

YER SEÇİMİ KRİTERLERİ

- Tarımsal Alanların Yerleri ve Tipleri
- İşletme Yerleri ve Sayıları
- Hayvan Türleri ve Sayıları
- Türkiye İl-İlçe-Köy Sınırları
- Türkiye Yol Ağı

1. HAYVANSAL KAYNAKLARDAN ELDE EDİLEBİLECEK ORTALAMA GÜBRE VE BİYOGAZ MİKTARLARI

Hayvan ağırlığı bazında üretilen günlük ve yıllık yaş gübre miktarları aşağıda verilmiştir;

- Büyükbaş hayvan canlı ağırlığının % 5-6'sı kg-yaş gübre/gün
- Koyun-Keçi canlı ağırlığının % 4-5'si kg-yaş gübre/gün
- Tavuk canlı ağırlığının % 3-4'si kg-yaş gübre/gün

Diğer bir yaklaşımla;

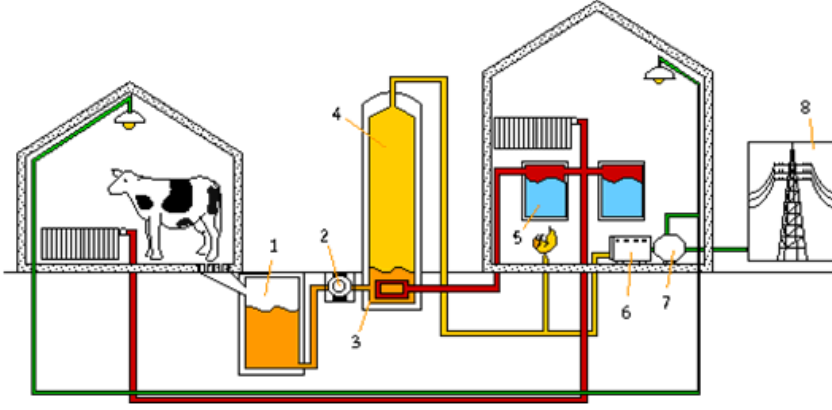
- 1 adet büyükbaş hayvan 3,6 ton/yıl yaş gübre
- 1 adet küçükbaş hayvan 0,7 ton/yıl yaş gübre
- 1 adet kümes hayvanı 0,022 ton/yıl yaş gübre dir.

Bu değerlerden yola çıkarak;

- 1 ton sığır gübresi 33 m³/yıl biyogaz
- 1 ton kümes hayvanı gübresi 78 m³/yıl biyogaz
- 1 ton koyun gübresi 58 m³/yıl biyogaz
üretilir.

2. 1 m3 BİYOGAZIN SAĞLADIĞI ISI MİKTARI (4700-5700 kcal/m3);

- 0,62 litre gazyağı
- 1,46 kg odun kömürü
- 3,47 kg odun
- 0,43 kg bütan gazı
- 12,3 kg tezek
- 4,70 kWh elektrik enerjisi eşgerindedir.



1 m³ BİYOGAZA EŞDEĞER YAKIT MİKTARLARI

- 0,66 litre motorin
- 0,75 litre benzin
- 0,25 m³ propan

3. BİYOGAZ TESİSLERİNİN TASARIMI VE TASARIMDA DİKKATE ALINMASI GEREKEN PARAMETRELER

Biyogaz tesisleri planlanan amaca göre farklı teknolojiler kullanılarak inşaa edilmektedirler.

Biyogaz tesisleri kapasite olarak;

- Aile tipi (6 -12 m³ kapasiteli)
- Çiftlik tipi (50 -100 -150- m³ kapasiteli)
- Köy tipi (100-200 m³ kapasiteli)
- Sanayi ölçekli tes. (1000 - 10 000 m³ kapasiteli)

şeklinde sınıflandırılmaktadır.

Aile tipi biyogaz tesisleri özellikle Çin'de çok yaygın bir şekilde kullanım yerlerine yakın yerlerde kullanılmaktadır. Aile tipi biyogaz tesisleri dışındaki diğer tesislerin çoğunda biyogazın oluştuğu ortamın (fermantör) ısıtılması optimum biyogaz üretimi için gerekli olmaktadır. Biyogaz üretiminde ortam sıcaklığının 35 °C civarında olması istenir. Biyogaz tesislerinde ısı kontrolünün sağlanması amacıyla güneş enerjisinden yararlanılabileceği gibi en pratik ve yaygın kullanılan sistem, tesisin içine yerleştirilen sıcak sulu serpantinlerden yararlanmaktadır.

