

SU KİMYASI

DERS NOTLARI

PROF.DR. MEHMET YAMAN

FIRAT ÜNİVERSİTESİ
Fen Fakültesi Kimya Bölümü

2005

SU KİMYASI

İçme suyuna ait özellikler 4 gruba ayrılır.

- 1 Fiziksel ve duyu organlarına hitap eden özellikler
- 2 Kimyasal özellikler
- 3 Bakteriyolojik özellikler
- 4 Mikroskobik özellikler

Suya ait herhangi bir özellik için bir sınır yerine 2 sınır kabul edilir. Bunlar

A Normları ve B Normlarıdır.

A normları: Herhangi bir içme suyunun içilebilir özelliklere sahip olmasıdır.

B normları: Mükemmel bir suyun sahip olması gereken özellikler veya bu özelliklere sahip sulardır

Fransız halk sağlığı kurumu tarafından A ve B normlarının kimyasal özellik sınırları şöyledir.

<u>Kimyasal özellik</u>	<u>A normu</u>	<u>B normu</u>
Cl ⁻	40 ppm den az	15 ppm den az
SO ₄ ⁻²	6-36 ppm	2,4-6 ppm
Org. Madde	2 ppm den az	1 ppm den az

Suyun fiziksel özelliklerinin tayini

a) Sıcaklık: Yazın serin kışın fazla soğuk olmamalıdır. Bu da yer altı suları ile başlayan ve dağıtmanın pek geniş olmadığı şehirlerde bir derece sağlanabilir.

b) Berraklık: İçme suyu berrak olmalıdır. Berraklığın zıddı olan ve suda asılı yada kolloidal maddelerden oluşan bulanıklık ne kadar az olursa olsun içenlerde olumsuz bir etki bırakır. Suya renk veren maddeler bitkilerin ayrışmasıyla oluşan boyalardır. Renkli bir su içenleri olumsuz etkilediği gibi çamaşırlarda da lekeler bırakır.

Renk tayini: Potasyumkloroplatinat (K₂PtCl₆) ve kobalt klorür çözeltilerinin karışımları standart olarak kullanılarak (500 mg Pt /lt =500 birim) tayin yapılır. Bu karışımın rengi doğal sulara benzer. İçme suları 15 birimi geçmemelidir.

Bulanıklık tayini: Bulanık su estetik olmadığı gibi patojenik (hastalık yapıcı bakteri bulundurabilir) de olabilir. 1900 yılında bulunan Jackson kandil Türbidimetresiyle suyun bulanıklığı günümüzde de tayin edilmektedir. Bu yöntemde dibi düz bir tüple

(nessler tüpü) bu tüpü alttan aydınlatan bir lambadan oluşan cihazın tüpüne azar azar standart örnek konur. Tüpün tepesinden bakılarak lambanın ışığı kaybolduğu an tesbit edilir. Böylece harcanan standart çözelti hacmi bulunur. Bulanıklığı ölçülecek su örneği de ışık görülmeinceye kadar aynı tüpe konularak gerekli suyun hacmi ölçülür. $B_S * V_S = B_X * V_X$ eşitliğinden B_X (bulanıklığı ölçülecek örneğin birimi) hesaplanır. Eşitlikteki B_S =standartın birimi olup 1 alınır. Standart olarak Lt sinde 1 mg SiO₂ içeren süspansiyon kullanılır ve bu 1 birim olarak kabul edilir. İçme suyu 5 birimi geçmemelidir.

c) **Lezzet ve koku:** Sudaki lezzet ve kokular

- 1- H₂S gibi çözülmüş gazlardan
- 2- Mikroorganizmalar tarafından terk edilen organik maddelerden
- 3- Genellikle çözünen her çeşit organik maddelerden
- 4- Olumsuz bir etkiye sahip olan fenol gibi her türlü endüstri artıklarından
- 5- Suya sadece lezzet veren inorganik tuzlardan
- 6- Dezenfeksiyon için suya eklenen klorun fazlasından kaynaklanır.

Suya lezzet ve renk veren uçucu organik maddeler suyun 50 °C ye ısıtılarak oluşan kokunun tayini ile değerlendirilir. İnorganik tuzlardan Cl⁻ ve SO₄⁻² 'ların konsantrasyonu ile kötü lezzet doğru orantılıdır. Örneğin NaCl konsantrasyonu 300-350 ppm olduğunda tuz lezzeti hissedilmeye başlanır.

Suyun Kimyasal özelliklerinin Tayini

Suyun kimyasal özelliklerinin tayini amacıyla genellikle şu analizler yapılır.

- 1- **Çözülmüş O₂ tayini**
- 2- **Biyokimyasal oksijen ihtiyacı tayini (BOD)**
- 3- **Kimyasal oksijen ihtiyacı (COD)**
- 4- **Toplam org. Karbon tayini (TOC)**
- 5- **Katı madde tayini**
- 6- **Suda azot tayini**
- 7- **Suda fosfat tayini**
- 8- **pH tayini**

- 1- **Çözülmüş O₂ tayini:** Çözülmüş O₂ bulunmayan sular akuatik hayat (su canlıları) için ölüm sayılır. Oksijenin sudaki normal çözünürlüğü 9 mg/lt dir. Sıcaklığın düşmesiyle bu çözünürlük artar. Sıcaklık artmasıyla çözünürlük azalır. 0 °C de 14,6 mg/lt , 35 °C de 7 mg/lt .

O₂ nin sudaki çözünürlüğü sıcaklıkla şöyle değişir.

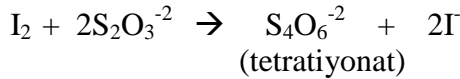
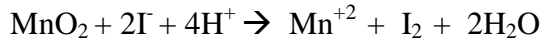
Sıcaklık °C :	0	2	4	6	8	10	18	20	26	30
O ₂ çözü. mg/lt:	14,6	13,8	13,1	12,5	11,9	11,3	9,5	8,7	8,2	7,6

Sudaki oksijen 2 yöntemle tayin edilir.

a) Winkler metodu

b) Oksijen probu metodu

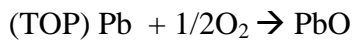
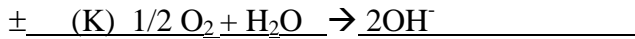
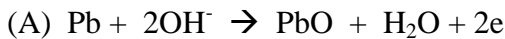
a) Winkler metodu: 80 yıldır kullanılan bu yöntem geliştirilen diğer metodların doğruluğunun tayininde referans metod olarak kullanılır. Bu yöntemde cereyan eden reaksiyonlar şunlardır.



