

KATI SIVI AYRIŞIMI

Katı-Sıvı Ayırışımı

▲ Ham su hazırlama

- Çökeltme ve filtrasyon

▲ Atık su arıtma

- Ön ıslah
- İkincil (Biyolojik) arıtma
- Nihai ıslah

▲ Emülsiyon Kırma – YAĞ geri kazanımı

- Çözünmüş hava flotasyonu (DAF) - Sıyırıcılar

▲ Çamur yoğunlaştırma ve susuzlaştırma

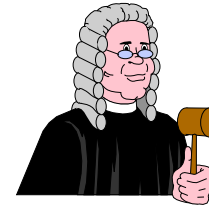
▲ Ağır metal giderimi

- Koagülasyon ve çökeltme

Atık su niçin arıtılmalıdır?

▲Çünkü kanuni bir gerekliliktir!

✉ İzin:



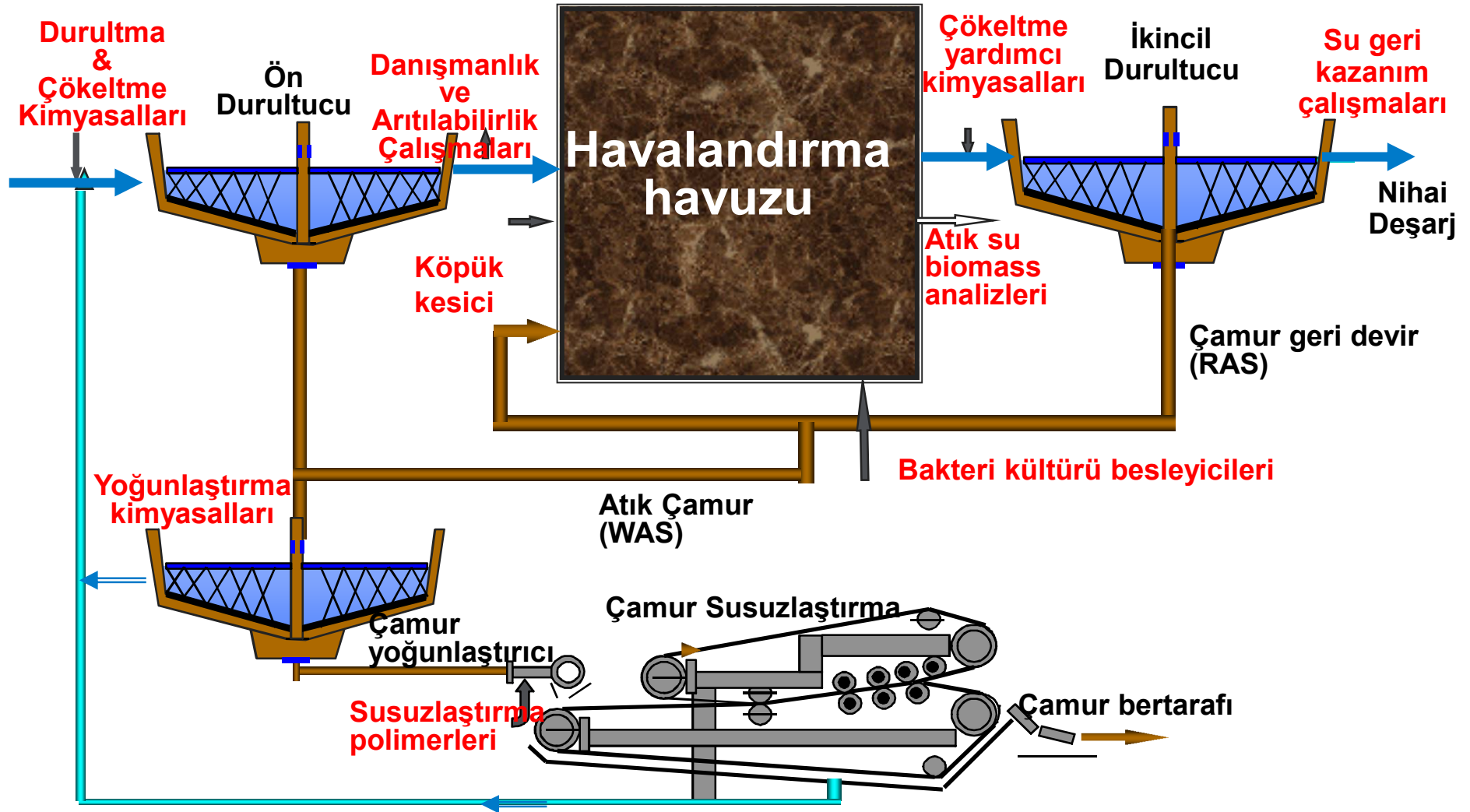
- BOI (BOD), KOI (COD), Özel kimyevi maddeler (Örn: Fenoller), Amonyak, Metaller, Cıyanürler vs..
- AKM (TSS) / pH / Sıcaklık
- Yağ ve gresler

▲Çevreyi korumak ve temiz tutmak için

▲Bazı hammaddelerin geri kazanımı için: yağlar, elyaf, vs.

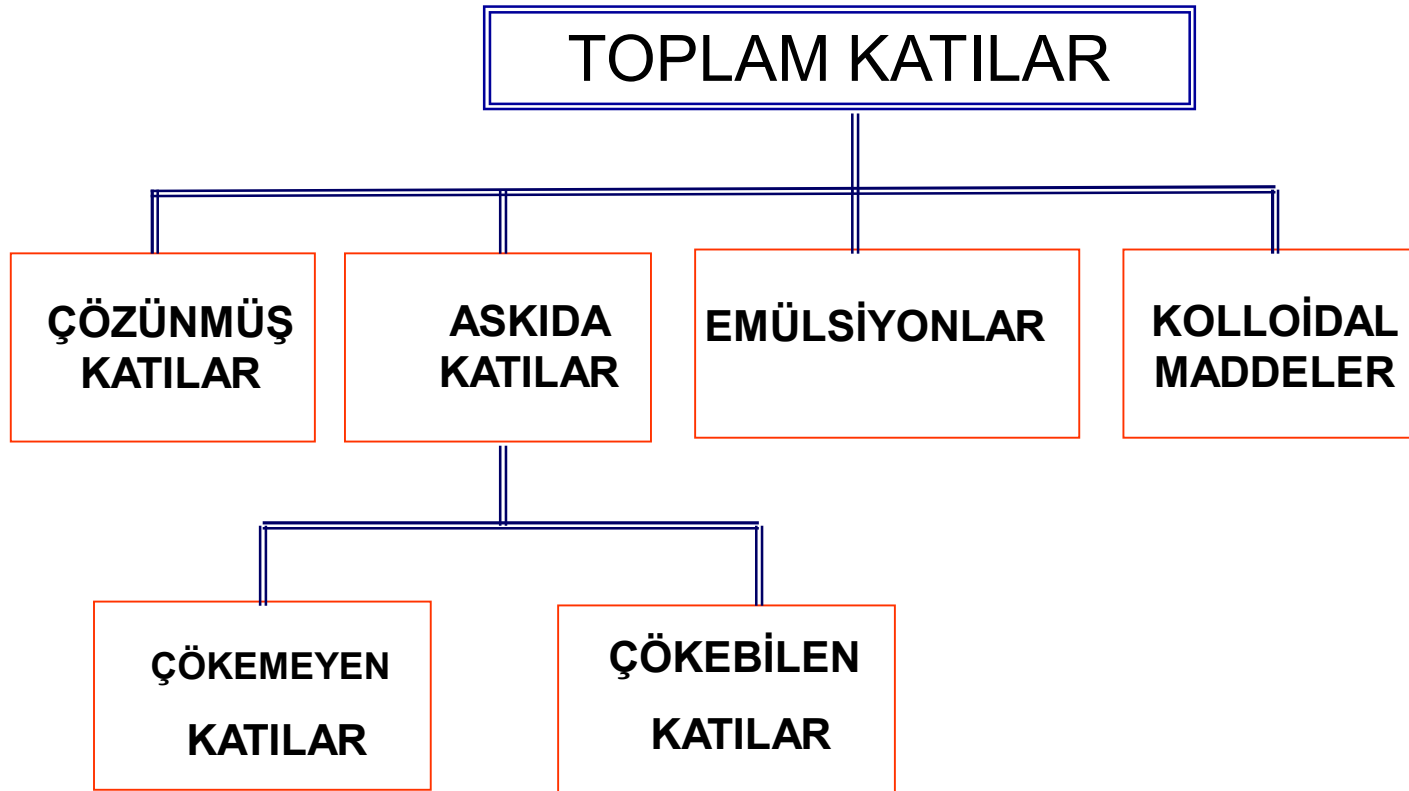
▲Su geri kazanımını mümkün kılmak için

Temel Atık Su Arıtma Tesisi Dizaynı



Atık sudaki katı maddeler

5



Kirleticilerin kategorileri

Yüzen maddeler yağ, gress, köpük ve sudan hafif maddeler:	Askıda maddeler Suda kendiliğinden çözünmeyen maddeler:	Çözünmüş maddeler Suda çözünen maddeler:
• Yağ suyun havalandırılmasını zorlaştırır. • güneş ışığı geçişini bloke ederek arıtma bakterilerinin yaşamını zorlaştırır • doğal bitki örtüsüne zarar verir • bazı türleri toksiktir	• Organik maddeler doğada kendiliğinden bozunduğunda çözünmüş oksijeni kullanarak tüketir. • Septik koşullara yol açarak rahatsızlık verici gazlar ortaya çıkarabilir. • Doğada çökerek katman oluşturan bu tür maddeler balık ve canlı yaşam alanlarına zarar verir.	• Bazı maddeler toksiktir. • Sülfür ve türevleri sülfid gibi indirgen ajanlar doğada oksijeni yok eder. • Suda kalan bakiyeleri tat ve koku problemleri oluşturur. • Nitrojen ve fosfor suda istenmeyen yosun problemleri oluşturur.

