

# ATIKSU ARITIM YÖNTEMLERİ VE BİYOGAZ ÜRETİMİ

Gürdal KANAT

Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü

## 1. GİRİŞ : Mühendislikteki Çevre Anlayışının Yeni Boyutu (Tesisçi Kontrol)

Günümüzde hızlı sanayileşmenin bir sonucu olarak çevre kirlenmesi de büyümektedir. Atık miktarları toplumların refah seviyesine ve şehirlerde yoğunlaşmasına bağlı olarak hızla artmaktadır. Bilhassa sanayilerin yoğun olarak bulunduğu bölgelerde doğanın kendi kendini yenileyebilme kapasitesi aşıldığında yoğun bir kirlilik ortaya çıkmaktadır. Bu yoğun kirlilik neticesinde mevcut ekolojik denge de hızla bozulmaktadır. İnsan, çevresiyle beraber ekolojik döngünün bir parçası olduğundan, son yıllarda dengesini bozduğu ekolojik çevrimin korunması için emek ve para sarfetmek zorunda kalmıştır. Bu nedenle uygun bir çevre korunması temin edebilmek için mühendisler tarafından minimum tüketim ve maksimum geri kazanma metodları üzerinde çalışılmaktadır.

Çevre kirlenmesi daha çok sanayileşmekte olan ülkelerin problemidir. Çünkü, sanayisi olmayan ülkelerde sadece tabiatın kendi kendine arıtılabildiği evsel atıklar mevcut iken teknolojik olarak gelişmiş ülkelerde ise atıklar en uygun teknolojiler kullanılarak kaynağında yani tesis içinde en aza indirilmekte veya arıtıldıktan sonra yetkili birimler tarafından dikkatli bir şekilde kontrol edilerek koruma altına alınmakta veya bertaraf edilmektedir. Sanayileşmekte olan ülkeler ise, daha çok kazanç ve daha çok tüketim isteğiyle hem eski teknolojileri kullanmakta hem de sanayileşmiş ülkelerin pahalı iş gücü gerektiriyor diye kapattığı fabrikaları kendi toprakları içine taşımaktadır. Ülkemizde bir övünç kaynağı olarak andığımız tekstil ve otomotiv endüstrilerinin çevresel etkileri gözönüne alınmadan plansız ve kontrolsüz olarak belirli merkezlerde toplanması buna bir örnektir.

## 2. ATIKLARIN ARITIMI

Atıklar başlıca sıvı, katı ve gaz atıklar olarak sınıflandırılmaktadır. Bu inceleme yazısında daha çok sıvı atıklar yani atıksuların arıtımı üzerinde durulmaktadır.

Mevcut atık ve atıksu uzaklaştırma ve arıtma problemleri fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtım yöntemleriyle bazen küçük bazen de büyük yatırımlar yapılarak zamanla çözüme ulaştırılabilmemesine rağmen sonuç olarak daima arıtılması çok güç konsantre arıtma çamurları ve katı atıklar kalmaktadır. Bu nedenle mali kaynakları zayıf olan ülkelerde basit, pahalı olmayan, geri kazanma ve yeniden kullanma metodlarıyla bağlantılı uygun arıtma tekniklerinin kullanılması ve bu tesislerden çıkacak artıkların ihmal edilmeden takip edilmesi gerekmektedir.

Bir çok atık türünün arıtılmasında kullanılan yöntemlerden birisi biyolojik arıttır. Doğada kendiliğinden var olan bu arıtım yöntemi teknolojik imkanlar kullanılarak çok miktarda atığın hızlı ve kontrollü olarak arıtılmasını temin

etmektedir. Biyolojik arıtım aerobik ve anaerobik arıtım olmak üzere başlıca iki gruba ayrılmaktadır.

