

# BIYOGAZ ÜRETİM SİSTEMLERİ VE BİLEŞENLERİ

Prof. Dr. Ahmet KARADAĞ  
Bartın Üniversitesi

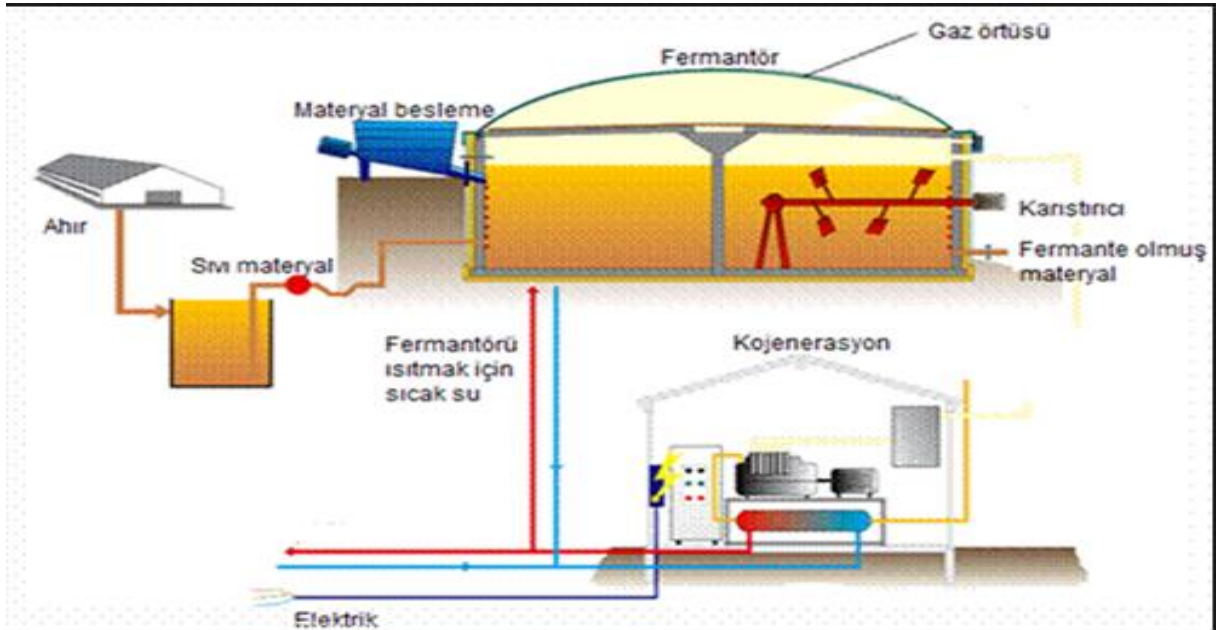
# Sunum Akışı

- Biyogaz üretiminde kullanılan sistemler
- Biyogaz üretim sistemlerinin bileşenleri
- Reaktörlerin sahip olduğu özellikler
- Küçük kapasiteli reaktörler
- Biyogaz tesislerinde kullanılan fermantörler



