

BÖLÜM 2

SU SAFLAŞTIRMA, ÇEVRE KONTROL

Fosfat ile sertlik giderme prosesi

Daha önce gördüğümüz sertlik giderme proseslerine yardımcı olmak amacıyla, ortofosfatlar, (trisodyum fosfat) kompleks fosfatlar (sodyum hekzametafosfat) gibi fosfatlar kullanılmaktadır. Bu fosfatlar, prosten kaan (ön yumuşatma sırasında ve kondensörden) çok az miktardaki kalsiyum iyonlarının kompleksleştirilerek çöktürülmesini sağlar özellikle sodyum hekzametafosfat, buhar kazanında asidik olan ortometafosfata dönüşerek, doğal olarak bazikliğe meyilli olan kazan besleme suyunun pH'ını dengeler, CaCO_3 'ün çökmesini engeller. Ayrıca, korozyonu önlemede ve soğutma sistemlerinde sirküle eden su içindeki demiri tutmak için kullanılır.

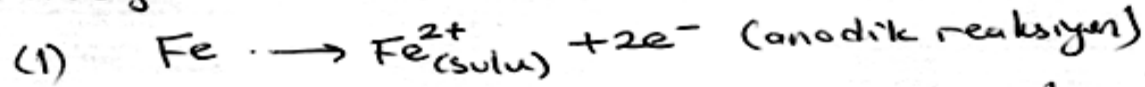
silis giderme

Silis, yüze yapıştığından, (kabuk oluşumu) istenilmeyen bir safsızlıktır. Hidrojen-katyon veya Na-Zeolit iyon değiştiricilerle giderilemez. Soğuk veya sıcak soda-kireç yöntemleriyle kısmen giderilir. Silis besleme suyundan, yumuşatma sırasında ortama dolamit kireci veya aktifleştirilmiş magnezya ile uzaklaştırılabilir.

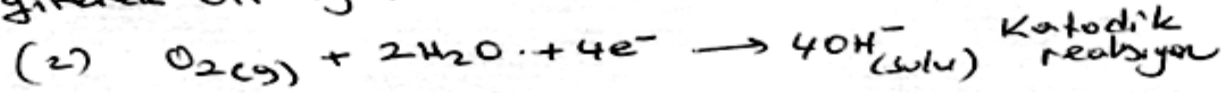
Hava giderme işlemi

Suyun içindeki oksijen gazı ile kimyasal reaksiyonlar ile korozyona (aşınma) sebep olur. Bundan dolayı, endüstriyel proseslerde kullanılacak suya oksijen den arındırılması önemlidir. Şehir suyu şebekelerinde önemli değildir.

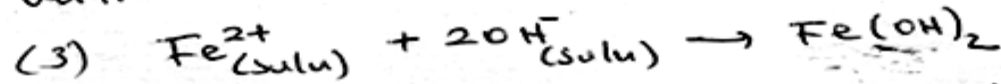
Suyun içinde bulunan demir iyonları, bazik veya nötral koşullarda oksijen ile reaksiyon vererek korozyon oluşturur:



Bu reaksiyon belli bir potansiyele kadar devam eder ve sonra durur. Ancak, O_2 su ile reaksiyona girerek OH^{-} iyonları oluşturur.

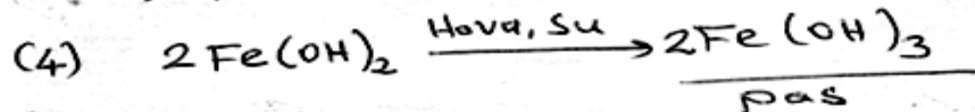
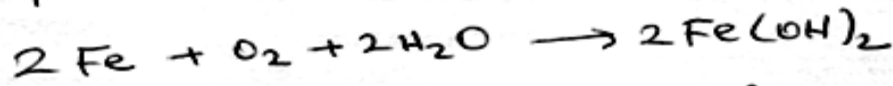


Sulu ortamda Fe^{2+} ve OH^{-} iyonları reaksiyon verir



Bu reaksiyonlardan dolayı başlangıçtaki reaksiyon daha da hızlanır.

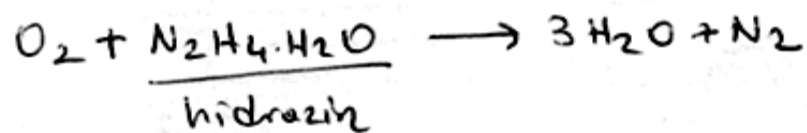
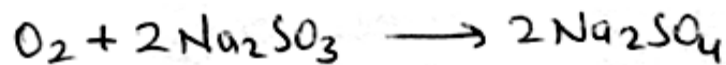
Toplam elektrokimyasal reaks. (korozyon reaks.)



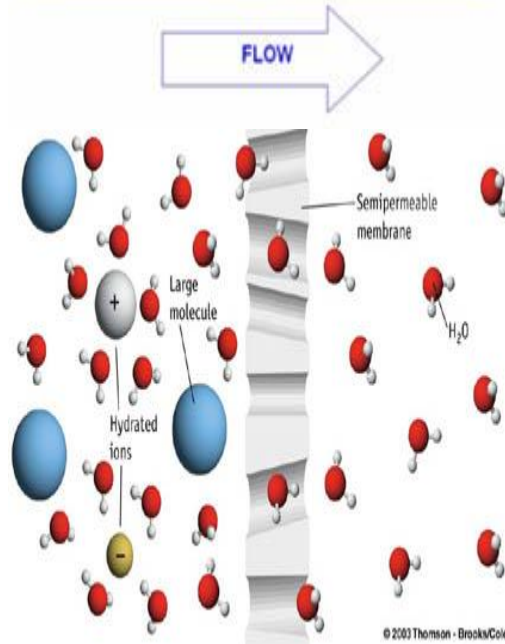
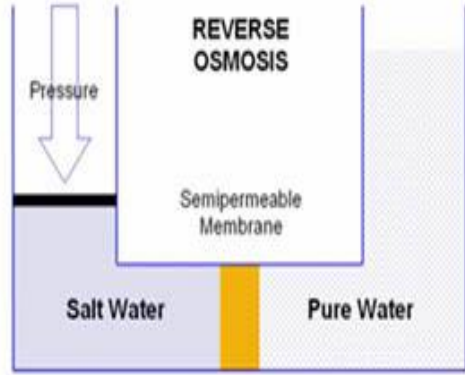
Birbirini izleyen bu 4 basamaktaki Sırağı durduran önlem korozyonuda önler. Bunun için, ortamdaki çözünmüş oksijen, organik inhibitörlerle veya kromat, fosfat ve silikat gibi koruyucu tuzlarla (anodik inhibitörler, aktif yüzey üzerinde koruyucu bir tabaka oluşturarak anodik reaksiyonu (1) önler).

10°C de hava ile doyurulmuş suda yaklaşık 8 mL / L oksijen bulunur.

Endüstride kazan besleme suyundan oksijen, Spreyleme ile suyun püskürtülmesi veya bir seri basınçlı boru içeren sistemlerden geçirilerek ısıtılması ile uzaklaştırılmaktadır. Geride kalan O₂ miktarındaki çözünmüş oksijen de kimyasal reakt. uzaklaştırılır:



Demineralizasyon ve Tuz Giderme



Demineralizasyon Sistemleri; yalnızca yüksek basınçlı buhar kazanları için kullanılacak suyun saflaştırılmasında değil, çerçitli proseslerde ve yıkama suları gibi geniş bir alanda uygulanmaktadır.

