

KIRSAL ALANDA SU GETİRME

5. BÖLÜM SULARIN ARITILMASI

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

Doğada bulunan suların **bir kısmı içme ve kullanma** suyu olarak kullanılabilmektedir.

Özellikle kaynak sularının çoğu, doğal olarak **filtre edilmiş,** **hastalık ve kokudan arınmış,** **sıcaklık derecesi ve kimyasal bileşimi sabit iyi kalite** sulardır.

Ancak **yüzey akış suları ve birikmiş su kaynakları** sağlık açısından **uygun olmayan kirli ve kötü nitelikli** sulardır.

Bu tür suların içme ve kullanma suyu olarak kullanılabilmesi için mutlaka arıtılması gerekir.

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

Su içerisindeki yabancı maddeler üç değişik formda bulunurlar.

- 1) Su ile taşınan, çöken maddeler,
- 2) Su içerisinde askıda bulunan maddeler,
- 3) Su içerisinde erimiş halde yani suyun kimyasal bileşimine karışmış halde bulunan maddeler.

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

İşte su içerisinde değişik formda bulunan bu maddelerin, çeşitli aşamalardan geçirilerek ve değişik yöntemler uygulanarak sudan ayrıştırılması işlemlerine “suların arıtılması” denir.

Arıtılma işlemi su depoya gelmeden önce yapılır.

Kaynaktan alınan su, ölçüm tesislerinden geçirilerek çökeltme havuzlarına alınır. Burada arıtılma işlemi tamamlandıktan sonra su depoya iletilir.

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

Suların arıtılma işlemleri 6 aşamada yapılır.

Bunlar,

- 1) Basit çökeltme (ön çökeltme),
- 2) Yumaklaştırma (koagülasyon) ile çökeltme,
- 3) Süzme (filtrasyon),
- 4) Temizleme (dezenfeksiyon),
- 5) Havalandırma,
- 6) Sertlik giderme

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.1. Basit Çökeltme (Ön Çökeltme)

Basit çökeltme, askıdaki yabancı maddelerin çökeltme havuzlarında yerçekimi kuvvetinin etkisi ile dibe çöktürülmesidir. Bu yöntem ile su içerisindeki kum ve silt türü yüzen maddeler yerçekiminin etkisi ile sudan ayrıştırılmış olur.

Su içerisinde bulunan askıdaki katı maddelerin çökme hızı, maddenin şekil ve büyüklüğüne bağlı olduğu kadar suyun yoğunluğuna ve viskozitesine de bağlıdır. Sıcaklığı yüksek olan sularda daha hızlı çökeltme olur.

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.1. Basit Çökeltme (Ön Çökeltme)

Ön çökeltme havuzları; giriş, çökeltme, çıkış ve çamur bölgelerinden oluşur.

Çökeltme havuzları genellikle dikdörtgen ve daire kesitli olmak üzere iki farklı kesitte yapılır.

Havuzlar yüksek oranda su içerisindeki askıda bulunan maddelerin ayrıştırılmasını sağlayacak şekilde projelendirilir.

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.1. Basit Çökeltme (Ön Çökeltme)

Havuzlardaki çökeltme esası;

Eşitliklerde;

$$\frac{V}{V_s} = \frac{L}{H}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{b \times H}$$

$$\frac{Q}{b \times H \times V_s} = \frac{L}{H}$$

$$V_s = \frac{Q}{b \times H}$$

Q = suyun akış debisi (m^3/s)

V = Suyun akış hızı (m/s)

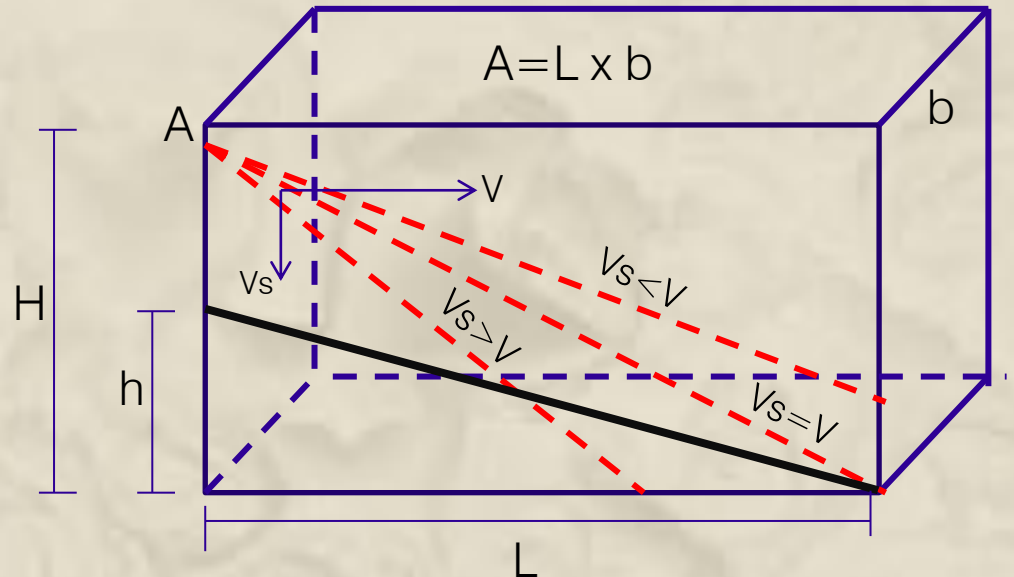
A = Su akış kesit alanı (m^2)

V_s = Çökeltme hızı (m/s)

b = Havuz genişliği (m),

L = Havuz derinliği (m),

H = Havuz yüksekliği (m)



5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.1. Basit Çökeltme (Ön Çökeltme)

Durgun havuzlarda çökeltme;

Durgun H derinliğindeki bir havuzda çökebilen katı maddeler T_0 süresi sonunda çökerler. Çökme hızı, derinliğin zamana oranı olarak belirlenir.

$$S_0 = \frac{H}{T_0}$$

Çökeltme havuzunun hacmi C, yüzey alanı A ile gösterilirse, T_0 bekleme süresi aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$C = Q \times T_0 = A \times H \times T_0 \qquad T_0 = \frac{A \times H}{Q}$$

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.1. Basit Çökeltme (Ön Çökeltme)

Yukarıdaki denklem 1. eşitlikte yerine konursa “yüzey yükü” eşitliği sağlanır.

$$S_0 = \frac{H}{T_0} = \left(\frac{H}{\left(\frac{A \times H}{Q} \right)} \right) = \left(\frac{Q \times H}{A \times H} \right) = \frac{Q}{A}$$

Eşitlikte;

Q = İhtiyaç duyulan temiz su debisi (m^3/sa)

C = Havuzun hacmi (m^3)

A = Su akış kesit alanı (m^2)

T_0 = Bekletme süresi (sa)

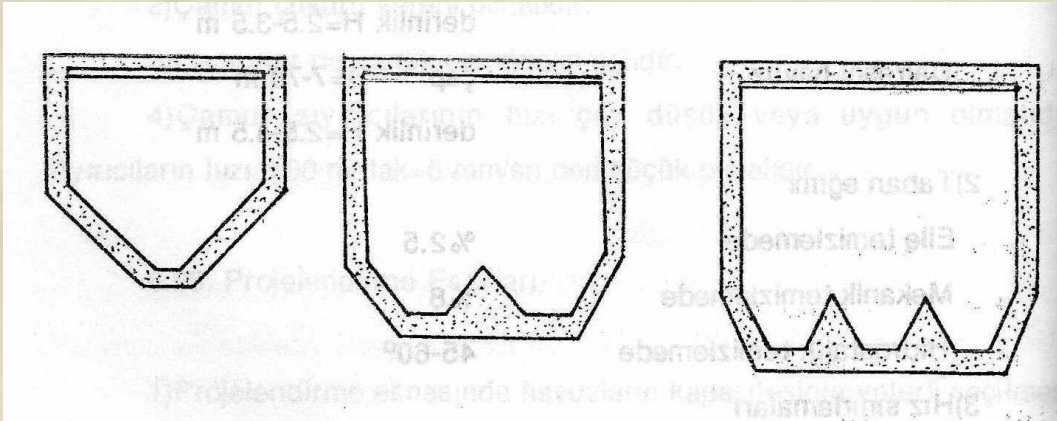
S_0 = Çökeltme hızı (m/sa)

H = Havuzdaki su yüksekliği (m)

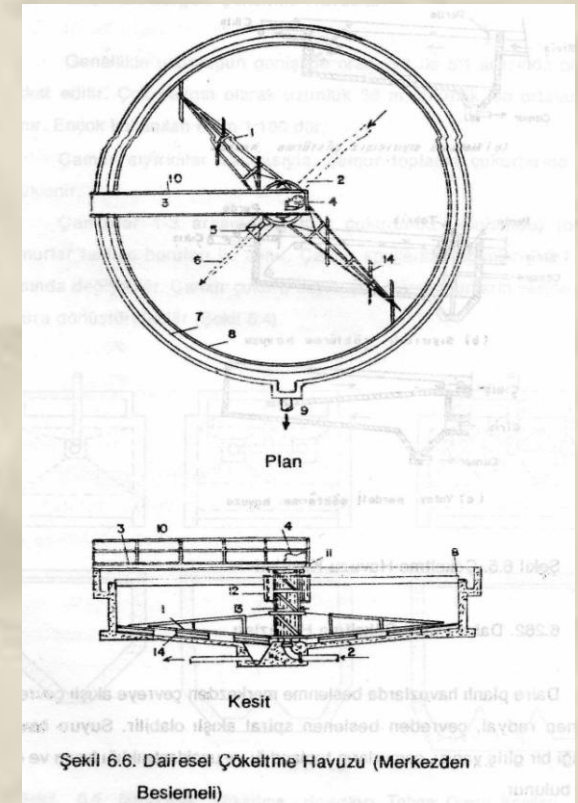
5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