O₂ tayini yapılacak su örneği alındığında NaOH ve Mn⁺² eklendikten sonra açığa çıkan MnO₂ santrifüjlenerek alınır. Üzerine su, KI ve HClO₄ (veya H₂SO₄) eklenerek karanlıkta birkaç dakika bekletilir. Açığa çıkan I₂ ayarlı S₂O₃⁻² çözeltisiyle titre edilir.

Dezavantajları: Oldukça uzun zaman alır ve suda bulunabilecek nitrit ve nitrat girişim yapar. Bu nedenle başlangıçta eklenecek Mn⁺² nin nitrat tuzu olmamasına dikkat edilmelidir.

b) Oksijen Probu metoduyla O₂ tayini: Winkler metodundaki dezavantajlar bu 2. metod kullanılarak giderilebilir. Galvanik hücre temeline dayanan hücrenin Pb anot ve Ag katot elektrotlarında şu reaksiyonlar meydana gelir.



Çözünmüş O₂ olmadığı zaman reaksiyonlar durur.

Probta oluşan akım direkt olarak O₂ konsantrasyonu ile orantılıdır. Ticari problarda her elektrot iletken olmayan fakat O₂ geçiren bir plastikte kaplanır.

Membrandan geçen O₂ konsantrasyonu sudaki O₂ konsantrasyonu ile orantılıdır.

2- Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOD) tayini: Sudaki oksijen tayini kadar zamanla sudaki oksijenin azalma hızının tayini de önemlidir. Azalmanın yavaş olması

suyun temiz olduğu, sudaki mikroorganizmaların ölü veya ölmek üzere olduğunu gösterir. BOD; aerobik (havanın bulunduğu) şartlarda bakterilerin organik maddeleri parçalaması için gerekli oksijen miktarına denir ve mg/lt olarak ifade edilir. BOD sudaki kirlenme derecesini O₂ miktarı olarak ifade eder ve su kirliliğinin bir ölçüsüdür. BOD değeri parçalanabilen organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından daha dayanıklı olan ürünlere kadar parçalanmasını gösterir. BOD değerini

- a) sıcaklık b) ışık c) zaman

çok etkiler. Çünkü sıcaklık metabolik aktiviteyi artırır. Işık etkisinde algler genellikle canlı ve aktif kalır. Dolayısıyla BOD değeri verilirken standart şart olarak şunlar kabul edilir.

a) 20 °C b) karanlıkta c) 5 günde yapılır ve BOD₅ olarak gösterirler. 5 gün yerine 10-20 veya herhangi bir gün sayısı da alınabilir. Su normalde mikroorganizma içermediğinden ortama ekilmesi (tohumlama) gerekir. Aşağıdaki şekilde A örneğinin 5 günlük BOD si BOD₅= 8-2= 6 mg/lt dir

B örneği O₂ i hızlı tükettiğinden seyreltilerek O₂ tayini yapılmalıdır.

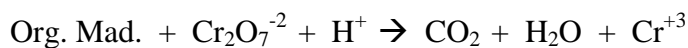
C örneği için BO₅= 8-4= 4 mg/lt bulunur.

Bir örneğin BOD değerinin zamanla azalması aşağıdaki şekilde olduğu gibi değerlendirilebilir.

5 günden sonra BOD nin ani artması NH₃ → NO₃⁻ dönüşümünü gösterir.

Bazı atıklarda BOD=30.000 mg/lt ye çıkabilir.

3-Kimyasal oksijen ihtiyacı (COD) tayini: Sudaki organik maddelerin biyolojik olarak değil de kimyasal olarak parçalanmasına (yükseltgenmesi) dayanan tayin metodudur. BOD de organik maddelerin bir kısmı yükseltgenirken COD de tamamı yükseltgenir. Bu nedenle COD >BOD dir. Örneğin; Kağıt hamuru üreten bir fabrikanın atıklarındaki COD değeri BOD den çok büyüktür. Çünkü selüloz kimyasal olarak yükseltgendiği halde biyokimyasal olarak çok zor yükseltgenir. COD tayini için belirli hacimdeki su örneğine belirli miktardaki K₂Cr₂O₇, H₂SO₄ ortamında geri soğutucu altında 2 saat süreyle kaynatılarak reaksiyona sokulur. K₂Cr₂O₇ in fazlası FeSO₄ çözeltisiyle geri titrasyonla tayin edilir. Harcanan K₂Cr₂O₇ a eşdeğer O₂ örnekteki COD değerini verir. İlgili reaksiyonlar aşağıdaki gibidir.



BOD ve COD nin karşılaştırılması:

-COD testi kısa sürer, BOD uzun sürer.

-COD >BOD

- Yükseltgenen veya yükseltgenmeyen organik madde ayrılması güç olması COD un dezavantajıdır. Örneğin; aromatik hidrokarbonlar ve piridin gibi bileşikler çok zor yükseltgenirler veya yükseltgenmezler.

4- Toplam Organik Karbon (TOC) Tayini: Bu amaçla bilinen hacimde (μL olarak) alınan su örneği şırıngayla kobalt oksitle karıştırılmış asbest'e emdirilir. Yaklaşık 950°C deki yakma tüpüne konur. Tüp içerisinden sürekli olarak saf O_2 gazı geçirilerek tüm organik maddedeki C'nun CO_2 e dönüştürülmesi sağlanır. Elde edilen CO_2 tüpün sonundaki IR Spektroskopisi ile tayin edilir. TOC tayini kısa sürede gerçekleştiğinden COD ye tercih edilmekle birlikte yakma cihazı pahalı ve bakımı güç olduğundan henüz yaygın hale gelmemiştir. TOC sonuçları COD den ziyade BOD ye yakındır.

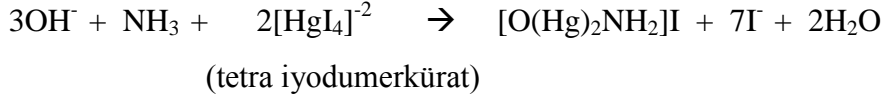
5- Katı madde tayini: Atık sulara suyun dışındaki diğer maddelere "katı maddeler" denir. 103°C de suyun buharlaştırılmasıyla elde edilen atık sabit tartıma getirilerek bulunur. Atık sudaki katı maddeler 2 ye ayrılır.

1. Çözünmüş haldeki katı maddeler
2. Süspansiyon halindeki katı maddeler

Süspansiyon halindeki katı maddeler; Gooch krozesi denilen, ince deliklerine cam parçalarının veya cam liflerinin yerleştirilerek sinterleşmesi (ısı işlem görmesi) sonucu elde edilen krozeden suyun geçirilmesiyle ve başlangıçta ve süzmeden sonra krozenin kütleleri farkının bulunmasıyla tayin edilir. 600°C de uçan katı maddelere uçucu katı maddeler, uçmayanlar ise uçucu olmayanlar diye de sınıflandırılırlar.

