

## Küçük Ölçekli Sürekli Beslemeli Bir Biyogaz Tesisinin Çalışma Şartlarının Belirlenmesi

Hakan AFACAN<sup>1</sup>, Ali KASAP<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Manisa İl Tarım Müdürlüğü (Ziraat Yüksek Mühendisi),

<sup>2</sup>Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü (Prof. Dr.), Tokat

**Özet:** Dünyada, enerji üretimine yönelik yapılan çalışmalar günümüzde daha çok alternatif enerji kaynaklarına yönelmiştir. Bunlar güneş, jeotermal, rüzgar ve biyogaz gibi enerji kaynaklarıdır. Ülkemiz, alternatif enerji kaynakları bakımından zengin bir potansiyele sahiptir.

Biyogaz, her türlü organik atıkların, oksijensiz koşullarda fermantasyonu sonucu oluşan renksiz ve temiz, ısı değeri yaklaşık 5100 kcal/m<sup>3</sup> olan bir gazdır. Biyogaz uygulamaları sonucunda, enerjinin yanında elde edilen fermente gübrenin (biyogübre), tarımsal üretimin artırılmasına önemli katkıda bulunacağı açıktır. Köylerimizin birçoğunda üretilen hayvan gübreleri yakılmaktadır. Bunun milli ekonomiye olan zararı küçümsenemeyecek kadar çoktur. Hayvan gübrelere tezek olarak yakılmasıyla hem yeterli enerji sağlanamamakta hem de topraklarımızın bu gübreden faydalanması engellenmektedir.

Yapılan araştırma sonucunda; yukarıda faydaları sayılan biyogazın üretimi gerçekleştirilmiş, ev ısıtılmasında kullanmak, gerektiğinde elektrik elde etmek ve sera ısıtmak üzere bir biyogaz tesisi kurulmuştur. Biyogaz tesisi, Kastamonu Taşköprü Ortaköy Köyü'nde bir örnek çiftçinin arazisinde kurulmuştur. Tesisin kapasitesi; 25 büyükbaş hayvan için ortalama 30 m<sup>3</sup> hacminde fermantasyon tankından günde yaklaşık 15 m<sup>3</sup> biyogaz elde edilmektedir. Tesis, Türkiye'de ilk uygulanan Alman tipine göre 6 mm'lik çelik sac malzemeden yatay silindir şeklinde yapılmıştır. Isıtma, karıştırma ve depolama otomatik olarak çalıştırılmaktadır. Fermantasyon tankının ısıtılmasında biyogazdan ve gerektiğinde güneş enerjili su ısıtma sisteminden de yararlanılmaktadır.

Üretilen biyogaz ile iki katlı çiftlik evi ısıtılmakta ve yemek pişirilmektedir. Bu tesis sayesinde yeni bir enerji kaynağına sahip olunduğu gibi bölgenin hayvansal ve bitkisel üretiminin birlikte kalkınması sağlanacaktır. Çünkü biyogaz üretmek için hayvan gübresine dolayısıyla hayvan varlığına ihtiyaç duyulacak, hem de üretilen biyogaz ve biyogübre ile seralarda ve açık alanlarda bitkisel üretimin artırılması için gerekli ortamın oluşturulmasına yardımcı olacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Biyogaz üretimi, yenilenebilir enerji, hayvansal atıklar

### Determination of Working Conditions of a Small-Scale and Continuous Flow Biogas Units

**Abstract:** Today, many works are canalized on alternative energy productions in the world. These are solar energy, geothermal, wind and biogas energy sources. Our Country is rich in alternative energy resources.

Biogas is produced from organic material under anaerobic conditions of fermentations with clear, colorless and has approximately 5100 kcal/m<sup>3</sup> heat content.

After the application of biogas production, beside of energy production, acquired fermented manure has an important effect on agricultural productions.

In our many villages, the manure is burned. The damage of burning manure on the national economy is considerable high. The burning of dried dung (manure) has no enough energy ensured and no soil profit by manure.