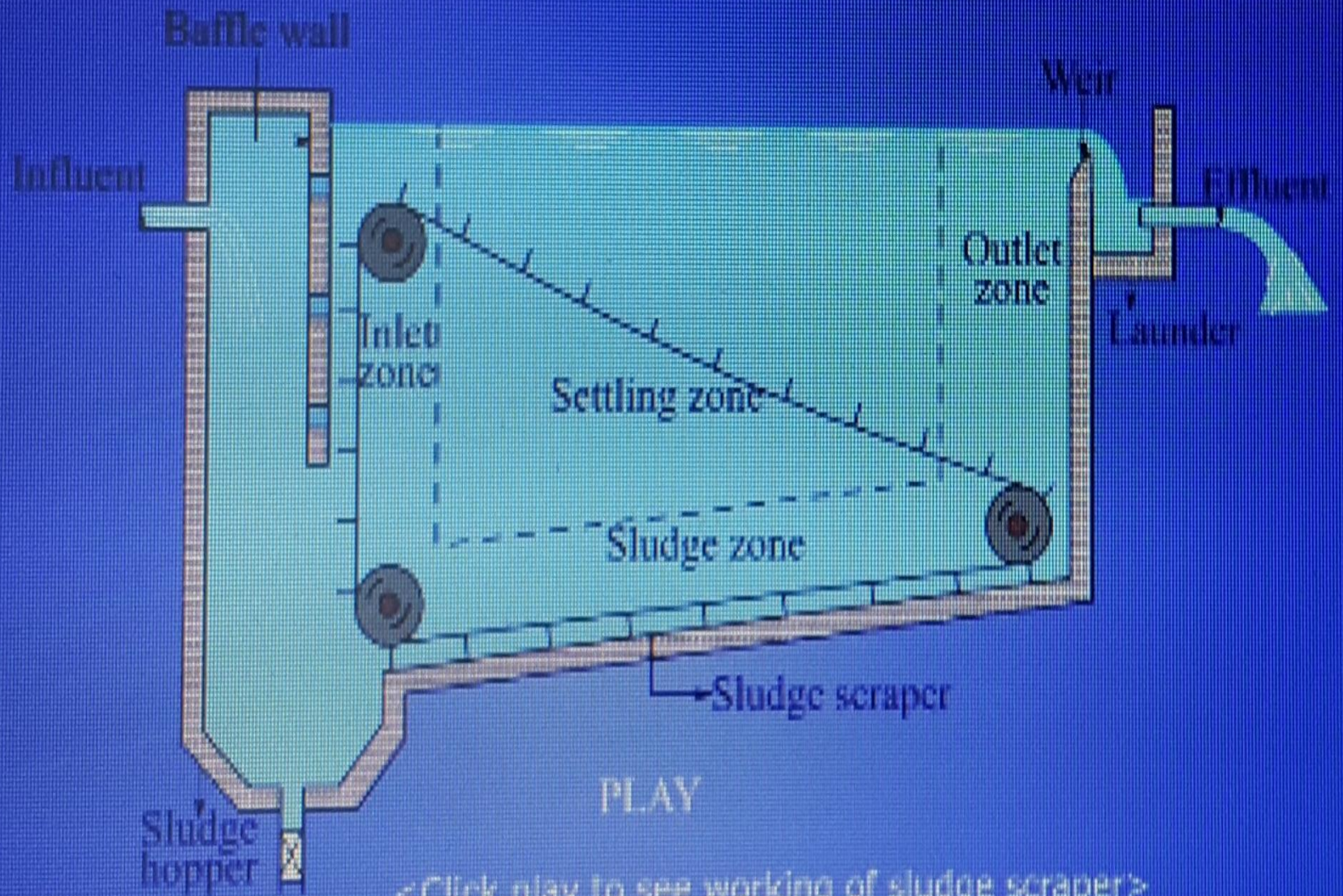
5.1. Basit Çökeltme (Ön Çökeltme)

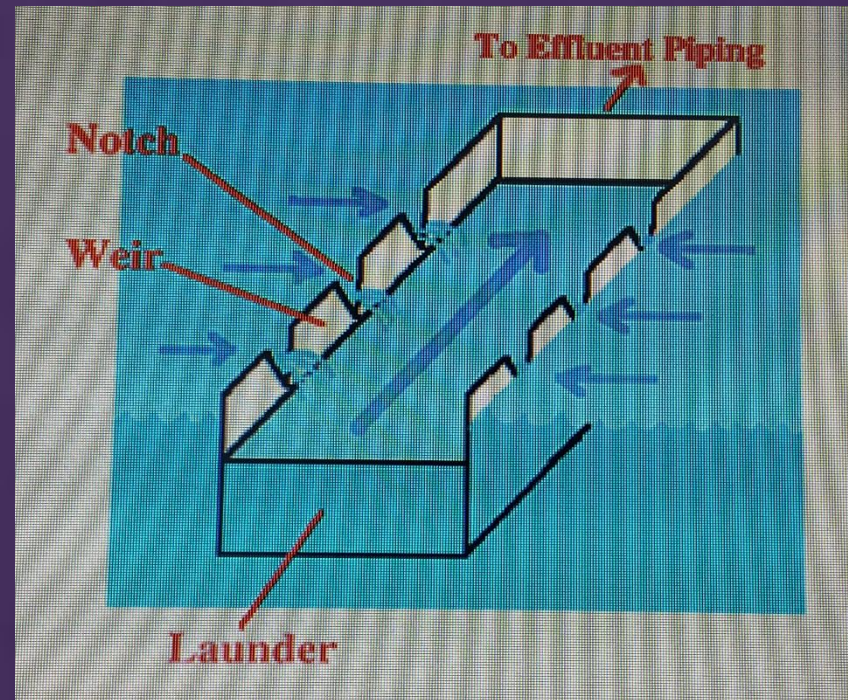
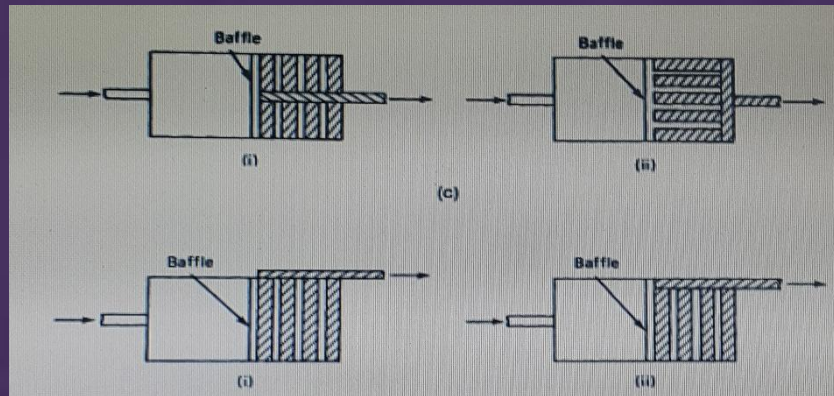
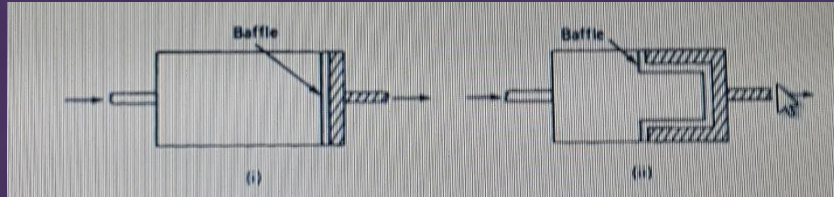
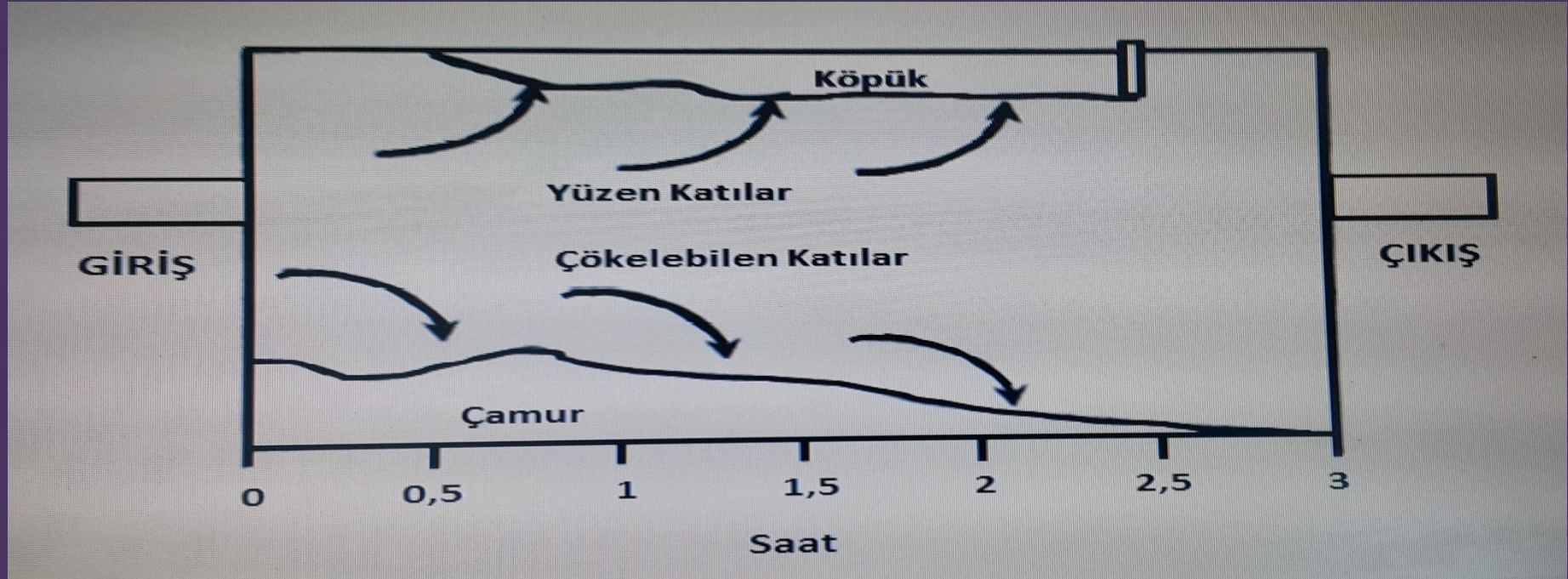
Çökeltme havuzlarında havuzun eni $b \leq 12\text{m}$, uzunluğu $L \geq 50\text{ m}$ ve su yüksekliği $H = 4\text{-}6\text{ m}$ olması önerilir.

