

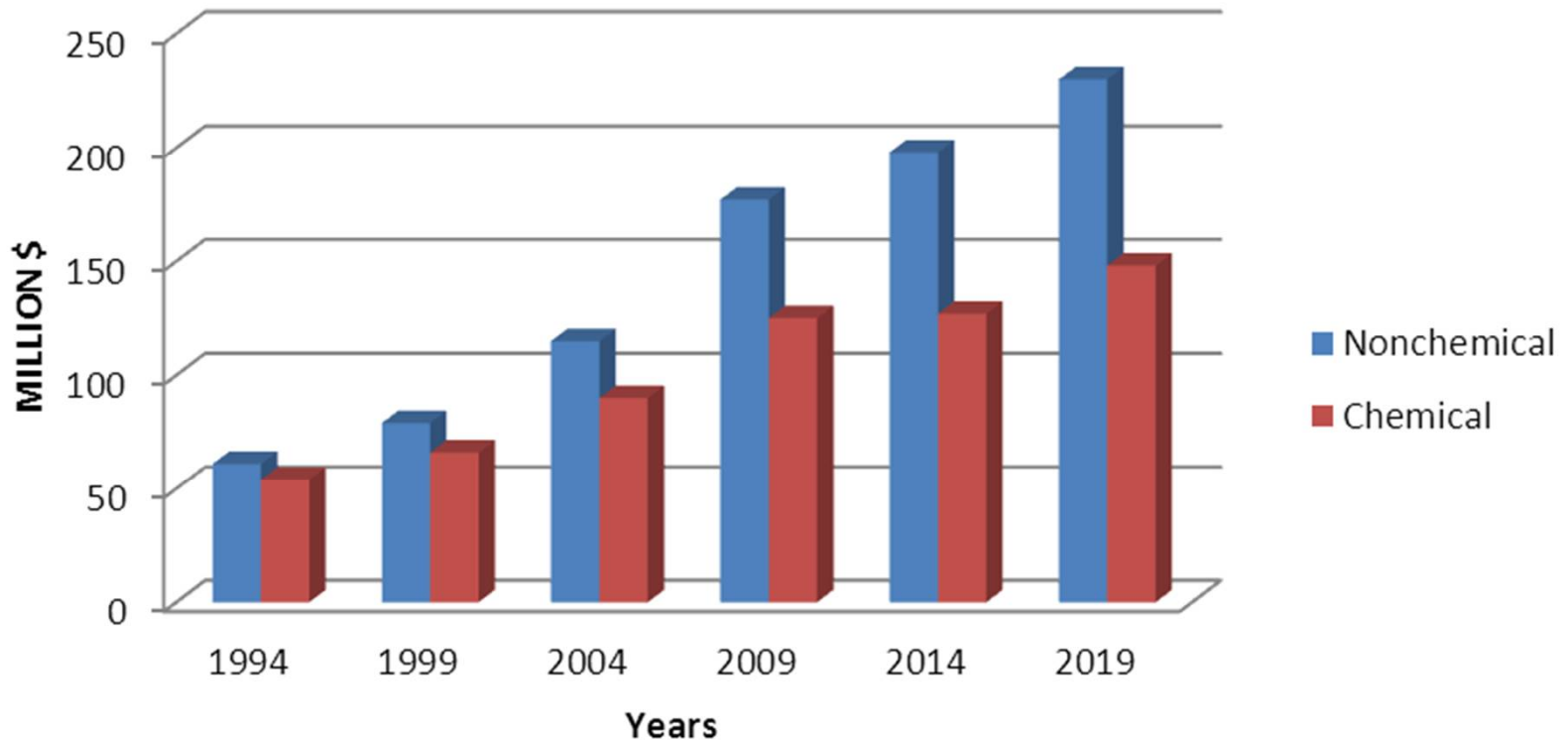
KATI SU AYRIŞIMI

Kadir Kutay CALIS

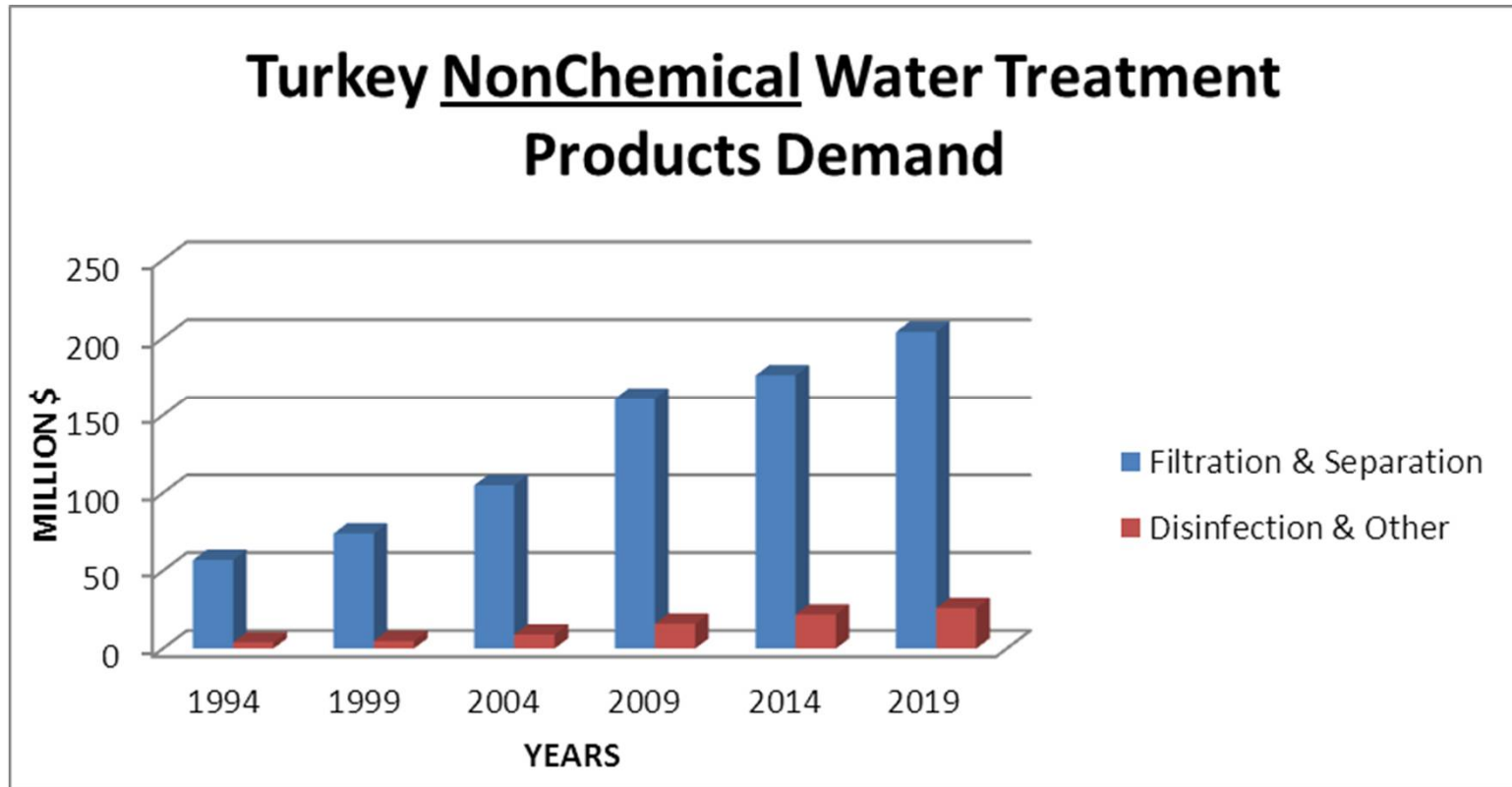
Atık Su Şartlandırma Uzmanı

SU VE ATIK SU ŞARTLANDIRMA SEKTÖRÜ

Turkey Water Treatment Products Demand

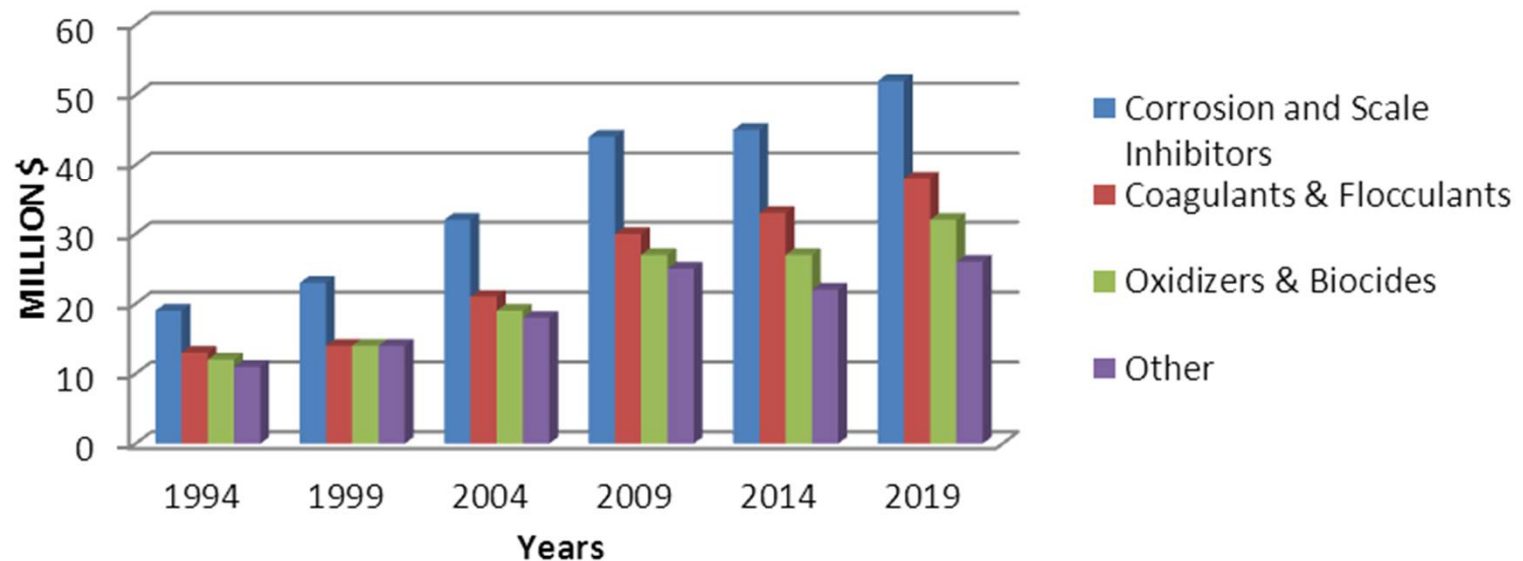


SU VE ATIK SU ŞARTLANDIRMA SEKTÖRÜ



SU VE ATIK SU ŞARTLANDIRMA SEKTÖRÜ

Turkey Chemical Water Treatment Products Demand



Katı-Sıvı Ayırışımı

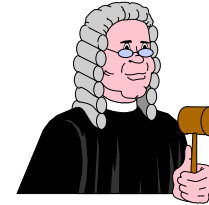
- ▲ Ham su hazırlama