TEMEL KAVRAMLAR

$\text{BOI}_5(\text{BOD}_5)$, $\text{KOI}(\text{COD})$ ve TOC

▲ BOI_5 – Biyolojik Oksijen İhtiyacı

▲ KOI – Kimyasal Oksijen İhtiyacı

▲ TOC – Toplam Organik Karbon

$BOI_5(BOD_5)$, $KOI(COD)$ ve TOC

- ▲ Belirli kirlilikleri ihtiva eden bir atık suyun organik kirlilik derecesini karakterize etmek için kullanılan parametrelerdir.
- ▲ Herhangi bir suda $KOI(COD)$ her zaman $BOI_5(BOD_5)$ den büyük veya eşittir. $KOI(COD)$ testi üç saat içinde tamamlanır, fakat oksijen talebini doğuran organik ve inorganik kirleticilerin arasındaki ayrımı belirtmez. Aynı zamanda suyun biyolojik olarak bozunabilirliği hakkında fikir de vermez.
- ▲ Atık suyun alıcı ortama olan negatif etkisi genellikle $BOI_5(BOD_5)$ tarafından belirlenir. Biyolojik arıtmanın performansı $BOI_5(BOD_5)$ ile belirlenir. 5 rakamı testin beş günde tamamlandığını belirtir.

Endüstriyel Atık Su Arıtma Prosesleri

Temel üç aşama aşağıdaki gibidir:

1. Ön Arıtma:

- Kum & yağ tutucu /veya Kaba mekanik filtreleme
- Dengeleme havuzları
- Fiziksel arıtma
 - Geri kazanım amacıyla ayırma ve filtreleme
- Kimyasal Arıtma
 - Nötralizasyon, Koagülasyon ve Flokülasyon
 - Ön çökeltme veya flotasyon

Endüstriyel Atık Su Arıtma Prosesleri

2. İkincil (biyolojik) arıtma aşağıdakilerle sağlanır:

- Anaerobik Reaktörler
- Aerobik Reaktörler
 - KOI(COD), BOI(BOD) giderimi
 - Ammonyum oksidasyonu(Nitrifikasyon)
 - Nitrojen giderimi (De-nitrifikasyon)
- İkincil Durultma (çökeltim)
- Çamur yoğunlaştırma & Susuzlaştırma
- Çamur bertarafı ve yakma

Endüstriyel Atık Su Arıtma Prosesleri

3. Üçüncül (nihai) arıtma aşağıdaki amaçlar içindir:

Geri dönüşüm/geri kazanım/Sulama veya son terbiye:

- Besleyiciler (P, N), Metaller ve Toksik maddelerin giderimi
- Nihai durultma işlemi içerebilir
- Çoklu medya filtrasyonu
- Aktif karbon filtrasyonu
- Membran filtrasyonu (UF/NF/EDI/RO)

Ön Aritma

Fiziksel & Kimyasal Arıtma

Dengeleme havuzu

- Genellikle büyük arıtmalarda daha yaygındır
- İkincil (Biyolojik) arıtma için stabilite kurallarını oluşturur!
- Debi retansiyonu ve dengeleme
- Kompleks atık su kompozisyonu:
 - Yüksek salınımlarda & farklılıkta kirleticiler ve bunun değişken konsantrasyonları

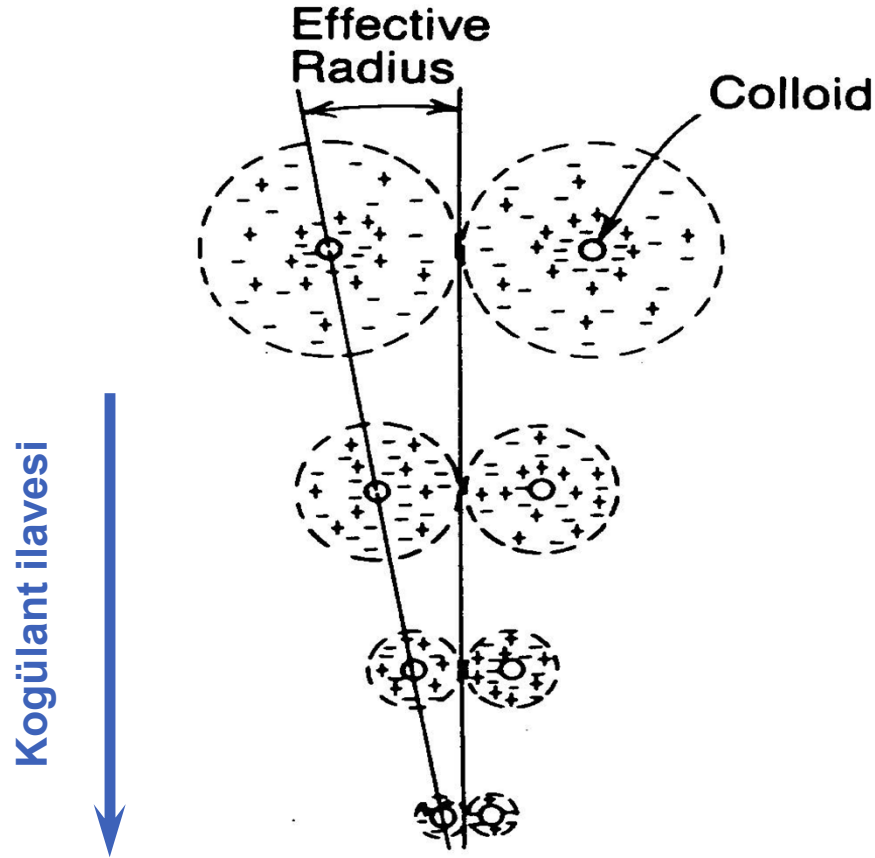
Dengeleme havuzu: Çoęu atık su arıtma prosesi için bir ŞARTTIR ¹⁴



Dengeleme gereklilikleri

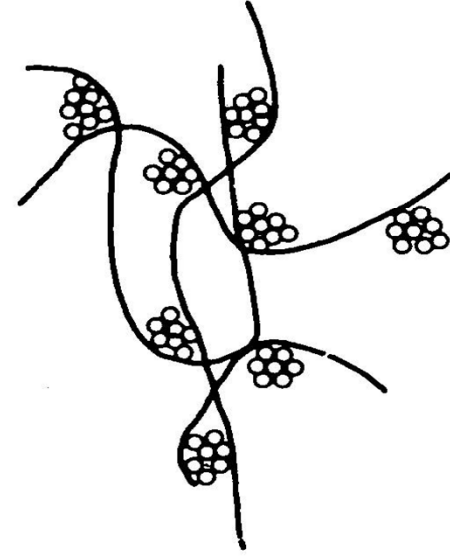
- Minimum tutma süresi: 24 saat
 - Kabul edilen iyi durum: 2-3 gün
 - Uygun karıştırma veya havalandırma sağlanmalıdır
 - Havalandırma TOC yi düşürür
 - Biyolojik reaktörlere giden organik yükü düşürür
 - Kokuyu minimize eder
- Yararları
 - Ön durultucu ve DAF için stabil giriş suyu sağlar
 - Nihai çıkış suyu kalitesini arttırır (havalandırma)
 - Çamur üretimini minimize eder (havalandırma)
 - İşletme kolaylığı sağlar
 - Biyolojik reaktörlere gelen organik yükü stabilize eder

Koagölasyon - Flokülasyon



Koagölasyon

Kolloid ufak parçacıkların şarj nötralizasyonu
Bunların biraraya gelerek kümelenmelerine sebep olur