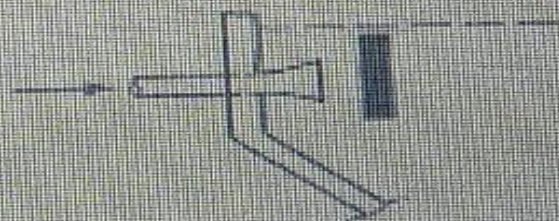
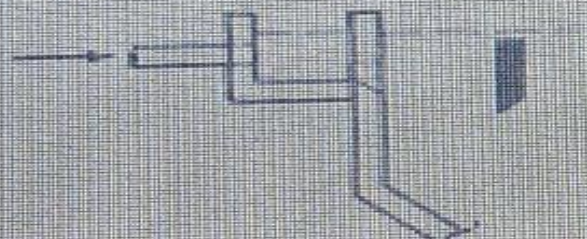
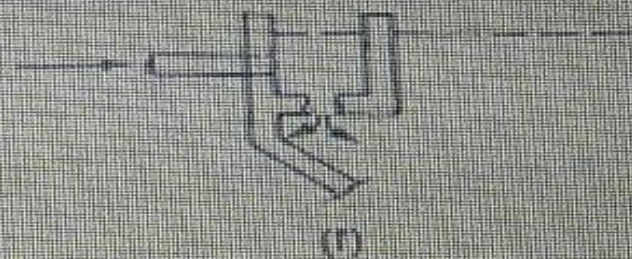
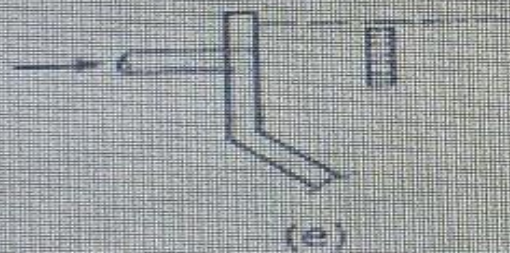
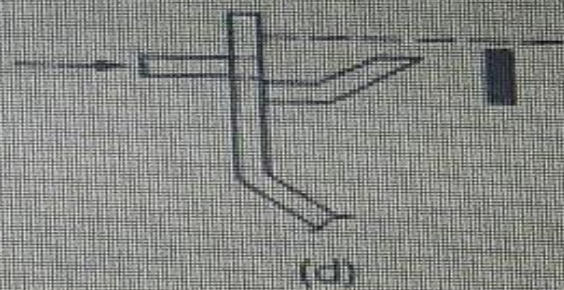
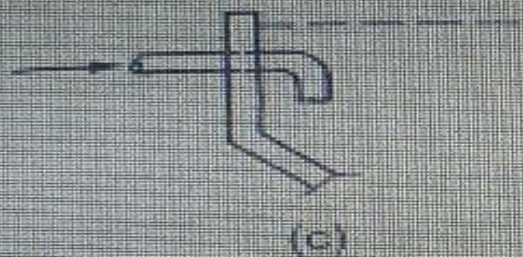
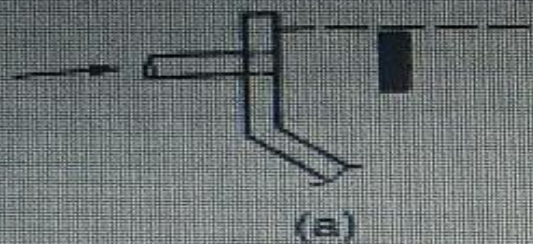


Şekil 1. Dikdörtgen çökeltme havuzları



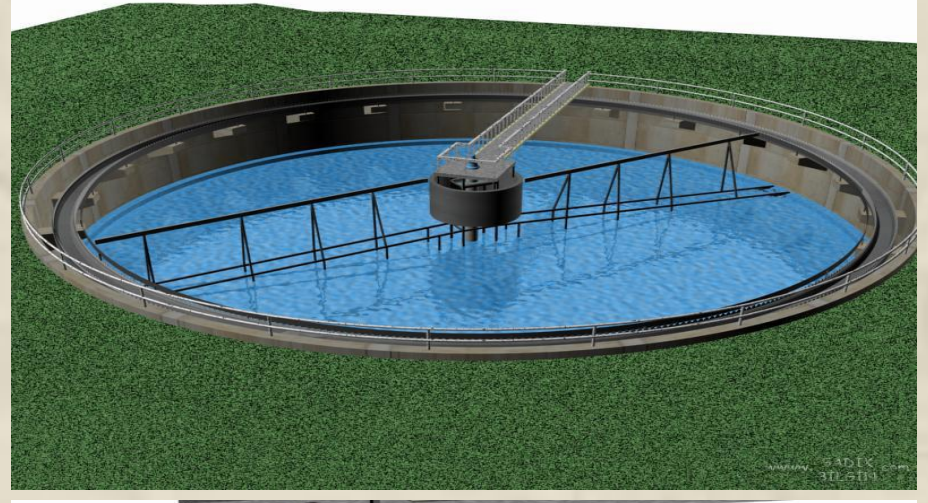
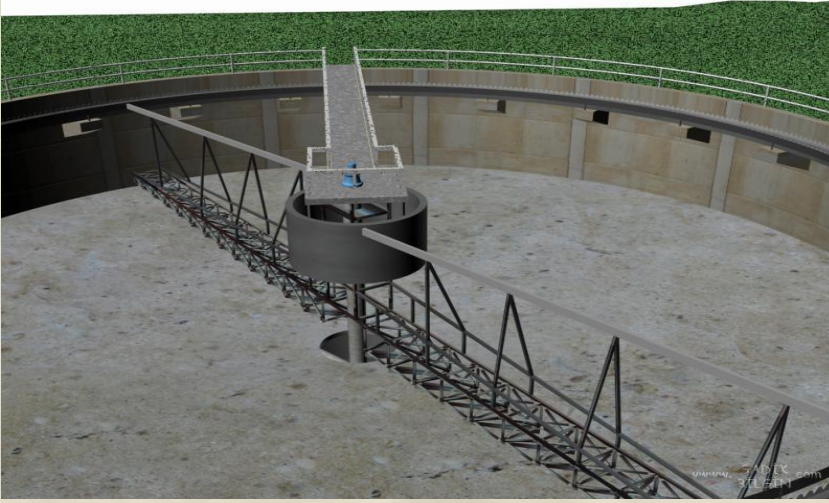






5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.1. Basit Çökeltme (Ön Çökeltme)



Şekil Daire kesitli çökeltme havuzları

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.1. Basit Çökeltme (Ön Çökeltme)



Şekil. Çökeltme havuzları

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

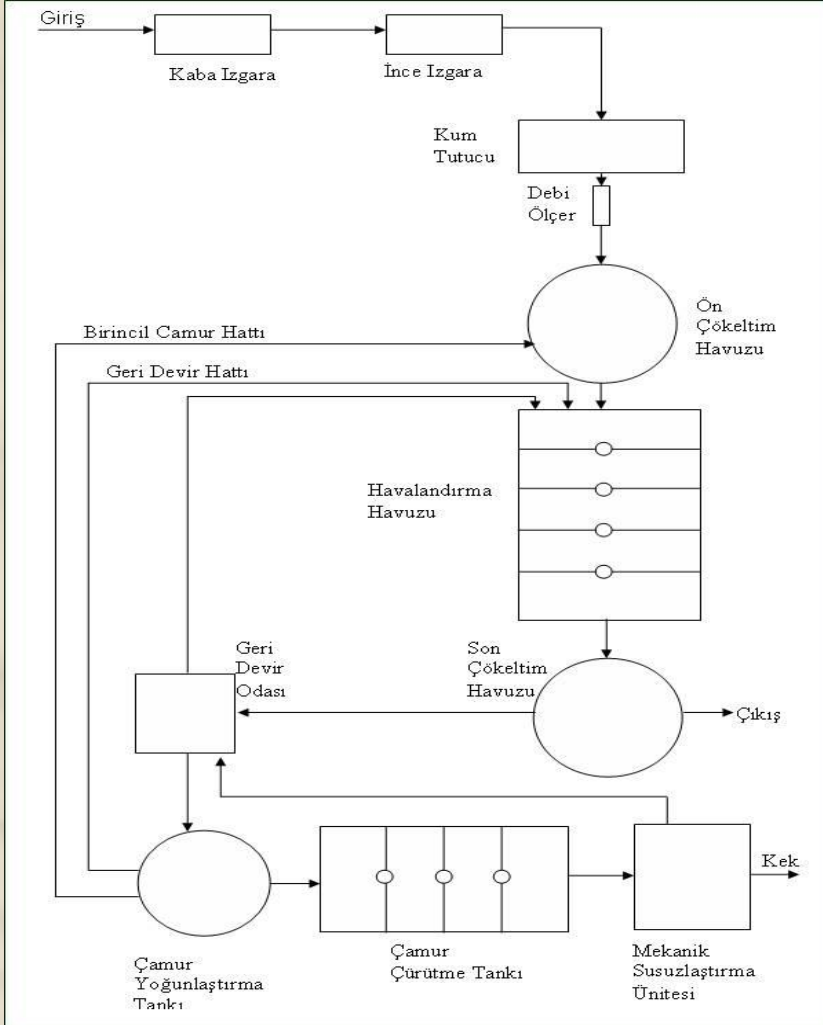
5.1. Basit Çökeltme (Ön Çökeltme)



