde fosil yakıt kullanıldığında kitlesel üretim ve dağıtım "üreten" için pahalı değil.

Ya kullananlar için?

Sanırım olaya kimin tarafından baktığınız önemli bu noktada...

İnsanların gereksinim duydukları enerjiyi merkezi olarak üretildiği ve / ya da dağıtıldığı tekeli kaynaklardan almak yerine daha küçük ölçeklerde kendilerinin üretebilmesi birilerinin bu alandaki çıkarlarını tehdit ediyor. Bu yüzden ki, fosil yakıtların yerine alternatif çözüm aramak gerektiğini kabul etseler bile, biyokütle enerjisini ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarını değerlendirmekten kaçınıp, ekolojik denge açısından yine riskli olan çözümleri, nükleer enerjiyi önerebiliyorlar.

Avusturya'da 2001 yılında samandan enerji üreten merkezi sistemde kW enerji maliyetinin 0.08 sent'e kadar indirilebilmesi (3) bu konudaki somut örneklerden sadece biri...

Brezilya'da şeker kamışı tarlalarının tümü 320 etanol üretim tesisine biyokütle sağlıyor. Brezilya'nın 20 milyon sürücüsü benzin depolarında yüzde 25 oranında etanol içeren benzin kullanıyor. Yakın bir tarihte yeni nesil

(flex-fuel) otomobiller yalnızca etanol ile çalışacak. Üstelik bu yakıtın **maliyeti, fosil yakıtın yarısı kadar** olacak. (4)

Fosil yakıtlardan enerji üretim sürecinde başlangıçta ve daha sonra oluşan ve nedense hiç dikkate alınmayan maliyetlerin hepsini bir yana bıraksak bile, sadece **toplumsal maliyetin** (başta insan sağlığı olmak üzere ekolojik sistemin tümüne olan zararlarının) bile çok pahalı olduğu görülür.

Ama bu görmezden geliniyor; yüksek kazanç ve güç karşısında insan sağlığının, ekolojik sistemin ne önemi var!

Kaldı ki, biyokütleden **her ölçekte enerji üretimine uygun üretim ve çevrim teknolojileri** geliştirilmiş olup, bunların maliyetleri de üretim ve teknoloji tekelleri oluşturulmadığı sürece özellikle fayda-maliyet açısından düşüktür. Üstelik yenilenebilir özelliğiyle biyokütle, tükenmekte olan fosil yakıtların karşısında sürdürülebilir enerji için vazgeçilmez bir kaynak niteliğinde... Yani fosil kaynaklar tamamen tükenirken, biyokütle kaynakları yenilenebiliyor. Hal böyle iken, fosil yakıtların biyokütleyle alternatif olarak konuşulması olsa olsa dar ya da çıkarıcı bir bakış açısıyla mümkündür.

O halde biyokütle; yenilenebilir bir kaynak olması, depolanabilmesi, her yerde yetiştirilebilmesi ve her ölçekte ekonomik enerji üretimine uygunluğu nedeniyle alternatif bir enerji kaynağı olarak karşımıza çıkıyor. Bu bağlamda, biyokütle enerjisini özellikle kırsal alanların sosyo-ekonomik gelişimine önemli katkılar sağlayabilecek alternatif yaşamın yöntemlerinden biri olarak değerlendirmek mümkün.

Biyokütleden enerji üretiminin biyokütlenin bulunduğu bölgede yapılması öncelenerek, gelişen ve enerji alanında kendi kendine yeten topluluklar yaratılabilir. Günümüzdeki enerji üretim ve dağıtım hatlarından uzak bölgeler dikkate alındığında bunun önemi daha iyi anlaşılacaktır. Yerel üretim ve kullanım olanakları, dünya coğrafyasında oradan oraya taşınıp duran hammadde, yarı ürün ve ürünler için birilerine sürekli artarak ödenen bedelleri önemli ölçüde azaltabilir.

Biyokütleden enerji üretiminin biyokütlenin bulunduğu bölgede yapılması öncelenerek, gelişen ve enerji alanında kendi kendine yeten topluluklar yaratılabilir.

Bütün bunlara ek olarak, biyokütleden enerji elde etmek için tarım işçiliğine daha çok gerek duyulduğu da göz önüne alınırsa, biyokütle enerjisinin özellikle kırsal bölgelerde yaşayanlara dışa bağımlılığı olmayan -ya da en aza indirgenmiş- alternatif bir yaşam yaratma gizilgücünü de

taşıdığı açıkça görülecektir.