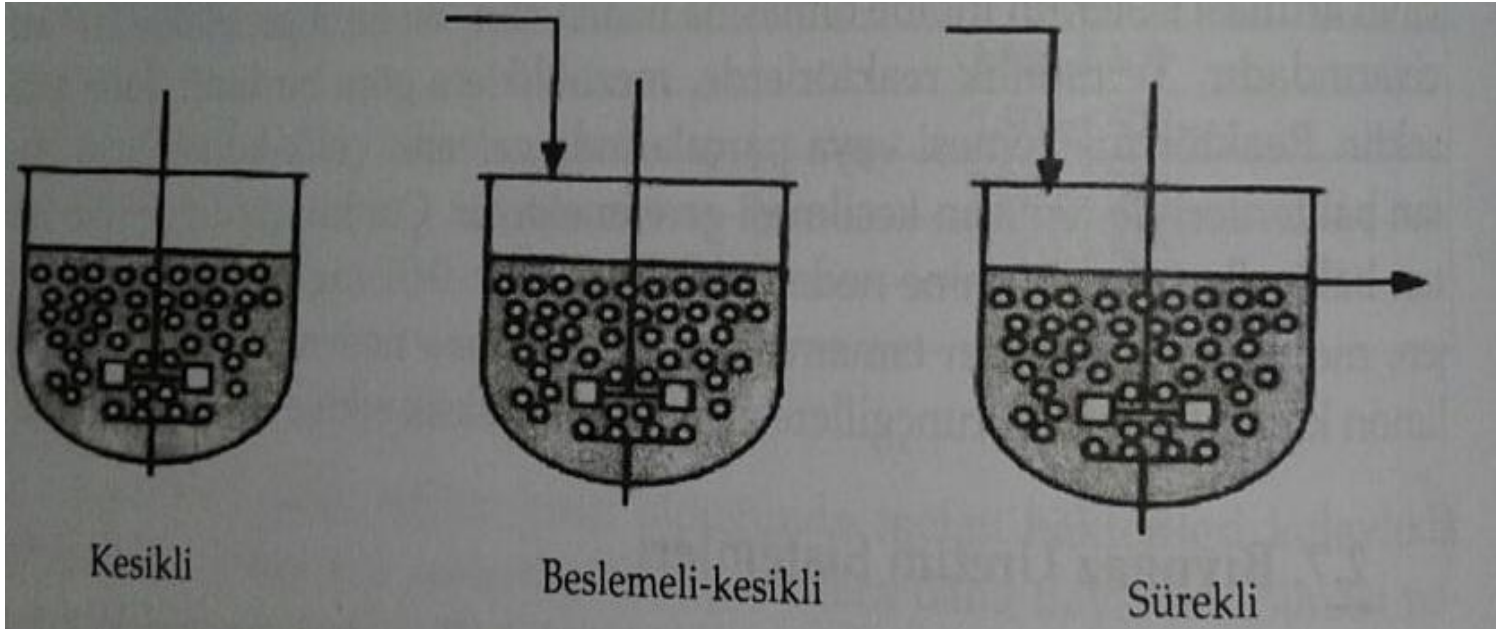
# Biyogaz Üretim Sistemleri

- Biyogaz teknolojisi büyük oranda kesin kuralları olmayan, tesisin kurulacağı yerin, ülkenin,işletmenin özel koşullarına göre farklılıklar olması gereken bir uygulamadır.



# Biyogaz Üretiminde Kullanılan Sistemler

- Kesikli Fermantasyon
- Beslenmeli-Kesikli Fermantasyon
- Sürekli Fermantasyon



# Kesikli (Batch) Fermantasyon

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

# Beslemeli-Kesikli Fermantasyon

- Bu sistemde 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

- 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.

# BIYOGAZ ÜRETİM SİSTEMLERİNİN BİLEŞENLERİ

- Fermantasyon tankı
- Gaz deposu
- Organik madde deposu
- Hammadde depolama tankı
- Gaz boruları/valfleri ve bağlantı elemanları
- Isıtma sistemleri
- Pompalar
- Karıştırıcılar
- Isı transfer elemanları
- Ayırma ve süzme elemanları



# FERMANTASYON TANKI

- Reaktör,gübrenin fermantasyona uğratılarak biyogaz üretildiği ana bölümdür.
- Genelde silindir şeklinde yapılan fermentör gerektiğinde üstü plastik örtü kaplı havuzlar şeklinde yapılabilir.

