

## HUMUS BİYOGAZ DÖNGÜSÜ VE BİYOGAZ ATIKLARININ HUMUS ETKİSİ

Aydın GÜREL

*Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü,  
[agurel@nku.edu.tr](mailto:agurel@nku.edu.tr)*

### ÖZET

*Biyogaz üretimi günümüzde Uzak Doğu Ülkelerinde önemli boyutlara ulaşmıştır. AB ülkelerinde ise başta Almanya olmak üzere, İngiltere, İtalya, Avusturya, Hollanda gibi gelişmiş ülkelerde biyogaz üretimi hızla artmaktadır. Türkiye gerek yüzölçümü ve gerekse tarım ülkesi olması nedeniyle büyük bir biyogaz üretim potansiyele sahiptir. Ancak biyogaz tesisi ekonomik olarak uygulanabilir olmasına rağmen, Türkiye gelişmiş ülkelerin oldukça gerisinde kalmıştır.*

*Biyogaz üretiminin hammaddesi AB ve diğer gelişmiş ülkelerde üretilen kanola, mısır gibi enerji bitkileri olduğu gibi, bilinen tüm organik atıklardır. Günümüzde biyogaz ısınma, elektrik üretimi, taşıt yakıtı vb. olarak kullanılabilen çevre dostu önemli bir enerji kaynağıdır. Biyogaz tesisinde oluşan biyogaz yan ürünü ise bitkisel üretim için humus etkisi yapan değerli bir gübredir.*

*Bu bildiri ile humus biyogaz döngüsü, AB ve diğer gelişmiş ülkelerde yaygın olan biyogaz üretimi ve biyogaz yan ürünü olarak bilinen gübrenin bitkisel üretimde kullanımı ve humus etkisi irdelenmektedir.*

**Anahtar kelimeler:** *Humus, Biyogaz, Biyogaz Humus Döngüsü, Biyogaz Atıkları*

## HUMUS BIOGAS CYCLE AND HUMUS EFFECTS OF BIOGAS WASTES

### ABSTRACT

*Today, biogas production has reached significant proportions in Far East countries. In the EU's developed countries such as Great Britain, Italy, Austria, Netherlands, especially Germany have rapid increase in biogas production levels. Also Turkey has a large agricultural area and great potential for biogas production. Despite biogas production plant is economically viable; turkey has remained well behind the developed countries.*

*Raw materials for biogas production are energy crops such as canola, corn and also all known organic wastes. These energy crops are produce in the EU and other developed countries for biogas production. Today, biogas is an important source of environmental friendly energy that can be used as fuel for vehicles, heating, electricity generation, etc...on the other hand by-products of biogas are valuable fertilizer humus for crop production.*

*This paper is concerned with the humus cycle of biogas, biogas production and by-products of biogas use in crop production as fertilizer and examine the effect of humus in the EU and other developed countries.*

**Key Words:** *Humus, Biogas, Biogas Humus Cycle, Biogas Waste.*

## 1. Giriş

Bilindiği gibi, yeşil bitkilerin çürümesiyle toprakta oluşan organik maddelerin ana içeriği humustur. Humusun en aktif maddesi ise hümik asittir. Hümik asidin bitki tarafından kullanımıyla yeşil bitkiler oluşmaktadır. Günümüzde yeşil bitkiler tüm canlıların yaşamı için önemli bir rol oynadığı gibi, bu bitkilerde birikmiş olan enerjiden biyogaz ve biyogazdan da elektrik elde edilebilmektedir.