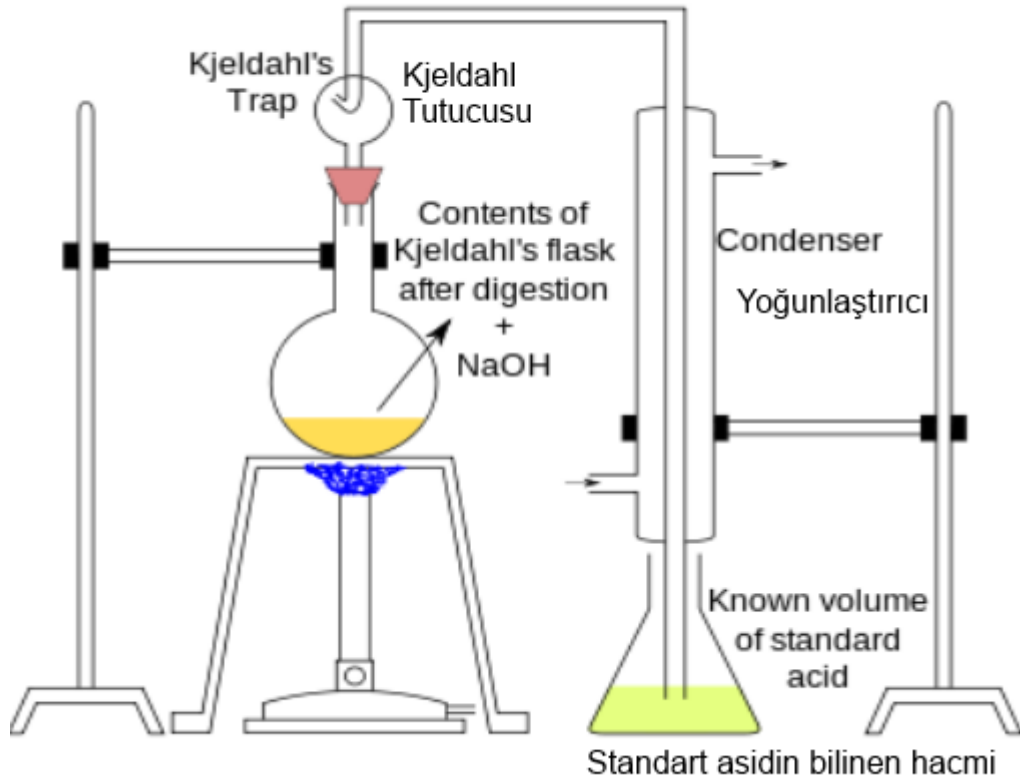
6-Suda azot tayini: Canlıların yapısında bulunan bütün aminoasitler ve aminler N lu organik bileşikler olduğundan ve ayrıca biyolojik metabolizma esnasında ara ürün olarak NH_3 açığa çıktığından suda N bulunması (organik N veya NH_3 şeklinde) o suyun kısa bir zaman önce atık sularla karıştığını gösterir. Organik N veya NH_3 Kjeldahl metoduyla tayin edilebilir. Sudaki organik N aerobik bakteriler vasıtasıyla önce nitrite (NO_2^-) sonra nitrat'a (NO_3^-) yükseltgenir. Kirlenme uzun bir zaman önce olmuşsa tamamen nitrata yükseltgenir. Sonuç olarak suda yüksek oranda NO_3^- düşük oranda NH_3 bulunması kirlenmenin çok önceden olduğunu gösterir. Sudaki NO_2^- tayini KMnO_4 ile titre edilerek yapılabilir.

NO_3^- tayini ise FeSO_4 ile titre edilerek yapılabilir. Sudaki NH_3 ise kalevi (bazik) ortamda Nessler ayırıcı ile tayin edilebilir. İlgili reaksiyonlar:



Nessler ayırıcı olarak tanınan tetra iyodumerkürat iyonu ile NH_3 arasında düşük NH_3 konsantrasyonlarında sarı renkli, yüksek konsantrasyonlarda kırmızı renkli bir kompleks oluşur. Nessler tüpleri kullanılarak kolorimetrik olarak veya spektrofotometrik olarak NH_3 tayini yapılabilir.

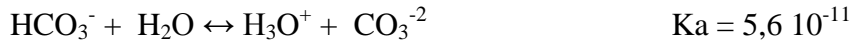
Kjeldahl metodu ile azot (veya NH_3) tayini: Bu yöntemde organik bileşiklerdeki N, H_2SO_4 ile ısıtma sonucu NH_3 e dönüştürülerek $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ halinde ortamda tutulur. Reaksiyonları hızlandırmak için ortama K_2SO_4 , HgO ve Se gibi maddeler eklenir. Parçalanmadan sonra ortama NaOH eklenerek açığa çıkan NH_3 bilinen hacimdeki ve konsantrasyondaki asitli (HCl veya H_3BO_3) çözeltide tutulur. Asitin fazlası ayarlı bazla geri titre edilir. Nitro, azo ve siyano gruplarındaki N için bazı özel değişiklikler yapılmalıdır.



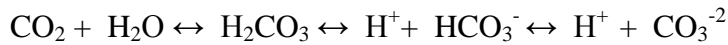
7- Suda fosfat tayini: Fosfor birçok yüksek enerjili moleküllerde bulunur ve metabolizmada önemli bir role sahiptir. Sulardaki fosfat atık sulardan geldiği gibi topraktan da gelebilir. Bu nedenle fosfor organik ve inorganik olmak üzere 2 ye ayrılır. İnorganik fosfor bitkiler tarafından yüksek enerjili fosfor bileşikleri haline, organik fosfor ise aerobik bakteriler tarafından inorganik fosfora dönüştürülür. Eskiden beri fosfatlar göllerin kirlenmesinden sorumlu tutulurlar. Yeterli fosfatların bulunduğu yerlerde anormal bir ötrofikasyon (aerobik hayatın bitip anaerobik hayatın başlaması = bataklık oluşumu) görülür. Bu nedenlerle sudaki toplam fosforun tayini önemlidir.

Tayin: Örnek HNO₃ ile kaynatılır. Soğutmadan sonra amonyum molibdat eklenir ve sarı renkli amonyum fosfo molibdat (NH₄)₃PO₄12MoO₃ bileşiği oluşur. Oluşan renk fosfat konsantrasyonuyla doğru orantılıdır. Kolorimetrik veya spektrofotometrik yöntemle tayin yapılabilir. Ayrıca titrasyon ile de fosforik asit tayini yapılabilir.