Şekil Dikdörtgen kesitli çökeltme havuzları

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.1. Basit Çökeltme (Ön Çökeltme)



Şekil dikdörtgen çökeltme havuzları

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.1. Basit Çökeltme (Ön Çökeltme)



Şekil Daire kesitli çökeltme havuzları

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.1. Basit Çökeltme (Ön Çökeltme)



Şekil Dikdörtgen kesitli çökeltme havuzları

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.1. Basit Çökeltme (Ön Çökeltme)



Şekil çökeltme havuzları

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.1. Basit Çökeltme (Ön Çökeltme)



Şekil çökeltme havuzları

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.2. Yumaklaştırma (Koagülasyon) Yöntemi İle Çökeltme

Su içerisinde bulunan küçük maddeler, kolloidler ve askıdaki katı maddeler (süspansiyon) olarak gruplandırılabilir.

Bu küçük maddelerin miktarı su içerisinde 50 mg/L den daha fazla olursa bu maddelerin sudan ayrıştırılması için kimyasal maddeler ilave edilir.

Bu kimyasal maddeler, küçük partikülleri yumaklar haline getirerek dibe çökmesini sağlar.

Küçük parçacıkların yumaklaştırılarak havuzun dibine çökmesini sağlayan bu kimyasal yöntem **“yumaklaştırma (koagülasyon) yöntemi ile çökeltme”** denir.

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

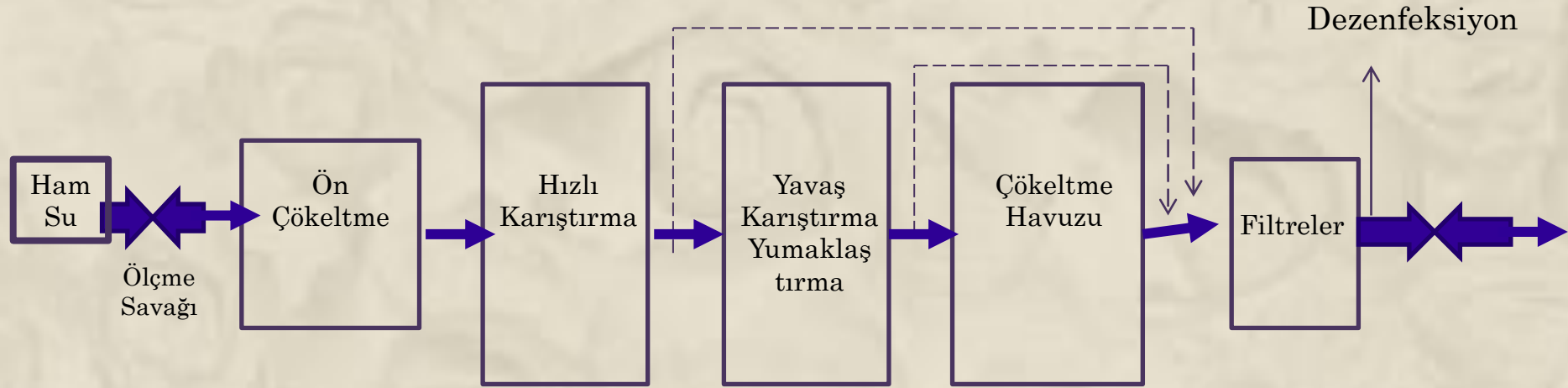
5.2. Yumaklaştırma (Koagülasyon) Yöntemi İle Çökeltme

Su içerisindeki küçük maddeler,

- **Çözünmüş maddeler:** Çapları 0.001 mikrometre den küçük olan maddeler, (Na, Cr, O₂, N₂)
- **Kolloidler:** Çapları 0.001-1 mikrometre (mikron) arasında olan maddeler, (Kil, SiO₂, Fe(OH)₃, virüsler (0.03-0.3 µm),
- **Askıdaki katı maddeler (Süspansiyonlar):** Çapları 1mikrometreden büyük olan maddelerdir. (Bakteriler, kil, kum, bitki ve hayvan atıkları vs.)

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

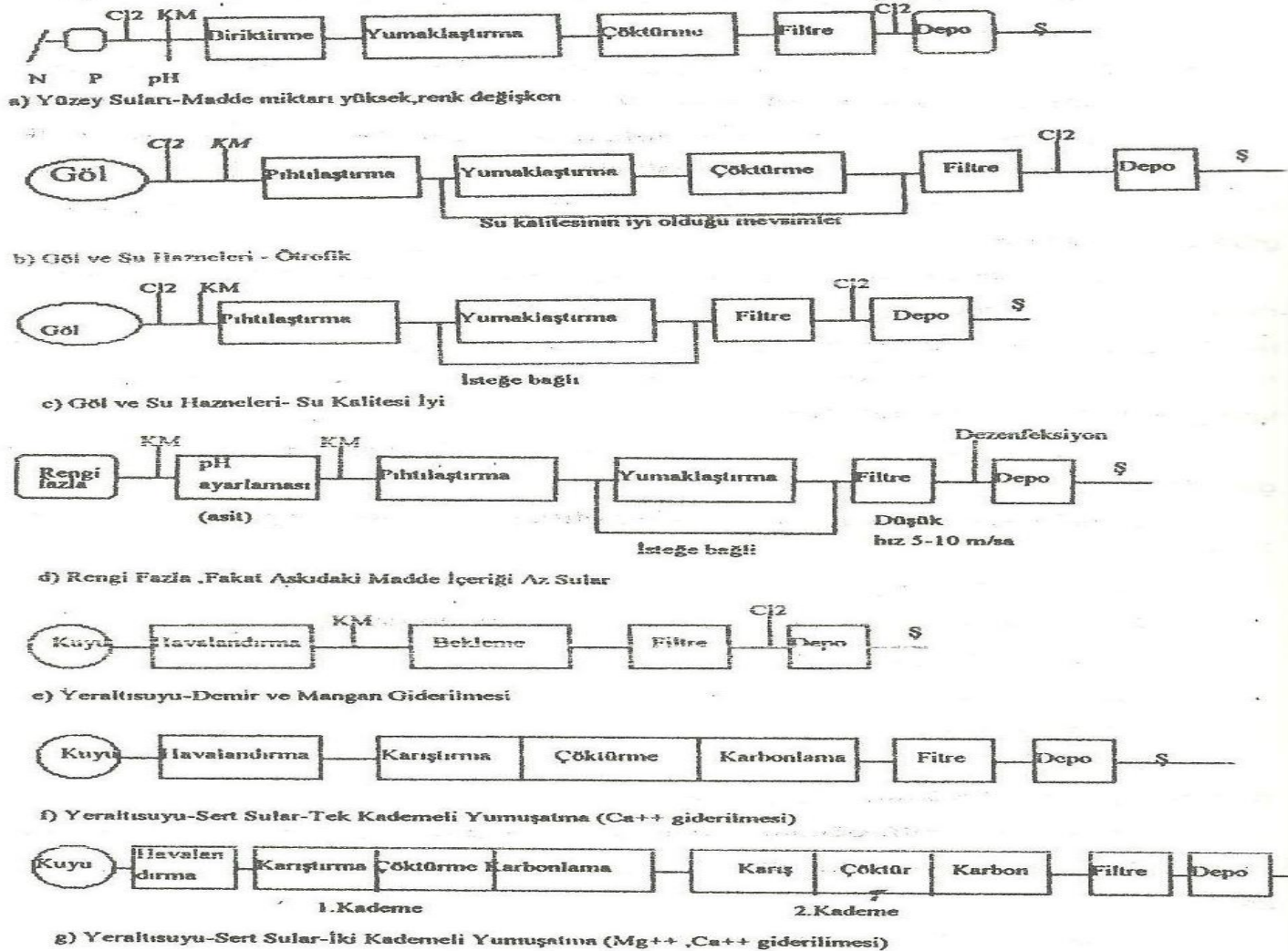
5.2. Yumaklaştırma (Koagülasyon) Yöntemi İle Çökeltme



Şekil..Yumaklaştırmmanın su arıtma sistemindeki yeri

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.2. Yumaklaştırma (Koagülasyon) Yöntemi İle Çökeltme



Şekil..Su Kaynakları ve arıtma şekilleri

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.2. Yumaklaştırma (Koagülasyon) Yöntemi İle Çökeltme

Yumaklaştırmanın Etkinliği

Askıdaki katı maddeler, çökeltme havuzlarında çökeltebilir.