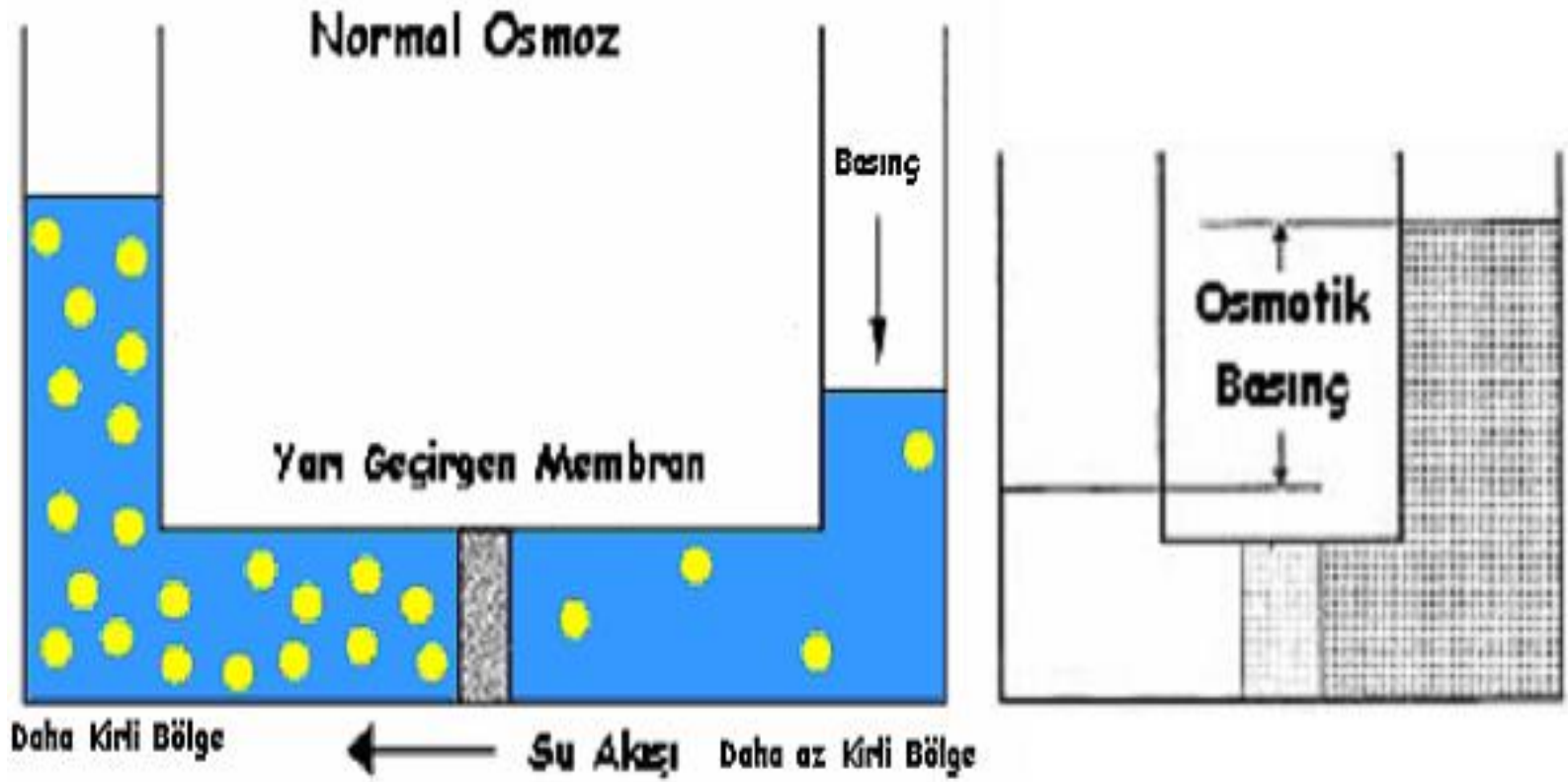
Sudaki bütün iyonları uzaklaştırmak için kullanılan yöntemlerden birisi "destilasyondur". Bu şekilde saflaştırılmış suyun taşınması ve saklanması için paslanmaz çelik veya cam malzemelerden yapılan kaplar kullanılmaktadır. Bununla son yıllarda; kalay, alüminyum, PVC borular, polietilen, polipropilen ve polikarbonatlar da zaman zaman kullanılmaya başlanmıştır.

Tuz giderme işlemi, deniz suyu gibi çok tuzlu suların kısmen⁽¹⁾ veya tamamen demineralizasyonunda uygulanmaktadır. Birinci prosesinde, deniz suyunun içme amacıyla kullanılır hale getirmek için tuz derecesi düşürülmektedir. İkinci işlemden ise, belli bazı endüstri kollarında kullanılan yüksek basınçlı buhar kazanlarında kullanılacak su için uygulanır.

Günümüzde bu amaçla elektrodializ ve ters osmoz yöntemleri kullanılmaktadır.

