

İKİ FAZLI ÇALIŞAN BİYOGAZ ÜRETİM TESİSİ

Doç.Dr.K.Süleyman YİĞİT*, Mustafa GÜNDÜZ**, Gülay ŞERİT** R. Bilal ŞENGÜN**

*Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Bölümü
İzmit- 41400, Kocaeli, kyigit@kocaeli.edu.tr

**İZAYDAŞ Atık ve Artıkları Arıtma Yakma ve Değerlendirme A.Ş – Kocaeli Büyükşehir Belediyesi
İzmit – 41600 Kocaeli, him@izaydas.com.tr

Özet

Bu çalışmada hidroliz ve asit üretim fazı için 1.2 m³ ön çürütücü ve metan oluşum fazı için 3,8 m³ olan toplam 5 m³ hacimli gerçek şartlarda oksijensiz ortamda çalışacak, Ar-Ge amaçlı otomatik, biyogazdan elektrik enerji üreten tesis hakkında bilgi verilmiştir. Her türlü organik atığın kullanılabilirdiği biyogaz tesisinde deneylere, Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği bölümü ile birlikte Kocaeli Büyükşehir Belediyesi Atık ve Artıkları Arıtma Yakma ve Değerlendirme Şirketi İZAYDAŞ sahasında başlanmıştır. İlk olarak evsel atık ve çöp suyundan biyogaz üretimi ile ilgili denemeler yapılmakta olup elde edilen sonuçlar daha sonraki çalışmalarda sunulacaktır.

Anahtar kelimeler: Organik atıklar, İki fazlı biyogaz sistemleri, Asit fazı, Metan fazı

GİRİŞ

Oksijensiz biyogaz üretiminde yağ, protein ve karbonhidrat gibi kompleks maddeler, hidroliz sürecinde şekerlere, amino asitlere ve yağ asitlerine çevrilir. Bu ürünler sonraki aşamada asidojenler tarafından bozularak uçucu yağ asitleri, CO₂ ve hidrojene dönüştürülür. Son aşamada bu ürünler metanojenler tarafından metan gazına çevrilir. Genel olarak gerçek ortamlarda biyogaz üretim tesislerinde; hidroliz, asit oluşumu ve metan oluşumu tek bir çürütücü de gerçekleşir. Tek fazlı sistem denilen bu tür sindiricilerde uçucu yağ asitleri üretimi ve kullanım hızı mikroorganizma kültürünün yaşam koşullarında dengesizlik yaratmayacak şekilde gerçekleşmektedir. Yükleme hızı, pH v.b. işletme şartlarındaki değişimler sistem dengesizlikleri ve verimsizliğe yol açar. Zamanla sistemin dengesi bozulabilir ve metan üretim verimi düşebilir. Bundan dolayı gerek asetojen fazın kontrolü gerekse metonejen fazın kontrol edilerek işletme problemlerini aşılması ve verim artışı için iki fazlı oksijensiz biyogaz üretim teknolojisine geçiş yapılmaya çalışılmaktadır. Bu güne kadar iki fazlı çalışmalar ancak laboratuvar ölçeğinde ele alınıp incelenmiş elde edilen sonuçlar literatürde yayımlanmıştır. Günümüzde biyogaz üretim tesisleri genelde tek fazlı olarak çalışmakta, büyük endüstriyel tipte çift fazlı çalışan tesisler oksijensiz arıtma teknolojisinde tercih edilmektedir (Cohen, vd, 1983). Tek fazlı sistemlerden farklı olarak, iki fazlı sistemlerde asitleşme evresi ve metanojenik evre birbirinden ayrılmıştır. Laboratuvar ortamında çalışan İki fazlı sistemlerde üretimin, tek fazlı sistemlere oranla daha yüksek verimlerde gerçekleştiği görülmüştür (Raynal, vd 1998). Bir ve iki fazlı biyogaz üretim işlemlerinin her ikisinde de,

kesikli sistem veya sürekli sistem olmak üzere iki ayrı tip üretim sisteminden biri uygulanmaktadır.