Yazımızın esas konusu olan anaerobik atıksu arıtımı bazı özellikleri dolayısıyla son yıllarda gerek mühendisler gerekse de sanayiciler tarafından tercih edilmeye başlanmış ve üzerinde çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bilhassa konsantre sanayi atıksularının arıtımı maksadıyla çok sayıda anaerobik arıtma tesisi kurulmuştur. Ülkemizde ise son yıllarda yurtdışı firmalardan lisans almak suretiyle inşa edilmiş sınırlı sayıda anaerobik tesis mevcuttur. Aşağıda daha detaylı olarak açıklandığı gibi anaerobik arıtma birçok atıksu çeşidi için uygulanabilmesi, enerji gerektirmemesi, hatta fazladan enerji üretebilmesi ve düşük teknoloji ve maliyetlerle inşa edilebilmesi gibi üstünlüklere sahiptir.

İzleyen bölümlerde biyolojik atıksu arıtım yöntemleri kısaca açıklanarak anaerobik arıtım ve biyogaz elde edilmesi hakkında detaylı bilgi verilmektedir.

### 2.1. Stabilizasyon Havuzları ve Havalandırmalı Lagünler

Atıksudaki organik maddelerin, hücre faaliyetleri sonucunda alg ve bakteri bünyesine dönüştürüldüğü stabilizasyon havuzları inşaatı kolay, enerji ve kalifiye eleman ihtiyacı bulunmayan tesislerdir. En basit arıtma tesisi olan stabilizasyon havuzları geniş alana ihtiyaç gösterdiğinden kırsal kesimde tercih edilmektedir. İnşa sırasında kazılan toprak kenarda sedde yapılır, zeminin durumuna bağlı olarak gerektiğinde taban sızdırmazlık sağlamak üzere kille kaplanabilir ve atıksu doğrudan havuzlara verilir.

Havalandırmalı lagünde basit bir ızgaradan sonra biyolojik kademe yer alır. Çöktürme havuzu yoktur. Çamur dipte birikerek 1-2 yılda bir temizlenir. Organik madde giderme verimleri % 70-80 arasında değişmektedir. Hidrolik bekletme süresi,  $t=5-30$  gün; havuzdaki askıda katı madde konsantrasyonu 50-150 kg/m<sup>3</sup>; lagün derinliği 1.0-2.0 m. olarak tasarlanmaktadır. Organik yükleme oranı Türkiye şartları için 50-150 kg BOİ/ha.gün olabilmektedir. Sıcaklık, reaksiyonların oluşumunda oldukça etkili olduğundan sıcaklık yükseldikçe arıtma miktarı da yükselir. Uygun bir arıtma temini için sıcaklık 50C'den küçük olmamalıdır. Havuzlardaki oksijen ihtiyacı 1.0-1.5 kg O<sub>2</sub>/kg arıtılan BOİ<sub>5</sub> arasında değişirken 5-20 W/m<sup>2</sup> enerji gerekli olmaktadır. Havalandırma havuzlarının inşaatı basittir, atıksudaki değişimlere uyum sağlayabilir, fazla çamur oluşmaz ve değişen çevre şartlarına karşı hassasiyet göstermez. Mahzur teşkil eden yönleri ise, koku problemi oluşması, yeraltı suyunun kirlenmesi ve amonyak azotunun giderilememesidir.

### 2.2. Aerobik Arıtma (Aktif Çamur Tesisleri)

Bu proseste flok halindeki bakteriyel kültür, karıştırılan ve havalandırılan bir havuzda atıksu ile beslenerek organik maddeler CO<sub>2</sub> ve suya dönüştürülür. Verimli bir arıtma temini için BOİ<sub>5</sub>/N/P=100/5/1 oranı sağlanmalıdır. Atıksular, mikroorganizmaların çoğalması için gerekli temel besin maddelerinden olan azot ve fosfor yönünden fakir ise bu maddeler aktif çamur havuzuna dışarıdan eklenmek zorundadır. Tipik bir aktif çamur arıtımında, 0.2-0.4 kgBOİ/kg

biyokütle organik yüklemelerinde, 4-8 saatlik havalandırma süresinde %90 kadar verim elde edilebilmektedir. Organik yükü fazla olan atıksular için doğrudan aktif çamur prosesi kullanmak aşırı enerji ihtiyacından dolayı mümkün olmamaktadır. Bu durumda, aktif çamur prosesi anaerobik arıtmadan sonra ikinci kademe arıtma olarak kullanılmaktadır.