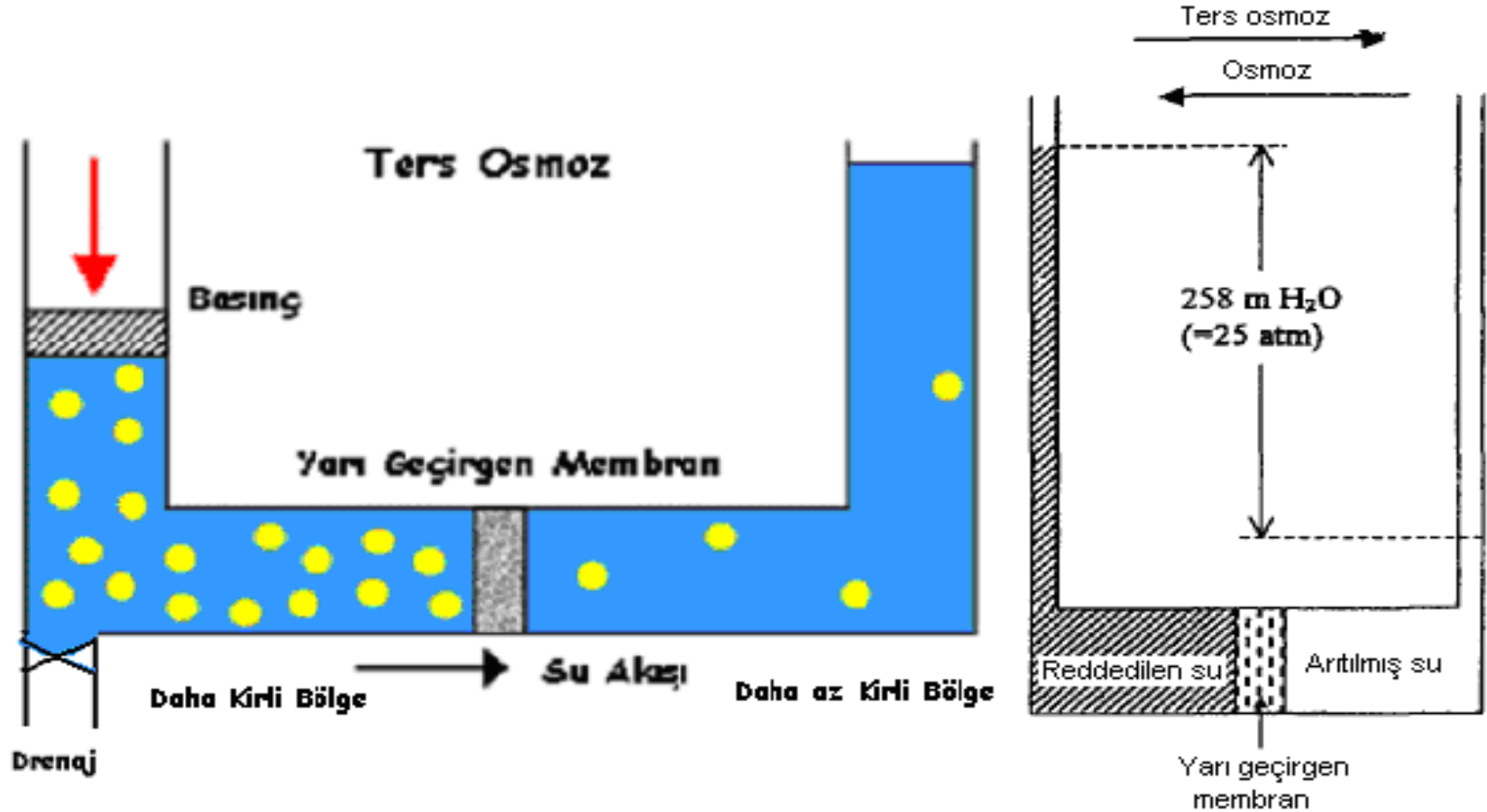
TERS OSMOZ PROSESİ

Su oda sıcaklığında (20-30 °C) doğadaki en küçük sıvı molekülü maddelerden biridir. Ters osmoz sistemler özellikle suda çözünür halde bulunan sudan daha büyük molekülü maddeleri reddeder. Ters osmoz sistemlerindeki yarı geçirgen membran suda çözünür halde bulunan safsızlıkları tutabilir. Ters osmoz işlemini tanımlamadan önce osmoz olayını anlamak gereklidir. Suda farklı miktarda çözünmüş maddeler içeren iki farklı konsantrasyondaki çözelti yarı geçirgen bir membranla ayrıldığı zaman osmoz olayı gerçekleşir. Bazı maddeler membran arasından geçerken bazıları reddedilir. Suda çözünmüş halde bulunan maddelerin osmotik basıncı, seyreltik bölgeden konsantre bölgeye suyu geçirerek suyun seyrelmesine neden olur (Şekil 2). Membranın iki tarafında çözeltilerin konsantrasyonu eşit olunca geçiş durur.



Şekil 2. Osmoz İşlemi

Ters osmoz işleminde ise konsantre bölgeye basınç uygulanarak osmoz işlemi tersine çevrilir. Yeterli basınç altında su konsantre bölgeden seyreltik bölgeye yarı geçirgen membran arasından geçer



Prensip ve Teknik: Tuzlu ve tatlı su, yarı geçirgen bir zarla (membran) ayrılan bir kaba konulduğunda, tatlı su tarafından tuzlu su tarafına geçiş başlar ve giderek tuzlu su tarafındaki su miktarı artarken, tatlı su tarafındaki su miktarı azalır. Doğada sıkça rastlanan bu olaya **osmoz** adı verilir. Hücrelerin bulundukları ortamdan su emmeleri osmoz olayı ile olur.

Osmotik Basınç: Eğer tuzlu su tarafından basınç uygulanırsa, tatlı sudan tuzlu suya olan su geçişi durdurulabilir. Bu akışı durdurabilecek olan basınç, tatlı suyun tuzlu su tarafına geçmesine neden olan osmotik basınca eşittir.

Ters Osmoz: Tuzlu su tarafına osmotik basınçtan daha fazla bir basınç uygulanırsa, akış ters yönde, tuzlu su tarafından tatlı su tarafına olur. Bu olaya ters osmoz olayı denir. Ters osmoz kesinlikle bir filtrasyon değildir.



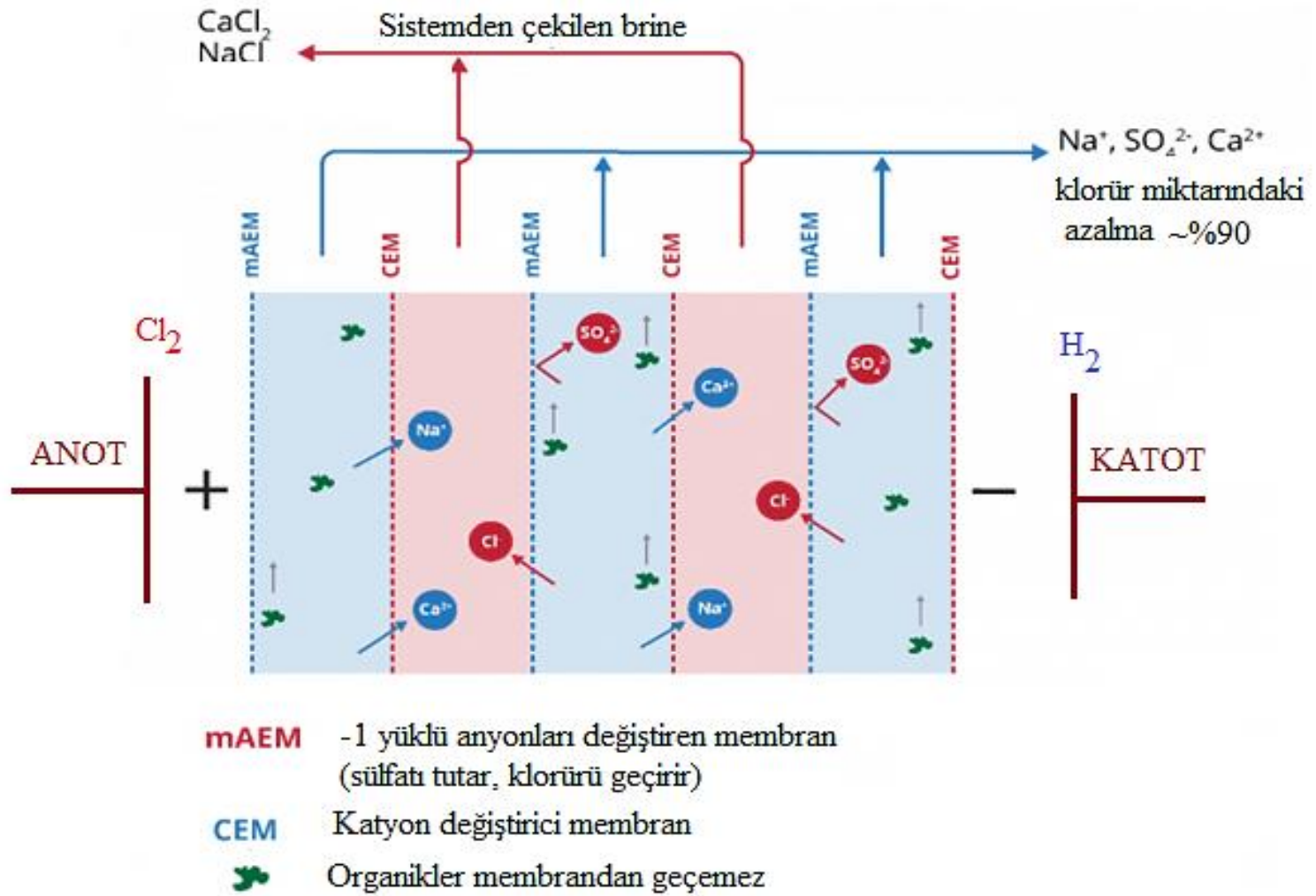
Elektrodializ sistemi; bir elektrik alanı içerisinde yerleştirilmiş iyon-değiştirci membranları içerir. Tuzlu su işerisinden elektrik akımı geşirildğinde, katyonlar katyon-değiştirci hücreye, anyonlar ise anyon-değiştirci hücreye gider. Bunun sonucunda, bir yerde tuzluluk azalırken diğeri tarafta artar. Tuzluluğu artmış olan su sistemden alınır, tuzluluğu azalmış su ise depolamaya gönderilir. Bu proses, tamamıyla demineralize su üretmez ancak hafif tuzlu suyun içme suyu olarak veya genel kullanıma uygun hale getirir. (Şekil 2.1)

Tuz giderme için uygulanan ters osmoz yönteminde, konsantre tuzlu içme yerleştirilen yarı-geçirgen bir diyaframa osmotik basıncın üzerinde bir basınç uygulanarak saf su elde edilir.

