



İŞLETME SANİTASYONU

PROF. DR. AYLAY SOYER

7.Bölüm

Gıda Endüstrisinde Kullanılan
Suyun Özellikleri ve
Dezenfeksiyon

İçerik;

- İşletmelerde kullanılan su
- Suyun dezenfeksiyonu (klorlama)
- Su sertliği

İşletmelerde kullanılan su

- Gıda işletmelerinde kullanılan su, içilebilir kalitede olmalı ve bulaşması önlenmelidir.
- İşletmede gıda ile temas eden buhar ve buz da yine içilebilir kalitedeki sudan üretilmeli ve bulaşmadan korunmalıdır.
- Gıda işletmelerinde su; soğutma, ısıtma, temizlik, temizleme çözeltilerinin hazırlanması, seyreltme, buhar, buz, tuzlu su üretimi gibi işlerde veya teknoloji gereği doğrudan ürün ile birlikte kullanılır.
- Örnek: Konsantre sulandırma, Pişirme ve pastörizasyonda sıvı veya buhar halinde ısı transfer ortamı olarak.

Gıda işletmelerinde kullanılan su sınıfları

Su sınıfı	Kullanım alanı
İşlem görmüş içilebilir su	Ürün Yüksek riskli ürün kaplarının temizlenmesi Yüksek riskli hammaddenin temizlenmesi Yüksek riskli işleme ekipmanlarının temizlenmesi Kazan besleme suyu CIP besleme suyu

Gıda işletmelerinde kullanılan su sınıfları

Su sınıfı

Kullanım alanı

İçilebilir su

Ürün

Kapların yıkanması

Hammaddelerin yıkanması

Makinelerin yıkanması

Üretim alanlarının
yıkanması

Ürünün taşınması

Ürünün işlenmesi

İçme

Malzeme ve kapların ön
yıkanması ve son
çalkalanması

Gıda işletmelerinde kullanılan su sınıfları

Su sınıfı

Kullanım alanı

Geri kazanılan sular

Tuvalet rezervuarları

Isıtma veya soğutma

Üretim alanı dışındaki alanların
yıkama

Araç yıkama

Yangın söndürme

Bahçe sulama

- Buhar, gıda sanayinin belirli sektörlerinde özellikle aseptik gıda üretiminde, pişirme, evaporasyon, pastörizasyon ve sterilizasyon gibi kapalı üretim proseslerinde yaygın olarak kullanılır.
- İşletmede, içilebilir kalitede olmayan sular yangın söndürmede veya gıda ile teması söz konusu olmayan buhar üretiminde kullanılabilir.
- Böyle hatlar daima potansiyel tehlike kaynağı olarak görülmeli, kolayca tanınacak şekilde ayrılmalı, tamamen bağımsız olmalı ve içilebilir su hatları ile bağlantısı olmamalıdır.
- İçme suyu hattında basıncın düşmesi sonucu, içilemez suyun çekilmesine neden olan geri akış veya geri sifon önlenmelidir. Bunun için yeterli hava boşluğu ve vakum önleyici sistemler kullanılmalıdır.
- Gıda işletmelerinde suyun en çok kullanıldığı alanlardan biri temizliktir. Personel hijyeni, hammaddelerin temizlenmesi, işletme ve makinelerin temizliği için suya ihtiyaç vardır.

İçme suyu dezenfeksiyon yöntemleri

- İçme sularının arıtılmasında kullanılan koagülasyon, flokülasyon, çökeltme (sedimentasyon), filtrasyon, kireç-soda usulü ile yumuşatma, karbon ile adsorpsiyon prosesleri mikroorganizmaların tutulup sistemden uzaklaştırılmasına da hizmet eder.
- Arıtma için uygulanan prosesler ile sudaki patojenik mikroorganizmaların % 60-80 oranındaki bir bölümü giderilebilir.
- Ülkemizde arıtma sistemlerinin az olması nedeni ile dezenfeksiyon çoğu kez ham suya uygulanır.
- Ham sudaki kolloidal maddeler fazla ve su bulanık ise dezenfeksiyon işlemi güçleşir. Çünkü organik maddeler mikroorganizmaları içlerine gizleyip dezenfektan maddeyi kendileri kullanarak yükseltgenirler. Böylece dezenfektan madde esas özelliğini yapamaz ve organik maddelerce tüketilir.