In this study, by establishing a biogas plant, biogas production was put into practice, to use of in heating house and greenhouses and whenever necessary electric was produced. The plant was established on the farm in Ortaköy village in the region of Taşköprü-Kastamonu. Plant capacity of 25 cattle is 15 m<sup>3</sup> biogas productions per day from 30 m<sup>3</sup> fermentation tank. Such a plant was the first time established in our country (Turkey) as in Germany type with 6mm steal sheet metal in shape of horizontal cylindrical tank. The heating, mixing, isolation and storage were automatically controlled. Fermentations tank might be heated use it the solar energy or biogas.

With the produced biogas, duplex farmer house was heated and the daily meals were cooked. By establishing this plant, the development of the animal and plants production may be ensured. Because, to produce biogas, animal and its manure are required, hence, by production of biogas and bio-manure, plants production on the agricultural land and greenhouses will be increased.

**Key words:** Biogas utilization, renewable energy, manure

## GİRİŞ

Türkiye’de, özellikle kırsal bölgelerde; yemek pişirme ve ısınma amacı ile odun, tezek, LPG ve kömür, yakıt olarak kullanılmaktadır. Özellikle son yıllarda Türkiye’deki yakıt fiyatlarındaki artışlar, gelir düzeyi düşük kırsal bölgelerdeki halkı ekonomik olarak ciddi şekilde mağdur etmektedir. Kırsal bölgelerde ısınma amacı ile yeterli yakıtın olmaması zaten kısıtlı olan orman alanlarının tahribatına neden olmaktadır.

Dünya’da birincil enerji tüketim kaynağı %15’lik oranla biyokütledir. Bu miktar gelişmekte olan ülkelerde % 38 düzeyindedir. Özellikle bioenerji gelişmekte olan ülkelerde kırsal bölgelerde enerji temin amacıyla kullanılmaktadır. Hindistan’da kırsal bölgelerde yemek pişirme enerjisi toplam enerjinin % 80’ini oluşturmaktadır.

Hayvan gübresinin gelişi güzel olarak depolanması ciddi şekilde koku problemine neden olmaktadır. Hayvan gübresinin depolanması esnasında anaerobik reaksiyon sonucu koku verici hidrojen sülfür gibi gazlar oluşur. Hayvan gübresinden ileri gelen koku problemini önlemede etkili metotlardan birisi anaerobik arıtmadır.

Kastamonu / Taşköprü / Ortaköy Köyü’nde kurmuş olduğumuz araştırma materyalimiz tesis sürekli beslemeli, yatay silindirik yapıda biyogaz deposu ve fermantasyon tankı bulunan bir tesistir. Tesisteki biyogaz deposu 5 mm’lik sacdan 10 m<sup>3</sup>, Fermantasyon tankı ise 6 mm’lik sacdan 30 m<sup>3</sup> olarak tasarlanmıştır. Biyogaz üretimi sürekli besleme yöntemi ile çalıştırılacaktır. Ahırdan alınan günlük gübre taze gübre karıştırma havuzunda su ile 1/1 oranında karıştırılarak, katı madde oranı yaklaşık % 10-12 değerine indirilmiştir. Karıştırılan taze gübre, fermantasyon tankına bileşik kaplar esasına göre günlük doldurularak, doldurulan taze gübre miktarı kadar, biyogübre, fermantasyon tankından biyogübre havuzuna boşalmaktadır.