 - Çökeltme ve filtrasyon
- ▲ Atık su arıtma
 - Ön ıslah
 - İkincil (Biyolojik) arıtma
 - Nihai ıslah
- ▲ Emülsiyon Kırma – Yağ geri kazanımı
 - Çözünmüş hava flotasyonu (DAF) - Sıyırıcılar
- ▲ Çamur yoğunlaştırma ve susuzlaştırma
- ▲ Ağır metal giderimi
 - Koagülasyon ve çökeltme

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

Kanuni gereklilikler?

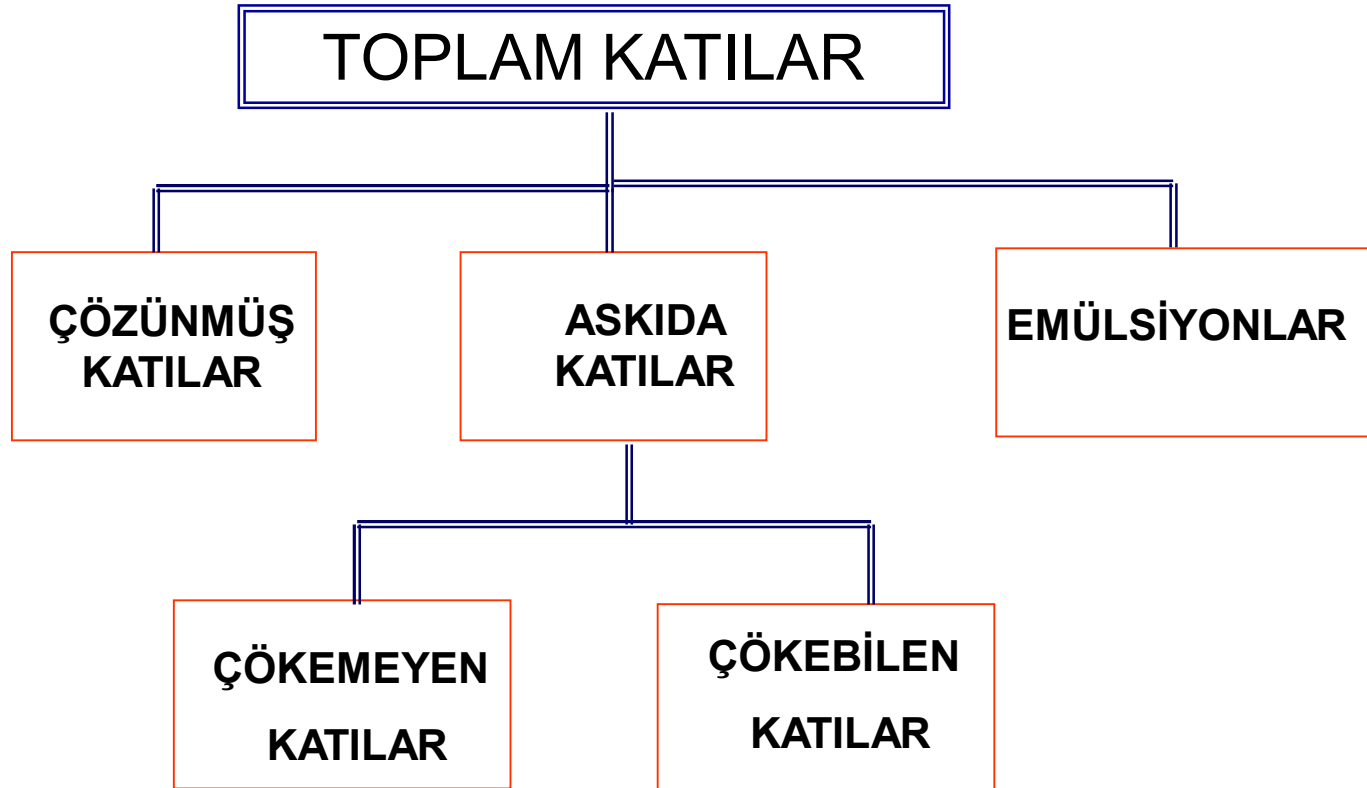
Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği

Tablo 7.4: Örnek Sektör: Maden Sanayii (Seramik ve Topraktan Çanak-Çömlek Yapımı ve Benzerleri)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	80 /	-
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	100 / 50*	-
KURŞUN (Pb)	(mg/L)	1 / 0.3*	-
KADMIYUM (Cd)	(mg/L)	0.1 / 0.07*	-
ÇİNKO (Zn)	(mg/L)	3 / 2.0*	-
pH	-	6-9	6-9

- Değerler Avrupa Komisyonunun Seramik sektöründeki B.A.T (Best Available Techniques=Mümkün olan en iyi durum) değerleridir.

Atık sudaki kirletici kategorileri



Kirleticilerin kategorileri

Yüzen maddeler yağ, gress, köpük ve sudan hafif maddeler:

- **Yağ** suyun **havalandırılmasını** zorlaştırır.
- **güneş ışığı** geçişini **bloke ederek** arıtma bakterilerinin yaşamını zorlaştırır
- doğal **bitki örtüsüne zarar verir**
- bazı türleri **toksiktir**

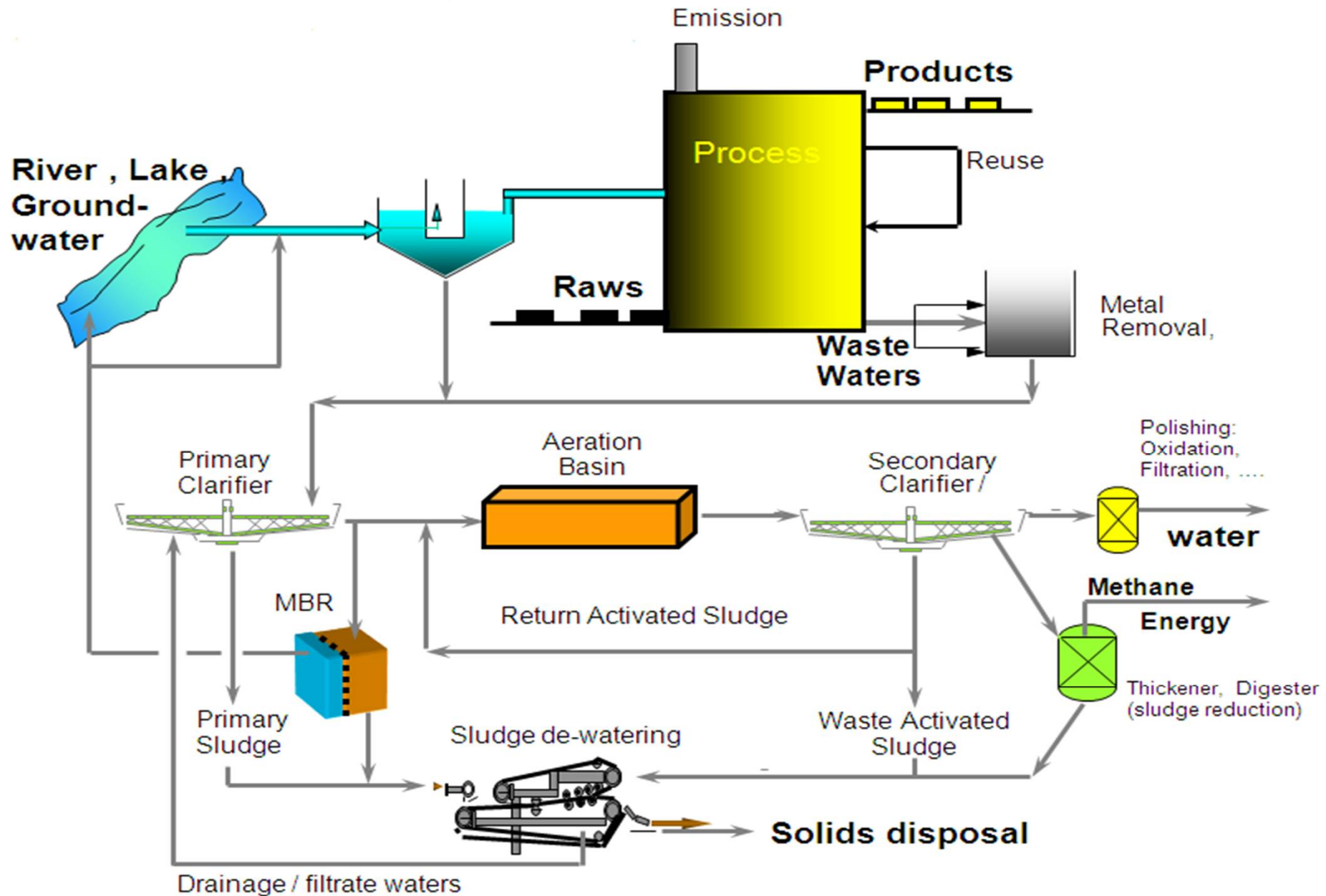
Askıda maddeler Suda kendiliğinden çözünmeyen maddeler:

- **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.**

Çözünmüş maddeler Suda çözünen maddeler:

- 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 Atık Su Arıtma Tesisi Şeması



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

Ön Arıtma

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 atık su arıtma tesislerinin EN¹⁷ ÖNEMLİ PARÇASIDIR!!!!