### 2.3. Anaerobik Arıtım

Anaerobik atıksu arıtımı, organik maddelerin oksijensiz ortamda metan (CH<sub>4</sub>), CO<sub>2</sub> ve amonyak gibi inorganik maddelere dönüştürüldüğü bir işlemdir. Biyolojik olarak ayrışabilen organik maddelerin anaerobik olarak parçalanması farklı bakteri grupları tarafından gerçekleştirilen bir arıtım yöntemidir.

Anaerobik atıksu arıtımı bir kısım avantajları nedeniyle son yıllarda önem kazanmış ve üzerinde çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bilhassa, konsantre sanayi atıksularının arıtımı maksadıyla çok sayıda anaerobik arıtma tesisi kurulmuştur. Ülkemizde ise son yıllarda yurtdışı firmalardan lisans almak suretiyle inşa edilmiş sınırlı sayıda anaerobik tesis mevcuttur.

#### 2.3.1. Anaerobik Arıtmanın Bazı Üstünlükleri

Anaerobik arıtmanın mühendisler ve uygulayıcı sanayiciler açısından başlıca faydaları şöyle sıralanabilir :

- Yüksek konsantrasyonlu atıksu (KOİ>1500 mg/L) arıtımında anaerobik arıtma, aerobik arıtmaya göre daha ucuzdur.
- Enerjinin tüketimi yerine üretimi söz konusudur. Özellikle yüksek konsantrasyonlu atıksu arıtımında tesis kendi ihtiyacını rahatlıkla karşılamakta hatta fazla enerji üretebilmektedir. Bu durum ayrıca, atıksu arıtmanın çok pahalı olduğunu ve enerji gerektirdiğini düşünen sanayici için dikkat çekici bir husus olmaktadır. Bazı yakıt kaynakları ile biyogazın karşılaştırılması Tablo 1'de verilmektedir.
- Anaerobik arıtma tesisi aerobik tesislere göre daha az yer kaplamaktadır. Özellikle yeni geliştirilen yüksek hızlı arıtma sistemleri için bunu söylemek daha kolay olacaktır.
- Alet ve teçhizat donanımı açısından da anaerobik arıtma nispeten düşük maliyetli teknolojidir.
- Dönemlik yada mevsimlik çalışan sanayiler için anaerobik arıtma özel bir ilgi görmektedir. 15oC'nin altındaki sıcaklıklarda anaerobik çamur, besleme yapılmaksızın biyolojik aktivitesini ve çökeltme özelliğini kaybetmeden uzun bir süre saklanabilmektedir.
- Anaerobik arıtma sistemleri çok küçük boyutlarda olduğu gibi çok büyük boyutlarda da inşa edilebilir.

- Anaerobik arıtma daha az nütrient ihtiyacı gerektirir ve daha az çamur oluşumu meydana gelir. Ayrıca, çıkış suyu kısmen patojenlerden arındırılır.

**Tablo 1. Bazı yakıt türlerinin biyogaz ile karşılaştırılması.**

Yakıt Türü	Birim Enerji Değeri (MJ)	Yanma Verimi (%)	Kullanılabilir Enerji (MJ)	Biyogaz Enerji Eşdeğeri
Biyogaz m <sup>3</sup>	20	60	11.8	1 m <sup>3</sup>
Elektrik kwh	3.6	70	2.5	4.7 kwh
Gazyağı L.	38	50	19	0.62 L.
Bütan kg	46	60	27.3	0.43 kg.

### 2.3.2. Anaerobik Arıtımın Kullanıldığı Atıksu Türleri

Anaerobik arıtım, geçmiş yıllarda birçok organik bazlı atıksuyun arıtılmasında kullanılmıştır. Ayrıca, son yıllarda daha seyreltik atıksuların hatta kanalizasyon sularının anaerobik arıtımının geliştirilmesine çalışılmaktadır.