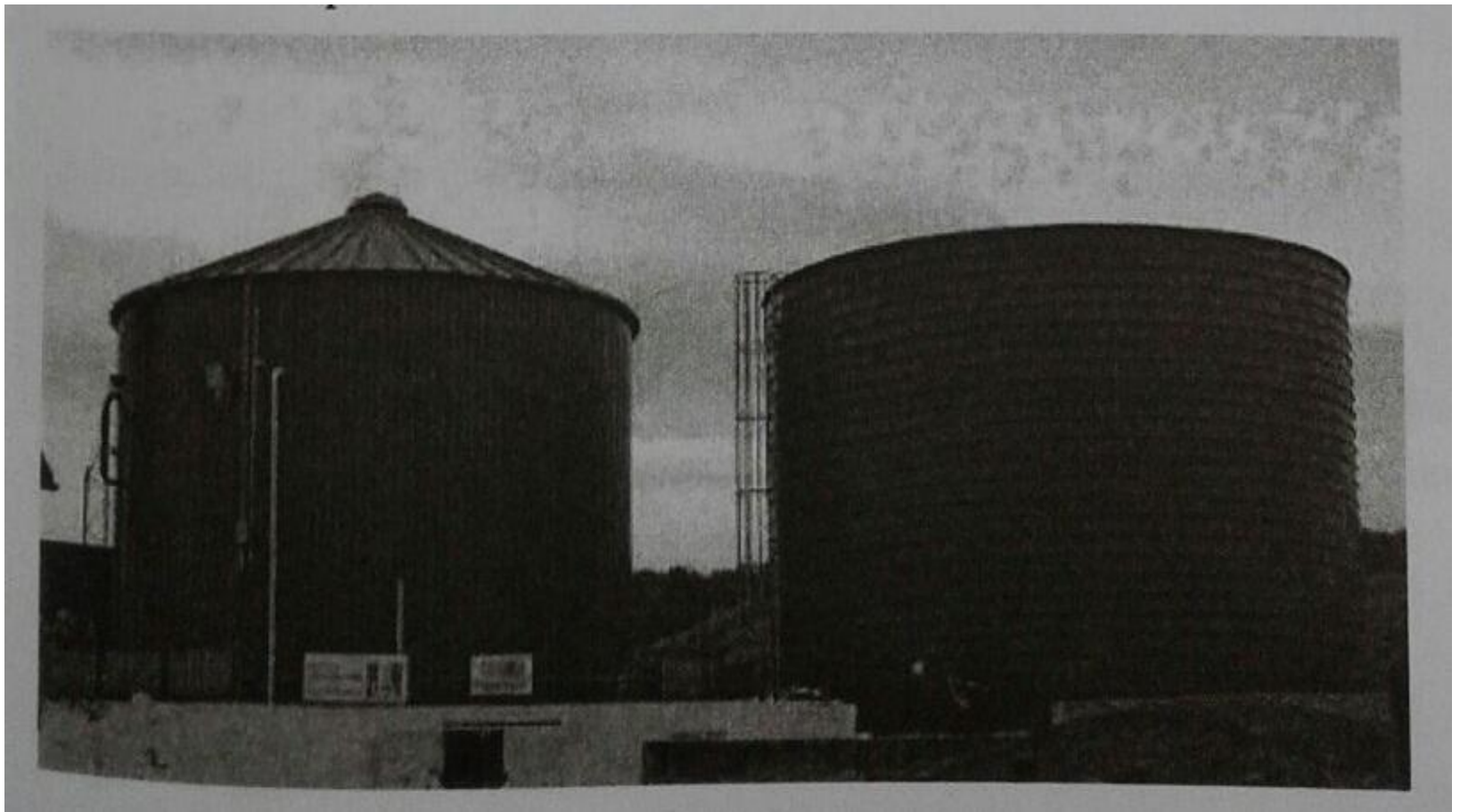


# Reaktörlerin Sahip Olduğu Özellikler

- Tank duvarları gaz ve sıvı sızdırmaz olmalıdır.
- Tank tümüyle statik yüke karşı dayanıklı olmalıdır.
- Isı yalıtımı iklim koşullarına göre yeterli düzeyde olmalıdır.
- Tank elemanları korozyona dayanıklı olmalıdır.
- Tank dolun ve boşaltım emniyetine sahip ve gerektiğinde tümü ile boşaltılabilir olmalıdır.
- Tank konstrüksiyonu, bakım ve onarım işlemlerinin kolaylıkla yapabilmesine olanak sağlamalıdır.

# Fermantasyon Tank Malzemeleri

- Beton
- Tuđla
- elik
- Sac
- Fiber glas
- Polyester
- Krom-Nikel
- Alaşımlı elik sa



- Statik emniyet ve biyogaz üretimindeki hidrolik koşullara uygunluk açısından yumurta biçimli fermantasyon tankı konstrüksiyonları en iyi sonuçlar vermektedir.
- Ancak böylesi tankın yapım masrafının fazla oluşu pratikte uygulanabilirliği sınırlanmaktadır.
- Bu bakımdan uygulamada yatay ve dikey silindirik tanklar ile kanal tipi tanklar yaygındır.
- Basit tesislerde ise kübik biçimli tanklar uygulanmaktadır.

# Biyogaz tesislerinde kullanılan fermentörleri iki grupta incelemek mümkündür.

- Yaş Fermentörler
- Kuru Fermentörler



# Yaş Fermentörler

- Kuru madde içeriği %15'ten daha düşük olan organik materyallerin anaerobik koşullar altında biyokimyasal fermantasyonunun gerçekleştiği fermentörlerdir.

# Kuru Fermentörler

- Kuru madde içeriği %15'ten fazla olan organik materyallerin anaerobik koşullar altında biyokimyasal fermantasyonunun gerçekteđi fermentörlerdir.
- Bu hammadde hazırlığı,atığın parçalanması ve elenmesi ile sağlanır.
- Daha sonra 40 mm'den küçük parçalar fermantasyon sıcaklığına çıkarılır ve özel şartlandırıcı da nem oranı istenilen seviyeye yükseltilir.

