

BİYOĞAZ ÜRETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

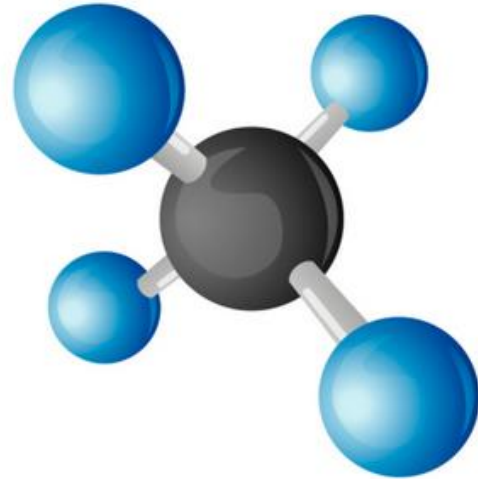
Prof. Dr. Ahmet KARADAĞ
Bartın Üniversitesi
Fen Fakültesi

Sunum Akışı

1. Fermentasyon Sıcaklığı
2. Yükleme Oranı
3. Katı Madde Oranı
4. Çürütücülerde Kalış Süresi
5. Hidrolik Besleme Süresi
6. Besi Ortamının Etkisi
7. Basıncın Etkisi
8. Karıştırmanın Etkisi
9. C/N Oranı
10. pH Değeri
11. Bakteriler
12. Toksitler

BIYOGAZ ÜRETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Biyogaz üretimini etkileyen faktörler çeşitlidir. Bu faktörler, biyogaz üretimi sırasında fermentasyonu etkileyerek oluşacak gaz miktarını ve gazın CH₄ içeriğini etkilemektedir.



Biyogaz tesisinde kullanılacak materyal ile ilgili etmenler

- **Materyalin cinsi ve içeriği**
- **Kuru madde ve organik madde oranı**
- **İçerdiği yataklık miktarı**
- **Partikül büyüklüğü**
- **Yabancı cisim oranı**
- **Yoğunluğu**

Biyogaz sistemindeki üreteç ile ilgili etmenler

- **Üretecin yapıldığı malzeme**
- **Üretecin hacmi ve boyutları**
- **Üretecin bulunduğu yer**
- **Karıştırma, yükleme ve boşaltma sisteminin özellikleri**
- **Isıtma sistemi ve yalıtım özellikleri**

İşlem süreci ile ilgili etmenler

- **Uçucu madde oranı**
- **Organik kuru madde oranı**
- **Hidrolik yükleme oranı**
- **Fermenasyon sıcaklığı**
- **Bekleme süresi**

BIYOGAZ ÜRETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Biyogaz farklı atıkların oksijensiz ortamda reaksiyona girmesi ile üretilen gaz olduğu için, üretilen gazın miktarı ve kalitesi açısından, tesiste kullanılacak atığın kimyasal ve fiziksel özellikleri bakımından birçok faktöre dikkat edilmelidir.



Tüm biyolojik proseslerde olduğu gibi, anaerobik fermentasyonda da çevresel şartlar metan oluşumuna etki eder. Bu şartlar iki gruba ayrılmaktadır.

1.Fiziksel Şartlar

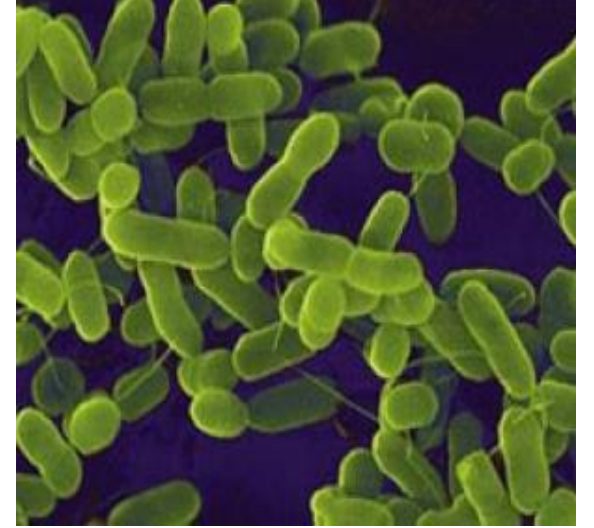
- ★ Fermentasyon sıcaklığı
- ★ Karıştırma
- ★ Yükleme oranı
- ★ Bekletme süresi

2.Kimyasal Şartlar

- ★ C/N
- ★ pH
- ★ Alkanite
- ★ Toksik maddeler
- ★ Besi ortamı

Fermentasyon Sıcaklığı

Metan bakterileri 0 °C ile 70 °C arasında aktiftirler, nadir rastlanan bazı cinsleri 90 °C ' ye kadar canlılıklarını sürdürebilirler.



Enzimlerin etkilerinin veya enzim miktarının sıcaklığa bağımlı olması biyogaz fermentasyonunun da sıcaklığa bağımlı olmasına neden olmaktadır.

Fermentasyon Sıcaklığı

Anaerobik fermentasyonda; bekleme süresine, atık su ve maddelerin türüne, pH ile içerdikleri iyonlara ve bunlara bağımlı olarak oluşan mikroorganizmalar topluluğunun yapısına göre 3 değişik sıcaklık bölgesi vardır.

- 1. Safrofilik Fermentasyon(3-20 °C):** Bu sistemlerde çürütme hızı çok yavaş olup ortalama bekletme süresi 100-300 gün arasındadır.