Ülkemiz kırsal kesiminde hayvan gübresi, ısıtma ve yemek pişirme amacıyla tezek olarak yakılmaktadır. Hayvan gübresinin tarım topraklarında kullanılması, tezek yakılarak enerjiye dönüştürülmesinden daha ekonomiktir. Hayvan gübresi, yapay gübrelerle göre daha üstün özelliklere sahiptir. Toprağa bitki besin maddelerinin sağlanmasının yanında, toprağın yapısını da iyileştirir. Kurulan biyogaz tesisinde, hayvan gübresinin yakılması önlenerek, tarım topraklarına kazandırılması, kırsal kesime bu enerjinin yerine, ikame edeceği bir enerjinin verilmesi ile mümkündür. Bu ikame enerji, yine hayvan gübresinden elde edilen biyogaz olacaktır. Ayrıca elde edilen bu biyogaz enerjisiyle işletmede yemek pişirmek, su ısıtmak, kalorifer yakıtı olarak kullanmak amaçlanmıştır. Elde edilen biyogübre ile de mevcut arazilerin gübrelenmesi yapılarak yapay gübre kullanımı da azaltılmış olacaktır.

Hayvan ağırlığı bazında, üretilebilecek günlük ve yıllık yaş gübre miktarları; büyükbaş hayvan canlı ağırlığının % 5-6’sı kg-yaş gübre/gün, koyun-keçi canlı ağırlığının % 4-5’i kg-yaş gübre/gün, tavuk canlı

ağırlığının % 3-4’ü kg-yaş gübre/gün, diğer bir yaklaşımla; 1 adet büyükbaş hayvan 3,6 ton/yıl yaş gübre, 1 adet küçükbaş hayvan 0,7 ton/yıl yaş gübre, 1 adet kümes hayvanı 0,022 ton/yıl yaş gübre üretir. Bu değerlerden yola çıkarak; 1 ton sığır gübresi 33 m<sup>3</sup> biyogaz, 1 ton kümes hayvanı gübresi 78 m<sup>3</sup> biyogaz, 1 ton koyun gübresi 58 m<sup>3</sup> biyogaz üretilebilir (Yaldız, 2004).

Elde edilen biyogaz; yemek pişirmede, su ısıtmada ve kalorifer yakıtı olarak kullanılabilirdiği gibi içten yanmalı motorlarda ve elektrik enerjisi eldesinde de kullanılabilir.

Biyogaz, hem doğrudan yanma, hem de elektrik enerjisine çevrilerek aydınlatmada kullanılabilir. Biyogazın doğrudan aydınlatmada kullanımında sıvılaştırılmış petrol gazları ile çalışan lambalardan yararlanılmaktadır. Bu sistemde aydınlatma alevini arttırmak üzere amyant gömlek ve cam fanus kullanılmaktadır. Cam fanus ışığı sabitleştirdiği gibi çıkan ısıyı geri vererek alevin daha fazla olmasını sağlamaktadır. Özellikle orta ve büyük ölçekli tesislerde, elektrik jeneratörlerinde biyogaz kullanılmaktadır. Biyogazın elektrik enerjisine çevrim verimi % 22-40 arasındadır.

Biyogazın bileşenleri; Metan (CH<sub>4</sub>) %40-80, Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) %20-50, Hidrojen Sülfür (H<sub>2</sub>S) % 0,0005-0,0002, Amonyak (NH<sub>3</sub>) % 0,0005-0,0001, Azot (N<sub>2</sub>) % 0-3, Hidrojen (H<sub>2</sub>) % 0-5 şeklindedir. Biyogazın ısı değeri ise 5100 kcal/m<sup>3</sup>tür (Anonymus, 2005).

Bu çalışma sonucunda renksiz, temiz ve ısı değeri 5100 kcal/m<sup>3</sup> olan biyogaz üretilecek, elde edilen biyogaz ile yemek pişirme, sıcak su temini ve kaloriferlerde yakıt olarak kullanılacaktır.

Biyogaz uygulamaları sonucunda, enerjisinin yanında elde edilen biyogübre ise tarımsal üretimde önemli katkılar sağlayacaktır. Biyogübre kullanılarak; gübre içerisindeki N, P ve K miktarlarının artması ve bitki tarafından daha kolay alınabilir hale gelmesi nedeniyle gübrenin verim değeri yaklaşık % 20 artmıştır. Böylece dışarıdan suni gübre ithalatı azalacak, gübrenin oluşturduğu olumsuz sağlık koşulları iyileştirilecek, orman kesimi azalacak ve erozyon da önlenecektir.

