



# Biyogaz

**Yrd. Doç. Dr. Fulya Toruk**  
**Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü**

**B**iyogaz, organik atıkların anaerobik (oksijensiz) ortamda fermente olması sonucunda büyük oranda metan ile karbondioksitten oluşan yanıcı bir gaz karışımıdır. Kısaca, metan gazı üretimi olarak bilinen biyogaz, bataklık, çöplük gibi organik atıklar içeren yörelerde doğal olarak oluşmaktadır. Bu gaz geliştirilmiş teknolojilerle kontrollü biçimde üretilip tüketime sunulmaktadır.

Hayvan dışkısı, bitkisel atıklar, odun ve kağıt sanayi atıkları, insan dışkısı ve şehir atıklarından elde edilmektedir. Tamamen atık durumda olan bu materyaller, hem insan sağlığını olumsuz yönde etkilemekte, hem de çevre kirliliğine neden olmaktadır.

Biyogaz üretimi ile bu atık materyaller dezenfekte olduğu gibi hayvan gübresi, gübreleme amacı ile tekrar kullanılabilir. Bu nedenlerle biyogaz, enerji açığı olan ülkemizde ve özellikle kırsal kesim için enerji üretiminde alternatif kaynak olarak değerlendirilmelidir.

## Giriş

Biyogaz, organik atıkların anaerobik fermantasyonu sırasında önce yağlar, proteinler ve karbohidratlar "asit üreten" anaerobik bakteriler tarafından parçalanarak suda eriyebilen organik maddelere dönüştürülmektedir. Daha sonra bu organik maddeler "metan üreten" anaerobik bakteriler tarafından metan ve karbondioksit dönüştürülmektedir.

Biyogaz tesislerinden elde edilen biyogazın bileşimi yaklaşık olarak % 50-70 metan ve % 30-40 karbondioksitten oluşmaktadır. Bu bileşimde, çok az miktarda olmak üzere  $H_2$ ,  $NH_3$ ,  $H_2S$ ,  $O_2$ ,  $H_2O$ ,  $N_2$  gazları da bulunmaktadır (1). Biyogazın ortalama ısı değeri  $23000 \text{ kJ/m}^3$  tür. Karbondioksitin temizlenmesi sonucu bu değer daha da yükselebilmektedir.  $1 \text{ m}^3$  biyogazın ısı değeri 0,7 litre benzine eşdeğerdir. Biyogaz üretim kapasitelerine ilişkin geçmişte yapılan çalışmalara göre, Türkiye'nin biyogaz potansiyeli 2.8-3.9 milyar  $\text{m}^3$  olduğu belirtilmiştir. Bu potansiyelin

petrol eşdeğeri ise 1.4-2 milyon ton/yıl dır. Enerji değeri ise yaklaşık olarak yılda 24.5 milyon kwh'tir. Ancak, 1980'li yıllarda tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de biyogaz konusunda çalışmalar başlamış olmasına rağmen seçilen teknoloji ve tesis tiplerindeki hatalar nedeniyle başarıya ulaşamamıştır. Sıcaklık korunumu düşüncesiyle toprak altına inşa edilen bu tesislerde dış hava ısısından faydalanılmamıştır.

Yeterli bilgi birikiminin olmaması da başarısızlıkta etken olmuş ve sonuç olarak biyogaz teknolojinin ülkemizde uygulanamayacağı sonucuna varılmıştır. Oysa bu sonucun yanlış olduğu gelişmiş ülkelerde yaygın kurulan tesislerle ispatlanmıştır (2).

Atık olan bu maddeler, yığınlar halinde açık alanlara bırakılmaktadır. Bu yığınlar metan gazının birikerek patlamasına dahi yol açabilmektedir. Ne yazık ki ülkemizde bu şekilde olayların meydana geldiğini hatta ölümlere sebebiyet veren sonuçlarla karşılaşıldığı bilinmektedir.

Biyogaz üretimi, farklı aşamalardan oluşan karmaşık bir yapıya sahiptir. Planlama sırasında tüm bu faktörlerin dikkate alınması gereklidir. Biyogazın ısıtma ve yemek pişirme gibi uygulamalarda kullanılması sırasında diğer gazlara göre yapılmış olan aygıt ayarının dönüştürülmesi gereklidir.