Fermentasyon Sıcaklığı

2.Mezofilik Fermentasyon(20-40 °C):

Anaerobik fermentasyonda en çok uygulanan sıcaklık bölgesidir.
Bekletme süresi 20-40 gün arasında değişir.

3.Termofilik fermentasyon (40-70 °C):

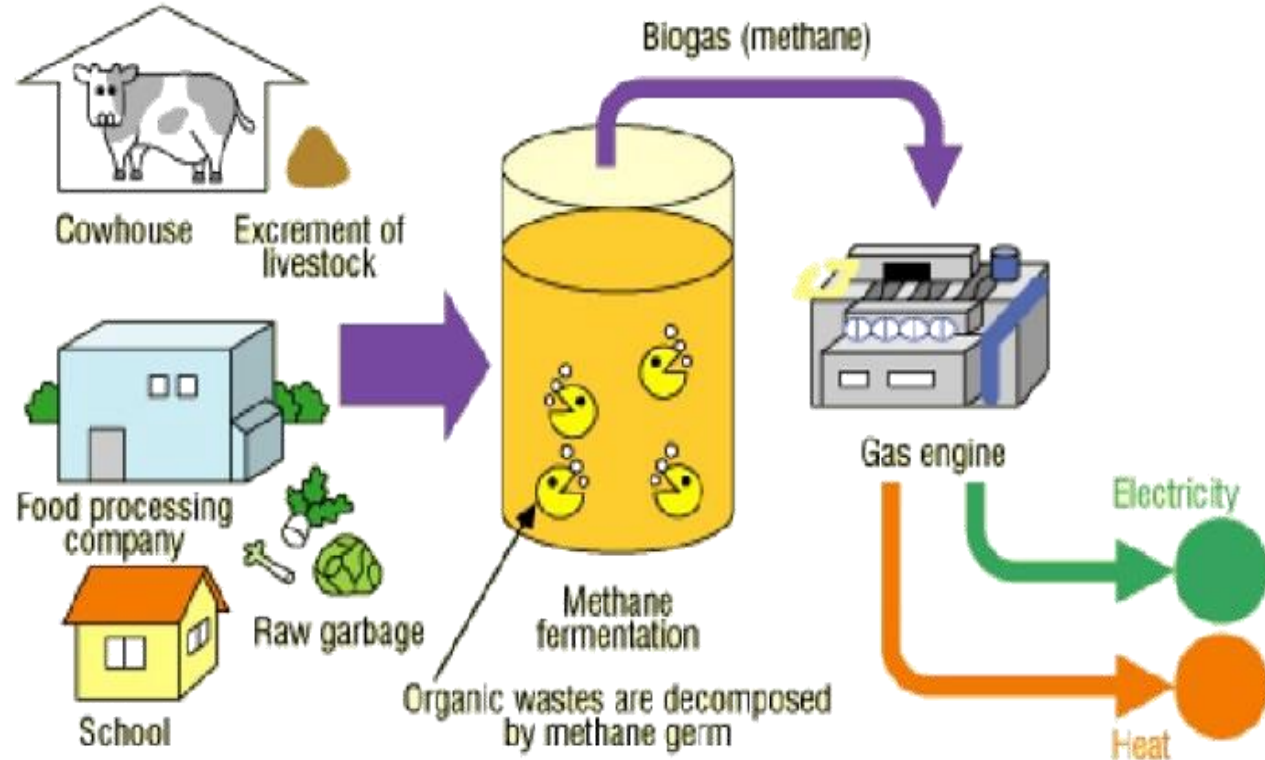
Çürütme hızı daha yüksek dolayısıyla bekletme süreleri daha kısadır.

Termofilik reaktörler mezofilik olanlara göre;

- Daha çok biyogaz üretir.
- Daha küçüktür.
- Patojen ve zararlı giderimi daha fazladır.

Fermentasyon Sıcaklığı

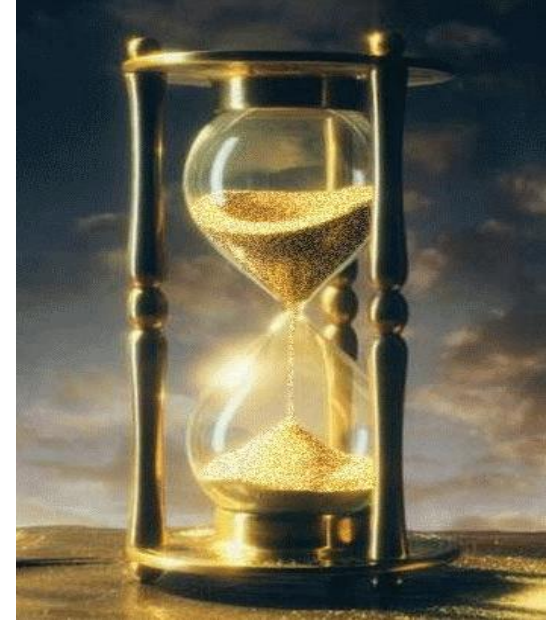
Büyük sıcaklık değişimleri anaerobik fermentasyon üzerinde toksik etki yaratır. Metan bakterileri ani sıcaklık değişimlerinden yüksek oranda etkilenir.



Yükleme Oranı (Hızı)

Yükleme oranı anaerobik fermentasyonda bilinmesi gereken en önemli özelliklerden biridir.