## MATERYAL ve YÖNTEM

### Materyal

#### Ön Karışım Havuzu ve Karıştırma Düzeni

Ahırdan çıkan hayvan gübresinin 1/1 oranında su ile karıştırılıp fermantasyon tankına gönderildiği yerdir. Gübre ile karıştırılan su güneş kollektöründen gelen sıcak sudur. Ölçüleri 246cm x 213cm x 135cm (En x Boy x Yükseklik)’dir ve betondan yapılmıştır. Ön karışım havuzunun genel görünümü Şekil 1.’de verilmiştir.



Şekil 1. Ön karışım havuzu ve karıştırma düzeni

Havuza gelen gübrenin 1/1 oranında su katıldıktan sonra karıştırılmasını sağlayan bir adet motordan ve buna bağlı parmaklı karıştırıcıdan ibarettir. Bunları kontrol etmeye yarayan bir adette kumanda panosu bulunmaktadır. Ayrıca bu pano fermantasyon tankındaki karıştırıcıyı kontrol etmektedir. Fermantasyon tankındaki karıştırıcı buradaki kumanda devresi sayesinde otomatik olarak çalışıp durmaktadır.

#### Fermantasyon Tankı ve Karıştırıcı Düzen

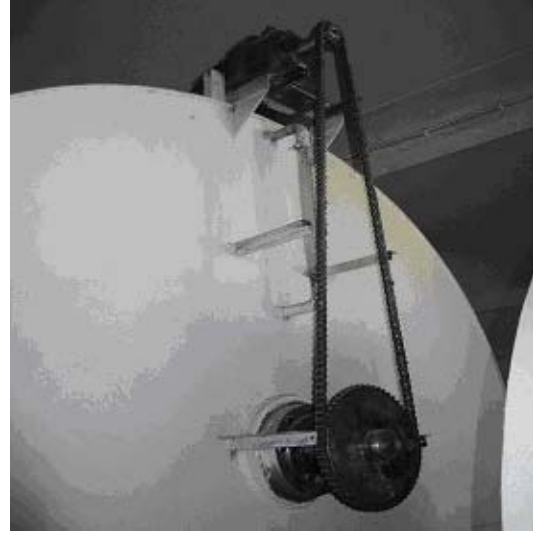
Fermantasyon tankı 6mm sacdan imal edilmiş olup, 30 m<sup>3</sup> hacminde hayvan gübresinin fermente olduğu yatay silindirik bir depodur. İçerisindeki gübreden oksijensiz ortamda metan bakterileri sayesinde 35 °C'de mezofilik şartlarda metan gazı üretilmektedir. Şekil 2'de fermantasyon tankının imalat aşamasındaki hali gözükmektedir.



Şekil 2. Fermantasyon tankı

Fermantasyon tankındaki karıştırıcı günde sekizer saat arayla 10'ar dakika çalışma süresinde günde 3 defa otomatik olarak karıştırma işlemi yapmaktadır. Gücünü üzerine monte edilmiş olan elektrik motorundan almaktadır. Elektrik motorundan alınan hareket bir zincir dişli mekanizması sayesinde

karıştırıcıya iletilmektedir. Karıştırıcı elektrik motoru ve aktarma organları Şekil 3'de, karıştırıcı parmakların konumu ise Şekil 4.'da verilmiştir.



Şekil 3. Elektrik motorlu zincir dişli mekanizması



Şekil 4. Fermantasyon tankı içindeki parmaklı karıştırıcı

#### Biyogaz Depolama Tankı

5 mm'lik sacdan 10 m<sup>3</sup> hacminde gazı depolayacak kapasitede yapılmıştır. Biyogaz depolama tankının genel görünümü Şekil 5.'de verilmiştir. Biyogaz depolama tankı, fermantasyon tankının üzerine yerleştirilmiştir. Fermantasyon tankının içerisinde üretilen biyogaz bir metal boru sistemiyle doğal basınçla biyogaz tankına iletilmektedir. Biyogaz tankında toplanan biyogaz, belirli bir basınca kadar depolanabilmektedir. Tankın güvenliği açısından biyogaz tankının üzerine basınç emniyet sübapları yerleştirilmiştir. Basınç belirli bir değere ulaştığında emniyet sübapları açılarak biyogaz dışarı tahliye edilmektedir.