Biyokütle Kaynakları

Fotosentez ile enerji biçiminde depolanan enerji miktarı, dünyanın yıllık enerji gereksiniminin yaklaşık on katına eşdeğerdir. Bu biyokütlenin en büyük miktarını orman ağaçları oluşturmaktadır. İstatistiklere göre (FAO 1998) yıllık orman biyokütle büyümesinin yarısı insanlar tarafından kullanılmaktadır. (5)

Bir açıdan, doğal ormanlar da biyokütleden enerji üretimi için iyi bir kaynak olarak görünmektedir. Ancak, doğal ormanların biyokütle sağlamak için sürekli olarak hasat edilmesi bir süre sonra ormanlarda **biyoçeşitlilik yitimine** yol açacaktır. Bu nedenle, doğal ormanlardan biyokütle ediniminin sınırlı tutulması ve tarım dışı kalan düşük verimli topraklarda **enerji ormanları** ile **enerji tarlalarının** oluşturulması akla uygun görünüyor. Zaten, 1970'li yıllarda ortaya çıkan enerji krizinden sonra tüm dünyada yenilenebilir enerji kaynakları araştırılmış, en büyük kapasitenin enerji ormancılığı projeleri ile gerçekleştirilebileceği belirlenmiştir.

İsveç ve Kanada'nın önderlik ettiği on ülke enerji ormancılığı uygulamaları ile kavak, söğüt, kızılğaç gibi hızlı büyüyen ağaçlardan elde ettikleri odunları özel ısı tesislerinde yakarak ısı ve elektrik enerjisi elde etmektedirler. ABD'de 100, Kanada'da ise 20 milyon hektar alanın gıda üretiminde herhangi bir düşüşe yol açmayan kısa idare süreli plantasyon tesisine uygun olduğu saptanmıştır. Avrupa ülkelerinde de bu amaca yönelik geniş alanlar bulunmaktadır. (5)

Enerji ormanları ile enerji tarlalarının farklı iklim bölgelerindeki yöresel koşullara uygun nitelik ve

niceliklerde oluşturulması biyokütle üretimi açısından öncelenmesi gereken çözüm yolu olarak görünmektedir. Yanı sıra, **ekolojik biyokütle enerjisi üretim politikalarının** geliştirilmesi ve izlenmesi, hem yerel kaynakların ekolojik enerji üretiminde değerlendirilmesini hem de enerji kökenli güç ve çıkar odaklarına bağımlılığın azalmasını sağlayabilir.

Enerji ormancılığı, enerji ağaçlarının ortalama beş yılda bir budanarak yeniden büyümeleri ve hasat edilen dalların biyokütle kaynağı olarak kullanılmasını temel alır. Bu nedenle, enerji ormancılığında ekonomik değeri yüksek, hızlı büyüyen ağaç türleri (Türkiye için akkavak, karakavak, kızılğaç, kızıl çam, meşe, dişbudak, fıstık çamı, karaçam, okaliptüs, söğüt, sedir, servi vb.) tercih edilmektedir. Enerji ormanlarından sağlanan biyokütleden enerji üretim sürecinde, ağaç gövdeleri kesilerek yongalandıktan sonra ısı tesisine taşınır. Isı tesisinde odun yongalarının yanması sonucu oluşan enerji ısı ve elektrik enerjisine dönüştürülür. Isı tesislerinde yer alan dev su tanklarındaki su ısıtılarak borularla tesisin çevresindeki yerleşim yerlerine gönderilerek radyatörlerin ısıtılması sağlanır. Elektrik enerjisi ise elektrik şebekesi ile dağıtılır. Isı tesisleri yerleşim yerindeki insan nüfusu ve hammadde kaynağının büyüklüğüne göre 0.5-120 MW arasındaki kapasitelerle kurulmaktadır. (5)

Öte yandan, biyokütle olarak değerlendiril (e) meyen çok miktarda tarım atığı var.

Neden?

Tarımsal alanlarda dağınık olarak küçük miktarlarda bulunmaları yüzünden tesis ve taşıma maliyeti mi sorun ediliyor?

Öyleyse, tarım atıklarının bulunduğu bölgelerde enerji üretimi için sanayi tipi büyük tesisler yerine, o köyün hatta ailenin enerji gereksinimini karşılayacak boyutta daha küçük tesisler kurulabilir.