Araştırma ve deneysel çalışmalarda iki fazlı sistemler tercih edilmesine rağmen, bu duruma zıt olarak, büyük endüstriyel tesislerin büyük çoğunluğunda tek fazlı biyogaz sistemleri kullanılmaktadır. İki fazlı biyogaz üretim sistemlerinde, yüksek yükleme oranlarında bile yüksek miktarlarda kararlı gaz elde edilebilmesi ve üretimin tek fazlı sistemlere göre daha yüksek verimlerde gerçekleşebilmesi mümkündür. Bu önemli nedenlerden dolayı yakında endüstriyel tesislerde iki fazlı biyogaz üretim sistemlerinin yaygınlaşacağı öngörülmektedir (Guangqing, vd 2007). İki fazlı oksijensiz sindirme sistemleri günümüzde klasik oksijensiz sistemlerden çok daha fazla avantaj sağlaması nedeniyle yüksek organik madde yada toksisite içeren atık suların arıtımında önemli bir arıtım alternatifi olmuştur. Klasik oksijensiz sistemlerin taşıdığı birçok dezavantajı taşımaması seçiminde önemli bir etken olmaktadır. Asidojen reaktörünün çıkışında elde edilebilen ortam ürünlerinin sadece metanojen reaktörler için kolay bozunabilir yapıda olmasından çok yakıt ve endüstriyel gıda-ihya malzemelerinde katkı maddesi olarak kullanılması (asetik asit, butanol, formik asit, amonyak, hidrojen gazı ve diğer ürünler) bu faza ayrı bir önem verilmesini gerektirmektedir. İki fazlı sistemlerde işletme parametrelerinin diğer tek fazlı sistemlere göre daha avantajlı olduğu görülmektedir. Özellikle hidrolik bekleme süresi iki fazlı sistemlerde daha az ve aynı zamanda toplam arıtma veriminde diğer sistemlerin yaklaşık iki katıdır. İki fazlı sistemler endüstriyel atık suların arıtımında oldukça verimlidir ve tek fazlı sistemlere göre organik madde yükleme hızları yaklaşık 1,5- 2 katıdır.

İKİ FAZLI BİYOGAZ SİSTEMLERİ

İki fazlı sistem kavramı ilk kez 1971'de Pohland ve Gosh tarafından ortaya atılmıştır. İki fazlı sistem ilk kez sıvı içinde çözünebilir ve sıvı formda bulunan atıklar için uygulanmıştır (Cohen, 1983), (Verrier, VD 1987). Daha sonra 80'li yılların başında iki fazlı sistem, katı sebze atıkları kullanılarak uygulanmaya başlamıştır. (Cohen, vd, 1983), (Cohen, 1983), (Verrier, VD 1987), (Viturtia, VD.1989). Diğer yapılan çalışmalarla iki fazlı sistemlerin tek fazlı sistemlere nazaran üç tane önemli avantajı oldu görülmüştür. Bunlar; daha kısa bekleme süreleri, daha yüksek verimlerde yapılan gaz üretimi ve daha yüksek yoğunluklarda metan gazı elde edilebilmesidir. (Brummeler, vd, 1992), (Ghosh, 1995), (Bae, 1998) İki fazlı ıslak sistemlerde, biyolojik olarak parçalanabilen tüm organik malzeme, sıvı faz içerisinde homojenize olmuş durumdadır. Bu tip bir sistem kullanılarak yapılan bir çalışmada; organik atık, meyve-sebze atıkları ve reaktör tipi, birleştirilmiş sıralamalı oksijensiz kesikli reaktör kullanılmıştır. Bu çalışma sonucunda, 10,1 g KOİ/(lt.gün) [Kimyasal oksijen ihtiyacı] yükleme oranında, 320 ml/g KOİ miktarı sağlanmış ve KOİ nin de %96'sının indirgendiği gözlemlenmiştir. Başka bir deneyde ise, asidojenik evre için sürekli karıştırılan tank reaktör ve metanojenik evre için eğimli borulu sindirici kullanılmıştır. İşlem sıcaklığı 30°C, organik yükleme miktarı 5,7 g/(lt.gün) değerinde iken %40 oranında kararsız parçalanabilir katı sindirimi gözlenmiş ve 370ml/g UOM [Uçucu organik madde]veriminde üretim yapılmıştır. Farklı bir kombinasyonda olan iki fazlı bir sistemde ilk evrede sürekli karıştırılan bir reaktör ve ikici evre için oksijensiz filtreleme reaktörü kullanılmıştır. Ve bu sistemde önışleme tabi tutulmuş sebze atıkları kullanıldığında, 6 g UOM /(lt.gün) değerinde bir yükleme oranında üretim yapılabildiği gözlemlenmiştir (Verrier, vd. 1987). Viturtia tarafından 1989'da kurulan sistem hariç, meyve ve sebze atığı kullanılan bu tip iki fazlı ıslak sistemlerin hepsinde sürekli besleme yöntemi uygulanmıştır.