8- pH tayini : Suda yaşayan canlılar su pH ına karşı son derece hassas olduklarından suyun pH ı son derecede önemlidir. Korrozyon için de suyun pH ı önemlidir. Maden drenajlarında genellikle H₂SO₄ bulunması su canlıları için şiddetli bir zehir etkisi gösterir. Suyun pH ı 7 olmalıdır. Su Ca(HCO₃)₂ ile temasta ise pH 7 den büyük olur. Su CO₂ ile temasta ise pH, 7 den küçük olur.



2. reaksiyon daha baskındır.



BAKTERİYOLOJİK TAYİN:

Bulaşıcı hastalıklar sudaki patojen bakteriler vasıtasıyla yayıldığından, suyun bakteriyolojik analizi kimyasal analizi kadar önemlidir. Patojen bakterilerin çeşitlerinin fazla olması yanında konsantrasyonları da çok farklıdır. Bazen tayin edilemeyecek kadar düşük konsantrasyonlardaki bakteriler bile hastalık yaparlar. Bu nedenle sulardaki çeşitli bakterileri aramak yerine bakterilerin varlığını gösteren koliform bakteriler (koliformlar) aranır. Bu bakterilerin varlığı suyun kanalizasyon suyu ile karıştığını gösterir. Sadece sıcak

kanlı hayvanların sindirim sistemlerinde yaşayan, sayıları fazla olan ve yaşama süreleri de diğer bakterilere göre daha uzun olan koliformlara indikatör bakteriler de denir. Koliformlar zararsızdırlar. Ancak suda koliform bulunması suyun patojen bakteri içerdiğini gösterir. Bir suyun içilebilmesi için koliform içermeyinceye kadar temizlenmesi gerekir.

Koliform tayini için: Su örneği düz ve steril bir süzgeç kağıdından süzülür. Süzgeç kağıdı yine steril petri kabında yayılır. Üzerine yeterince agar (jelatinimsi madde) konur ve üzeri kapatılır. 24-48 saatlik inkübasyondan (kuluçka dönemi) sonra agar üzerinde oluşan siyah ve parlak lekeler sayılır. Bu sayı sudaki koliform sayısını verir.

Koliform tayini için diğer bir metot; 1. metottaki agar yerine laktoz (süt şekeri) çözültisi kullanılır. Böyle bir ortamda koliformlar CO₂ açığa çıkarırlar. Oluşan CO₂ hacmi ölçülerek koliform sayısı bulunur. Bu işlem 10 defa tekrarlanarak ortalaması alınır.

Su standartları ve kanunları:

Su standartları başlıca 2 gruba ayrılır.

1. Akarsulardaki suyun kalitesini dikkate alan standartlar

2. Atık suların kalitesini dikkate alan standartlar

Akarsulardaki suyun kalitesi için sudaki çözülmüş oksijen (O₂) konsantrasyonu temel kabul edilir. 1965 de ABD' de çıkarılan ve akarsuları çözülmüş oksijen konsantrasyonuna göre 4'e ayıran kanuna göre;

<u>Akarsu grubu</u>	<u>çözülmüş O₂ (mg/lt) en az</u>	<u>Kullanılacağı yerler</u>	<u>Koliform (adet/100ml)</u>
A	5	içme ve evlerde her amaç için	en çok 50
B	4	Sporda, balıkçılıkta içme dışında	en çok 500
C	4	Temas edilmeyen hallerde gezinti vs.	en çok 5000
D	3	Tarım ve endüstri sayılan yerlerin dışında	

İçme suyu standartları: ABD'de EPA (Environmental Protection Agency = Çevre koruma dairesi) ve diğer ülkelerdeki ilgili bazı kuruluşlar tarafından içme suyunda bulunması gereken özellikler şu şekilde tespit edilmiştir. Bu değerler müsaade edilen sınır değerleridir.

ABD’de EPA ve diğer ülkelerde ilgili bazı kuruluşlar tarafından içme suyunda müsaade edilen özellikler

<u>Özellik</u>	<u>Değer(EPA)</u>			
Fiziksel				
Bulanıklık	5 birim (5mg/lit SiO ₂ içeren süspansiyon)			
Renk	15 birim (15mg/lit Pt içeren K ₂ PtCl ₆)			
Koku	3 defa seyreltme ile kalmamalı			
Bakteriyolojik				
Koliformlar	1 koliform/100 ml			
Kimyasal(mg/lit)	<u>EPA</u>	<u>WHO</u>	<u>Ülkemiz TS266</u>	Avustralya
As	0,01	0,05	0,05	
Fe	0,3		1,0	
Zn	5		15	
Cu	1.3		1,5	
Mn	0.05		0,5	
Ba	2			
Pb	0,015	0,1	0,05	
Cd	0,005			
Cr	0,05	0,05	0,2(Cr ⁺⁶)	
Ag	0,05			
Hg	0,002			
Se	0,05	0,05	0,01	
U	0.03			
Cl ⁻	250			
F	1,0		1,5	
SO ₄ ⁻²	250			
CN ⁻	0,2	0,05	0,01	
Fenoller	1.10 ⁻³			

WHO: World Health Organization= Dünya sağlık organizasyonu

Suyun çözme özelliği: Su polar ve iyonik maddeleri çözer.

Polar ve iyonik maddeler suda yeterince çözündüğünden denizler tuzludur. Deniz suyunun % 3 ü NaCl dir.

İnsan kanı % 70-75 su içerir. Bu da besinlerin taşınması ve atıkların tasfiyesinde rol oynar. Çünkü biyolojik bileşiklerde bulunan N ve H atom grupları hidrojen bağları için uygundur.