Biyogaz üretiminin tarihsel gelişimi irdelendiğinde, biyogazın M.Ö. 10. yüzyılda Asurlular, M.S. 16. yüzyılda İranlılar tarafından kullanıldığını, 17. yüzyılda Jan Baptita Van Helmont organik maddelerin bozunumuyla yanıcı gazların elde edilebildiğini, 1776 yılında Kont Alessandro Volta, organik maddelerin bozunma miktarıyla elde edilen yanıcı gaz arasında pozitif bir korelasyon (iletişim) olduğunu, 1808 yılında Sir Humphry Davy sığır gübresinin anaerobik fermantasyonu sonucu oluşan gazların içerisinde metan gazı olduğunu keşfedildiğini ve Hindistan'da biyogaz çalışmalarının başlangıcı 1939 yılına uzandığı, bu ülkede ilk deneysel tesisin 1946 yılında ve ilk biyogaz tesisinin 1859 yılında Bombay kentinde kurulduğu ve 1859 yılında biyogazın İngiltere'de sokak lambalarında kullanıldığı, 1911 yılında ise elektrik ve ısı eldesi amacıyla kullanıldığı bildirilmektedir (Koçar, 2009).

Dünyada biyogaz teknolojisinin en fazla kullanıldığı kıta Avrupa'dır. Bunu Güneydoğu Asya ve Kuzey Amerika izlemektedir. Ülkeler bazında ise, ABD başta olmak üzere bu ülkeyi Almanya, Japonya, Çin ve Hindistan izlemektedir.

Çin'de dünyada kurulan biyogaz tesislerinin yaklaşık % 80'ni (yaklaşık 7 milyon) bulunmaktadır. Bu ülkeyi %10 oran ile ve 2,9 milyon tesis ile Hindistan, 49.500 tesisle Nepal ve 29.000 tesisle Kore izlemektedir. Ancak Çin'de bulunan tesisler aile tipi ve Hindistan'daki tesisler ise çiftlik tipi tesislerden oluşmakta ve bunların çoğu çeşitli nedenlerden dolayı kullanılmamaktadır. Çin ve Hindistan'ın yanı sıra Nepal ve Kore'de de bulunan tesislerin yaklaşık 1/3'i, hatta yarıdan fazlası çeşitli nedenlerden dolayı (bakımsızlık, yetersiz atık ve atıkların ulaştırılması, organizasyon eksikliği gibi) çalıştırılmamaktadır (Eryaşar, 2007).

AB ülkelerinde ise, Çin ve diğer ülkelerin aksine, orta ve büyük ölçekli biyogaz tesisleri tercih edilmektedir. Avrupa ülkelerinin 2020 yılı hedefi 350 milyon ton biyogaz üretimini gerçekleştirmektir (Anonim, 2010a). Almanya'da 1999 – 2010 yılları arasında biyogaz üretimi ve biyogazdan elektrik üretiminde önemli gelişme görülmüştür. Bu ülkede biyogaz üreten tesis sayısı 1999 yılında 850 iken, bu sayı 2010 yılında 5800'e yükselmiştir. Biyogazdan elektrik üretimi ise, 1999 yılında 49 MW iken, 2010 yılında 2300 MW'a yükselmiştir (Anonim, 2010b).

Türkiye'de ise, Koçar'ın da (2009) ifade ettiği gibi, biyogaz üretimi açısından zengin organik madde potansiyeline ve yeterli teknolojik alt yapıya sahip olunmasına rağmen, biyogaz sistemleri AB ülkelerinin oldukça gerisindedir. Ülkemizde biyogaz üretimine İstanbul belediyesinin kurduğu katı atıklardan elektrik üretim santrali, İSKİ tarafından Tuzla'da ve ASKİ tarafından Ankara'da kurulan atık su biyolojik arıtma tesislerinde biyogazdan üretilen elektrik kullanılması güncel örnekler olarak verilmektedir (Öncel ve Ark., 2003). Ayrıca son yıllarda küçük ölçekli biyogaz tesisleri yurt dışı kaynaklı firmalar tarafından kurulmaktadır (Anonim, 2010c). Bunlar: Kayseri'de kurulan 10-22 m<sup>3</sup>, Konya'da kurulan 15 m<sup>3</sup>, Gediz'de 22 m<sup>3</sup> ve Elazığ'da kurulan 280 m<sup>3</sup> kapasiteli küçük ölçekli tesislerdir. Ayrıca Kocaeli, İstanbul, Ankara, Bursa, Kayseri, Isparta gibi illerimizde Büyükşehir Belediyeleri organik atıklardan biyogaz üretimi için projeler geliştirmektedirler.