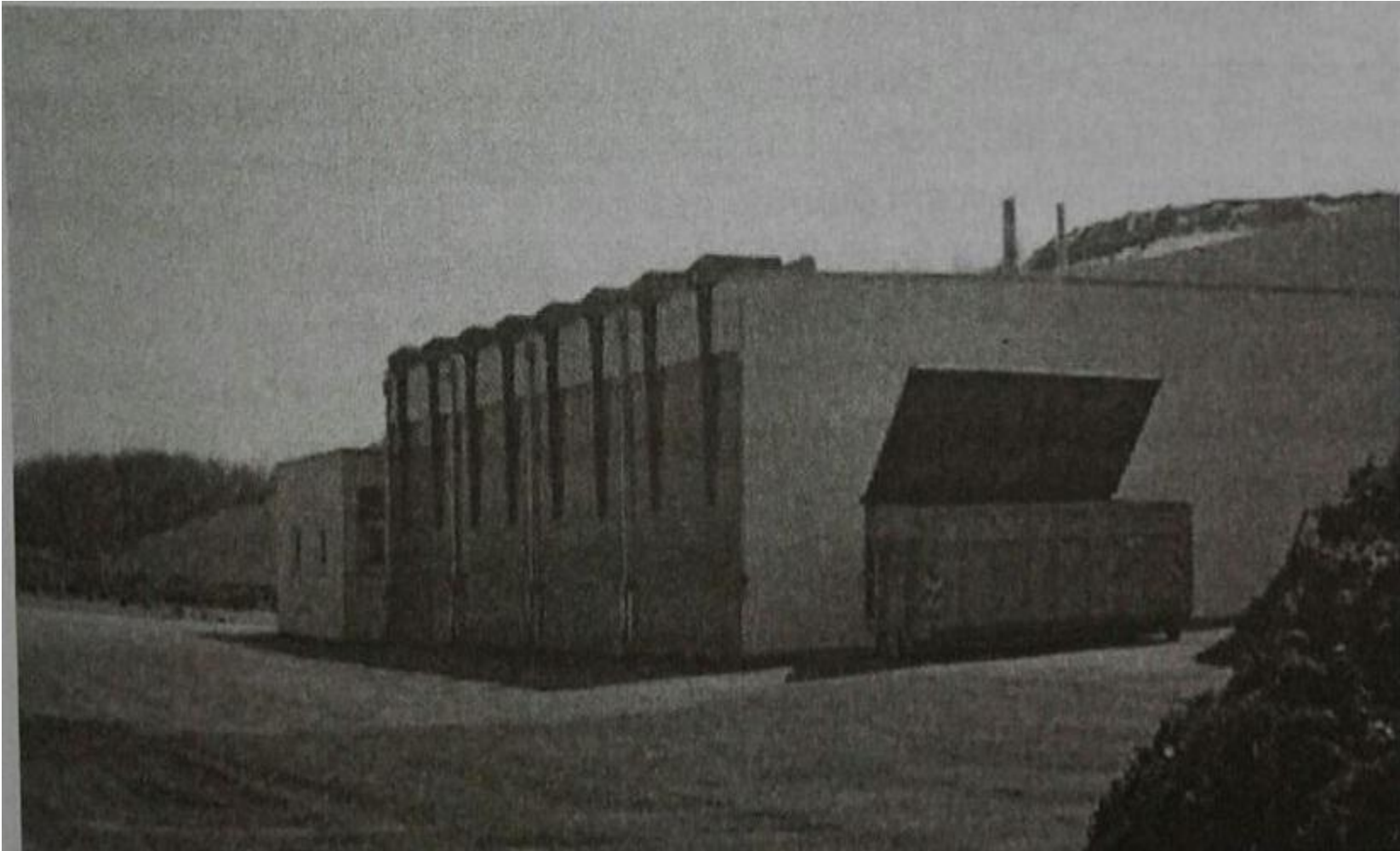


# Kuru Fermentörler

- Bir sonraki aşama, tek aşamalı reaktörde termofilik fermantasyondur. (Bekleme süresi 15-30 gün)
- Hammadde fermentörün üst yüzeyinden sürekli olarak yüklenir. Biyogaz materyali yavaşça aşağı doğru süzülerek nerdeyse piston akımlı bir şekilde akar.
- Biyogaz materyali reaktör içerisine yüklenirken aynı zamanda sirkülasyon suyunun püskürtülmesi yoluyla nemlendirilir.

# Reaktör modellerini iki grupta altında toplamak mümkündür

- Küçük kapasiteli reaktörler
- Büyük kapasiteli reaktörler



# Küçük Kapasiteli Reaktörler

- Dünya'da kullanılan yoğun olarak kullanılan beş tür reaktör vardır.
- Yüzer çatılı Hindistan tipi
- Sabit çatı Çin tipi
- Hareketli kubbe tipi
- Torba tipi
- Balon tipi

# Küçük Kapasiteli Reaktörler

- Çin ve Hindistan tipi modeller yoğun kullanılan tiplerdir.
- Son zamanlarda maliyetin düşüklüğünden dolayı bazı ülkelerde torba tipi modelinin popülaritesi hızla artmaktadır.
- Besin giriş ve çıkışını sağlayan giriş çıkış boruları,dik açıyla reaktör içine doğru düz bir şekilde uzatılır.

# Küçük Kapasiteli Reaktörler

- Sıvı besi maddesi için boru çapı 10-15 cm olmalıdır.
- Lifli substratlar için bu değer 20-30 cm civarındadır.
- Giriş çıkış boruları çoğunlukla plastik veya beton malzemelerden yapılmaktadır.
- Pozisyonları serbest, erişebilir konumda ve düzlükte olmalıdır.

# Küçük Kapasiteli Reaktörler

- Borular reaktör duvarında en düşük çamur seviyesinin altında bir noktada olmalıdır.
- Gaz deposuna doğru olmamasına dikkat edilmelidir.
- Bu bağlantı noktaları harç ile kuvvetlendirilmeli, çatlamlar ve delikler engellenmelidir.

