

Erciyes Üniversitesi
Fen Bilimleri Dergisi
1,126-135, (1985)

ALTERNATİF ENERJİ KAYNAĞI OLARAK BİYOGAZ

Mevzat KÜLCÜ

E.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi, KAYSERİ

ÖZET

Bu çalışmada yeterince yararlanıldığı taktirde ülkemizin enerji açığını kısmen de olsa kapatabilecek olan yenilenebilen alternatif enerji kaynaklarından biyogazın üretimi, özellikleri ve ülkemizde var olan potansiyeli incelenmiştir.

BIOGAS ALS ALTERNATIVE ENERGIEQUELLE

ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Arbeit wurde das Biogas als alternative Energiequelle zur Deckung des Energiedefizits des Landes behandelt. Dabei wurden die Daten über die Produktionsbedingungen, die Eigenschaften und die vorhandenen Potentiale dieses Gases im Land zusammengestellt.

1- GİRİŞ

Dünyamızın var oluşundan bugüne kadar birikmiş olan ve yenilenemeyen fosil kökenli enerji kaynaklarının tükenmeye yüz tutması ile birlikte yeni enerji kaynakları aranmaya başlanmıştır. Araştırmaların ağırlık noktasını çekirdek füzyonu ve çekirdek fisyonu gibi geleceğin muhtemel enerji kaynakları teşkil etmekle birlikte var olan enerji kaynaklarının nasıl daha tasarruflu kullanılabileceği ve alternatif enerji kaynakları olarak adlandırılan güneş enerjisi, jeotermal enerjisi, rüzgar enerjisi vs. gibi yenilenebilen enerji kaynaklarından enerji

açıklarını kapatmakta nasıl yararlanılabileceği de araştırılmaktadır. Alternatif kaynaklar üzerine yapılan araştırmalar genellikle endüstri ülkelerince yürütülmektedir. Bunu Yaparlarken kendi enerji gereksinmelerini karşılamanın yanında, az gelişmiş ülkelerde yaygınlaşmaya başlayan alternatif enerji üretimi nedeniyle ortaya yeni çıkan pazara teknoloji üretilip know-how sağlayarak, pazarları ellerine almayı da arzulamaktadırlar.

Yıllık enerji tüketiminin ancak yarısını kendi kaynaklarından karşıyabilen ülkemiz için alternatif kaynaklardan yararlanmak bir zorunluluktur. Tablo 1'de ülkemizde 1983 yılında üretilen ve tüketilen birincil (primer) enerji kaynaklarının 1000 ton olarak taş kömürü cinsinden eşdeğerleri verilmektedir. Herbir kaynağın yüzde oranları ayrıca parantez içerisinde verilmiştir.

Tablo 1: Devlet İstatistik Enstitüsü 1984 cep yaylığında 1983 için üretilen ve tüketilen birincil enerji kaynaklarının taş kömürü cinsinden (7000 kcal/kg) 1000 ton olarak eşdeğerleri. Kaynakların yüzde dağılım oranları parantez içerisinde verilmiştir.

Kaynak	Taş kömürü eşdeğeri 1000 ton olarak			
	Üretim (%)		Tüketim (%)	
Taş kömürü	3077	(10,84)	4575	(8,20)
Linyit	8721	(30,71)	8591	(15,40)
Asfaltit	458	(1,61)	458	(0,82)
Doğal Gaz	10	(0,04)	10	(0,02)
Petrol	3300	(11,63)	25305	(45,67)
Hidrolik	4087	(14,40)	4087	(7,33)
Odun	3599	(12,68)	7347	(13,20)
Hayvan ve Bitki artıkları	5128	(18,07)	5128	(9,20)
TOPLAM	28380		55773	

Tabloda dikkati çeken bir nokta yıllık odun tüketiminin, üretiminin

yaklaşık olarak iki katı kadar olmasıdır. Bu durum zaten yetersiz ve bakımsız orman varlığı olan ülkemiz açısından çok acı ve düşündürücüdür. Ülke genelinde % 13,20'lik tüketim payı olan oduna hayvansal ve bitkisel artıkları da ilave edersek hepsinin payı % 22,4 olarak bulunur. Bu pay kırsal yörelerimizde % 80'ne kadar ve orman köylerinde % 100'e yaklaşmaktadır. Tabloda ilginç olan diğer bir nokta tüketimde petrolün % 45,67'lik bir değere sahip olmasıdır. Enerji tüketimimizin her yıl arttığı ülkemiz açısından belirtilen heriki hususta dikkate alınırsa, alternatif kaynaklardan yararlanma zorunluluğu ortaya çıkar. Bu kaynaklardan burada sadece BİOGAZ üzerinde durulacaktır.

