

SU SANİTASYONUNUN ÖNEMİ VE SU SANİTASYONUNDA YEREL YÖNETİMLERİN ROLÜ TOPLANTISI

İÇME VE KULLANMA SUYU ARITMA TEKNOLOJİLERİ, ARITMA SİSTEMİ SEÇİMİ NASIL YAPILMALI?

Prof.Dr. Mehmet ÇAKMAKCI

Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü

E-mail: cakmakci@yildiz.edu.tr

16-18 KASIM 2016, ANTALYA

İÇME VE KULLANMA SUYUNUN ÖZELLİKLERİ

- Su, kokusuz, renksiz, berrak ve içimi serinletici olmalıdır.
- Su hastalık yapan mikroorganizma ihtiva etmemelidir.
- Suda sağlığa zararlı kimyasal maddeler bulunmamalıdır.
- Su, kullanma maksatlarına uygun olmalıdır.
- Sular agresif olmamalıdır.



İÇME SUYU ARITIMININ GENEL AMAÇLARI

- Su sıcaklığının düşürülmesi/yükseltilmesi
- Renk bulanıklık, koku giderilmesi
- Mikroorganizma giderilmesi
- Demir, mangan, amonyum ve nitratın giderilmesi
- Oksijen konsantrasyonunun yükseltilmesi
- Suyu CO₂ verilmesi/giderilmesi
- Hidrojen sülfür/metan giderilmesi
- Asit ve bazlardan temizleme
- Su yumuşatma
- Tuzluluğun giderilmesi
- Zararlı kimyasalların giderilmesi
- Klorlu halojenlerin giderilmesi

SUDA BULUNABİLECEK KİRLETİCİLER SAĞLIK ETKİLERİ VE KAYNAKLARI

Kirletici madde	MCLG (mg/L)	MCL (mg/L)	MCL üzerindeki konsantrasyonlara uzun süreli maruz kalmanın potansiyel sağlık etkileri	İçme suyu kirletici kaynakları
Cryptosporidium	0	TT	Gastrointestinal hastalık (ishal, kusma ve kramp gibi)	İnsan ve hayvan dışkı atıkları
Giardia lamblia	0	TT	Gastrointestinal hastalık (ishal, kusma ve kramp gibi)	İnsan ve hayvan dışkı atıkları
Heterotrofik plaka sayısı (HPC)	n / a	TT	HPC'nin herhangi bir sağlık etkisi yoktur. Su içinde ortak olarak bulunan bakterileri çeşitliliğini belirlemek için kullanılan analitik bir metottur.	HPC doğal ortamda mevcut bakterilerin bir aralık ölçümüdür.
Legionella	0	TT	Lejyoner hastalığı, pnömoni bir tür	Suda doğal olarak bulunur, ısıtma sistemlerinde çoğalır.
Toplam koliform	0	5.0 %	Zararlı bakterilerin mevcut olup olmadığını gösteren bir parametredir.	Koliform doğal ortamda mevcuttur. olan, hem de dışkı, fekal koliform ve E. koli yalnızca insan ve hayvan dışı atıklarında bulunur.
(Fekal koliform ve Eşheriya koli)				

SUDA BULUNABİLECEK KİRLETİCİLER SAĞLIK ETKİLERİ VE KAYNAKLARI

Kirletici madde	MCLG (mg/L)	MCL (mg/L)	MCL üzerindeki konsantrasyonlara uzun süreli maruz kalmanın potansiyel sağlık etkileri	İçme suyu kirletici kaynakları
Bulanıklık	n / a	TT	Bulanıklık su bulutluluğunun bir ölçüsüdür. Bu su kalitesi ve filtrasyon verimliliğini (örneğin, hastalığa neden olan organizmaların mevcut olup olmadığını gibi) belirtmek için kullanılır. Yüksek bulanıklık seviyeleri genellikle virüsler, parazitler ve bazı bakteriler gibi haslatık yapıcı mikroorganizmaları bulunduna işaret etmektedir. Bu organizmalar bulantı, kramplar, ishal, ve baş ağrısı gibi belirtilere sebep olabilir.	Toprağın su ortamına karışması
Virüsler (bağırsak)	0	TT	Gastrointestinal hastalık (ishal, kusma ve kramp gibi)	İnsan ve hayvan dışkı atıkları

SUDA BULUNABİLECEK KİRLETİCİLER SAĞLIK ETKİLERİ VE KAYNAKLARI

Kirletici madde	MCLG (mg/L)	MCL (mg/L)	MCL üzerindeki konsantrasyonlara uzun sürelili maruz kalmanın potansiyel sağlık etkileri	İçme suyu kirletici kaynakları
Bromat	0	0.010	Kanser riskini artırma	İçme suyu dezenfeksiyon yan ürünü
Klorit	0.8	1.0	Anemi, bebek ve küçük çocukların sinir sistemi üzerindeki etkileri	İçme suyu dezenfeksiyon yan ürünü
Haloasetik asit (HAA5)	n / a	0.060	Kanser riskini artırma	İçme suyu dezenfeksiyon yan ürünü
Toplam Trihalometanlar (TTHM'ler)	n/ a	0.080	Karaciğer, böbrek ve merkezi sinir sistemi sorunları, kanser riski	İçme suyu dezenfeksiyon yan ürünü

SUDA BULUNABİLECEK KİRLETİCİLER SAĞLIK ETKİLERİ VE KAYNAKLARI				
Kirletici madde	MCLG (mg/L)	MCL (mg/L)	MCL üzerindeki konsantrasyonlara uzun süreli maruz kalmanın potansiyel sağlık etkileri	İçme suyu kirletici kaynakları
Antimon	0.006	0.006	Kolesterolü artırır, kan şekerini düşürür.	Petrol rafinerilerinden deşarjlar, yangın geciktiriciler, seramikler, elektronik, lehim
Arsenik	0	0.010	Cilt hasarı veya dolaşım sistemi sorunları, kanser olma riskini artırabilir.	Doğal maddelerin erozyonu, bahçelerden akış, cam ve elektronik üretim atıklarından akış
Asbest (fiber> 10 mikrometre)	7 M fiber /L (7 MFL)	7 MFL	İyi huylu bağırsak polip	Su şebekelerindeki asbest çimentoların çürümesi, doğal maddelerin erozyonu
Baryum	2	2	Kan basıncında artış	Sondaj atıkların deşarjı, metal rafinerilerden deşarj, doğal maddelerin erozyonu
Berilyum	0.004	0.004	Bağırsak lezyonları	Metal rafinerilerinden ve kömür yakan fabrikalardan deşarj, elektrik, havacılık ve savunma sanayinden deşarj
Kadmiyum	0.005	0.005	Böbrek hasarı	Galvanizli boruların korozyonu, doğal maddelerin erozyonu, metal rafinerilerden deşarj, atık pil ve boyalardan gelen akış
Krom (toplam)	0.1	0.1	Alerjik dermatit	Çelik ve kağıt hamuru fabrikalarından deşarj, doğal maddelerin erozyonu