Kolloidler ise yumaklaştırma yöntemi ile çökeltir.

Fosfatın giderilmesinde yumaklaştırma etkili bir yöntemdir.

Ayrıca bulanıklığın, askıdaki maddelerin, virüslerin, alglerin ve bakterilerin giderilmesinde yumaklaştırma etkili bir yöntemdir.

Ancak nikel, nitrat, amonyum, kobalt, siyanür ve fenollerin giderilmesinde etkili değildir.

En çok bilinen yumaklaştırıcı (koagülant) maddeler,
Sodyum alüminat, Ferrik klorat, Ferrous sülfat,
Demir sülfat, Alüminyum sülfat, Kireç

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.3. Süzme (Filtrasyon)

Süzmenin amacı; çökeltme havuzlarında çökmemiş, su içerisinde asılı bulunan çok küçük parçaların (yosun, alg vs) sudan ayrıştırılması ve böylece **bulanıklığın giderilmesidir.**

Kentsel içme suyu arıtma tesislerinde, daha yaygın olarak **Yavaş Kum Filtreler** (düşük debiler – nüfuslar için) veya **Hızlı Kum Filtreler** kullanılmaktadır. **Basıncılı Filtreler** ise alan tasarrufu avantajı nedeniyle genellikle sanayi tesislerindeki su hazırlama ünitelerinde kullanılır.

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.3. Süzme (Filtrasyon)

Su içerisinde bulunan bu maddeler süzgeçler (filtreler) yardımı ile tutulur.

Filtreler; süzme hızına göre

- Yavaş filtreler,
- Hızlı filtreler,

Yapım ve hidrolik koşullarına göre,

- Yerçekimli filtreler,
- Yukarı akışlı filtreler,
- Basıncılı filtreler,

Filtre malzemesine göre,

- Kum filtreler,
- Plastik filtreler,
- Kum kömürü filtreler
- Antrasit kömürü filtreler olarak sınıflandırılır.

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.3. Süzme (Filtrasyon)

5.3.1 Hızlı Filtrasyon

Yüzey sularının arıtılmasında yaygın olarak yumaklaştırma ve çökeltmeden sonra hızlı kum filtreleri kullanılır.

Süzme (filtrasyon) ile bazı maddeler filtrelerde tutulur, büyük yumaklar oluşturur.

Bu nedenle hızlı filtrasyonda büyük çaplı kum kullanılır.

Hızlı kum filtrelerin belirli zaman aralıklarında geri yıkanması gerekir.

Hızlı kum filtrelerde, filtre yatağının altındaki kum-çakıl tabakasının iyi ayarlanması gerekir. Yatağın en üstüne ince daneli olmak üzere aşağı doğru artan çaplarda malzemeler yerleştirilir.

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.3. Süzme (Filtrasyon)

5.3.1 Hızlı Filtrasyon

Çapları 0.5-0.2 mm olan malzemelerden 65-200 cm kalınlığında kum tabakası oluşturulması durumunda en uygun süzmenin gerçekleştiği belirlenmiştir. Kum tabakasının altına 30-45 cm kalınlığında derecelenmiş çakıl ve bu çakıl tabakasının içine ise değişik çaplı bir manifold yerleştirilir.

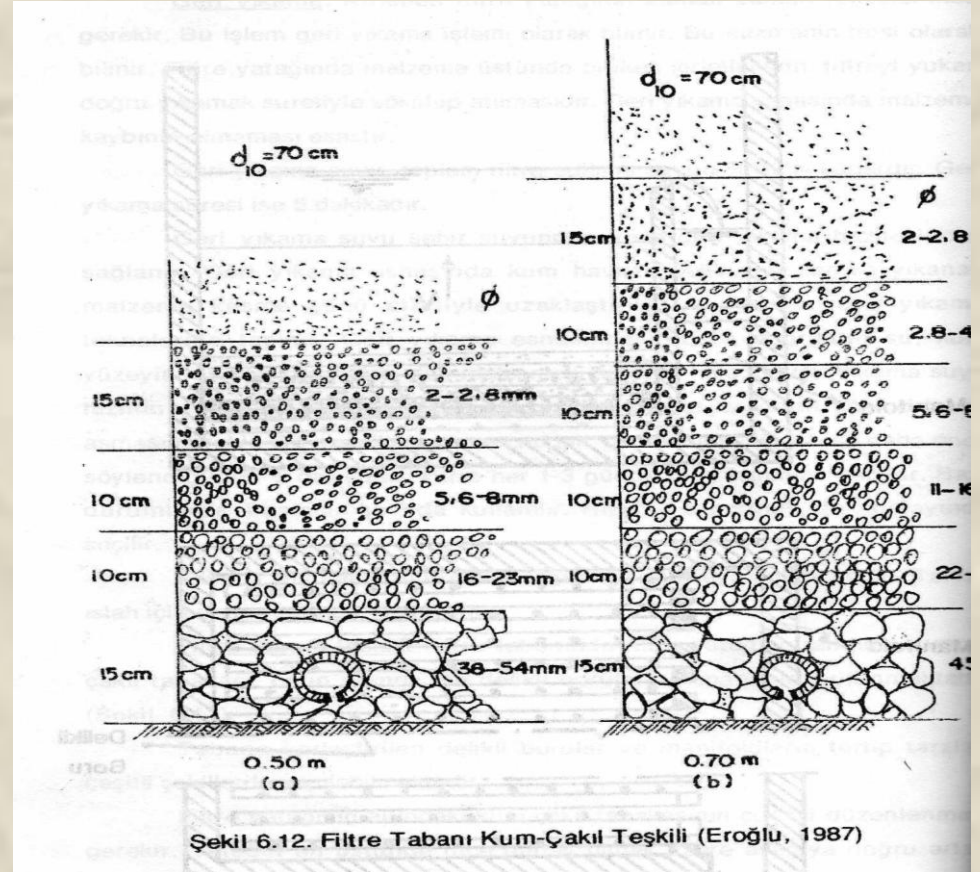
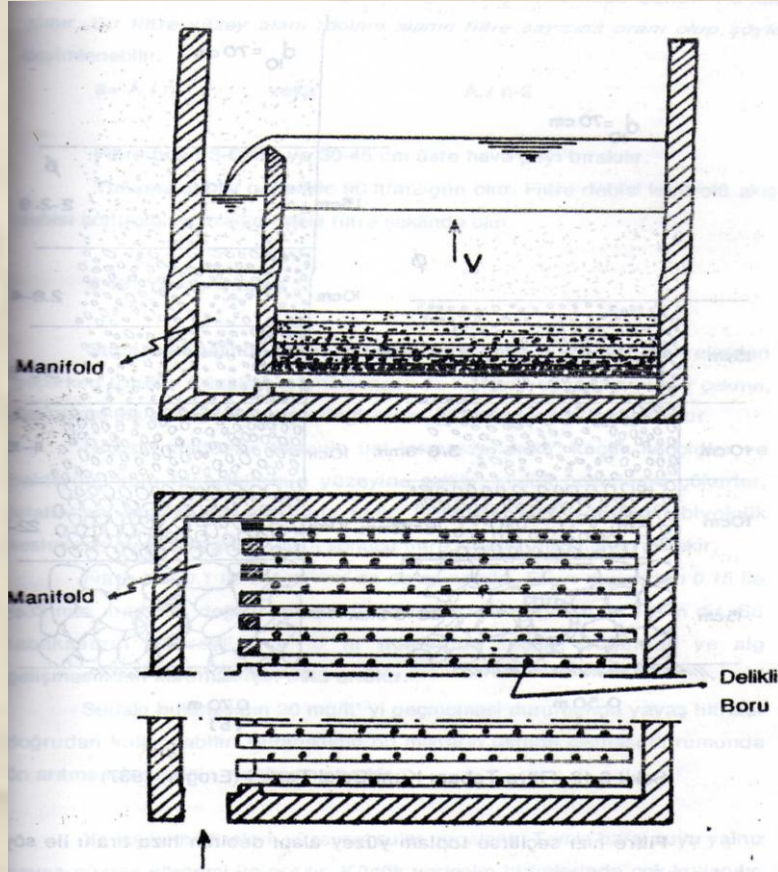
Hızlı filtrasyonda süzülme hızı $5-15 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{sa}$ kadardır.

Hızlı kum filtrelerde filtre boyları genellikle 3-6 m dir ve 30-40 cm üstte hava payı bırakılır.