# Yüzer Çatılı Hindistan Tipi Reaktörler

- Bu tip reaktörler esas olarak çürüme ve gaz toplama bölümü olarak iki kısımdan oluşurlar.
- Reaktör yer altına yerleştirilir.
- Böylece reaktördeki ısı değişiminin meteorolojik şartlardan minimum etkilenmesi sağlanır.
- Reaktörün tabanı ve duvarları briket veya betonarme malzemelerden yapılabilir.
- Besleme atığının yapısına bağlı olarak derinliği 3.5-6 m arası, çapı ise 1.3-6 m arasında değişir. Çoğu reaktörlerde gaz üretim kapasitesi günde 6 ila 8 m<sup>3</sup> dür.

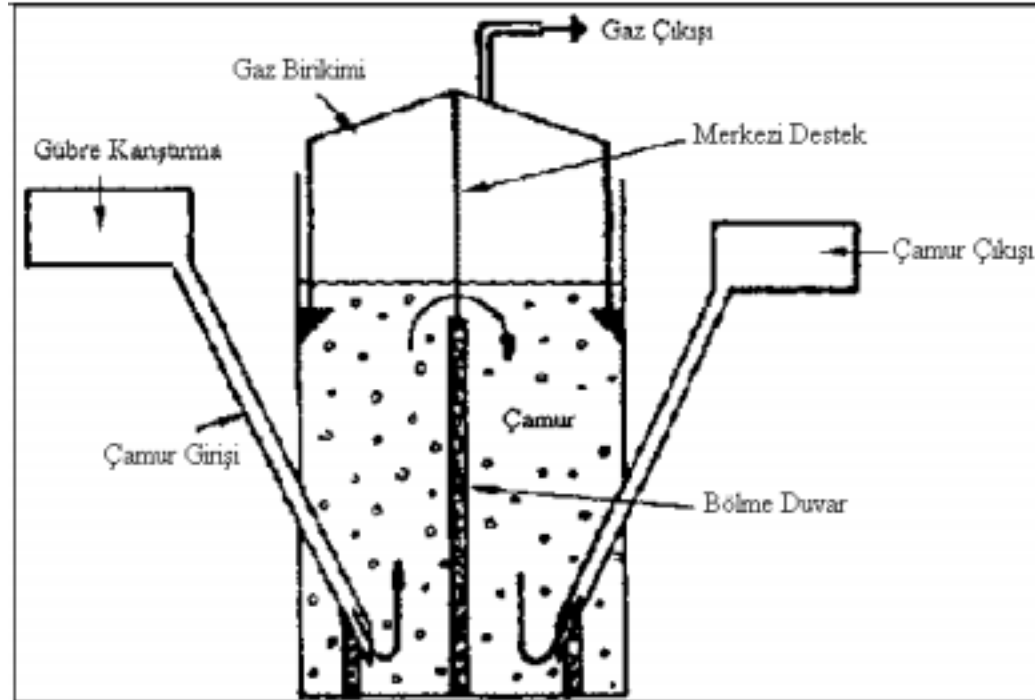


# Yüzer Çatılı Hindistan Tipi Reaktörler

- Gaz toplama bölümünün malzemesi genelde yumuşak demirdir.
- Korozyon probleminden dolayı polietilen ve fiberglastan malzemelerde kullanılmaktadır.
- Çatılar korozyona dayanıklı demir destekli fiberglas veya plastik destekli ham demirden yapılabilir.
- Genelde çatılar demir destekli fiberglas plastiklerden yapılmaktadır.

Bu tür reaktörler de genelde besi maddesi olarak sığır gübresi kullanılmaktadır.

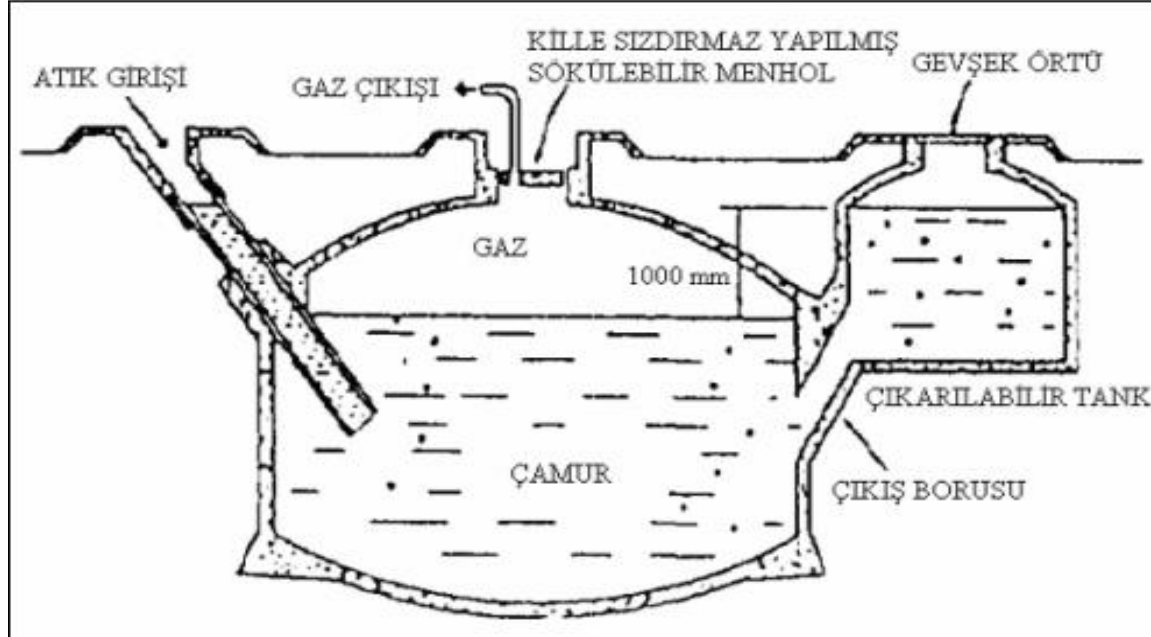
Su sümbülü gibi maddelerde gübre içine karıştırılarak kullanılabilir.