SUDA BULUNABİLECEK KİRLETİCİLER SAĞLIK ETKİLERİ VE KAYNAKLARI				
Kirletici madde	MCLG (mg/L)	MCL (mg/L)	MCL üzerindeki konsantrasyonlara uzun süreli maruz kalmanın potansiyel sağlık etkileri	İçme suyu kirletici kaynakları
Akrilamid	0		Sinir sistemi ya da kan problemleri, kanser riski	Atıksuların arıtılması için suya ilave edilir.
Alachlor	0	0.002	Göz, karaciğer, böbrek ve dalak sorunları, anemi, kanser riski	Tarla ürünlerinde kullanılan hebrisitlerin akışı
Atrazine	0.003	0.003	Kardiyovasküler sistem ya da üreme sorunları	Tarla ürünlerinde kullanılan hebrisitlerin akışı
Benzen	0	0.005	Anemi, kan trombositlerinin azalması, kanseri riski	Fabrikalardan deşarj, gaz depolama tankları ve çöp depolama alanlarından sızma
Benzo (a) piren (PAH)	0	0.0002	Üreme zorlukları, kanser riski	Su tankları ve dağıtım hatlarının kaplamalarından sızma
Karbofuran	0.04	0.04	Kan, sinir sistemi, ya da üreme sistemi ile ilgili sorunlar	Pirinç ve yonca için kullanılan toprak fumigantından sızma
Karbon tetraklorür	0	0.005	Karaciğer sorunları, kanser riski	Kimyasal tesisleri ve diğer endüstriyel faaliyetlerden deşarj
Chlordane	0	0.002	Karaciğer ve sinir sistemi sorunları, kanser riski	Yasak termiticide kalıntısı

İÇME VE KULLANMA SUYU ARITIM TEKNOLOJİLERİ

Konvansiyonel Arıtma Prosesleri

Su Alma Yapısı, Izgara ve Elekler

Biriktirme Yapısı

Havalandırma

Nötralizasyon

Hızlı Karıştırma (Koagülasyon veya Pıhtılaştırma)

Yumaklaştırma (Yavaş Karıştırma)

Çöktürme/Flotasyon

Filtrasyon

Dezenfeksiyon

İÇME VE KULLANMA SUYU ARITIM TEKNOLOJİLERİ

İleri Arıtma Prosesleri

Adsorpsiyon

Biyolojik Filtreler

İyon Değişirme

İleri Oksidasyon Prosesleri

Membran Prosesler

İÇME VE KULLANMA SUYU ARITIM TEKNOLOJİLERİ

Kirletici	Giderimi gerçekleştirecek bazı prosesler
Askıdaki Katı Maddeler	<ul style="list-style-type: none">• Izgaradan veya elek• Çöktürme• Süzme• Yüzdürme• Kimyevi madde ilavesiyle yumaklaştırma-çöktürme
Hastalık Yapıcı (patojen) Mikroorganizmalar	<ul style="list-style-type: none">• Klorlama• Ozon• Klor dioksit• UV• Diğer dezenfektanlar

İÇME VE KULLANMA SUYU ARITIM TEKNOLOJİLERİ

Kirletici	Giderimi gerçekleştirecek bazı prosesler
Organik Maddeler	<ul style="list-style-type: none">•Zenginleştirilmiş koagülasyon, çöktürme, filtrasyon•Ozon•Biyolojik filtreler•Toz ve daneli aktif karbon•Membran prosesler
Azot	<ul style="list-style-type: none">•Yüksek pH'da Havalandırma•İyon Değiştirme•Kırılma Noktası Klorlaması•Ters osmoz membranı
Fosfor	<ul style="list-style-type: none">•Metal tuzları ilavesiyle çöktürme•Kireç ilavesi ile çöktürme

İÇME VE KULLANMA SUYU ARITIM TEKNOLOJİLERİ

Kirletici	Giderimi gerçekleştirecek bazı prosesler
Ağır Metaller	<ul style="list-style-type: none">•Kimyasal Çöktürme•İyon Değiştirme
Fenol	<ul style="list-style-type: none">•Kimyasal oksidasyon•Membran prosesler
Siyanür	<ul style="list-style-type: none">•Kimyasal oksidasyon
Krom	<ul style="list-style-type: none">•Kimyasal indirgeme/çöktürme•İyon değiştirme
pH, alkaliler ve asitler	<ul style="list-style-type: none">•Nötralizasyon
Isıl kirlenme	<ul style="list-style-type: none">•Soğutucular•Lagün

İÇME VE KULLANMA SUYU ARITIM TEKNOLOJİLERİ

KOKU VE TAT GİDERİMİ	
Adsorpsiyon	Toz aktif karbon (PAK) Daneli aktif karbon (GAK) Biyolojik aktif karbon (BGAK)
İleri oksidasyon	Ozon Ozon/Hidrojen peroksit Ozon/UV Hidrojen peroksit/UV UV/TiO ₂
İleri oksidasyon/Adsorpsiyon	Ozon/BGAK
Membran Prosesler	Ultrafiltrasyon Nanofiltrasyon Ters osmoz