Su saflaştırma

Şehrelerle kullanılacak içme suyu kaynaklarının, iletilebilir ve güvenli olması gerekir. Saflaştırma yapılmadan kullanılacak şehir suyu; kolera, tifo gibi bulaşıcı hastalıklara sebep olabilir. Güvenilir şehir suyu kaynağının, kolloidal katılardan ve patojenik (hastalığa neden olan mikroorganizmalar) mikroorganizmalardan arındırılması gerekir. Ayrıca, suyun yumuşak olması, tat ve kokusunun kötü olmaması çok gerekli olmasa da arzu edilen bir durumdur.

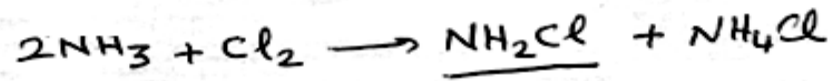
Koagölasyon ve süzme (aktif kömür üzerinde) ile veya hava oksijeni ile yükseltgeme yapılarak ortamdaki organik maddeler uzaklaştırılır.



Şekil 2.4. Suyun tuzluluğunu gidermek için kullanılan elektrodiyaliz sistemi

Bu işlemler, aynı zamanda bazı mikroorganizmaları da ortamdaki uzaklaştırır. Eğer, çok saf ve içilebilir su elde etmek gerekiyorsa ilave işlemler yapılır. Bu amaçla kloramin (NH_2Cl), ozon (O_3) ve klorür dioksit (ClO_2) — çok kuvvetli yükseltgen, oda sıcaklığında yeşil renkli gaz, suyla ve amonyakla reaksiyon vermez, hidrokarbon çözücülerde çözünür, bakterileri ve diğer kirlilikleri ortamdaki uzaklaştırır, Cl_2 kadar korozif değildir —

Kloramin; klorlu suyun içerisinde amonyak geçirilerek elde edilir.



Bu şekilde elde edilen suyun tadı daha hoştur, ancak klor'dan temizleme gücü daha zayıftır. Şekil 2.5 de şehir suyunun, hem softlaştırma hem de yumuşatılması basamaklarını içeren akım şeması görülmektedir.

Ham su, öncelikle koku, tat ve demir içeriği arındırılmak için havayla temas ettirilir, kısmen kireç ile yumuşatılır. Oluşan kamura sızular, patojenik mikroorganizmaları uzaklaştırmak için klor ilave edilir, koku giderme için aktif karbon üzerinden geçirilir.

Şehir şebeke atık sularının temizlenmesi

Halk Sağlığını tehdit etmesi sebebiyle, kanalizasyon sularının temizlenmesi en önemli problem olmuştur. Geçmişte, kanalizasyon suları seyretilerek nehirlere veya göllere boşaltılmaktaydı. Günümüzde, çevre kontrolü kanalizasyon sularının su kaynaklarına boşaltılmasında artık izin vermemektedir. Federal su kirliliği kontrol kanunlarıyla belirlenen (1972) ve 1983 de geliştirilen atık su giderme teknolojisi kullanılmaktadır.

Belirli bir kanalizasyon suyunda bulunan kirlilikleri ölçmek için iki temel esas kullanılmaktadır;

- (1) Süspansiyon şeklindeki katı miktarı
- (2) Biyokimyasal oksijen ihtiyacı: (BOD)
= The biochemical oxygen Demand =

- (1) Tanımlamak gerekmez
- (2) Mikroorganizmaları, biyokimyasal olarak bozunabilen (Çerreye zarar vermeyen) kararlı organik maddelere dönüştürmeye yeterli oksijen miktarı.

Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) ile Kimyasal Oksijen İhtiyacı Kavramları Arasındaki Fark Nedir?

Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ), (Biological yaşayan bakterilerin) sudaki organik maddeleri parçalamak için kullandığı oksijen miktarını ölçer. Buna karşılık, Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), (Chemical Oxgen Demand, COD, mikropların müdahalesi olmadan sudaki toplam organik ve anorganik kirleticileri kimyasal olarak yükseltgemek için gereken oksijen miktarını ölçer. Bunun için ortama güçlü bir yükseltgen ilave edilmelidir.

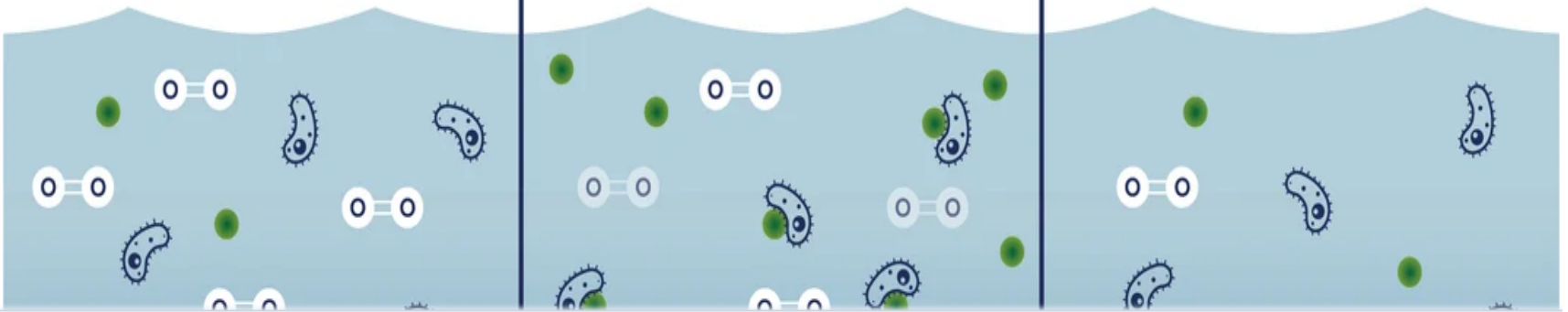
BOİ: Sulu ortamdaki organik maddeleri parçalayabilmek için, mikroorganizmaların ihtiyaç duyduğu çözünmüş oksijen miktarı

Sağlıklı bir su aşağıdakilerin dengesini içerir:

-  Çözünmüş oksijen
-  mikro-organizma
-  Organik maddeler

Suda, organik madde miktarı arttığında, mikro-organizmalar onları parçalayarak miktarını azaltmaya çalışır

Mikroorganizmalar fazla organik maddeleri parçaladıkça, çözünmüş oksijeni tüketir, bunun sonucunda sudaki oksijen miktarı azalır ve su yaşamı zarar görür



Günümüzde kanalizasyon suyu arıtma işlemi:

- Birincil veya fiziksel ön işlemler
- İkincil veya biyokimyasal işlemler
- Üçüncül işlemler

şeklinde bölümleri içermektedir. (Şekil 2.4)

Birincil basamakta, kanalizasyon suyu içindeki süspansiyon halindeki katıların % 30-60'ı uzaklaştırılır. BOD'si azalır. Bu basamakta çıkan su, bakteri ve virüsler uzaklaştırmak için genellikle klarlanır. Ortama su içindeki kolloid şeklindeki maddeleri götürmek için koagulant katılır, götürülerek sedimentasyon ile uzaklaştırılır. Bu şekilde su berraklaştırılır.

Birincil işlemde, ortamdaki taneciklerin hepsi tam olarak uzaklaştırılamadığından yalnız başına yeterli olmaz ve ikincil temizleme işlemi yapılır. Organik maddeler, BOD miktarını % 85-90 azaltacak şekilde oksijen ile yükseltgenir. Bu sırada gaz çıkışı olur ve geride daha küçük partiküller kalır.

Aktifleştirilmiş Çamur prosesi, hem süspansiyon hem de çözünmüş maddelerin kanalizasyon suyunda uzaklaştırılması için geliştirilen en etkili yöntem olmuştur. Aktifleştirilmiş Çamur, aerobik (havada = oksijen ile yaşayan mikroorganizma =) mikroorganizmalardır. Herir ve bunlar kanalizasyon suyu içindeki diğer bakteriler ile beslenerek onları yok eder (aerobik temizleme).