# Sabit Kubbeli Çin Tipi Reaktörler

- Bu tip reaktörler briket, taş veya betondan yapılmış gaz sızdırmaz odadan ibarettirler.
- Reaktörler, dikdörtgen, silindirik, küresel ve elips şeklinde toprağa gömülü olarak inşa edilir.
- Reaktörlerin tepesi kubbe şeklindedir. Yükselen basınçla kubbenin altında gaz birikmesi sağlanır.
- Çatı hava sızdırmaz olmalıdır.
- Bu sistemlerde sızdırmazlık önemli bir problemdir.

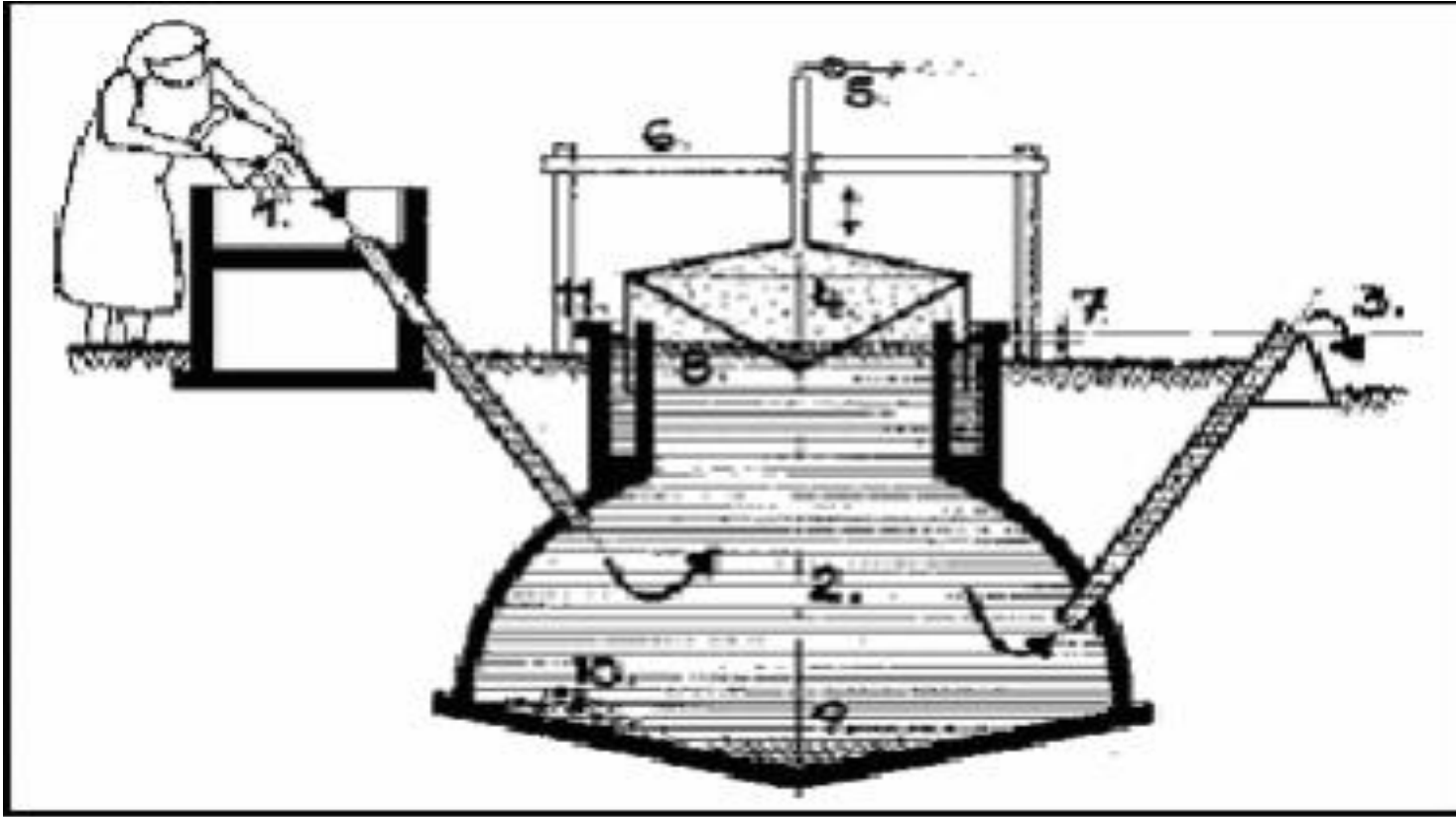
# Sabit Kubbeli Çin Tipi Reaktörler



# Hareketli Kubbeli Reaktörler

- Bu tip reaktörler, 1950'ler de Hindistan' da kullanılmaya başlanan sabit kubbeli reaktörlerin geliştirilmiş tasarımlarıdır.
- Gazın biriktiği kubbenin hareketli oluşu basıncın kontrolünü sağladığından, bu sistemlerin verimleri sabit kubbelilere göre daha yüksektir.
- Bu tür reaktörler çürüme bölümü ile gaz toplama bölümünden oluşmaktadırlar.
- Gaz toplama bölümü su içinde hareket halindedir.
- Gaz oluştuğça gaz toplama bölümü yukarı doğru hareket eder.
- Gaz tüketildikçe bölüm aşağı doğru iner.

- Bu tür reaktörlerin boyutları küçük kapasiteler için 5-15 m<sup>3</sup> arasında değişir.