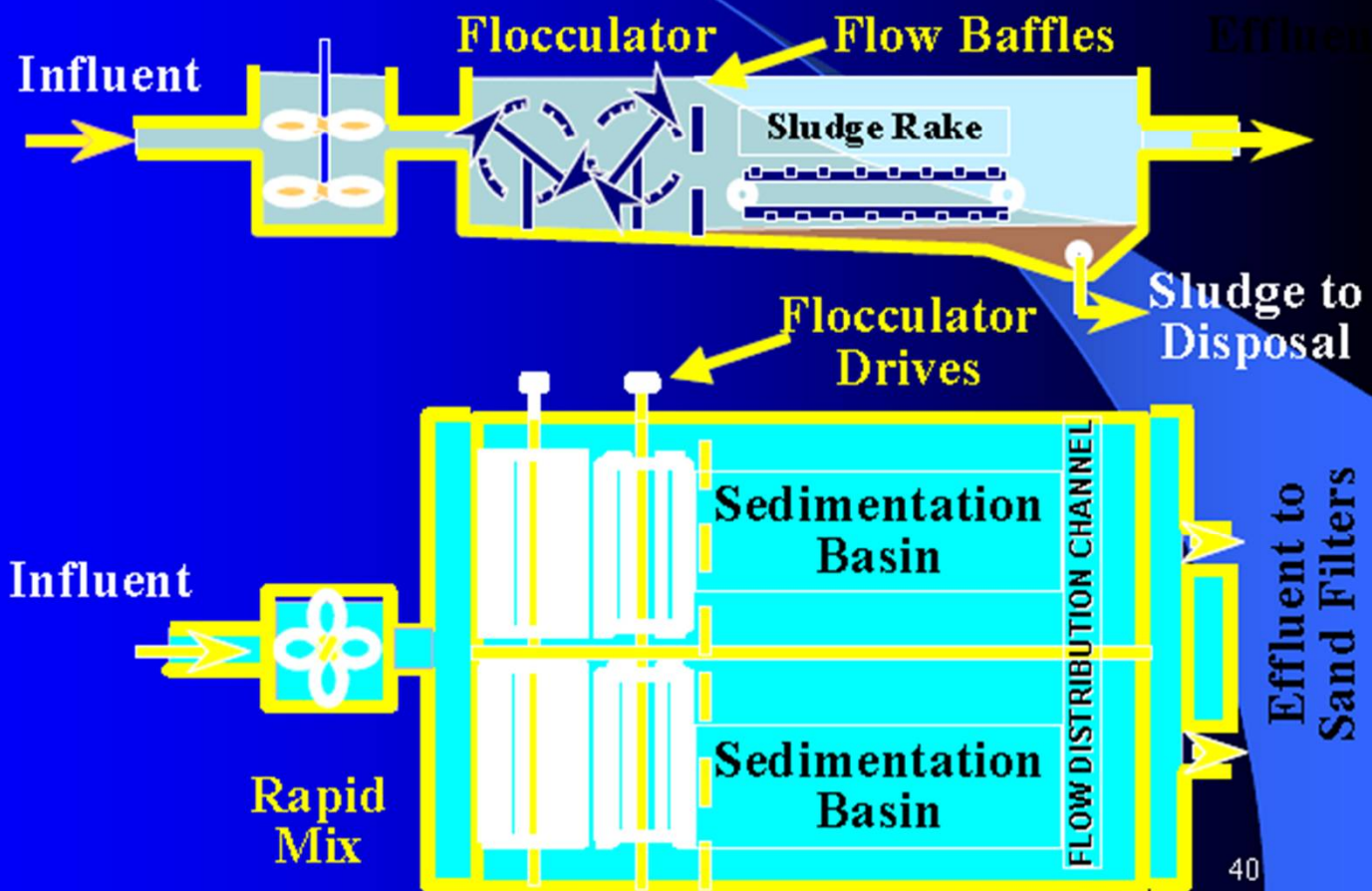


Dengeleme gereklilikleri

- 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

Clarification: Conventional System

Flash Mix, Flocculation & Sedimentation Basins



Ön Çökeltme / Yüzdürme / Durultma



Ön Çökeltme / Yüzdürme / Durultma

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.

Sıklıkla görülen durumlar

Dengeleme havuzunun hacimce yetersiz olması

- Minimum tutma süresi: 24 saat. Kabul edilen iyi durum: 2-3 gün.
- Proses atık suyundaki değişkenlikleri absorbe etmeye yetecek hacimde olması gerekmektedir. Yetersiz hacimdeki dengeleme yapısı veya dengeleme havuzunun hiç olmayışı farklı debi ve karakterdeki giriş suyu durumlarında arıtmanın çalışmasını engeller veya arıtma verimini düşürür.
- Uygun karıştırma veya havalandırma homojen atık su yapısını sağlarken havalandırma uygulaması TOC yi de düşürerek biyolojik reaktörlere giden organik yükü azaltır ve kokuyu minimize eder

