

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

ÇEVRE SAĞLIĞI

**BAKİYE KLOR ÖLÇÜM ODAK KONTROL
NOKTALARI
850CK0015**

Ankara, 2011

-
- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
 - Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
 - **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR.....	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. ÖLÇÜM ODAK KONTROL NOKTALARININ TESPİT EDİLMESİ.....	3
1.1. Suların Dezenfeksiyonu	4
1.1.1. Dezenfeksiyon Metotları.....	4
1.2. Suların Kimyasal Maddeler ile Dezenfeksiyonu	5
1.2.1. Klor ve Klorlama ile Dezenfeksiyon	5
1.2.2. Sıvı Klor.....	6
1.2.3. Gaz Klor.....	6
1.2.4. Toz Klor	7
1.3. Klorlama Uygulamaları.....	8
1.4. Klorun Su Dezenfeksiyonundaki Etkisi	8
1.5. Klor Bakiyelerinin Türleri.....	10
1.5.1. Bağlı Klor.....	10
1.5.2. Bağımsız Klor (Serbest Klor).....	11
1.5.3. Toplam Klor	11
1.5.4. Klor İhtiyacı, Artık Klor Tespiti.....	11
1.6. Sularla Bulaşan Hastalıklar	11
1.7. Klorun İnsan Sağlığına Etkisi.....	12
1.8. Bakiye Klor Ölçüm Noktalarının Tespit Edilmesi.....	13
UYGULAMA FAALİYETİ.....	16
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	18
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	20
2. SUDAKİ BAKİYE KLOR ÖLÇÜMÜ VE DEĞERLENDİRMESİ.....	20
2.1. Klor Bakiyesi Ölçümü İçin Standart Metotlar	20
2.1.1. Standart Ortotolidin (OT) Metodu.....	20
2.1.2. Ortotolidin Flash Metodu	21
2.1.3. Ortotolidin-Arsenit (OTA) Metodu	22
2.2. Klor Talebinin Tespiti İçin Standart Metot	22
2.2.2. Klor Çözeltilerinin Standardizasyonu	22
2.3. Sudaki Klorun Ölçülmesi	23
2.3.1. Otomatik Serbest Klor Ölçüm Cihazı	24
2.3.2. Serbest Klor Ölçüm Cihazları.....	26
2.3.3. Basit Komparatör Yönteminin Uygulanması	26
2.4. Klor Test Kitleri ile Serbest Klor Ölçümü	28
2.5. Ortotolidin Kullanımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar ve İlk Yardım.....	30
2.6. Klorlama ve Serbest Klor Ölçümü ile İlgili Dikkat Edilmesi Gerekenler.....	30
2.7. Bakiye Klor Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi	32
UYGULAMA FAALİYETİ.....	34
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	36
MODÜL DEĞERLENDİRME.....	38
CEVAP ANAHTARLARI.....	40
ÖNERİLEN KAYNAKLAR.....	41
KAYNAKÇA	42

AÇIKLAMALAR

KOD	850CK0015
ALAN	Çevre Sağlığı
DAL/MESLEK	Çevre Sağlığı Teknisyenliği
MODÜLÜN ADI	Bakiye Klor Ölçüm Odak Kontrol Noktaları
MODÜLÜN TANIMI	Bakiye klor ölçüm noktaları belirlenerek bu noktalardan serbest klor ölçümünün nasıl yapılacağı, kayıtlarının nasıl tutulacağı verildiği bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖNKOŞUL	Dezenfektanları ve Dezenfeksiyon Teknikleri ve Kuyu ve Depoların Klorlanması modüllerini almış olmak
YETERLİK	Çalışma bölgesindeki bakiye klor ölçüm odak kontrol noktalarını tespit etmek
MODÜLÜN AMACI	<p>Genel Amaç Gerekli ekipmanlar verildiğinde çalışma bölgesindeki ölçüm odak kontrol noktalarını tespit edebilecek ve bakiye klor ölçümünü yapabileceksiniz.</p> <p>Amaçlar</p> <ol style="list-style-type: none">1. Risk analizi yaparak çalışma bölgesindeki ölçüm odak kontrol noktalarını tespit edebileceksiniz.2. Tespit edilen odak kontrol noktalarından bakiye klor ölçümünü yapabilecek ve ölçüm sonuçlarını değerlendirebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	<p>Donanım: Klor ölçüm cihazı (komparatör), ortotolidin veya tetrametilbenzidin solüsyonu, klor miktarı ölçülecek su numunesi, klor test kitleri, serbest klor ölçüm aletleri</p> <p>Ortam: Serbest klor ölçüm noktaları, okul teknik dershanesi, laboratuvar, su deposu, şebeke uç noktaları</p>
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	<p>Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz.</p> <p>Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.</p>

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Su, hayatın varlığı ve devamlılığı için vazgeçilmez bir kaynaktır. Her insan, günde yaklaşık 2 litre temiz içme suyuna ihtiyaç duymaktadır ve bu miktar dünya nüfusu için yaklaşık 12 milyon m³/güne ulaşmaktadır. Bu kadar hayati öneme sahip olan suyun sağlıklı, kaliteli ve yeterli düzeyde sunumu bir yaşam kalitesi ölçütü olarak kabul edilmektedir.