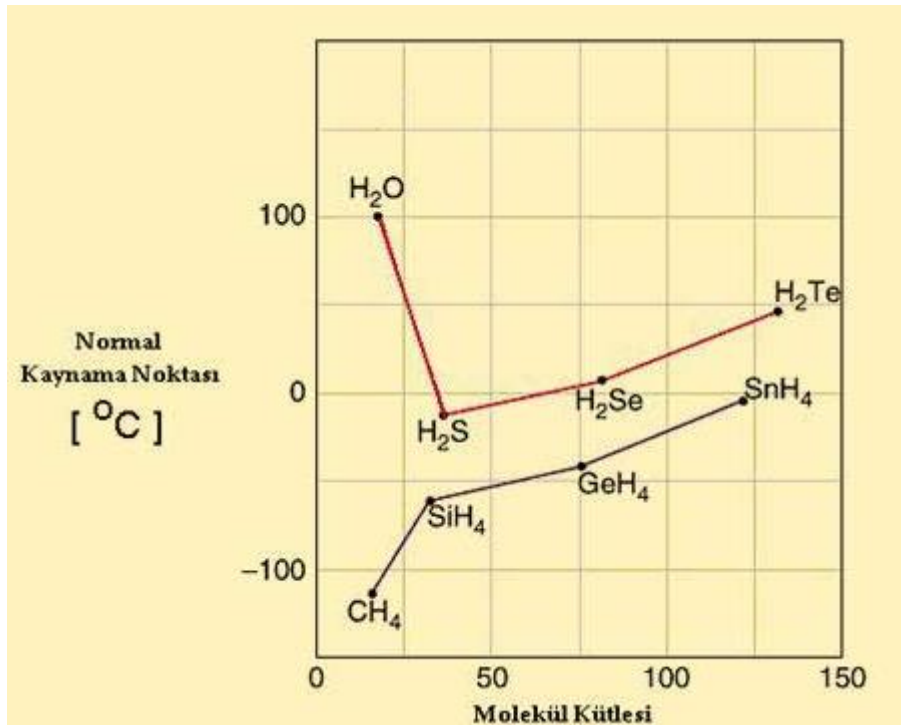
Hidrojen bağlarının suya etkileri :

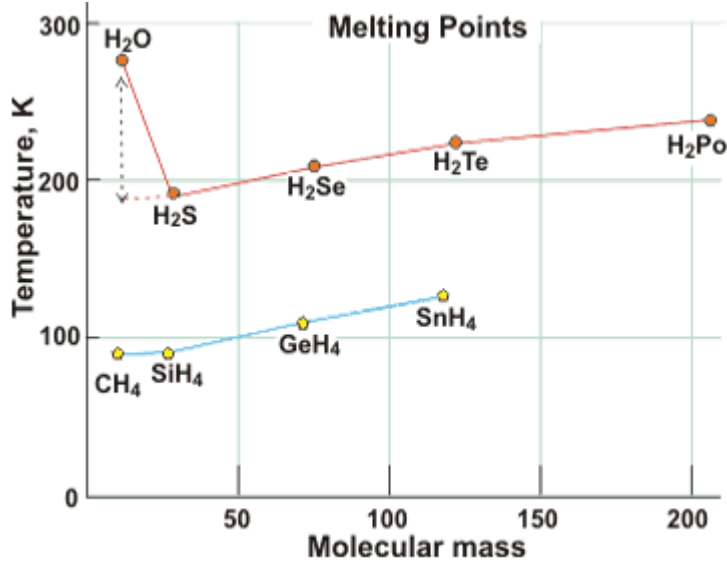
1. Suyun ısı kapasitesi (m kütleli suyun sıcaklığını 1⁰C arttırmak için gerekli ısı) hidrojen bağı içermeyen bileşiklere göre daha yüksektir. Yani suyun sıcaklığını yükseltmek daha fazla ısı gerektirir. Böylece iklimsel değişimler suyun sıcaklığını fazla etkilemez.

2. Suyun ısıyı iyi absorplama yeteneğinden dolayı iyi bir ısı transfer aracıdır. Bunun sonucu binalarda ısıtmada ve endüstride ısı değiştiricilerde kullanılır.

3- Diğer hidrojen ve 6A grubu elementlerin (S, Fe, Te) bileşiklerine göre yüksek buharlaşma ısısına sahiptir.

4- Suyun k.n. beklenenden yüksek olduğu gibi, e.n. da beklenenden yüksektir. Çünkü hidrojen bağlı buz yapısını ayırmak için daha fazla enerji gereklidir.





Görüldüğü gibi hidrojen bağları nedeniyle suyun kaynama noktası

H₂Te-H₂Se-H₂S doğrusundan sapmasaydı -40 °C civarında kaynayacak ve -100 °C civarında erime noktasına sahip olacaktı. Bu ise okyanusların ve insan vücudundaki suyun şu andaki şartlarda buhar fazda olması anlamına gelir ki yaşamın olmaması demektir. Demek bazen istisnalar çok büyük yararlar neden olabilir.

5- Maddelerin çoğunda katı hal sıvı halden daha yoğun olmasına karşılık suda bunun tersi geçerlidir. Çünkü buzun kristal yapısı bal peteğine benzer yapıda olup içi boş altıgen prizmalar içerir. Bu nedenle 1 gr buzun hacmi 1.09 ml dir. Buzun yapısı böyle olmasaydı 1.0 gr suyun ağırlığı 0,5 ml olurdu. Suyun maksimum yoğunluğu 4⁰C de 1,0 gr/ml dir. Su donduğunda hacmi %10 artar. Yine diğer maddelere göre bu istisna olmasaydı, donan sudan oluşan buz sudan daha yoğun olacağından denizin dibine çökecekti ve yazın troposferin ısınması sonucu erimeyecekti. Bu da denizdeki canlıların olmaması anlamına gelmektedir. Görüldüğü gibi Hidrojen bağlarına çok şey borçluyuz! Acaba hidrojen bağlarının bu özelliklerinden haberi var mıdır? Her ne ise herkes bu bilgilerden kendine düşeni alır.

Suyun iyi bir çözücü olmasının önemli diğer bir sebebi dielektrik sabitinin yüksek olmasıdır. Boşlukta birbirinden d uzaklıkta bulunan q₁ ve q₂ zıt yüklü iki tanecik Coulomb kanununa göre birbirlerini aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı olarak çekerler. Bu iki tanecik boşluk dışındaki başka bir ortamda bulunurlarsa çekim kuvveti ortama bağlı olarak azalır. Bu ortam faktörüne “dielektrik sabiti” denir ve D ile gösterilir. Hava için D 1.0 e yakındır.

$$F = \frac{q_1 \cdot q_2}{D \cdot d^2} \text{ diğ er bazı bileş ikler için } D \text{ ş öyle değ iş ir.}$$

Bazı bileş iklerin dielektrik sabitleri ař ađ ıdaki gibidir.

	<u>D</u>		<u>D</u>
Boş luk	1	CH ₃ OH	32,63
Hava	1	C ₂ H ₅ OH	24,3
Susuz HCN	107,0	Aseton(dimetilketon)	20,7
Su	78,54	Etil asetat	6,02
Susuz H ₂ SO ₄	101,0	Eter	4,23
Benzen	2,28	Dioksan	2,21

Polar molekül: Bir molekülde + ve – yüklerin ađ ırlık merkezlerinin üst üste gelmediğ i moleküllere polar molekül denir. Suda da bulunan bu özellik (polarlık) nicel olarak dipol momentle verilir. Bir molekülün + ve – yük merkezlerinin yükü q ise ve yükler arası uzaklık da d ise μ ile gösterilen dipol moment $\mu = d \cdot q$ ile verilir ve birimi debyedir (D).

