

# ATIKSU ARITMA YÖNTEMLERİ

## 1. ATIKSU ARITIMININ AMACI VE KAPSAMI

### a) Atıksu arıtımının amacı ve kapsamı

Atıksu arıtımı, çeşitli kullanımlar sonucu oluşan atıksuların deşarj edildikleri alıcı ortamın fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve ekolojik özelliklerini değiştirmeyecek hale getirmek için uygulanan fiziksel kimyasal ve biyolojik proseslerin birini ya da birkaçını kapsamaktadır. Atıksu içindeki kirleticilerin uzaklaştırılması amacı ile atıksu karakterine göre birincil, ikincil ve ileri arıtma yöntemleri kullanılır. Birincil arıtma, atıksudaki yüzen ve çökebilen katı maddelerin uzaklaştırılması işlemlerini kapsayan fiziksel arıtma ünitelerini içerir. İkincil arıtma organik, maddelerin gideriminde kullanılan biyolojik ve veya kimyasal arıtma ünitelerini içerir. İleri arıtma bu işlemlere ilaveten ikincil arıtmada giderilmeyen kirleticilerin uzaklaştırılmasında kullanılan prosesleri kapsar.

### b) Atıksu arıtma ile ilgili yönetmelikler

Su kirliliğini önlemek amaca ile günümüze kadar çeşitli yönetmelikler yürürlüğe girmiştir. Bunlar;

- 1380 Sayılı Su Ürünleri Kanunu,
- Umumi Hıfzısıhha Kanunu
- Gayrisihhi Müesseseler Kanunu
- 4 Eylül 1988 tarihli Resmi Gazete' de yayınlanarak yürürlüğe giren Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği.
- İSKİ Atıksuların Kanalizasyon Şebekesine Deşarj Yönetmeliği

### c) Atıksuda bulunan temel kirleticileri uzaklaştırmak için uygulanan arıtma prosesleri

<u>Kirletici</u>	<u>Arıtma Prosesi</u>
Askıda Katı Maddeler	<ul style="list-style-type: none"><li>• Çöktürme</li><li>• Yüzdürme</li><li>• Filtrasyon</li><li>• Koagüla-yon-Çöktürme</li><li>• Arazide Arıtma</li><li>• Fiziko-kimyasal sistemler</li></ul>
Biyolojik olarak parçalanabilir (ayrışabilir) organik maddeler	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aktif çamur varyasyonları</li><li>• Biyofilm prosesleri</li><li>• Stabilizasyon havuzları</li><li>• Lagünler</li><li>• Anaerobik arıtma</li><li>• Arazide arıtma</li></ul>
Patojenler (Zararlı)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Klorlama</li><li>• Ozon</li></ul>

Mikroorganizmalar)	• Ultraviyole
Azot	• Nitrifikasyon ve denitrifikasyon
	• İyon değiştirme
	• Kırılma noktası klorlaması
	• Olgunlaştırma havuzları
	• Arazide arıtma
Fosfor	• Metal tuzları ilavesi ile çöktürme
	• Kireç koagülasyonu-Çöktürme
	• Biyokimyasal olarak fosfor giderimi
	• Arazide arıtma
Ağır Metaller	• Kimyasal çöktürme
	• İyon değişimi
	• Arazide arıtma
Çözünmüş inorganik katılar	• İyon değiştirme
	• Ters ozmoz
Yağ ve Gres	• Yüzdürme
Çökelebilen katı maddeler	• Izgara
	• Kum tutucu

## II ATIK SU ARITMA YÖNTEMLERİ A) FİZİKSEL ARITMA YÖNTEMLERİ

Izgaralar:

Atıksu içindeki katı maddelerin pompa vb. tesisata zarar vermemesi için bu maddeleri sudan ayırmak, böylece diğer arıtma ünitelerine gelecek yükü hafifletmek amacı ile kullanılır. Kaba izgaralar yatay ile 30-60° ince izgaralar yatay ile 60-80° açı yapacak şekilde yerleştirilirler.

Çubuk aralığı, kaba izgaralarda 4 cm' den büyük, ince izgaralarda 1,5-3.0 cm arasında bulunur. Izgara-ya yaklaşan kanalda hız 0.5 m/sn den düşük olmamalı, izgara çubukları arasındaki hız 1.0 m/sn' yi aşmamalıdır. Izgaraların korozyona dayanıklı malzemeden yapılması gerekir. Temizleme yöntemlerine göre elle temizlenen veya mekanik olarak temizlenen izgaralar olarak iki gruba ayrılır. Mekanik izgaralar, düz veya dairesel tipte yapılabilir. Çalışma sistemleri manuel veya otomatik olarak devreye girip çıkma şeklindeydir. Elle temizlenen ve mekanik olarak temizlenen izgaralara ilişkin tipik dizayn bilgileri:

	Elle temizlenen	Mekanik olarak temizlenen
Çubuk genişliği, mm	5-15	5-15
Çubuk derinliği, mm	25-75	25-75
Çubuk açıklığı, mm	25-50	15-75
Yaklaşım hızı, m/sn	0.3-0.6	0.6-1.0
İzin verilebilir yük kaybı, mm	150	150

Örnek

Maksimum debisi 424 it/sn olan bir yerleşim yerinin izgara yapısının boyutlandırılması: a) Hız kontrolü bir orantılı akım savağı ile yapılmaktadır. 9.5x50 mm<sup>2</sup> boyutlu izgara çubukları kullanılacağı düşünülüyor. Çubukları arasındaki serbest mesafe 25 mm olan n=20 çubuklu izgara seçiliyor. Izgaranın konulduğu yerdeki kanal genişliği  $B=(n+1) \times 2.5 + n \times 0.95$

$$= 21 \times 2.5 + 20 \times 0.95 = 71.4 \text{ cm}$$

Serbest aıkkk ise  $b = 21 \times 2.5 = 52.5 \text{ cm}$  bulunur.

Izgara ubukları arasındaki su hızı  $0.60 \text{ m/sn}$

seçiliyor.

**Su yıksekligi**

$$d = \frac{0.424}{0.6 \times 0.524} = 143 \text{ m}^2$$

Izgaranın yatayla yaptigi açı  $\theta = 30^\circ$  ise çubukların suya dalmış uzunlukları

$$l = \frac{d}{\sin \theta} = \frac{0.35}{0.5} = 2.70$$

Izgaranın hemen önündeki kanalda hız

$$V = \frac{0.424}{1.35 \times 0.714} = 0.45 \text{ m/sn bulunur}$$

Bu kabul edilen minimum değere eşittir.

b) Hız kontrol tertibatı olmadığı durumda

Maksimum debide hız  $0.90 \text{ m/sn}$  kabul edilirse çubuklar arasındaki serbest alan

$$A_f = \frac{0.424}{0.9} = 0.472 \text{ m}^2$$

olarak faydalı kesit bulunmuş olur.

Izgaranın menba tarafındaki kanalın ıslak kesitinin bulunması.

Su derinliği  $d$  ise

$$A_t = \text{Toplam kesit alanı} = d((n+1) \times 2.5 + n \times 0.95)$$

$$A_f = \text{Faydalı kesit alanı} = d(n+1) \times 2.5$$

$$v = \text{faydalı kesit oranı} = \frac{A_f}{A_t} = \frac{d(n+1) \times 2.5}{d((n+1) \times 2.5 + n \times 0.95)}$$

$$\eta = \frac{A_f}{(n+1) \times 2.5 + n \times 0.95}$$

$$\eta = 0.723 \text{ olarak bulunur.}$$

$$\text{Buradan, } At = \frac{0.472}{0.723} = 0.654 \text{ m}^2$$

$$\text{Kanal genişliği } B = 71.4 \text{ cm alınrsa mamsimum}$$

$$\text{akımda}$$

$$\text{su derinliği } d = \frac{0.654}{0.714} = 0.915 \text{ m}$$

$$\text{Izgaranın önünde}$$

$$\text{önünde } Q = 0.424$$

$$\text{su hızı } V = \frac{Q}{At} = \frac{0.424}{0.654} = 0.649 \text{ m/sn} \geq 0.45 \text{ m/sn}$$

$$\text{bulunur.}$$

$$\text{Çubuklar arasındaki hız } v = 0.9 \text{ m/sn olduğuna göre}$$

$$\text{yük kaybı } h = \frac{u^2 - v^2}{2g} \times 0.7 = \frac{0.9^2 - 0.649^2}{2 \times 9.81 \times 0.7} = 0.0283 \text{ m}$$

$$\text{bulunur.}$$

### Elekler:

Atıksu içindeki katı parçaların tutulması suretiyle arıtma tesisindeki pompa v.b.mekanik teçhizatı korumak ve arıtma tesisinin yükünü azaltmak amacıyla kullanılır. Sabit veya döner tipte yapılabilirler. Sabit eleğin çalışması sırasında tutulan katı tanecikler, yüzeyden akan suyun itkisinden ve ağırlık kuvvetlerinden yararlanılarak elek yüzeyinin alt ucundan çöp oluşuna dökülür. Bu nedenle sabit elekte hareket eden parçalar ve enerji gereksinmesi yoktur. Döner elekler ise tambur biçimde düzenlenir ve motor- re-düktör grubu tarafından döndürülür. Elek aralığına göre;

- Kaba elekler 5-15 mm
- İnce elekler 0.25-5 mm
- Mikroelekler 0.020-0.035 mm olarak elekler üç kısma ayrılırlar.

### Kum Tutucular:

Atık suda bulunan kum, çakıl gibi kolayca çökebilen maddeler pompaların aşınmasına, kanallar, borular ve çökeltme havuzlarında tıkanmalara neden olacağından, tesis girişinde kum tutucular vasıtasıyla sudan uzaklaştırılırlar. Kum tutucular istenen büyüklükte katı maddeleri tutmalı ve arzu edilmediği halde tabana çökelen daha küçük taneli maddeler ise su ile birlikte sürüklenerek tekrar süspansiyona karışmalıdır. Bu nedenle kum tutucu

- Yeterli bir yüzey alanına sahip olmalı
- Yeterli bir hızı (0.3 m/sn) daima muhafaza edilmelidir.

Kum tutucu enkesiti bütün uzunluğu boyunca üniform yapılı ve bütün debilerde yatay hız sabit kalmak üzere bu enkesite özel şekil verilir. Bu amaçla kum tutucunun sonunda orantılı akım savağı veya Venturi kanalı gibi bir kontrol tertibatı oluşturulmalıdır.

Kum tutucular aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir :

- Dikdörtgen planlı yatay akışlı kum tutucular.
- Dairesel planlı kum tutucular.
- Düşey akımlı kum tutucular
- Havalandırılmalı kum tutucular.