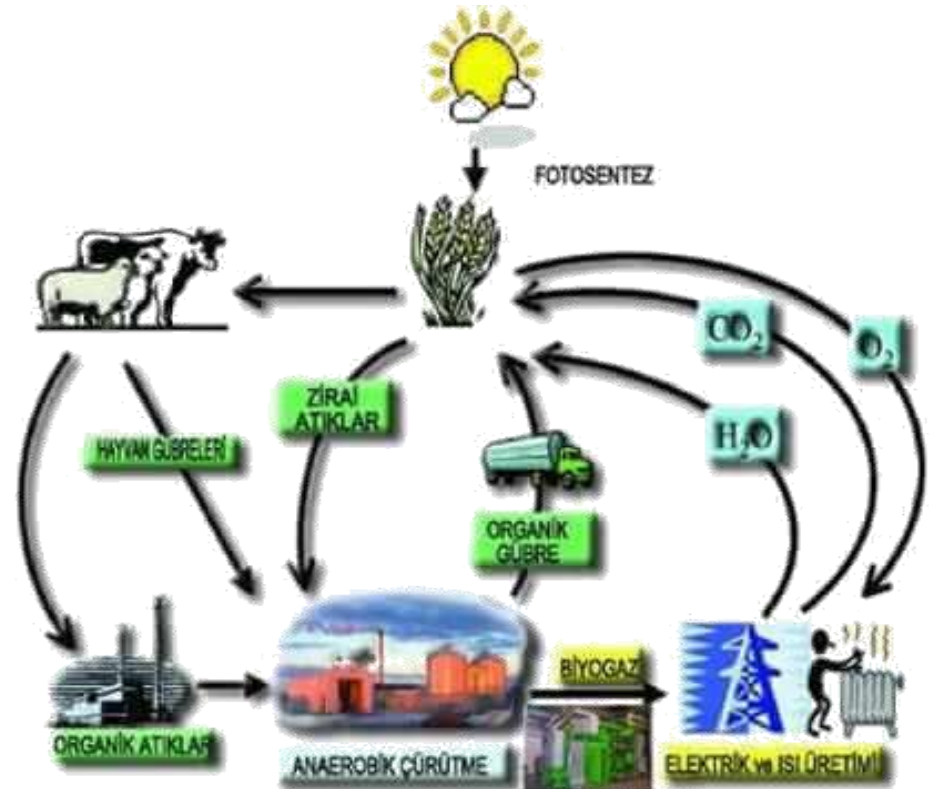
Yükleme oranı kuru madde içeriği ve bekleme süresine göre oluşan bir faktördür. Yükleme oranı genellikle $\text{kg-UK/ m}^3\text{-reaktör.gün}$ olarak verilir.



Yükleme Oranı (Hızı)

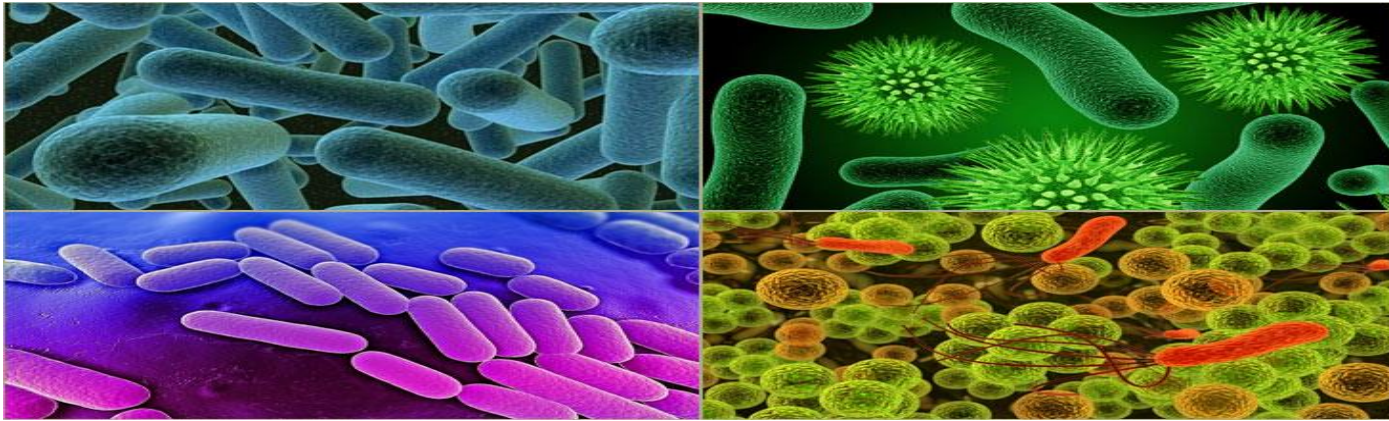
Genel olarak yükleme oranı arttıkça uçucu katı (UK) giderimi de düşmektedir. UK miktarı biyogaz üretimiyle ilgili kesin sonuç vermemektedir.

Anaerobik fermentasyon esnasında mümkün oldukça optimum organik yükleme hızı korunmalıdır.



Yükleme Oranı (Hızı)

Yükleme oranı çok yüksek olduğunda, ortamın pH değeri düşerek inhibasyon meydana gelmektedir. Bunun nedeni metan bakterilerinin H_2 'i yeterli hızda uzaklaştırmaması sonucunda asit bakterilerinin baskın hale gelmesi ve uçucu organik asitin üretiminin artarak asit birikiminin oluşmasıdır. Gaz üretim hızını düşürür hatta durdurur.