Bu bildirinin amacı, humus biyogaz döngüsünde biyogaz atıklarının humus etkisini irdelemektir.

## **2. Materyal ve Metot**

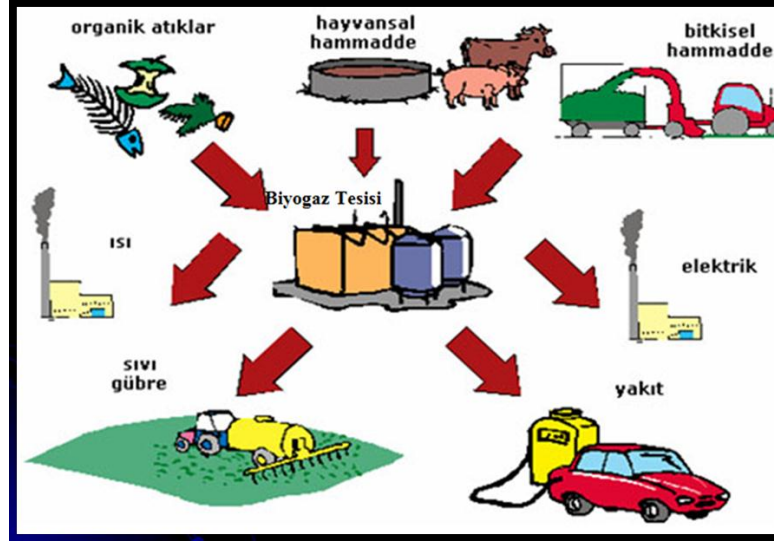
Bu araştırmanın ana materyalini enerji bitkilerinden/organik maddelerden biyogaz üretimi ve atıkların gübre olarak kullanımı üzerine gerek yurt içi ve gerekse yurt dışı kaynaklardan elde edilen veriler oluşturmaktadır.

## **3. ARAŞTIRMA BULGULARI**

### **3.1. Biyogaz ve Biyogaz Atıkları**

Biyogaz, organik maddelerin oksijensiz ortamda (anaerobik) farklı organizmalar yardımıyla parçalanması sonucunda açığa çıkan yanıcı bir gaz karışımıdır. Bu karışım metan (%50-70), karbondioksit (%30-40), hidrojen (%5-10), nitrojen (%1-2), su buharı (%0.3) ve önemsenmeyecek derecede az miktarda hidrojen sülfür içerir. Hammadde sorunu olmayan biyogaz, ayçiçeği, hububat, şeker pancarı, kanola vb. bitkilerden (enerji bitkileri) elde edilebileceği gibi, bahçe atıkları, orman endüstrisi atıkları, kağıt endüstrisi atıkları, yemek atıkları, sebze, meyve, tahıl ve yağ endüstrisi atıkları, gıda endüstrisi atıkları (çikolata, maya, süt vb.). şeker endüstrisi atıkları, hayvan dışkıları, deri ve tekstil endüstrisi atıkları,

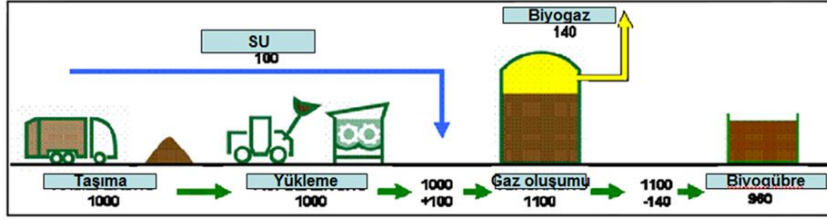
evsel ve şehirsal organik atıklar, atık su arıtma tesisi atıkları vb. atık organik maddelerden de elde edilebilmektedir (Gürel ve Senel, 2010). Özelliklerine göre bazı organik maddelerden elde edilen biyogaz oranı yüksek iken, bazılarında ise bu oran düşüktür. Örneğin, pastane atıkları, kanola küspesi, mısır silajı ve bayat ekmekten daha fazla biyogaz elde edilirken, peynir altı suyu, patates posası gibi maddelerden daha az biyogaz elde edilmektedir (Karakuz, 2007).