Örneğin, fermantasyon yöntemiyle biyogaz üretiminde 10 m3 kapasiteli bir tesiste 10 büyük baş hayvandan sağlanan yaş gübrenin biyokütle olarak değerlendirilmesiyle günde 5 m3 biyogaz üretilir. Benzer şekilde 15 m3 kapasiteli

başka bir tesiste 2500 tavuktan sağlanan yaş gübrenin biyokütle olarak değerlendirilmesiyle elde edilecek biyogaz miktarı 15 m3 dolayındadır. (6)

Böyle bir yöntemin izlenmesiyle, hem biyokütlenin, hem de üretilen enerjinin uzak noktalara taşınması gerekmeyeceği için durumu gereksiz yere karmaşıklaştıran büyüklükte bir taşıma ve depolama sorunu/maliyeti ortaya çıkmayacaktır.

Başka bir yol daha var: **Yetiştirilebilir biyokütle** kaynakları ile **doğal biyokütle** kaynaklarının birlikte değerlendirilmesi...

Özellikle tarımsal atıkların yakınlarında bulunan tarımsal verimi düşük, çorak arazilerde enerji tarlaları oluşturulabilir. Bu tarlalardan alınacak ürünlerin bölgedeki tarım atıklarıyla birlikte değerlendirilerek enerji üretiminde kaynak olarak kullanılması, sözkonusu tesis ve taşıma maliyetini önemli ölçüde düşürecektir. Aklı başında olup da bu basit çözümleri görmezden gelenlerin olsa olsa büyük miktarlarda üretim yaparak kitlesel dağıtım ve tüketim yolları boyunca çıkar ve güç elde etmeyi ya da bu bağlamdaki güçlerini, çıkarlarını korumayı yeğ tuttukları söylenebilir.

Enerji ormanlarının yanı sıra, oldukça verimsiz topraklarda bile hızla büyüyerek erozyonu önleyen **enerji bitkileri** de önemli biyokütle kaynaklarıdır. Yaprak ve meyveleri yem olarak, gövdesi ise enerji üretimi için biyokütle kaynağı olarak kullanılabilen bu bitkiler (şekerkamışı, mısır, şeker pancarı, miscanthus, sorgum vb.) fazla bakım ve gübreleme gerektirmemektedir. C4 tipi olan bu bitkiler su gereksinimlerinin az olması ve dolayısıyla kuraklığa dayanıklı olmaları nedeniyle özellikle sıcak ve kurak iklimler için temel biyokütle kaynağı özelliği taşımaktadırlar.

"Hemen her bitkinin yaşamı için gerekli olan karbondioksitin 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, 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 dünyada bir zamanlar yaşanan buzul çağının nedenin C4 bitkileridir. Ancak, günümüzde dünyanın hızla ısındığı göz önüne alındığında C4 bitkilerinin bu soruna 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 sağlanmasında 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." (3)

Örneğin, birçok ülkede yaygın olarak yetiştirilen ve Türkiye'nin iklim koşullarına da uygun bir C4 enerji bitkisi olan sorgum, hem şeker üretiminde, hem de mayalama yöntemiyle etanol üretiminde önemli bir hammadde niteliğindedir. Küresel ısınma ve erozyonlar sonucu yaşanan çölleşme sorununun çözümünde de enerji bitkilerinden yararlanılabilir.

Kum çölleri dışındaki kurak toprakların büyük kısmının henüz verimli olduğu, sık bitki örtüsünün destekleyerek organik maddece zenginleşebileceği biliniyor. Enerji bitkileriyle madde çevrimi yüksek dengeli ekosistem oluşturabilir; ince bitki kökleri ve toprakta yaşayan canlıların su tutma sığasını arttırarak toprağın verimliliğine katkıda bulunması yöntemiyle **'sürdürülebilir denge'** oluşması sağlanabilir. (7)

Biyokütle kaynağı olarak değerlendirilen yeşil ve mavi-yeşil **algler** gibi bir çok bitki çeşidi su içinde fotosentez yoluyla gelişebilmektedir. Azot ve fosfor gibi bitki için besleyici olan maddelerin bol bulunduğu lagım arıtma tesislerinin havuzlarında hızlı büyüyen bazı alg çeşitleri bu

havuzlardan toplanarak metan gazı üretiminde kullanılmaktadır. Alglerden doğrudan hidrojen elde edilmesi yönünde, özellikle Japonya'da yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Okyanus tarımı ile biyokütle üretimini amaçlayan bir proje kapsamında ise güney Kaliforniya kıyılarında yetiştirilen kelp adlı deniz yosunu yüksek fotosentez verimiyle kısa sürede 45 metre kadar uzayabilmektedir. Söz konusu projede hasat için özel olarak tasarlanmış gemiler kullanılmakta ve bu yosunlardan metan gazı elde edilmektedir. (2)

Biyokütle Çevrim Teknolojileri

Biyokütleden biyogaz, etanol, hidrojen, metan, metanol gibi yakıtlar elde etmek için çeşitli teknolojiler kullanılmaktadır.