Katı Madde Oranı

Katı madde oranına göre biyogaz sistemlerinde kullanılacak materyaller üç bölüme ayrılabilir.

1. Düşük katı, %2-10 ve toplam katı
2. Orta katı, %10-20 toplam katı
3. Yüksek Katı, %20-40 toplam katı



Katı Madde Oranı

Çeşitli materyallerin toplam katı, uçucu katı ve C/N oranları

Materyal	TK(%)	UK(%)	C/N
Sığır atığı	5-25	75-85	6-20
Tavuk atığı (yumurta)	10-35	70-75	3-15
Küçükbaş hayvan atığı	30	20	20-33
At atığı	25-30	60	24-25
Buğday samanı	70-90	85-93	80-150
Mısır atığı	80	91	30-70
İnsan atığı	20-27	75	3-10
Yapraklar	80	90	41-80

Katı Madde Oranı

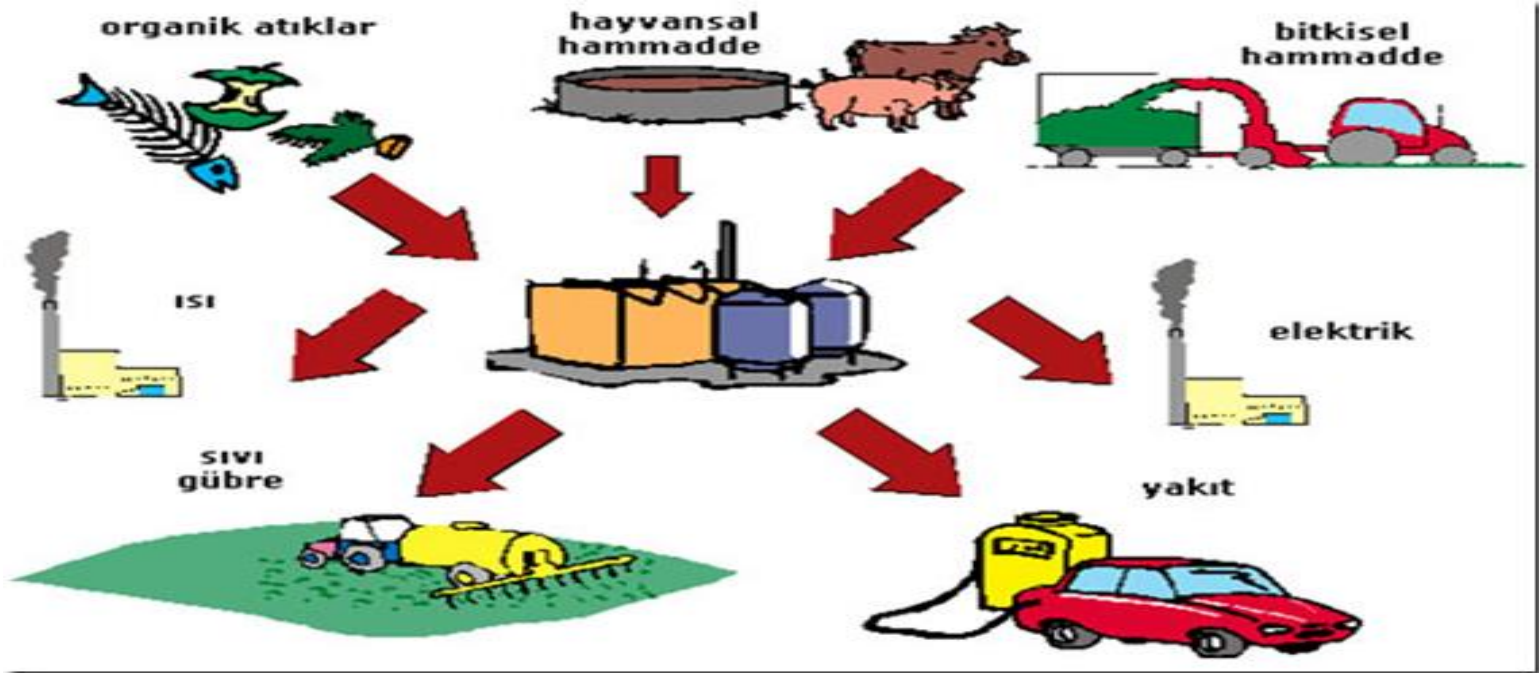
Katı madde oranı çok düşük olduğunda, materyal içerisindeki katının çökelmesi söz konusudur. Bu oran çok yüksek olursa gaz çıkışının engellenmesiyle karşılaşılr. Besleme materyalinin %8-13 arasında TK 'ya sahip olması, biyogaz üretimi için uygun olmaktadır.

Çürütücülerde Kalış Süresi

Uçucu katının reaktörde kalış süresi anaerobik fermentasyonda en önemli faktörlerden biridir. Hidrolik bekletme süresi ve katı madde bekletme süresi olarak ikiye ayrılır. Tek kademeli karıştırıcılı tip reaktörlerde her iki bekletme süresi birbirine eşittir. Bekletme süresinin etkileyen en önemli faktör sıcaklıktır.