Şekil 5. Biyogaz depolama tankı

### Biyogübre Havuzu

Beton malzemeden yapılmıştır. Fermente olan gübre burada 5-6 ay muhafaza edilir. Gübre sıvı gübre tanklarıyla alınarak tarlaya verilmektedir. Ölçüleri 10m x 12,5m x 2-2,5m (En x Boy x Yükseklik)'dir ve beton malzemeden yapılmıştır.

### Güneş Kolektörleri

Ön karıştırma havuzundaki gübrenin sıcak su ile karıştırılması ve fermantasyon tankının ısıtılması için etrafına döşenmiş olan ısıtıcı borulara sıcak su sağlamak amacıyla tesise yerleştirilmiştir. Güneş kolektörlerinden elde edilen sıcak su küçük bir pompa vasıtasıyla fermantasyon tankı etrafına döşenmiş olan borulara basılmaktadır. Sıcak su elde etmek amacıyla kullanılan güneş kolektörleri ile biyogaz tesisinin genel görünümü Şekil 6.'de verilmiştir.



Şekil 6. Tesisin genel görünümü ve güneş kolektörleri

### Gaz Ölçer, pH ve EC Ölçüm Cihazı ve Etüv

Fermantasyon tankında fermente olan gübrenin çıkardığı gaz miktarını ölçmeye yarayan cihazdır. Ölçümler m<sup>3</sup> cinsinden ölçülür. Bu amaçla bir doğalgaz sayacından yararlanılmıştır.

pH ve EC Ölçüm Cihazı ; Gübrenin fermantasyon tankına girmeden önce ve fermantasyon tankından çıktıktan sonraki asitlik derecesini ve elektrikli iletkenliğini ölçen cihazlardır.

Etüv ; Fermantasyona girmeden önceki ve fermente olduktan sonraki alınan gübre örneklerin petri kaplarında 65 °C'de 48 saat süreyle neminin alındığı fırındır. Bu işlemde sonra alınan gübre örnekleri içindeki organik madde miktarı, N, P, K, C tespit edilecektir.

### Yöntem

#### Biyogaz Üretim yöntemi

Yöntem olarak; sürekli beslemeli, yatay silindirik fermantasyon tankı tercih edilmiştir. Küçük aito tipi model olarak seçilmiştir. Biyogaz üretimi için gerekli olan; anaerob şartlar, 25-30°C sıcaklık (mezofilik) ve %10-12 katı madde oranı şartları sağlanmıştır.

#### Gaz Depolama Yöntemi

Fermantasyon tankının üst kısmında oluşan biyogaz, bir boru ile fermantasyon tankının üzerinde bulunan biyogaz deposunda toplanmıştır. Gazın iletimi ve depolanması ile ilgili güvenlik tedbirleri alınmıştır.

#### Gaz Ölçümü

Günlük üretilen biyogaz miktarları her gün aynı saatte olacak şekilde gaz ölçerden geçirilerek ölçülmüştür. Fermantasyon tankına giren gübrenin Hidrolik Bekleme Süresi (HBS) sonunda fermente olması sonucu çıkan biyogaz doğalgaz ölçüm cihazı aracılığıyla ölçülmüştür.

#### pH Ölçümü

pH ölçümü, pH metreyle günlük besleme öncesi ve gübrenin fermente olmasından sonra yapılmıştır. Alınan 18 adet örneğin 9 adeti günlük besleme öncesi 9 adeti de fermantasyon sonrası alınan örneklerden pH metre aracılığıyla ölçülmüştür.