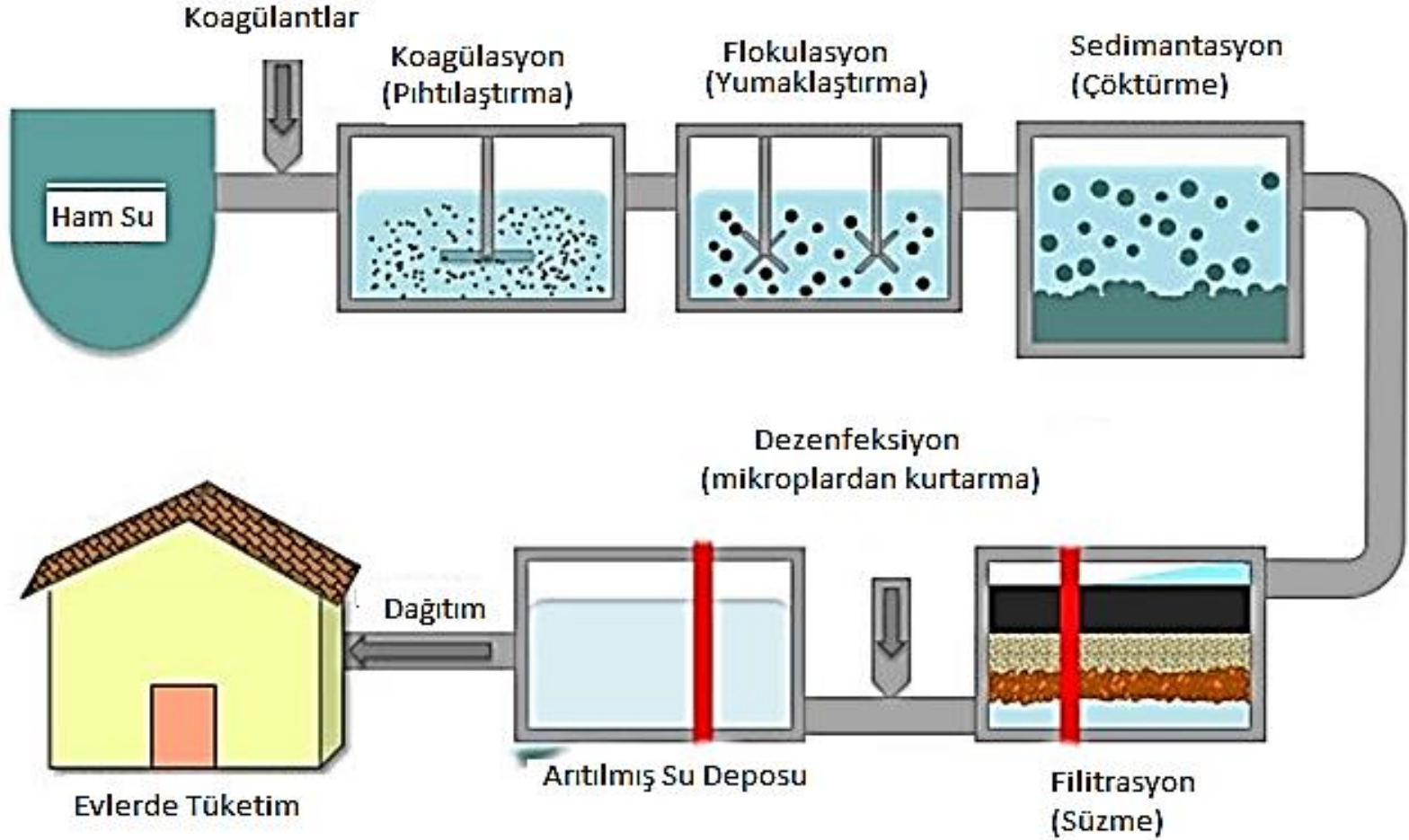
Proses sonundaki atıklar süzülüp, kurutuluktan sonra gübre olarak piyasaya sürülür.

Çeşitli su kirletici türleri doğada anorganik, organik ve biyolojik olarak sınıflandırılabilir. En yaygın anorganik su kirleticileri, zehirli ve kanserojen olan Pb, Hg, Cu, As, Zn Cr ve Cd gibi ağır metallerdir. Ek olarak, nitratlar, sülfatlar, fosfatlar, florürler, klorürler ve okzalatlar da bazı ciddi tehlikeli etkilere sahiptir. Zehirli/zararlı organik kirletici maddeler böcek öldürücüler, bitki öldürücüler, mantar öldürücüler; çok halkalı hidrokarbonlar (PAH'lar), fenoller, poliklorlu bifeniller, halojenli aromatik hidrokarbonlar, formaldehit, polibromlu bifeniller, bifeniller, deterjanlar, yağlar, gresler vb. atık sularda da bulunurlar. Atık sularda gelişen farklı türdeki mikroplar, pek çok hastalığa sebep olabilir. Zararlı mikroplar bakteri, mantar, alg, plankton, amip, virüs ve diğer kurtları içerir. Bu su kirleticiler, suda solvatize, kolloidal (asıltı) veya süspansiyon şeklinde bulunabilir.

Atık su arıtımı ve yeniden kullanımı önemli bir konudur ve bilim adamları bunun için, ucuz ve uygun teknolojiler aramaktadır. Su arıtma teknolojileri üç amaç için kullanılır, su kaynağındaki kirliliğin azaltılması, atık su arıtma ve geri dönüşüm. Şu anda, unit operasyonlar ve kimyasal prosesler, birincil, ikincil ve üçüncül işlemler şeklinde bir araya getirilmektedir. Birincil arıtma, fiziksel ve kimyasal nitelikte bir ön arıtma işlemlerini içerir; ikincil arıtma ise atık suların biyolojik arıtımı ile ilgilidir. Üçüncül arıtma işlemlerinde, atık su (birincil ve ikincil işlemlerle arıtılmış), farklı amaçlar için, örneğin içme, endüstriyel, tıbbi vb. malzemeler için kullanılabilen, kaliteli suya dönüştürülür.

İçme sularında ve atık sularda **kolloit (asıltı)** halde maddeler istenmez. Kolloit maddeler (1m μ - 0,1m μ) çökeltilerek veya süzülerek uzaklaştırılmaz, bu sebeple bu tür koloitlerin sudan çöktürülme ile uzaklaştırılması için kimyasal maddelere gerek duyulmaktadır. Bu arıtım yönteminde kullanılan kimyasal maddelere **koagülant** adı verilmektedir. Koagülantlar suya ilave edildiğinde, kolloidal taneciklerin kararlılıklarını değişik şekillerde bozar ve bir araya gelerek büyümelerini kolaylaştırır. Bu şekilde bir araya gelen taneciklerin boyutları büyür ve daha kolay çökebilir bir yapı kazanır. Suyu koagülant madde ilavesi işlemine ise **koagülasyon** adı verilmektedir. Koagülasyondan sonraki aşama, su içerisinde kararlılıkları bozulmuş olan taneciklerin bir araya gelerek **flok** adı verilen daha büyük yapılara dönüştürülmesi için birbirleriyle temas ettirilme kısmıdır. Bu işlem suyun yavaş karıştırılması ile gerçekleştirilir ve **flokülasyon** olarak adlandırılır

Ham Su İyileştirme İşlemleri



Koagülasyon işleminde en çok kullanılan koagülantlar alüminyum ve demir tuzlarıdır. Su arıtımında kullanılan bu koagülantlar şu şekilde sınıflandırabilir.