Uygun dengeleme havuzunun yararları

- Ön çökeltme ekipmanları 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

Dengeleme havuzu örnekleri



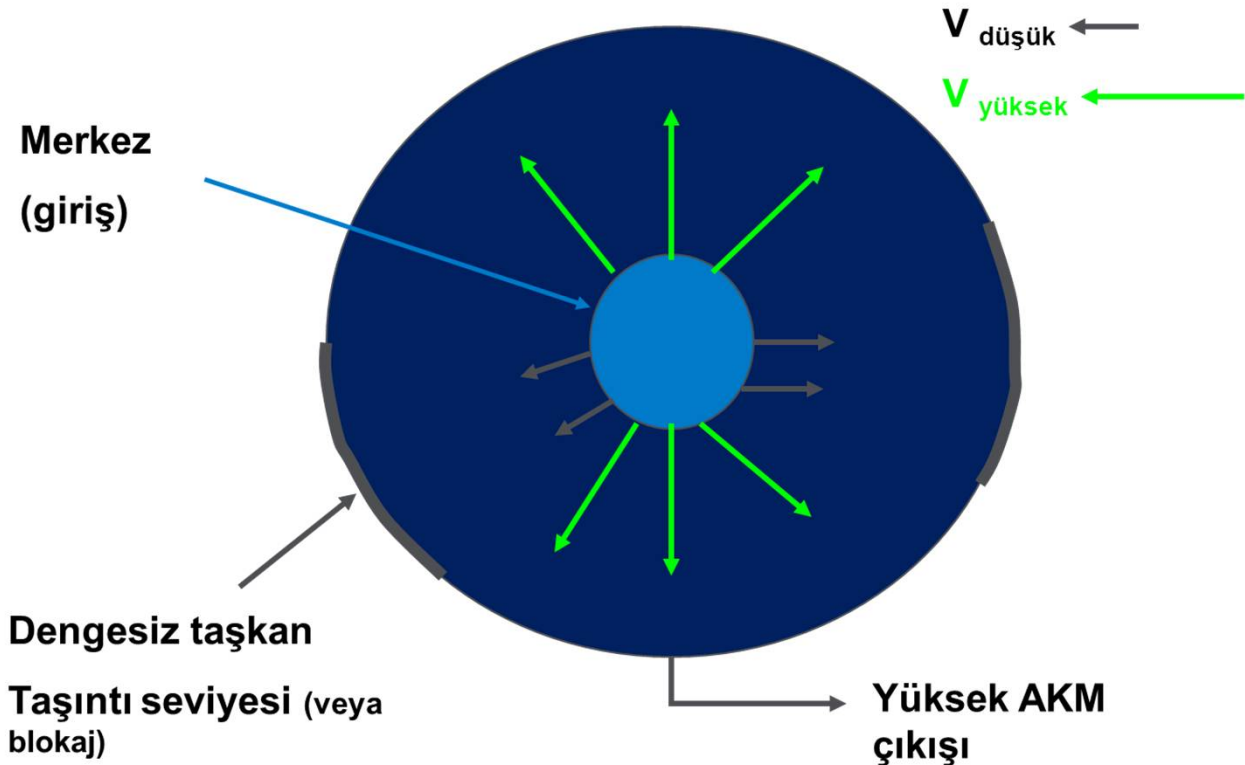
Sıklıkla görülen durumlar

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

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

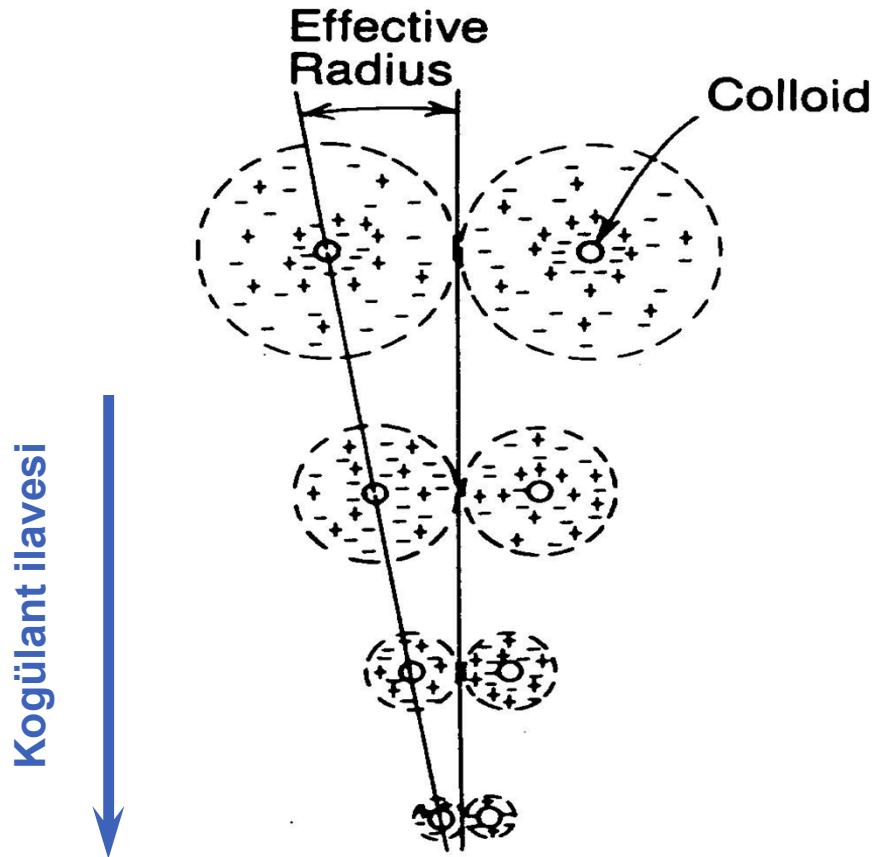
- **Koagülanlar: Organik/İnorganik**

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

- **Flokülanlar: Organik**

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

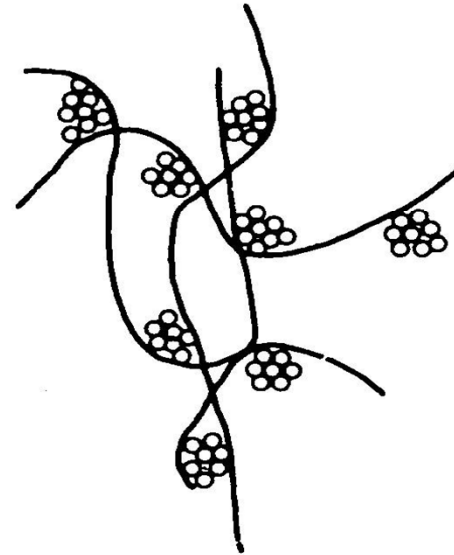
Koagülasyon - Flokülasyon



Koagülasyon

Kolloid ufak parçacıkların şarj nötralizasyonu

Bunların biraraya gelerek kümelenmelerine sebep olur



Flokülasyon

Kümeler polimer yapısı üzerinde köprü kurarak

Daha büyük çökebilir floklar oluştururlar

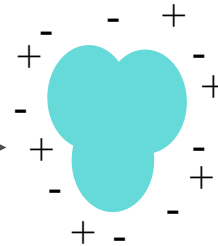
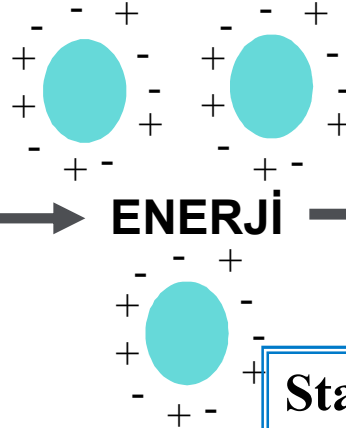
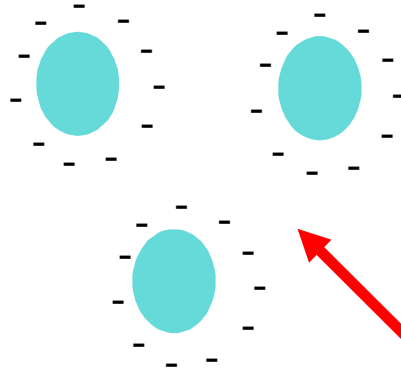
Koagülasyon veya emülsiyon kırma nedir?

Temel olarak: Prensip aynıdır !