Besi maddelerinin türleri ve miktarları kalış süresine etki eder. Bekletme süresinin artırılması, hayvansal atıklar içerisinde bulunan özellikle selüloz içeriğinin fermentasyonunu sağladığı için, birim atık başına elde edilen biyogaz miktarını artırır.



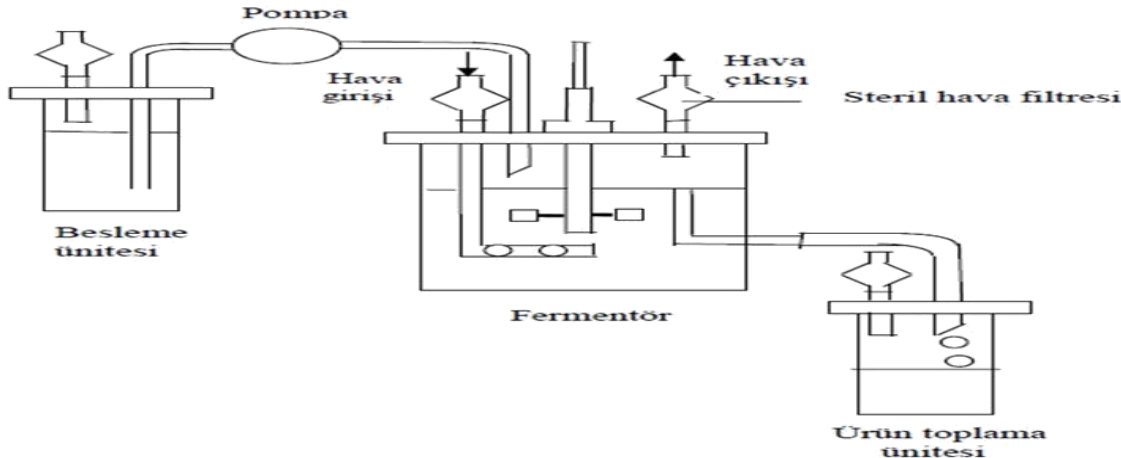
Hidrolik Besleme Süresi

Hidrolik bekletme süresi(HBS), gübre içindeki organik maddelerin bakteriler tarafından çürütülmesi sonucu biyogaz üretmesi için gerekli olan süre ya da teorik olarak her gün yüklenen materyalin üreteç içerisinde kalma süresi olarak tanımlanır. Biyogaz tesislerinde işletme sıcaklığına bağlı olarak HBS 20 ile 120 gün arasında değişir.

Hidrolik Besleme Süresi

Sürekli beslemeli sistemlerde, bakterilerin reaktörden kaçmasını önlemek ve bakterilerin iki katına çıkmasını sağlamak için HBS süresi daha uzun seçilmelidir.

HBS süresinin düşürülmesi, çürütülecek malzemeye bağlı olarak değişir. Hayvan atıklarında HBS'ni etkileyen en önemli basamak hidroliz kademesidir.



Hidrolik Besleme Süresi

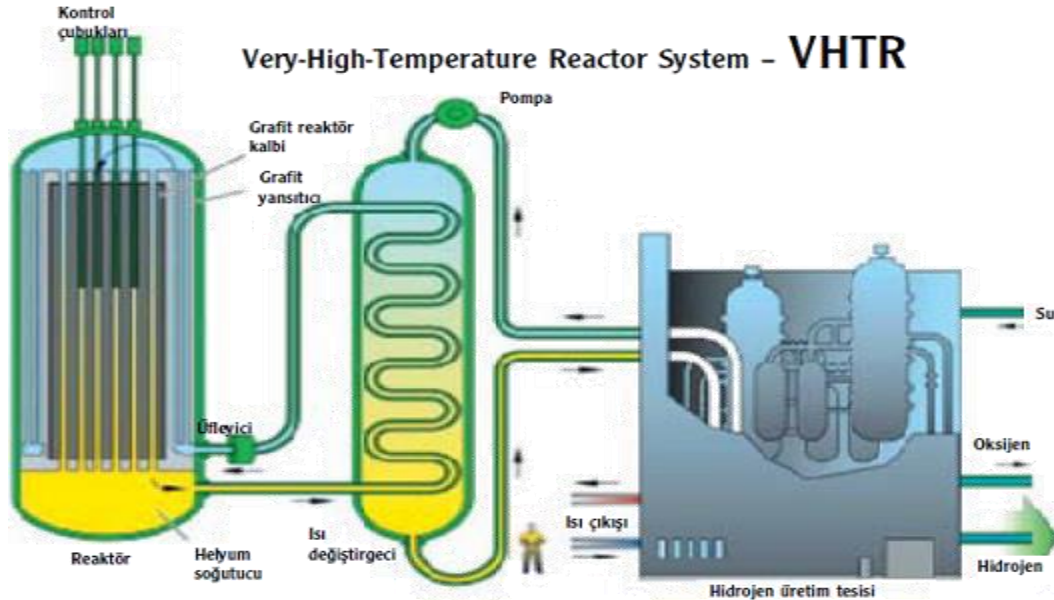
Mezofilik şartlarda ortalama HBS ;

Sıvı sığır gübresi	12-30 gün
Saman yataklı sığır gübresi	18-36 gün
Sıvı domuz gübresi	10-25 gün
Bitki ile karıştırılmış sığır gübresi	50-80 gün
Sıvı tavuk gübresi	20-40 gün

HBS yeterli olmazsa reaktörden bakteriler daha hızlı kaçar ve uçucu yağ asidi konsantrasyonu artar. Bu da biyogaz üretiminin düşmesine neden olur. Fermentasyon gerçekleşmez.