Şekil 1: Biyogaz ve Gübre Eldesi (Anonim, 2010a).

Biyogaz, doğalgaz gaz veya LPG ile çalışan tüm cihazlarda, küçük modifikasyonlar yapılarak rahatlıkla kullanılabilir. Fosil yakıtlardan olan doğal gazın yerini alabildiğinden, atmosferdeki sera gazının azalmasına katkı sağlamaktadır. Çevresel ve sağlık sorunlarına neden olan şehirsal ve kırsal kesimdeki çevresel atıkları bertaraf ettiğinden çevre dostu bir gazdır. Ayrıca biyogaz, ısı, elektrik, akaryakıt ihtiyacını karşıladığından dışa bağımlılığı azaltan, bölgesel gelişime katkı sağlayan, ekolojik yapıyı koruyan ve aynı zamanda sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır. Biyogaz, enerji bitkilerinin üretilmesi ile kırsal kalkınmaya katkı sağladığı gibi, organik atıkların toplanması, bunların işlenmesi, elde edilen gazın, ısının, akaryakıtın, elektriğin ve fermente gübrenin (organik gübre) dağıtımı vb. oluşan tedarik zinciri ile de istihdam yaratmakta, ekonomiye katkı sağlamaktadır.

Biyogaz atıkları biyogaz elde edildikten sonra geri kalan atıklardır. Sıvı halde elde edilen bu atıklar değerli organik gübredir (Şekil 2).



Şekil 2: Organik Maddeden Gübre Eldesi (Mayer, 2009)

Şekil 2’de görüleceği gibi (Mayer, 2009), örneğin; 1000 kg organik madde ve 100 Litre su karışımından 140 m<sup>3</sup> biyogaz ve 960 kg organik gübre elde edilmektedir. Bu da bir ton organik maddeden 960 kg organik gübre elde edildiğini göstermektedir.

### 3.2. Biyogaz Atıklarının Analizi

Biyogaz üretiminden sonra elde edilen çamur iki şekilde değerlendirilmektedir. 1) Tarlaya sıvı olarak verilebildiği gibi, granül haline getirilebilir ya da beton toprak havuzlarda doğal kurumaya bırakıldıktan sonra tarlaya verilmektedir. 2) Sudan arındırılarak kompost hale getirilerek çiçek gübresi olarak kullanılmakta/pazarlanmaktadır.

Organik maddelerden biyogaz elde edildikten sonra atıklarda bulunan kuru madde (KM) oranı oldukça düşüktür. Biyogaz atığı sıvı gübrenin kuru maddesinin (KM) % 4-6 oranında olduğu ölçülmüştür (Anonim, 2009). Biyogaz atıklarında bulunan kuru madde (KM) en düşük % 2.9 ve en yüksek % 13.2 oranında olmaktadır. Ortalama KM değeri ise % 6.7’dir. Bu yüksek dalgalanmalar diğer değerlerde de (N, NH<sub>4</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O) görülmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1: Biyogaz Atıklarının Analiz Sonuçları (Anonim, 2009)