AR-GE AMAÇLI İKİ FAZLI SİSTEM TASARIMI

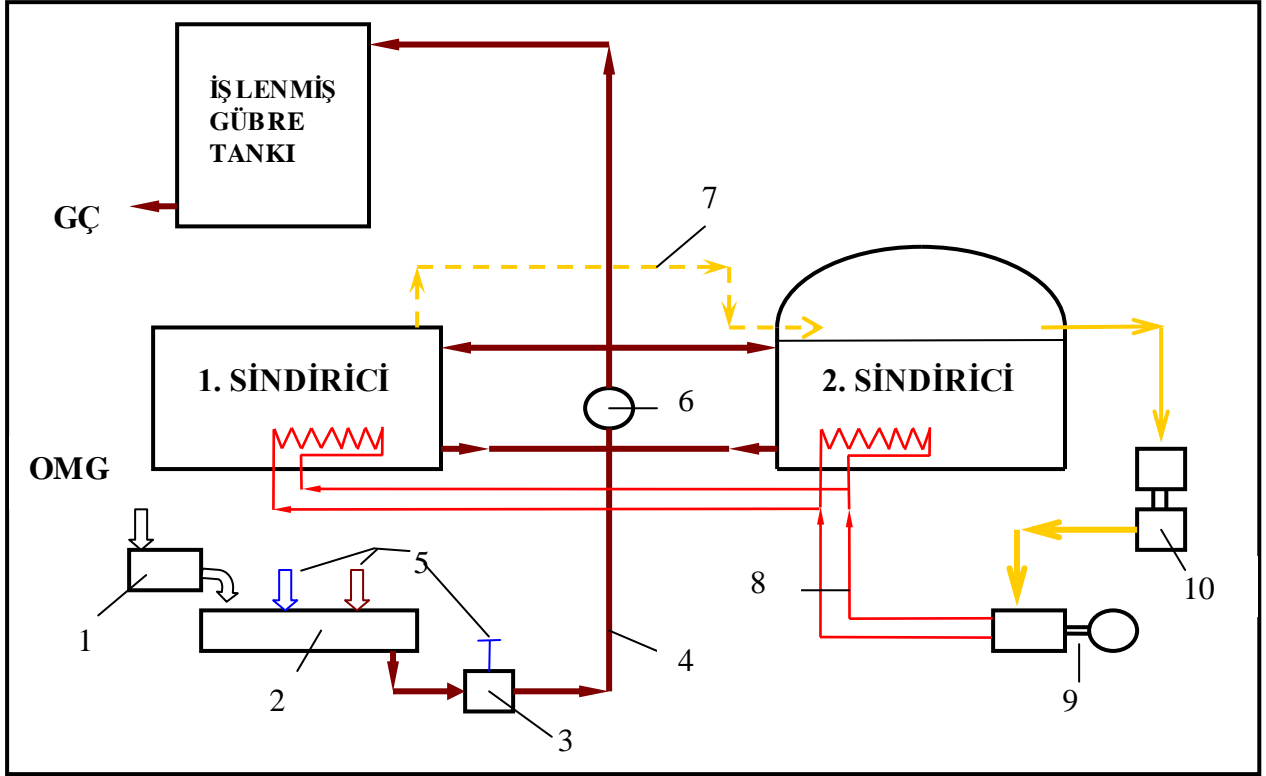
Biyogaz sistemleri ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde gerçek uygulamalarda kontrol sisteminin zorluğu, faz ayırım işleminin tam olarak ayrışma zamanının belirlenmesi, ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması gibi sebepler göz önüne alınarak iki fazlı gerçek sistem tasarımı üzerine yoğunlaşmış, literatür incelemesi ve ön denemeler yapılarak faz ayırım süreci ve reaktör hacimleri belirlenmiştir. Özellikle yağ asitlerinin hızlı oluşumuna karşılık metan oluşum sürecinin

çok yavaş oluşu dikkate alınarak yapılan hesaplamalarda 1. faz (yağ asiti oluşumu) için 1.2 m³ lük, 2. faz (metan oluşumu) için 3.8 m³ lük sindirici hacimleri belirlenmiştir. Toplam olarak sistem hacmi maksimum 5 m³ olup gerektiğinde 1. veya 2. sindirici belirtilen hacimlerin altında çalıştırılarak her iki sindiricinin en optimum çalışma hacimleri yapılacak denemeler sonucunda belirlenecektir. Tasarlanan Biyogaz üretim Ar-Ge tesisinin bileşenleri ana başlık altında şöyle özetlenebilir;