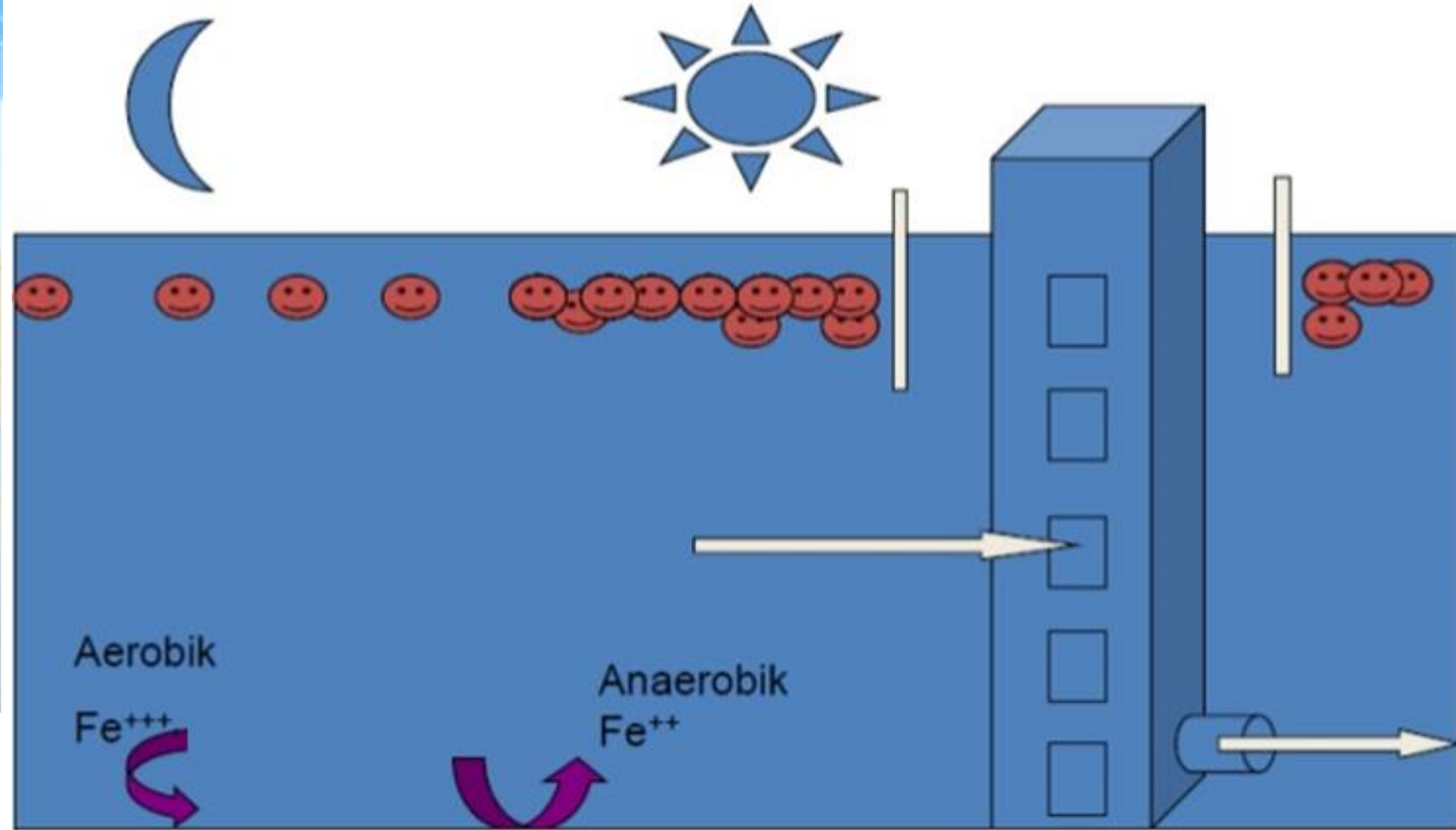
Su Alma Yapısı, Izgara ve Elekler



Su Alma Yapısı, Izgara ve Elekler



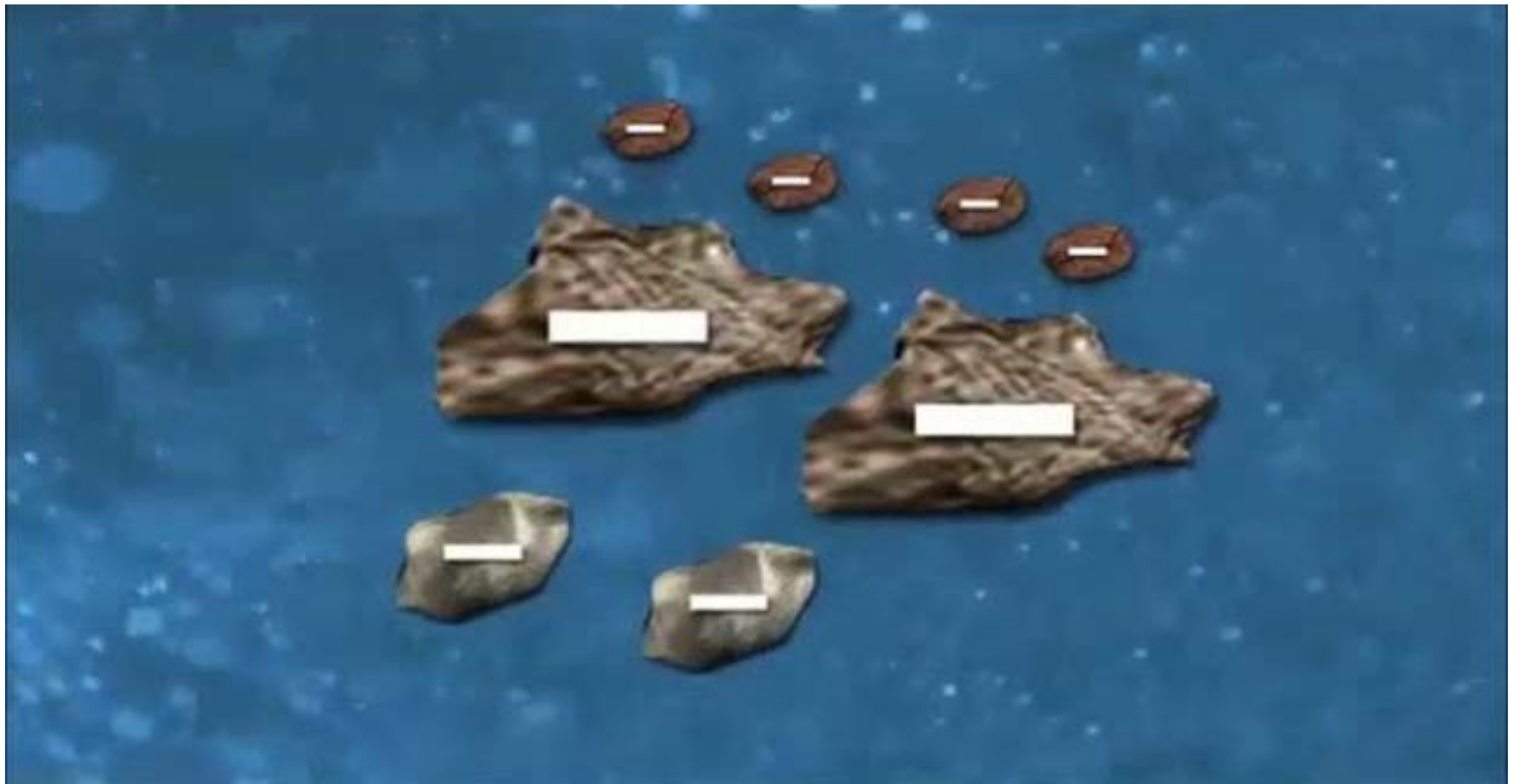
Su Alma Yapısı, Izgara ve Elekler

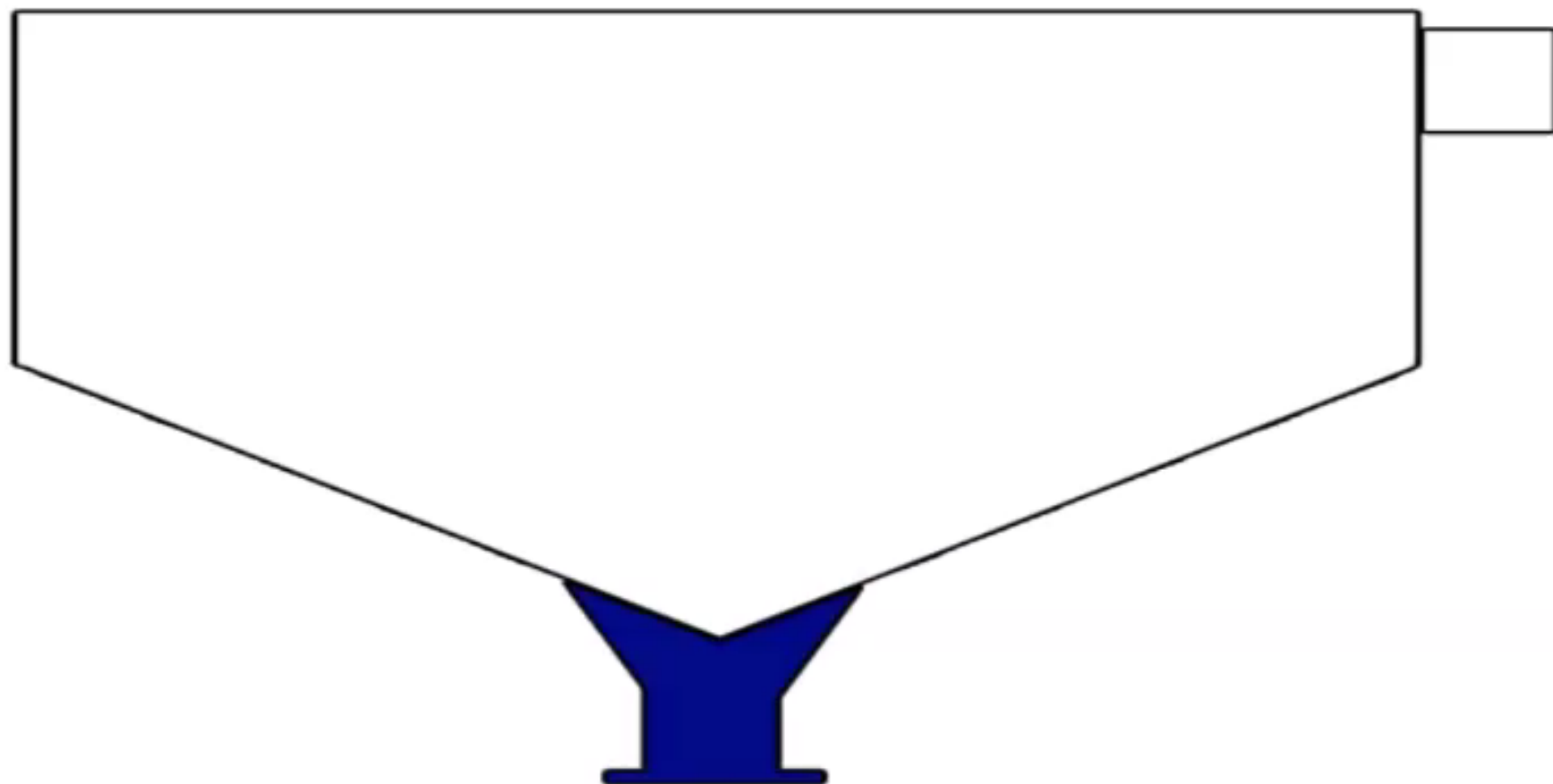


Havalandırma

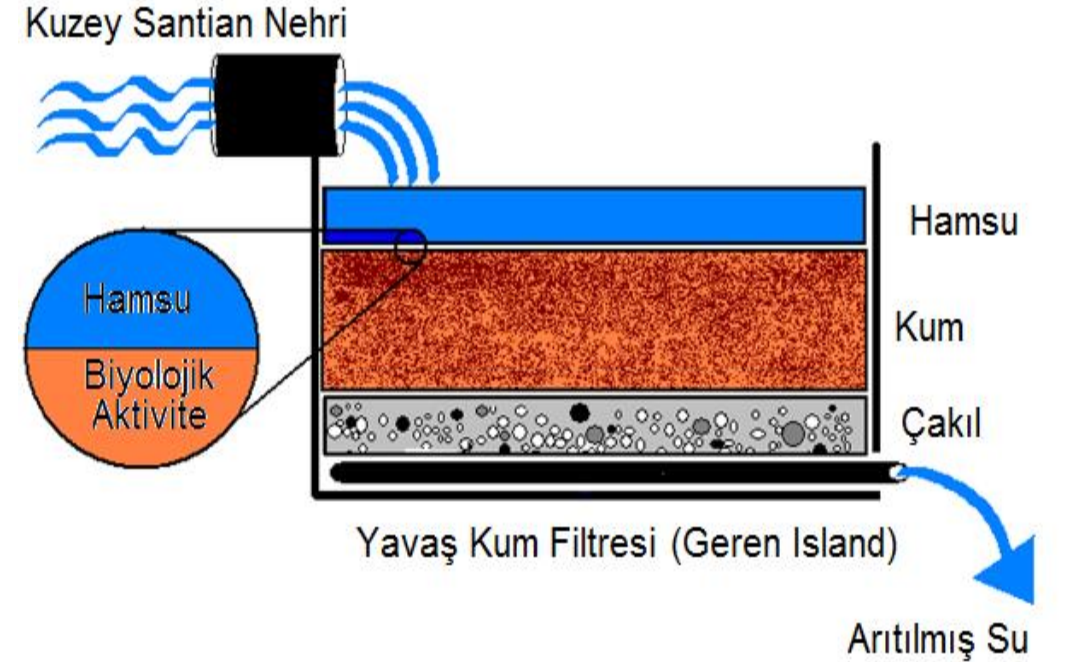
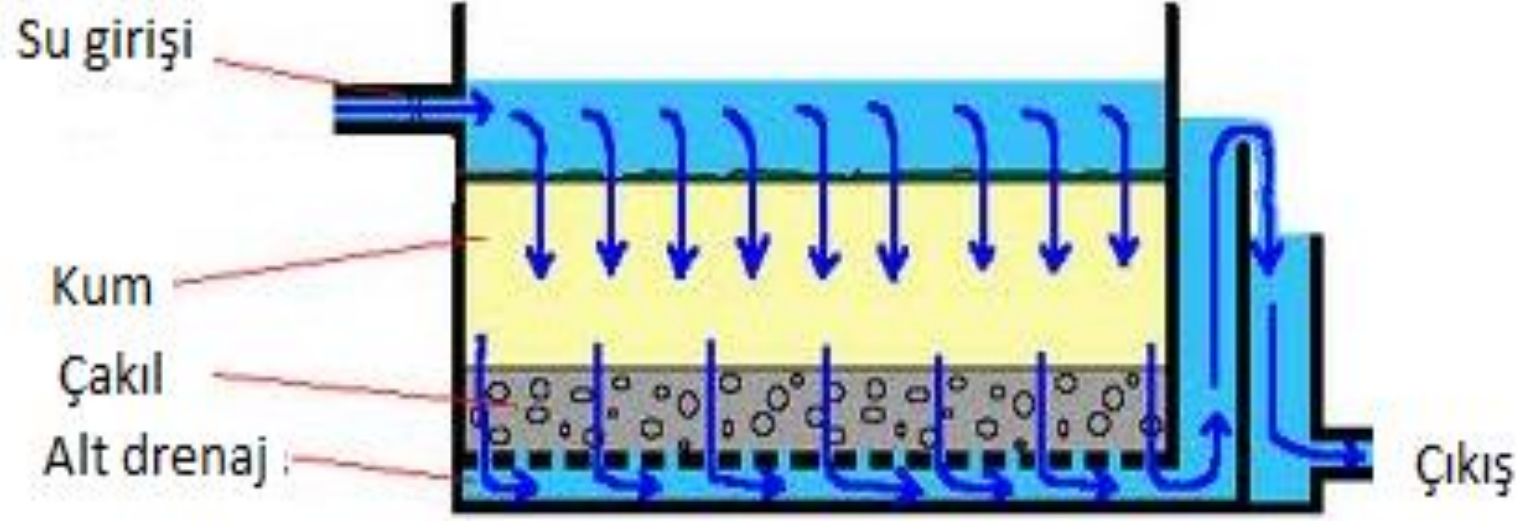








Filtrasyon



Dezenfeksiyon

Durum	Klor	Ozon	Klor Dioksit	Permanganat	Kloramin	Ozon/ Peroksit	Ultraviyole
THM ve TOK oluşturur	Evet	Bazen	Hayır	Hayır	Evet	Bazen	Hayır
Oksitlenmiş organik oluşturur	Bazen	Evet	Bazen	Bazen	Hayır	Evet	Bazen
Halojenik organik oluşturur	Evet	Bazen	Hayır	Hayır	Evet	Bazen	Hayır
İnorganik yan ürün oluşturur	Hayır	Bazen	Evet	Hayır	Hayır	Bazen	Hayır
Biyolojik olarak ayrışabilir organik madde oluşturur	Bazen	Evet	Bazen	Hayır	Hayır	Evet	Hayır
Maksimum kalıntı dezenfektan seviyesi	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Hayır
Kireçle yumuşatma etkileri	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Evet
Bulanıklık etkileri	Hayır	Bazen	Hayır	Hayır	Hayır	Bazen	Evet
Giardia giderimi - <2,0 log	Evet	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
Giardia giderimi - >2,0 log	Hayır	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
Cryptosporidium giderimi - <2,0 log	Hayır	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
Cryptosporidium giderimi - >2,0 log	Hayır	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
Virus giderimi- <2,0 log	Evet	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Evet
Virus giderimi- >2,0 log	Evet	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Evet
İkincil dezenfektan olarak kullanılır	Evet	Hayır	Bazen	Hayır	Evet	Hayır	Hayır
Büyük tesisler için uygulanabilirliği	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Hayır
Küçük tesisler için uygulanabilirliği	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet

Dezenfeksiyon



The Municipal Water Treatment Process

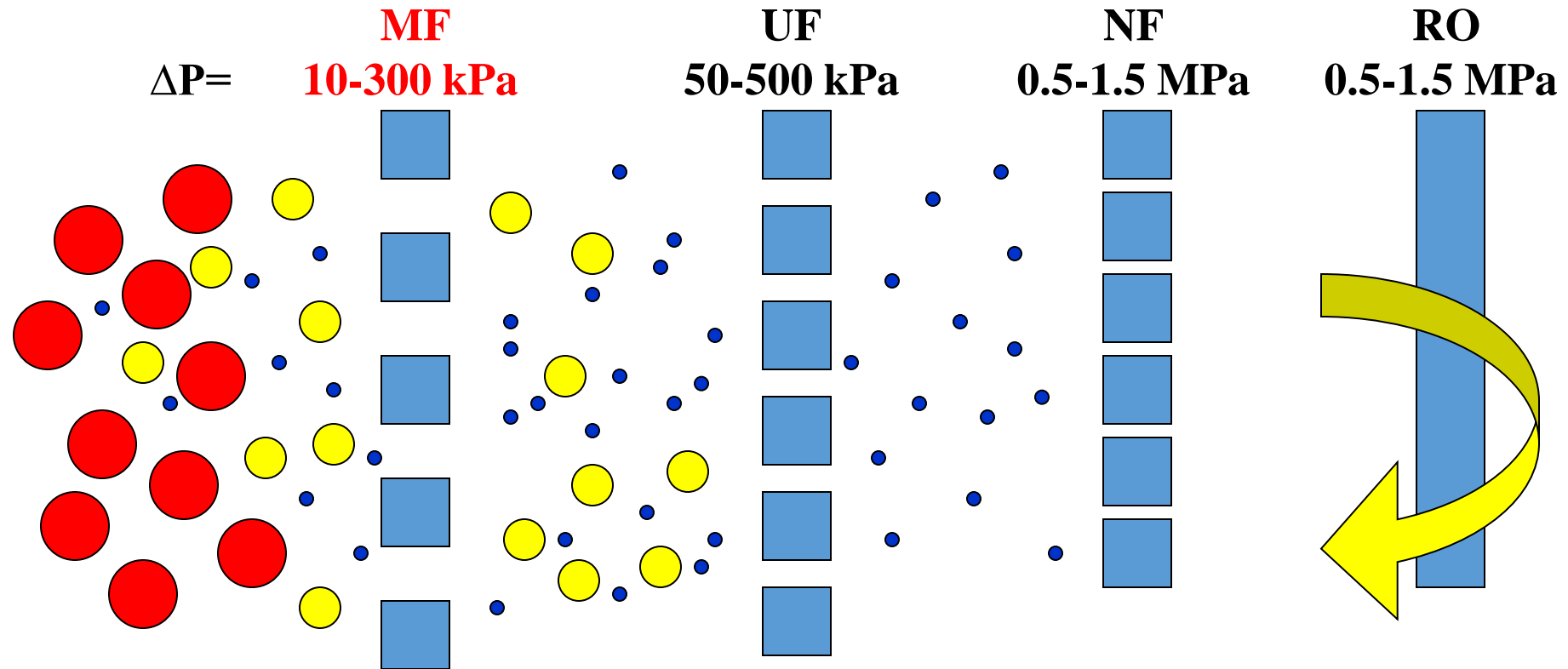
Membran Prosesler

Proses	Uygulama
Ters osmoz ve elektrodializ	<ul style="list-style-type: none">• Toplam çözünmüş katı madde (TDS) giderimi<ul style="list-style-type: none">○ Deniz suyu tuzsuzlaştırma (RO tercih edilir)○ Acı su tuzsuzlaştırma (RO 1000-3000 mg/L'den daha yüksek TDS'lerde RO elektrodialize göre daha uygun maliyetli)• Yüksek silikalı sulardan acı su tuzsuzlaştırma (elektro diyaliz tercih edilir)• İnorganik iyon giderimi<ul style="list-style-type: none">○ Flor, kalsiyum ve magnezyum (sertlik)○ Nütrientler (nitrat, nitrit, amonyum, fosfat)○ Radyo aktif çekirdek (Yalnızca RO)• Çözünmüş organiklerin giderimi (Yalnızca RO)<ul style="list-style-type: none">○ Dezenfeksiyon yan ürün öncüleri ve yan ürünler○ Pestisitler, sentetik organik kimyasallar○ Ortaya çıkan bağlantılı çok sayıda bileşik (kozmetik ve kişisel bakım ürünlerinin bileşenleri)○ Renk

Membran Prosesler

Proses	Uygulama
Nanofiltrasyon	<ul style="list-style-type: none">• Sertlik giderimi• Çözünmüş organiklerin giderimi<ul style="list-style-type: none">○ THM'ler ve diğer dezenfeksiyon yan ürünü öncüleri○ Pestisitler, sentetik organik kimyasallar○ Renk
Ultrafiltrasyon ve mikrofiltrasyon	<ul style="list-style-type: none">• Partikül giderimi<ul style="list-style-type: none">○ Askıda katılar○ Koloitler○ Bulanıklık○ Bakteriler○ Virüsler (yalnızca UF; büyük partiküllere tutunmuşlarsa MF'de olabilir)○ Protozoa kistleri• Organik giderimi (Çözünmüş organikler, organiklerin moleküler ağırlıklarına, UF'in gözenek çapına bağlı olarak yalnızca UF ile giderilebilir. Koagülant, toz aktif karbon ve benzeri kullanılması halinde MF ve UF)• İnorganik kimyasalların giderilmesi (kimyasal çöktürmeden veya pH ayarlamasından sonra)<ul style="list-style-type: none">○ Fosfor○ Sertlik○ Metaller (Örnek: demir, mangan, arsenik ve benzeri)

Membran Prosesler

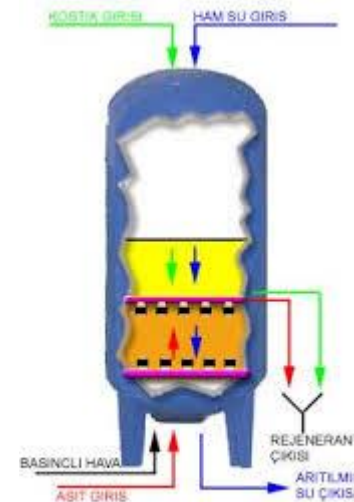
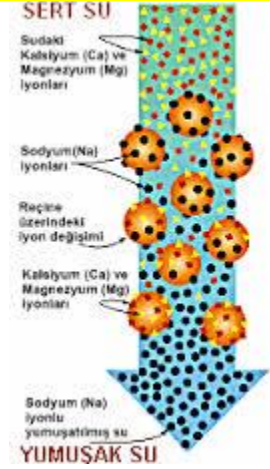


İyon Değişirme

İyon değişirme, bir iyonun diğer bir iyonla yer değiştirmesi esasına dayanan bir yöntem olup, katyon değişirme (baz değişirme) ve anyon değişirme (asit değişirme) şeklinde iki kısımda ele alınmaktadır.

Katyon değişirme, pozitif bir iyonun veya katyonun, diğer bir pozitif iyonla yer değiştirmesidir. Doğal sularda katyonlar; Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , H^+ , Fe^{2+} ve Mn^{2+} , vb. maddelerdir.

Anyon değişirme ise, negatif bir iyonunun veya anyonun, diğer bir negatif iyonla yer değiştirmesidir. Doğal sularda anyonlar genel olarak; Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , vb. gibi maddelerdir.



ARITMA SİSTEMİ SEÇİMİ NASIL YAPILMALI?

Suların arıtılmasında amaç 17.02.2005 tarihli ve 25730 sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan “**İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik**”te belirtilen standartların sağlanmasıdır.