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.3. Süzme (Filtrasyon)

5.3.1 Hızlı Filtrasyon



Şekil 6.12. Filtre Tabanı Kum-Çakıl Teşkili (Eroğlu, 1987)

Şekil..Filtre tabanı teşkili ve hızlı kum filtreler

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.3. Süzme (Filtrasyon)

5.3.1 Hızlı Filtrasyon

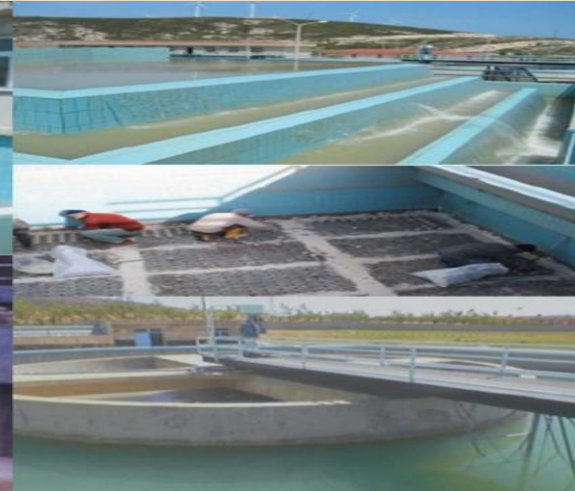


Şekil.. hızlı kum filtreler

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.3. Süzme (Filtrasyon)

5.3.1 Hızlı Filtrasyon



Şekil..Filtre tabanı teşkili ve hızlı kum filtreler

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.3. Süzme (Filtrasyon)

5.3.1 Hızlı Filtrasyon

Filtre hızı, filtrenin birim yüzey alanında, birim uzunlukta birim zamanda süzülen su miktarı olarak tanımlanır.

$$V = \frac{Q}{A}$$

Eşitliklerde;

Q = Toplam yüzeyden geçen debi (m³/sa)

V = Filtre hızı (m/sa)

A = Toplam filtre yüzey alanı (m²)

Bir filtre yüzey alanı, toplam alanın filtre sayısına oranı olup aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$a = \frac{A}{n}$$

Eşitliklerde;

a = Filtre yüzey alanı (m²)

n = Filtre sayısı

A = Toplam filtre yüzey alanı (m²)

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.3. Süzme (Filtrasyon)

5.3.1 Hızlı Filtrasyon

Geri yıkama; kirlenen filtre yatağının zamanla temizlenmesi gerekir. Kirlenen filtrelerin su akış yönü tersinden basınçlı su ve hava ile temizlenmesine “**geri yıkama**” denir. **Yani geri yıkama süzülmenin tersidir.**

Geri yıkama suyu toplam filtre edilmiş suyun %1-2’si kadardır.

Filtre her 1-3 günde bir yıkanmalıdır. Yıkama hızı 30-90 cm/dak. kadardır.

Bazı durumlarda su yerine basınçlı havada geri yıkama olayında kullanılır. Hızı $1-1.5 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{dak}$ dolayında basınçlı hava kullanılarak filtreler temizlenir.

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.3. Süzme (Filtrasyon)

5.3.2 Yavaş Filtrasyon

Su içerisinde askıda bulunan maddeler düşük hızla filtreden geçirilerek tutulurlar.

Su içerisinde askıda bulunan iri askılı maddeler filtrenin üst kısmında birikir. Küçük kolloidler ve bakteriler kum taneciklerinin yüzeyinde birikir. Süzülme sonucunda filtreler kirleneceğinden zamanla yavaş filtrelerinde geri yıkanması gerekir.

Etkin dane çapı 0.15-0.35 mm arasındadır. Filtre kum tabakası kalınlığı 0.6-1.5 m'dir. Su tabakasının yüksekliği 1-1.5m dolayındadır.

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.3. Süzme (Filtrasyon)

5.3.2 Yavaş Filtrasyon

Yavaş filtrasyonda filtre (süzülme) hızı $0.1-0.5 \text{ m}^3/\text{m}^2.\text{sa}$ dolayında

Yavaş kum filtrelerinde, filtrasyon işlemi esas olarak üst tabakada gerçekleşir. Bu nedenle tıkanan filtrelerin temizlenmesi için üstten ince bir kum tabakası sıyrılır ve atılır. Daha sonra sıyrılan kalınlık kadar aynı çap kuru ve temiz malzeme serilerek filtre kalınlığı tamamlanır.

Yavaş kum filtreler gelen suyun özelliklerine göre her hafta veya her ay temizlenmelidir.

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.3. Süzme (Filtrasyon)

5.3.2 Yavaş Filtrasyon

Sudaki bulanıklığın 20 mg/L değerini geçmemesi durumunda hızlı filtrasyona gerek kalmadan yavaş filtreler doğrudan kullanılabilir.

Yavaş kum filtreler yüzeysel su kaynaklar için uygulanır.
Temiz baraj suları sadece yavaş filtrasyon ile süzülerek yerleşim birimlerinde kullanılabilir.

Yavaş kum filtrelerde, hızlı kum filtrelere oranla daha fazla alana gereksinim duyulur ve bu nedenle yavaş filtrasyonun maliyeti daha fazladır.

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.3. Süzme (Filtrasyon)

5.3.2 Yavaş Filtrasyon

Yavaş filtrasyon uygulamasında;

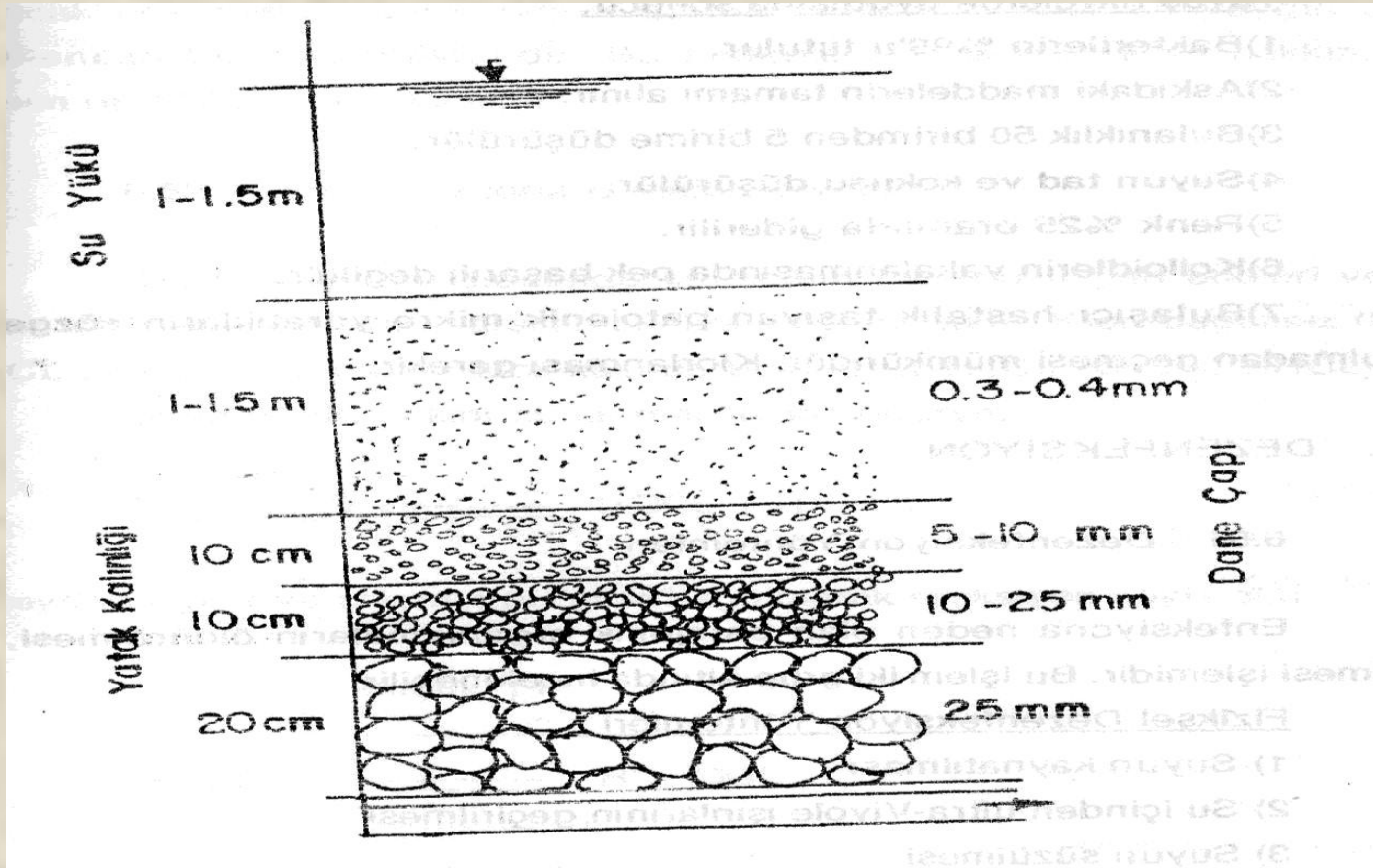
- a) Askıda bulunan maddelerin %100'ü tutulur,
- b) Bakterilerin %99 tutulur,
- c) Bulanıklık %90 giderilir,
- d) Suyun tat ve kokusu düşürülür,
- e) Suyun rengi % 25 oranında düşürülür,

Başlıca hastalıkları taşıyan patojenik mikro yaratıkların tutulması mümkün değildir, klorlanması gerekir.

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.3. Süzme (Filtrasyon)

5.3.2 Yavaş Filtrasyon



Şekil..Yavaş kum filtreler

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.3. Süzme (Filtrasyon)

5.3.2 Yavaş Filtrasyon

	Hızlı Kum Filtresi	Yavaş Kum Filtresi
Filtre Hızı ($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{sa}$)	5 - 15	0.1 - 0.5
Kumun dane çapı (mm)	0.5 - 2	0.15 - 0.35
Uniformluk katsayısı	< 1.5	2 -3
Yatak kalınlığı (m)	0.5 - 2	0.6 - 1.2
Su yüksekliği (m)	0.25 - 2	1.0 - 1.5
Temizleme şekli	Geri yıkama	Yüzey kazıma
Temizleme sıklığı (gün)	1 - 2	20 - 400

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.4. Dezenfeksiyon

Bu safha suların temizliğinin en önemli safhasıdır.