1. Al (III) Tuzları :

Alüminyum sülfat (Alüm) $\rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$

Sodyum alüminat $\rightarrow \text{NaAlO}_2$ veya $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{O}_4$

2. Fe (III) Tuzları :

Ferri Klorür $\rightarrow \text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Ferri Sülfat $\rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Ferro Sülfat $\rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

Bu sıralanan kimyasalların arasında en fazla kullanılan koagülant alümdür. Alüm suya ilave edilince alkali ortamda,



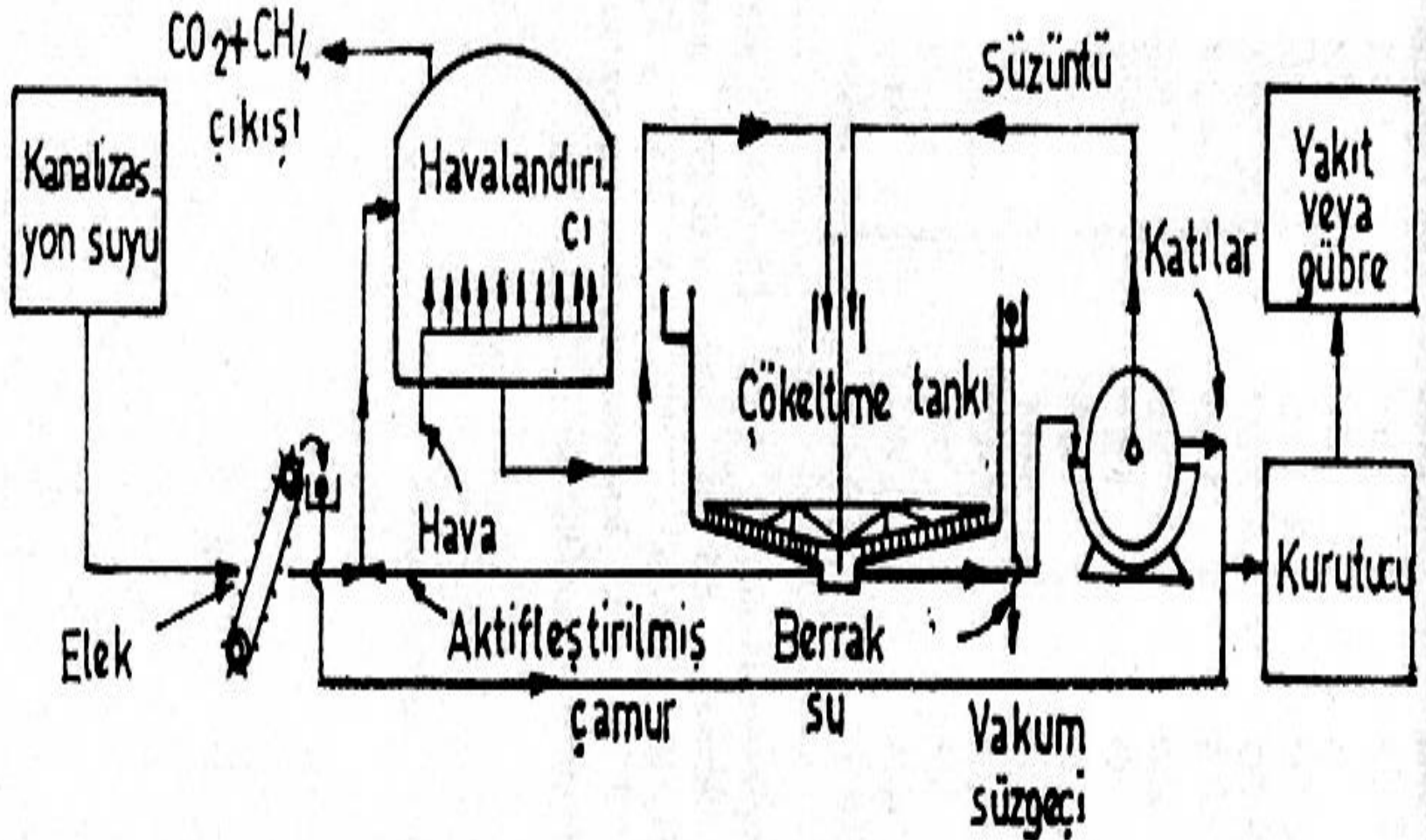
reaksiyonunu verir ve kolloidin yük dengesini bozarak çökelmelerine yol açar. Reaksiyon sonucunda oluşan $\text{Al}(\text{OH})_3$ 'in sudaki çözünürlüğü oldukça azdır. Oluşan flok pH 7'de pozitif pH 8.2'de negatiftir. Demir tuzları ise, pH 3-13 arasında çözünmeyen demir hidroksit oluturlar. Kuvvetli asit anyonları içeren koagülantlar hidrolizleri sonucunda asit gibi davrandıklarından koagülasyonun ardından pH'yı yükseltmek için ortama kireç ilave etmek gerekebilir. Bu durum arıtılacak olan suyun kimyasal yapısına bağlıdır.

3. Sentetik organik polimerler: Polietilen oksit, Poliakrilamid, Poliakralik asit, Politiren sülfonat, katyonik polieletrotlitler (Polidiallitdimetil amonyum)

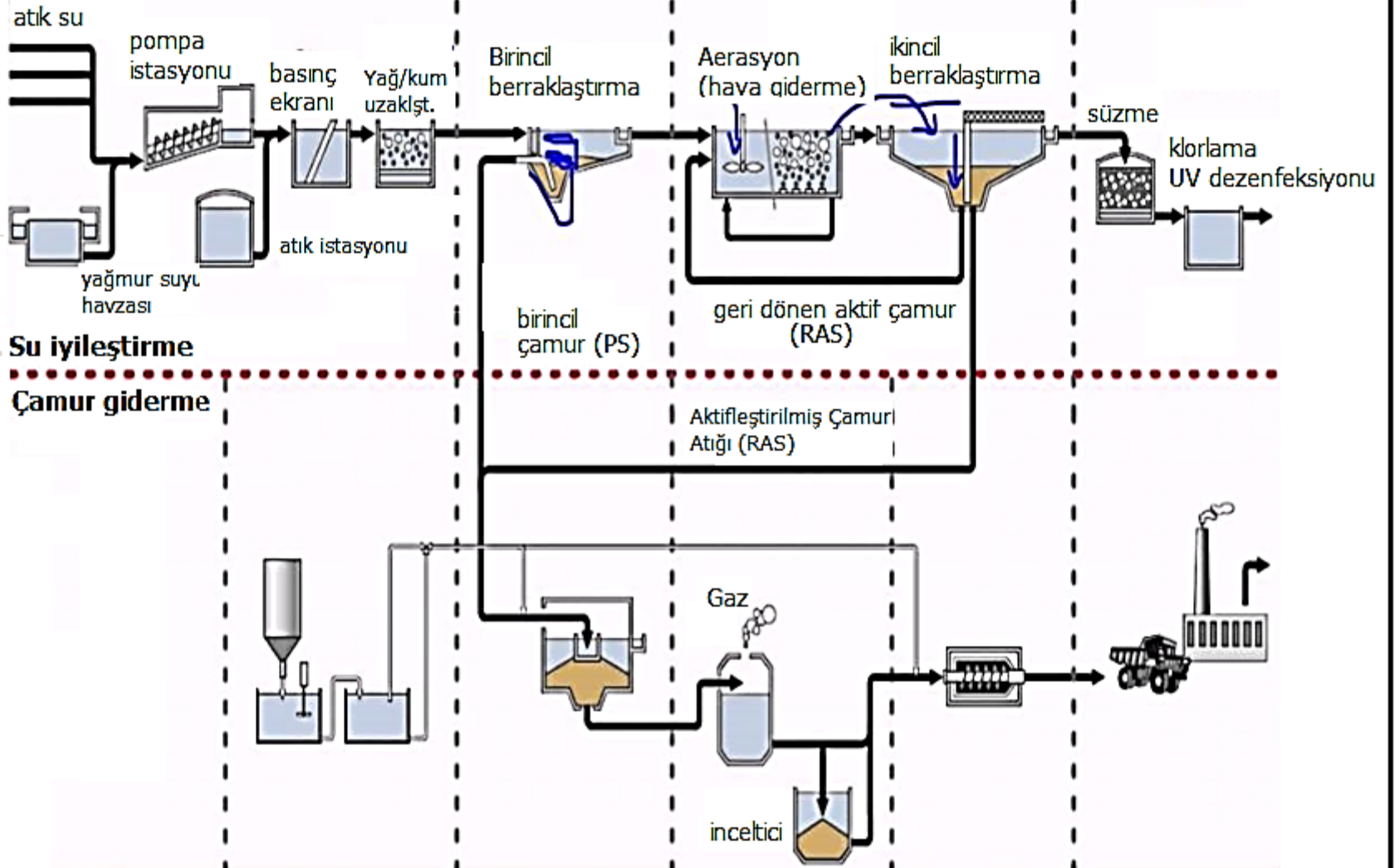
4. Aktif silika (H_2SiO_4): Doğal sularda silika çözünmüş halde bulunur ve flokleşmesi sonucu koagüle olur.