Literatürde mevcut olan anaerobik arıtımın başarıyla uygulandığı atıksu çeşitleri şunlardır :

Süt endüstrisi Yiyecek endüstrisi Alkol distilasyonu Soya fasulyesi Bira fabrikası Kabuklu deniz ürünleri Şişeleme Pancar işleme Meşrubat sanayi Pektin Malt sanayi Mayalanmış süt ürünleri Hayvan gübresi Salça sanayi Melas Patases atıksuları Melas distilasyonu Sebze-meyve atıkları Sebze ronservesi Mısır nişastası Kraft kağıt Buğday nişastası Sülfütlü kağıt hamuru Hurma yağı Karışık kimyasal atıklar Zeytin yağı Fenolik atıklar Ekmek sanayi atıksuları Petrokimyasal atıklar İlaç sanayi Tekstil Konserve

Anaerobik arıtım konusunda mevcut bilgilerle ekonomik bazda bir inceleme yapılırsa, 1-2 gKOİ/L konsantrasyonuna kadar seyreltik suların anaerobik arıtımı başarı ile uygulanabilmektedir. Anaerobik arıtımın bir ön arıtım olarak kullanıldığı durumlarda da teknik ve ekonomik birçok faydası olmaktadır.

Her arıtma türünde olduğu gibi anaerobik atıksu arıtımının da bazı mahzurları olmasına rağmen teknoloji ve kimya, mikrobiyoloji gibi bilim dallarındaki ilerlemelerle anaerobik arıtmanın dezavantajları oldukça azalmıştır. Anaerobik arıtma çoğunlukla atıksu, çamur veya katı atıklardan kaynaklanan organik kirlenmeleri gidermek için kullanılır. Aerobik yada diğer çeşit arıtımların uygulandığı proseslerde anaerobik arıtma en azından bir ön arıtım olarak uygulanmaktadır. Başlıca mahzurları sıralanırsa :

- Anaerobik arıtmanın en önemli mahzuru, diğer biyolojik arıtım yöntemlerine benzer şekilde metanojenik mikroorganizmaların birçok kimyasal bileşiğe,

Özellikle xenobiyotiklere karşı hassas olmasıdır. Fakat son yıllarda yapılan çalışmalarla bu konuya da açıklık getirilmektedir.

- Reaktörlerin, özellikle ilk kez devreye alınmasında gereken srenin uzunluğu anaerobik arıtmanın diğer bir önemli mahzurudur. Ancak, fazla anaerobik çamur uzun sreler bozulmadan korunabildiği ve farklı tür atıksularda kullanılabildiği için yakın bir gelecekte bu soruna kısmi çözüm bulunabilecektir.
- Anaerobik arıtmada hidrojen sülfür olarak kötü bir kokuya neden olabilir. Fakat araştırmalar bu sorunun basit yöntemlerle çözülebileceğini göstermiştir.

### 2.3.3. Bazı Maliyet Rakamları

Ülkemizde bazı anaerobik arıtım tesisleri kurulmuş olmasına rağmen bunların maliyeti ile ilgili rakamlar yayınlanmış değildir. Bu nedenle anaerobik arıtım maliyetine ait yurtdışı rakamlar verilecektir. Bazı sanayi atıksularının anaerobik yöntemle arıtılması neticesinde elde edilen veriler Tablo 2’de görülmektedir.

*(hazırlandıktan sonra konulacaktır)*

Sonuç olarak, ülkemizde yeterli alt yapısı mevcut olmadığından yeterince uygulama alanı bulamamış olan, biyogaz üretimi gibi bir avantaj sağlayan anaerobik arıtmadan daha verimli bir şekilde faydalanabilmek için sanayicilerin de içinde bulunduğu ilgili birimler tarafından bir plan dahilinde işbirliği yapılarak, gerek yurt içi çalışmalarla gerekse de yurt dışındaki teknolojiden mhendislerimizi yararlandırarak teknolojik alt yapımızı geliştirmemiz gerektiği söylenebilir.