#### Katı Madde Miktarı Ölçümü

Yapılan ölçümler sonucunda sığır gübresindeki katı (kuru) madde miktarı örneklerin etüv fırınında 100 ml'lik örnekler önce 65 °C'de 48 saat bekletilerek daha sonrada 105 °C'de 24 saat bekletilerek örneklerdeki su tamamen uçurularak kuru madde miktarları bulunmuştur.

#### N, P, K, C Miktarlarının Belirlenmesi

Alınan gübre numunelerinin etüv fırınında 65 °C'de 48 saat bekletilerek nemi alındıktan sonra değişik metotlarla GOÜ Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü laboratuvarında içerisindeki N, P, K, C oranları belirlenmiştir.

#### ARAŞTIRMA BULGULARI

Deneme sonucuna göre; Kastamonu-Taşköprü koşullarında 25 adet sığır bulunan sürekli beslemeli

biyogaz fermantasyon tankı sıcaklığının 25-30 °C'de tutulması sonucu biyogaz tesisinde aralıksız biyogaz üretilbileceği görülmüştür. Deneme koşullarında gübre işletmenin kendi ahırından sağlanmaktadır. Bu yüzden günlük besleme materyali soğuk mevsimlerde taşıma ve bekleme süresince fazla soğumamaktadır. Yalnız havaların soğuk olması durumunda fermantasyon tankı yeterince ısıtılmadığı zamanlarda sıcaklık düşmekte buna bağlı olarak da biyogaz üretimi düşmektedir.

### Biyogaz Üretim Sonuçları

Üretilen biyogaz miktarı; fermantasyon sıcaklığı direkt etkili olmaktadır. 30 m<sup>3</sup> hacimli fermantasyon tankına her gün 500 kg sulu gübre verilmektedir. Bu şartlarda fermantasyon sıcaklığı 9 °C olması durumunda günde 3,63 m<sup>3</sup>/gün biyogaz üretilirken, sıcaklık 20 °C'ye çıkarıldığında üretilen biyogaz miktarı 14,82 m<sup>3</sup>/gün, 30 °C'ye çıkarıldığında ise üretilen biyogaz miktarı 17,28 m<sup>3</sup>/gün değerine çıkmaktadır.

Bilir ve ark. (1984), yaptıkları bir araştırmada 1m<sup>3</sup> hacmindeki fermantasyon tankından günde sıcaklık 9 °C olunca 0,12 m<sup>3</sup>, sıcaklık 20 °C olunca 0,49 m<sup>3</sup> biyogaz elde edileceğini bulmuşlardır. Bu değerler, yukarıda bulunan değerlere çok yakın bulunmuştur.

Günlük beslemelerde kullanılan materyalin tıkanma ve tabakalaşmalara neden olmaması için, sap, saman, altlık v.b. artıklardan temizlenmiş olmasında yarar vardır. Fermantasyon tankı içerisinde yer alan parmaklı karıştırıcı sayesinde tesisteki bu sorun ortadan kaldırılmıştır. Bu yolla bakterilerin organik madde ile daha iyi temas etmesi sağlanmış ve gaz çıkışına engel olan kaymak tabakası kırılmıştır. Üretilen biyogazın uzun süre kullanılmaması halinde fermantasyon tankındaki organik atıklar dışarı taşmaktadır. Bunu önlemek amacı ile biyogaz tankı üzerine üretilen gazı, belli bir basınçtan sonra dışarı atabilecek emniyet subabı kontrol düzeneği yerleştirilmiştir. Ancak biyogazda tüm diğer yanıcı maddeler gibi oksijenle reaksiyona girerek yanmaktadır. Bu yüzden söz konusu tesis tehlike yaratmayacak şekilde açık bir yerde tesis edilmiştir.