Proses	Kullanılan Yöntem
Ekonomik olarak en çok tercih edilen yöntemler	Parçacıkların uzaklaştırılması, askıda katılar (süspansiyon), kum taşları
	Koku kontrol ve çamur çöktürme
	Filtrasyon (süzme) ve klorinasyon (klor gazı geçirme)
Kimyasal ve mekanik Yöntemler	Aerasyon (hava giderme) ve koagülasyon (pıhtılaştırma)
	Flokülasyon (topaklaştırma) ve filtrasyon
	Dezenfeksiyon (mikrop ve bakterileri uzaklaştırma)
	Karbon adsorpsiyonu (aktif karbon üzerinde adsorplama)
Pahalı ancak etkili yöntemler	Destilasyon, iyon-değişirme yöntemleri, elektro diyaliz ve ters osmoz

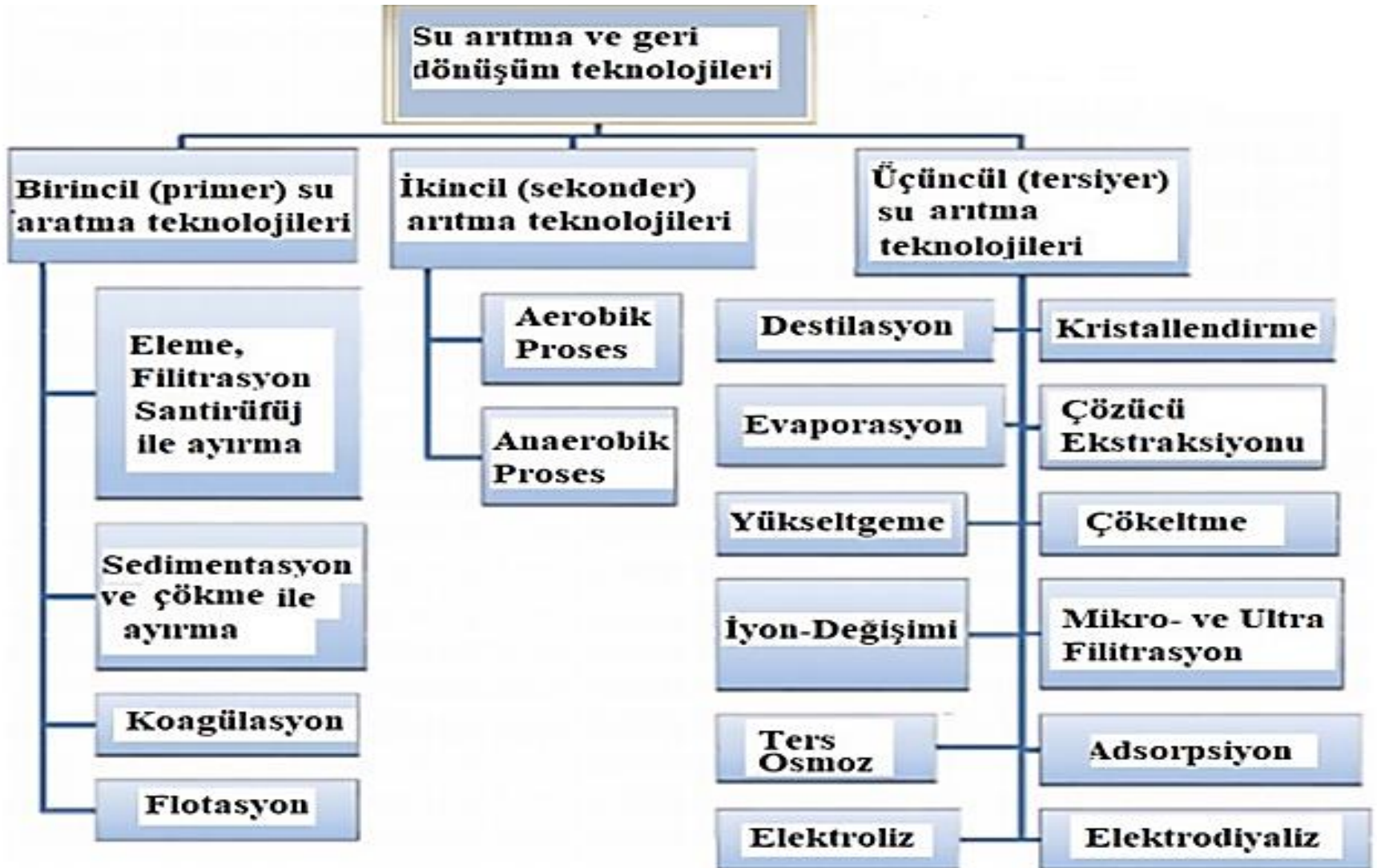
Şekil 2.5. Aktif çamur prosesi ile atık suların arıtılması



AKTİFLEŞTİRİLMİŞ ÇAMUR PROSESİ



Şekil 2.6. Aktif çamur prosesi akım çizelgesi (Basitleştirilmiş proses basamakları)



San yillarda aktif Gamur prosesinde hava yerine oksijen kullanılmaktadır. Bunlardan birisi Union Carbide firmasının geliştirdiği UNOX sistemi - önce oksijen saflaştırılmakta ve aeratör yüzeyinden düşük hızlarda gözetli rüme verilmektedir. Diğer bir sistem ise PROST sistemidir. Bu sistemde, kanalıyan suya hava veya oksijen ile karıştırılmakta, bir santrifüj pompasında, 200-500 kpa basınç uygulanarak kalıntılar çözülmektedir.

oksijen sistemi hava sistemine göre hem ekonomik hem de daha verimlidir.

Aktifleştirilmiş Gamur prosesinde ikinci izem basamağında kullanılmak üzere geliştirilen yeni teknoloği, akışkan yatak reaktörüdür (fluidizes beds) Bu sistem, kısmen kum ile doldurulmuş biyoreaktör iğeri. Atık su reaktörün altından yukarı doğru hareket ederken kum ile karışır, bir türbülans oluşur. Çenir ve homojen olarak dğılan kum tanecikleri, biyolojik kirlilikler rüm bir desteli olur. (Kirlilikler kum yüzeyinde kalır).

Atık sulardan organik maddelerin uzaklaştırılması amacıyla genel olarak kullanılan aerobik proses yanında bir diğer proses "anaerobik fermentasyon" prosesidir. Bu yöntem, enerji kazancı bakımından daha kârlıdır. Bu yöntemde, daha fazla organik atık, (90%) biyokimyasal olarak parçalanabilir maddelere (metan) dönüştürülür.

İkinci pis su temizleme işlemi, ikinci basamaktan sonra BOD, tamamen kirlilikleri yok edene kadar harcanır, kirliliklerin tamamen uzaklaştırıldığı bir basamaktır.