Polar moleküllere dipol molekül de denir. Ancak içinde polar bađ bulunan her molekül dipol olmayabilir. CCl₄ ve CO₂ gibi.

Su molekülleri arasında 3 türlü bağ vardır.

- Dipol-dipol bađ ları
- Hidrojen bađ ları
- Van der Waals bađ ları

Kovalent bağ lardan 8-10 kez daha zayıf olan hidrojen bağ ları Van der Waals bağ larından çok kuvvetlidirler. Suyun sıcaklığ ı artıka molekül arındaki boş luklar büyümele birlikte 100 °C ye kadar hidrojen bağ ları etkili olduğ undan 100 °C deki suyun buharlaş ma ısısı 540 kcal/gr gibi yüksek bir değerdedir

Deniz suyu

Dünyadaki suyun % 97,13 ünü denizler ve buzullar , % 2,24 ünü yer altı suları , % 0,61 ini nehirler ve göller ve % 0,02 sini de dereler oluşturur. Deniz suyunun temel bileş enleri ve konsantrasyonları ppm olarak ş öyledir.

Bileş en	konsantrasyon
_____	<u>mg/L</u>
Na	10.500
Mg	1.350
Ca	400
K	380

Cl ⁻	19.000
SO ₄ ⁻²	2700
Diğer katılar	34
Sr	8
B	4,6
F	1,3
N	0,5
Li	0,17
I-	0,06
Cd	1.10 ⁻⁴
Hg	3.10 ⁻⁵
Rd	1.10 ⁻⁷
Cr	0,05
Br ⁻	65

Deniz suyunun yoğunluğu 20 °C de 1,0243 gr/ml dir. Havayı oluşturan N₂ ve O₂ suda az çözünür. O₂ nin sudaki çözünürlüğü sıcaklıkla ve deniz seviyesinden yükseklikle şöyle değişir.

Deniz seviyesinde, 20 °C de O₂ nin sudaki çözünürlüğü 9,1 mg/lt dir. Aynı sıcaklıkta deniz seviyesinden 1000 m yükseklikte 8,2 mg/lt ve 2000 m de ise 7,4 mg/lt dir.

SUDA ÇEŞİTLİ İYONLAR VE ETKİLERİ

F⁻: Vücuda alınan belirli miktardaki F⁻ süt dişlerinin değişme yaşına kadar (6-7 yaş) dişlerin yapısına girerek çürümelere karşı dayanıklı kılmaktır. Ancak belirli sınırların üzerinde alındığında dişlerin oluşmasında bozukluklara neden olmakta ve alınan F⁻ miktarıyla orantılı olarak dişlerde beyazdan sarı, kahverengi ve hatta siyaha kadar renk değişikliği-lekeli mine tabakası oluşumu saptanmış ve deneylerle ispatlanmıştır. Süt dişlerini değiştirme devresinden sonra vücuda alınan az veya çok F⁻ ün dişler üzerinde herhangi bir etkisi yoktur. Ancak hayatının uzun bir döneminde yüksek konsantrasyonda F⁻ içeren sularla beslenenlerde kemik Fluorozisinin olduğu da bir gerçektir. Kemik Fluorozisi; kemiklerde oluşan aşırı ve düzensiz kemikleşme (özellikle boyun bel ve kalça kemiklerinde) ile sinirlerin üzerine etkili baskılar sonucu ağrılar ve felçler meydana gelmektedir Prof. Dr. S. Yumrutuğ, 1988).

Besin maddeleri F⁻ ce çok fakirdirler. Vücudun ihtiyacı olan F⁻ kaynağı içme sularıdır. İnsanın ihtiyacını karşılamak üzere içme sularının içermesi gereken F⁻ konsantrasyonu iklime bağlı olarak (sıcak bölgelerde daha fazla su içildiğinden) 0.5-1 ppm olmalıdır. Ülkemizde 25 İl' den alınan su örneklerinde 1952-54 lü yıllarda yapılan çalışmada 0-1 ppm F⁻ saptanmıştır. Ancak Isparta-Gölcük deki sularda 3,4 – 3,6 ppm F⁻

iyonu, Samsun-Havza'da içme suyu olarak kullanılan kaplıca suyunda ise 2,8 ppm F bulunmuştur. Bu yörelerdeki pek çok kimsede diş fluorozisi tesbit edilmiştir.

CO₂: Sudaki CO₂ ; CO₃⁻², HCO₃⁻ ve serbest halde bulunur. Suda serbest CO₂ nin bulunmasının insan sağlığına zararı yoktur. Suyun lezzetli olmasında rolü vardır. Ancak yüksek CO₂ li suların pH ı düşük olacağından asidik özellikten dolayı korrozif, aşındırıcı ve dolayısıyla içinden geçtiği borulardan bulunabilecek Cu , Zn , Pb , Fe, Ca, Mg gibi elementlerin çözeceğinden toksik etkiden sertliğin artmasına kadar değişik etkilere neden olurlar. Doğada serbest CO₂ li sular fazla değildir.

Fe : Yüksek Fe tuzları içeren sulara bozuk madeni lezzet yanında ev işlerinde ve endüstri kuruluşlarında kullanılmaya elverişsizdir. Doğadaki sular az çok Fe içerirler.

Cu: Normalde sulara çok çok az bulunur. Cu suya ancak su şebekesindeki borulardan, kalaysız bakır kaplardan asidik suların çözmesiyle geçer. Suda maksimum 1,5 ppm bulunabilir. Yüksek Cu konsantrasyonu zehirlenmelere de neden olur.

As: Bu metali içeren ilaçların ve herbisit, insektisit olarak kullanıldığı yerlerde bu metalin bulaştığı topraklardan sulara eser halde geçtiği saptanmıştır. Çok toksik olan ve normalde suda çok çok az bulunan As in suda müsaade edilen maksimum konsantrasyonu 5.10⁻³ ppm (5 ppb) dir.

Pb: Canlı bünyesinde toplanarak toksik etkisi artan bir element olduğundan içme sularında eser halde bile bulunmamalıdır. Genellikle Pb içeren borulardan suya geçebilir. Pb suyun renk, koku, bulanıklık ve lezzetini bozmadığından sudaki varlığı ancak duyarlı enstrümantal yöntemlerle (GF-AAS veya ICP-AES gibi) veya önderiştirmeden sonra alevli AAS ile tayin edilebilir.