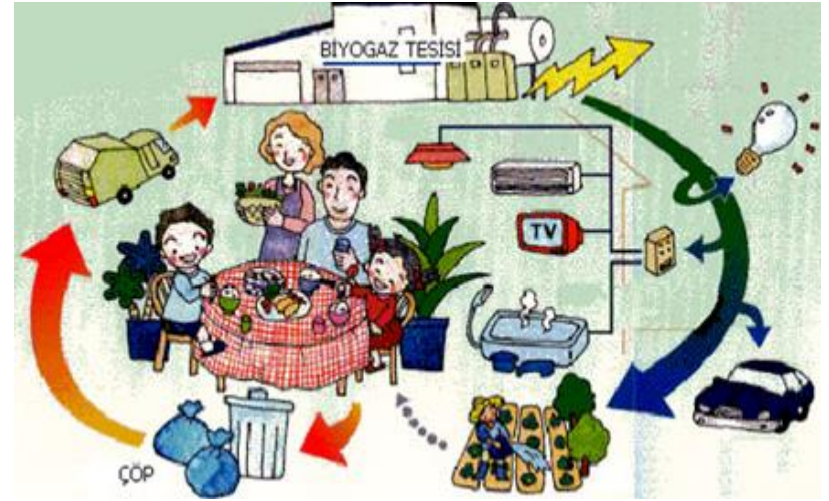
Hidrolik Besleme Süresi

Reaktör sıcaklığı arttıkça HBS düşer. Yüksek sıcaklıkta biyokimyasal reaksiyonlar daha kısa sürede gerçekleşir. Dolayısıyla hidrolik bekletme süresini uygulanacak sıcaklığa göre seçmek gerekir.



Besi Ortamının Etkisi

- Anaerobik fermentasyonda en önemli besinler karbonlu, azotlu ve fosforlu besinlerdir.
- Anaerobik bakteriler faaliyetlerini sürdürebilmek için iz elementlere, vitaminlere ve özel koenzimlere gereksinin duyarlar.
- Hayvan atıklarında besi ortamı uygun olmaktadır. Fakat bazı bitkisel atıkların, endüstriyel atıkların ve yemek atıklarınının fermentasyonunda, ek besi ortamına gerek duyulmaktadır.



Basıncın Etkisi

- Reaktör içerisinde oluşacak hava basıncın anaerobik bakteriler ve dolayısıyla biyogaz üretim verimine etkisi söz konusudur.
- 0.75-1.5 kPa mutlak basınç aralığının, biyogaz üretimi için ideal olduğu ve bunun üzerindeki basınçlarda üretim zorlaşacaktır.
- Reaktör içerisindeki basınç değişimleri, toksik etki yarattığı için bu durumdan kaçınılmalıdır.

Karıştırmanın Etkisi

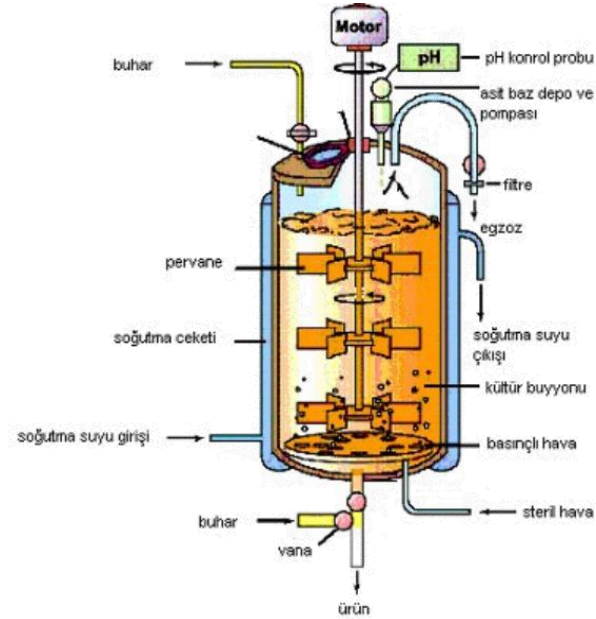
Karıştırma;

- Üretilen biyogazın materyalden uzaklaştırılması
- Besleme materyalinin bakterilerle temasının sağlanması
- Çökelmenin ve köpük oluşunun engellenmesi
- Homojen sıcaklık dağılımının sağlanması
- Bakteri dağılımının homojenleştirilmesi
- Reaktör içerisindeki ölü bölgelerin azaltılarak efektif reaktör hacminin artırılması için gereklidir.

Karıştırmanın Etkisi

Fermentördeki atığın karıştırılmasının veya çalkalamanın birçok avantajları vardır. Bunlar;

- Metanogenisler tarafından üretilen biyogazın çıkışını kolaylaştırmak.
- Fermentasyon esnasında atığın üst yüzeyindeki köpük oluşumunu ve atığın içindeki küçük partiküllerin fermentörün taban kısmına çökmesini engellemek.