İkinci basamaktan sonra su, hala fosfor, azot ve hidrokarbon içerir. Bunlar, yosun ve suda yaşayan bitkiler için besin kaynağıdır ve bu suların döküldüğü yerlerde yosunlaşma olur. (özellikle deterjan hammaddesi olan fosfor). Fosfor kullanımı kısıtlanamayacağı için fosforun uzaklaştırılması için prosesler geliştirilmiştir. Bunlardan en çok kullanılanı, su içindeki fosforun kireçle ve/veya alüminyum hidroksit gibi bir metal hidroksitle çöktürerek uzaklaştırma esasına dayanan kimyasal işlemdir.

Endüstriyel Atıkların Giderilmesi

Endüstriyel atık su problemi, pis su arıtılması işlemlerinden daha zor ve daha pahalıdır. Kimyasal atıklar içeriklerinin farklı olmasından dolayı, farklı farklı yöntemlerle giderilmektedir. Asit ve baz atıkları, nötralleştirme işlemlerinde kullanılarak değerlendirilir. Fabrika atık suları oldukça fazla miktarda organik madde içerir. Bunları göktürerek ortamdan uzaklaştırmak için (Flokulasyon) ortama (şap, $FeSO_4$) gibi flokulasyon maddeleri eklenir ve BOD değerini azaltmak için havalandırma yapılır.

Ayrıca, atık suların ve şehir sebke sularının yumuşatılmasında kullanılan kireç gamurları, gömülerek veya Kalsine edilerek geri kazanma şeklinde bir işleme tabii tutulur.

Kalsinasyon (Calcination): Bir maddeyi kendi erime noktasına yakın sıcaklıklara kadar ısıtarak bozunmasını sağlamak.

Güçlü organik madde; zehirli (toxic) ve doğal bozunmaya karşı dirençli olduğundan, güvenli bir şekilde yok etmek için özel bir dikkat gerektirir. Bu zehirli maddeleri uzaklaştırmak için uygulanan bir yöntem, bunları aktif karbon veya poröz polimerik bir reçine ile absorbe etmektir. (özellikle, klorlu tarım ilaçları içeren atık su)

Deri fabrikaları atıkları, flokulasyon (daha küçük parçacık şeklindeki taneciklerin kümeleşerek büyümesi) veya sedimentasyon (göktürme) ile uzaklaştırılabilir.

Kâğıt fabrikalarındaki Sülfür (SO_3) atıkları büyük problem yaratmaktadır.

Hızlı artan nüfus, şehirleşmenin getirdiği kirlilik problemleri, endüstriyel ve evsel atıkların çevreye dolayısıyla da canlı yaşama olan etkilerini azaltmak amacıyla değişik arıtma yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden biri de biyolojik proseslerdir.

Kullanım sebebiyle değişikliğe uğramış atık sularda, zehirli anorganik ve organik bileşikler, azot, fosfor gibi besleyici elementler (nutrientler), iz elementleri, hastalık yapın mikroorganizmalar (patojenler) ve diğer maddeler bulunmaktadır. Bunlardan dolayı, atık sular çevreye boşaltılmadan (deşarj) önce bu kirliliklerin giderilmesi için arıtma tesislerinde arıtılması gerekmektedir. Bu arıtma tesisleri genellikle karbonlu bileşiklerin giderilmesine göre projelendirilir. Azotlu bileşiklerin yükseltgenerek giderilmesi için ek üniteler ilave edilir.

Atıksuların arıtılmasında uygulanan yöntemler kabaca şu şekilde özetlenebilir:

Atık su içerisinde bulunan çökebilen anorganik ve organik maddeler için çökeltme, havalandırma, flotasyon gibi mekanik işlemler, oksijen tüketen çökmeyen organik maddeler için aktif çamur havuzları ve damlatmalı süzme gibi biyolojik arıtma çözünmüş azot ve fosfor için denitrifikasyon (azot giderme) ve kimyasal çöktürme gibi ileri saflaştırma ve hiç çözünmeyen veya indirgenmeyen maddeler için ise buharlaştırma ve yakma gibi işlemler uygulanmaktadır.

Biyolojik Arıtma Prosesleri

Biyolojik proseslerin doğuşu, 1829 yılında Londra'da tasarlanan kum filitreleri kullanılmasıyla gerçekleşmiştir. 1880 yılında ise bu yavaş kum filitreleri geliştirilerek biyolojik etkinliği artırmak için ilave olarak damlatmalı filitreler tasarlanmıştır. Diğer bir biyolojik sistem, 1914 yılında geliştirilen ve günümüzde hala geçerliliğini sürdüren aktif çamur prosesidir.

Biyolojik prosesler, elektron verici maddeler (NH_3 , Fe^{2+} vb.) kirleticileri yükseltgeyen ve elektron alıcı olan O_2 , NO_3^- , SO_4^{2-} ve CO_2 'yi indirgeyen mikroorganizmaları üretmek amacıyla tasarlanmış sistemler olarak adlandırılmaktadır (Rittmann, 1987; Rittmann ve Snoeyink, 1984)

Biyolojik sistemlerin verimliliği iki ana koşula bağlıdır: Reaktördeki biyokütle derişimi ve mikroorganizmaların özgül dönüşüm hızı. Son yıllarda bunun için katı ve sıvıları ayrıldıktan sonra kalan biyokütleyi geri devire tabi tutarak ve mikroorganizmaların bir destek üzerinde büyütüldüğü sabit kültür reaktörleri geliştirilmiştir (Lazarova ve Menem)

Suyun dış görünüşü, renk, koku ve tadına göre suyun kalitesi hakkında bir hüküm verilse de yeterli değildir. Suyun kullanılacağı yere uygun özelliğe sahip olup olmadığı sertliğine bakılarak kontrol edilebilir. Sertlik derecesi için aşağıdaki tanımlamalar kullanılmaktadır. Geçmişte Alman sertliği standart olarak alınırken günümüzde daha çok Fransız sertlik ölçüsü kullanılmaktadır.

Alman sertlik derecesi	AS°	10 mg	CaO/1 l su
Fransız sertlik derecesi	FS°	10 mg	CaCO ₃ /1 l su
İngiliz sertlik derecesi	IS°	10 mg	CaCO ₃ /0,7 l su
1 ppm (parts per million)		mg	tuz/1 l su
1 Val		g	ekivalent/1 l su
1. mili val		mg	ekivalent/1 l su

$$\begin{array}{l} 56 \text{ mg CaO} \quad 100 \text{ mg CaCO}_3 \\ 10 \text{ mg CaO} \quad X = \frac{100 \times 10}{56} = 17,9 \text{ mg CaCO}_3 \end{array}$$

$$1 \text{ AS}^\circ = \frac{17,9}{10} = 1,79 \text{ FS}^\circ$$

$$\begin{array}{l} 100 \text{ mg CaCO}_3 \quad 56 \text{ mg CaO} \\ 10 \text{ mg CaCO}_3 \quad \frac{56 \times 10}{100} = 5,6 \text{ mg CaO} \\ \quad \quad \quad = 0,56 \text{ AS}^\circ \end{array}$$

$$10 \text{ mg CaCO}_3 / 0,7 \text{ l} = 1 \text{ IS}^{\circ}$$

$$0,7 \text{ l } 10 \text{ mg CaCO}_3$$

$$1 \text{ x} = \frac{10}{0,7} = 14,3 \text{ mg CaCO}_3 / 1 \text{ l} = 1,43 \text{ FS}^{\circ}$$

$$1 \text{ IS}^{\circ} = 1,43 \text{ FS}^{\circ}$$

Su sertliğine göre, suyun tanımlamaları

0 - 4	AS ^o	Çok yumuşak
4 - 8	AS ^o	Yumuşak
8 - 12	AS ^o	Biraz sert
12 - 18	AS ^o	Oldukça sert
18 - 30	AS ^o	Sert
> 30	AS ^o	Çok sert

- **BÖLÜM SONU**

32

8/12/2025