**Havalandırılmalı kum tutucuların tipik dizayn değerleri**

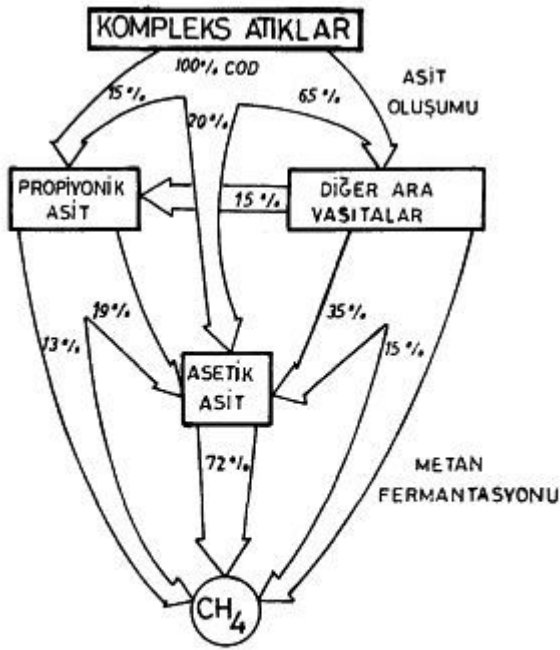
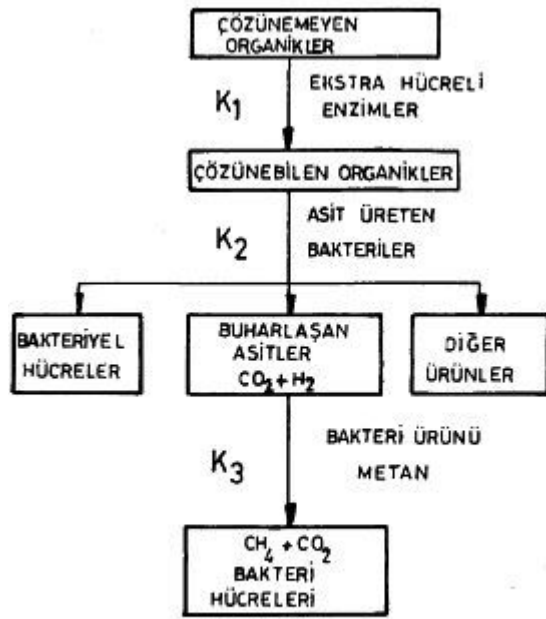
<b>Boyutlar</b>	<b>Aralık Değer</b>	<b>Tipik Değer</b>
Derinlik, m	2-5	
Uzunluk, m	7.5-20	
Genişlik	2.5-7.0	
Genişlik derinlik oranı	1:1-5:1	2:1
Pik debide bekletme süresi dak.	2-5	3
Hava miktarı m <sup>3</sup> /dk.m uzunluk	0.15-0.45	0.3

**Kum ve çamur miktarı:**

Kum, m <sup>3</sup> /10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	0.004-0.200	0.015
---	-------------	-------

Küçük tesislerde kum tutucu el arabaları ve küreklerle temizlenir. Hareketli bir köprü taşıma işini kolaylaştırır. Bu takdirde kum tutucunun en az 2 gözden meydana gelmesi gerekir. Kumun kuru halde elde edilmesi için, kum tutucu tabanı drenlerle teçhiz edilebilir.

Büyük tesislerde ise kumlar sürekli olarak tahliye edilirler. Bu taktirde kum tutucuyu işletmeden çıkartmak gerekmez ve yedek göz gerekmez. İşletme sırasında kumlar mekanik olarak veya basınçlı hava ile çalışan pompalar veya çöktürme havuzlarınının çamur tahliye tertibatlarına benzeyen sonsuz band şeklinde mekanizmalarla otomatik olarak tahliye edilirler.



Şekil 1

4) Kum miktarının hesaplanması

Kabul değeri:  $50 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / 10^3 \text{ m} (50 \times 10^{-3} / 10^3)$

Kum hacmi

$$= [ (1.38 \text{ m}^3 / \text{sn}) \times 86.400 \text{ sn/gün} \times 50 \times 10^{-6} \text{ m}^3 / \text{m}^3 ]$$

$$= 5.96 \text{ m}^3 / \text{gün}$$

## Dengeleme

Atıksu arıtma tesislerinde debi salınımlarını kontrol etmek amacıyla kullanılır. Biyolojik arıtma sistemlerinde organik yük salınımlarını ve debinin tesisi sürekli besleyemediği durumlarda; kimyasal arıtma sistemlerinde ise debi salınımlarının yanı sıra pH kontrolünün ve kimyasal madde beslenmesi kontrol edilmesi bakımından dengeleme gereklidir. Dengeleme havuzunda karıştırma ve havalandırma işlemi işlemi yapılmak suretiyle atıksuyun homojen olarak tesise iletilmesi sağlandığı gibi, organik yük bakımından da bir giderim elde edilebilir. Karışım işlemi için türbin tip karıştırıcılar, difüzör veya mekanik havalandırma sistemleri kullanılır. Arıtma tesisine verilecek debiyi kontrol etmek amacı ile havuz çıkışına debi ölçüm cihazı konur.

## ATIKSU ARITMA SİSTEMLERİNDE KULLANILAN POMPALAR:

### Atıksu arıtma sistemlerinde kullanılan pompalar:

- İşletme prensibi,
- Kullanım amacı
- İşletme şartları (yükseklik kapasitesi)
- Montaj tipine göre sınıflandırılırlar.

Seçilecek pompa tipi basılacak atıksuyun cinsi, debi basma yüksekliği, katı madde miktarı ve büyüklüğüne göre belirlenir.

Atıksuların arıtma sistemine pompajında, çamur geri dönüşü ve tahliyesinde aşağıdaki pompalar kullanılır.

### 1) Pozitif yer değiştirmeli (pistonlu, diyafram) pompalar:

Basma yüksekliğinin fazla olduğu yüksek basınçlı pompajlarda verimli olarak çalışırlar. Daha çok çamur transferinde kullanılırlar.

### 2) Santrifüj (radyal, aksiyal ve vortex akışlı) pompalar

Arıtma sistemlerinde gerek atıksu pompajında, gerekse çamur pompajında yaygın olarak kullanılırlar. Santrifüj pompalar yerleştirme şekline göre, yatay milli, dikey milli, ıslak tip, dikey milli kuru tip, mo-noblok gibi isimler alırlar.

### 3) Vida tipi (Salyangoz) pompalar

Bu tip pompalar küçük jeodezik yükseklik farklarında orta ve büyük terfi debileri söz konusu olduğunda kullanılırlar. Büyük basma yüksekliği söz konusu olduğunda iki kademeli olarak kullanılabilirler.

### 4) Hava Pompaları

Aktif çamur sistemlerinde çamur geri dönüşü sağlamak amacıyla kullanılabilirler. Verimlerinin düşük olmasına rağmen fazla miktarda katı madde içeren atık-suların veya çamurun pompajında tercih edilirler. Hareketli kısımları bulunmadığı için tıkanma problemleri yoktur.

## Yüzdürme

Atıksuda bulunan yağ ve gresin sudan ayrılması amacıyla kullanılır. Yüzdürme işlemi, basit yağ tutucular, çözünmüş hava yüzdürmesi, dispers hava yüzdürmesi veya vakum yüzdürmesi yöntemleriyle yapılır. Basit yağ tutucularda atıksuyun uygun sürelerde bekletilmesiyle, sudan daha küçük yoğunluğa sahip partikül-lerin yoğunluk farkına bağlı olarak yüzeyde toplanması sağlanır. Üst tabakalarda biriken yağların zaman zaman sıyrılarak uzaklaştırılması gerekir. Diğer sistemlerde atıksu içine hava kabarcıklarının yollanarak, askıda kalan partiküllerin kabarcık yüzeyine yapışması sonucu yoğunlukları azaltılarak su toplanması sağlanır.

Suda yüzdürme amaçlı kullanılan hava kabarcıkları;

- Çözünmüş hava yüzdürmesinde, havanın basınç altında sıvı içinde çözünmesi ve daha sonra basıncın kaldırılması ile.
- Dispers hava yüzdürmesinde atmosferik şartlarda havanın basınçla su içine enjekte edilmesi ile;
- Vakum yüzdürmesinde atmosferik şartlarda sıvının havaya doygun hale getirilmesi ve daha sonra vakum yaratılması ile elde edilir. Bu sistemlerde yağların sıyrılması işlemi, mekanik olarak yapılır. Sıyırma işlemi için motor, redüktör, zincirler, ve sıyırma elemanları kullanılır.

Çözünmüş hava yüzdürmesinin önemli ekipmanları: hava kompresörleri, yüksek basınçlı pompa, basınç tankı, basınç düşürme sistemi, mekanik karıştırıcılar.

Çökeltme havuzları:

Atıksuda bulunan çökebilir maddelerin yerçekimi etkisi ile çökeltilecek, atıksu akımından ayrıldığı işlemidir. Çöktürme işlemi kullanım amacına göre aşağıdaki uygulamaları içerir.

1) Ön çökeltme havuzları (kendiliğinden çökebilir katı maddelerin çöktürülmesi amacıyla kullanılır).

2) Son çökeltme havuzları (biyolojik flokların çöktürülmesini temin etmek amacıyla yapılır).

3) Kimyasal çökeltme havuzları (kimyasal flokların çöktürülmesini temin etmek amacıyla yapılır). Çökeltme havuzları dikdörtgen veya dairesel planlı olarak yapılır. Temelde çökeltme havuzlarında dört ayrı bölge mevcuttur. Bunlar giriş yapısı, çıkış yapısı, çamur bölmesi, çökeltme bölmesidir. Tabana çöken maddelerin çamur bölmesine aktarılması için sıyırma mekanizmasına ihtiyaç vardır. Sıyırma mekanizması, sıyırıcı ile döner veya sabit olarak yapılabilen köprüden oluşur. Sabit köprüde tahrik merkezden yapılırken, döner köprüde köprünün çevre ucuna yerleştirilen motor ve tekerlek yardımıyla döndürülmesi sağlanır. Çamur bölmesindeki fazla çamur, çamur pompaları vasıtasıyla gerektiğinde uzaklaştırılır veya geri devredilir. Duru suyun çökeltme havuzlarını terk etmesi ise havuz kenarlarına yerleştirilen savaklar vasıtasıyla sağlanır.