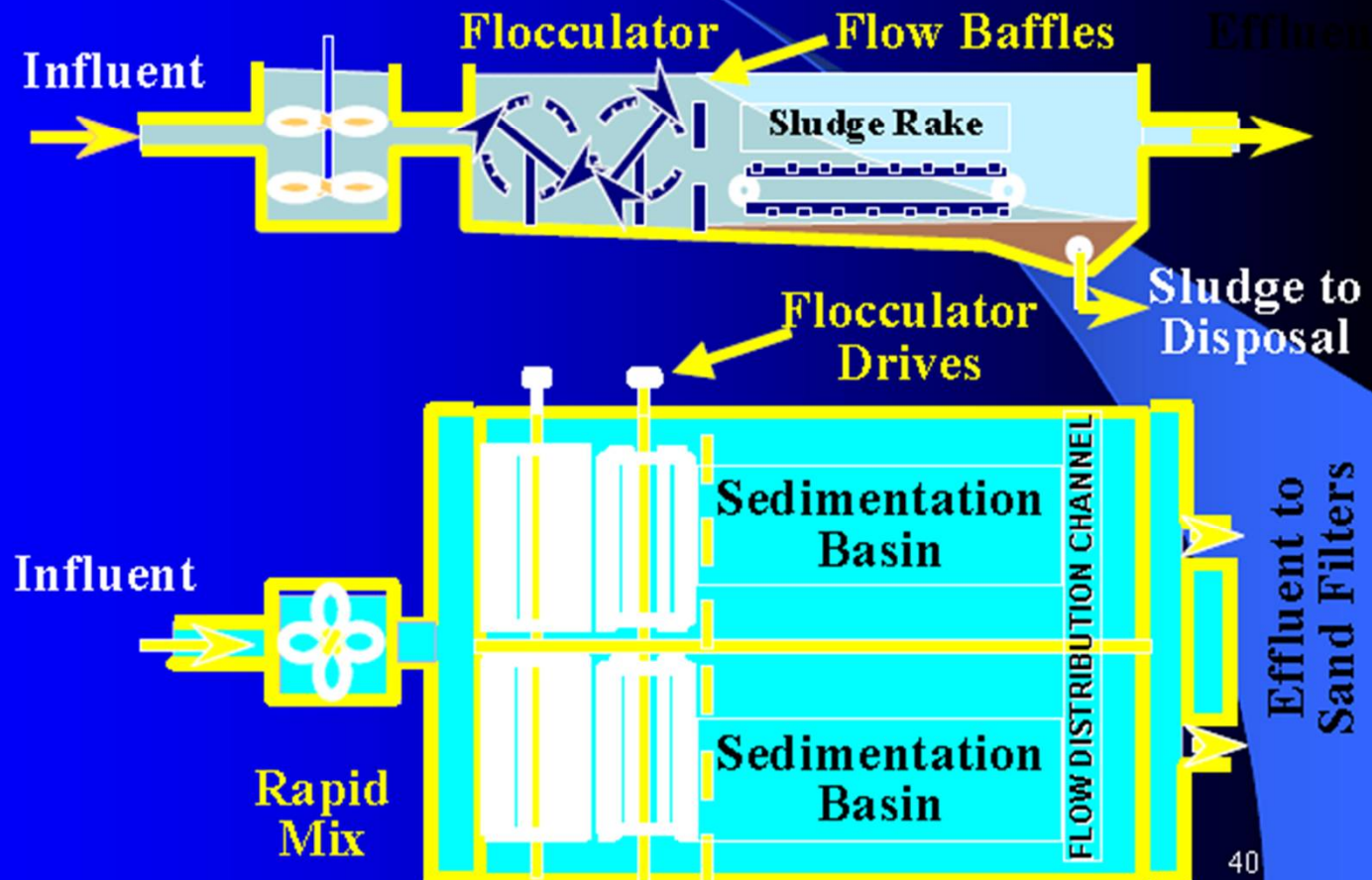


Flokölasyon

Kümeler polimer yapısı üzerinde köprü kurarak
Daha büyük çökebilir floklar oluştururlar

Clarification: Conventional System

Flash Mix, Flocculation & Sedimentation Basins



Ön Çökeltme / Yüzdürme / Durultma

18



Kullanılan ekipman türleri

■ Dörtgen üniteler

- Daha ziyade büyük belediye atık su arıtma sistemlerinde görülür.
- API Separatörleri ise özel dizayn dörtgen durultuculardır

■ Dairesel Üniteler

- Tüm endüstrilerde yoğun olarak kullanılır

■ Lamella Üniteler

- Genellikle standart dörtgen durultuculara benzer
- Nisbeten daha küçük, inorganik ve kendiliğinden çökebilen atık içeren endüstriyel atık su arıtma sistemlerinde kullanılır. (metal & mermer tipi endüstriler)
- Maden endüstrisinde cevher konsantrasyonu için de kullanılır.

■ Flotasyon (yüzdürme) üniteleri

- Petrol ve petrokimyasal endüstrilerde yaygındır.
- Kağıt ve mukavva endüstrisi
- Gıda endüstrisi
- Yakında biyolojik arıtmanın durultucusu olarak da görülmeye başlanacaktır.

Şu 6 çökmeyi etkileyen faktöre dikkat etmek lazımdır

- ❖ Katıların konsantrasyonu
- ❖ Sıcaklık
- ❖ Tutma zamanı
- ❖ Yüzey yükü
- ❖ Kısa devre



Çökmeyi etkileyen faktörler

❖ Katı maddelerin konsantrasyonu:

- ✓ Askıda katı maddeler daha büyük ve daha ağır oldukça çökme hızları da artar.
- ✓ Partikül konsantrasyonu arttıkça (dizayn parametreleri içinde olmak kaydıyla) çökme iyileşir.

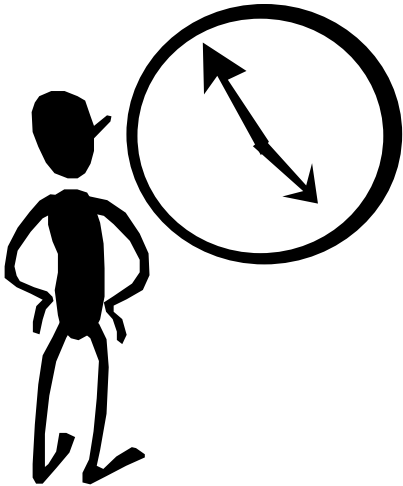
❖ Sıcaklık:

- ✓ Daha yüksek sıcaklıklarda, su daha az yoğundur. Bu yüzden, sıcaklık arttıkça, çökme hızı da artar.

Çökmeyi etkileyen faktörler

Tutma süresi (örnek):

Genellikle, çökeltme tankı (durultucu) yaklaşık 2 saat ile 3 saat arasında tutma zamanı tanır; bununla birlikte, 4-5 saate kadar çıkabilir.



- * Evsel tür askıda katı maddelerin yaklaşık 50% si 30 dakika içinde çöker.
- * 1 saatten sonra 60% ı,
- * 2 saatten sonra 70% i,

Sıklıkla görülen durumlar

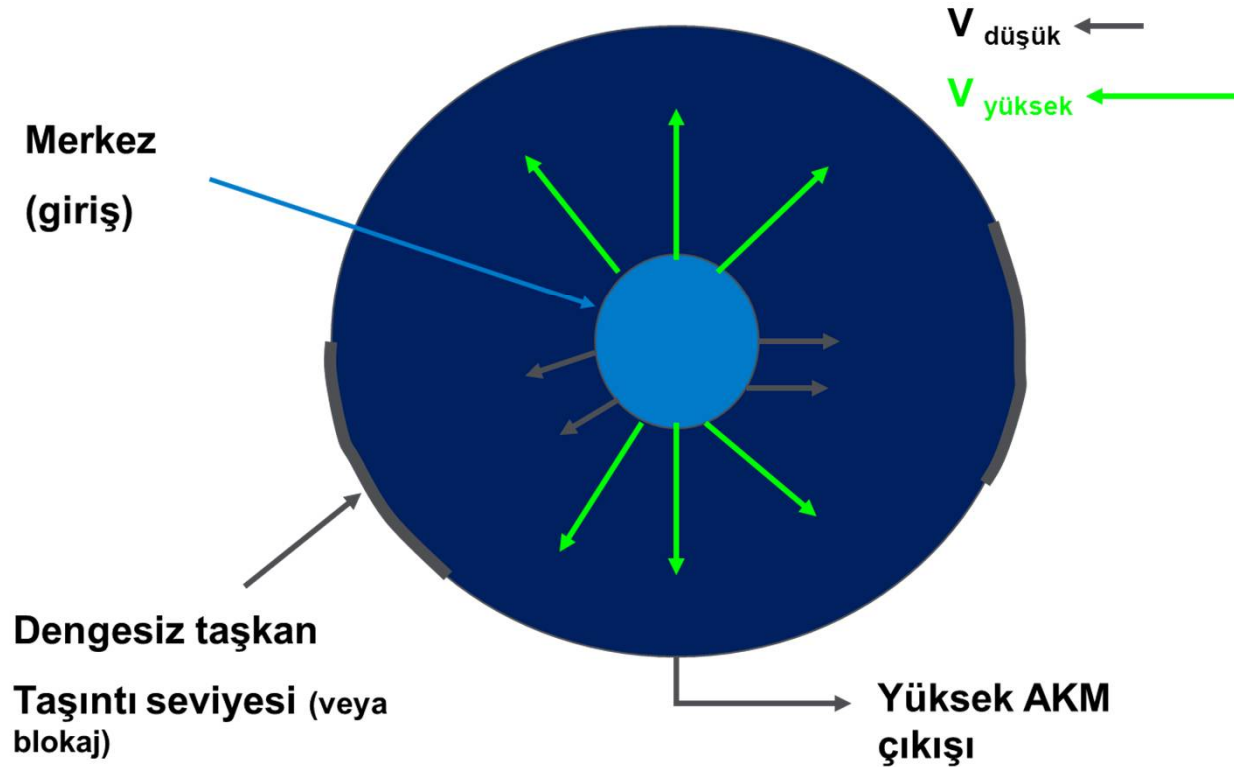
23

Hidrolik kısa devre

- Akımın giriş tarafında kısıtlanması
- Savak plakalarının seviye ayarındaki bozukluklar
- Büyük durultucuların yüzeyindeki rüzgar etkisi