2- BİYOGAZIN TARİHÇESİ

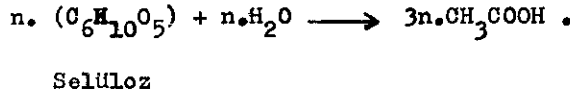
Biyogaz, biyomas olarak adlandırılan hayvansal ve bitkisel artıkların havasız bir ortamda bakterilerce bozunmaya uğratılması sonucu ortaya çıkan renksiz, kokusuz ve ısı değeri oldukça yüksek olan yanıcı bir gazdır. Bu gaz, "Gübre Gazı" ve "Bihu Gazı" olarak da bilinmektedir.

Biyogazdan enerji kaynağı olarak dünyada 1930'lu yıllardan buyana yararlanılmaktadır. Enerji kaynaklarında görülen azalma ve fiatlarda görülen yükselmeler günümüzde biyogazı cazip hale getirmiştir. Bugün A.B.D., İngiltere, F.Almanya, Fransa, Japonya, Çin, G.Kore, Hindistan, Filipinler, Cezayir, Sri Lanka, İsviçre, G.Afrika, Pakistan, Etopya, Kolombiya, Peru, Nepal, Türkiye gibi birçok ülkede biyogaz üretimi yapılmaktadır. Bu ülkelerden Çin'de 7.500.000, Hindistan'da 90.000, G.Kore'de 30.000, Pakistan'da 7000 ve Türkiye'de 200 civarında biyogaz üretim ünitesinin bulunduğu bilinmektedir.

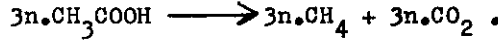
Ülkemizde ilk biyogaz üretim denemeleri 1957-1963 yılları arasında Toprak Genel Müdürlüğü'nce yürütülmüştür. Daha sonraları çalışmalarına bir süre ara vermiş, ancak 1980 tarihinden itibaren çalışmalarına tekrar hız vermiştir. Aynı yönde araştırmalar TÜBİTAK desteği ile 1964-1967 yılları arasında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde de yapılmıştır. Bu konuda çalışan bir diğer kamu kuruluşu da Maden Tetkik ve Arama Enstitüsüdür ve 1976 yılından bugüne kadar çalışmalarına sürdürmektedir.

3- BIYOGAZ ÜRETİMİ

Biyomas içerisindeki organik bileşiklerin bakteriler tarafından havasız bir ortamda fermentasyona uğratılması iki aşamada gerçekleşmektedir. İlk aşamada yüksek moleküllü organik bileşikler, sulu ortamda bakteriler yardımı ile pH = 4,0 - 6,5 arasında uçucu yağ asitleri haline getirilmektedirler:



İkinci aşamada yine bakteriler yardımı ile uçucu yağ asitleri pH = 7-7,8 arasında metan (CH₄), Karbondioksit (CO₂), Hidrojen (H₂) gibi gazlara dönüştürülmektedirler:



Bu reaksiyonlar için gerekli olan metan gazı bakterileri kolaylıkla su birikintilerinin, durgun su yataklarının ve bataklıkların yeteri kadar derinlikleri içerisindeki çamur içerisinde bulmak mümkündür.

4- BIYOGAZIN BİLEŞİMİ VE ÖZELLİKLERİ

Biyogazın yaklaşık olarak bileşimi tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2: Biyogazın yaklaşık bileşimi. Verilen değerler hacimce % cinsindedirler.

Gazın cinsi	hacim %'si
CH ₄	50 - 60
CO ₂	30 - 40
H ₂	1 - 3
diğerleri	1 - 5

Tablodan da kolaylıkla görülebileceği gibi gazın yanıcılığı bileşimin yarısından fazlasını oluşturan metan gazından ileri gelmektedir. Elde

edilen gazın bileşimi ve miktarı genellikle ortamın sıcaklığı, pH'sı, biyomasın cinsi ve miktarı, besleme karışımındaki biyomas/su oranı ile kullanılan metan gazı bakterilerinin cins ve miktarları ile de değişim göstermektedir.