### Ön çöktürme tankları tipik dizayn değerleri

Parametre	Aralık Değer	Tipik Değer
Bekletme Süresi, saat	1.5-2.5	2.0
Yükleme hızı, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> gün		
Ortalama debi	32-48	
Pik debi	80-120	100
Savak yükü m <sup>3</sup> /m gün	125-500	250

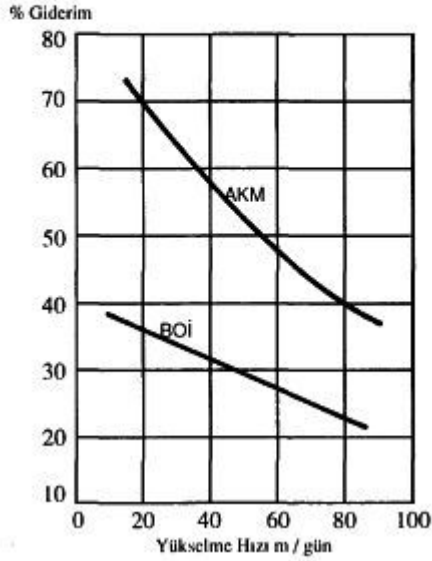
### Tank tipine göre dizayn değerleri:

Tank tipi	Aralık Değer	Tipik Değer
<i>Dikdörtgen</i>		
Derinlik, m	3-5	3.6
Uzunluk, m	15-90	25-40
Genişlik, m	3-24	6-10
Çamur sıyrıcı hızı, m/dk	0,6-12	1.0
<i>Dairesel:</i>		
Derinlik, m	3.0-5.0	4.5
Çap, m	3.6-60.0	12-45
Taban eğimi mm/m	60-160	80
Çamur sıyrıcı hızı devir/dk.	0.02-0.05	0.03

### Örnek:

Ortama debisi 5000 m<sup>3</sup> gün, maksimum debisi 12.500 m<sup>3</sup>/gün olan bir evsel atıksu arıtma tesisinde dairesel planlı ön çöktürme tankı dizaynı.

Ön çöktürme tankı ortalama debide AKM'nin yaklaşık %60' ını uzaklaştırmaktadır.



1) Şekil'den yükselme hızı  $35 \text{ m}^3/\text{m}^2$  gün olarak bulunur.

$$\text{Yüzey alanı} = \frac{5000 \text{ m}^3/\text{gün}}{35 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ gün}} = 143 \text{ m}^2$$

2) Dairesel tank çapı

$$d = \left( \frac{4A}{\pi} \right)^{1/2} = \left( \frac{4 \times 143}{3.14} \right)^{1/2} = 13.5 \text{ m}$$

3) Yan cidar derinliği 3 m alınırsa tank hacmi

$$V = 143 \times 3 = 429 \text{ m}^3$$

Ortalama debide bekletme süresi

$$\frac{429 \text{ m}^3/\text{gün}}{5000 \text{ m}^3/\text{gün}} = 0.09 \text{ gün} = 2.06 \text{ saat}$$

4) Maksimum debide yükselme hızı

$$\frac{12.500 \text{ m}^3/\text{gün}}{143 \text{ m}^2} = 87 \text{ m/gün}$$

	Yükselme hızı $\text{m}^3/\text{m}^2$ gün	Yükleme $\text{kg}/\text{m}^2$ saat	Derinlik m
Aritma tipi	Ortalama Pik	Ortalama Pik	
Damlatmalı filtre sonrası çökeltme	16-24 40-48	3.0-5.0 8.0	3.4
Aktif çamur sonrası çökeltme	16-32 40-48	3.0-6.0 9.0	3.5-5
Uzun havalandırma sonrası çökeltme.	8-16 24-32	1.0-5.0 7.0	3.5-5

## B- KİMYASAL ARITMA METOTLARI

Kimyasal arıtmanın amacı, suda çözünmüş halde bulunan kirleticilerin kimyasal reaksiyonlarla çözünürlüğü düşük bileşiklere dönüştürülmesi yada koloidal ve askıdaki maddelerin yumaklar oluşturarak çöktürülmesi suretiyle giderilmesidir.

### Nötralizasyon:

Asidik ve bazik karakterdeki endüstriyel atıksuların pH'sını ayarlaması işlemidir. Atıksuyun pH'nın ayarlanması atıksuyun alıcı ortama deşarj standartlarını sağlaması, biyolojik arıtma öncesinde (bakteriyel faaliyetler belirli pH değerlerinde gerçekleştiğinden) uygun pH değerinin sağlanması, kimyasal çöktürme işleminde reaksiyonların gerçekleşeceği uygun pH değerinin sağlanması bakımından gereklidir. Nötralizasyon işleminde kullanılan ekipmanlar, mekanik karıştırıcı, kimyasal madde depolama tankları, kimyasal madde dozaj pompaları, pH kontrol sistemidir.

### Hızlı karıştırma ve yumaklaştırma (Koagülasyon-flokülasyon)

Hızlı karıştırma işlemi, atıksuya kimyasal maddenin homojen olarak karışmasını sağlamak amacı ile uygulanır. Bu işlem sonucu oluşan tanecikler çok küçük yumaklar halinde birleşirler. Atıksuyun bu üniteye kalış süresi 0.5-5 dakika arasında değişir. Kimyasal madde olarak polielektrolit, kireç, alum, demirsülfat, demir klorür gibi maddeler kullanılır. Koagülant olarak adlandırılan kimyasal maddelerin atıksuya karıştırılması, çözümlerinin hazırlanıp pompalar vasıtasıyla dozlanmış şekilde olabildiği gibi, kuru halde de besleme yapılır. Hızlı karıştırma işleminde yaygın olarak yüksek hızlı mekanik karıştırıcılar kullanılır. Bu işlemden sonra, suyun yavaş bir şekilde karıştırılması, pıhtılaştırma ile oluşan taneciklerin birleşerek daha kolay çöken yumaklar oluşturmasını sağlamak amacıyla yumaklaştırma işlemi uygulanır.

Yumaklaştırma ünitesinde suyun kalış süresi 15-60 dakika arasında olması sağlanarak askıda katı maddelerin koagülant ile maksimum teması temin edilir. Kimyasal yumaklaştırma sonrasında yumakların çöktürülmesi için çökeltme havuzu yapılır. Hızlı karıştırma, yumaklaştırma ve çökeltme havuzları ayrı ayrı inşa edileceği gibi, bunların bir arada yapıldığı bileşik sistemler de mevcuttur.

## C- BİYOLOJİK ARITMA METOTLARI

Biyolojik arıtma, atıksuda koloidal veya çözünmüş halde bulunan biyolojik olarak parçalanabilir maddelerin mikroorganizmalar tarafından besin ve enerji kaynağı olarak kullanılmak suretiyle atıksudan uzaklaştırılması esasına dayanır. Atıksudaki organik maddeler; bakteriler tarafından parçalanarak sıvının içinde kalan biyolojik floklara veya gaz olarak atmo-safere çıkan sabit inorganik bileşkenlere dönüştürülür. Biyolojik arıtma yöntemleri temelde aerobik ve anaerobik olarak ikiye ayrılır.

## a) AEROBİK PROSESLER

### 1- Aktif çamur tekniğine göre çalışan sistemler:

Aktif çamur, koloidal ve çözünmüş maddelerin mikroorganizmalar vasıtasıyla çökebilir biyolojik floklara dönüştürüldüğü prosestir. Bu proseste havalandırma havuzu içindeki karışık sıvıda mikroorganizmaların askıda tutulması esastır. Çökeltim özelliği arttırılan biyolojik yumaklar, biyolojik üniteyi takiben çökeltme havuzuna geçer. Arıtılan su, sistemi terk ederken, çöken çamurun bir kısmı havalandırma havuzunda istenen mikroorganizma konsantrasyonunu korumak üzere geri devrettirilir, fazla çamur ise çamur işleme ünitelerine gönderilerek uzaklaştırılır. Biyokütlenin aktif çamur sisteminde kalış süresi, orga

ganik madde yüklemesi, atıksuyun sistemdeki bekleme süresi gibi faktörlere göre çeşitli aktif çamur alternatifleri kullanılabilir.

#### Klasik Aktif Çamur:

Proses havalandırma tankı, çöktürme tankı ve çamur geri devir sisteminden oluşur. Havalandırmadan önce yüzen ve kendiliğinden çöken maddelerin ön arıtma ile giderilmesi gerekir. Bu sistemle evsel atıksuda %90-97 BOI giderimi sağlanır.

#### Klasik Aktif Çamur Sistemlerinin dizayn kriterleri

Organik Yükleme	0.2-0.5 kg BOİ5/kg MLSS gün
Hacimsel yükleme:	0.4-1.8 kg BOİ5/m <sup>3</sup> gün
Çamur yaşı:	5-15 gün
Bekleme süresi:	3-8 saat
MLSS konsantrasyonu:	2000-4000 mg/l
Çamur geri devir oranı:	%25-100 (proses girişinin)
Su derinliği:	3-5m
Oksijen ihtiyacı:	1.2-1.5 kg O <sub>2</sub> /kg BOİ5
Çamur Üretimi:	0.5-0.7 kg/kg BOİ5 giderilen

#### Örnek :

a) Çözünmüş BDİ5 esas alınrsa

$$E_s = \frac{(250-6.2) \text{ mg/l}}{250 \text{ mg/l}} \times 100 = \%97.5$$

b) Tüm sistem bazında

$$E = \frac{(250-20) \text{ mg/l}}{250 \text{ mg/l}} = \%92$$

3) Havalandırma hacminin hesaplanması

$$V = \frac{Q_c \cdot Q \cdot Y \cdot (S_0 - S)}{X \cdot (1 + k_d \cdot Q_c \cdot d)}$$

$$V = \frac{(10 \text{ gün}) (21600 \text{ m}^3 \text{ gün}) (0.50) [(256.2) \text{ mg/l}]}{(3500 \text{ mg/l}) [1 + (0.06 \text{ gün}^{-1}) (10 \text{ gün})]}$$

4) Günde atılan çamur miktarının hesaplanması:

a) Gözlenen dönüşüm oranı

$$Y_{obs} = \frac{Y}{1 + k_d \cdot \theta_c} = \frac{0.5}{1 + 0.06 \text{ gün}^{-1} \cdot 10 \text{ gün}} = 0.3125$$

### Sürekli tam karışımli aktif çamur sistemi dizaynı

Debi:  $Q=0.25 \text{ m}^3/\text{sn}=21600 \text{ m}^3/\text{gün}$

Giriş BOİ5:  $250 \text{ mg/l}$

Sıcaklık:  $20^\circ\text{C}$

Çıkış BOİ5 konsantrasyonunun  $20 \text{ mg/l}$ 'den az olması isteniyor.