Sularda mevcut hastalık yapan patojen bakteri ile suyun rengini, kokusunu ve tadını bozan organizmaların yok edilerek suyun güvenle içilebilmesi için yapılan işleme “suların dezenfeksiyonu” denir.

Sulardaki patojen mikroorganizmaları öldürmek için içme sularının dezenfeksiyonunda

1- Fiziksel yöntem

2- Kimyasal yöntem

3- Biyolojik yöntem olmak üzere 3 farklı yöntem kullanılır.

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.4. Dezenfeksiyon

Enfeksiyona ya da hastalıklara neden olan patojenik organizmaların yok edilmesi , öldürülmesi işlemidir. üç gruptur.

1) Fiziksel Dezenfeksiyon

- a) Suyun kaynatılması
- b) Su içerisine ultraviyole ışınlarının geçirilmesi
- c) Suyun süzülmesi

2) Kimyasal Dezenfeksiyon (su içerisine kimyasal atılması)

- a) Ozon
- b) Potasyum Permanganat
- c) Halojenler: klor, brom, iyot
- d) Sönmüş kireç
- e) Kireç kaymağı
- f) Metalik gümüş ilave edilmesi

3- Biyolojik yöntem

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.4. Dezenfeksiyon

5.4.1. Fiziksel yöntemler

a. Isı ile dezenfeksiyon: Su 100°C'de 10 dakika kaynatılırsa hastalığa neden olan bütün mikroorganizmalar ölür. Kaynatma yöntemi her yerde ve şartta kolayca uygulanabilecek basit ve güvenli su temizleme yöntemidir.

Ancak, kişi ve aile gereksinimleri için elverişli ise de büyük insan topluluklarına uygulanmasında bazı güçlüklerle karşılaşılır. Ayrıca kaynamış suda gazların uçmuş olması nedeniyle lezzetinin bozulması ve bu suların soğuması için uzun bir süre beklemek zorunluluğu gibi sakıncaları vardır.

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.4. Dezenfeksiyon

5.4.1. Fiziksel yöntemler

b. Ultraviyole ışınları ile dezenfeksiyon: Ultraviyole ışınlarının mikroorganizmalar üzerine öldürücü etkisi çok fazla olduğundan, dezenfeksiyon amacıyla, oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Kısa Dalga Boyu Işınlar (Ultraviyole yada Morötesi Işınlar) dalga boyları 290 ile 360 milimikron (nanometre) arasındadır. Morötesi ışınlar da denilen bu ışınlar gözle görülmezler ve bu ışıklar tüm güneş ışıklarının yaklaşık % 3'ünü oluştururlar.

Bu yöntemde, UV ışınları suyun içerisindeki mikroorganizmaların DNA yapısını bozarak üremeyi engeller.

UV yöntemi sudaki askıda bulunan katı maddenin 20 mg/l veya altı olması durumunda önerilmektedir.

c. Suların süzülmesi ile dezenfeksiyon: Filtrasyon işlemleri bir önceki konuda anlatılmıştı.

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.4. Dezenfeksiyon

5.4.2. Kimyasal yöntemler

Suların dezenfeksiyonunda en çok kimyasal yöntemler kullanılır. Kimyasal maddelerin suların dezenfeksiyonunda kullanılmalarının nedenleri, ucuz, etkili ve kolay uygulanabilmeleridir.

Bu dezenfektanlardan ozon güçlü bir dezenfektan olmasına nazaran pahalıdır.

Brom ve iyot öncelikli hallerde kullanılabilir. Ancak geniş çapta kullanılması uygun görülmemektedir.

Dezenfeksiyon işleminde en yaygın dezenfektan klordur.

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.4. Dezenfeksiyon

5.4.2. Kimyasal yöntemler

a.Ozon ile dezenfeksiyon;

Ozon oksidasyon **gücü çok yüksek ve bilinen en güçlü dezenfektandır**. Yüksek oksidasyon gücü bakterilerin yok edilmesinde çok etkilidir.

Ozonun suya 4 ile 10 dakika arasında uygulanması suyun dezenfekte olması için yeterlidir.

Suyun durumuna göre 0.1 ile 0.5 mg/lit ozon verilmesi bakterileri %99.99 oranında öldürmesi için yeterlidir.

Ozon **suyun tadını ve rengini bozmaz sağlığa zararsızdır**. Ozonu sudan uzaklaştırmak için havalandırmak yeterlidir. Bakterisit etkisi klordan 10 kat daha hızlıdır.

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.4. Dezenfeksiyon

5.4.2. Kimyasal yöntemler

b. Potasyum permanganat ile dezenfeksiyon; Bu kimyasal dezenfektan özellikle kolera salgınlarında etkilidir. Bulanık sularda da uygulanabilir. Suyun lezzetini değiştirmez. 1 litre suya 0.06 gr eklenir. Su koyu menekşe rengi alır. 15 dakika bekletildikten sonra aynı miktarda sodyum tiyosülfat ilave edilerek rengi giderilir. Süzüldükten sonra berrak, renksiz ve temiz bir su elde edilir.

c. İyot ile dezenfeksiyon; Bu yöntem daha çok sıcak ülkelerde uygulanır. Bu yöntemin uygulanacağı suların berrak olması ve önceden süzülmesi gereklidir. Bir litre suya 15 mg. sodyum iyodat (NaIO_3) ve 100 mg potasyum iyodür (KI) ile iyodun açığa çıkmasını sağlamak için 100 mg tartarik asit ilave edilerek 20 dakika beklenir. Sonra fazla iyot 110 mg. Sodyum hiposülfat ile nötralize edilir. Bu uygulamada iyot; çinko, sac ve tahta kaplara etki ettiği için cam veya emaye kaplar tercih edilmelidir.

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.4. Dezenfeksiyon

5.4.2. Kimyasal yöntemler

d. Klor ile dezenfeksiyon;

Geniş insan topluluklarının ihtiyacı olan suyun dezenfeksiyonu için en uygun kimyasal dezenfeksiyon maddesi KLOOR'dur.

Klorlama işlemi arıtma sisteminin başında, ortasında ve sonunda olmak üzere üçlü sistem uygulaması ile yapılabildiği gibi , sistemin başında ya da sonunda olmak üzere tekli veya ikili klorlama uygulaması da yapılabilmektedir.

Klor dozu olarak 2-3 mg/L klorun 1.5-2 saat kadar temas süresi sağlanması koşuluyla, canlı organizmaların ölmesine, virüslerin etkisiz hale gelmesine neden olunur.

Klorlama ile, **koku ve tat kontrolü**, **yosun oluşumunun önlenmesi**, **filtre temizliğinin sağlanması**, ve **renk düzeltmesi** gibi yararlar sağlanmış olur.

5. SULARIN ARITILMASI (TASFİYESİ)

5.4. Dezenfeksiyon

Dezenfeksiyon Yöntemi	Olumlu Yönler	Olumsuz Yönler
Klor	- Çok etkili olması - Kalıntı dezenfektan sağlaması - Genelde uygun fiyatlarla alınması - Düşük elektrik ihtiyacı - Bakteri giderimi yanı sıra demir giderilmesinde de etkili olması	- Uzun temas süresi (30 dak) - Suda bulunabilen safsızlıklardan (bulanıklık vb.) etkilenmesi - Suyu klor tadı verir - Gaz klor kullanılması halinde güvenli biçimde depolanma ihtiyacı olması
UV	- Suyun tat ve kokusu değişmez - Bakteri ve virüsleri kısa sürede öldürür - Yüksek kaliteli sular için işletme ve bakımı basittir	- Nispeten yüksek maliyet - Yüksek elektrik ihtiyacı - Kalıntı dezenfektan kalmaması, son dezenfeksiyon için kimyasal gerekmesi - Yüzeysel sularda ön arıtma ihtiyacı - Sık temizlenmeli ve lamba her yıl değiştirilmelidir
Ozon	- Çok etkili ve güçlü dezenfektan	- Nispeten yüksek maliyet - Yerinde üretim neticesinde daha kompleks işletim ve bakım - Son dezenfeksiyon için ilave kimyasal gereksinimi

Dezenfeksiyonda kullanılan klor bileşikler

Sıvı klor ; Gaz halindeki klorun basınçta sıkıştırılmasıyla elde edilir. Çelik tüplerde muhafaza edilir. Bunların kullanılmasında özel sistemlere gerek duyulur. En ekonomik sistem sıvı klorla yapılan sistem olmasına rağmen her hangi gaz kaçağında tesisi çalıştıran personelin zehirlenme olasılığı nedeniyle çok dikkatli kullanılması gerekir.

Gaz klor: Büyük şehir merkezlerinde klorlamada en fazla gaz klor kullanılmaktadır. Basınçla sıvı haline getirilmiş klor çelik tanklarda saklanır. Suyu ilave edilmek için basınç kaldırılarak gaz haline getirilir ve bundan bir ana solüsyon hazırlanır.

Peroxde de chlor (ClO_2): Keskin ozon kokusunda , kuvvetli oksidan bir gazdır. Sodyum klorat üzerine HCl etki ettirilerek elde edilir. Suda uzun süre koku ve lezzetinin kalmasından ve madeni kaplara etkisi nedeniyle pek fazla kullanılmaz.

Hipoklorit'ler: En fazla saf toz veya solüsyon halinde kullanılan kalsiyum hipoklorittir (CaOCl_2). Kireç kaymağı ismi ile tanınan bu madde kireç üzerinden klor gazı geçirilerek elde edilir.

Klorlamada etkisi olan faktörler

1. Organik ve inorganik madde miktarı: Suda klorla okside olabilen ve onunla fiziksel bir birleşme yapabilen organik ve inorganik bileşiklerin miktarları, suya katılacak klorun miktarının belirlenmesinde çok önemlidir.