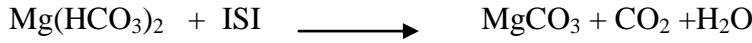
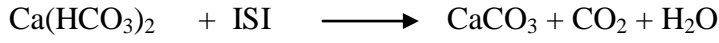
Al: İçme suyunda müsaade edilen alüminyum konsantrasyonu 0.2 ppm dir. Al un fazlasının özellikle gelişimini tamamlamamış bebek ve çocuklarda beyin fornsiyonlarını bozduğu çok sayıda bilimsel makale tarafından rapor edilmiştir. Zaten atalarımız yüzyıllar önce alüminyumun bu özelliğini keşfetmiş olacaklar ki! gençlerin heveslerine uymaması için toplu yemeklere şap (KAl(SO₄)₂·12H₂O) koymuşlar (Kim bilir belki günümüzde hala koyanlar vardır). Ben birkaç kez yurt yemeğinin analizini bu amaçla yaptım, anlamlı bir değer bulmadım. Bu konunun medyada işlenmesi ve hala eski alışkanlıkları devam ettiren varsa, engellenmelidir.

SUYUN SERTLİĞİ

Sabunun köpürmesini engelleyen, derinin yumuşaklığı için uygun olmayan, besin maddelerinin pişmelerini geciktirerek güçleştiren suyun sertliği suda çözünen tuzlardan

kaynaklanmaktadır. Bu tuzlardan özellikle $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ve $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ile CaSO_4 ve MgSO_4 birinci dereceden suyun sertliğinden sorumludurlar. CaCl_2 , MgCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ve $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ tuzları suya sertlik vermede çok az rol oynarlar. Ca^{+2} , Mg^{+2} ve Fe^{+3} ün sabunun köpürmesini engellemesi sabundaki karboksilat iyonlarıyla bu katyonların suda çözünmeyen bileşikler oluşmasındandır. Suya sertlik veren maddelerin toplam etkisine Total (toplam) sertlik denir. Suyun ısıtılması veya havalandırmasıyla bikarbonatlardan CO_2 uçmasıyla CO_3^{-2} bileşiklerine dönüşmesi sonucu Ca^{+2} , Mg^{+2} veya Fe^{+3} ün sudan ayrılmasıyla giderilebilen sertliğe geçici sertlik denir. Bu şekilde uzaklaştırılmayan CaSO_4 , MgSO_4 lardan kaynaklanan sertliğe de kalıcı sertlik denir.

Toplam sertlik = geçici sertlik + kalıcı sertlik



Kaynatmanın uygulandığı kazan ve borularda oluşan katı çökelekler (kazan taşı gibi) genellikle CaCO_3 ve MgCO_3 tan kaynaklanır. Kalıcı sert suya Na_2CO_3 (çamaşır sodası) eklenerek CaCO_3 in çökmesi sağlanır. Suyun sertliği, sertlik derecesiyle ifade edilir. Amerikan sertlik derecesi, Fransız sertlik derecesi, Alman sertlik derecesi gibi değişik ülkelere ait birimlerden, Ülkemiz Fransız derecesini kullanmaktadır.

1 F.s.d = 10 mg CaCO_3 /L

1 Alman s.d = 17,8 mg CaCO_3 / L

1 Amerikan s.d = 1 mg CaCO_3 /L

1 İngiliz s.d = 14,3 mg CaCO_3 /L

Suların sertlik dereceleri şöyle sınıflandırılabilir.

<u>mg CaCO_3/L</u>	<u>Sertlik derecesi</u>
0-75	yumuşak
75-150	orta sertlik
150-300	sert
300 ve üzeri	çok sert

İÇME VE KULLANMA SULARININ TEMİZLENMESİ:

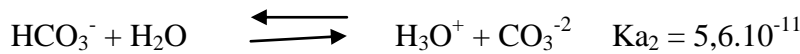
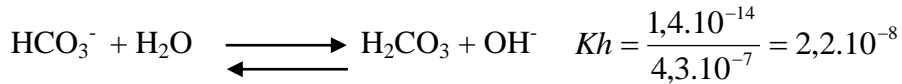
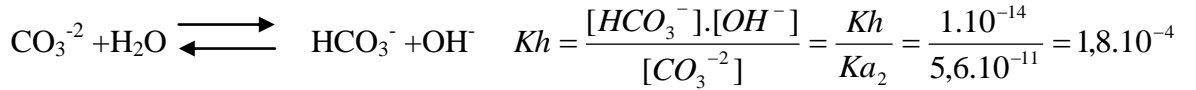
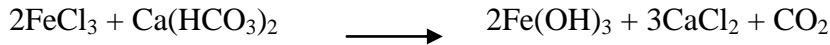
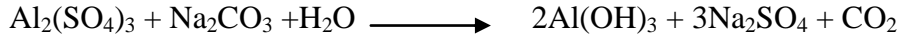
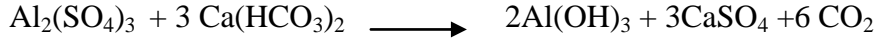
Bu amaçla :

1- Suyu hastalık yapan mikroorganizmalardan arındırmak

2- istenmeyen özelliklerini düzeltmek, eksikliklerini ilave etmek, zararlı ve tehlikeli maddelerde kurtarma işlemlerini uygulamak.

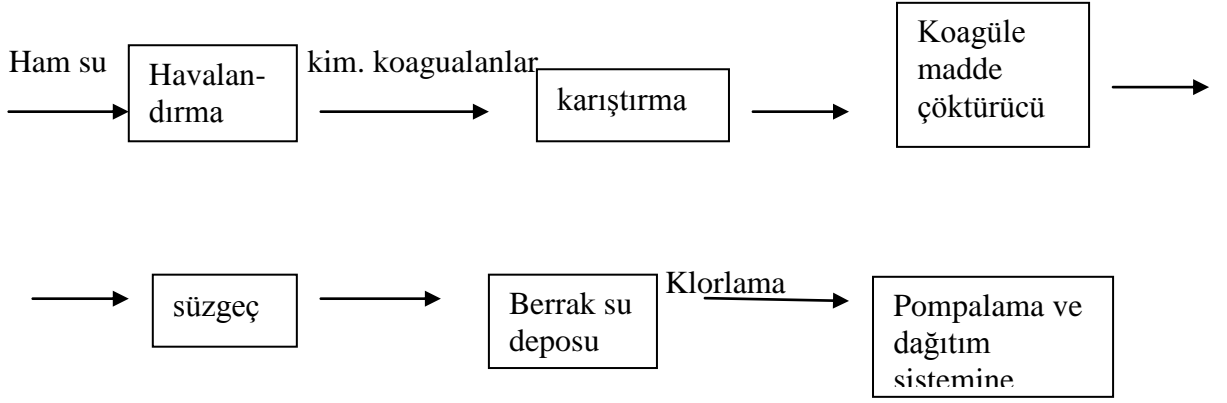
Suyun fiziksel bozukluklarından kokusunun giderilmesi için su fıskiye şeklinde fişkirtılarak veya çağlayan gibi yüksekten düşürülerek suya koku veren gazlar uçurulur.