Suyun içinde mikroorganizma bulunması durumunda suyun dezenfekte edilmesi gerekir. Dezenfeksiyon işleminin birçok şekilde gerçekleştirilmesi mümkündür. Bunların en önemlileri şunlardır:

- Fiziksel yöntemlerle dezenfeksiyon (kaynatma, ultraviyole, ters ozmoz vd.)
- Kimyasal maddeler yardımıyla dezenfeksiyon (potasyum permanganat, ozon, halojen ve halojenli bileşiklerle (klor, kloraminler, iyot, brom, klordioksit, sodyum hipoklorit))
- Diğer yöntemlerle dezenfeksiyon (çok düşük ve çok yüksek pH ortamı oluşturmak, ultra filtreler kullanmak gibi)

Klorla dezenfeksiyon (klorlama)

- Ülkemiz koşullarında dezenfeksiyon genellikle klorla gerçekleştirilmektedir.
- Klorlama işleminin amacı, suların içinde bulunabilecek patojen mikroorganizmaları yok etmektir.
- Klor, su içindeki patojen mikroorganizmalara etkili olduğu kadar insan ve diğer canlılar için yüksek dozlarda toksiktir. Düşük dozlarda klor patojen mikroorganizmalara yeterince etkili olamamaktadır.
- Klorlamanın kontrolünün sağlıklı yapılabilmesi için klorlanmış suların içindeki serbest klor miktarının ölçülmesi gerekir.

Klor ve klorlama ile dezenfeksiyon

- Suyun dezenfeksiyonunda en çok kullanılan dezenfektan klor gazı ve klor bileşikleridir. Klor, dezenfeksiyon işlemlerinde en yaygın olarak kullanılan halojendir. Aktif klor, şehir şebeke suyuna dezenfeksiyon amacı ile katılır.

Suların dezenfeksiyonunda klorun tercih edilmesinin nedenleri:

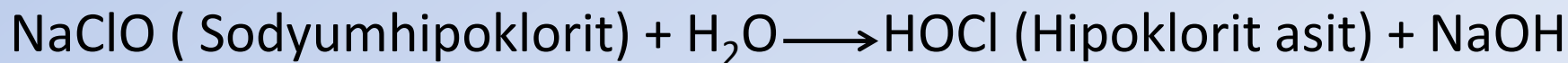
- Sonuçların kontrol edilebilmesi
- Etkinliğinin başka bir deyişle yükseltgenme özelliğinin yüksek olması
- Uygulama kolaylığı sağlaması
- Dezenfeksiyon işlemi için gerekli tesisin basit olması
- Depolama ve nakliyesinin kolay olması
- Ülkemizde üretilmesi
- Ucuz olması
- Meydana gelen kloramin bileşikleri sayesinde dezenfeksiyon işleminin devam etmesi

Klor ve klorlama ile dezenfeksiyon

- Klor, suya karıştırıldığında suyun içindeki bazı organik maddeler ve ağır metallerle reaksiyona geçer.
- Tüm reaksiyonlar meydana geldikten sonra 0.5 mg/l serbest kalıntı klorun suda bırakılması, son kullanım noktasına kadar mikroorganizma faaliyetini önler.
- Klor, insana ve gıda ürününe zararlı birçok mikroorganizma üzerinde etkili olması nedeniyle halen yaygın olarak kullanılmaktadır.
- Diğer dezenfeksiyon yöntemlerine göre çok ucuzdur.
- Klor ile dezenfeksiyon, birkaç değişik formülasyona sahip klorlu kimyasallar ile yapılabilir. Bunlar:
 - Sıvı klor (Sodyum hipoklorit)
 - Gaz klor (Saf klor)
 - Toz klor (Kalsiyum hipoklorit)

Sıvı Klor

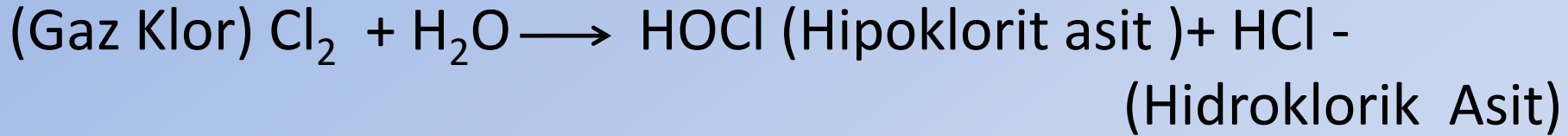
- Klor ülkemizde çoğunlukla sıvı klor olarak kullanılmaktadır.
- Sıvı klor, kimyasal adı ile sodyum hipoklorittir. Azami %15 aktif klor içerir.
- Ayrıca kloru su içinde tutabilmek için kostik (NaOH) de içerir, bu nedenle çok yüksek pH derecesine sahiptir. Sıvı klor sudan 1,5 kat daha ağırdır.
- Sıvı klor uygulamasında bazı dezavantajların da olduğu bilinmeli ve uygulamada bunlar göz önünde bulundurulmalıdır.
- Sıvı klor, suyun pH derecesini artırır; pH derecesi yükseldiğinde klorun dezenfeksiyon etkisi azalır.
- Sıcak mevsimlerde sıvı klor içindeki aktif klor, gaz halinde uçar ve sıvı içindeki aktif klor miktarı çok azalır.
- Sıvı klor suya katıldığında aşağıdaki kimyasal reaksiyonu oluşturur:



Gaz Klor

- Klor içeren dezenfeksiyon kimyasalları içinde en saf olanı (%100 aktif klor), gaz klordur. Ülkemizin sanayi bölgelerinde piyasada bulunabilen gaz klor, diğer klorlu dezenfektanlardan daha ucuzdur ve çok daha randımanlı olarak suyu dezenfekte eder. Çünkü hem saftır, hem de suyun pH derecesini biraz düşürür. Bu nedenle sıvı klora göre daha az miktarda kullanılabilir ve çok iyi dezenfeksiyon görevi yapar.
- Soluduğumuz havada gaz klor bulunması zehirleyicidir. Bu nedenle, gaz klorun uygulanmasında kullanıcı için çok detaylı emniyet tedbirleri alınması gerekir. Gaz klorun bu tehlikeli özelliği, uygulamada bir dezavantaj oluşturmaktadır. Bu nedenle klorun az kullanıldığı işletmelerde gaz klor kullanmak pratik değildir.
- Çok klor tüketen büyük gıda işletmelerinin ve şehir şebeke suyunun dezenfeksiyonunda gaz klor kullanımı için uygun gaz klor tesisi kurulmalıdır.

- Gaz klor, suya katıldığında aşağıdaki kimyasal reaksiyon oluşur:



Klor gazının bazı özellikleri:

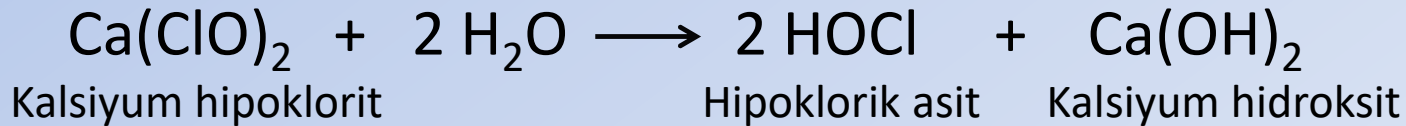
- Sarımsı yeşil bir gazdır.
- Çok keskin bir kokusu vardır.
- Havadan 1,5 – 2,5 kat daha ağırdır.
- Bir sıvıda kolayca yoğunlaşabilir.
- Kuru olduğu zaman metallere etkisi yok denecek kadar azdır.
- Islak halde, metallere etkisi çok fazladır. Korozyona sebep olur.
- Boğaz, burun ve dil yüzeylerini tahriş eder. Klor konsantrasyonu % 0,1 olan hava 5 dakika solunursa ölüme neden olur.

Ayrıca klor gazı ve bileşiklerinin kullanılmasında dikkat edilmesi gereken konular şunlardır:

- Klor gazı çok zehirli ve tahriş edici bir gazdır. Dikkatli ve bilinçli kullanılmalıdır.
- Fazla kullanılması halinde suyun lezzet ve kokusunu bozar. Suyu yeterli miktarda ilave edilmelidir.
- Kloritin (ClO_2) kanda hemoglobini okside ederek vücuttaki görevini yapamaz duruma getirir. Diğer taraftan kloraminlerin mutajen maddeler olduğu, insan sağlığı üzerinde zararlı etkilere yol açtığı bilinmektedir.
- Klor (Cl_2) ile dezenfekte edilecek suya endüstriyel atıkların karışması sonucu veya organik parçalanmalardan fenolik maddeler meydana gelmiş ise su ile fenol arasında kloro-fenol bileşikleri meydana gelir. Bu bileşikler içme suyunda 0.01 mg/l'den daha az düzeyde bulunsa dahi suyun tadını bozar.
- İçme suyunun klor ile dezenfeksiyonunda ayrıca klorlu hidrokarbon bileşikleri de (haloformlar) meydana gelir.