Koagülant / Emülsiyon Kırıcı

Stabil emülsiyon/dağılım

Koagülasyon/Ayrışım



ENERJİ

**Stabilitesi bozulmuş(kırılmış)
Emülsiyon**

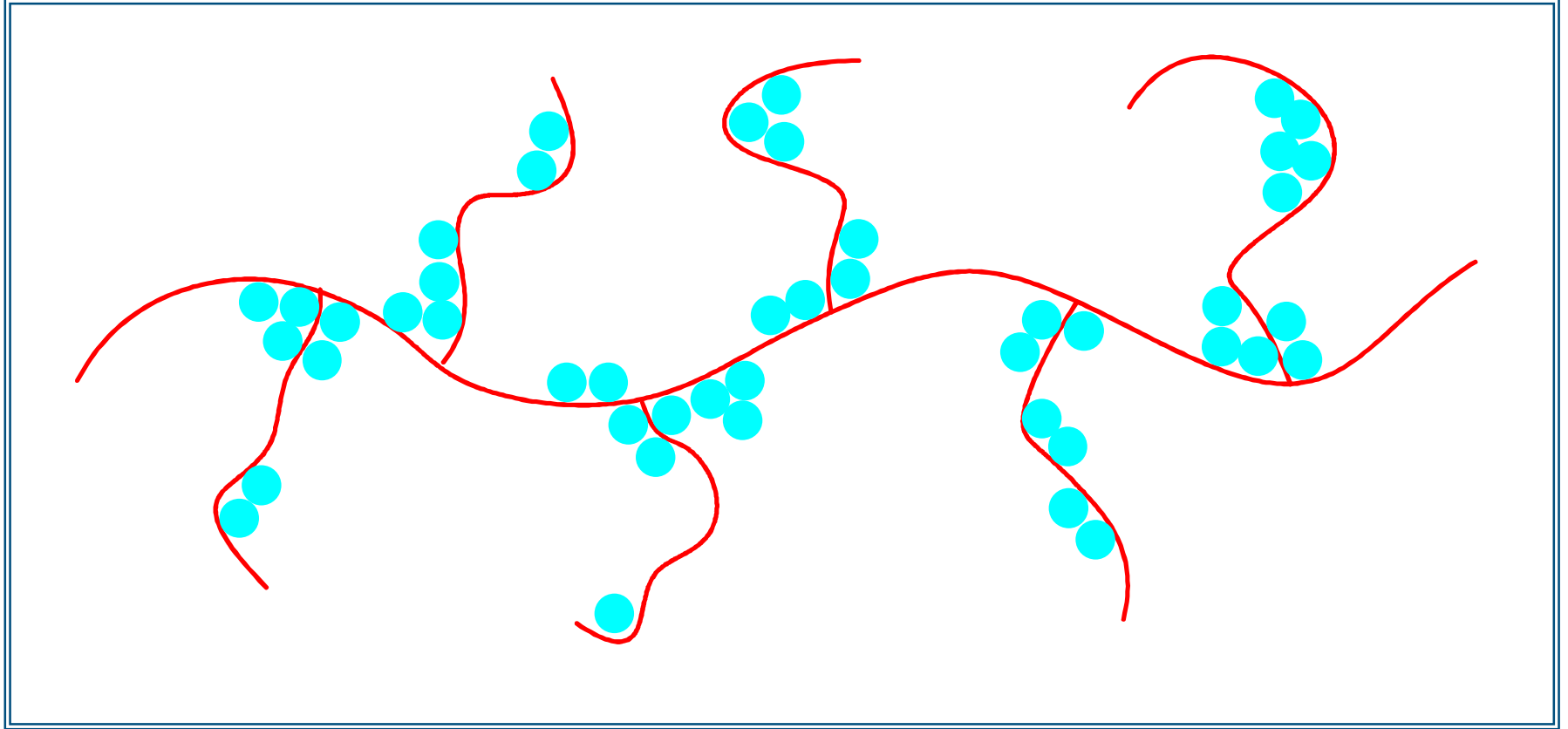
Birbirini iten faz

**AKM / yağ
parçacıkları**

Yaklaşma Fazı

Floküasyon

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**

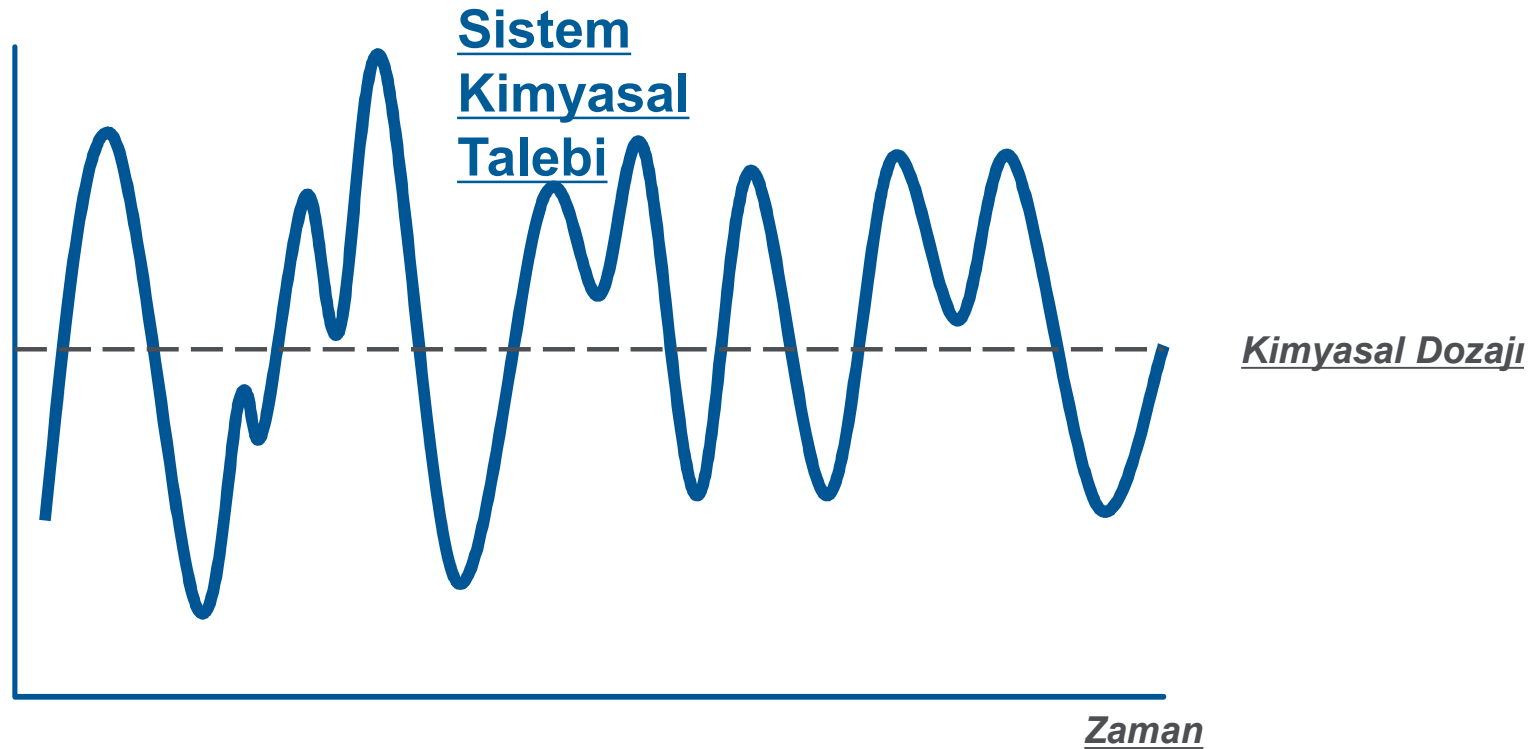


**Parçacıkların tekrar
stabil hale gelmesi**

Sıklıkla görülen durumlar

Koagülant ve flokülant dozajlarının kontrol yetersizliği

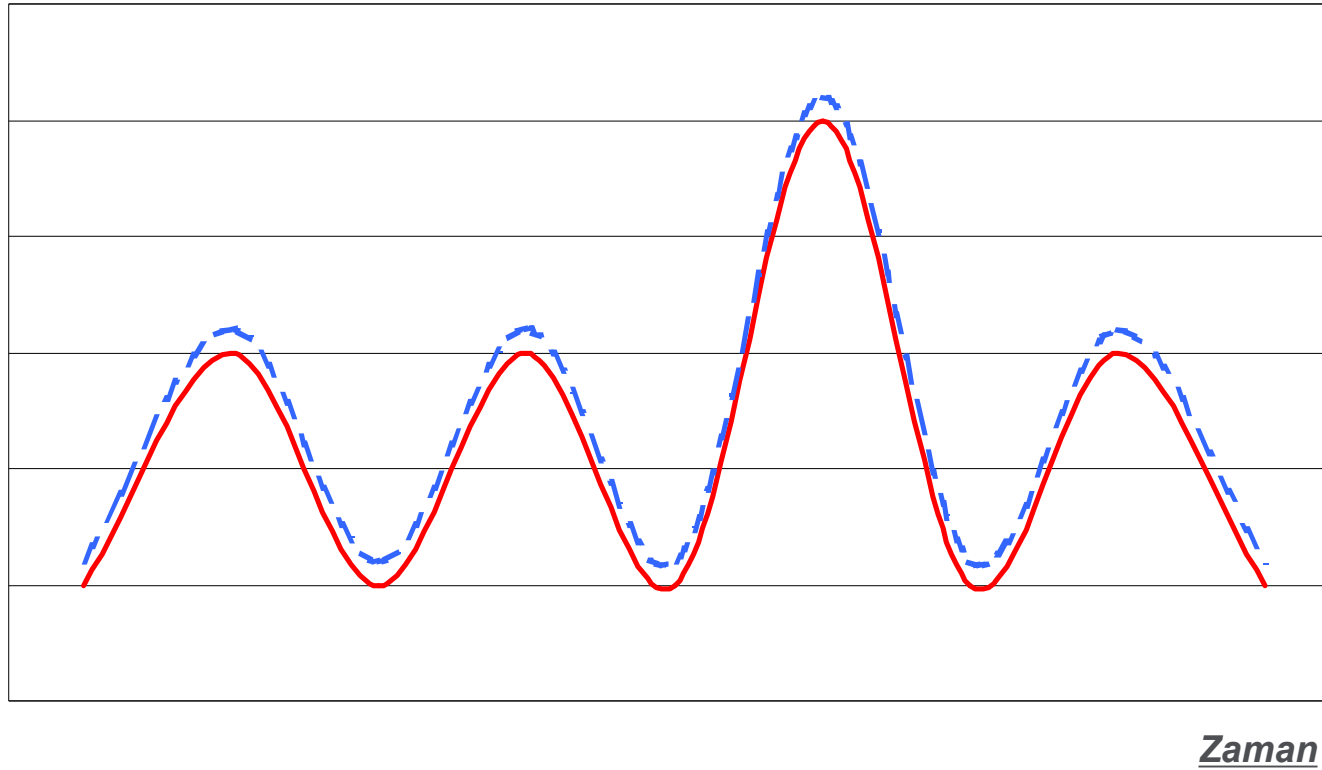
Fazla Dozaj = maliyet artışı & performans kaybı



