**4.3.** **Aktif Çamur Prosesi**

Aktif çamur prosesi İngiltere’de 1914’de Arden ve Lockett tarafından geliştirilmiştir. Bu orijinal prosesin birçok çeşitleri geliştirilerek kullanılmaktadır.

Bütün havalı (aerobik) atıksu arıtma proseslerinde atıklar a) sentez ve b) oksidasyon yolu ile yok olurlar. Diğer bir deyimle organik maddelerin bir kısmı yeni hücrelere dönüşürken (**sentez**) geri kalan kısmı gerekli enerjiyi üretmek için oksidasyona tabi tutulurlar. Organik maddeler yok olmaya başlayınca biyolojik hücrelerin bir kısmı gerekli enerjiyi sağlamak amacıyla kendi kendini oksitler (**içsel solunum**).

**Havalı biyolojik oksidasyon reaksiyonları** genel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilebilmektedir:

• **a) Sentez**

bakteri

biyolojik yolla parçalanamayan çözünebilir maddeler

Organik madde + O2 + N + P Hücre +CO2 +H2O +

nütrientler

• **a) İçsel solunum**

bakteri

parçalanmayan hücresel kalıntılar

 Hücre + O2 CO2  + H2O + N + P +

Bu biyolojik parçalanma olayı tüm havalı biyolojik arıtma sistemlerinde yer almaktadır.

Aşağıda biyolojik reaksiyon 3 adımda gösterilmektedir:

**1. Adım:** Biyokütlenin üretimi ve organik maddenin oksidasyonu

8 (CH2O) + NH3 + 3 O2 C5H7NO2 + 3 O2 + 6 H2O + Enerji

**2. Adım:** Biyokütlenin solunumu

C5H7NO2 + 5 O2 5CO2 + NH3 + 2 H2O + Enerji

**3. Adım:** Nitrifikasyon

 NH3 + 2 O2 HNO3 + H2O + Enerji

Aktif çamur sistemine hava mekanik bir sistemle veya difüzyon ile gönderilir. Durultucudan (çöktürme tankı) çıkan suda mikroorganizma topluluğu bulunmamalıdır. Bu su klorlanarak kullanıma verilebilir.

Arıtma başlamadan biyoreaktöre “aşı” olarak “aktif çamur” koymak gerekir.

Havalı biyolojik artıma yöntemleri genellikle iki büyük sınıfa ayrılabilirler:

• Arıtmayı yapan bakterilerin askıda bulunduğu sistemlerdir. Buna örnek olarak aktif çamur sistemi gösterilebilir.

• Arıtmayı yapan bakterilerin sabit bir yüzey üzerine tutunarak büyüdüğü sistemler. Bunların başlıca örnekleri damlatmalı filtreler ve dönen biyodisklerdir.

**4.3.1. Proses Analizi: Tam Karışmalı Geri Döngülü Reaktör:**

******

Şekil 5.5. Tam karışmalı ve geri döngülü aktif çamur sistemi. (Çamur reaktör içinden atılmaktadır).

Tam karışmalı ve geri döngülü sistem Şekil 5.5 de gösterilmiştir. Reaktör girişinde mikroorganizma olmadığı varsayılmaktadır. Sistemin tamamlayıcı ünitesi çökeltme olup, mikroorganizmalar sistemden ayrılmakta ve tekrar sisteme geri döndürülmektedir. Burada katı ayrılma ünitesi de olduğu için, kinetik modeli geliştirmede iki ilave varsayım yapılır.

*1. varsayım:* Atık stabilizasyonu yalnızca reaktör içinde olur.

*2. varsayım:* Tüm sistem için, ortalama hücre kalma süresi (çamur yaşı) yalnızca reaktör hacmi kullanılarak hesaplanır.

Gerçekte burada çöktürme tankının, havalandırma tankındaki katı atık seviyesini belli aralıkta tutmada kullanılan bir hazne görevi gördüğü kabul edilir. Eğer sisteme saf oksijen gönderilirse, daha fazla hücre üreyeceğinden ikinci bir çökeltme tankına ihtiyaç vardır. Bu durumda sistemin modifiye edilmesi gerekir. Sistem için ortalama hidrolik kalma süresi, Өs aşağıdaki gibi ifade edilebilir;

 (5.48)

Burada,

*Vt*= reaktör ve çöktürme tankı hacmi toplamı

*Q* = atıksu giriş debisi

*Vr* = reaktör hacmi

*Vs* = çöktürme tankı hacmi

Reaktör için ortalama hidrolik kalma süresi, *Ө*,

 (5.49)

Sistem için çamur yaşı ya da ortalama hücre kalma süresi, *Өc*, reaktördeki hücre kütlesinin sistemden her gün reaktörden uzaklaştırılan hücre kütlesine oranı olarak tanımlanır;

 ( 5.50)

Qw = reaktörden atılan mikroorganizma içeren sıvı (fazla çamur ) debisi

Qe = çöktürme tankı çıkış suyu debisi

Xe = çöktürme tankı çıkış suyundaki mikroorganizma konsantrasyonu



Şekil 5.6. Tam karışımlı ve geri devirli aktif çamur sistemi. (Çamur, geri dönüşüm hattından atılmaktadır).

Fazla çamurun geri devir hattından atılması durumunda, *Өc,* çamur yaşı ya da ortalama hücre kalma süresi aşağıdaki gibi hesaplanır;

 (5.51)

*Xr* = geri devir hattındaki çamur derişimi

Qw’ = geri dönüş hattından atılan çamur debisi

Өc nin hesaplanmasında reaktördeki ve çöktürme tankındaki çamur kütlelerinin toplamı gözönüne alınır. Yukardaki denklemlere bakıldığında Өc nin teorik olarak Ө ve Өs den bağımsız olduğu görülür. Ancak bunun pratikte tam doğru olduğu söylenemez.

Tüm sistemde **mikroorganizma için kütle dengesi** aşağıdaki şekilde yazılabilir;

Birikim = Giren mikroorg. – Çıkan mikroorg. + Net büyüme

 ( 5.52)

 0 0

*rg’* daha önce bulunmuştu:

 (5.12)

(5.12) (5.52) de yerine konur ve yatışkın durumda (dX/dt = 0) girişteki hücre derişimi (X0) sıfır kabul edilerek denklem düzenlenirse;





 ( 5.53)

eşitliğin sol tarafı 1/*Өc* olduğundan, eşitlik aşağıdaki gibi tekrar yazılır;

 (5.54)

 (5.55)

(*So – S*) = kullanılan (giderilen) substrat derişimi, mg/l

*So* = giren atıksudaki substrat derişimi, mg/l

*S* = çıkan atıksuda substrat derişimi, mg/l

*Ө* = hidrolik kalma süresi, gün

5.54 ve 5.55 eşitlikleri birleştirilip mikroorganizma derişimi, *X*, aşağıdaki gibi belirlenir:









Tam karışmalı ve geri döngülü aktif çamur sisteminde (reaktör içindeki) mikroorganizma derişimi

 (5.56)

Benzer şekilde, **substrat dengesi**nden çıkış atık suyundaki substrat derişimi, S, bulunur:

 (5.57)

Bu eşitlik geri döngüsüz durumdaki ile aynıdır. Ayrıca, Ygöz aşağıdaki eşitlikle verilir;

 (5.58)