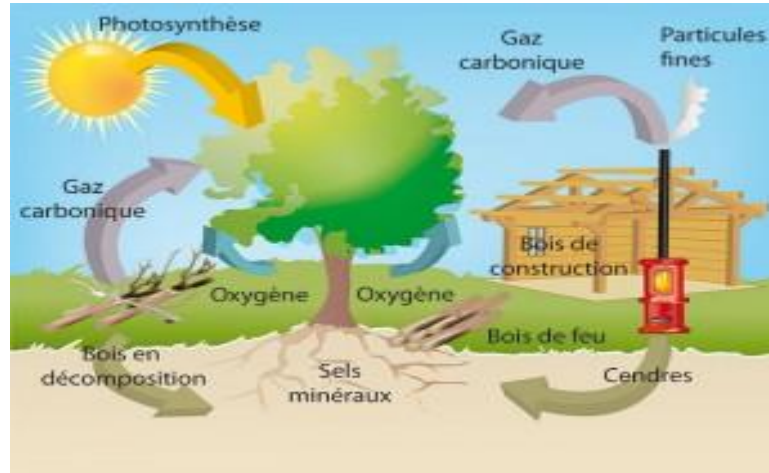
Karıştırmanın Etkisi

- Fermentördeki atığın sıcaklık dağılımını eşitlemek
- Bulamacın içindeki bakteri popülasyon yoğunluklarını düzenlemek .

Ayrıca besleme materyalinin içerisinde büyük parçaların küçülmesi ve kütle aktarım dirençlerinin azalması için de karıştırmaya ihtiyaç duyulur. Besleme materyalinde topaklaşma olursa biyogaz üretimi düşer.

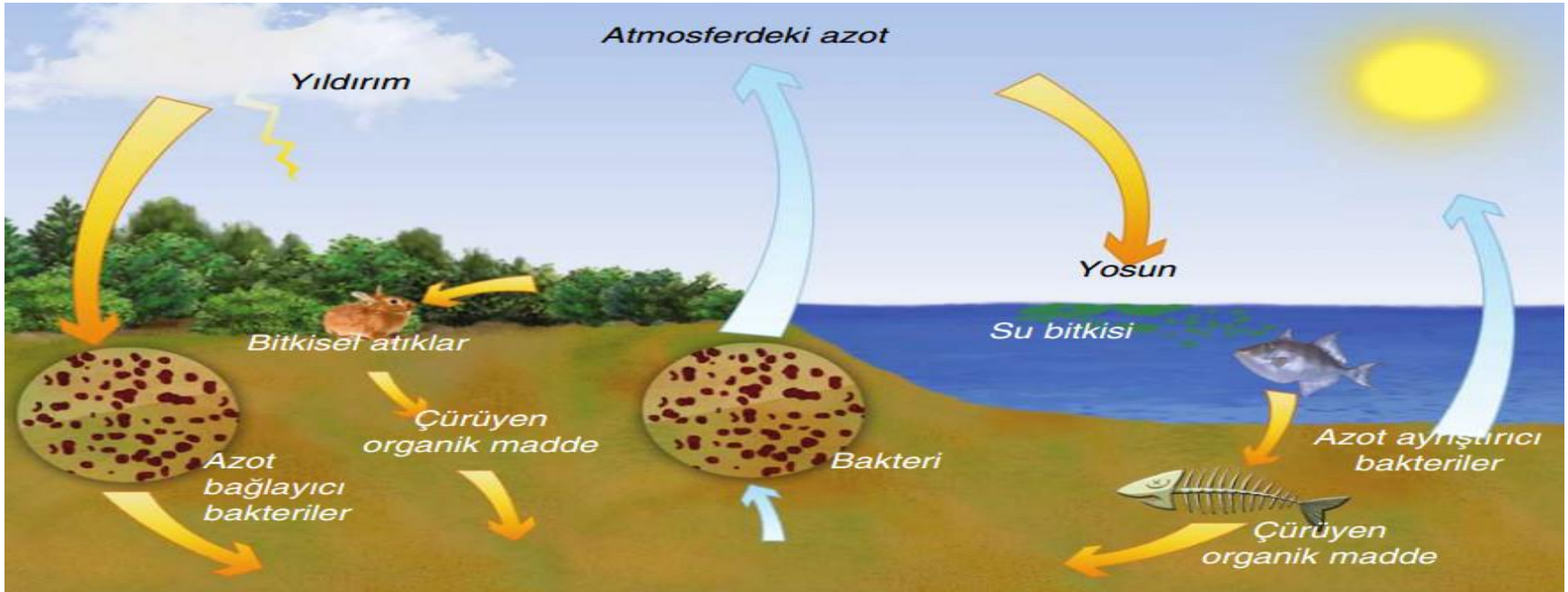
C/N Oranı

- Tüm besi maddeleri, hayvan gübreleri, insan atıkları, mutfak atıkları v.b belli oranlarda karbon, azot ve oksijen içerirler.
- Karbon biyogaz oluşumu için gerekli olurken, azot anaerobik bakterilerin gelişimi ve yeniden üretilmesi için gereklidir.
- Mikroorganizmalar karbonu enerji kaynağı olarak kullanırken, azotu yeni hücrelerin oluşmasında yapı malzemesi olarak kullanırlar.



Besi maddesinde Azot bulunmasının faydası:

1. Aminoasitlerin, proteinlerin ve nükleik asitlerin sentezi için gerekli element sağlanmaktadır.
2. Amonyaga dönüşen azotun uçucu yağ asitlerini tamponlayarak pH'ın düşmesini önler.