Eksik Dozaj = Performans kaybı

Çözüm Önerisi

Otomasyon ile kimyasal arz ve talebinin dengelenerek performans iyileştirmesi ve maliyet tasarrufu



▲ 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.

Önemli Hususlar

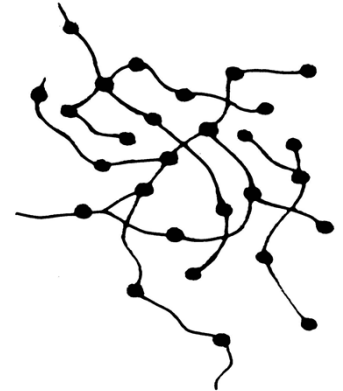
Organiklerin avantajları:

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

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.



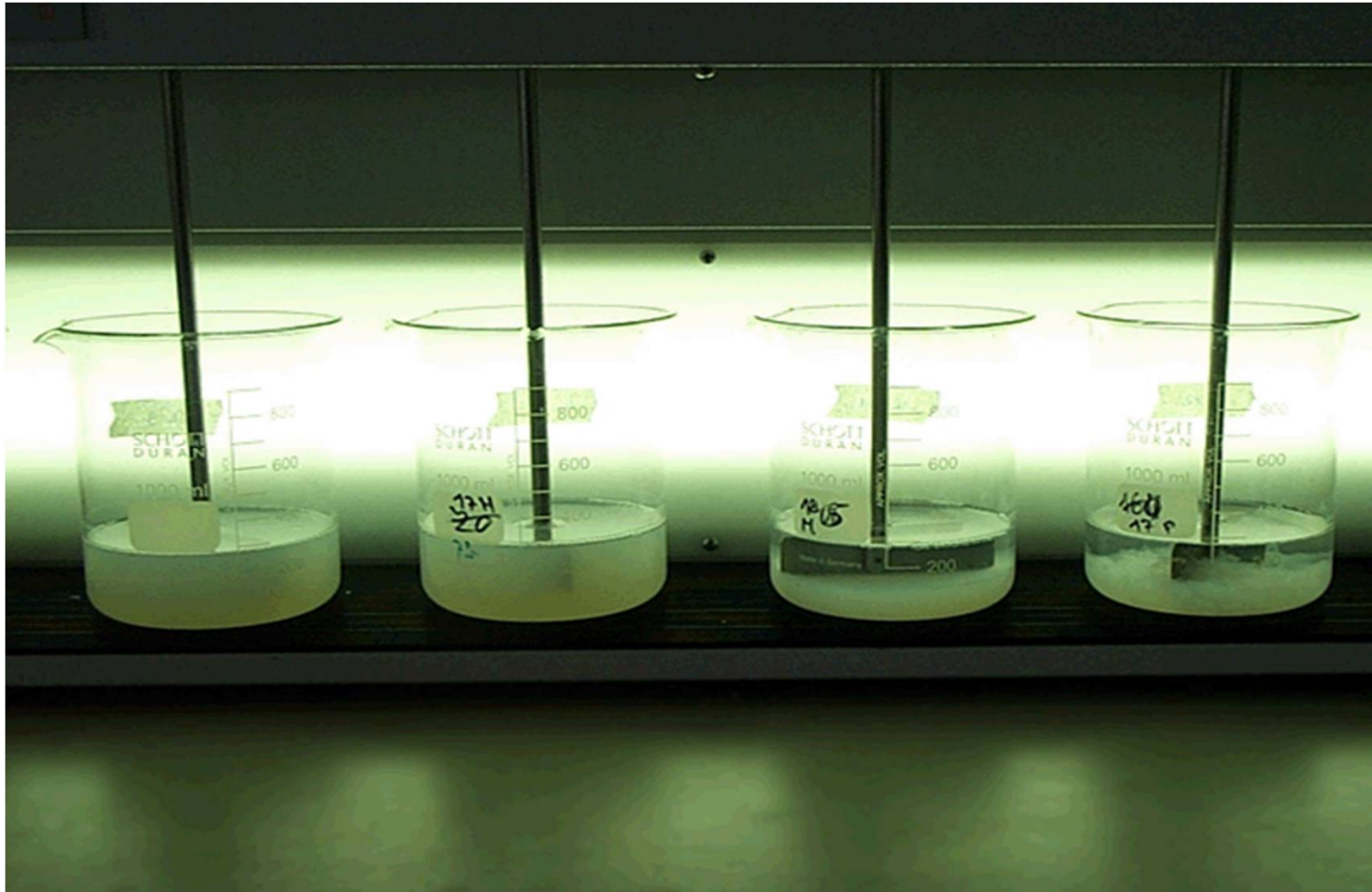
Koagülasyon & Flokülasyon verimini etkileyen faktörler