Biyogaz üretiminde kullanılan sistemler genel olarak üç ayrı grupta toplanmaktadır.

1. Kesikli (Batch) Fermantasyon

Tesisin fermentörü (üretim tankı) hayvansal ve/veya bitkisel atıklar ile doldurulmakta ve alıkoyma - bekleme süresi kadar bekletilerek biyogazın oluşumu tamamlanmaktadır. Kullanılan organik maddeye ve sistem sıcaklığına bağlı olarak bekleme süresi değişmektedir. Bu süre sonunda tesisin fermentörü (reaktörü) tamamen boşaltılmakta ve yeniden doldurulmaktadır.

2. Beslemeli - Kesikli Fermantasyon

Burada fermentör başlangıçta belirli oranda organik madde ile doldurulmakta ve geri kalan hacim fermantasyon süresine bölünerek günlük miktarlarla tamamlanmaktadır. Belirli fermantasyon süresi sonunda fermentör tamamen boşaltılarak yeniden doldurulmaktadır.

3. Sürekli Fermantasyon

Bu fermantasyon biçiminde fermantörden gaz çıkışı başladığında günlük olarak besleme yapılır. Sisteme aktarılan karışım kadar gazı alınmış çökelti sistemden dışarıya alınır. Organik madde fermantöre her gün belirli miktarlarda verilmekte, alıkoyma süresi kadar bekletilmekte ve aynı oranlarda fermente olmuş materyal günlük olarak fermantörden alınmaktadır. Böylece günlük beslemelerle sürekli biyogaz üretimi sağlanmaktadır.

Modern bir biyogaz tesisinde üç ana organ yer almaktadır. Bunlar:

3.1. Fermantör - Sindireç (Organik maddenin doldurulduğu tank depo)

Bu kısım hava almayacak şekilde tasarlanan ve içerisinde bir karıştırıcı olan tanktır. Ayrıca tankın içerisine bir ısıtıcı yerleştirilmelidir. Biyogazın üretilmesi için fermantör içerisindeki organik madde bulamacının sıcaklığı 35°C'den az olmamalıdır. Fermantör sıcaklığı düşükçe gaz üretimi de düşmektedir. Ayrıca yine içeriye hava almayacak şekilde fermantörün bir organik madde giriş ağızı birde çıkış ağızı yerleştirilmelidir.

3.2. Gaz deposu

Büyük kapasiteli tesislerde oluşan biyogazı, bir yerde toplamak ve gaz basıncının sabit kalmasını sağlamak için kullanılan depodur. Fermantör üzerinden alınan gaz bir boru ile bu depoya taşınır. Buradan da kullanıma gönderilir. Kullanım fazlası depoda kalır.

3.3. Gübre (organik madde) Deposu

Biyogazın üretilmesi için fermantöre alınacak organik maddenin kuru maddesinin %8'i geçmemesi gerekir. Bunun anlamı, sıgır gübresi kullanılacaksa gübrenin bire bir oranında su ile karıştırılması demektir. Bu madde fermantasyon süresi sonunda fermantörden aynı şekilde çıkacaktır. Akışkan durumuna gelmiş olan bu bulamaç halindeki gübrenin depolanması için betondan yapılmış havuz şeklinde bir gübre deposuna ihtiyaç vardır.

Bu anlatılan 3 ana organın yanısıra biyogaz üretim sisteminde; hammadde depolama tankı, gaz boruları-valfleri ve bağlantı ekipmanları, ısıtma sistemleri, pompalar, karıştırıcılar, ısı transfer elemanları, ayırma ve filtrasyon elemanları da kullanılmaktadır.

Karıştırıcılar biyogaz üretiminde çok önemli bir rolü üstlenirler. Kısaca;