Biyogazın ısı değeri, saf matanın ısı değeri olan 8900 kcal/m³'nin yaklaşık yarısı olan 4700 kcal/m³'dir. Bu değeri diğer yakıt maddelerinin ısı değerleri ile karşılaştıracak olursak, 1 m³ biyogazın 1,18m³ havagazına, 0,43 kg bütangazına, 0,60 litre dizel yakıtına, 0,7 litre benzine, 1 kg kok kömürüne, 3 kg oduna, 12,3 kg tezeğe ve 5,64 kWh'lik elektrik enerjisine denk geldiği ortaya çıkar. Isıl değerini daha iyi anlaşılması için 1 m³ biyogaz ile yapılabilecek işlere örnek verecek olursak, bununla dört kişilik bir ailenin üç öğün yemeği pişirilebilir, 1 BG'lik motor iki saat çalıştırılabilir ve 60 W gücündeki bir lambaya eşdeğer fitilli bir lamba 94 saat çalıştırılabilir.

Biyogaz mutfakta, aydınlatma işlerinde ve ısıtma gereksinimlerinde rahatlıkla kullanılabilir. Bileşiminde % 30 - 40 arasında yer alan CO₂ sönmüş kireç banyosundan geçirilerek ayırt edilebilir:



Hacmi böylece % 30 - 40 azalan biyogaz sıvılaştırılarak, tüplere doldurularak da kullanılabilir.

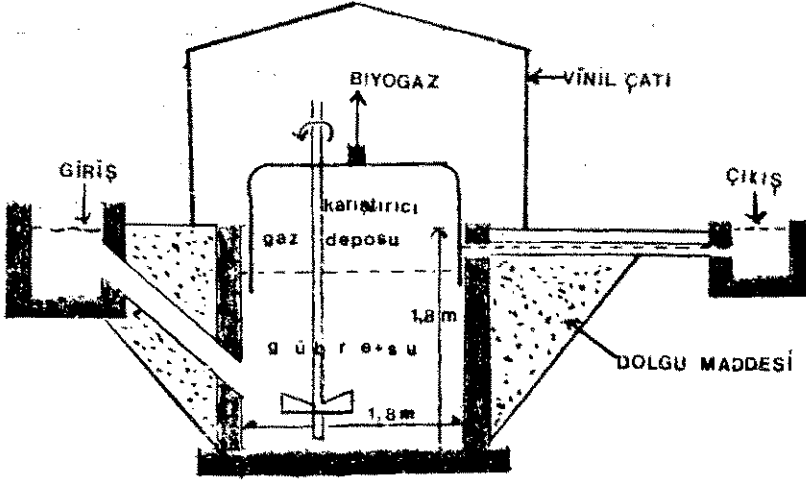
5- BİYOGAZ ÜRETİM ÜNİTELERİ VE ÖZELLİKLERİ

En basit biyogaz üretim ünitesi, şekilde görülen 4 - 5 m³'lük basit aile tipi bir ünitedir. Bunun yanında Topraksu Genel Müdürlüğü'nün geliştirdiği 6-8 m³'lük, MTA'nın geliştirdiği 54 m³'lük, Çin'de geliştirilip kullanılan 10 m³'lük ve Hindistan'da kullanılan Gobar tipi ünite çeşitleri bulunmaktadır.

Küçük çiftçi ailelerinin kullanımına için uygun olan aile tipi basit ünitelerin yapımı için gerekli malzeme ülkemizde bol miktarda ve ucuz şekilde bulunabilecek cinstendir. Buna rağmen böyle bir ünitenin maliyeti 100.000 TL'nin üzerindedir ve ancak 3 - 4 yılda kendi kendilerini amorti edebilmektedirler.

Üniteler kesikli ve sürekli olmak üzere iki türlü beslenebilirler. Besleme süresi ve miktarı, gübrenin cinsine, ortamın sıcaklığına ve üni-

tenin kapasitesine bağlıdır. İyi bir fermentasyon için 25 - 30°C'lik sıcaklık en azından tavsiye edilmektedir. İklim koşullarından uygun olmadığı yörelerde ünitenin, üretilen gazın yaklaşık olarak 1/3'ünü kullanarak ısıtılması da tavsiye edilmektedir. Isıtma işlemleri için MTA'nın geliştirdiği ünite uygundur.