Kabuller:

a) Reaktöre giriş uçucu askıda katı madde konsantrasyonunu ihmal ediliyor.

b)  $MLVSS/MLSS = 0.8$

c) Geri devir çamur konsantrasyonu  $10000 \text{ mg/l}$

d)  $MLVSS = 3500 \text{ mg/l}$  (UAKM)

e) Dizayn  $\theta_c = 10$  gün (çamur yaşı)

f) Reaktörün hidrolik rejimi sürekli tam karışımli tank

g) Çıkış suyu %65'i ayrışabilen  $22 \text{ mg/l}$  biyolojik katı içermektedir.

h) Atıksu biyolojik büyüme için yeterli azot, fosfor ve diğer nütrientleri içermelidir.

i)  $BOİ5/BOİL = 0.68$

j) Kinetik sabitler  $k = 0.1 \text{ gün}^{-1}$ ,  $k_d = 0.06 \text{ gün}^{-1}$ ,  $Y = 0.5$

1) Çıkışta çözünmüş BOİ5 değerinin bulunması

a) Çıkış BOİ5' in hesaplanması

i) Ayrışabilir kısım gözönüne alınırsa çıkış =

$0.65 (22 \text{ mg/l}) = 14.3 \text{ mg/l}$

ii) Nihai BOİL değeri  $BOİL = 20.3 \text{ mg/l}$

iii) Çıkış BOİ5 =  $20.3 \text{ mg/l} (0.68) = 13.8 \text{ mg/l}$

b) Çıkış BOİ5:  $20 \text{ mg/l} = S + 13.8 \text{ mg/l}$

$S = 6.2 \text{ mg/l}$

2) Verim hesaplaması

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100$$

7) Havalandırma hidrolik bekleme süresi

$$Q = \frac{V}{Q} = \frac{4702 \text{ m}^3}{(0.25 \text{ m}^3/\text{sn}) (3600 \text{ sn/saat})} = 5.2 \text{ saat} = 0.217 \text{ gün}$$

8) Oksijen ihtiyarının bulunması

$$BOİ_L = \frac{Q(S_0 - S) (10^{-3})}{0.68} = \frac{(21600 \text{ m}^3/\text{gün})(250 \text{ g/m}^3 - 6.2 \text{ g/m}^3) 10^3 \text{ g/kg}}{0.68} = 7744 \text{ kg/gün}$$

Oksijen ihtiyacı  $\text{kg O}_2/\text{gün} =$

$$= 7744 \text{ kg/gün} - 1.42 (1645.7 \text{ kg/gün}) = 5407.1 \text{ kg/gün}$$

9) Organik ve hacimsel yükleme kontrolü

$$\text{organik yükleme} = \frac{F S_0}{M \theta_c} = \frac{250 \text{ mg/l}}{(0.217 \text{ gün}) (3500 \text{ mg/l})} = 0.33 \text{ gün}^{-1}$$

Hacimsel yükleme =

$$\frac{So.Q (10^{-3} \text{ g/kg})^1}{V} = \frac{(250 \text{ g/m}^3) (21600 \text{ m}^3 / \text{gün}) (10^3 \text{ g/kg})^1}{4702 \text{ m}^3}$$

b) Aktif çamurdaki artık uçucu kütle

$$P_x = \text{Yobs.} Q (S_0 - S) (10^3 \text{ g/kg})^{-1}$$

$$= \frac{0.3125 (21600 \text{ m}^3/\text{gün}) (250 \text{ g/m}^3 - 6.2 \text{ g/m}^3)}{10^3 \text{ g/kg}} = 1645.7 \text{ kg/gün}$$

c) Toplam çamur

$$P_x(ss) = 1645.7 \text{ kg/gün}/0.08 = 2057.1 \text{ kg/gün}$$

5) a) Havalandırma tankından çekilen çamur debisi

$$Q_{wa} = \frac{V}{\theta_c} = \frac{(4702 \text{ m}^3)}{10 \text{ gün}} = 470.2 \text{ m}^3/\text{gün}$$

b) Geri devir hattından çekilen çamur debisi

$$Q_{wr} = \frac{V \cdot x}{Q_c \cdot X \cdot r} = \frac{(4702 \text{ m}^3) (3500 \text{ mg/l})}{(10 \text{ gün}) (10000 \text{ mg/l} \times 0.8)} = 205.7 \text{ m}^3/\text{gün}$$

6) Geri devir oranının hesaplanması

Havalandırma VSS (UAKM) kons. =  $3500 \text{ mg/l}$

Geri devir VSS kons. =  $8000 \text{ mg/l}$

$$3500 (Q+r) = 8000 Q_r$$

$$\frac{Q_r}{Q} = 0.78$$

### Uzun Havalandırma Aktif Çamur:

Düşük organik yükleme ve uzun havalandırma süresi gerektirir. Çamurun uzun süre beklemesi daha çok uçucu katı maddelerin oksidasyonuna yol açacağından, atık çamur üretimi nisbeten düşüktür. Uzun havalandırma en çok kullanılan proseslerden biri olup, sistemin önemli bir avantajı ani organik yükleme ve sıcaklık değişimlerinin sistem üzerinde büyük bir etki yapmamasıdır. Uzun havalandırma aktif çamur sisteminin dizayn kriterleri:

Organik Yükleme:  $0.05-0.12 \text{ kg BOİ5/kg MLSS gün}$

Hacimsel yükleme:  $0.16-0.40 \text{ kg BOİ/m}^3 \text{ gün}$

Çamur yaşı:  $20-30 \text{ gün}$

Bekletme süresi:  $18-36 \text{ saat}$

MLSS Konsantrasyonu:  $3000-6000 \text{ mg/l}$

Çamur geri devir oranı:  $\%75-200$  (proses girişinin)

Su derinliği:  $1.5-3.0 \text{ m}$

Oksijen ihtiyacı:  $2.0-2.3 \text{ kg O}_2/\text{kg BOİ5}$

Çamur üretimi:  $0.2-0.6 \text{ kg/kg BOİ5}$  giderilen

$$= 1.15 \text{ kg BOI5 /m}^3 \text{ gün}$$

#### 10) Hava ihtiyacının hesaplanması:

Blover emniyet faktörü 2 alınıyor.

Difüzör transfer verimi %8 alınıyor (orta gözenekli difüzör).

a) Teorik hava ihtiyacı (havanın %23.2 ağırlığının oksijen içerdiği düşünülüyor.)

$$\frac{5407 \text{ kg/gün}}{(1.201 \text{ kg/m}^3) (0.232)} = 19.406 \text{ m}^3/\text{gün}$$

b) Gerçek hava ihtiyacı

$$\frac{19406 \text{ m}^3/\text{gün} / 0.08}{0.08} = 242575 \text{ m}^3/\text{gün}$$

$$= 168 \text{ m}^3/\text{dak}$$

c) Dizayn hava ihtiyacı

$$= 2 \cdot (168 \text{ m}^3/\text{dak}) = 336 \text{ m}^3/\text{dak}$$

#### 11) Hava hacmi kontrolü

a) Birim hacimde hava ihtiyacı

$$\frac{242575 \text{ m}^3/\text{gün}}{21600 \text{ m}^3/\text{gün}} = 11.2 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

b) Uzaklaştırılan BOI5'in kg başına hava ihtiyacı

$$\frac{242575 \text{ m}^3/\text{gün}}{(250 \text{ g/m}^3 - 6.2 \text{ g/m}^3) (21600 \text{ m}^3/\text{gün}) (10 \text{ g/kg})^{-1}}$$

$$= 46.1 \text{ m}^3/\text{BOI5}$$

#### Oksidasyon Hendekleri:

Uzun havalandırma prosesinin diğer bir uygulamasıdır. Oksidasyon hendeği, atıksuyula mikroorganizmaların karıştırılarak yeni hücrelere dönüştürüldüğü havalandırma tankı görevindedir. Oksidasyon hendekleri dizayn kriterleri.

Organik Yükleme:	0.05-0.2 kg BOI5/kg MLSS gün
Hacimsel yükleme:	0.19-0.48 kg BOI5/m <sup>3</sup> gün
Çamur yaşı:	20-30 gün
MLSS Konsantrasyonu:	3000-5000 mg/l
Hendekteki yatay hız:	0.25-0.35-m/sn
Çamur geri devir oranı:	%25-75 (proses girişinin)
Su derinliği:	1.5-3.0 m
Oksijen ihtiyacı:	2.0-2.3 kg O <sub>2</sub> /kg BOI5
Çamur üretimi:	0.2-0.4 kg/kg BOI5 giderilen
Havalandırma havuzu su derinliği:	Kullanılan havalandırıcı tipine göre 1.5-3.0 m

#### Kontakt Stabilizasyon:

Kontakt stabilizasyon proses, yüksek miktarda koloidal veya çözünmüş organik madde içeren atıksularda kullanılan sistemdir. Giriş suyu ve geri devir çamuru kontakt tankında 20-60 dakika havalandırılarak organik maddelerin floklar tarafından absorbe edilmesi ve enerji kaynağı olarak kullanılarak yeni hücrelerin meydana gelmesi sağlanır. Klasik aktif çamur sisteminde adsorbsiyon

ve adsorbsiyon tek bir tankta oluşurken bu sistemde iki ayrı tankta gerçekleştirilir. Aktif çamurun büyük bir miktarı rezervde tutulduğundan farklı yüklemelerde katı madde konsantrasyonu ayarlanabilir. Bu nedenle de sistemin işletilmesi konvansiyonel sistemlere nazaran daha esneklik. Ancak, çamur konsantrasyonunun saptanması ve ayarlanması, çözünmüş oksijen miktarının her iki tankta da kontrolü gereklidir.

#### Kontakt Stabilizasyon prosesinin dizayn kriterleri:

##### Kontakt Tankı:

Organik Yükleme:	0.2-0.4 kg BOI5/kg MLSS gün
Hacimsel yükleme:	0.5-1.2 kg BOI5/m <sup>3</sup> gün
Çamur yaşı:	6-12 gün
Bekletme süresi:	20-40 saat
MLSS Konsantrasyonu:	1000-3000 mg/l
Çamur geri devir oranı:	%25-100 (proses girişinin)
Su derinliği:	3-5 m
Oksijen ihtiyacı:	0.7-1.0 kg O <sub>2</sub> /kg BOI5
Çamur üretim hızı:	0.4-0.6 kg/kg BOI5 giderilen

##### Stabilizasyon Tankı

Bekletme süresi:	3-6saat
MLSS Konsantrasyonu:	4000-10000 mg/l
Oksijen ihtiyacı:	0.3-0.5 kg O <sub>2</sub> /kg BOI5

#### Havalandırma Ekipmanları:

Aktif çamur prensibiyle çalışan biyolojik arıtma sistemlerinde genellikle 3 tip havalandırma ekipmanı kullanılır.

1) Difüzör

2) Mekanik yüzeysel havalandırıcı

3) Dalgıç türbin havalandırıcı

Difüzör sisteminde hava, blower (hava üfleyici) vasıtasıyla basınç altında havuz içine daldırılan gözenekli yüzeylerden verilir. Hava kabarcıklarının havuz içinde yükselmesi ile atıksuyun oksijen ihtiyacı karşılanmış olur. Bu tip havalandırıcılar.;

a) Havalandırma havuzu tabanına yerleştirilen delikli borular.

b) Yatay borular üzerine yerleştirilen seramik kubbe yada tüp şeklinde özel delikli (perfore) borular,

c) Sentetik fiber veya sarılı tel liflerden özel hava çıkışına elverişli sistem

d) Özel olarak dizayn edilen sistemlerden oluşur.