Toz Klor

- İnsan sağlığına zararlı olmayan toz klor, piyasada kalsiyum hipoklorit $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ şeklinde bulunur. Toz klor genelde %65-70 serbest klor içerir.
- İşletmelerde toz klor kullanılırken ambalajı üzerindeki bilgiler dikkatlice okunmalıdır.
- Toz klor nötrdür ve suyun pH derecesini değiştirmez. Ayrıca ambalaj içinde uzun süre bekleyebilir, bu sırada içindeki klor kaybolmaz.
- Toz klor, sıvı klora kıyasla kontrolü daha kolay bir dezenfektandır.
- Kalsiyumlu toz klor suya katıldığında aşığıdaki reaksiyon oluşur:



- Fazla klorlama yapıldığında kalıntı klor düzeyinin normal sınırlara getirilmesi amacıyla klor giderme işlemi yapılır.

Klor giderme işlemi için kullanılan yöntemler:

- Bunun için uzun süreli ve güneş ışınlarına açık bir depolama
- Aktif kömür adsorpsiyonu
- Kükürt dioksit,
- Sodyum tiyosülfat
- Sodyum bisülfid gibi bileşikler, fazla kloru almada kullanılan kimyasallardır.

Klorun Su Dezenfeksiyonundaki Etkisi

Dezenfeksiyon işleminin etkisi;

- ✓ Suda bulunan aktif klor miktarına (mg/l cinsinden),
 - ✓ Suyun pH derecesine,
 - ✓ Serbest klorun sudaki mikroorganizmalar ile temas süresine,
 - ✓ Suyun sıcaklığına bağlıdır.
-
- Suyun içindeki aktif klor miktarının dezenfeksiyona etkisi suyun pH derecesine bağlıdır.
 - Serbest klorun sudaki dezenfeksiyon gücü suyun pH derecesine göre çok değişir.
 - Düşük pH derecesinde serbest klor yüksek dezenfeksiyon gücüne sahipken, suyun pH derecesi 7,5'in üzerine çıktığında dezenfeksiyon gücü %50'nin altına düşer.

pH değeri ve klorun aktif olma düzeyi

pH	Aktif klorun aktif olma oranı
5.0	100
6.0	96
7.0	75
7.2	66
7.5	48
7.8	33
8.0	22

- Suya katılan ve aktif klorla dönüşen klor, suda bulunan bazı maddeler ile reaksiyona geçer.
- Aktif kloru tüketen maddeler; mikroorganizmalar, organik maddeler, suda çözülmüş halde bulunan demir ve mangan gibi okside olabilen metallerdir.
- Klorun dezenfeksiyon etkisinin ölçülmesi için su içine konan klor miktarı değil, tüketilen klordan sonra geriye kalan aktif klor miktarı önemlidir.

Asgari klor bakiyesi ve pH değeri

pH değeri	Asgari klor bakiyesi	
	Serbest (ppm)	Bağlı (ppm)
7.0'ye kadar	0.2	0.1
7.0-8.0	0.3	1.5
8.0'den sonra	0.4	2.0

- Sular klorlanacağı zaman suyun çeşitli özellikleri bilinmelidir. Ancak böyle bir olanak yoksa aşağıdaki tabloya göre klor solüsyonu hazırlanarak kullanılmalıdır. Kalıntı klorun normal değeri 0.2 – 0.5 ppm (milyonda bir kısım) dir.
- Kalıntı klor, belirli bir temas süresi sonunda sudaki organik maddeler ve mikroorganizma için gerekli klor ihtiyacı karşılandıktan sonraki klor miktarıdır.

Su kalitesi ve verilmesi gereken asgari klor dozları

Suyun kalitesi	Başlangıç olarak verilecek asgari klor dozu (mg/l)
Az miktarda bakteri içeren sular	1.00
Kuyu suları	1.50
Çıkışı bulunmayan memba suları	1.25
Filtre edilmiş sular	1.25
Baraj suları	2.50
Kirli yüzey suları	3.00

Kalıntı klor türleri

- Su dezenfeksiyonunda hangi klor türünün kullanılacağına dair seçim yapıp klorun sulara uygulanmasının ardından istenen dezenfeksiyon seviyesinin ölçüm ve takibi gerekir. Bunun için üç tip klor bakiyesinin ölçümü yapılmalıdır:
 - Bağlı Klor
 - Serbest klor
 - Toplam klor

Su sertliği

- Sertlik terimi, suda bulunan çok değerli (polivalan) iyonların sayısını, özellikle de kalsiyum ve magnezyum miktarını belirtmek için kullanılır.
- Başka bir ifade ile sertlik, suyun içerisinde çözünmüş +2 değerli iyonların (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Sr^{+2} , Fe^{+2} , Mn^{+2} vb.) varlığının sonucudur.
- Su sertliğine neden olan iyonlar, gözenekli toprak yada jeolojik oluşumda (su tutan yeraltı taş ve çakıl katmanı) bulunan minerallerin sızmasıyla su kaynağına girerler.