- Sanayi tipi tesislerde ise 20-100 m<sup>3</sup> arasında değişmektedir.
- Bu tür reaktörlerde ana besin maddesi sığır gübresidir.
- Sığır gübresi ile birlikte su sümbülü de besi maddesi olarak kullanılmaktadır



(1: Çamur karıştırma ve çamur girişi, 2: Reaktör, 3: Çürümüş çamur çıkışı, 4: Gaz depolama bölümü, 5: Vanalı gaz çıkış borusu, 6: Gaz hücresi destek yapısı, 7: Gaz basıncındaki fark, 8: Yüzebilir atıklar, 9: Çamur birikintisi, 10: Tas, kum birikintisi, 11: Yag filmlı su ceketı)

# Torba Tipi Reaktörler

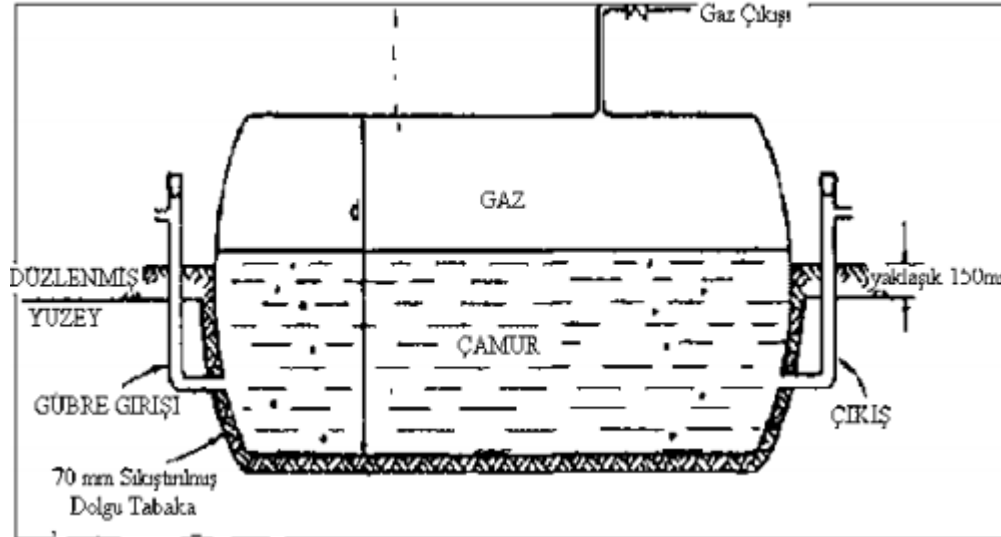
- Bu tip reaktörler 1960'lar da Tayvan'da geliştirilmiştir.
- Ülkedeki inşaat malzemeleri ve işçiliğin maliyetli oluşu nedeniyle, daha ucuz olan PVC, plastik gibi sızdırmaz malzemeler kullanılarak bu maliyet aşılmaya çalışılmıştır.
- Bu tür reaktörler oldukça hafiftir.
- 50 m<sup>3</sup> membran reaktörlerin ağırlığı 270 kg'dır



- Bu tür reaktörler, biyogazın ayrı olarak depolandığı, piston akımlı bir reaktör (karıştırmasız) gibi hareket eder.

Kolay inşa edilebildiğinden dolayı Çin’de bu reaktörlerin birim m<sup>3</sup> bedeli 25 ila 30 dolar arasında değişmektedir.