Difüzörler ince, orta, büyük gözenekli olabilirler. Atıksuya ortalama olarak verilebilecek oksijen miktarı, ince gözenekli difüzörlerde 1.3 kg O<sub>2</sub>/kWh, orta gözenekli difüzörlerde 1.2 kg O<sub>2</sub>/kWh, büyük gözenekli difüzörlerde ise 0.7 kg O<sub>2</sub>/kWh'dir. Oksijen transfer

verimi ince gözenekli büyük difüzörlerde % 10-30, orta gözenekli difüzörlerde %6-15, büyük gözenekli difüzörlerde %4-8 arasında havalandırma havuzu derinliğine, difüzör yerleşimine göre değişir. Mekanik yüzeysel havalandırıcılar, suyu emerek etrafa püskürtmek suretiyle hem oksijen transferini hem de havuz içinde karışımı sağlarlar. Çalışma prensiplerine göre yatay milli veya dikey milli olarak ikiye ayrılırlar. Yüzeysel havalandırıcılar, bir köprü üzerine yerleştirilerek, sabit noktada çalıştırılabilirler gibi, özellikle su seviyesi değişken olan havuzlarda veya geniş lagünlerde yüzer bir sistem oturtulabilirler. Yüzeysel havalandırıcılar yavaş ve hızlı tip olarak iki farklı hızda yapılabilirler. Düşük hızlı tiplerde oksijen transfer verimi 1.4-1.8 kg O<sub>2</sub>/kWh aralığındadır.

Dalgıç türbin havalandırıcılar, sıkıştırılmış havanın döner pervaneli bir dalgıç fan ile havuz içine dağıtılmasıyla hem oksijen transferini hem de karışımı sağlarlar. Hava genellikle blower vasıtasıyla bir boru sistemiyle verilirken, fan sayesinde havuz içinde dağıtılır. Bu sistemde oksijen transferi karışımdan bağımsız olarak ayarlanabildiğinden, yükleme değerlerinin değişmesi karşısında bir avantaj sağlamaktadır. Oksijen transfer verimi ise 1,1-1,6 kg O<sub>2</sub>/kWh'dir.

## Örnek

### Yüzeysel havalandırıcı seçimi

Bir klasik çamur tesisinde oksijen ihtiyacı 45 kg/saat ve havalandırma tankı hacmi 500 m<sup>3</sup> olarak verilmektedir. Yüzeysel havalandırıcının tipi ve havalandırma tankı boyutlarının seçimi istenmektedir.

Yüzeysel havalandırıcı seçiminde; karışım gerekli güç ile oksijen ihtiyacı için gerekli güçler karşılaştırılır.

1) Karışım için güç girdisini 0,0035 kW/m<sup>3</sup> seçelim. Buna göre;

Güç ihtiyacı:  $V \times 0.035 = 500 \times 0.035 = 17,5$  kW

2) Yüzeysel havalandırıcının ölçülmüş SOR (standart koşullardaki, T<sub>Ü</sub>=20°C, p=1.013 bar, temiz su oksijen ihtiyacı) değeri 2.2 kg O<sub>2</sub>/kW saat olduğundan saha şartlarında bu değer 1.2-1.8 kg O<sub>2</sub>/kW saat alınabilir.

Buna göre oksijen transfer verimi 1.5 kg/kw saat seçilirse: Güç ihtiyacı:  $45/1.5 = 30$  kW olarak bulunur.

Yüzeysel havalandırıcı, oksijen ihtiyacı için gerekli güç esas alınarak 30 kW seçilir. Havalandırıcının minimum ve maksimum etki derinlikleri göz önüne alınarak havalandırma tankı boyutları belirlenir.

### Örnek

#### Difüzör seçimi

##### Kabuller:

Tasarım debisi, m <sup>3</sup> / saat	50
Tasarım giriş BOİ5 kons, mg/l	300
Tasarım çıkış BOİ5 kons (çöz), mg/l	10
BOİ5/BOİu	0.68
Çamur oluşumu, kg UAKM/saat	4
Azot oksijen ihtiyacı, kg O <sub>2</sub> /saat	0
Tasarım sıcaklığı, (°C)	20
Havalandırma havuzunda	
ÇO kons, mg/l	1
Su derinliği, m	4

$$\text{AOR} = 50 \times [(300-10)/1000 \times 0.68] - 4 \times 1.42 = 16 \text{ kg O}_2/\text{saat}$$

$$\text{SOR} = (1/a) (C_{20}/b (C-CL)) (q^{T-20}) \text{ AOR}$$

$$\text{SOR} = \text{Standart koşullardaki (T=20 ° C, p=1.013 bar, temiz su) oksijen ihtiyacı, kgO}_2/\text{saat}$$

AOR : Havalandırma havuzunda tasarım koşullarında fiili oksijen ihtiyacı, kgO<sub>2</sub>/saat

a : K La atıksu/K La temizsu (genellikle 0.7 civarında)

C<sub>20</sub> : Standart koşullarda (T=20°C, p=1.013 bar, temiz su) oksijen doygunluk konsantrasyonu, mg/l

b : Atıksudaki oksijen doygunluk konsantrasyonunun temiz sudakine oranı (genellikle 1'e yakın)

C : tasarım sıcaklığındaki oksijen doygunluk konsantrasyonu.

q : Sıcaklık düzeltme katsayısı, 1.024

CL : Havalandırma tankındaki ÇO konsantrasyonu

T : Tasarım sıcaklığı, °C

$$\text{SOR} = (1/0.7) \times (9/0.95 (9-1)) (1.024(20-20)) \times 16 = 27 \text{ kg O}_2/\text{saat}$$

Q<sub>s</sub> : Hava debisi, m<sup>3</sup>/saat

C<sub>i</sub> : Havanın oksijen içeriği, 0.285 kg O<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> hava (15 °C, 1.013 bar)

c : Oksijen absorpsiyon yüzdesi; difüzör tipine, beher difüzörden geçen hava debisine, su derinliğine ve birim havuz taban alanına düşen difüzör adedine bağlı olarak değişir.

$$Q_s = 27 / (0.285 \times c) = 95/c \text{ m}^3 \text{ hava/saat}$$

Orta kabarcıklı boru difüzör kullanılacağı düşünülerek, normal işletme koşullarında 8-15 m<sup>3</sup>/saat hava geçirebildiğinde, 4 m su derinliğinde difüzörün absorpsiyon verimi %10 olarak bulunur.

Buradan hava debisi,

$$Q_s = 95/0.1 = 950 \text{ m}^3/\text{saat}, \text{ difüzör adedi ise}$$

$$N = 950/15 = 64 \text{ adet bulunur.}$$

### Biyofilm tekniğine göre çalışan sistemler:

Biyofilm sistemleri, atıksudaki organik maddelerin bir yüzeye bağlı mikroorganizmalar tarafından giderildiği prosesleri kapsar. Mikroorganizmalar, kullanılan ortam yüzeyine tutunurlar, organik maddelerin ayrışması için gerekli oksijeni mikroorganizmalara transfer edilir. Bu katagoride kullanılan sistemler damlatmalı filtre ve biodisklerdir.

#### Damlatmalı Filtre:

damlatmalı filtreler, silindirik bir yapı içine yerleştirilen dolgu malzemesinden meydana gelir. Dolgu malzemesi olarak 2.5-10 cm çapında plastik sentetik malzemeler, kırmataş çakıl kullanılır. Kullanılan dolgu malzemesinin

arasında bulunan boşluklar mikroorganizmaların tabaka halinde yaşamasını ve hava geçişini sağlarlar. Ön çökeltme havuzundan çıkan atıksu, döner bir dağıtıcı vasıtasıyla filtre yüzeyine dağıtılır. Atıksu filtre dolgu malzemesi yüzeyinden aşağı doğru akarken dolgu malzemesi üzerinde gelişen mikroorganizmalar organik maddeleri parçalarlar.

Mikroorganizmalar, belirli bir kalınlığa ulaştıktan sonra dolgulardan koparlar. Bu biyofilm parçacıkları daha sonra çökeltme havuzunda çökertilirler. Damlatmalı filtreler, organik ve hidrolik yükün büyüklüğüne bağlı olarak yüksek hızlı ve düşük hızlı olarak adlandırılırlar.

#### **Damlatmalı filtre dizayn kriterleri:**

	<b>Düşük hızlı</b>	<b>Yüksek hızlı</b>
Organik yükleme, kg BOİ5/m <sup>3</sup> gün	0.1-0.2	0.3-1.0
Hidrolik yükleme, m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> gün	1.5-3.0	5-10
Derinlik, m	2-3	1.2-3.0
geridevir oranı (proses girişinin %'si)	0	100-400
Çamur üretim hızı	0.2-0.3 kg/kg BOİ5 giderilen	

#### **Biodiskler**

Biodiskler, yatay bir şafta monte edilen birbirine yakın plastik disklerden oluşur. Diskler atıksuyun içine kısmen batırılır. Disklerin yavaşça dönüşü esnasında yüzeylerinde organik madde ile biokütlenin teması sonucu biofilm oluşur. Oksijen transferi dönme esnasında havadan sağlanır. Dönme hareketi aynı zamanda disklerinde oluşan fazla miktardaki biokütlenin uzaklaştırılmasını sağlar.

#### **Biodisk dizayn kriterleri:**

Organik yükleme:	3-8 gr BOİ5/m <sup>2</sup> (disk yüzeyi) gün
Yüzeysel hız:	10-25 m/dak
Çamur üretim hızı:	0.5-0.8 kg/kg BOİ5 giderilen

### **3) Stabilizasyon Havuzları**

Bu sistemler, atıksuların ağırlıklı olarak doğal metotlarla tabii tutulduğu, büyük hacimli, geniş alanlı, uzun bekleme süreli, arıtma üniteleridir. Bu tesisler arıtmayı gerçekleştiren biyokimyasal faaliyetlerin özelliklerine göre sınıflandırılırlar. Söz konusu faaliyetler sıcaklık ve güneş radyasyonu gibi ortam özelliklerine bağlı oldukları gibi havuzların hacimsel kirlilik yüklemeleri ve geometrik özelliklerine de bağlıdır.

Lagün olarak da adlandırılan bu havuzlar genellikle toprak yapılar şeklinde inşa edilirler. Başlıca aşağıdaki gruplara ayrılırlar; Aerobik stabilizasyon havuzları Fakültatif stabilizasyon havuzları Anaerobik stabilizasyon havuzları Olgunlaştırma havuzları.

#### **Aerobik Stabilizasyon Havuzları:**

Organik maddelerin ayrışması bakteri ve alglerin yardımı ile olur. Algler, fotosentez sırasında güneş enerjisini kullanarak oksijen açığa çıkarırlar. Açığa çıkan oksijen heterotrof bakteriler tarafından kullanılırlar. Aerobik stabilizasyon havuzları genellikle düşük hacimsel organik madde yüküne sahip 1.5 m'den siğ havuzlardır.

Böylece havuzun tüm derinliği boyunca oksijen sağlanması mümkün olur bekleme süresi 10-40 gün olup, yüzeysel kirlilik yükü 40-120 kgBOİ5/hektar kadardır.