- Depolama ünitesi
- Hammadde hazırlama ünitesi
- Taş-kum metal tutucu filtre ünitesi
- Transfer pompası-tesisat ve armatürler
- Sindirme üniteleri
 - a)Asit reaktörü
 - b)Metan reaktörü
- Ölçme ve kontrol sistemleri
- Organik gübre depolama ünitesi
- Sıcak su sirkülasyon sistemi
- Basıncılı hava üretim-dağılım sistemi
- Gaz toplama-filtrasyon sistemi
- Motor Jeneratör ünitesi
- Su dağıtım sistemi

SİSTEMİN ÇALIŞMASI

Kıyıcıda kıyılan organik maddeler Hammadde hazırlama ünitesi (karıştırıcı) içine konulmakta ve bu aşamadan sonra sistem otomatik çalışmaya başlamaktadır. Karıştırıcıya alınmadan önce belirlenen atığın özelliğine göre ön hesaplamalar yapıp, ihtiyaca göre belirli oranda alınan temiz veya atık su ile organik madde belirli süre karıştırılmaktadır. İlgili vanalar açılarak sistemin pompası çalışıp hazırlanmış karışım 1. sindiriciye gönderilmektedir. Burada asitleşme fazını tamamlayan organik madde yine ilgili vanalar ve pompa yardımıyla 2. sindiriciye gönderilir. Belirli bir zaman sonra gazı alınmış ve çürümüş ürün gübre tankına pompalanır. Bu işlemler sırasında hem 1. sindiricide hemde 2. sindiricide biyogaz üretimi oluşmaktadır. 2. Sindiriciden çıkan gazın içinde bulunan H₂S ve su buharı filtrede tutularak temizlenir ve Gaz motoruna gönderilerek motoru ve jeneratörün çalışması sağlanır. Böylece biyogazdan elektrik üretimi gerçekleşmiş olur. Su soğutmalı gaz motorunun soğutma suyu ile sindiricilerin sıcaklığı 37 °C de sabit tutulmuştur. Şekil 1 de görülen kahverengi renkli çizgiler hammaddenin dolaştığı boru hattını, kırmızı renkli hatlar sistemin ısıtma borularını, Sarı renkli hatlar biyogaz hattını, açık mavi renkli çizgiler ise su besleme hattını göstermektedir. Şekil 2' de İzaydaş da kurulu ve halen denemeleri devam etmekte olan biyogaz tesisinin genel bir görünüşü verilmiştir.



Şekil 1. Ar-Ge amaçlı biyogaz tesisin şematik gösterimi (OMG: Organik madde girişi, GÇ: Gübre çıkışı, 1:Parçalayıcı, 2:Karıştırıcı, 3:Taş tutucu filtre, 4:Sirkülasyon boru hattı, 5:Temiz ve Atık su girişi, 6:Sirkülasyon pompası, 7:Gaz hattı, 8:Isıtma sistemi, 9:Gaz motoru jeneratör grubu, 10:Gaz filtrasyon ünitesi)



Şekil 2. İki fazlı Ar-Ge amaçlı biyogaz üretim tesisi genel görünüşü

İKİ FAZLI BİYOGAZ TESİSİNDE YAPILMASI DÜŞÜNÜLEN DENEMELER

İki fazlı biyogaz sistemi muhtelif organik atık türleri ile Biyogaz-enerji üretimi, Atık suların Arıtılması ve Organik gübre eldesi doğrultusunda programlar oluşturularak deneme çalışmaları yapılması amacı ile tasarlanmıştır. Laboratuvar ölçekli denemeler yerine gerçek ölçekli ve reel koşullarda çalışan tesis ile denemelerin yapılması yaklaşımı doğrultusunda araştırma-tasarlama-imalat-montaj ve yazılım süreçleri iç içe olarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla aşağıda kısa başlıkları verilen araştırma geliştirme çalışmaları yapılacaktır.

1-Evsel organik atık-deponi çöp suyu bileşimi denemeleri yapılırken, Evsel organik atıklarının değerlendirilmesi çöp suyunun bertarafı ile ilgili data ve teknoloji altyapısının oluşturulması amaçlanmıştır.