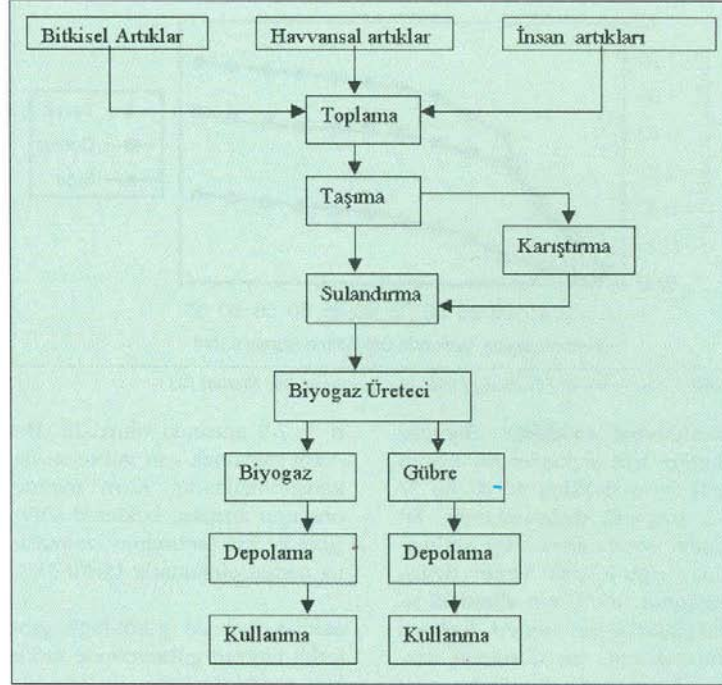
Bu gaz tarım makinalarında yakıt olarak kullanılırken, bazı düzenlemelerin yapılması ve özel karıştırıcıların devreye sokulması zorunlu olmaktadır (3).

Çiftlik gübreleri dışında diğer organik materyallerle özellikle yağ artıkları ve bitkisel artıklar, biyogaz fermentasyonunda değerlendirilmesi yönünde ağırlık kazanmıştır. Sığır gübresinden elde edilen 25 birim biyogaza karşılık sebze atıklarından 90 birim, yemek atıklarından 245 birim, yağlardan ise 800 birim biyogaz üretilmektedir .

Sığır gübresi kullanılarak 350 l/kg.okm ( organik kuru madde ) gaz üretimi gerçekleştirilirken, % 12 km içeren sebze artıklarından 600 l/kg.okm, % 50 km içeren yağlardan 1000 l/kg.okm gaz üretimi gözlenmiştir. Buğday samanından elde edilen gaz ise 470 l/kg.okm düzeyindedir (4). Zeytin posası ilavesi ile sığır gübresinden daha az gaz üretimi gerçekleştirilmiştir. Atık ayçiçek yağı ile üretim miktarı daha da azalmıştır (5).

#### **Biyogaz Üretim Aşamaları;**

Biyogaz üretiminde uygulanan akış şeması Şekil-1' de verilmiştir. Enerji içeriği yüksek olan mater-



Şekil-1. Biyogaz Üretim Şeması

yallerden elde edilecek gaz miktarı da yüksek olmaktadır. Domuz gübresiyle yapılan bir çalışmada 1 m<sup>3</sup> gübreye karıştırılan 50 kg, yağ gaz üretimini % 200 düzeyinde artırmaktadır. Yine 1/1 oranında karıştırılan sebze ve domuz gübresi karışımında saf gübreye göre % 300 oranında fazla gaz elde edilmiştir (2).