#### **Fakültatif stabilizasyon havuzları:**

Bu havuzlarda aerobik bakteriler ve alglerin bulunduğu bir yüzey tabaka ile dip kısımda anaerobik bakterilerin faaliyet gösterdiği bir alt anaerobik tabaka mevcuttur.

Bu iki tabaka arasında ise kısmen anaerobik bir ortam ile her iki ortama da adaptasyon gösterebilen fakültatif bakteriler bulunur.

Havuzların derinliği 1-2.5m, bekleme süresi 7-20 gün arasındadır. Yüzeysel kirlilik yükü 50-280 kg BO15 hektar kadardır.



## Çeşitli arıtma proseslerinin işletme karakteristikleri

### Çeşitli arıtma proseslerinin işletme karakteristikleri

Proses	İşletme & Bakım kolaylığı	Enerji İhtiyacı	Arazi İhtiyacı	Sıcaklığa duyarlılığı	Şok Yüklemelere dayanıklılığı
Klasik aktif çamur	kompleks	Yüksek	Düşük	orta derece duyarlı	Hassas
Uzun hav. aktif çamur	kompleks	Yüksek	Orta	Duyarlı	Dayanıklı
Oksidasyon hendeği	kompleks	Yüksek	Orta	Duyarlı	Dayanıklı
Kontakt st.	Kompleks	Yüksek	Düşük	Orta derece duyarlı	Hassas
Damlatmalı filtre	Orta	Orta	Düşük	Duyarlı	Orta derece dayanıklı
Biodisk	Orta	Orta	Büyük	Duyarlı	Orta derece dayanıklı
Havalandırmalı Lagünler	Orta	Düşük	Büyük	Çok Duyarlı	Dayanıklı
Stabilizasyon havuzları	Basit	Yok	Çok büyük	Çok Duyarlı	Dayanıklı

### Anaerobik Stabilizasyon havuzları

Yüksek miktarda organik madde ve katı madde içeren atıksuların arıtımında kullanılır. Havuzlar anaerobik reaksiyon şartlarını sağlamak amacı ile derin toprak yapılar olarak inşa edilirler. Bu havuzların hacimsel kirlilik yükü 100-400 gr BO 15/m<sup>3</sup> gün mertebesindedir. Ortalama bekleme süresi 5 günden azdır.

### Olgunlaştırma havuzları:

Olgunlaştırma havuzlarının amacı arıtılmış atıksuları kalitesinin daha iyileşmesi, tesislerin toplam organik madde giderim veriminin yükseltilmesi ve bakteri gideriminin sağlanmasıdır. Bu sistemler fakültatif, veya aerobik stabilizasyon işlemlerinden sonra kullanılacakları gibi, klasik biyolojik arıtma sistemlerini takiben de kullanılabilirler. Bu havuzlar 1.5 m' den şıgölup bekleme süresi 5-20 gün mertebesindedir. Yüzeysel kirlilik yükü 15 kg BO 15/ hektar olup gün'den küçüktür.

### Havalandırmalı Lagünler:

Bu sistemlerde oksijen temini havalandırma ekipmanları vasıtasıyla yapılmasının yanı sıra, sistemdeki fotosentez reaksiyonları da gerçekleşir., Derinlikleri 3-5 m arasındadır. Havalandırmalı lagünler, esasta aktif çamur metoduna benzer özellik gösterirler. Ancak son çöktürme havuzundan sonra çamur geri dönüşü uygulanmaz. Ayrıca bekleme süreleri aktif çamur sistemlerine kıyasla çok daha fazla uzundur. Lagünle de havalandırma işlemleri sonucunda tüm lagün derinliği boyunca oksijenli bir ortam yaratılması durumunda bu tür lagünlere tam aerobik havalandırmalı lagünler adı verilir. Sadece yüzeyle yakın tabakaları oksijenli dip tabakaları ise oksijensiz olan sistemlere fakültatif havalandırmalı lagünler adı verilir.

## b) ANAEROBİK PROSESLER

Anaerobik prosesler, organik kirliliği yüksek olan atıksuların arıtımında kullanılır. Proseste anaerobik ayrışma asit ve metan tarafından gerçekleştirilir. Anaerobik reaksiyonlar 3 adımda meydana gelir.

- Yüksek molekül ağırlıklı çözülmüş organik ve askıdaki organiklerin hidrolizi.
- Küçük organik moleküllerin parçalanarak, uçucu yağ asitlerine (asetik asite) dönüşümü.
- Asetik asidin, aynı zamanda hidrojen ve karbondioksitin metana dönüşümü

### Anaerobik Arıtmada mevcut arıtma yöntemleri

#### 1- Sürekli karışımli tank reaktörü

Sürekli karıştırılan tank tipinde olan bu reaktör atıksuların anaerobik arıtılmasında kullanılan ve katı resirkülasyonu olmayan ilk kuşak reaktörlerden birisi-dir.Çamur kalış süresi ile hidrolik kalış süresi arasındaki oran yaklaşık 1 olup 20-30 gün arasında uzun bir kalış süresi gerekmektedir. Bu yüzden sistem katı

resirkülasyon ile teşhiz edilerek hidrolik kalış süresi bir kaç güne kadar düşürülebilir. (Anaerobik kontakt prosesi) Söz konusu sistem 0-5 kg KOI/m<sup>3</sup> hacimsel yüklemeye değerinde çalışır. Atık suyun alındığı tanktan karıştırma enerjisi 1-10W/m<sup>3</sup> enerji verilmelidir. Reaktörde süspanse karakterde anaerobik bakteri bulunmaktadır. Bakteri, kolay parçalanabilen organik çamur (besi çamuru) yüklemesi ile 20 gün içinde istenen bakteri konsantrasyonuna gün içinde istenen bakteri konsantrasyonu getirilebilir.

## **2-Anaerobik Filtre (Yukarı akışlı dolgu sütunu)**

Hareketsiz hücre reaktörlerinin bir uyarlaması olarak geliştiri anaerobik filtre tipinde kullanılan dolgu malzemesi biyofilm gelişmesi için gerekli olan yüzeyini sağlar. Etkili bir çökeltme sağlaması ile dolgu malzemesinin dışında kalan biyokütle için etkili bir kalış süresi sağlanmış olur. Bu sistemde biyofilm, yarısı dolgu malzemesi üzerinde diğer yarısı ise dolgu malzemeleri sırasında kümeler halinde bulunur. Reaktör içi inert malzeme ile doldurulmalıdır. İşletmeye alma aşamasında reaktör tedrici beslenerek inert malzeme üzerinde biyofilmin oluşması sağlanır. Tedrici besleme ile uzun bir süre sonunda inert malzeme üzerinde tutunarak gelişen anaerobik biyofilm arıtmayı gerçekleştirir.

## **3- Akışkan yataklı sistemler:**

Bu sistemde yukarı akışlı reaktör, kısmen bir taşıyıcı malzeme (genellikle kum) ile doldurulur. Yukarı akış hızı, kumun reaktörün %75 yüksekliğini akışkanlaştıracak seviyede seçilir. Bu sistemde yüksek bir yüzey akışı ve her bir kum taneciği üzerinde düzgün bir biyofilm gelişmesi vardır. Kumun akışkanlaştırılması için yüksek miktarda enerji gereksinimi vardır. Reaktör içine konulan kum, süreli akışkan halinde tutulmalı ve yüksek oranda geri devir yapılmalıdır. Söz konusu reaktörde kum tanecikleri üzerinde biyofilm oluşturularak arıtmanın gerçekleştirilmesi amaçlanır. İşletmeye alınma esnasında besleme çamuru kullanılmaz. Atıksu tedrici beslenerek biyofilmin gelişmesi sağlanır.

Akışkan yataklı sistemlerden en fazla kullanım alanı bulan "yukarı akışlı anaerobik çamur yatağı" (UASB) prosesidir. Proses biyokütlenin iyi bir çökeltme özelliğine sahip granüler çamurun içinde hareketsiz bir şekilde oluşması esasına dayanır. Sistem preasidifikasyon tankı UASB reaktöründen oluşur. Preasidifikasyon tankında hidroliz, asidogenesis, acetogenesis fazları bakteriler tarafından gerçekleştirilerek, sudaki kirlilik kaynağı karbonun tüm formları asetata indirgenir. Aynı tankta, pH kontrolü, ısı kontrolü, reaktörden alınan geri devirle atıksuyun karışımının sağlaması, kimyasal maddenin karışımından sağlanması ve nütrient ilavesi yapılır. Preasidifikasyondan geçirilen atıksuyun yukarı akışlı çamur yatağı UASB reaktörüne alınması gerekir. Atıksu, preasidifikasyon tankından bir pompa ile emilerek reaktör tabanındaki distribüsyon yardımı ile tüm reaktör tabanından yukarıya doğru gönderilir. Atıksu granül bakteri yatağından geçerken metan fazı gerçekleşir ve tüm kirlilik metan gazına ve karbondiok-side dönüştürülür. Bünyesindeki kirliliği %80 oranında kaybeden atıksu, reaktör üzerindeki separatörlerden geçerek sistemi terk eder. Seperatörlerde reaktör içinde arıtmayı gerçekleştiren granül bakteri çökelttilerek içinde tutulurken oluşan biogaz yine aynı seperatörler yardımı ile toplanır. Reaktörden çıkan su, giriş suyunun kirliliğine bağlı olarak belli oranlarda geri döndürülür. Bu sistemde çok yüksek yüklemeye oranları mümkündür. Resirkülasyon ihtiyacı azdır ve bakteri sirkülasyonu yoktur. Granüler bakteri olması nedeniyle toksik yüklemeye daha dirençlidir. Reaktörde karıştırmaya gerek yoktur.

## **D- İLERİ ARITMA METOTLARI: Dezenfeksiyon:**

Arıtma tesisi çıkış suyu alıcı ortama verilmeden önce, suda bulunan bakteri ve virüslerin uzaklaştırılması işlemidir. Atıksu arıtımında yaygın olarak kullanılan metod klorla dezenfeksiyondur. Klorla dezenfeksiyon sistemine klor hazırlama tankı, dozaj pompası ve klor temas tankı bulunur. Kullanılan klor bileşikleri kalsiyum ve sodyum hipoklorit ve klor gazıdır. Ayrıca ozon ve ultraviyole ile dezenfeksiyon yöntemleri de kullanılmaktadır.

## **Azot Giderme:**

Atıksuyun içerdiği amonyum iyonları azot bakterileri yardımıyla nitrifikasyon kademesinden önce nitrite ve sonra nitrate dönüştürülür. Daha sonra denitrifikasyon kademesinde anoksik şartlar altında azot gazı halinde sudan uzaklaştırılır. Nitrifikasyon askıda büyüme (aktif çamur) veya tutunarak büyüme (biyofilm) prosesleri ile gerçekleştirilebilir. Proseste önemli olan nitriye bakterilerin büyümelerinin sağlanacağı uygun koşulların yaratılmasıdır. Nitrifikasyon prosesinde işletme parametreleri olarak sıcaklık pH, çözünmüş oksijen, havalandırma periyodu, çamur yaşı, karbon/azot oranı önem taşımaktadır. Denitrifikasyon prosesi nitratın azot gazına indirgenmesidir. Biyolojik denitrifikasyon prosesi organik karbon kaynağı olarak metanol gibi maddelerin kullanılmasıyla ayrı reaktörlerde gerçekleştirilebildiği gibi, kombine karbon oksidasyon nitrifikasyon-denitrifikasyon sistemleri de uygulanabilir.