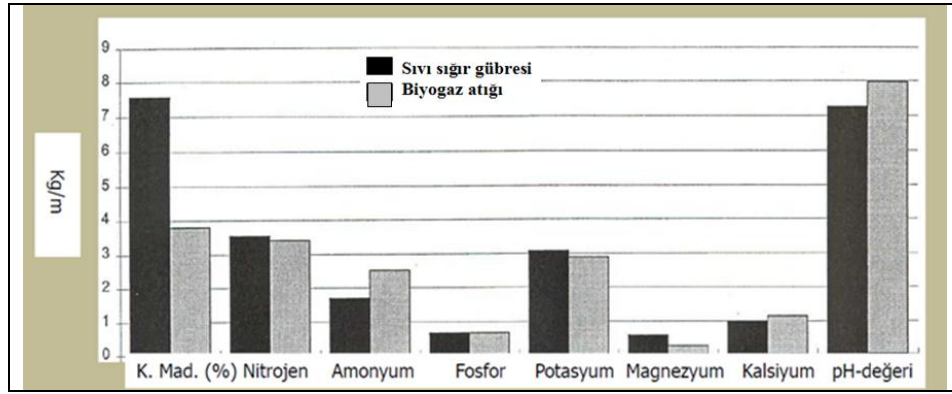
|          | KM (%) | Total N (kg/m <sup>3</sup> ) | NH <sub>4</sub> (kg/m <sup>3</sup> ) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/m <sup>3</sup> ) | K <sub>2</sub> O (kg/m <sup>3</sup> ) |
|----------|--------|------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|
| Minimum  | 2,9    | 2,4                          | 1,5                                  | 0,9  | 2,0                                   |
| Maksimum | 13,2   | 9,1                          | 6,8                                  | 6,0  | 10,6                                  |
| Ortalama | 6,7    | 5,4                          | 3,5                                  | 2,5  | 5,4                                   |

Biyogaz atıklarının besin değerleri sıvı ve kuru biyogaz atıklarında incelendiğinde sıvı atıkta KM oranı % 5.7 iken, bu oran kuru atıklarda % 24.3’dür. Sıvı atıkta NH<sub>4</sub> ve K<sub>2</sub>O oranı kuru atıktan daha yüksektir. N ve P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> oranlarının ise kuru atıkta daha yüksek olduğu görülmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2: Sıvı ve Kuru Biyogaz Atıklarının Değerleri (Anonim, 2009)

| Atık | KM (%) | Total N (kg/m <sup>3</sup> ) | NH <sub>4</sub> (kg/m <sup>3</sup> ) | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/m <sup>3</sup> ) | K <sub>2</sub> O (kg/m <sup>3</sup> ) |
|------|--------|------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|
| Sıvı | 5.7    | 4.9                          | 3.0                                  | 2.3  | 6.2                                   |
| Kuru | 24.3   | 5.8                          | 2.7                                  | 5.0  | 5.8                                   |

Biyogaz atığı ve sıvı sığır gübresinin karşılaştırıldığı bir araştırmada (Köttner, 2011) sıvı sığır gübresinde kuru madde (K. Mad.) oranının biyogaz atığından daha yüksek, fakat amonyum ve PH değerlerinin ise biyogaz atığında daha yüksek olduğu, diğer değerler arasında ise fazla bir farkın olmadığı saptanmıştır (Şekil 3).



Şekil 3: Sığır Gübresi ve Biyogaz Atığı Karşılaştırması (Köttner, 2011).

Yapılan bir diğer araştırmada (Anonim, 2007), biyogaz elde edildikten sonra atıklardaki besin değerlerinden Fosfor ve potasyum kayıp olmamaktadır. PH değeri biyogaz atıklarında 6.5 den 7'ye ve 7.5'dan 8'e yükselmektedir. Biyogaz atığında amonyum oranı daha yüksektir, ancak biyogaz üretiminde kuru madde metan ve CO<sub>2</sub>'ye dönüştüğünden biyogaz atığında kuru madde oranı sığır gübresine oranla daha düşüktür. Bu bağlamda kuru madde oranının bitkilerde % 95, sıvı gübrelerde % 80 ve sıvı biyogaz atıklarında ise % 70 olduğu bildirilmektedir. Bu da organik maddelerin depolanması açısından da önemlidir.