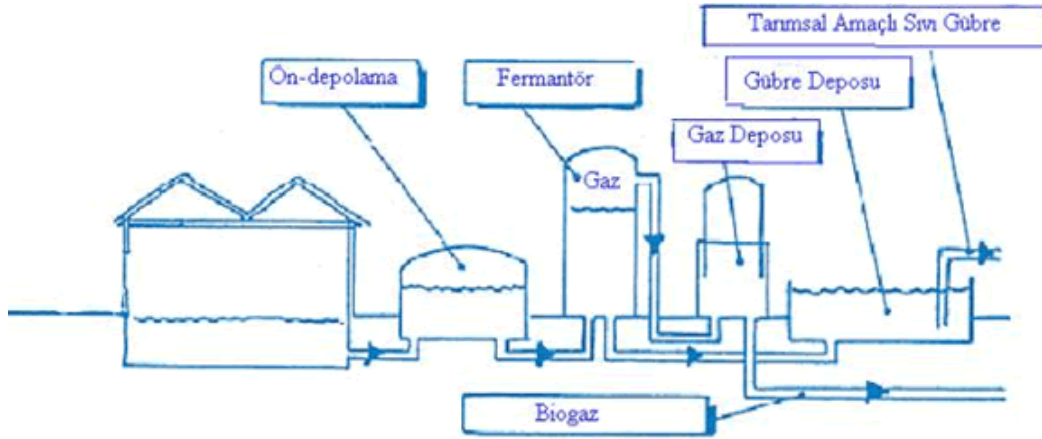
- Metanojenlerin ürettiği metabolitlerin dağıtılması
- Taze hammaddenin bakteri popülasyonuna homojen olarak karışması
- Çökelmelere ve heterojeniteye engel olunması
- Homojen sıcaklık dağılımının sağlanması
- Bir bakteri popülasyonunun fermantör içinde iyice dağılması
- Fermantör içinde heterojen ölü bölgelerin oluşmaması

Bu doğrultuda uygun bir karıştırma elemanının seçimi önem kazanmaktadır. Modern biyogaz tesislerinde, daldırmalı motorlara bağlı mekanik marine tip karıştırıcılar, hidrolik karıştırma sağlayan pompalama sistemleri veya gaz enjeksiyonuyla oluşan pnömatik karıştırma sistemleri kullanılır.

Mezofolik ve termofilik sıcaklıkların çevresel olarak sağlanamadığı, özellikle sıcaklığın korunması gereken biyogaz tesislerinde ısı transfer elemanları büyük önem taşırlar. Plakalı ısı değiştiriciler, shell-tube ısı değiştiriciler yanında kapalı devre ısı pompaları, güneş enerjili ısıtıcılar kullanılmaktadır.

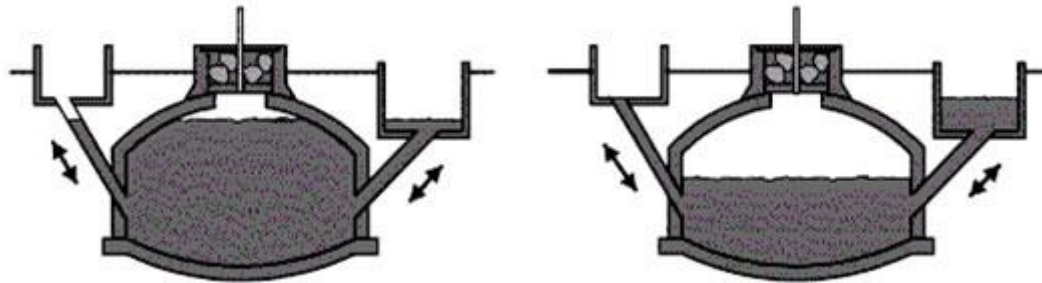
Elde edilen biyogazın kalorifik değerinin artırılması ve korozif özelliğinin giderilmesinde, çevre-insan sağlığı üzerindeki potansiyel zararlarının azaltılması oldukça önemlidir. Ayrıca biyogaz bileşimindeki sülfür oranının %0,05 den daha aşağılara çekilmesi istenir. Bu amaçla fiziksel absorpsyonu sağlayacak katı ve sıvılar, membran ayırıcıları ve farklı kimyasallar kullanılır. Biyogaz içindeki olası su moleküllerinin tutulmasında ise silika jel,

alümina veya moleküler elekler kullanılır. Korozif sülfür ve karbondioksit tutulması için demiroksit kullanımı yaygındır.



Bu modern ileri teknoloji uygulamaların dışında uzun yıllardır kullanılan sistemler de mevcuttur. *Kırsal kesimler için önerilen ve kısıtlı yerel imkanlarla yapılabilmektedir* olan bu tür sistemler çok değişik tipte olup genel olarak üç kısımda tanımlanmaktadır;

1. Hareketli kubbeli biyogaz tesisleri
2. Sabit kubbeli biyogaz tesisleri
3. Balonlu biyogaz tesisleri



Toprak altına gömülen ve tuğla-beton bir yapıdan oluşan bu tip biyogaz tesisleri fermentörün iyi izolasyonunun sağlanması durumunda kırsal kesimler için ideal bir biyogaz tesisidir.