## **Fosfor Giderme:**

Fosfor bileşiklerini gidermek için kimyasal ve biyolojik metodlar ayrı ayrı veya birlikte kullanılır. Kimyasal arıtma işleminde kireç, alum, demirklörür, veya sülfat gibi kimyasal maddeler kullanılarak yüksek pH değerlerinde fosfor, fosfat tuzları halinde çöktürülür. Biyolojik metodlarla fosfor arıtımı, biyolojik arıtma sırasında fosfatın mikroorganizmalarca alınması ile sağlanır. Biyolojik ve kimyasal arıtmanın birlikte kullanılması biyolojik arıtma çıkışında son çökeltme tankı girişinde metal tuzları ve polimer ilavesi ile gerçekleşir. Böylece aynı zamanda daha iyi bir çökeltme sağlanabileceği gibi, çıkışta daha düşük BOI5 değerleri sağlanabilmektedir.

## **Filtrasyon:**

Biyolojik ve kimyasal arıtma işlemlerinde yeterince giderilemeyen askıda katı maddeleri ve kolloidlerin tutulması amacıyla uygulanır. Suyun granül filtre yatağından geçişi ile maddeler tutulur. Filtre yatağında biriken katı maddelerin giderilmesi amacıyla geri yıkama işlemi uygulanır. Filtrelerde kum, çakıl, granit vb. dolgu malzemeleri kullanılır. Filtreler ak.ş doğrultusuna göre aşağı ve yukarı akışlı kullanılan filtre malzemesine göre aşağı ve yukarı akışlı, kullanılan filtre malzemesine göre tabakalı veya tek tip malzemedan oluşan filtreler, hidrolik şartlara göre serbest yüzeyli ve basınçlı filtreler olarak sınıflandırılır.

#### **Adsorbsiyon:**

Adsorbsiyon, suda çözünmüş maddelerin elverişli bir ara yüzeyde toplanması işlemidir. Arıtma tesisi çıkış suyunda istenen kalitenin sağlanabilmesi için su bir aktif karbon ortamından geçirilir. Aktif karbon toz veya granül olarak kullanılır.

Granül aktif karbonla iyi bir temas sağlamak için atık-su ya sabit yataklı bir kolona yukarıdan aşağıya ya da sabit veya akışkan bir yatağa aşağıdan yukarıya verilir. Aşağı akışlı kolonlarda biriken maddelerin neden olduğu yük kaybını önlemek amacıyla geri yıkama işlemi yapılır. Kullanım açısından, adsorblama kapasitesi tükenen granül aktif karbonun rejenere edilmesi gerekir. Toz halindeki aktif karbon, biyolojik ve kimyasal arıtma çıkışındaki suya ilave edilerek, karbonun temas havuzunda çöktürülmesi şeklinde kullanılır.

#### **İyon değiştirme:**

Endüstriyel Atıksu arıtımında kullanılan atıksu bünyesinde istenmeyen anyon ve katyonların uygun bir anyon ve katyon tipi iyon değiştirici kolonda tutulması işlemidir. İyon değiştiriciler, genellikle aşağı akışlı kolon tipindedir. Atıksu basınç altında kolona yukarıdan girer, reçine boyunca ilerleyerek aşağıdan uzaklaştırılır. Reçine kapasitesi düşünce kolonun rejenerasyonu gereklidir. Katyonik iyon değiştirme reçinelerinde genellikle sodyum hidroksit rejeneran olarak kullanılır.

#### **Ters Osmoz:**

Atıksuyun yeniden kullanılabilmesini sağlamak amacıyla, genellikle endüstriyel atıksu arıtımında kullanılan çözünmüş anorganik ve organik maddelerin sudan uzaklaştırılması ya da geri kazanım amacıyla yüksek basınç uygulanan bir sistemdir. Ters osmozun temel üniteleri yarı geçirgen membran destekleme yapısı., basınçlı kap ve yüksek basınçlı pompadır. Membran malzemesi olarak selüloz asetat ve naylon kullanılır.

#### **Ultrafiltrasyon:**

Yarı geçirgen membranların ters osmoz işlemine benzeyen basınçlı membran filtrasyon metodudur. Ancak daha düşük basınç uygulanır. Bileşiminde makromolekül ve kolloid özellikte madde bulunan atıksularda kullanılır.

#### **E- Çamur Giderme Metodları:**

Atıksulann biyolojik veya kimyasal metodlarla arıtılması esnasında katı maddelerin çöktürülmesi veya yüzdürülmesi sırasında oluşan çamurların çamur arıtımına tabi tutulması gerekir. Atıksu arıtma tesislerinden kaynaklanan çamur, kullanılan arıtma proseslerine göre farklılık gösterir. Çamur arıtımında, çamur stabilizasyonu ve katı madde içeriğinin arıtılması amacıyla çeşitli metodlar uygulanır:

##### **1- Çamur Stabilizasyonu:**

Arıtma tesislerinde katı maddelerin çöktürülmesi sonucunda oluşan çamurların katı madde içerikleri düşük olduğundan, bu oranı arttırmak amacıyla çamur yoğunlaştırma işlemi uygulanır. Uzun havalandırma prosesinden oluşan çamur yeterince stabilize olduğundan ilave bir çamur stabilizasyonu gerektirmez. Yoğunlaştırılan çamurun kimyasal olarak stabilizasyonu kimyasal madde ilavesiyle, biyolojik olarak stabilizasyonu ise arerobik veya anaerobik çamur stabilizasyonu yada kompostlaştırma ile yapılır.

##### **Anaerobik çamur stabilizasyonu :**

Anaerobik çamur stabilizasyonunda öncökeltme ve biyolojik arıtma karışımının içerdiği organik maddeler, havasız ortamda biyolojik olarak metan ve karbondioksit dönüştürülür. Çamur çürütme işlemi iki şekilde uygulanır. Standart hızlı tipte genellikle ısıtma ve karıştırma yapılmaz. Yüksek hızlı olarak adlandırılan tipte ısıtma ve tam karıştırma yapılır. Katı bekletme süresi standart tipte 30-60 gün, yüksek hızlı tipte 10-20 gün arasındadır. İki kademeli olarak yapılabilen çamur çürütme işleminde birinci kademede organik madde ve bakterilerin temasını ve homojen ısı dağılımını sağlamak amacıyla ısıtma ve tam karıştırma işlemi uygulanır. Karıştırma işlemi mekanik karıştırıcılar ile yapılabildiği gibi tank muhtevasının pompa ile resürkülasyonu veya üretilen metan gazının kompresör-difüzör sistemi ile geri verilmesi şeklinde yapılır. Tank sıcaklığı 35°C civarında tutulur. İkinci kademede ısıtma ve karıştırma yapılmaz, çökelen çamur, çamur suzlaştırma işlemine sevk edilirken bir kısmı da birinci tankın girişine gönderilir. Üretilen gazın depolanıp kullanıma sunulması için gaz tankları kullanılır. Elde edilen gaz, çürütücülerin ısıtılmasında kullanılacak ise bir ısı değiştiricisinden geçirilir ve eğer ikinci kademe çürütücü yüzer kapaklı olarak projelendirilmiş ise ayrıca bir gaz deposuna ihtiyaç yoktur.

##### **Aerobik çamur stabilizasyonu:**

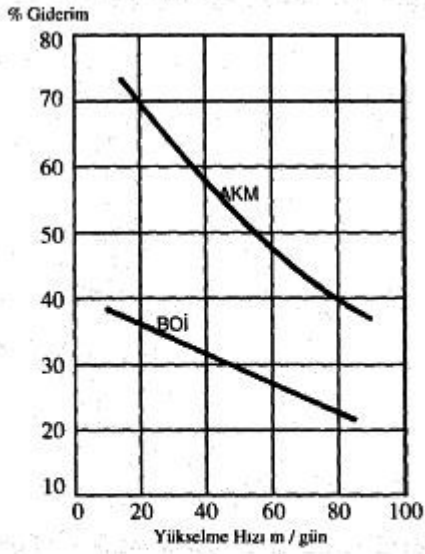
Aerobik çamur stabilizasyonu, çamurun organik madde içeriğini azaltmak için kullanılan yöntemlerden biridir. Bu işlemde kullanılan reaktörler temelde askıda büyüme sistemlerinde kullanılan havalandırma tanklarına benzerlik gösterirler. Dairesel ve dikdörtgen tipte havalandırıcılar veya basınçlı hava sağlanır. Bu sistemler anaerobik çamur stabilizasyonunda kullanılan sistemlere nazaran toksik madde ve şok besleme durumlarına karşı daha toleranslıdır. Hidrolik bekleme süreleri 20°C'de çamur tipine bağlı olarak 10-20 gün civarındadır. Katı madde yükü 1.6-4.8 kgVSS/m<sup>3</sup> gün olup, karışım için enerji ihtiyacı mekanik havalandırıcılarda 20-40 kW/103 m<sup>3</sup>'tür.

Örnek:

Bir atıksu tesisi ön çökeltme tankım takip eden klasik aktif çamur sisteminden oluşmaktadır. Ön çökeltme ve son çökeltme çamurları yoğunlaştırıcıda çamur konsantrasyonları arttırılmaktadır. Atıksu, arıtma tesisi ve çamur karakterisistikleri aşağıdaki gibidir.