2-Çim - Hal ve Pazar atığı - İşkembe İçi - Büyükbaş Gübresi - Tavuk Gübresi karışımından oluşacak organik atıklardan biyogaz üretme 1007 KAMAK projesi dahilinde, Akdeniz Üniversitesi, Ege Üniversitesi, Kocaeli Üniversitesi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Ege Üniversitesi TÜBİTAK ve Kocaeli Büyükşehir Belediyesi ortaklığı ile kurulmakta olan 250 kVA lık Biyogaz Üretim tesisi için veri oluşturulacaktır.

3-Tarım atıkları ve tavuk gübresi denemeleri yapılarak çevreye zarar veren tavuk gübresinin bertarafı, yapılırken tarım atıklarının değerlendirilmesi sağlanacak araştırmalar yapılacaktır.

4-Tarım atıkları (Fındık Fıstık kabukları, Çotanak, Mısır vs.) ve Büyükbaş hayvan gübresi karışım menüleri oluşturularak Türkiye’de tarım ve hayvancılık ile uğraşan her kesime biyogaz tesisi kurulması, gerekli eğitimlerin verilmesi, personel yetiştirilmesi amaçlanmaktadır.

SONUÇ

İki fazlı çalışan biyogaz sistemi Kocaeli Üniversitesi ile İzaydaş arasında yapılan protokol gereğince sistem tasarımı ve imalatı yapılarak, Kocaeli Büyükşehir Belediyesine bağlı İzaydaş sınırları içinde tamamen yerli bilgi-kaynak ve imkanlarla, otomatik çalışan biyogaz üretim tesisi kurulmuştur. Mevcut sistem Ar-Ge amaçlı tasarlandığı için bu tesiste her türlü tarım artıkları (Çotanak, fındık fıstık kabuğu, mısır, şeker pancarı atıkları, çim ot vs atıklar) ve evsel organik atıkların denemeleri yapılarak, ilgili biyogaz tesislerini işletmek için gerekli bilgiler sağlanacak ve bu alanda ulusal bazda yapılmış ilk tesis olacaktır.

KAYNAKLAR

Bae, J.H., Cho, K.W., Lee, S.J., Bum, B.S. and Yoon, B.H. 1998. Effects of leachate recycle and anaerobic digestion sludge recycle on the methane production from solid waste.

Brummeler, E.T., Aarnink, M.J. and Koster, I.W. 1992. Dry anaerobic digestion of solid organic waste in a biocell reactor at a pilot-plant scale. *Water Sci. Tech.* 25(7):301-10.

Bouallagui, H., Touhami, Y. Cheikh, R. and Hamdi, M. 2004. Bioreactor performance in anaerobic digestion of fruit and vegetable waste. *Process Biochemistry* 40:989-995.

Cohen, A.1983. Two-phase digestion of liquid and solid wastes. In: *Proceedings 3rd International Symposium on Anaerobic Digestion, Boston (USA)*. 1983, 3rd A.D. Secretariat (Eds):123-38.

Cohen, A., Knevoets, W.A. and Zeetemeyer, R.J. 1983. Fast anaerobic digestion of solid vegetable wastes on semi-technical scale. In: *Proceeding of European Symposium Anaerobic Waste Water Treatment, Noordwijkerhout, Netherlands*. Van den Brink, W.J.(E.d.), AWWT Symposium Secretariat, The Hague, 1983:171.

Ghosh, S. 1995. Role of anaerobic digestion in alleviating environmental problems in the United State. *J of Hydra, Coast and Environ. Eng.* 52(18): 239-48.

Guangqing Liu, Ruihong Zhang, Xiujin Li and Renjie Dong. "Research Progress in Anaerobic Digestion of High Moisture Organic Solid Waste Research Progress in Anaerobic Digestion of High Moisture Organic Solid Waste". *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Invited Overview No.13. Vol. IX. November, 2007.*

Raynal, J., Delgenès, J. P. and Moletta, R. 1998. Two-phase anaerobic digestion of solid wastes by a multiple liquefaction reactors process. *Bioresource Technology* 65(1-2):97-103.

Verrier, D., Roy, F. and Albagnac, G. 1987. Two-phase methanization of solid vegetable wastes. *Biological Wastes* 22: 163-77.

Viturtia, A. and Alvarez, J. 1989. Two-phase anaerobic digestion of a mixture of fruit and vegetable wastes. *Biological wastes* 29, 189-99.