**Her sistem
ve
uygulama
birbirinden
farklıdır**

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

Jar Test

En uygun kimyasal uygulamanın ve yaklaşık dozajın tesbiti

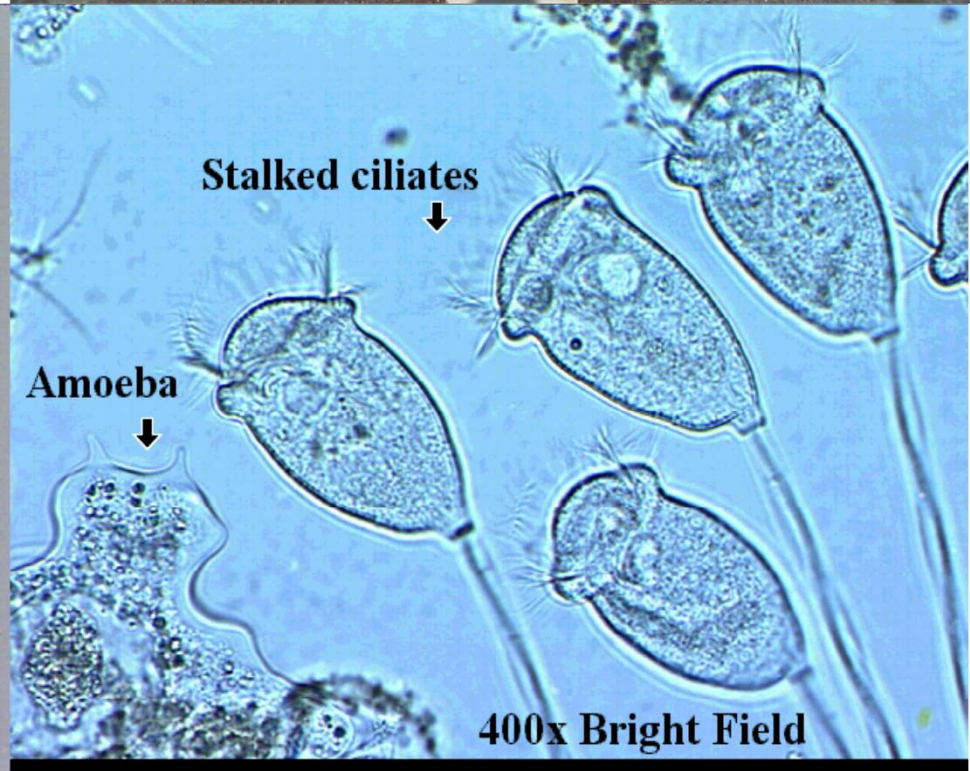
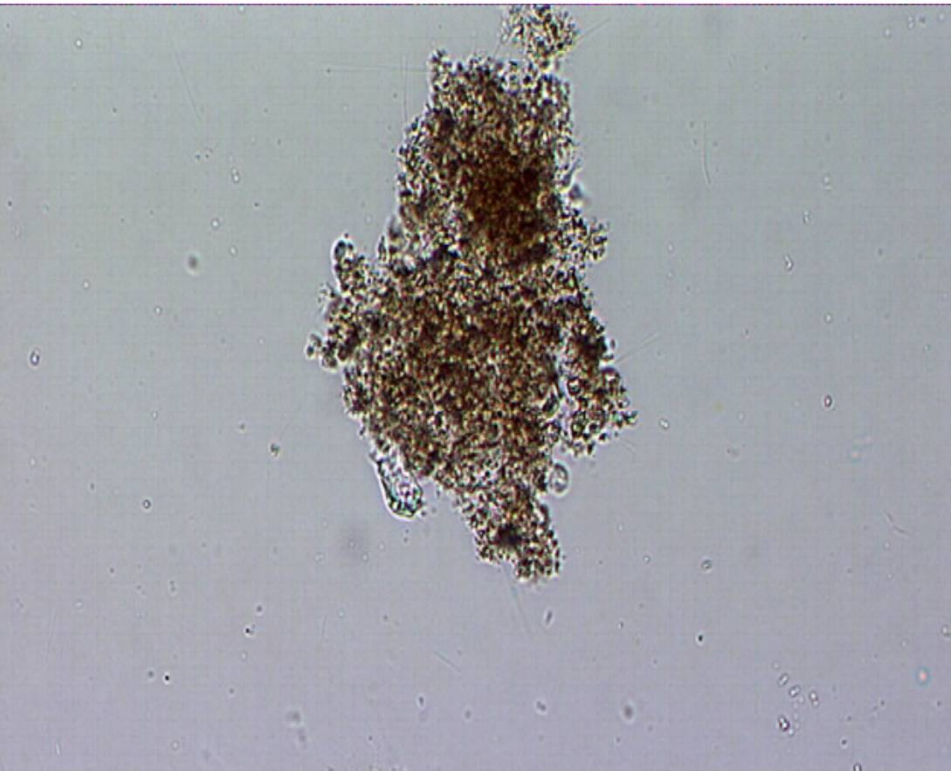


İkincil / Biyolojik Arıtma

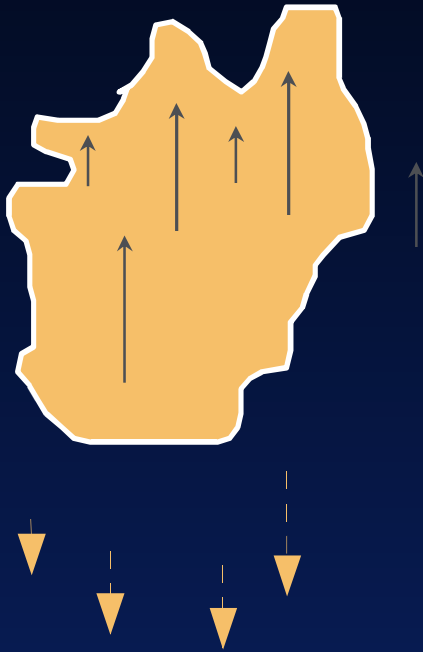
Biyolojik arıtma

Mikrobiyoloji

Çamurumun içinde ne
var????



Yağ, gres ve diğer maddeler çökeltilir veya yüzdürülür



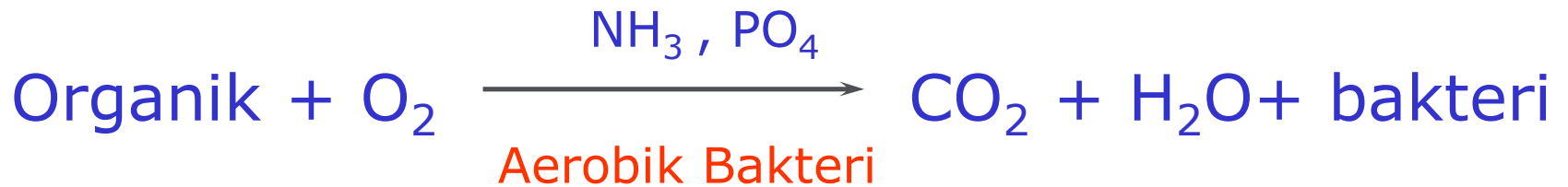
Çözünmüş maddeler aerobik veya anaerobik bakterilere ulaşarak

Besin olarak tüketilir



böylelikle daha fazla bakteri üretilmiş olur

Biyolojik Arıtma - Temel denklem



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

Çamur yoğunlaştırma & Susuzlaştırma



Gravite yoğunlaştırıcı örneği



▲Yüksek % kuru madde şunlar demektir:

- Düşük nakliye masrafı
- Düşük toprak dolgu masrafı
- Düşük yakma
- Yakıldığında düşük enerji gereksinimi
- Atık azaltma ile ilgili hedeflere uyumluluk
- Toprak dolgusu olarak kullanılmayla ilgili yönetmeliklere uyumluluk
- **1% kuru madde artışı yaklaşık olarak 4-5 % maliyet düşüşü anlamına gelir**

Çamur yoğunlaştırma ve susuzlaştırma

Dikkate alınması gereken önemli husular: Flokülantlar

- **Mekanik flok sağlamlığı**
- **Sentrat temizliği, Askıda katı madde ve KOI (COD)**
- **Polimer çözeltisinin hazırlanma konsantrasyonu**
- **Polimer çözeltisinin dozajlama noktası**
- **Uygun polimer dozajlama ekipmanı**
- **Optimum Performans için gereken karıştırma enerjisi**
- **Ön çamur ve biyolojik çamur karışımı olduğunda çamur kompozisyonundaki değişimler**
- **Genel olarak: Her çamur susuzlaştırma prosesi**

Polimere FAZLASIYLA hassastır

SONUÇ!!!

Atık Su Arıtma;



Çevresel ve sosyal sorumluluğumuzun bir parçasıdır.



Önemli ve uzmanlık gerektiren bir konudur.



Uzmanlık sayesinde maliyetler azaltılabilir
veya kazanca dönüştürülebilir.