Şekil: 4 - 5 m³'lük basit sile tipi bir biyogaz üretim ünitesi.

İklim koşullarından fazla etkilenmemesi için üniteler toprağa gömülü olarak da yapılabilir ve çevresi ısıyı iyi yalıtabilen saman, odun talaşı gibi dolgu maddeleri ile kapatılabilir. Bunun dışında üniteler güneş ışığını geçiren şeffaf cam, vinil gibi maddeler kullanılarak üstten çatı ile kapatılabilir. Biyogaz ünitelerinde sıcaklığın önemi üretilen gazın miktarı açısından çok önemlidir. Deneyler, 20°C'da üretilen gaz miktarının 9°C'da üretilen gaz miktarının sekiz katı olduğunu göstermiştir.

Siğir gübresi ile beslenen bir ünite sıcaklık 25 - 30°C olduğu takdirde gaz oluşumu 15 gün sonra başlamaktadır ve beslemeye de 30 gün sonra başlanmaktadır. Sıcaklığın 15°C olması halinde beslemeye ancak 30 gün sonra başlanabilmektedir. Besleme miktarı, yaş gübre + su ka-

rıgımı olarak ünite kapasitesinin 1/30 kadar m³ cinsinden yapılır. Her gün K/30 m³ besleme karışımından verilir ve aynı miktar geri alınır.

Besleme karışımının hazırlanması gübrenin cinsine bağlı olarak değişme göstermektedir. Bir kısım yağ sığır gübresinin (1/4 kuru + 3/4 su) yine bir kısım 55°C'ye kadar ısıtılmış su ile karıştırılması suretiyle hazırlanan besleme karışımının iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Buna karşılık koyun gübresinin 1:2,5 oranında ve kümes hayvanları gübresinin 1:2 oranında sulandırılmaları halinde daha iyi sonuçlar elde edilmiştir.

6- GÜBRENİN BİLEŞİMİ VE KALİTESİ

Normal koşullarda ahır gübresi açıkta bırakılırsa kuru maddesinin % 33'nü fermantasyonla kaybeder. Ahır gübresinin biyogazı alınırca % 26'sı (kuru miktar üzerinden) biyogaza dönüşür ve gerçek gübre kaybı % 7'ye düşürülmüş olur. Yüzde 25'lik kuru madde ilkesinde hareket edilirse gübrenin % olarak bileşimi Tablo 3'de verildiği gibidir:

Tablo 3: % 25 kuru madde üzerinden gübrenin % olarak bileşimi

Maddenin cinsi	Biyogaz gübresi	Normal beklemiş ahır gübresi
organik madde	16,4	15,0
C	8,2	8,0
N	0,85	0,5

Tablodan da görülebilceği gibi biyogazı alınmış gübre, azot ve organik madde yönüyle daha zengindir. Aynı şeyler mineral maddeleri bakımından da söylenebilir. Ayrıca fermantasyon sırasında tüm mikroplar ölmüş, yabancı bitki tohumları etkinliklerini kaybetmiş oldukları için gübrenin kalitesi yüksektir. Diğer taraftan gübre etrafa koku salan maddelerden de arınmıştır.

7- ÜLKEMİZDE BİYOGAZ POTANSİYELİ

Devlet İstatistik Enstitüsü 1984 Cep Yıllığında 1983 yılı için ülkemizdeki hayvan sayısı için verdiği değerler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4: 1983 yılında ülkemizdeki hayvan sayısı verileri

Cinsi	Sayısı(x1000)	yıllık gübresinin biyogaz eşdeğeri	biyogaz potansiyeli m ³
Sığır	14099	90	1,2689.10 ⁹
Manda	758	90	6,7500.10 ⁷
Koyun	48707	50	2,4354.10 ⁹
Kıl Keçisi	13615	50	6,8075.10 ⁸
Tiftik Keçi	3117	50	1,5585.10 ⁸
diğerleri	2199	50	1,0995.10 ⁸
Tavuk	60435	2	1,2087.10 ⁸
Hindi	3165	2	6,3300.10 ⁶
TOPLAM			4,8462.10 ⁹ m ³