Su sertliği geçici ve kalıcı sertlik olmak üzere iki tiptir.

Geçici sertlik (karbonat sertliği)

- Geçici sertlik, suda çözünen bikarbonatların (kalsiyum bikarbonat ve magnezyum bikarbonat) neden olduğu sertlik tipidir. Bu mineraller suda çözündüklerinden, ortamda kalsiyum ve magnezyum katyonları (Ca^{+2} ve Mg^{+2}) ile karbonat ve bikarbonat anyonları (CO_3^{-2} , HCO_3^{-}) vardır. Geçici sertlik, suyun kaynatılmasıyla veya suya aktif kireç (kalsiyum hidroksit) ilavesiyle karbonat şeklinde çökerek azaltılabilmektedir. Kaynatma işlemi, bikarbonattan karbonat oluşumunu teşvik etmektedir ve oluşan kalsiyum karbonat dibe çökmektedir. Oluşan CO_2 uçarak sudan ayrılmaktadır.



- Kalsiyum karbonat ve magnezyum karbonat birikintileri, ısı transferini azaltır ve çamur halinde çöktüğünde suların akışına engel olur.

Kalıcı sertlik

- Kalıcı sertlik, kaynatma ile uzaklaştırılamayan sertliktir.
- Kalıcı sertliğe, karbonat olmayan sertlik veya mineral asit sertliği de denir.
- Bu sertliğin nedeni sudaki kalsiyum ve magnezyum sülfatlar ve klorürlerdir. Bunlar dışında; nitratlar, fosfatlar ve silikatlar da kalıcı sertlik nedeni bileşiklerdir.
- Bu bileşikler sıcaklık arttıkça daha da çözünür hale gelirler.
- Kalıcı sertliği gidermek için suya, soda (Na_2CO_3) ve sodyum hidroksit (NaOH) ilave edilerek kalsiyum ve magnezyumun suda erimeyen karbonat ve hidroksitleri oluşturularak çöktürülür.

Çeşitli ülkeler farklı sertlik dereceleri kullanmaktadır. Bunlar arasında en sık kullanılanları ve karşılığı olan kalsiyum oksit veya karbonat miktarları şu şekildedir;

1 Alman sertlik derecesi =100 ml suda 1 mg CaO (10mg CaO/l)

****1 Fransız sertlik derecesi =100 ml suda 1 mg CaCO₃
(10 mg CaCO₃/l)**

1 USA sertlik derecesi =100 ml suda 0.1 mg CaCO₃
(1mg CaCO₃/l)

1 İngiliz sertlik derecesi =700 ml suda 10 mg CaCO₃

Sertlik derecelerine göre suların sınıflandırılması

Suyun Sertliği	Alman	Fransız	İngiliz
Çok yumuşak	0 - 4	0 - 7.2	0 - 5
Yumuşak	5 - 8	7.3 - 14.2	6 - 10
Orta sert	9 - 12	14.3 - 21.5	11 - 15
Oldukça sert	13 - 18	21.6 - 32.5	16 - 22.5
Sert	19 - 30	32.6 - 54.0	22.5 - 37.5
Çok sert	30'dan fazla	54'den fazla	37.5'ten fazla

(ABD sertlik derecesi = Fransız sertlik derecesi x 10)

(1 Fransız SD = 0.56 Alman SD. = 0.70 İngiliz SD.) (CaO= 56.1 g/mol, CaCO₃=100.1g/mol)

Sert suyun etkisi

- Sert sularda sabun çözültisi, köpük oluşturmak yerine beyaz bir çökelti oluşturmaktadır.
- Bu etki, ortamdaki +2 değerlikli iyonların sabunun surfaktan özelliğini engellemesi ve katı halde çökelti oluşturması ile oluşur.
- Bilindiği gibi sert sular kalsiyum ve magnezyum iyonları içerir.
- Bu iyonlar sabunun yağ asitleri ile reaksiyona girer. Bu durum teknik olarak kireç sabunu (kalsiyum sabunu) olarak adlandırılır.



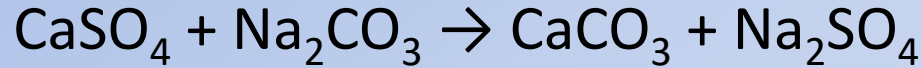
- Bu reaksiyonda, sabundaki sodyum iyonu, kalsiyum iyonuyla yer değiştirir. Bu oluşum, giysi ve bulaşık yıkamada etkisiz bir durum yaratır. Bu nedenle köpük oluşumu için fazla miktarda sert su kullanılması gerekir.
- Sa yıkamada, oluşan bu bileşik saa yapışır.
- Sentetik deterjanlar, sert suyun olumsuz etkisinden daha az etkilenir.
- Buna göre sert su, fazla sabun tüketime neden olan ve sabunun köpürme özelliğini etkileyen bir özelliktedir.