#### **Biyogaz Oluşumuna Etki Eden Parametreler;**

Biyogaz üretimi için kullanılacak olan materyal ve tesis özelliklerinin yanı sıra üretim miktar ve kalitesine etkili bazı kriterler vardır. Bunlar;

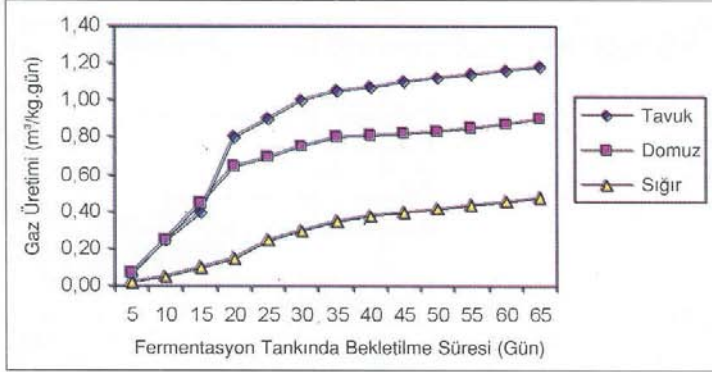
#### **a) Çürüme işlemine başlar-ken etkin olan faktörler,**

Hammadde, üretim miktar ve kalitesi kullanılan madde ile yakından ilişkilidir. Hayvansal artıklar, insan artıkları, evsel atıklar v.s. hepsinin enerji değeri farklı olduğu gibi farklı hayvansal gübrelerin enerji değeri de farklıdır.

Karşılaştırmalı olarak yapılan araştırmada gaz üretim miktarı en fazla kanatlı hayvanlarda, daha sonra ise sırasıyla inek ve domuz gübresinde olmuştur (6).

**Partikül büyüklüğü,** Daha ince parçalı maddeler, kaba ve parçalanmamış materyale oranla daha iyi sonuçlar vermektedir (7).

#### **b) Çürüme işlemi süresince etkin olan kontrol parametreleri,**



Şekil-2. Fermentasyon Tankında Bekleme Süresinde Gaz Üretimi (8)

**Reaksiyon sıcaklığı,** Biyogaz üretimi için saptanan en uygun reaksiyon sıcaklığı 30 °C ile 57 °C arasında değişmektedir. Sıcaklık derecesinin artıp azalmasına bağlı olarak verim değişmektedir. 15 °C nin altındaki sıcaklıklarda ise bakteri faaliyeti durmaktadır. Bu durumda üretim durmaktadır. Sıcaklığın azalması ortamdaki CO<sub>2</sub> oranının azalmasına neden olmaktadır. Bu gazın yanıcılığını etkilemektedir (8).

**Fermentasyon süresi ve ortam asitliği (PH),** Gübrenin tank içine konulmasından yaklaşık 15 gün sonra yavaş yavaş gaz üretimi başlar. Üretim 60 günden sonra yavaşlar. Genellikle optimum süre 30-50 gün arasında değişmektedir. Domuz ve tavuk gübresinde bu süre 10-15 gün gibi kısa bir süre olduğundan tercih sebebi olmaktadır (Şekil-2).

Uygun ortam asitliği ise, PH 7.0-7.2 aralığında olmalıdır.

**Kuru madde oranı,** Fermentasyon tankında katı madde mikta-

rı % 7-9 arasında olmalıdır. Bu oranı sağlamak için gübre su ile karıştırılmaktadır. Kuru madde oranının artması, bekleme süresinin ve gaz üretiminin azalmasına neden olmaktadır (Şekil-3).

Şekil-3 den de görüldüğü gibi farklı hayvan gübrelinde farklı katı madde miktarı ile yapılan biyogaz üretiminde verim sırasıyla kanatlı > sığır > domuz gübresi şeklinde olmuştur (4). Tavuk gübresi ile gaz üretim miktarı daha fazla olmaktadır (9). Bunun yanında fermentasyon tankı içerisinde bekletilme süreleri de metan gazı üretimini etkilemektedir.

**C/N Oranı,** Anaerobik bakterilerin en önemli besin kaynağı karbon ve azottur. Karbonu azota oranla 20-30 kat daha fazla kullanırlar (1).

**Karıştırma,** Gaz çıkışının sürekliliğinin sağlanması ve verimin artması için fermentasyon tankına bir karıştırıcı konulmalıdır.

**Gazometre basıncı,** tesisin en pahalı ve en hassas parçasıdır.

Küçük, orta ve büyük tesisler için farklı tipleri bulunmaktadır.