Kısa Devre Durumu

25



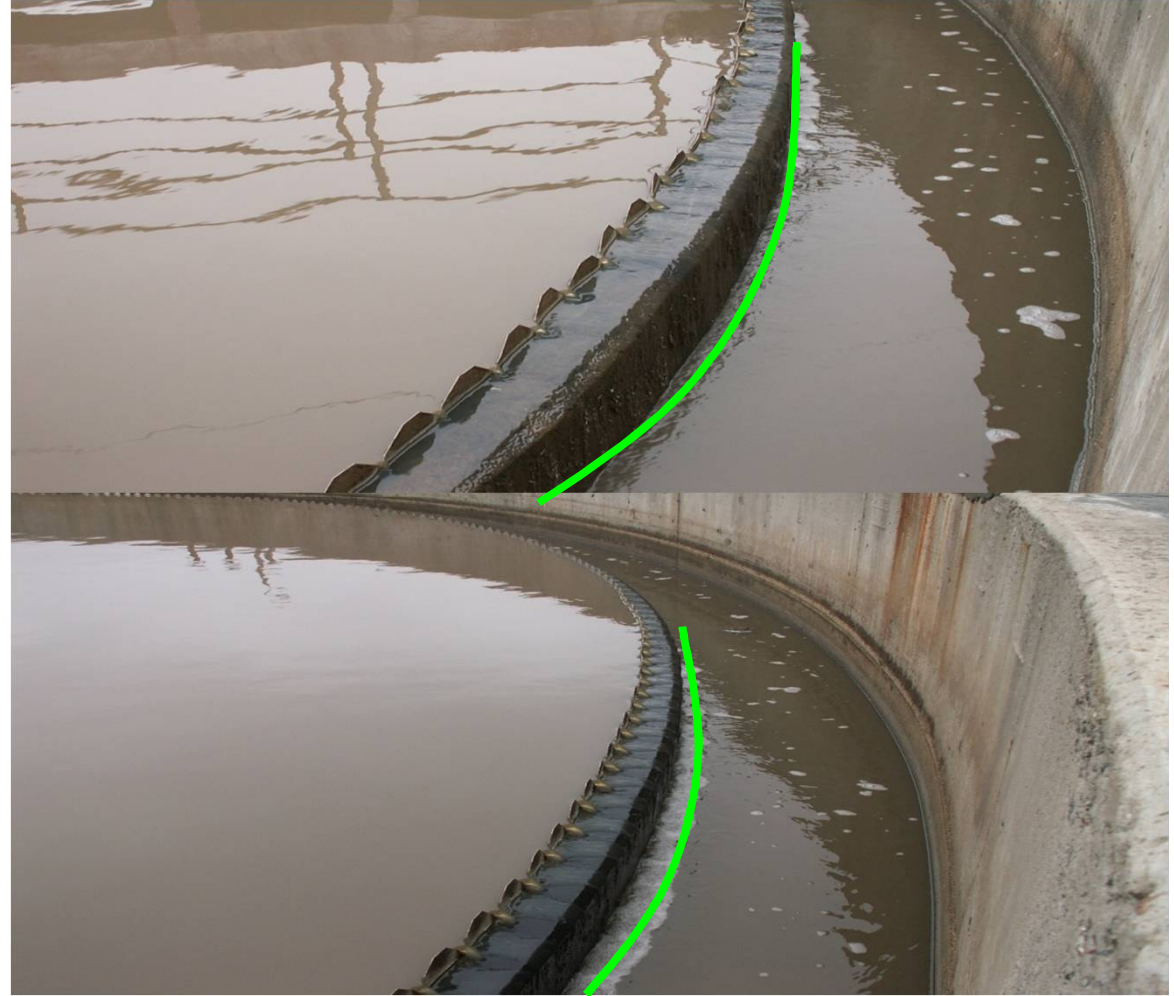
Durultucu No. 1

Savaklar ayarsız

- Yüksek & Düşük akış bölümleri
- Yüksek AKM kaçağı

Durultucu No. 2

- Mükemmel Su dağılımı!



Çökme hızını arttırmak

25

Katyonik şarj ilavesi sayesinde partiküllerin anyonik yüzey şarjı nötralize edilerek partiküllerin birbirlerine yaklaşmaları ve temas etmeleri ve böylelikle floc boyutlarının büyümesi sağlanır.

- **Koagülanlar: Organik/İnorganik**

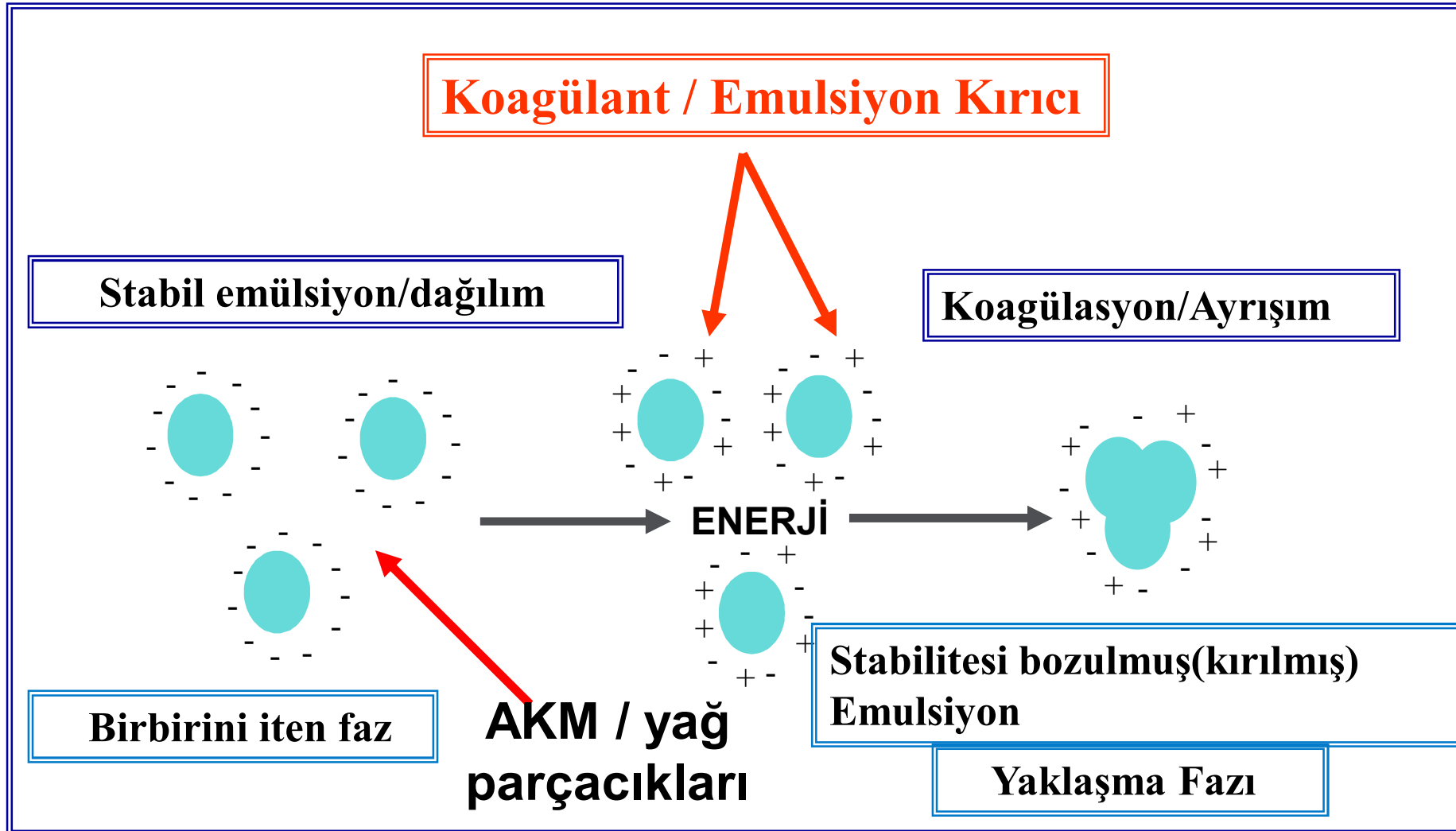
- polyDADMAC, epi-DMA, Demir, Aluminyum tuzları
moleküler ağırlık < 2,000,000 (gram/mol)