### LİTERATÜR LİSTESİ

- Alibaş, K. 2004. Biyogaz Üretimi, Biyogaz Üretimi ve Sistemleri, Uludağ Üniversitesi, Bursa
- Anonymus, 2005. <http://www.biyogaz.com> Erişim: Kasım 2006.
- Bilir, M., Deniz, Y., E. Karabay, N. Bilgin, 1984. Ankara Koşullarında 12 m<sup>3</sup> Kapasiteli Topraksu Tip A Biyogaz Tesisinde Sığır Gübresinin Biyogaz Verimi, Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Genel Yayın No:101, Rapor Seri No:41, Ankara
- Bircan, N., 2005. Cam Serada Isıtma Yüku Hesabı ve Isıtmanın Fuel-oil İle Doğal Gazla Yapılması Durumunda Karlılık Durumu, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü Lisans Semineri, Tokat

### Biyogübre Üretim Sonuçları

Üretilen biyogübre, sıvı halde tarlalara enjekte edilebileceği gibi kurutulup granül halde de kullanılabilir. Biyogaz tesisi sonunda elde edilen biyogübre güneş ve yağmur altında olgunlaşan gübreye nazaran % 18-20 verimin artmasını sağlamaktadır. Elde edilen biyogübrenin verim artışına, fermantasyon sonucu, gübre içerisinde bulunan K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, organik madde, kuru madde ve C/N oranının artması sebep olmaktadır.

Yapılan denemede, fermantasyon sonucu; % K oranı % 2,47'den % 3,34'e, K<sub>2</sub>O miktarı 29,63 mg/kg'dan 39,96 mg/kg'a, N miktarı; 14,43 mg/kg'dan 14,48 mg/kg'a, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> miktarı 17,48 mg/kg'dan 20,10 mg/kg'a, C/N oranı 27,64'ten 31,26 değerine, organik madde miktarı % 77,66'dan % 77,88 değerine çıkmış, Kuru madde miktarı ise; % 97,75'ten % 97,40'a değerine, % N miktarı ise; 1,641'den 1,447 değerine inmiştir.

Fermantasyon sonucu pH değeri; 7,80'den 7,07'ye inmiş, EC değeri ise 9426'dan 10818 değerine çıkmıştır.

Üretilen biyogaz, gaz ocaklarında meme çapı 2,5-3 kat artırılarak evde yemek pişirmede, gazlı şofbenler kullanılarak, sıcak su eldesinde kullanılmaktadır. Ayrıca bazı ayarlamalar yapılarak meme çapları ve basınç ayarı düzenlenerek kaloriferli ev ısıtmasında kalorifer yakıtı olarak brülörlerde yakıt olarak kullanılmıştır.

### SONUÇ ve TARTIŞMA

Sonuç olarak; ülkemizde enerji açığının kapatılmasında, milli sermayenin ülkede kalmasında, atmosfere sera gazı salınımının önlenmesinde, biyogaz bir alternatif olabilir. Gübre bir atık değil, bir enerji kaynağı olarak görülmelidir. Hayvansal ve bitkisel atıkların çürütülmesiyle üretilen biyogazı depolayarak doğalgaz yada LPG gazı yerine tüm ihtiyaçlarımız için yerli, temiz ve alternatif enerji kaynağı olarak kullanmamız mümkündür. Belirli bir süre sonra köy ve çiftliklerde biyogaz, şehirlerimiz için doğal geleceğimizin enerji kaynağı olacaktır.

- Çalışoğlu, H. 2003. Biyogazın Üretilmesi ve İçten Yanmalı Motorlarda Kullanımı, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü Lisans Semineri, Tokat
- Deniz, Y., N. Bilgin, M. Bilir, E. Karabay, 1984. Sığır-Tavuk-Koyun Gübreleri ve Bunların Karışımlarından Elde Edilebilecek Biyogaz Verimleri, Merkez Topraksu Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Genel Yayın No:102, Rapor Seri No:42, Ankara
- Doğrul, Y. 2000. Seraların Jeotermal Enerji İle Isıtılması, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü Lisans Semineri, Tokat
- Ergüneş, G. ve A. Kasap, 1989. Biyogazın Oluşumu, Özellikleri ve Kullanım İmkânları, Cumhuriyet Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(1), Tokat