Besleme aralıkları da gaz üretiminde etkili olmaktadır. Besleme aralığı arttığında gaz üretim miktarı da azalmaktadır (10).

#### **Biyogaz Üretiminin Yararları**

- Organik atıkların çürütme sonrası değerini kaybetmemesi ve gübre olarak tekrar kullanılması,
- Enerji üretimi ve
- Çevre temizliğinin korunmasıdır (8).
- Aynı zamanda çiflik gübrelere dışarıda ve açıkta depolanması durumunda besin madde kayıpları olmaktadır. Gübrenin biyogaz üretiminde kullanılması ile meydana gelebilecek kayıplar da önlenmiş olacaktır (11).

#### **Biyogaz Tesisleri**

Gelişmekte olan ülkelerde biyogaz üretimi ekonomik öneme sahiptir. Özellikle kırsal kesimin ve tarımsal işletmelerin enerji ihtiyacını mümkün olduğu oranda karşılaması bakımından alternatif kaynak olarak değerlendirilmelidir.

Biyogaz üreteçleri farklı hacimlerde, farklı tiplerde ve farklı malzemelerle yapılabilmektedir. Ancak temelde üç bölümden oluşmaktadır; asıl üreteç odası, hammadde giriş borusu ve artık çıkış odası. Asıl üreteç odasının tabanı mayalanma havuzu, üst kısmı ise gaz birikim bölgesidir (12).

Biyogaz tesislerinde uygulanan işletme sistemleri üç farklı şekilde olabilmektedir.

**Sürekli akış sistemi,** Doldurma ve boşaltma sürekli olmaktadır. değişken tank sistemi ve biriktirmeli tank sistemidir.

**Değişken tank sistemi,** Bu sistemde en az iki tank yada bölme vardır. Dolun sıra ile yapılmaktadır. Fermantasyon sonucunda tüm materyal boşaltılmaktadır.

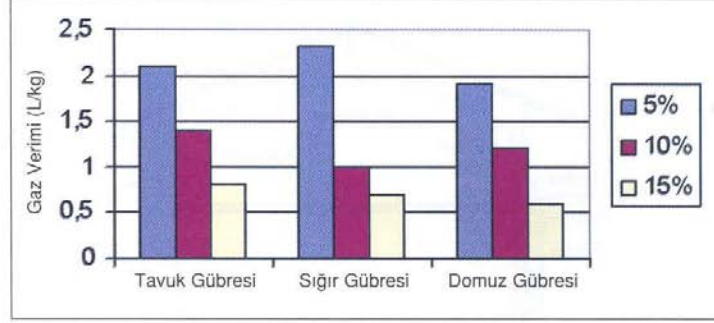
**Biriktirmeli sistemde,** Materyal boşaltılmaya kadar tank içinde kalmaktadır.

Şekil-4 de yaklaşık 40 adet hayvan için örnek bir tesis gösterilmiştir. Ahır içerisinden gelen gübre, 5 m<sup>3</sup>lük ön depoda biriktirilmektedir. Ön depoda bulunan gübre, şerbet ve gereken miktarda su ile karıştırılarak bir salyangoz pompa ile biyogaz üreticisine yüklenmektedir.

Yüklemede kullanılan pompanın tıkanmaması için gübre, şerbet ve su mikser tipi bir karıştırıcı ile karıştırılarak homojen hale getirilmektedir. Biyogaz üreticisi 50 m<sup>3</sup>lük hacme sahiptir. Ortalama sıcaklık 40-50 °C arasındadır.

Atık tankında toplanan dışkılar bir separatörden geçirilerek fermente edilemeyecek katı maddelerinden arındırılmakta ve dinlendirme tankına alınmaktadır. Daha sonra su ile istenen şekilde ayarlanan karışım reaktöre gönderilmektedir.

Fermantasyon işleri bittikten sonra reaktörün altından katı atıklar alınarak gübre olarak kullanılmaktadır. Reaktörün üst kısmında temiz olan su alınmakta-



Şekil-3. Farklı Katı Madde Düzeyinde Farklı hayvan Gübrelere İlişkin Gaz Verimi (4)

dir. Asıl fermantasyon reaktörün dibine yakın bölümünde olmaktadır. Bu nedenle reaksiyon süresince tank arada sırada karıştırılmalıdır.