- **Flokülanlar: Organik**

- Acrylamide bazlı anyonik veya katyonik şarjlı,
moleküler ağırlık > 2,000,000

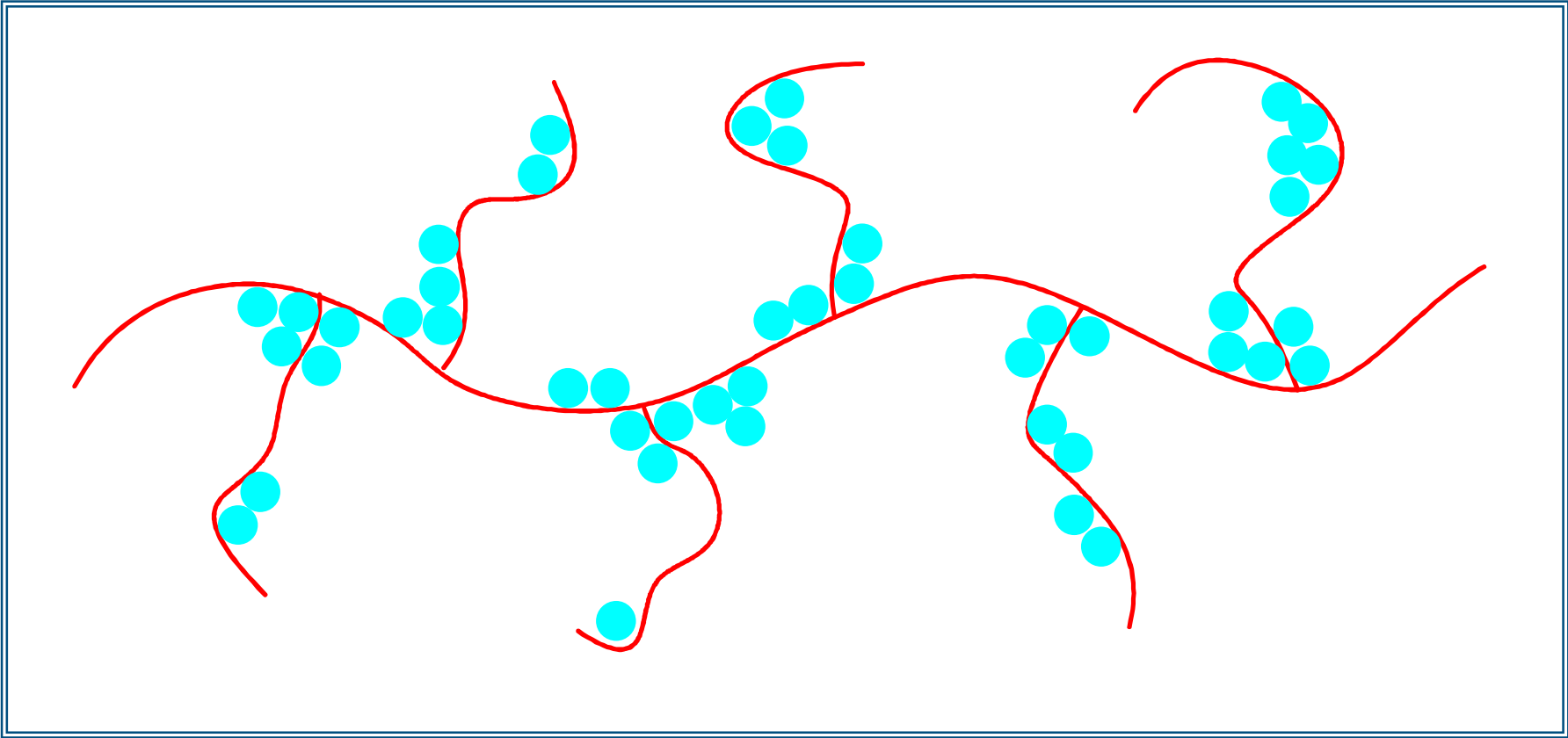
Koagölasyon veya emülsiyon kırma nedir?

Temel olarak: Prensip aynıdır !



Flokülasyon

Koagüle olmuş partiküllerin kümelenmesi



KOAGÜLANTLAR

İnorganik Koagülanlar – Al ve Fe in metal tuzları

- Çözünemez metal hidroksit flokları oluştururlar (pH!)
- Şarj nötralizasyonu – diğer parçacıklar floğa tutunur
- Hidrat su içeriğinden ağır ve yüksek miktarda ve hacimde çamur oluştururlar.
- Performansları pH bağımlısıdır (Al:5,5-7) ve sistem pH ını da değiştirirler

Organik Koagülanlar = Katyonik polimerdirler düşük moleküler ağırlık (1000-150.000 (gr/mol))

- Şarj nötralizasyonu
- Parçacıkların stabilitesi bozulur, bir miktar kümeleme kapasiteleri vardır
- Hidrat suyu olmadığından daha az ağırlıkta ve hacimde çamur üretirler
- Performansları pH bağımlısı değildir ve sistem pH üzerinde etkileri yoktur

**Koagülant aşırı
dozajı**

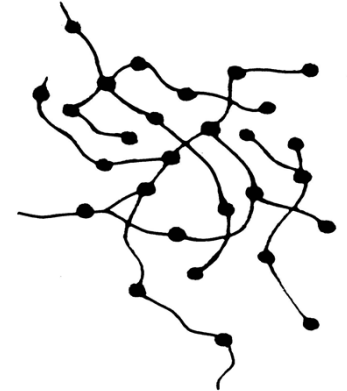


**Parçacıkların tekrar
stabil hale gelmesi**

FLOKÜLANTLAR

Organik Polimerler - yüksek Moleküler ağırlık ($> 2.000.000$)

- Parçacıklar ve kümeler arasında bir ağ gibi efektif köprü kurarlar.
- Floc boyutunu büyütürler ve böylelikle hızlı çökmeyi / yüzmeyi sağlarlar
- Uzun zincir yapısı oluşturur.
- Toz Polimerler
 - Daha ucuz fakat elleçleme, hazırlama ve dozaj işlemleri zordur.
- Emulsiyon Polimerler (Latex)
 - Molekülleri yağ içerisinde çözünmüştür – su ile aktive edillerek hazır hale gelirler.
 - Daha kolay elleçlenir ve hazırlanır.



Koagülasyon & Flokülasyon verimini etkileyen faktörler

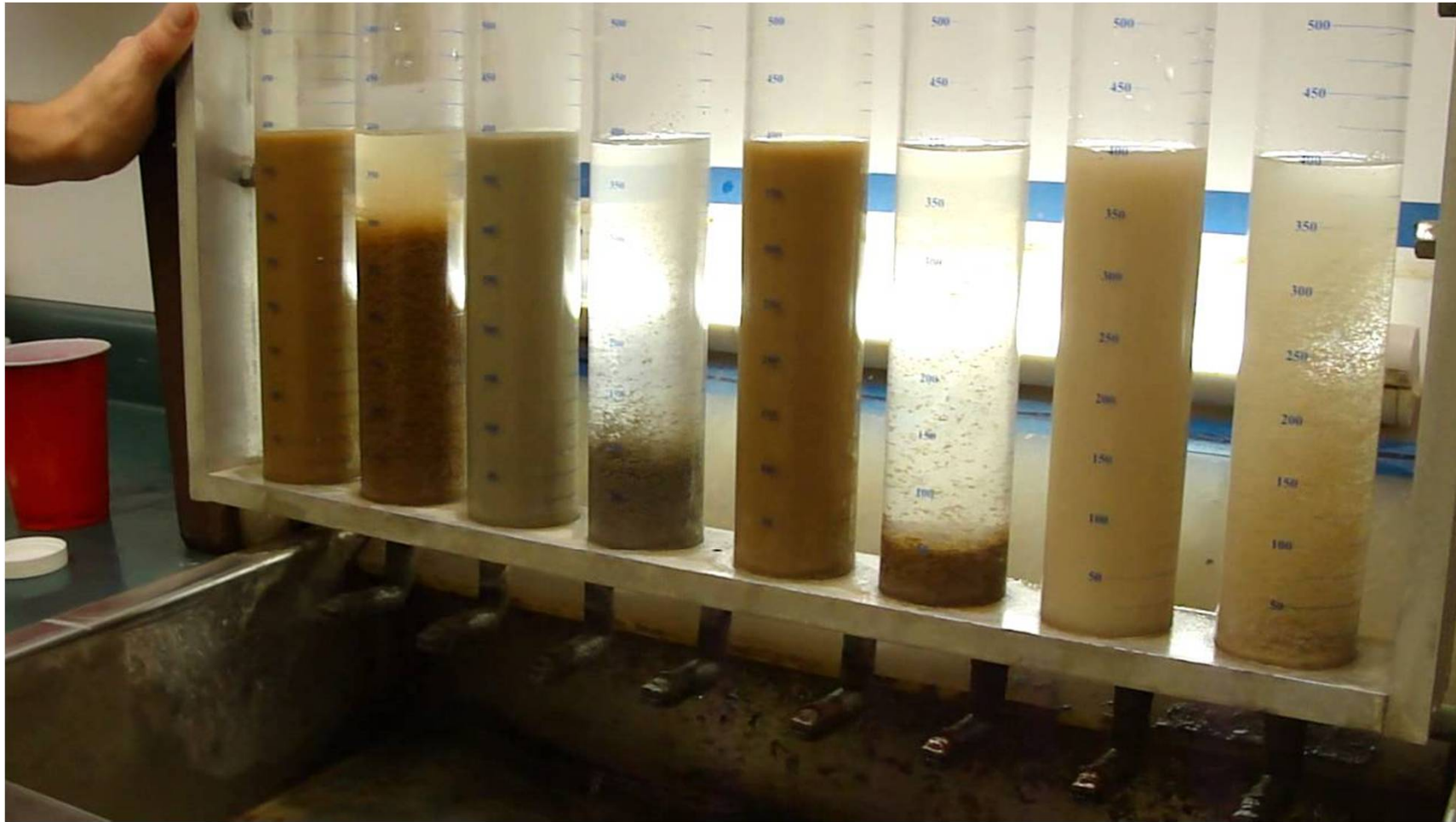
Her sistem ve uygulama birbirinden farklıdır