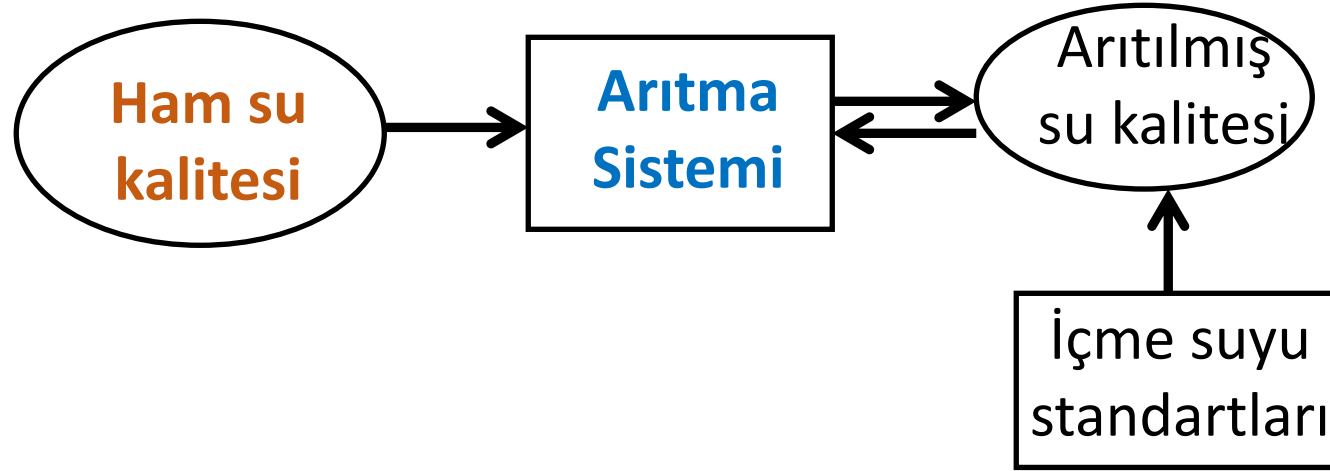
Bu yönetmelik değerlerinin sağlanması ve dolayısıyla arıtılan suların insan sağlığına olumsuz bir etki yapmaması için, **hamsu kaynağına ve özelliklerine** bağlı olarak **arıtma prosesleri** kullanılmaktadır.

ARITMA SİSTEMİ SEÇİMİ NASIL YAPILMALI?

Geçmişte su temini çok önemli iken günümüzde su temininin yanı sıra sağlıklı su üretimi de oldukça önem arz etmektedir.



ARITMA SİSTEMİ SEÇİMİ NASIL YAPILMALI?



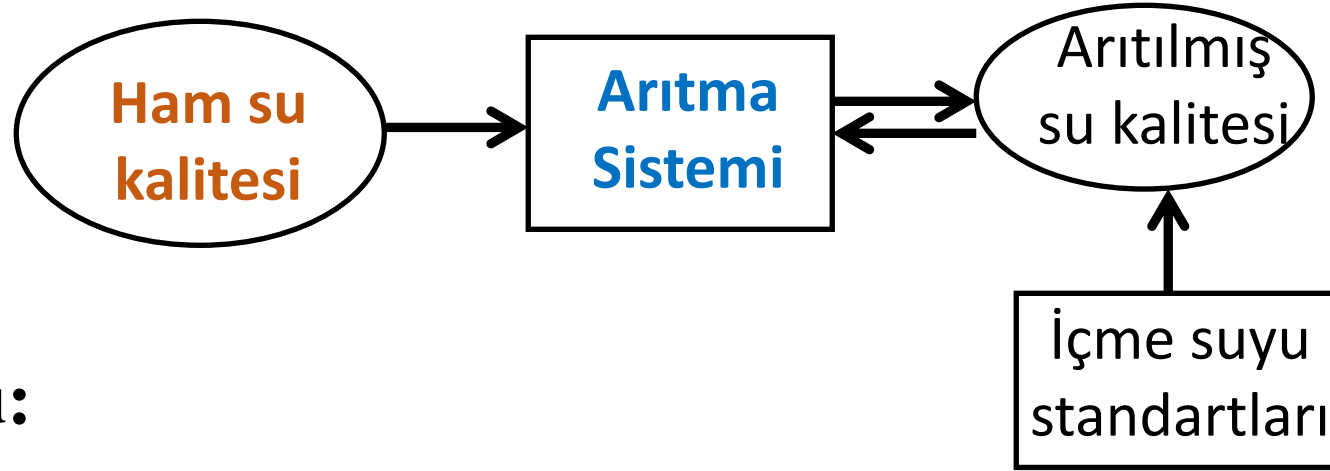
Yüzeysel su:

Hamsuyun fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve radyolojik karakteristiklerinin 5-10 yılını gözden geçirmek gerekmektedir.

Potansiyel kirlenme için risk değerlendirmesi dikkate alınmalıdır.

Su havzasında ki mevcut ve gelecekteki alan kullanımını değerlendirilmelidir.

ARITMA SİSTEMİ SEÇİMİ NASIL YAPILMALI?



Yeraltı Suyu:

Yüzeysel su ile ilgili aynı faktörleri dikkate alınmalıdır.

Jeolojik şartlar, su çizelgeleri, yeraltı su seviyesinde azalma, deniz suyu, endüstriyel atıkların potansiyel sızıntıları, evsel atıklar, tarımsal kimyasallar, ve yer altı suyu karışma ihtimali olan gübreler ile diğer potansiyel faktörler dikkate alınmalıdır.

ARITMA SİSTEMİ SEÇİMİ NASIL YAPILMALI?

Kaynağın su kalitesi hakkında daha önce yapılmış uzun ve kısa süreli analizler toplanmalıdır.

DSİ, Belediyeler, SUKİ, İl Özel idareleri vb. kurumlar.

Aynı kaynaktan su alan yakın civardaki arıtma tesisi verileri (ham su analizleri).

Yeterli veri yoksa en az 1 yıllık analiz programı ile kaynağın kalitesi belirlenmelidir.