Toplanan bu artıklar, tek tek veya karışım halinde belli oranda su ile karıştırılarak üreticisine koyulmaktadır.

Tesiste üretilen biyogaz gaz motorunda kullanıldığı için gaz motorunun soğutma suyu tesisin ısıtılması için kullanılmaktadır.

Fermente olan gübre, çıkış borusundan sonra 30 cm çapındaki bir diğer boru yardımıyla 400 m<sup>3</sup> hacme sahip plastik bir depoya aktarılmaktadır. Bu depo aynı zamanda ikinci fermantasyon tankı olarak da kullanılmaktadır. Plastik depoda gübrenin üstünde kalan kısmı işletmenin gaz deposu olarak kullanılmaktadır. Gaz deposunun hacmi yaklaşık 200 m<sup>3</sup>dür. Burada da bir karıştırıcı bulunmaktadır. Bu karıştırıcı katı ve sıvı fazın ayrılmasını engellemek içindir.

Biyogaz tesisleri su ve gaz geçir-

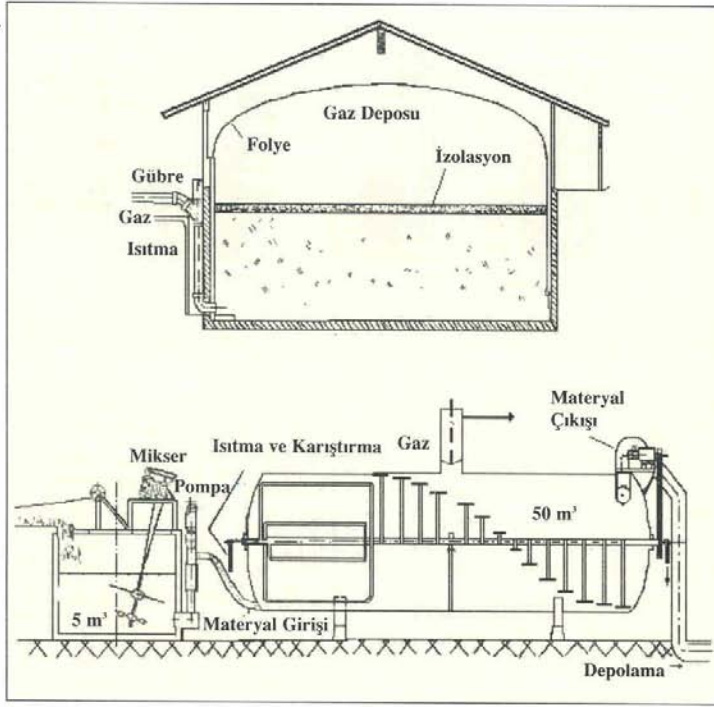
mez olmalıdır. Aksi durumda tesisin ekonomik olarak işletilebilme şansı azalacaktır. Aynı zamanda gaz kaçağı büyük kazalara da neden olabilmektedir (11).

Isıtma yapılmayan tesislerde bir büyükbaş hayvan birimi için 0.5 m<sup>3</sup> gaz üretimi mümkündür. Bir kişinin günlük yemek pişirmek için gereksinim duyduğu gaz miktarı ise, 0.2 m<sup>3</sup> dür. Dolayısıyla bir sığır iki kişinin günlük yemek pişirme ihtiyacını karşılayacak durumdadır.

## Sonuç

Yeni enerji kaynaklarından biri olarak görülen biyogaz, özellikle kırsal kesimde küçük ve orta büyüklükteki işletmelerin ihtiyaçlarının karşılanması açısından önemlidir. Ayrıca reaksiyon sonucu atık maddelerin tekrar gübre olarak kullanımının mümkün olması önemini daha da artırmaktadır. Reaksiyon sonucu çıkan gübre besin değerinden hiçbir şey kaybetmez.

Diğer endüstriyel atıklarında bu şekilde değerlendirilerek kulla-



Şekil-4. Biyogaz Üretici

nımı çevre kirliliğinin de önlenmesinde büyük katkılar sağlanması bakımından da önemlidir (7).