Ayrıca Kore, Tayvan ve Fiji’de yaygın olarak kullanılan reaktörlerden biridir

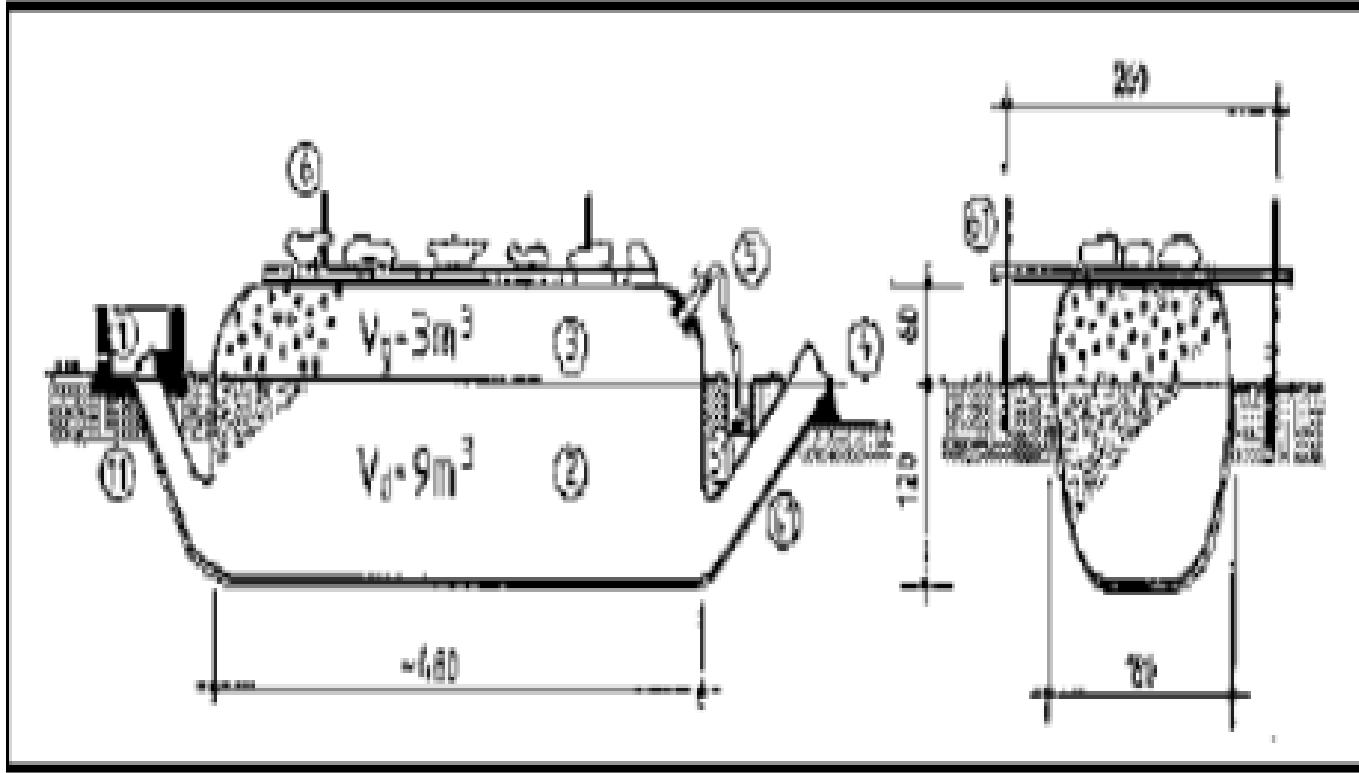


# Balon Tipi Reaktörler

- Balon tipi reaktörler plastik veya lastik karışımı malzemelerden yapılmaktadır. Gaz reaktörün üst kısmında depolanır.
- Giriş ve çıkış balonun yüzeyine direk bağlıdır.
- Gaz balon yüzeyinde birikmeye başladığında yerleşmeye başlar ve gaz basıncı artar.
- Reaktörde gaz dolduğu zaman tesis sabit çatılı reaktör gibi çalışır.
- Balon şişirilmemelidir.
- Çok elastik değildir.

# Balon Tipi Reaktörler

- Bu yüzden aşırı basınç oluşumunda reaktör malzemesi zarar görebilir. Bunun için emniyet vanası kullanmak gerekmektedir.
- Fermantasyon çamuru balon yüzeyinin hareketi ile hafifçe sallanabilir. Bu işlem çürüme için çok uygundur.
- Balon malzemesi güneş ışığına karşı dayanıklı olmalıdır.
- Faydalı kullanım ömrü 2-5 yıldır.
- Maliyetleri oldukça düşüktür



(1: Karıştırma haznesi, 1.1: Doldurma Borusu, 2: Reaktör, 3: Gaz Depolayıcı, 4: Çamur Depolama, 4.1: Çıkış Borusu, 5: Gaz Borusu, 5.1: Su Tutucu, 6: Ağır Yük, 6.1: Destek Çerçeve)

A yellow sticky note is pinned to a white surface with a red pushpin. The note is slightly tilted and has the word 'Teşekkürler!' written on it in a bold, dark blue font. The entire scene is framed by a circular border with a distressed, greyish-green texture.

**Teşekkürler!**