- ◆ Kimyevi içerik tipi
- ◆ Karıştırma enerjisi
- ◆ Karıştırma süresi
- ◆ Sistemdeki katı madde miktarı
- ◆ Sıcaklık
- ◆ Hız gradyanı

Jar Test

31

En uygun kimyasal uygulamanın ve yaklaşık dozajın tesbiti



Koagülasyon için kimyasal program seçimi

32

İnorganik:

- ▲ Alüminyum Sülfat (Alum)
- ▲ Demir: Demir Sülfat/Klorür
- ▲ PolyAluminum Klorür(PAC)

Organik Polimerler:

Değişik su karakterleri için değişik kimyasallar kullanılmalıdır

- ▲ Koagülantlar:DADMAC&epi-DMA (LYTE)
 - Diallyldimethylammonium Klorür
 - Epichlorohydrin-Dimethylamine
- ▲ İnorganik/Organik Karışımları (ULTRION)
 - PAC/DADMAC
 - PAC/epi-DMA

Dikkat edilecek konular

▲ Alum/Demir yan etkileri:

- Yoğunlaştırması ve susuzlaştırması zor hacimli çamur üretirler.
- Suya çözünmüş madde yüklerler ve iletkenliğini arttıırırlar. Böylelikle RO gibi su geri kazanım olanaklarının işletme maliyetlerini arttıırırlar.
- RO öncesindeki kartuş filtrelerin tıkanmasına sebep olabilirler
- Fazla kulllanımda RO membranlarında tıkanmaya yol açabilir.
- pH düşümüne neden olurlar.
- Etkinlikleri direkt pH bağımlısıdır ve dar bir pH aralığında etkin olduklarından kullanımı için bir pH otomasyonunu zorunlu kılarlar.
- Yaz ve kış sezonlarında kullanım miktarları arasında ciddi farklar olur ve kullanım zorluğu yaratırlar.

Dikkat edilecek konular

Organiklerin avantajları:

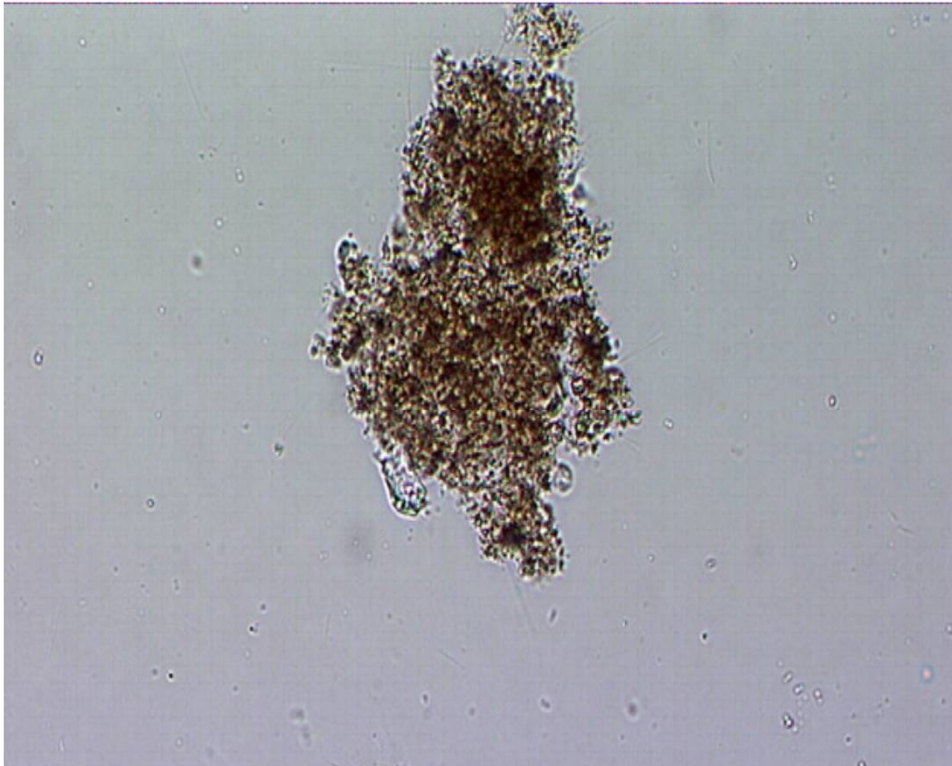
- Alum ve demir türevi inorganik koagülantların kullanımlarını azaltır veya tamamen ortadan kaldırır.
- Sistem pH ı üzerinde hemen hemen etkileri yoktur
- Geniş bir pH aralığında etkindir ve bu yüzden çoğunlukla pH kontrolü gereksinimini ortadan kaldırır.
- Tek bir kimyasal ürünle basit ve kolay bir kullanım sunarlar.
- Çamur miktarını azaltarak, çamur bertarafı ve susuzlaştırma maliyetlerinden tasarruf sağlarlar.
- Yaz kış kullanım miktarları arasında fark olmadığından kullanımı daha kolaydır.
- Sistem suyuna çözünmüş madde yüklemeler ve böylece RO gibi uygulamalarda suyun geri kazanım olanaklarını kolaylaştır ve ucuzlatırlar.
- Alum, demir gibi inorganik koagülantlara göre daha düşük dozajda daha etkin koagülasyon sağlayarak nakliye, elleçleme ve depolamadan avantaj sağlarlar.

İkincil / Biyolojik Arıtma

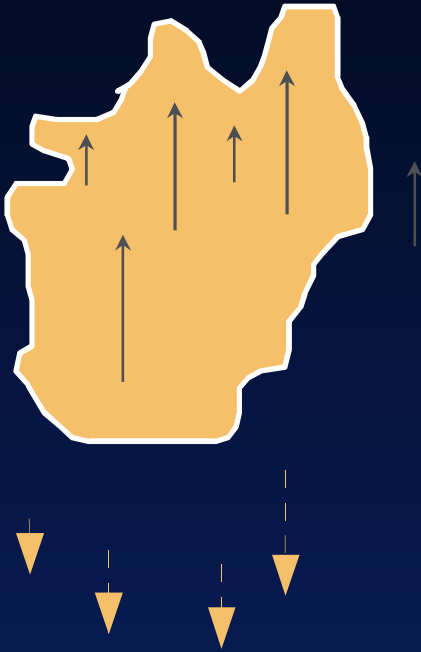
Biyolojik arıtma

Mikrobiyoloji

Çamurumun içinde ne
var.????