Ülkemizde içme ve kullanma suyu çok çeşitli kaynaklardan (kuyu, akarsu, baraj, göl vb.) temin edilmektedir. Bu nedenle şehir şebekesine ulaşana kadar çok çeşitli işlemlerden geçirilir. Bu işlemlerden bazıları suyun arıtılması ve klorlama işlemidir. 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 de yüksek dozlarda toksiktir. Düşük dozlarda klor patojen mikroorganizmalara yeterince etkili olamamaktadır. Klorlamanın kontrolünün sağlıklı yapılabilmesi için klorlanmış suların içindeki serbest klor miktarının ölçülmesi gerekir.

Bu modül ile korlanmış sularda bakiye klor miktarının ölçülmesi, değerlendirilmesi ve ölçüm noktalarının tespiti, bakiye klor ölçümünde kullanılan kimyasal maddeler, kullanılan araç gereçler ile düzenli ölçüm ve kayıt işlemlerinin yapılması hakkında bilgi edineceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Risk analizi yapılarak çalışma bölgesindeki ölçüm odak kontrol noktalarını tespit edebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bulduğunuz bölgedeki içme ve kullanma sularına uygulanan dezenfeksiyon tekniklerini araştırınız.
- Sularla bulaşan hastalıkların büyük salgın yapma nedenlerini araştırınız.
- Su klorlamasında kullanılan kimyasal maddelerin mikroorganizmalar üzerindeki etki mekanizmalarını araştırınız.
- Sudaki fazla klorun verdiği zararları araştırınız.

1. ÖLÇÜM ODAK KONTROL NOKTALARININ TESPİT EDİLMESİ

İnsan sağlığı ile ilgili en önemli etmenlerden biri olan su, yaşam için en gerekli maddelerden biridir. Kişinin vücut ağırlığının % 63-70'i sudur. Sağlıkla ilgili konularda su denildiği zaman içme suyu ile birlikte kullanma suları da düşünülmelidir.

Su, içinde bol miktarda mikroorganizma taşınabilmesi nedeni ile hastalıkların bulaşmasında en tehlikeli kaynaklardan biridir. Birey ve toplum hijyeninde en uygun temizlik maddesi olması dolayısı ile de bulaşıcı hastalıkların önlenmesinde en etkin olanıdır.

Kimyasal, bakteriyolojik ve radyoaktivite yönünden İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelikte belirtilen parametre limitlerine uygun olan sular sağlıklı su olarak tanımlanır.



Resim 1.1: Suyun görüntüsü

Tüketicie sağlıklı su ulaştırılması insan sağlığı ve bulaşıcı hastalıkların önlenmesi bakımından önemlidir. Ülkemizde içme ve kullanma sularının sağlık açısından takibi, ilgili mevzuata uygunluğu ile ambalajlı suların istihsalı (üretim), ambalajlanması, satışı ve denetlenmesi ile ilgili yükümlölükler Sağlık Bakanlığı tarafından yerine getirilmektedir. İnsan sağlığı açısından risk teşkil eden suların tüketilmesine izin verilmemektedir.

1.1. Suların Dezenfeksiyonu

Teknoloji ve tıp alanındaki gelişmelere rağmen hâlen insan sağlığını ve yaşamını tehdit eden en büyük doğal tehlikelerden biri hastalık yapıcı mikroorganizmalardır. 1900'lü yıllara kadar büyük çaplı salgınlar yaygın olarak görülmekte ve bunların başında da su kaynaklı salgınlar gelmekte idi. 1900'lü yıllardan itibaren içme sularının klorlanmaya başlanması ile su kaynaklı bulaşıcı hastalıkların görülme sıklığında önemli derecede azalma meydana gelmiştir.

Suyun içerdiği patojen mikroorganizmaların elimine edilerek emniyetle içilebilecek hâle getirilmesine suyun dezenfeksiyonu adı verilir. Suyun içerdiği bütün canlı organizmaların yok edilmesine ise (sporlu bakteriler dâhil) suyun sterilizasyonu denir. Sporlu bakteriler, diğer bakterilere nazaran dezenfektan maddelere karşı daha dayanıklı olduklarından normal dezenfeksiyon işlemleri ile giderilemez.

