

Biyogaz Üretimi

- Biyogaz; organik maddelerin oksijensiz şartlarda biyolojik parçalanması (**anaerobik fermantasyon**) sonucu oluşan, ağırlıklı olarak metan ve karbondioksit gazıdır.
- Çeşitli organik maddelerin metan ve karbondioksite dönüşümü karışık mikrobiyolojik flora tarafından gerçekleştirilmektedir.
- Metan gazı üç aşamalı bir işlem sonucunda oluşur.

Biyogaz üretiminde kullanılan sistemler

Kesikli (Batch) Fermantasyon

Fermantör (üretim tankı) hayvansal ve/veya bitkisel atıklar ile doldurulmakta ve fermantasyon bitim süresi kadar bekletilerek biyogazın oluşumu tamamlanmaktadır.

- Kullanılan organik maddeye
- Sistem sıcaklığına bağlı olarak bekleme süresi değişmektedir.

- Dolumdan ortalama 15 gün sonra gaz çıkmaya başlar ve gazın sürekliliği 60 gün devam eder. Bu srenin sonunda gaz verimi düşer.
- Bu durumda fermantasyon tankı boşaltılır ve tekrar taze çiftlik gübresiyle doldurulur.

- **Beslemeli - Kesikli Fermantasyon**

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

- **Sürekli Fermantasyon**

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.

Biyogaz üretim teknolojisinin başarılı olabilmesi için yapılması gereken araştırmalarda öncelik verilecek konular:

- Biyogaz tesislerinin inşaat tiplerinin bölge koşullarına göre geliştirilmesi,
- Ucuz ve yöresel izolasyon materyallerinin saptanması,
- Biyogaz kullanım araçlarının geliştirilmesi,
- Bitkisel atıklardan da biyogaz elde edilmesi olanaklarının saptanması,
- Biyogaz tesislerinden çıkan gübrenin bitkisel üretime ve toprak özelliklerine etkilerinin araştırılması,
- Biyogaz tesislerinden çıkan gübrenin araziye taşınımını ve dağıtımını sağlayıcı mekanizasyonun geliştirilmesi,
- Biyogazın çevre sağlığına olan katkılarının saptanması.
- Biyogaz üretim teknolojisinin kırsal kesimde yaratacağı sosyo-ekonomik etkilerinin araştırılması.

- Biyogaz üretim tesisi aşağıdaki bölümlerden
- oluşmaktadır.
- Taze gübre toplama ve karıştırma havuzu
- Fermantasyon tankı
- Fermantasyon tankına giriş ve çıkış boruları
- Biyogaz depolama tankı

- Biyogazın genel bileşimi :
- %60 CH₄ ve %40 CO₂'den oluşmaktadır.
- Işıl değeri 17-25 MJ/m³' tür.
- Geri kalan artık ise kokusuz, gübre olarak kullanmaya uygun bir katı veya sıvı atıktır.

BiYOGAZ ÜRETİMİNİN MİKROBİYOLOJİSİ

- Burada üç aşamada üç değişik bakteri grubu etkinlik gösterir. Anaerobik fermantasyonda;
- Bekletme süresine,
- Atık su ve atık organik maddelerin türüne,
- Ortamın pH'ı ve içerdikleri iyonlara ve
- Bunlara bağımlı olarak oluşan mikroorganizmalar topluluğunun yapısına göre üç değişik sıcaklık bölgesi mevcuttur.

- Psikrofilik bakteriler deniz ve göl diplerindeki tortular ile bataklıklarda,
- Termofilik bakteriler ise yüksek sıcaklıklardaki volkanik ve jeotermal bataklıklar içerisinde yaşamaktadırlar.
- Bu gruplarda yer alan bakteriler sığır gübresi içerisinde yaşamamaktadır.

- Sığır gübresinde mezofilik bakteriler vardır. Biyogaz tesisinde sığır gübresi kullanılması durumunda mezofilik fermantasyon uygulanır.
- Fermantasyon için gerekli enerjinin azaltılması için düşük sıcaklıkta çalışan metan bakterileri üretilerek yaygınlaştırılması önerilmektedir.

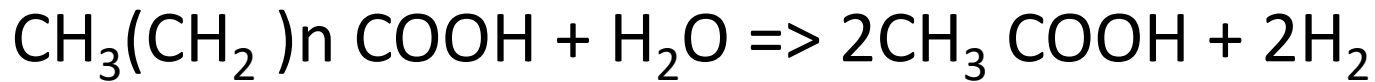
Metan gazı üretimi üç aşamada gerçekleşir

1. Fermantasyon ve Hidroliz

- Bu aşamada **fermantatif ve hidrolitik bakteriler** olarak isimlendirilen bakteri grupları organik maddenin üç temel ögesi olan karbonhidratları, proteinleri ve yağları parçalayarak
- CO₂,
- asetik asit
- büyük bir kısmını da çözülebilir uçucu organik maddelere dönüştürürler.