Yağ, gres ve diğer maddeler çökeltilir veya yüzdürülür



Çözünmüş maddeler aerobik veya anaerobik bakterilere ulaşarak

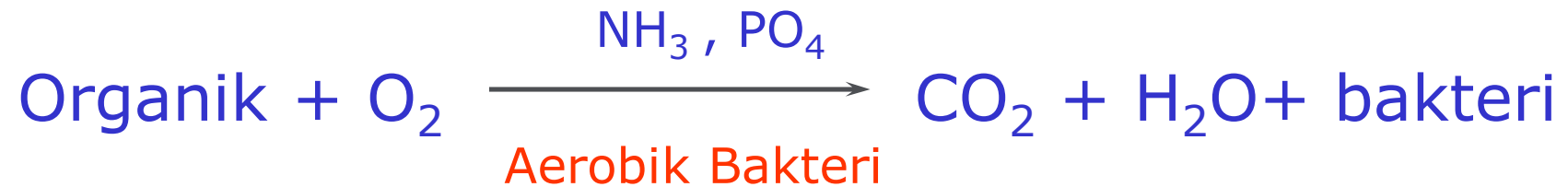
Besin olarak tüketilir



böylelikle daha fazla bakteri üretilmiş olur

Biyolojik Arıtma - Temel denklem

38



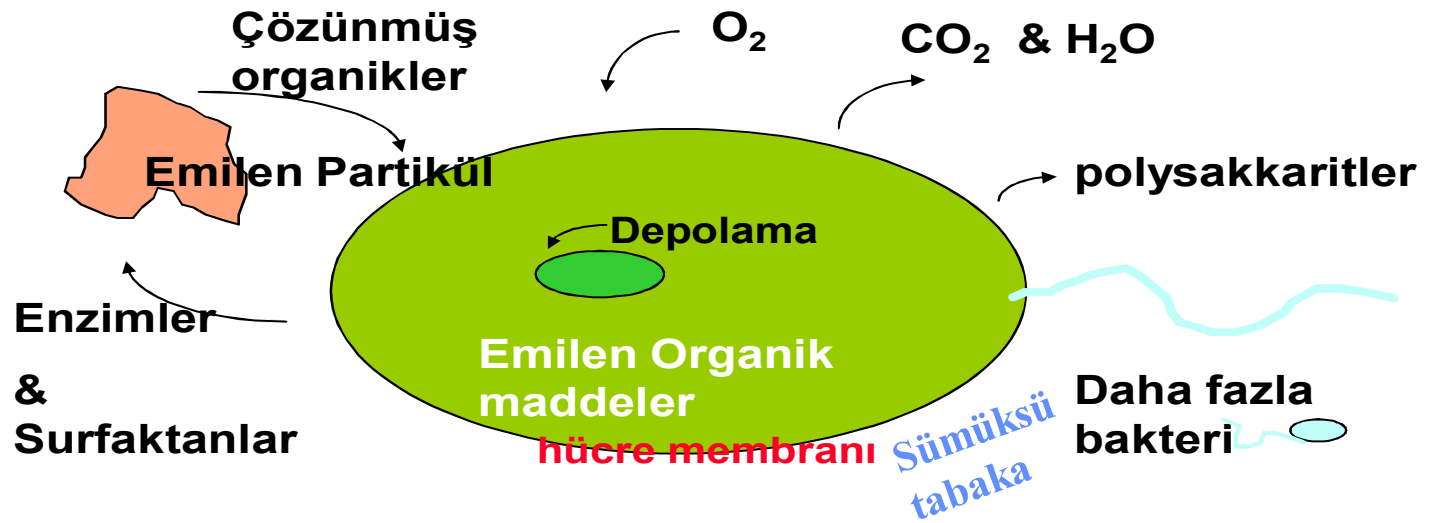
Gerekli diğer besleyiciler:
S, K, Mg, Ca, Fe, Na, Cl, Zn, vs.

BAKTERİ TÜRLERİ

Oksijen kullanımına göre bakteri türleri:

- **Aerobik bakteri**
Sadece serbest oksijeni kullanır
- **Anaerobik bakteri**
Oksijen kullanmaz (O_2 kendisine toksiktir)
- **Fakültatif bakteri**
 O_2 li veya oksijensiz yaşayabilir. NO_3^- / NO_2^- veya SO_4^{2-} ta bulunan oksijeni kullanabilir. Bulunduğu ortama göre türünü değiştirebilir.

1 bacteria $\sim 1 \mu\text{m}$ ($=0.001 \text{ mm}$)



Besleyiciler

NH₃-N

PO₄

Sıcaklık

pH

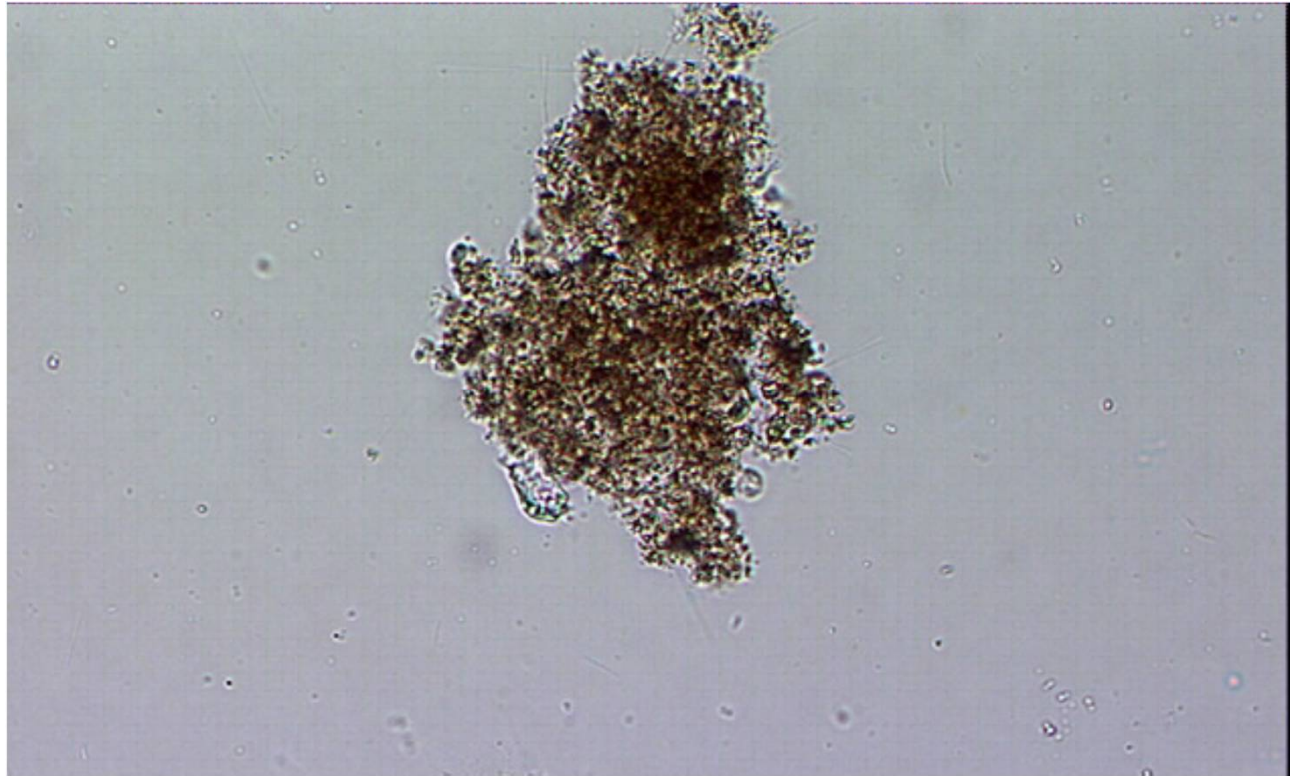
H₂O

Enerji kaynakları

CH₄ Fe⁺

NH₃-N S⁻

Nitrifikasyon & Denitrifikasyon



Genel bakış

- ▲ Aktif çamur sistemindeki nitrojen (azot) balansını anlamak işletmecilik açısından için önemli bakış kazandırır
- ▲ Nitrojen ve amonyak atık su arıtmada önemli bir rol oynarlar, her ikisi de hem kirleticidir hem de besindir.
- ▲ Atık su arıtma sistemlerinden doğaya salınabilecek Nitrojen bileşiklerinin aşağıdakiler gibi pek fazla kötü etkileri olabilir..
 - Suda canlı yaşamına karşı toksiktir
 - Çözünmüş oksijeni tüketir
 - Suyun geri kazanımını zorlaştırır
 - Klor dezenfeksiyon verimini düşürür.

Suda varolan Nitrojen türleri

- ▲ Organik maddelere bağlı nitrojen, örn.: bakterilerde, aminlerde, proteinlerde
- ▲ Ammonyak: NH_4^+
- ▲ Nitrat: NO_3^-
- ▲ Nitrit: NO_2^-
- ▲ Total-N = $\text{N}_{\text{organic}} + \text{NH}_4^+ + \text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$
- ▲ N-Kj (Kjeldahl) = $\text{N}_{\text{organic}} + \text{NH}_4^+$

İşletme terimleri

Nitrifikasyon = Ammonyak'ın Nitrata (NH_4^+ to NO_3^-) dönüştüğü biyolojik aşamadır.

Denitrifikasyon = Nitratin Nitrojen gazına (NO_3^- to $\text{N}_2\uparrow$) dönüştüğü biyolojik aşamadır.

Aerobik havuz = Havalandırmanın olduğu havuz O_2

Anaerobik havuz = Bakteri çamurunun olduğu oksijenin hiçbir formda olmadığı havuz: O_2 yok, NO_3 yok (CH_4 ve H_2S üretimi vardır)

Anoksik havuz = Bakteri çamuru var, çözünmüş oksijen var serbest oksijen yok: yok O_2 , NO_3^- var

- Anoksik havuzlar denitrifikasyon için kullanılır (NO_3 giderimi)

Nitrifikasyon Prosesi

▲ 1. çevrim (Ammonyaktan Nitrite)

- Nitrosomonas bacterisi amonyumu nitrite okside eder



▲ 2. çevrim (Nitritten Nitrata)

- Nitrobacter bakterisi nitriti nitrata okside eder.