Humusun toprağın verimliliği ve ürün artışında önemli rol oynadığı bilinmektedir. Yapılan bir çalışmada (Anonim, 2009) silajlık mısır üretiminden sonra toprağın humus miktarı değerlendirilmiştir (Çizelge 3).

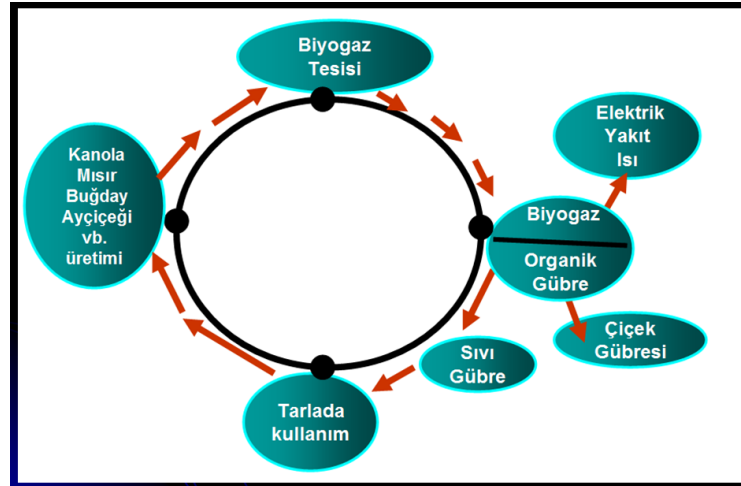
Çizelge 3: Silajlık Mısır Üretimi ve Toprağın Humus Değeri (Anonim, 2009).

|              | Alınan humus | N- alımı (kg N/ha) | Biyogaz atığı (m <sup>3</sup> ) | Biyogaz atığı ile geri dönüş |
|--------------|--------------|--------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Silaj mısırı | - 560        | 220                | 40                              | 360 kg                       |

Çizelge 3’de görüldüğü gibi, silajlık mısırın üretimi ile topraktan 560 kg humus-C alınmaktadır. Buna karşılık toprağa 360 kg humus-C geri dönmektedir. Bu nedenle humus açığının kapatılması için münavebe sistemine humus artırıcı bitkiler alınmalıdır. Bu bağlamda ikinci ürünler önemli rol oynamaktadır.

### 3.3. Humus-Biyogaz Döngüsü

Bitki besin değerleri döngüsü olarak da tanımlanabilecek humus-biyogaz döngüsü şekil 4’de verilmektedir.



Şekil 4: Humus-Biyogaz Döngüsü.

Şekil 4’de görüleceği gibi, enerji bitkilerinin ya da organik maddelerin biyogaz tesisinde işlenmesi sonucu biyogaz ve biyogaz atığı olan organik gübre elde edilmektedir. Elde edilen biyogaz akaryakıt, ısı ve elektrik üretiminde kullanılabilir.

Biyogaz atığı ise çiçek gübresi olarak pazarlanabileceği gibi, sıvı ya da kuru şekilde organik gübre olarak tarlada kullanılmakta ve böylece toprağın humus kaybını bir ölçüde gidererek bitkilerin gelişmesine, verimliliğe katkı sağlamaktadır. Üretilen bu bitkiler biyogaz tesisinde işlenerek tekrar biyogaz ve gübre elde edilmektedir.

#### 4. Sonuç

Türkiye gerek yüzölçümü ve gerekse bir tarım ülkesi olması nedeniyle büyük bir biyogaz üretim potansiyeline sahiptir. Fakat biyogaz üretiminde başta AB ülkeleri olmak üzere gelişmiş ülkelerin oldukça gerisinde kalmıştır. Biyogaz üretimi ekonomik açıdan uygulanabilir olduğu halde, Türkiye’de geçmişten günümüze değin akademik çalışmalar dışında yeterli düzeyde kurumsal faaliyetler yapılmamaktadır. Ülkemizde biyogaz tesisi kurmak isteyen işletmelerinin yoğun ilgisi geçmişten günümüze değin devam etmektedir, ancak gereken teşvik yapılmadığından biyogaz üretimi ve humus biyogaz döngüsü hayata geçirilememektedir.