2. Asetik Asidin Oluşumu

- Bu aşamada, birinci aşama sonucunda açığa çıkan ve uçucu yağ asitlerini asetik aside dönüştüren **asetogenik** (asit oluşturan) bakteri grupları devreye girmekte ve bir kısım asetogenik bakteriler uçucu yağ asitlerini ;
 - asetik asit ve
 - hidrojene dönüştürmektedir.



Diğer bir kısım **asetogenik** bakteriler ise CO_2 ve hidrojeni kullanmaktadır. İkinci grubun üretimi azdır.



- Asit oluşturucuların salgıladıkları enzimler, protein ve aminoasitlerin => amonyum tuzları haline dönüşmesini sağlar.
- Metan oluşturucular azot gereksinimlerini bu tuzlardan temin ederler.
- Diğer taraftan metan oluşturucu bakteriler de asit oluşturucuların metabolizma ürünlerini gazlaştırarak ortamın toksikleşmesini durdururlar.

- Metan bakterileri asidik değil, hafif alkali ortamı tercih ettiklerinden; asitleşme ile metan oluşumu safhaları içiçe olmalıdır.
- Çünkü fakültatif anaerob bakteriler tarafından üretilen asitler ve metabolizma parçalanma ürünleri sürekli olarak kullanılabilir.
- Organik asit konsantrasyonunun yaklaşık 1 000 mg/l dolayında olması halinde ortamda dengeli bir bakteri popülasyonu bulunuyor denebilir.

3. Metan Gazının Oluşumu

- Anaerobik fermantasyonun son aşamasında metan oluşturan bakteri grupları devreye girmekte ve;
- Bir kısım metan oluşturan bakteriler **CO₂ ve H₂'yi kullanarak** metan (CH₄) ve suyu (H₂O) açığa çıkarırlarken,
- Öteki bir grup metan oluşturan bakteriler ise ikinci aşama sonucunda açığa çıkan **asetik asidi kullanarak** CH₄ ve CO₂ oluşturmaktadırlar.
- Ancak bu ikinci yolla oluşan asetik asit miktarı, birinciye oranla daha azdır.

Biyogazın Üretiminde Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar

- 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 pH = 7,0 - 7,6 arasında olmalıdır.

devam

- 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/L. den fazla olmamalıdır.
- Ortamda metan bakterilerinin beslenmesine yetecek kadar organik madde parçalanmış-öğütülmüş olarak bulunmalıdır.

Sürekli Besleme Metodu ile Biyogaz Üretimi:

- Fermantasyon tankı 1 kg gübre, 1 kg su karışımı esasına göre hazırlananan materyal ile tankın dolum borusuna bağlı rögar vasıtası ile ağzına kadar doldurulur.
- İlk dolumda hayvanların idrarından daha fazla yararlanma ilk anda fermantasyonu hızlandırır ve gaz oluşumunu artırır. Doldurulan tank biyolojik fermantasyona terk edilir, bu müddet asgari 15 gündür.

Sürekli Besleme Metodu ile Biogaz Üretimi (devam)

- Bu müddetin sonunda fermantasyon tankında oluşan gaz gazometreye dolar.
- Gazometrede gazın birikimini saptandıktan sonra ve elde edilen gaz kullanılmaya başlandığından itibaren çiftlikde her gün elde edilen gübre aynı miktarda su ile karıştırılarak dolum rögarından fermantasyon tankına konur.
- Daha sonra tanka konan gübre kadar boşaltma borusundan aynı miktarda gübre fermantasyon tankından dışarı alınır.

BiYOGAZ ÜRETİMİNİ ETKİLEYEN TEMEL KRİTERLER

Reaktör Sıcaklığı

- Metan bakterileri çok yüksek ve çok düşük sıcaklık şartlarında aktif değildirler. Biyokimyasal reaksiyonlar ve mikroorganizmaların büyümesi sıcaklık artışı ile artar.
- Metan oluşturuucu bakteriler sıcaklık değişimine karşı çok hassastırlar.
- Biyoreaktör sıcaklığı **22°C'nin üzerinde** tutulduğu zaman daha iyi performans sağlanabilir. Biyoreaktör sıcaklığı 22°C'nin altına düştüğü zaman biyogaz üretimi düşer. Bu sıcaklıkta biyogaz tesisinin işletilmesi ekonomik değildir.
- Çevre sıcaklığı 10°C'nin altına düştüğünde gaz üretimi durur. Biyoreaktörler yer altına kurulduğu zaman gece ile gündüz arasındaki sıcaklık dalgalanması büyük ölçüde önlenir. Mikroorganizmalar kısa süreli sıcaklık değişikliğine karşı dayanıklıdırlar. Tesislerin yerden bir metre derinlikte kurulması önerilir.