## Küçük Ölçekli Sürekli Beslemeli Bir Biyogaz Tesisinin Çalışma Şartlarının Belirlenmesi

- Ertan, B. 1991. Biyogaz Tesislerinin Analizi, Cumhuriyet Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Yüksek Lisans Semineri, Tokat
- Garcia, J.L., S. De La Plaza, Lm. Navas, Rm. Benavente, L. Luna, 1998. Evaluation Of The Feasibility Of Alternative Energy Sources For Greenhouse Heating, Journal Of Agricultural And Engineering Researc; Madrid, Spain
- Gürel, Ş.E., 2000. Seraların Güneş Enerjisi İle Isıtılması, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Lisans Semineri, Tokat
- Hamdan, MA., AI. Alsayeh, BA., Jubran, 1992. Solar Hybrid Heating-Systems For Greenhouses, Aplied Energy, Oxford, England
- Jaffrin, A., N. Bentounes, AM. Joan, S. Makhlof, 2003. Landfill Biogas For Heating Greenhouses And Providing Carbon Dioxide Supplement For Plant Growth, Biyosystems Engineering, France
- Junichi, F., A. Morita, Y. Matsuoka, S. Sawayama, 2004. Vision For Utilization Of Livestock Residue As Bioenergy Resource İn Japan, National Institute For Environvetal Studies (NIES), Social And Environment System Division, Onogawa, Tsukuba, Ibaraki, Kinki University, Kowakae, Higashi-Osaka, Osaka, Saibu Gas Company Ltd., Chiyo, Hakata-Ku Fukuoka, National Institute Of Advanced Industrial Science And Technology, Institute for Energy Utilization, Onogawa, Tsukuba, Ibaraki, Japan
- Kasap, A., 2005. 25 Büyükbaş Hayvan Kapasiteli 30 m<sup>3</sup> Hacimli Biyogaz Projesi, Gazi Osman Paşa Üniversitesi, Tarım Makinaları Bölümü, Tokat
- Monteil, C., M. Amouroux, 1993. Thermal – Analysis Of Low – Temperature Ground –Level Heating- Systems İn Greenhouses Radiant Mulch And Buried Pipes, Journal De Physique III, France
- Morphy, J.D. and K. McCarthy, 2005. The Optimal Production Of Biogas For Use As A Transport Fuel İn İreland, Department Of Civil, Sutructural And Environmental Engineering, Cork İnstitute Of Technology, Corks, İreland
- Öztürk, M., 2005. Hayvan Gübresinden Biyogaz Üretimi, Çevre ve Orman Bakanlığı Yayını, Ankara
- Seyran, Y., 1996. 12 m<sup>3</sup> Kapasiteli Aile Tipi Biyogaz Tesisinin Projelendirilmesi ve İşletilmesi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü Lisans Semineri, Tokat
- Singh, KJ., SS. Sooch, 2004. Comparative Study Of Economics Of Different Models Of Family Size Biogas Plants For State Of Punjab-India. Energy Conversion And Management, Punjab, India
- Tafdrup, S. 1994. Centralized Biogas Plants Combine Agricultural And Environmental Benefits With Energy – Production, Water Science And Tecnology, Copenhagen, Denmark
- Xinshan, Qİ., S. Zhang, Y. Wang, and R. Wang, 2005. Advantages Of The İntegrated Pig- Biogas Vegetable Greenhouse System İn North China, Institute Of Ecologyand Biodiversity, School Of Life Sciences, Shandong Universty, Shanda Nan Road, Jinan, Shandong Provincial environmental Inspection Station, Zhi-Jin-Shi Street, Jinan, Shandong, China
- Yaldız, O. 2004. Biyogaz Teknolojisinin Kullanım Amaçları, Akdeniz Üniversitesi Yayın No:78 Antalya