#### Kaynaklar

- Anonim, 2007, Einfluss der Biogaserzeugung auf Rest-C im Gärrest und die Humusbilanz, Thüringer Landschaft für Landwirtschaft, DLG, Frankfurt
- Anonim, 2009, Einsatz von Gärresten aus der Biogasproduktion, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Agrarökologie, Ökologischen Landbau und Bodenschutz, Freising-Weihenstephan, [http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p\\_31972.pdf](http://www.lfl.bayern.de/publikationen/daten/informationen/p_31972.pdf)
- Anonim, 2010a, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, EİEİ, [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/biyoenerji/01-biyogaz/bg\\_nedir.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/biyoenerji/01-biyogaz/bg_nedir.html), erişim Ocak 2010.
- Anonim, 2010b, Biogasanlagen in Deutschland, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, <http://www.bio-energie.de/biogas/biogasanlagen-in-deutschland/>, erişim Ağustos 2010.
- Anonim, 2010c, Türkiye’de Faaliyette Olan Biyogaz Tesisleri, Biyogaz, <http://biyogazlar.blogspot.com/>, Erişim Eylül 2010.
- Eryaşar, A., 2007, Kırsal Kesime Yönelik Bir Biyogaz İsteminin Tasarımı, Kurulumu, Testi Ve Performansına Etki Eden Parametrelerin Araştırılması, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Güneş Anabilim Dalı (Doktora Tezi), İzmir.
- Gürel, A. ve Senel, Z., 2010, Organik Atıklardan Biyogaz Üretimi, Kırklareli Girişimcilik sempozyumu, Kırklareli.
- Karakuz, S., 2007, Almanya’da Biyogaz Sektörüne Bakış, Biyoyakıt Dünyası, S. 64-66.
- Koçar, G., 2009, Kırsal Kesim Biyogaz Teknolojilerinin Geliştirilmesi Ve Yaygınlaştırılması, Gündümlü Teknoloji Geliştirme Projesi, Proje No: 07/Dpt/003, Ege Üniversitesi, Güneş Enerjisi Enstitüsü, İzmir, <http://egweb.ege.edu.tr/eusolar/files/biyogaz%20dpt%20projesi.pdf>, Erişim Ekim 2010.
- Köttner, M., 2011, Gübre Yönetimi, Fermante Atık Kullanımı – Kapalı Devre Teknolojisi, Internationale Biogas and Bioenergy Center of Competence (IBBK), Türk- Alman Biyogaz Projesi, Ankara.



[http://www.biyogaz.web.tr/files/docs/2\\_egitim\\_ibbk\\_tr\\_g%C3%BCbre\\_y%C3%B6netimi,\\_fermente\\_atik\\_kullanimi\\_-\\_kapali\\_devre\\_teknolojisi.pdf](http://www.biyogaz.web.tr/files/docs/2_egitim_ibbk_tr_g%C3%BCbre_y%C3%B6netimi,_fermente_atik_kullanimi_-_kapali_devre_teknolojisi.pdf)

Mayer, M., 2009, Herausforderung an die Gärrestbehandlung bei Biogasanlagen durch die Forcierung von erneuerbaren Energien, Interuniversitäres Department für Agrarbiotechnologie, Institut für Umweltbiotechnologie, Doktorarbeit, Universität für Bodenkultur Wien, Tulln.

Öncel, S., İkizoğlu, E., Öngen, G., Vardar-Sukan, F., 2003, Tarımsal Atıkların Değerlendirilmesinde Kullanılan Biyogaz Üreteç Tipleri, E. Ü. Mühendislik Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü, Bornova – İZMİR, [http://www.emo.org.tr/ekler/4cd34b147dd0196\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/4cd34b147dd0196_ek.pdf), Erişim Ekim 2010.