Tesis tasarımında aşağıdaki parametreler dikkate alınmalıdır;

- Uygun hammadde miktarı
- Hammaddenin cinsi ve özellikleri
- Isıtma ihtiyaçları
- Karıştırma ihtiyaçları
- Kullanılacak malzeme ve ekipmanların cinsi
- Tesisin kurulacağı yerin seçimi
- Tesis inşaatı ve tesisin yalıtımı
- Tesisin ısıtılması ve işletme koşulları
- Biyogazın depolanması ve dağıtımı
- Biyogazın taşınması, tesisten çıkan biyogübrenin depolanması, tarlaya taşınması ve dağıtımı
- Biyogaz kullanım araçlarının belirlenmesi

Hayvan Sayılarına Bağlı Olarak Kurulabilecek Biyogaz Tesisi Kapasiteleri

| Hayvan Sayısı (adet) | Tesis Büyüklüğü (m ³) | Yaş Gübre İhtiyacı (kg-yaş/gün) | Biyogaz Miktarı (m ³ /gün) |
|----------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| 2500 Tavuk | 15 | 200 | 17 |
| 10 Büyükbaş hayvan | 10 | 150 | 5 |

4. Türkiye'nin Hayvansal Atık Potansiyeline Karşılık Gelen Üretilebilecek Biyogaz Miktarı ve Taşkömürü Eşdeğeri

| Hayvan Cinsi | Hayvan Sayısı (Adet) | Yaş Gübre Miktarı (Ton/Yıl) | Biyogaz Miktarı (M ³ /Yıl) | Taş Kömürü Eşdeğeri (Ton/Yıl) |
|--------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| Siğir | 11.054.000 | 39.794.400 | 1.313.215.200 | 1.181.894 |
| Koyun-Keçi | 38.030.000 | 26.621.000 | 1.544.018.000 | 1.389.616 |
| Tavuk-Hindi | 243.510.453 | 5.357.230 | 417.863.937 | 376.078 |
| Toplam | 292.594.453 | 71.772.630 | 3.275.097.137 | 2.947.587 |

TOPLAM BİYOGAZ MİKTARI: 3,27 milyar m³/yıl

(*) Fermantör içi sıcaklığın 18 °C olması durumunda

Optimum fermantör sıcaklığında çalışılması durumunda bu potansiyelin 2,2-3,3 milyar m³/yıl arasında olması teorik olarak mümkün görünmektedir.

5. BİYOGAZ ÜRETİMİNDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN HUSUSLAR

Biyogaz üretiminde temel olarak aşağıda sıralanan hususlara dikkat etmek gerekmektedir. Bunlar;

| |
|--|
| Fermantörde (üretim tankı-sindireç) kesinlikle oksijen bulunmamalıdır. |
| Antibiyotik almış hayvansal atıklar üretim tankına alınmamalıdır. |
| Deterjanlı organik atıklar üretim tankına alınmamalıdır. |
| Ortamda yeni bakteri oluşturulması ve büyümesi için yeterli miktarda azot bulunmalıdır. |
| Üretim tankında asitlik 7,0 - 7,6 arasında olmalıdır. |
| Metan bakterileri için substratta (S) sirke asidi cinsinden organik asit konsantrasyonu 500 - 1500 mg/litre civarında olmalıdır. |
| Fermantör sıcaklığı 35 °C veya 56 °C de sabit tutulmalıdır. |
| Üretim tankına ışık girmemeli ve ortam karanlık olmalıdır. |
| Üretim tankında minimum %50, optimum %90 oranında su olmalıdır. |
| Ortamda kükürt miktarı 200 mg/Litre den fazla olmamalıdır. |
| Ortamda metan bakterilerinin beslenmesine yetecek kadar organik madde parçalanmış-öğütülmüş olarak bulunmalıdır. |

6. BİOGAZ ENERJİ HESABI

Aşağıda biyogaz enerjisinin kurutma sektöründe de kullanılabilirliğini artırmak amacıyla çeşitli hayvan atıkları için bir sene de bir hayvandan elde edilebilecek biyogaz enerjisi hesaplanmıştır.

GENEL HESAPLAMA

1 m³ BİYOGAZIN SAĞLADIĞI ISI MİKTARI

(4700-5700 kcal/m³)= (4,70 kWh elektrik enerjisi, 0,43 kg bütan gazı, 12,3 kg tezek, 3,47 kg odun, 1,46 kg odun kömürünün vereceği enerji.)