Yapılan araştırmalar manda ve sığırın bir yıllık gübresinden yaklaşık 90 m³, koyun ve keçilerin bir yıllık gübresinden 50 m³ ve kümes hayvanlarının bir yıllık gübresinden 2 m³ biyogaz elde edilebileceğini göstermiştir. Bu miktarları verilen hayvan sayıları ile çarparsak sonunda toplam olarak hayvan gübresinden ülkemizde elde edilebilecek 4,8462.10⁹ m³'lük bir Biyogaz potansiyelinin var olduğu ortaya çıkar. Bu miktar 1 m³ biyogazın ısıl değeri olan 4700 kcal/m³ ile çarpılacak olursa 2,2777.10¹³ kcal veya 2,7352.10¹⁰ kWh'lik bir değer ortaya çıkar, bu da 1983 yılında ülkemizde tüketilen 2,4940.10¹⁰ kWh'lik elektrik enerjisine denk gelmektedir. Diğer taraftan taşkömürünün ısıl değerinin 7000 kcal/kg olduğu göz önüne alınırsa, biyogaz potansiyelinin 3,2531.10⁶ tonluk taş kömürü miktarına eşdeğer olduğu anlaşılır.

uraya kadar yapılan tüm hesaplamalarda sadece gübreden elde edilebilecek biyogaz miktarı göz önüne alındı. Oysaki ülkemiz tarım ürünle-

rinden her yıl arta kalan $5,9.10^7$ tonluk bir sap potansiyeline sahiptir ve bu artıklardan da yaklaşık ton başına 390 m^3 'lük biyogaz üretilmektedir, (Tablo 5) Yıllık sap potansiyelimizden buna göre üretebileceğimiz biyogaz potansiyeli $2,3.10^{10} \text{ m}^3$ olarak bulunur. Bu kadar gazın ısı değeri $13,024.10^{10}$ kWh kadardır. Bu değer gübreden elde edilebilecek yıllık biyogaz potansiyelinin ısı değeri üzerine eklenecek olursa $15,77.10^{10}$ kWh'lik bir potansiyel ortaya çıkarken bu da 1983 yılında tükettiğimiz elektrik enerjisinin 6,3 katı kadardır.

Tablo 5 : Çeşitli tahıl ürünlerinin sapsarından ton başına üretililecek gübre ve gaz miktarı

Tahılın Cinsi	Biyogaz (m^3)	Metan (m^3)	Gübre (kg)
Yulaf sapsı	446	250	554
Mısır sapsı	437	264	563
Piring sapsı	371	246	639
Buğday sapsı	340	210	660
Keten sapsı	225	149	775

8- SONUÇ

Kalkınmakta olan ülkemizin her yıl hızla artan enerji gereksinmesinin karşılanabilmesi, enerji yönüyle dışa bağımlılığımızın azaltılması açısından biyogaz potansiyelimizin değerlendirilmesi zorunludur. Sorunun bir diğer yönü de hayat standartlarının düşük olduğu yörelerde bu kaynaktan yararlanmak, kırsal bölgelerde yaşayan köylülerimizin gelir düzeyini artıracak ve en önemlisi de orman varlığımızın tahribatının önüne kısmen de olsa geçilmiş olacaktır.

KAYNAKLAR

- 1- Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü, Türkiye İstatistik Cep Yıllığı, 1984.
- 2- 6-12 m³ Kapasiteli Biyogaz Tesisleri İnşaatında İzlenecek Yol, Topraksu Genel Müdürlüğü, 1981, Ankara
- 3- H.KÜLÜNK ve S.EYİCE, Yeni Enerji Kaynakları, Fotosan Ofset Matbaacılık, İnönü Cad. No:106, İzmit.
- 4- B.KACAR, Hem yakıt, hem gübre: Biyogaz, Bilim ve Teknik, Cilt 17, sayı 199,9-12, 1984.
- 5- K.S. Mylvaganam, Aoutonom allein durch regenerative Energien Sonnen Energie, Heft 4,14-16, 1983.
- 6- Alkohol und Biogas aus Abfaellen der Zuckerproduktion, Sonnen Energie, Heft 2,15-17, 1983.