<u>Atıksu</u>	<u>Arıtma tesisi</u>	<u>Çamur katı madde içeriği</u>
Giriş AKM 200 mg/l	Ön çökeltme hav. çapı 25m	Ön çökeltme %5
Giriş BOİ 225 mg/l	Havalandırma hacmi 2900 m <sup>3</sup>	Son Çökeltme %0.75
Çıkış BOİ 20 mg/l	Havalandırma MLSS kons. 3500mg/l	yoğunlaş.%4
Debi 19000 m <sup>3</sup> /gün		

1) Ön çökteltme çamur miktarı ve hacminin hesabı



a) ön çökteltme havuzu alanı

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot (25\text{m})^2}{4} = 491\text{m}^2$$

b) Yükseltme hızı

$$\frac{19000 \text{ m}^3/\text{gün}}{491\text{m}^2} = 38.7 \text{ m/gün}$$

c) Şekilden AKM giderme verimi %58  
BOİ giderme verimi %32  
olarak bulunur.

d) Ön çökteltme tankından uzaklaştırılan çamur miktarı

$$M_p = E \cdot X_{SS} \cdot Q$$
$$= 0.58 \times 0.200 \text{ kg/m}^3 \times 19000 \text{ m}^3/\text{gün}$$
$$= 2204 \text{ kg/gün}$$

Çamur hacmi

$$V_p = \frac{M_p}{1000 \times S} = \frac{2204 \text{ kg/gün}}{1000 \text{ kg/m}^3 \times 0.05} = 44.1 \text{ m}^3/\text{gün}$$

2) Son çökteltme tankından çıkan katı madde çamur hacminin hesaplanması

F  
a) i) — oranının bulunması  
M

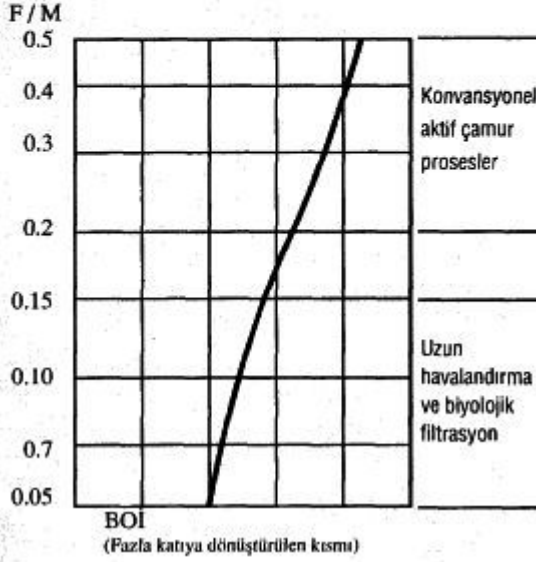
$$\text{Giriş BOI} = (1.0 - 0.32) \cdot 225 \text{ mg/l} = 153 \text{ mg/l}$$
$$\text{Çıkış BOI} = 20 \text{ mg/l}$$

$$\text{Havalandırmada giderilen BOI} = 133 \text{ mg/l}$$
$$0.133 \text{ kg/m}^3 \times 19000 \text{ m}^3/\text{gün} = 2527 \text{ kg/gün}$$

ii) Havalandırma havuzunda biokütle  $3.5 \text{ kg/m}^3$   
 $2900 \text{ m}^3 = 10150 \text{ kg}$

iii) 
$$\frac{F}{M} = \frac{2527 \text{ kg/gün}}{10150 \text{ kg}} = 0.25 \text{ gün}^{-1}$$

b) Biokütle dönüşüm faktörü 0.35 olarak şekilden alınrsa



c) Son çökeltme havuzundan çekilen kütle

$$M_s = Y' \times \text{BOI} \times Q$$
$$= 0.35 \times 0.133 \text{ kg/m}^3 \times 19000 \text{ m}^3/\text{gün}$$
$$= 884 \text{ kg/gün}$$

d) Son çökeltme havuzunun çamur hacmi

$$V_s = \frac{M_s}{1000 \times S} = \frac{884 \text{ kg/gün}}{1000 \text{ kg/m}^3 \times 0.0075} = 118 \text{ m}^3/\text{gün}$$

3) Yoğunlaştırıcıya gelen toplam çamur miktarı ve hacmi

a)  $M_t = M_p + M_s = 2204 + 884 = 3088 \text{ kg/gün}$

b)  $V_t = V_p + V_s = 44.1 + 118 = 162.1 \text{ m}^3/\text{gün}$

4) Yoğunlaştırıcıdan çamur uzaklaştırma ünitelerine aktarılabacak çamur miktarı

Yoğunlaştırılmış çamurun toplam hacmi

$$V = \frac{3088 \text{ kg/gün}}{1000 \text{ kg/m}^3 \times 0.04} = 77.2 \text{ m}^3/\text{gün}$$

5) Yoğunlaştırıcıda azaltılan çamur hacmi

$$\frac{162.1 - 77.2}{162.1} \times 100 = \%52$$

### Kompostlaştırma:

Kompostlaştırma, organik ayrışabilir katı maddelerin aerobik mikroorganizmalar tarafından biyokimyasal yolla ayrıştırılması sonucu meydana gelir. Taze veya çürütülmüş arıtma çamurları organik karbon içeriği yüksek olan maddelerle karıştırılıp gözenekli ve daha az sulu hale getirilerek havalandırıldıklarında ter-mofilik olarak ayrışır

stabilize olmaktadır.

## **2-Çamur susuzlaştırma:**

Çamur susuzlaştırma stabilize edilmiş çamurun nem içeriğinin azaltılması amacıyla doğal veya mekanik yollarla yapılan işlemleri kapsar. Bu işlemler sonucunda çamurun katı madde şeklinde sistemden uzaklaştırılması sağlanır. Doğal yollarla susuzlaştırma işlemi çamur kurutma yatakları ile, mekanik olarak ise vakum filtreleri, santrifüjler, filtre pres ve belt pres' ler ile sağlanır.

### **Çamur kurutma yatakları:**

Arazinin yeterli büyüklükte olduğu durumlarda stabil çamur 20-30 cm tabaka kalınlığında kurutma yataklarına serilmek suretiyle katı hale gelir. Kurutma yataklarının altına çakıl ve kum serilerek çamur suyunun süzülmesi sağlanır. Süzüntü suyu ise kurutma yatağı tabanına yerleştirilen drenaj borularıyla arıtma tesisine gönderilir. Çamurun su içeriğinin uzaklaştırmak için uygun olduğu tespit edildiğinde çamur, kurutma yataklarından elle veya mekanik kazıyıcılar ile uzaklaştırılır.

### **Çamur Kurutma Yatakları Dizayn Kriterleri:**

Katı madde yüklemesi: 50-125 kg/m<sup>2</sup> yıl

Alan ihtiyacı: 0.09-0.23 m<sup>2</sup>/kişi

Çamur kurutma zamanı: 2-4 hafta

Kurutma yatağı boyutları: 6-10m genişlik 6-30m boy

### **Mekanik olarak susuzlaştırma:**

a) Filtre Pres:

Filtre pres yüksek basınç altında çamur suyunun alınmasını sağlayan ekipmandır. Filtre pres çıkışında katı madde içeriği yüksek çamur keki elde edilir. Aks üzerine dikey olarak yerleştirilen filtre preslerde plaka malzemesini olarak genellikle polipropilen kullanılır. Plakalar filtre bezi ile kaplıdır. Filtre bezi genel olarak polyester, polyamid propilen, pamuk vb. malzemeden imal edilir. Açma ve kapama sistemi manuel veya otomatik olabilir. Besleme pompası olarak yüksek basınçlı santrifüj ve pistonlu pompalar kullanılır. Merkezden plakalara beslenen çamur, plakalara basınç uygulanarak sıkıştırılır ve su filtre bezinden süzülerek alınır. Süzüntü suyu arıtma tesisine gönderilir. Çamur tipine, katı madde içeriğine bağlı olarak şarj süresi 2-5 saat arasında değişir. Bu süre filtrepresin dolması, basınç altında sıkıştırma filtrepresin açılması, kekin uzaklaştırılıp, sistemin temizlenmesi işlemlerini kapsar. Çamur tipine göre %35-40 katı madde içeriği elde edilir.

Örnek:

### **Filtre pres ve besleme pompası seçim esasları:**

300 kg/gün kuru madde (KM) içeren kimyasal arıtma çamuru için filtre pres seçimi:

Çamur kekinde %35 KM ve 1.25 sp gr (özgül ağırlık) kabul edildiğinde, günlük kek hacmi

$$300/0.35/1.25 = 685 \text{ litre}$$

Günde 3 şarj seçildiğinde, filtre pres hacmi,  $685/3=229$  litre

Bu hacmi sağlayan en küçük pres üretici firma modellerinden 25011 olarak bulunmuştur. Besleme pompası seçimi için, bir şarjda beslenecek toplam kuru madde miktarı,

$$250 \times 0.35 \times 1.25 = 109 \text{ kg besleme akımında } \% 3 \text{ KM ve } 1 \text{ sp gr kabulü ile, her şarjda prese beslenecek çamur hacmi, } 109/0.03 = 3645 \text{ litre bulunur.}$$

Buna göre 2.5 m<sup>3</sup>/saat debili besleme pompası seçilecek ve pompa 1.5 saatlik fiili pompalama süresi ile besleyecektir.

### **b) Belt pres (Bant Filtre)**

Proses sırasında yüksek miktarda çamur üreten tesislerde belt pres kullanılması uygundur. Çamurun belt pres öncesinde kimyasal olarak şartlandırılması gerekir.

Bu amaçla flokülantlar kullanılır. Bant filtrelerde iki fillie bandı, merdaneler arasında sürekli sonsuz hareket yapar.

Bant arasına beslenen çamur mekanik olarak sıkıştırılır. Çamur tipine göre %20-35 katı madde içeriği elde edilir.

### **c) Vakum filtrasyonu:**

Dönen bir tamburun iç kısmına vakum uygulanarak gerçekleştirilir. Tambur çevresi, filtre bezi ile kaplıdır ve tambur suyu alınacak çamurun bulunduğu hazneye kısmen batmış olarak döner.

Dönme esnasında çamurun katı kısmı filtre bezi üzerinde kek oluşturur ve bu kek, tambur tekrar hazneye dalıncaya kadar korunarak hazneye dolmadan önce sıyrıcı bıçak vasıtasıyla filtre bezinden sıyrılır. Vakum filtresi ile katı madde içeriği %20-30 arasında arttırılır.

### **d) Santrifüj:**

Santrifüjle su giderme kase veya sepet tipi santrifüjlerde sağlanabilir.

Çamur tipine bağlı olarak katı madde içeriği % 10-40 oranında arttırılır. Sepet tipi santrifüj cihazları, küçük arıtma tesislerinde kısmi susuzlaştırma için kullanılır.

### **3- Arıtma sistemi seçiminde dikkat edilecek hususlar:**

- 1- Tesisin ilk yatırım maliyeti
- 2- Tesisin işletme maliyeti (elektrik, kimyasal madde v.b.)
- 3- İnşaat ve işletme özellikleri, tesisin kapladığı alan
- 4- Tesisin mekanik teçhizat ihtiyacı
- 5- Tesisin yönetmeliklerde belirtilen değerleri sağlama garantisi
- 6- Taahhüt firmasının referansları ve işletme konusunda vereceği eğitim hizmetleri
- 7- Tesisin yetişmiş eleman ihtiyacı

### **4- Arıtma sistemi mekanik ekipman seçiminde dikkat edilecek hususlar:**

- 1- Mekanik ekipman kalitesi
- 2- Garanti süresi
- 3, Konzyona dayanıklılığı 4- Elektrik gideri

### **KAYNAKÇA**

- Environmental Protection Service Canada, Water Pollution Directorate (1980) Deoign and Selection of Small Wastewater Treatment Systems
- Metcalf & Eddy İne (1979) "Wasterwater Engineering, Treatment, Disposal, Reuse"
- Muslu, Y (1974) Kullanılmış Suların Tasfiyesi Cilt 1
- Resmi Gazete, Sayı 20748, Tarih:7 Ocak 1991 " Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Teknik Usuller Tebliği", Ankara