Odunun sobalarda ısıtma amaçlı yakılması gibi biyokütlenin doğrudan yakılarak enerji üretiminde kullanılması bilinen en eski yöntemdir. '**Doğrudan yakma**' olarak adlandırılan bu tür yöntemler, düşük verim nedeniyle önerilmemektedir. Yine de, verimi yükseltmek için son yıllarda yeni yakma sistemleri geliştirilmektedir. Örneğin, 'akışkan yataklı sistemler' biyokütle ile çalışan termik santral yapımında geleneksel yakma sistemlerin yerine kullanılmaya başlamıştır. Bu sistemlerde nem oranı düşük olan biyokütle kaynakları yüksek verimle doğrudan yakılabilmektedir.

Biyokütleden ısı değeri yüksek metan gazı elde etmek için kullanılan en eski ve basit bir yöntem olan '**ayırıştırma**' (proliz) yöntemi ise, oksijensiz ortamda odunun 500-900 C°'ye kadar ısıtılması işlemidir.

'**Gazlaştırma**' ise iki yüz yıldır bilinen bir teknolojidir. Gazlaştırma, biyokütlenin yüksek sıcaklıkta bozunması yoluyla yanabilir gaz elde etme işlemidir. Bu işlemde tam kapasiteli yanmanın sağlanabilmesi için hava yerine saf oksijen ya da buhar kullanıldığında **enerji yoğunluğu yüksek** gaz elde edilir.

Üretilen gaz; benzin ve dizel gibi içten yanmalı motorlarda, kazanlarda ve fırınlarda kullanılabilecek niteliktedir. Benzin ve motorinle karşılaştırıldığında ucuz ve güvenilir bir yakıt olmasına karşın uzun bir süre motorlarda kullanılmamıştır. Oysa içten yanmalı motorlarda

gazlaştırma yakıtı kullanıldığında fosil yakıtı nazaran emisyon değerleri daha düşük olmaktadır.

Gazlaştırma işleminde sabit veya oynar yatak yöntemleri ile akışkan yataklı sistemler kullanılmaktadır. Akışkan yataklı sistemlerin sürekli besleme olanağı bulunmaktadır. Gazlaştırma teknolojilerinin, basit sistemlerde bile %85-90 dolayında çevrim verimi sağladığı bilinmektedir.

Gerek ekolojik, gerekse toplumsal açıdan oldukça iyi bir yöntem olan ve çözümlerini kendi içinde barındıran '**havasız çürütme**' yöntemi ise, tamamen oksijensiz ortamda yaşayabilen mikroorganizmalar aracılığıyla gerçekleşen biyolojik bir süreçte biyokütleden gaz ve sıvı yakıt üretimi esasına dayanır.

Havasız çürütmede biyokütle olarak genellikle hayvan gübresi, enerji bitkileri ve tarım atıkları kullanılır. Biyokütlenin oksijensiz ortamda çürütülmesiyle üretilen gaz yakıtlardan en yaygını **biyogaz**dır. Biyogazın yanında, değeri artmış organik gübre de elde edilmektedir.

Gaz yakıtlarla çalışan fırın, ocak, termosifon ve şofbenlerde biyogazın kullanılması mümkündür. Ayrıca, sıvılaştırılmış petrol gazı ile çalışan sobalarda da basınç ayarlaması yapılarak kullanılabilir. Biyogazla çalışan kalorifer sistemleri ile daha sağlıklı bir ısınma olanağı sağlanabilir. Biyogaz, **elektrik enerjisi**ne çevrilerek **aydınlatmada** da kullanılabilmektedir. Biyogaz, benzinle çalışan motorlarda hiçbir katkı maddesine gerek kalmadan doğrudan ya da içeriğindeki metan gazı saflaştırılarak kullanılabilmektedir.

Organik atıklardan havasız çürütme yöntemiyle biyogaz üretimi basit bir işlem olup hemen her yerde yapılabilecek özelliktedir. Biyogaz üretilen tesisler kapasite olarak **aile tipi** (6 -12 m3 kapasiteli), **çiftlik tipi** (50 -100 -150 m3 kapasiteli), **köy tipi** (100-200 m3 kapasiteli) ve **sanayi tipi** (1000 - 10 000 m3 kapasiteli) olabilmektedir.