Bulanıklığın giderilmesi için bir elektrolit varlığında koagüle (topaklaşmış) maddeler oluşturacak reaktifler eklenir. Özellikle halk arasında şap olarak bilinen $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14 H_2O$ ve $FeCl_3$ kullanılır. Bu maddeler suyla karıştırıldıklarında hidroksitleri halinde çökerler.



Bulanıklığın giderilmesi için çöktürücü konsantrasyonu iyi ayarlanıp (4,3-51,3 ppm) suyun pH ı (en uygun pH=6) ve sıcaklığı iyi ayarlanmalıdır.

Bu proseslerdeki işlemlerle çökmeyen partiküllerin de ayrılması için su dinlenme havuzlarından aşağıda görülen kum süzgeçlerine sevk edilir.



SUYUN DEZENFEKSİYONU

Sudaki hastalık yapan patojen mikropların öldürülmesi için uygulanır. Fiziksel ve kimyasal olmak üzere 2 yöntemle yapılır.

Fiziksel yöntemlerle suyun dezenfeksiyonu

Isı ile: Kişisel ve ev ihtiyaçları gibi az miktarlardaki sulara uygulanabilir. 760 mmHg basınçta suyun 100 °C de 5 dakika kaynatılmasıyla sudaki enfeksiyon yapan bütün mikroplar ölür. Bu süre ve bu sıcaklıkta sporlu mikroplar ölmezlerse de etkisiz hale gelirler. Büyük miktardaki sulara bu yöntemi uygulamak pratiklik, enerji sarfıyatı yönünden dezavantajlı olduğu gibi kaynamış suyun gazları ve havası uzaklaştığından suyun lezzetinin yayvanlaşmasına neden olur.

UV ışınları ile: UV ışınları ile de dezenfeksiyon yapılabilirse de hem ekonomik olmaması hem de her yerde ve her şartta uygulanmasının zor olması nedeniyle pratik bir yöntem değildir.

Kimyasal maddelerle suyun dezenfeksiyonu

Suyun dezenfeksiyonu için kullanılacak kimyasal maddelerde şu özellikler aranır.

- Sağlık açısından zararlı ve zehirli bir etki taşımamalıdır.
- Sudaki patojen mikropları kısa sürde ve kesin olarak öldürmelidir.

Klor (Cl₂) ile dezenfeksiyon: Temininde ve uygulanmasındaki kolaylık, ucuz olması ve mikropları öldürme yeteneğinin yüksek olması nedeniyle Cl₂ günümüzde en çok kullanılan dezenfeksiyon aracıdır. Suyun klorla dezenfeksiyonunda kullanılan kimyasal bileşikler etki sırasına göre aşağıda verilmiştir.

<u>Madde</u>	<u>aktif formu</u>	<u>Faydalanılabilen Cl₂ %</u>	<u>Açıklama</u>
Sıvı klor	Cl ₂	100	yüksek basınçta sıvılaştırılır ve bombalarda saklanır.
Kalsiyum hipoklorür	Ca(OCl) ₂	70	
Sodyum hipoklorür	NaOCl	4,5-16	sadece çözeltisi bulunur
Kireç kaymağı	CaClOCl	35	saklamakla klor miktarı azalır.
Organik kloraminler	NCl ₂		Çok dayanıklı ve kolay taşınırlar

Sudaki mikropları öldüren HOCl molekülüdür. Yukarıdaki bileşiklerden oluşan HOCl formu ne kadar yüksekse etkisi de o derece artar.

İlgili reaksiyonlar:

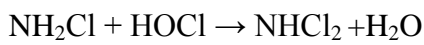
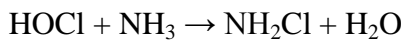


pH=10 da OCl⁻ maksimumdur.

Sıvı klor suya özel aletlerle verilir. Cl₂ çok zehirli bir gaz olup havada 40-60 ppm lik maruz kalmada 1-2 dakika da ölümle sonuçlanır. Renk giderici, ağartıcı ve metaller için korroziftir. Az miktarlardaki sular için Cl₂ yerine bileşikleri kullanılır.

Suya eklenen Cl₂ veya bileşiklerinden oluşan HOCl ve OCl⁻ sudaki organik madde ve diğer indirgenlerle reaksiyona girerek harcanır (Arslan payı). Bu nedenle böyle reaksiyonlarla indirgenmemiş kklora residual (artık) klor denir.

Suda NH₃ veya tuzları varsa şu reaksiyonlar olur.

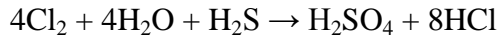
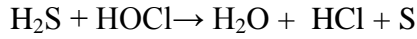


İyi bir dezenfeksiyon için serbest artık klorün 0,2 ppm in altına düşmemesi gerekir. Dezenfeksiyonu etkileyen faktörler:

- 1- Suyun pH ı düşükçe etkisi artar.
- 2- Sıcaklığı artıkça etkisi artar ve hızlanır.
- 3- Berraklık: bulanıklık yapan cisimler hem fazla klor harcarlar hem de mikropları Cl₂ nin etkisinden korurlar.
- 4- iyi karıştırılmalı ve en az 30 dakika süre ile etkileşme sağlanmalıdır.

Süperklorizasyon yönteminde arslan payı hesaplanmaksızın suya 5-10 mg/l gibi yüksek dozda Cl₂ verilir. Bazı ülkelerde geriye kalan aşırı Cl₂ nötrleştirilmekte bazılarında ise herhangi bir işlem yapılmamaktadır. (Ülkemizde de böyledir.)

HOCl suya koku veren H₂S in giderilmesinde de kullanılır.



Yüzme havuzları suyu: Bu amaçla kullanılan su devrettiriliyorsa partikül ve saç döküntülerini çöktürmek için şap (Al₂(SO₄)₃ veya KAl(SO₄)₂·12H₂O) ile etkileştirilmeli ve süzülmalıdır. Yosun ve alglerin üremesini önlemek için CuSO₄ eklenmelidir.