Denitrifikasyona giriş

- ▲ Denitrifikasyon nitratın (NO_3^-) heterotrophik (karbon bozucu) bakteri tarafından indirgenmesidir.
- ▲ Bu bakteriler serbest oksijenin olmadığı anoksik ortamda nitratı kendi solunum mekanizmalarında kimyasal oksijen kaynağı olarak kullanırlar.
- ▲ Bu aktivitenin ürünü de Nitrojen (azot) gazıdır. (N_2)

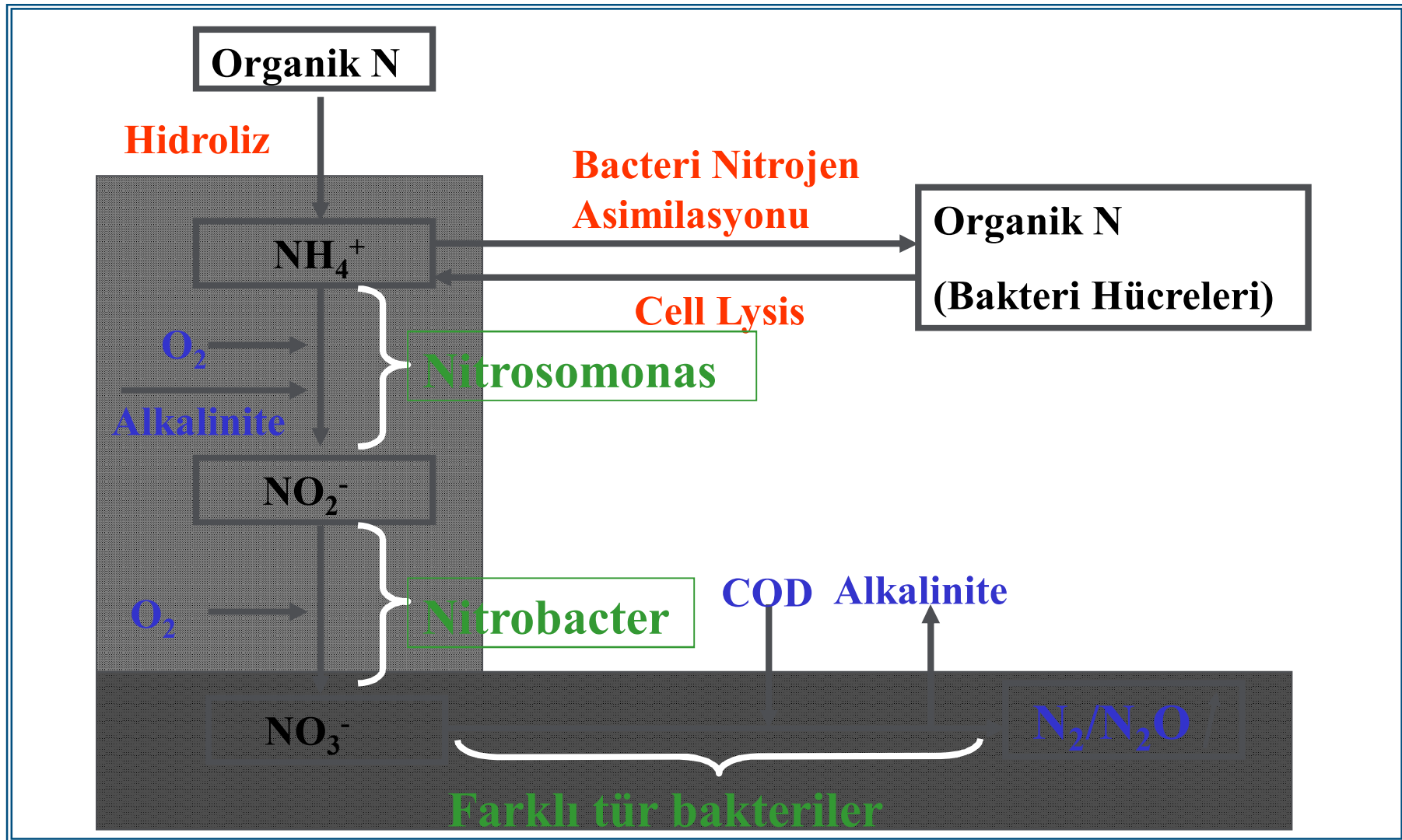
Denitrifikasyon



Düşük oksijen ortamı !! (0.0 - 0.5 mg/l)

- ▲ Organik karbon muhakkak bulunmalıdır (~3kg organik C / dönüşen kg N). Bu da KOI(COD) giderimi sağlar.
- ▲ Nitrifikasyonla düşen alkalinite burada tekrar üretilir (stabil pH !)
- ▲ Dönüşen 1 kg N 2.86 kg O₂
- ▲ Fakültatif bakteri dönüşümlü olarak: çözünmüş oksijen, sonra nitrattaki oksijen, sonra sülfattaki oksijen ve okside olmuş organik bileşikleri kullanabilir.

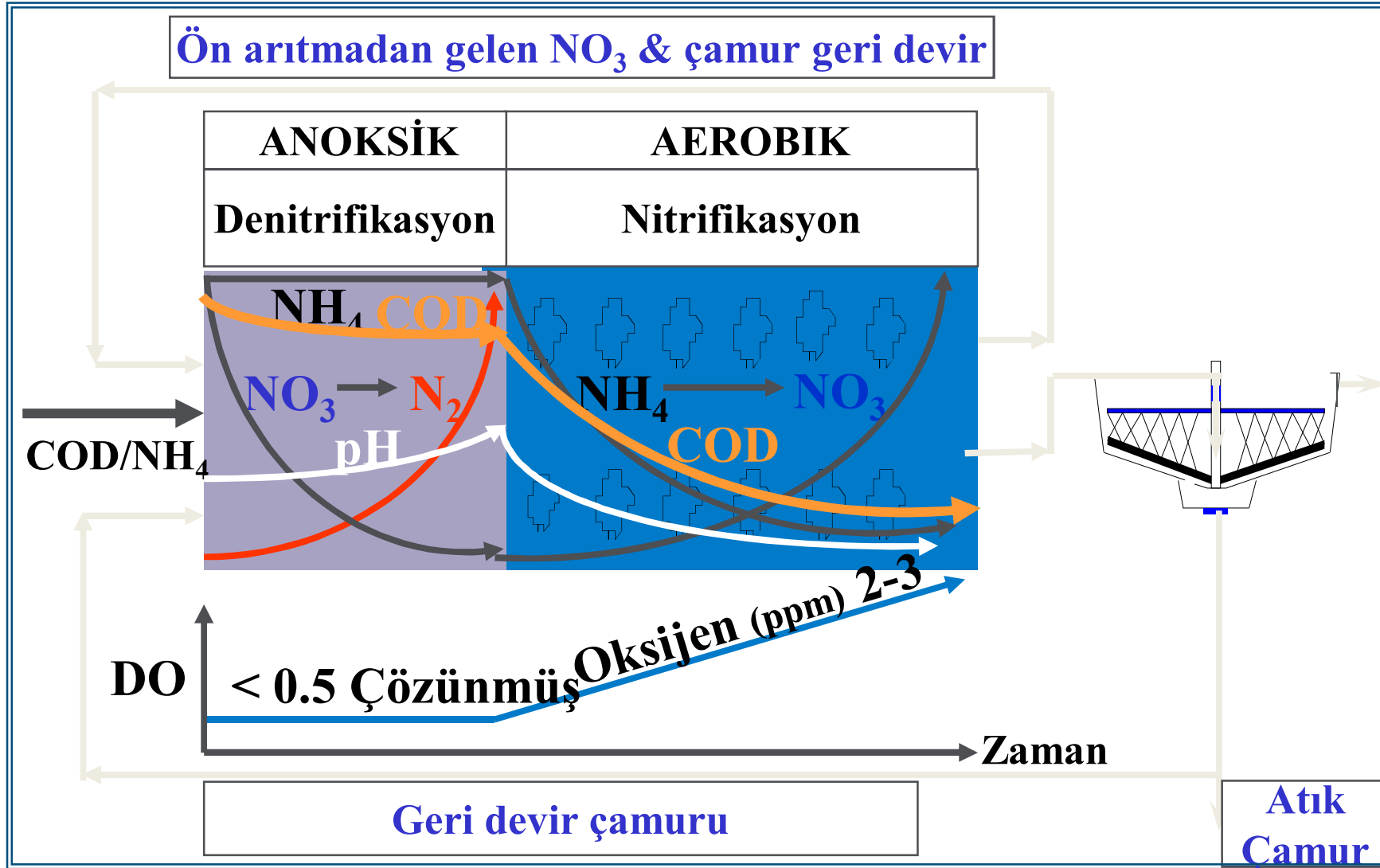
Bakteri: Nitrifikasyon & Denitrifikasyon



Örnek anoksik bölüm görünüşü⁴⁹



Biyolojik arıtma birleşik proses örneği



Özet bakış: Kirletici giderimi