- Sert su, su tesisatlarında tıkanmalara neden olur.
- Bu tıkanmaların nedeni başlıca kalsiyum karbonat (CaCO_3), magnezyum hidroksit ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) ve kalsiyum sülfat (CaSO_4) tabakalarıdır.
- Kalsiyum ve magnezyum karbonatlar borularda ve ısı değiştiricilerin yüzeylerinde çözünmez, beyaz olmayan kireç tabakaları oluştururlar.
- Bu oluşumun nedeni, bikarbonat iyonlarının ısı yolla parçalanmasıdır. Bu sert tabakalar boruların tıkanmasına, ısı akışının engellenmesine, pastörizasyon sistemlerinde aşırı ısınma sonucu sistemin bozulmasına ve korozyona neden olur.



Suyun sertliğini giderme yöntemleri

- **Havalandırma:** Bu yöntemle, suda erimiş halde bulunan bikarbonatların CO_2 'i uçurulmuş olur. Böylece suda erimeyen bikarbonat tuzları çöktürülerek, su yumuşatılmış olur.
- **Kalsiyum oksit (CaO) ile muamele etmek:** Böylece suda erimiş bulunan Ca ve Mg tuzları, erimeyen Ca ve Mg tuzları halinde çöktürülmüş olur.
- **Sodyum karbonat (Na_2CO_3) ile muamele etmek:** Suda erimiş bulunan Ca ve Mg tuzları, erimeyen Ca ve Mg tuzları halinde çöktürülmüş olur.



- **Zeolitler (Z) kullanılarak sertlik azaltılabilir:**

1) **Tabii zeolit:** Yeşil kum veya killerden elde edilir.

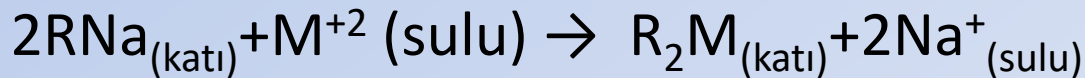
2) **Sentetik zeolitler:** Vebolitlerdir.



- **Resinler (reçineler)**

İyon değiştirici reğine yöntemi

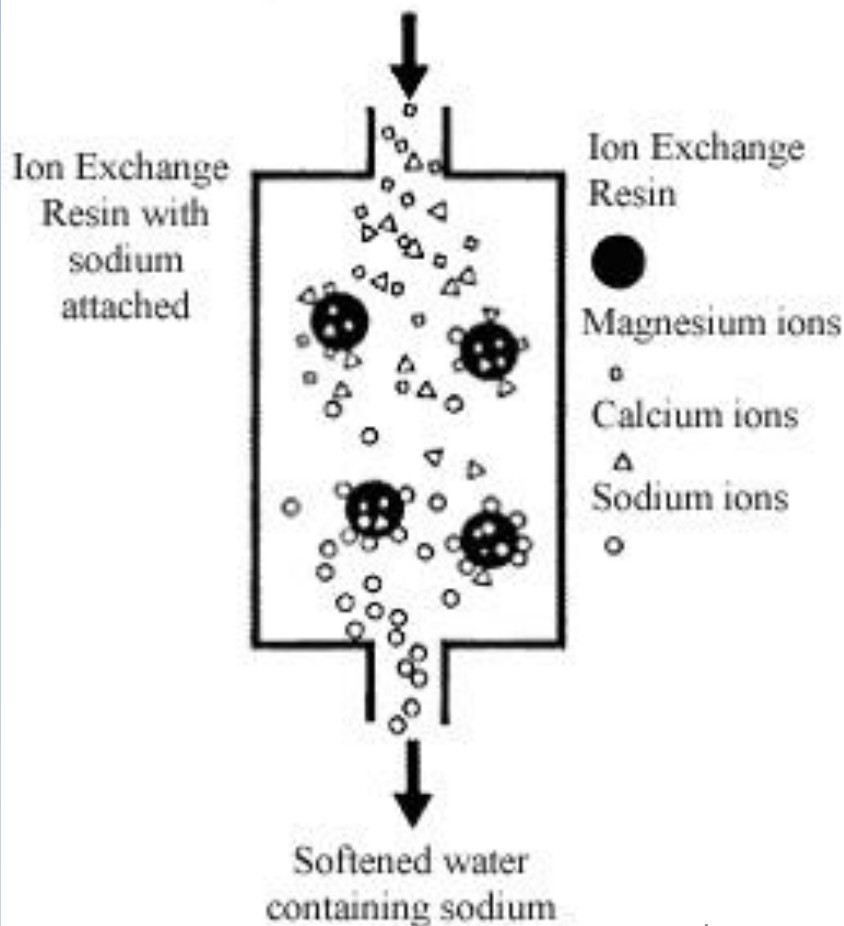
- Evlerde kullanılan su yumuşatma cihazlarının çoğu iyon değişim esasına dayanmaktadır.
- İyon değiştirici sistemler sodyum iyonu (Na⁺) içerirler. Bu sistemden geğirilen suda bulunan sertliğe neden olan iyonlar Ca⁺² ve Mg⁺², Na⁺ ile yer değiştirirler.
- İyon değiştirici reçineler, Na⁺ bağlanmış anyonik fonksiyonel gruplar içeren organik polimerlerdir.
- Zeolit adı verilen mineraller de iyon değiştirme özelliği gösterirler. Bu mineraller çamaşır deterjanlarında yaygın olarak kullanılmaktadırlar.
- Sert su, reğine yatağından geğirilir. Negatif yüklü reçineler +2 değerlikli metal iyonlarını absorbe eder ve bağlarlar.