Ülkemizde büyük miktarda hayvan varlığına sahiptir. Yıllık gübre üretimi de oldukça büyük değerlere sahiptir. Bu nedenle tarımsal kaynaklarımızın amacına uygun olarak kullanılması gereklidir.

Türkiye biyogaz potansiyelinin 2.8-3.9 milyar m<sup>3</sup> olduğu belirlenmiştir. Biyogaz potansiyelinin petrol eşdeğeri ise 1.4-2 milyon ton/yıldır. Bunun enerji değeri ise yaklaşık olarak yılda 24.5 milyon Kwh'tir. Bu nedenle, bi-

yogaz tesislerinin kurulabilmesi için varolan tüm hayvancılık işletmelerinin incelenerek kurulabilecek işletme sayısı, hayvan varlıkları saptanmalıdır. Ekonomiye katkı sağlanması bakımından alternatif enerji kaynağı olan biyogaz ile ilgili çalışmalar hızla tamamlanmalıdır.

Biyogaz teknolojik açıdan kırsal kesimde kullanılacak en uygun alternatif enerji kaynağıdır.

Ülkemizde güneş enerjisinin düşük sıcaklık uygulamaları yanında biyogaz teknolojisi de kırsal kesimin enerji ihtiyaçlarını karşılayacak bir alternatif olarak düşünülmelidir.

## Kaynaklar

- (1) FAO/CMS, 1996. *A System Approach to Biogas Technology. Biogas Technology. Updated Guidebook on Biogas Development.*
- (2) Yıldız, O., Weckenmann, D., Öchsner, H., 1995. *Sürekli Akışlı Bir Biyogaz Tesisi ve Gaz Motorunda Enerji Üretiminin İrdelenmesi.*
- (3) Bayhan, M., Zabbocki, M., 1991. *Ziraat Makinalarında Yakıt Olarak Biyogaz. Tarımsal Mekanizasyon 13. Ulusal Kongresi. S.Ü.Ziraat Fakültesi. Konuya.*
- (4) Itodo, I.N., Anulu, J.O., Philip, T., 2001. *A Comparative Analysis Of biogas Yield From Poultry, Cattle And Piggery Wastes. Livestock Environment VI. Proceedings Of The 6 Th International Symposium. Louisville, Kentucky, USA.*
- (5) Sözer, S., Yıldız, O., 2001. *Zeytin Posası ve Atık Ayçiçeği Yağından Biyogaz Üretimi Üzerine Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi. H.Ü., Şanlıurfa.*
- (6) Alpaslan, N., 2000. *Biyogaz. Elektrik Mühendisleri Odası, Aralık 2000 Bülteni, İzmir.*
- (7) Zubr, J., 1993. *Biogas Technology In Agriculture. 5 th Int. Cong. On Mechanization and Energy in Agriculture, Kuşadası, İzmir.*
- (8) Otkan, P., *Çim Tipi Basit Biyogaz Tesisleri İnşaat Planları. T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı Biyogaz Projesi Yayınları, Yayın No:6, Ankara.*
- (9) Bilir, M., Deniz, Y., Karabay, E., Bilgin, N., 1984. *Organik Materyallerden Biyogaz Üretimi Olanakları. 2. Uluslar arası Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Sempozyumu. Ankara.*
- (10) Karabay, E., Bilgin, N., 1985. *Tarımsal Artıklardan Elde Edilebilecek Biyogaz Miktarları. Tarımsal Mekanizasyon 9. Ulusal Kongresi, Ç.Ü.Ziraat Fakültesi, Adana.*
- (11) Bastaban, S., Erkmen, Y., Öztürk, İ., 1989. *Kırsal Bölgelerde Biyogazın Kullanımı. Tarımsal Mekanizasyon 12. Ulusal Kongresi, Bildiri Kitabı. T.Ü.Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Tekirdağ.*
- (12) Yıldız, O., 1996. *Hayvancılıkta Mekanizasyon I, Çiftlik Gübresi Mekanizasyonu. Akdeniz Üniversitesi Yayın No:55, Antalya.*