2.Suyun sıcaklığı: Sıcaklık arttıkça klorun etkisini çabuklaştırır.

3.Karıştırma: Klorun su ile iyice karıştırılmasıyla bırakılmış olurlar. yığınlar halinde bulunan bakteriler dağılarak klorun etkisiyle daha fazla karşı karşıya kalır.

4. Berraklık: Suların berrak olması da etkiyi kolaylaştırır. Su berrak olmaz ise klorlamadan sonra klorun koku ve lezzeti uzaklaştırılmaz. Bulanıklık yapan cisimler hem fazla klor harcanmasına neden olur ve hem de mikroorganizmaları klorun etkisinden saklayarak güvenliği bozar.

5.Süre :Suya konulan klorun mikroorganizmaları öldürmesi için gerekli olan süre en az yarım saattir. Bu nedenle klorlanmış su en az yarım saat bekletilmelidir.

6.Ortamin pH'sı: pH 7'nin altına düştükçe klorun etkisi artar. Özellikle organik maddeleri az olan sularda pH 6-6.5 arasında koku ve lezzet vermeyecek kadar az bir klorla suyu 10-15 dakikada tamamen sterilize etmek bile olasıdır. Aksine pH yükseldikçe klorun etki süresi gecikir ve etkisi azalır.

Kirlenme unsurları

Dünya Sağlık Örgütünce (WHO) yüzeysel sulardaki kirlilik unsurları sınıflandırılmıştır .

a) Bakteri ,virüs ve diğer hastalık yapıcı canlılar: Suların hijyenik açıdan kirlenmesine neden olan organizmalar, genellikle hastalıklı veya portör olan hayvan ve insanların dışkı ve idrarından kaynaklanmaktadır. Bulaşıcı etki ya bu atıklarla doğrudan temasla yada atıkların karıştığı sulardan dolayı gerçekleşir. Bu tür sular içilmez ve kullanılmazlar

b) Organik maddelerden kaynaklanan kirlenme : Ölmüş hayvan, bitki artıkları ile tarımsal artıkların yüzeysel sulara karışmasıyla ortaya çıkar. Suyun oksijen seviyesindeki değişimlerde su kalitesini etkiler. Ayrıca mikroorganizmalara uygun bir üreme ve gelişme ortamını sağlar .

c) Endüstri artıkları : Çeşitli endüstrilerden çıkan fenol, arsenik, siyanür, krom gibi toksik maddelerden oluşurlar. Bileşimleri gün geçtikçe değişir .

d) **Yağlar ve benzeri maddeler** : Tanker ve boru hatlarıyla taşınan petrolün kazalar ve sızmalar sonucu yüzeysel sulara karışmasıyla bu tür kirlilik oluşur. Yüzeysel sulara karışmasının yarattığı olumsuz etkiler açısından önemlidir.

e) **Sentetik deterjanlar** : İçerdikleri fosfatlar yüzeysel sularda ötrofikasyona ve ikincil olarak kirlenmeye sebep olurlar

f) **Radyoaktivite: Nükleer enerjinin kullanıldığı tesislerin reaksiyon ürünleri radyoaktiftir.** Nükleer atıkların yeraltı ve deniz altında uzun süre saklanması sırasında kaplardan sızmaları sonucu sulara karışmalarıyla toksit özellikleri ortaya çıkar. **Hastane araştırma kuruluşlarından kaynaklanabilir.** Atmosferdeki nükleer silah denemeleri sırasında yağmur sularının kirlenmesi sonucu da sularda kirlilik sebebi oluşturur

g) **Pestisitler** : Yapay organik maddelerdir. Zararlı böcek, bitki ve mantarlarla mücadelelerde kullanılırlar. Uzun süreli kullanımları sonucu zararlı etkileri ortaya çıkar.

h) **Yapay organik kimyasal maddeler:** Farmasotik, petrokimya, ve kimya endüstrilerince üretilirler. Bu maddeler yerlerini aldıkları doğal organik maddelerden daha güç degradasyona uğrarlar

i) **Yapay ve doğal tarımsal gübreler:** Bunlar ikincil olarak kirlenmeye neden olurlar

j) **Anorganik tuzlar :** Çözünmüş tuzlar sularda ve deşarj noktalarında Sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir, sülfat, nitrat, bikromat, ve fosfatları halinde bulunurlar Bunların çok yüksek dozları kirleticidir. Suların içme, sulama ve birçok endüstriyel kullanım için uygunsuz hale getirir.

k) **İnert çözünmeyen madde:** Tebeşir, Jips gibi birçok inert çözünmeyen madde sularda bulanıklığı artırır. Bu yüzden arzu edilmezler

Bunların dışında sular fiziksel (renk, sıcaklık, süspansiyon, maddeler), fizyolojik (tat, koku) ve biyolojik kirlenmeye de maruz kalabilirler.

Suların kendi kendini temizlemesi

Yerüstü ve yeraltı sularını kirleten şartlar karşısında doğa, sularını korumak ve kirlenmiş olanlarını temizlemek için birçok aracı kullanmaktadır.

Suların kirlenme sonucu taşıdıkları kimyasal maddelerin ve canlı cisimlerin, doğanın kendi lâboratuvarında çalıştırdığı biyolojik ,fizik, mekanik araçlarla ve kimyasal olarak temizlenmesine OTOEPÜRASYON (Autoepuration), yani suların kendi kendini temizlemesi denir.

Bu olay biyolojik, mekaniksel ve fiziksel ile kimyasal olmak üzere üç faktörden oluşur.

Suların kendi kendini temizlemesi

1.Biyolojik faktörler

a.Nitrifikasyon

Aerop ve anaerop mikroorganizmaların tesiriyle organik maddeler bir seri redüksiyon ve oksidasyon olayları geçirerek bitkilerin istifade edebileceği nitratlar haline dönüşürler.

b.Mikroplar arasındaki mücadele

Canlı organizmada 37° C sıcaklığa ve bol gıda kaynaklarına alışmış olan patojen mikroorganizmalar , vücut dışına çıktığı zaman bu şartlara uzun zaman dayanamayıp ölürlere veya bu şartlara alışmış olan saprofit mikroorganizmalarla karşılaşınca bunlara direnemeyip canlı kalamazlar. Ayrıca protozoonlar bakteriofajlar ve fitoplanktonlar çok önemli rol oynarlar. Bunların mikrop yeme konusundaki yetenekleri çok fazla olup kirli suların biyolojik temizlenmelerinde yaptıkları iş çok önemlidir.

2.Mekaniksel ve fiziksel faktörler

a.Süzülme (Filtrasyon veya perkolasyon)

Su kum gibi küçük taneli bir toprak tabakasından geçerken ,içerisindeki kolloidal halde bulunan organik ve inorganik maddeler ve mikroplar , bu küçük kum taneleri tarafından çekilerek bunların üzerine yapışır. Bu işleme filtrasyon veya perkolasyon denir. Uygun bir toprak tabakasından aşağıya geçen su böylece berraklaşır.Ancak filtrasyonun tesiri ,toprak tanelerinin çaplarına, tabakanın kalınlığına ve su basıncına bağlıdır.

b.Çökme

Sular içinde bulunan madensel ve organik maddeler ağırlıkları sebebiyle yavaş yavaş dibe doğru çökerler ve bu esnada kendilerinin çekim sahasına tesadüf eden daha küçük ve kolloidal cisimler ile mikroorganizmaları sürükleyerek suların temizlenmesine yardım ederler. Suyun kitlesine ve durgun kalma süresine göre bu olayın etkinliği azalıp çoğalabilir.

c.Dilüsyon

Kirli suların daha az kirli veya temiz büyük su kitlelerine karışarak ,dilüe olması ve mikrop konsantrasyonlarının azalmasıdır.

d. Güneş ışınları

Güneşin ultraviyole ışınları sularda etki edebildiği yüzeysel tabakalarda bakterisid etki gösterir.

3.Kimyasal faktörler

a.Oksijenasyon (Oksijenleştirme)

Bol oksijenle temasa gelen hareketli sularda oksijen otoepürasyon için önemli bir faktördür. Ancak çok miktarda deterjan içeren kanalizasyon sularının meydana getirdikleri köpük tabakalarının bu oksijenasyona veya dolayısıyla suların temizlenmesine engel teşkil edeceği unutulmamalıdır.

b.Kimyasal konsantrasyon

Özellikle tuzdan zengin sularda, örneğin deniz sularında bakteriyel faaliyetler kontrol altında tutulur.

c.Mikroorganizmalar için besin yetersizliği

Çeşitli nedenlerle temizlenen sularda mikropların beslenebileceği maddeler ortadan kalkmış olacağından patojen mikroorganizmalar yaşayamaz hale gelirler. Doğal şartlarda suyu temizleyen bu faktörlerin etkisi ani ve kesin değildir. Bu faktörlerin uzun süre devamı etkisini fazlalaştırır. Bu faktörlerin etkisi ile doğada oluşan temizlenme olayı tam ve emin bir şekilde şekillenmez. Genellikle bunlar suyun durumu hakkında bazı fikirler verir. Bu fikirlerle temiz suların nerelerde bulunabileceği ve herhangi bir suyun temizlik şartlarına sahip olup olmadığı hakkında ilk ölçütleri belirlenebilir. Fakat suyun temizliğine veya kirliliğine kati olarak karar verilemez. Kesin kararı verebilmek için aşağıdaki incelemelerin yapılması gereklidir.