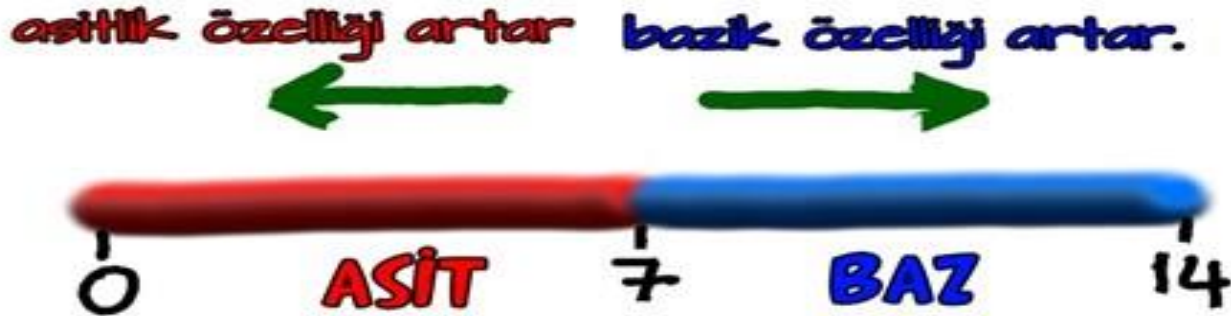


- Çizelge 3. organik maddelerin C/N oranı

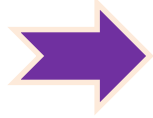
Gübre	C % kuru	N %kuru	C/N oranı	Taze gübredeki nem oranı	Su ile seyreltme
Sığır gübresi	30	1.66	18	80-85	1:1
At gübresi	33.4	2.3	15	80-85	2:3
Kümes hayvan gübresi	87.5	6.55	14	70-80	1:3
Kan	36	12	3	90-95	
İdrar	15	15	1	90-95	

pH Değeri

pH bir çözeltinin asit veya baz olma özellięinin Őiddetini gösteren bir terim olup çözeltide bulunan H^+ iyonu konsantrasyonunu yani aktivitesini gösterir.



- Biyoreaktörde pH düştüğü zaman iki yaklaşım söz konusudur.



Birinci yaklaşımda organik madde beslemesi kesilmelidir. Böylece ortamda metanojenik mikroorganizmaların konsantrasyonunu artırarak yağ asidi konsantrasyonu azaltılabilir. pH normal seviyeye (pH:6.8 gibi) geldiğinde tekrar hammadde beslemesine devam edilir.



İkinci yaklaşım pH'i yükseltmek ve tamponlama kapasitesini arttırmak için ortama kimyasal maddeler ilave edilir.

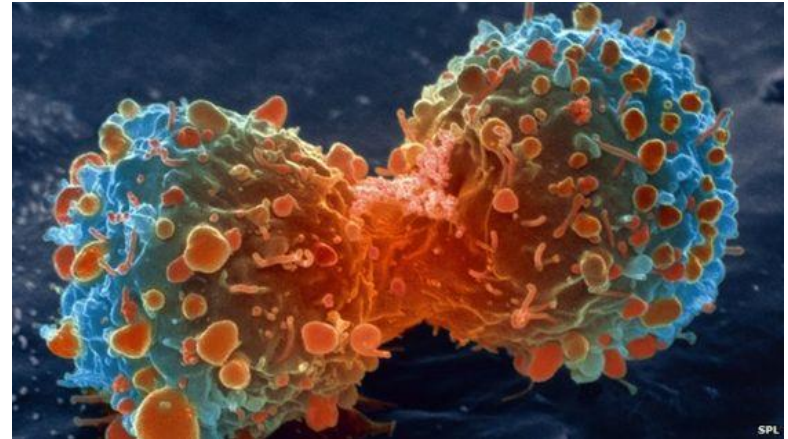
Bakteriler



- Fermentasyonun içindeki bakteriler az ise gaz üretimide az olur.
- Bakteriler kullanılan atığın içindeki hücresel materyallere büyümeden veya olgunlaşmadan reaksiyona girerse metan üretimi olmaz ve reaksiyon durur.

Toksitler

- Bazı atıklar veya hayvan gübreleri özel besin ve kullanılan ilaçlardan dolayı zehirli materyaller içermektedir. Bu materyaller fermentasyonun kimyasal oluşumunu etkilemektedir.
- Mineral iyonlar, ağır metaller ve deterjanlar anaerobik arıtmada mikroorganizmaların büyümelerini engelleyerek toksik etki yaparlar.



Toksitler

Bazı ağır metaller(bakır, nikel, çinko v.s.) çok düşük oranda kullanıldıklarında bakterilerin gelişmesinde olumlu etki yaparken, yüksek oranda kullanılırsa toksik etki yaparlar.

Reaktöre toksik madde girişi olduğunda metan bakterileri kolaylıkla inhibe olur.

Yüksek sülfürlü materyallerin beslenmesi durumunda, H_2S 'in oluşumu artar ve toksik etkiye neden olur.

KAYNAKLAR

1. Tarımsal kökenli yenilenebilir enerjiler ve biyoyakıtlar
2. <http://web.firat.edu.tr/iats/cd/subjects/Automotive/ATE-28.pdf>
3. <http://mebig.marmara.edu.tr/Presentations/BiyogazUretimi.pdf>

Yaşanabilir **DUNYA** İçin;
Yenilenebilir Enerji Kaynakları