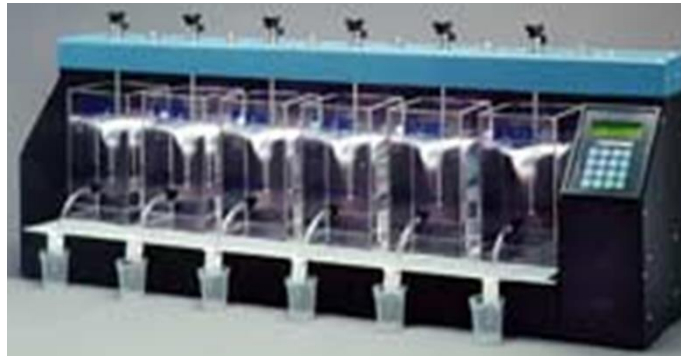
Kısa süreli (yağışlı, kurak dönemler gibi) periyodik gözlemler faydalı olabilir.

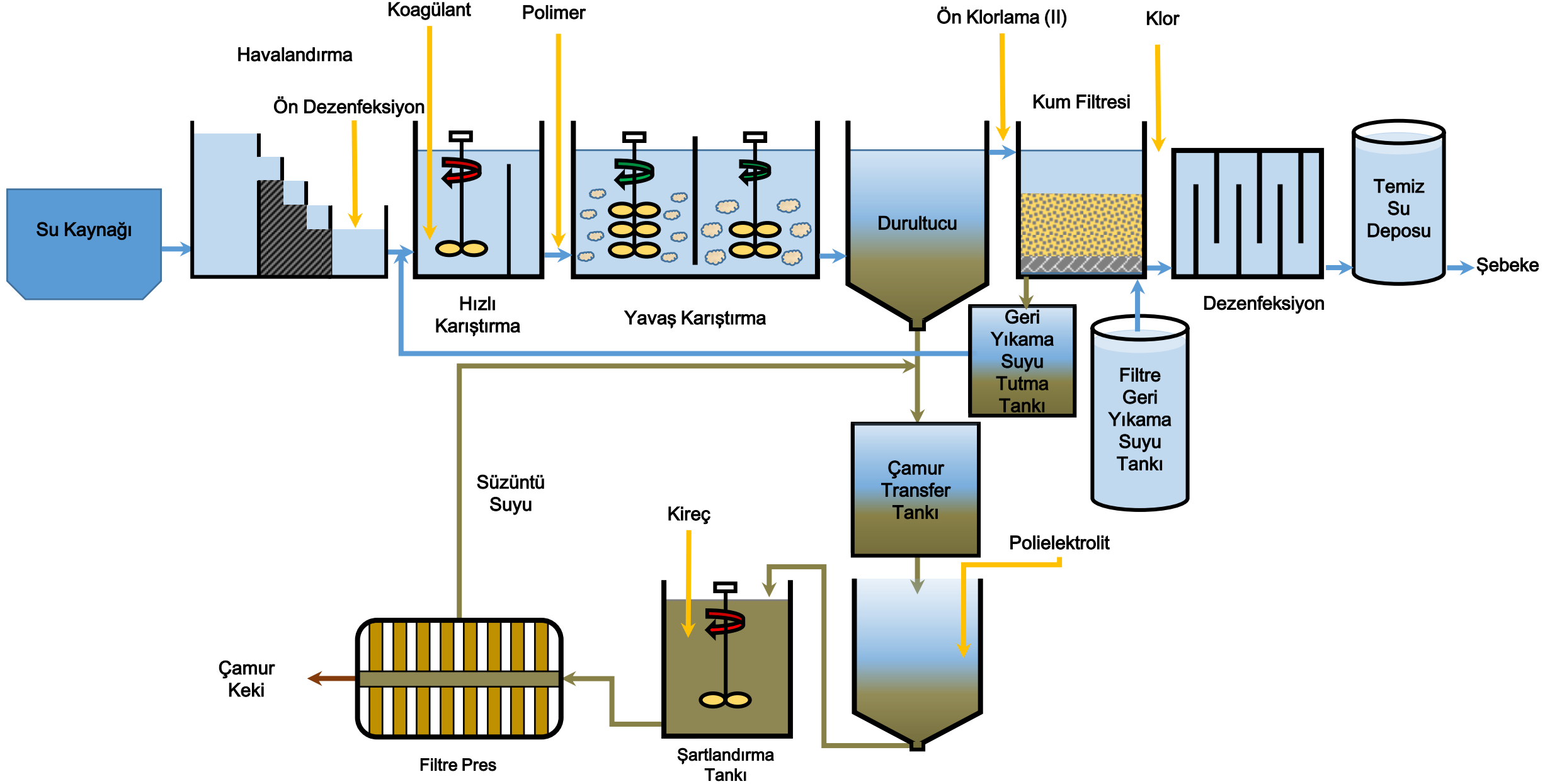
Uzun süreli gözlem imkanı da bulunmuyorsa, tasarım emniyetli yapılmalıdır.

ARITMA SİSTEMİ SEÇİMİ NASIL YAPILMALI?

Arıtılabilirlik

- Laboratuvar ölçekli çalışmalar.
- Genellikle koagülasyon için en uygun kimyasal madde cinsi ve dozunun tespiti için yapılır.
- Yeni bir teknoloji uygulanacaksa pilot ölçekli denemeler yapılması gerekir.





SONUÇLAR

- Kirleticilerin giderilmesi amacıyla bir veya birden fazla prosesin ardışık şekilde kullanılması gerekebilir.
- Partiküler, koloidal ve çözünmüş kirleticiler dikkate alınarak tasarım yapılmalıdır.
- Tasarımda sadece bir analiz sonucu değil farklı zamanlarda su kalitesindeki değişimi temsil edecek analiz sonuçları dikkate alınmalıdır.
- Tasarımda, kirleticinin özelliklerine uygun proseslerin farklı konfigürasyonları da değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

Çakmakcı M., Özkaya B., Yetilmezsoy K., Demir S. (2014). “İçme suyu arıtma tesislerinin tasarım esaslarının ve normlarının belirlenmesi ve rehber kitap hazırlanması projesi”, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara, http://suyonetimi.ormansu.gov.tr/Files/haber/Su%20aritma_tesisleri_nin_tasarm_isletme_esaslari.pdf.

Eroğlu V. (2008). “ Su tasfiyesi”. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.

Hasar H. (2010). “Su Arıtımı”, Çevre Orman Bakanlığı Çevre Görevlisi Eğitim Notları, Antalya.

Kurt U. (2010). “Kimyasal temel işlemler ders notları”, Y.T.Ü. Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

**HER CANLINİN SAĞLIKLI SUYA KAVUŞMASI
DİLEĞİYLE...**

İLGİNİZ İÇİN TEŞEKKÜRLER...