M : Mg veya Ca

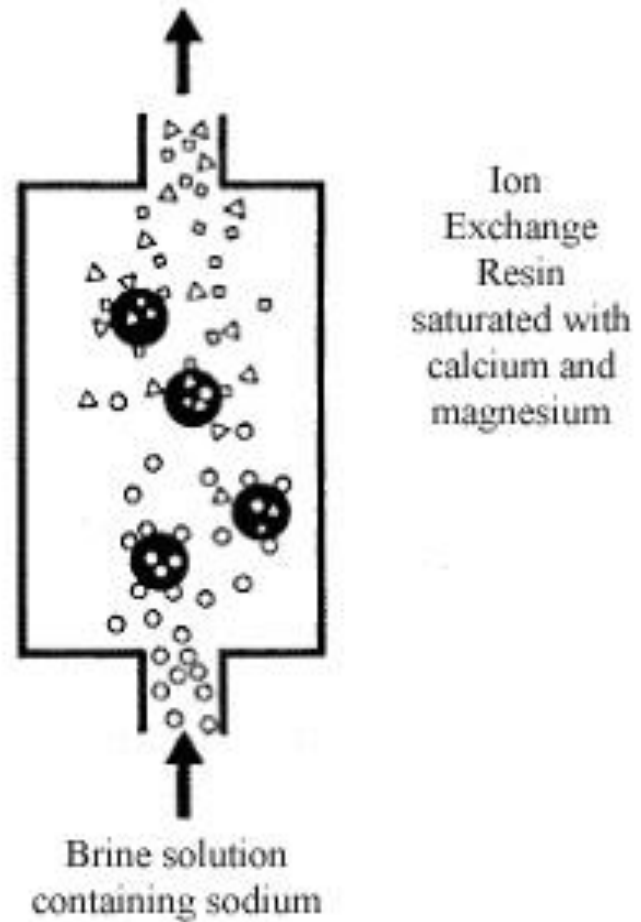
Softening Process

Hard water containing calcium and magnesium



Recharge Process

Waste water containing calcium and magnesium



Su kalitesi

- Mikrobiyolojik kalite

Sudan geçen bazı önemli hastalıklar

Virüsler

Poliomiyelitis

Hepatit A

Reovirs enfeksiyonu

Bakteri

Kolera

Sigellosis

Tifo

Salmonellozis

Enteropatojenik E.coli enfeksiyonu

Yersinia gastroenterit

Legionella pneumophila

Protozoa

Giardiasis

Amebiasis

Coccidiosis

İçme Suyunda Ölçümü Yapılan Parametreler

Koliform Bakteriler

- Bu organizmaların içme suyunda hiç bir surette bulunmamaları gerekir.

Sıcaklık

- En uygun sıcaklık 10-12°C civarındaki sudur. Çeşitli standartlarda sıcaklık değeri şöyledir:

TSE: 12-25°C

EC: 12-25°C

pH:

TSE: 6.5-9.5 EC: 6.5-9.5 WHO: 6.5-8.5 EPA: 6.5-8.5

Renk

- Suda renk fazlalığı istenmez. Çünkü bu durum, suda çözünmüş halde bulunan demir, mangan, krom, nikel gibi metal iyonları ile organik bileşiklerin varlığını göstermektedir.