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. (6)

Alternatif Yaşama Doğru...

Fosil yakıtlardan biyokütle gibi ekolojik enerji kaynaklarına geçiş elbette ki bir süreç içinde gerçekleşecektir. Aslında bu süreç çoktan başladı bile...

Biyokütleden enerji üretiminin ekonomik oluşu, merkezde olmayan bölgesel uygulamalara yatkınlığı ve ekosisteme zarar vermeyen enerji çevrim yöntemlerini / teknolojilerini kullanması bu kapsamda yürütülen pek çok çalışmanın çıkış noktası durumunda.... Önemli olan bu geçiş sürecini doğru değerlendirerek ekolojik enerji üretim teknolojilerini geliştirip enerji verimliliğini artırırken, çağdaş tüketim çılgınlığı çevresinde sürekli büyüyen ve bindiğimiz dalı kesmemiz anlamına gelen '**enerji tüketim çılgınlığı**'nın önüne geçme yollarını da bulmak...

Kırsal alanlarda bölgesel gereksinimi karşılamak amacıyla, enerji ormancılığı ve enerji tarımıyla biyokütle üretilmesi ve kırsal alanda yaşayanlar için gereken enerjinin yine aynı bölgede üretilen biyokütleden ekolojik enerji çevrim teknolojileri ile üretilmesi, kırsalın kentlere olan enerji ve hammadde bağımlılığını önemli ölçüde azaltacaktır. Bu da kentlerle kırsal alanlar arasındaki yaşayış biçim ve olanaklarındaki farkları en aza indiremeyecek ve **sürdürülebilir kırsal kalkınmayı** olanaklı kılar. Dahası, bu verimli yaklaşım küçük ve özerk yerleşim birimlerine bölünecek büyük kentsel alanlara da uygulanarak kentlerin şimdiki büyüklüklerine bağlı olarak süregelen büyük (!) sorunlarını kaynağından çözmek için de kullanılabilir.

Biyokütleden elde edilen etanol, taşıtların motorlarında yapılacak küçük bir değişiklikten

sonra yakıt olarak kullanılabilir. Etanol kullanımına uyarlanmış motorlarda yakıt olarak etanol kullanmakta olan Brezilyalılar bu konuda iyi bir örnek oluşturmaktadır. Daha iyi bir örnek, hem ekosisteme verilen zararları en aza indiren bu tür alternatif enerji kaynaklarının kullanıldığı, hem de büyük kent kaosundan kurtularak daha az taşıtla yetinilen bir yaşam biçimi olacaktır.

Her üretim bölgesinin toprak, su, iklim vb. gibi durumları göz önüne alınarak biyokütleden enerji üretiminin yanı sıra güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji vb. gibi diğer ekolojik enerji üretim yöntemlerinin de birlikte değerlendirilmesi düşlediğimiz alternatif yaşamı daha da olanaklı kılacaktır.

Düşlediğimiz alternatif yaşam için, bugünkü yaşam tarzına temel olan 'tüketmek için üret; üretmek için tüket' kısır anlayışının yarattığı yapay gereksinimlerden kurtulmanın yollarını da bulmak gerekmez mi?

- 1) <http://www.youthforhab.org.tr/tr/projeler/enerji/enerji.htm>, Erişim Tarihi: Ekim 2005
- 2) K. Alibaş, *Yeni Yakıt Türü: Biyodizel*, Cumhuriyet Tarım ve Hayvancılık Eki, 8 Kasım 2005
- 3) A. Ergin Duygu, *Bir Elimizde Fosil Yakıt, Bir Elimizde Ayna, Umurumuzda mı Dünya veya Biyokütle Enerjisi?*, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası Dergisi, Sayı 412
- 4) R. Oksay, *Geleceğin Petrolü Tarlada mı Yatıyor?*, Cumhuriyet Bilim Teknik Eki, 3 Eylül 2005
- 5) N. Saraçoğlu, *Yenilenebilir Çevre Dostu Enerji Kaynağı: Enerji Ormancılığı*, www.dergi.emo.org.tr
- 6) <http://www.eie.gov.tr/index.html>, Erişim Tarihi: Ekim 2005
- 7) A. Ergin Duygu, *Enerji Tarım ve Ormancılığının Sürdürülebilir Kalkınmadaki Yeri ve Önemi*, http://stu.inonu.edu.tr/~cevre/enerji_tarimi.htm, Erişim Tarihi: Ekim 2005