Hidrolik Bekleme Süresi:

- Hidrolik bekleme süresi (HBS), gübre içindeki organik maddelerin bakteriler tarafından çürütülmesi sonucu biyogaz üretilmesi için gerekli olan süre olarak tarif edilir.
- Reaktör içindeki bazı organik maddeler tam olarak biyokimyasal reaksiyona girdiğinde zamanla gaz üretimi azalmaya başlar.
- Sürekli beslemeli sistemlerde, bakterilerin reaktörlerden kaçmasını önlemek ve bakterilerin iki katına çıkmasını temin için hidrolik bekleme süresi daha uzun seçilebilir.
- Hidrolik bekleme süresinin düşürülmesi, çürütülecek malzemeye bağlı olarak değişir. Hayvan artıklarında hidrolik bekleme süresini etkileyen en önemli basamak hidroliz kademesidir.
- Hayvan gübresinde bulunan organik maddelerin çürümesi; karbonhidratlar, yağlar, proteinler, hemiselüloz, selüloz sırasıyla gerçekleşerek hızlanır.

Organik Yükleme Hızı

- Birim hacim (m^3) biyoreaktöre günlük olarak beslenen organik madde miktarı olarak tarif edilir.
Anaerobik arıtma esnasında mümkünse optimum organik yükleme hızı korunmalıdır. Organik yükleme hızı yüksek olduğunda biyoreaktör içinde asit birikmesi olur ve;
- pH düşer. pH'ın düşmesi metanojenik bakterilerin faaliyetlerini olumsuz yönde etkiler.

pH

- Metan oluşturucu bakteriler nötr veya hafif alkali ortamda yaşarlar. Fermantasyon işleminin anaerobik şartlarda kararlı olarak devam ederken ortamın pH sı normal olarak 7 - 7,5 arasında değisir.
- Biyoreaktörün pH' sı 6,7' in altına düşerse bu metan oluşturucu bakteriler üzerinde toksik etki yapar.
- Anaerobik arıtma için ideal pH aralığı 6,8 - 7,8 dir.
- pH 6,5' in altına düştüğü zaman gaz üretimi tamamen düşer.

C / N Oranı

- Tüm besi maddeleri, hayvan gübresi, insan atıkları, mutfak artıkları vb. belli oranlarda karbon, azot ve oksijen içerirler.
- Organik maddelerdeki karbon anaerobik bakterilerin enerji ihtiyaçları için gereklidir.
- Karbondan başka en önemli besi maddeleri azot ve fosfordur. C / N hesaplamalarında devamlı kuru madde esas alınır.

Toksisite

- Mineral iyonlar, ağır metaller ve deterjanlar anaerobik arıtmada mikroorganizmaların büyümelerini engelleyerek toksik etki yaparlar.
- Sabun gibi deterjanlar, antibiyotikler, dezenfektanlar, organik solventler bakterilerin metan üretim kapasitelerini düşürürler.

MODERN BİYOGAZ ÜRETİM SİSTEMLERİ

- Modern sistemler, farklı atıkların kullanılmasına ve değişik üreteçlerin entegre şekilde çalıştırılmasına olanak verir.
- Bu tip sistemler, kentsel, endüstriyel atıkların işlenmesinin yanında enerji üretiminde de, maksimum verimi sağlar.

Örn: Finlandiya'nın Waasa şehrinde kurulu olan, kentsel atıkların, atık suların, balık ve hayvan atıklarının birlikte işlendiği, modern bir üreteç sistemi bulunmaktadır.

Toplam katı yüzdesi 10-15 aralığında atık işleyen bu sistem hem mezofilik hem de termofilik aralıklarda çalışabilen iki paralel üreteçten oluşur.

Bu sistemin özelliği düşük katı oranlarında çalışan ana üretetin içinde ön bir hazne yerleştirilerek farklı bölgelere ayrılmasıdır.

Karıştıırma biyogazın tabandan sisteme pompalanmasıyla pnömatik olarak sağlanır ve bu sayede biyogaz hem enerji eldesi hem de karıştıırma işleminde kullanılır.

İsveç'in Kil şehrinde, Tokyo'da ve Hollanda'nın Groningen şehrinde bu sistemle çalışan biyogaz üretim ve atık değerlendirme işletmeleri bulunmaktadır.