BÜYÜKBAŞ HAYVAN BİYOGAZ HESABI

-1 adet büyükbaş hayvan 3,6 ton/yıl yaş gübre = 1 ton sığır gübresi 33 m³/yıl biyogaz = 3,6 x 33 x 4700 - 3,6 x 33 x 5700 = 558360- 677160 kcal arasında bir yılda enerji elde edilir.

Aşağıdaki Tabloda 558360 kcal ile 677160 kcal'nin ortalaması olan = 617760 kcal alınmıştır.

1 ADET KÜMES HAYVANINDAN SENEDE ELDE EDİLEBİLECEK EŞDEĞER YAKIT VE ENERJİ MALİYETİ

| Elde edilecek enerji miktarını (kcal/yıl)= 617760 | | | |
|---|----------------------|--------------------------------|---------------------------|
| Yakıt | Eşdeğer yakıt miktar | Yakıtın Fiyatı YTL / 1000 kCal | Eşdeğer Maliyet (TL/saat) |
| DOĞALGAZ Serbest Tüketici | 83,2 m ³ | 0,05512 | 34 |
| DOĞALGAZ Serbest Olmayan Tüketici | 83,2 m ³ | 0,06356 | 39 |
| İTHAL KÖMÜR | 171,6 kg | 0,07222 | 45 |
| FUEL OIL No : 6 | 0,0 kg | 0,10887 | 67 |
| FUEL OIL No : 4 (T-615 Kalorifer Yakıtı) | 79,6 kg | 0,16753 | 103 |
| ELEKTRİK | 725,6 kWh | 0,17847 | 110 |
| Dökme LPG | 63,8 kg | 0,21694 | 134 |
| GAZ YAĞI | 71 kg | 0,2381 | 147 |
| MOTORİN | 72 kg | 0,26494 | 164 |

KÜMES HAYVANI BİYOGAZ HESABI

1 adet kümes hayvanı 0,022 ton/yıl yaş gübre = 1 ton kümes hayvanı gübresi 78 m³/yıl biyogaz = 0,022 x 78 x 4700 - 0,022 x 78 x 5700 = 8065,2 - 9781,2 kcal arasında bir yılda enerji elde edilir. Aşağıdaki Tabloda 8065,2 kcal ile 9781,2 kcal'nin ortalaması olan = 8923,2 kcal alınmıştır.

SONUÇ:

Görüldüğü gibi biogaz tesislerinde çok sayıda hayvan bulunması takdirinde kendi enerjisini de kullanarak gübre kurutma işlemleri yapılabilir. Bu sayede atık gübreler koku v.b gibi sorun kaynağı olmaktan çıkacak saklanabilir ve ticari değeri yüksek ürünler haline getirilebilecektir. bunun için biyogaz tesisin ve kurutma tesisinin entegre olarak çalışması gerekmektedir. Elde edilen enerji gübre kurutmada kullanılmayacak ise örneğin meyve sebze kurutma işlemlerinde de kullanılabilir. Bu sayede çiftçi atık gübresinden kurutulmuş ürün eldesinde faydalanabilecektir.

TABLO:

| KAYNAK | BİYOGAZ VERİMİ (Litre/kg) | METAN ORANI (Hac. %'si) |
|----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Kanatlı Gübresi | 310-620 | 60 |
| Buğday samanı | 200-300 | 50-60 |
| Arpa samanı | 290-310 | 59 |
| Sığır Gübresi | 90-310 | 65 |
| Çimen | 280-550 | 70 |
| Algler | 420-500 | 63 |
| Atık su çamuru | 310-800 | 65-80 |
| Ziraat atıkları | 310-430 | 60-70 |
| Yerfıstığı kabuğu | 365 | - |
| Çavdar samanı | 200-300 | 59 |
| Mısır sapları ve artıkları | 380-460 | 59 |
| Keten & Kenevir | 360 | 59 |
| Sebze Artıkları | 330-360 | Değişken |
| Dökülmüş ağaç yaprakları | 210-290 | 58 |

Referanslar - Elektrik İşleri Etüt İdaresi

ANKARA
Ahmet Rasim Sk. Yuvam Ap. No:44/7
Yukarı Ayrancı / ANKARA
Tel: 0312 440 16 11 Fax: 0312 440 16 31