Çeşitli standartlarda renk değeri şöyledir:

TSE: 20 birim WHO: 1-15 birim EPA: 1-15 birim

Bulanıklık

- Bulanıklığın kaynağı, endüstriyel kirlenme, evsel kirlenme ve doğal bozunma olabilir. Çeşitli standartlarda bulanıklık değeri şöyledir:

TSE: 1 NTU EC: 1 NTU WHO: 5 EPA: 1

- Nephelometric Turbidity Unit (**NTU**)

İletkenlik

- İçme suyunda iletkenlik artışı, suyun kirlendiğini ya da suya deniz suyunun karıştığını göstermektedir.
- Çeşitli standartlarda iletkenlik değeri şöyledir:

TSE: 2500 $\mu\text{mhos/cm}$;

EC: <400 $\mu\text{mhos/cm}$

- Micromhos: ısı iletkenlik birimi

Klorür (Cl)

- Klorür, suda tat ve aşındırma problemi yaratır. Fazlası tuzluluk hissi verir. Çeşitli standartlarda klorür değeri şöyledir:

TSE: 600 mg/l; EC: 250 mg/l; WHO: 250 mg/l; **Serbest Klor**

- Suyu dezenfeksiyon için katılır. Fazlası tat ve koku problemine yol açar. Çeşitli standartlarda serbest klor değeri şöyledir:

TSE:0.5 mg/l Cl₂ WHO:5 mg/l Cl₂

Sülfatlar

- Suların tadını bozarlar ve aşındırıcı etki meydana getirirler. TSE: 25-250 mg/l SO₄ EC: 25-250 mg/l SO₄

Kalsiyum

- Çok düşük olması aşındırıcı etki yaratabilir. Sudaki kalsiyum suyun geçtiği toprak yapısına bağlıdır. Çeşitli standartlarda kalsiyum değeri şöyledir:
- TSE: 200 mg/l Ca EC: 100 mg/l Ca

Magnezyum

- Fazla olması durumunda gözlerde tahribata yol açar. ishal yapıcı etkisi ortaya çıkar. Sudaki magnezyum, suyun geçtiği toprak yapısına bağlıdır. Suya acılık verir. Çeşitli standartlarda magnezyum değeri şöyledir:

TSE: 50 mg/l Mg EC: 50mg/l Mg

Sodyum

- Fazlası tat problemi oluşturur. Tuzluluk hissi verir.
- Sodyum fazlalığı evsel ve endüstriyel kirlenme, toprak yapısı ve deniz katkısından kaynaklanabilir. Çeşitli standartlarda sodyum değeri şöyledir:

TSE: 175 mg/l; EC: 200 mg/l; WHO: 200 mg/l

Potasyum

- Etkisi sodyuma benzerdir. Kaynağını endüstriyel kirlenme, tarımsal gübreler ve toprak yapısı oluşturur.
- Çeşitli standartlarda potasyum değeri şöyledir:

TSE: 12 mg/l K

Alüminyum

- Fazlası suyun rengini bozar, bulanık mavimtrak görüntü verir.

TSE: 0.2 mg/l ; EC: 0.20 mg/l ; WHO: 0,20 mg/l

EPA: 0,20 mg/l

Sertlik

- Çok sert suların içimi hoş olmaz; bu tür sularda sabun köpürmez, dolayısıyla daha fazla sabun harcanır. Sertliğin düşük olması ise aşındırıcı etkiye yol açar. Suların sertliği toprak yapısından kaynaklanır.

WHO: 500 mg/l CaCO_3

Nitratlar

- Sürekli olarak yüksek oranda nitrat içeren suları içmek (6 ay) ölüme, boğaz hastalıklarına ve kan hastalıklarına yol açabilir.
- Bebeklere kesinlikle nitratlı sular içirilmemelidir. Midelerinde nitrite indirgenerek mavi hastalık denilen kan zehirlenmesine neden olur ve ölüme sebebiyet verir.
- Evsel ve endüstriyel kirlenmeden ve tarımda kullanılan gübrelerden kaynaklanır. Çeşitli standartlarda nitrat değeri şöyledir:

TSE: 50 mg/l EC: 50 mg NO₃/l

Nitritler

- Nitratlara benzer etki gösterirler, ancak çok daha tehlikelidirler. Kan zehirlenmesine, kanda oksijen taşınmasını engelleyerek oksijensizlikten boğulmaya sebep olurlar.
- Kaynağını endüstriyel kirlenme ve gübreler oluşturur. Çeşitli standartlarda nitrit değeri şöyledir:

TSE: 0.5 mg NO₂ /l

Önerilen kaynak

Troller, J.A. 1993. Sanitation in Food Processing. 2nd Edition, Elsevier Inc., 478 p. ISBN: 978-0-12-700655-0

Bölüm 20