İçme sularının dezenfeksiyonunun amacı zararlı mikroorganizmaların yok edilmesidir. Bundan başka demir, manganez ve hidrojen sülfürün oksitlenmesi, hoş olmayan tat ve kokular meydana getiren bileşiklerin parçalanması, arıtım tesislerinde algelere ve çamurlara karşı koruma amacı da bulunmaktadır.

Suyun içim kalitesinin korunması ve bütün patojen etkenlerin yok edilmesi gerekir.

İçme sularının herhangi bir yöntemle dezenfekte edilmesinin amacı su ile yayılması muhtemel bulaşıcı hastalıkların önlenmesi ve halk sağlığının korunmasıdır.

1.1.1. Dezenfeksiyon Metotları

İçme sularının arıtılmasında kullanılan koagülasyon, flokülasyon, çökeltme, 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 kolloid 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 şarttır. Dezenfeksiyon işleminin birçok şekilde gerçekleştirilmesi mümkündür. Bunların en önemlileri şunlardır:

- Fiziksel usullerle dezenfeksiyon (kaynatma, ultraviyole ışınları)
- Kimyasal maddeler yardımıyla dezenfeksiyon [potasyum permanganat, ozon,
- halojen ve halojenli bileşiklerle (klor, kloraminler, iyot, brom, klordioksit, sodyum hipoklorit)]
- Diğer usullerle dezenfeksiyon (çok düşük ve çok yüksek pH ortamı meydana getirmek, ultra filtreler kullanmak gibi)

1.2. Suların Kimyasal Maddeler ile Dezenfeksiyonu

Hastalık yapıcı mikroorganizmaları ve sporlarını yok eden ürünlere dezenfektan denir. Yaygın olarak kullanılan dezenfektanlar kimyasal maddelerdir. Katı, sıvı ve gaz hâlinde kullanılır. Dezenfektanlar genel olarak kuvvetli toksik etkiye sahip maddelerdir. Bu nedenle ancak belirli koşullarda kullanılır.

1.2.1. 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.

Klor, VII A grubunda bulunan en hafif, keskin kokulu, yeşilimsi sarı renkli, tahriş edici ve toksik bir gazdır. Havadan 2,5 kat ağır olan klor ilk zamanlar bir bileşik olarak kabul ediliyordu. Klorun simgesi Cl, atom sayısı 17, atom ağırlığı 35,453'tür. Suda az çözünür. -34 °C sıcaklığa kadar soğutulduğu ya da sıkıştırıldığı zaman kolayca sıvılaşıyor. Klor, flor, brom, iyot ve astatla halojenler grubunu oluşturur. Halojenlerin son yörüngelerinde yedi elektron vardır ve diğer elementlerden sekizinci bir elektron alma eğilimi gösterirler.

- Suların dezenfeksiyonunda klorun tercih edilmesinin sebepleri şunlardır:
 - 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 imal edilmesi
 - Ucuz olması
 - Meydana gelen kloramin bileşikleri sayesinde dezenfeksiyon işleminin devam etmesi

Klor, suya karıştırıldığı anda suyun içindeki bazı organik maddeler ve ağır metallerle reaksiyona geçer. Tüm reaksiyonlar meydana geldikten sonra 0.5 mg/lit serbest bakiye klorun suda bırakılması, nihai kullanım noktasına kadar mikroorganizma faaliyetini önler.

Klor, insana ve gıda ürününe zararlı birçok mikroorganizma üzerinde etkili olması dolayısı ile hâlen yaygın olarak kullanılmaktadır. Diğer dezenfeksiyon yöntemlerine göre klor çok ucuzdur. Klor ile dezenfeksiyon birkaç değişik formülasyona sahip klorlu kimyasal maddeler ile yapılabilir. Başlıcaları şunlardır:

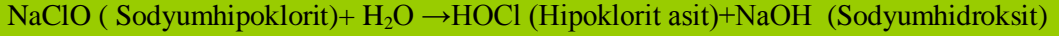
- Sıvı klor (Sodyum hipoklorit)
- Gaz klor (Saf klor)
- Toz klor (Kalsiyum hipoklorit)

1.2.2. 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 kez 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 hâlinde uçar ve sıvı içindeki aktif klor miktarı çok azalır.

Sıvı klor suya katıldığında aşağıdaki kimyasal reaksiyonu oluşturur:



1.2.3. Gaz Klor

Klor içeren dezenfeksiyon kimyasalları içinde en saf olanı gaz klordur. Ülkemizin sanayi bölgelerinde piyasada bulunabilen gaz klor, 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.

Teneffüs ettiğimiz 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 şunlardır:

- Sarımsı yeşil bir gazdır.
- Çok keskin bir kokusu vardır.

- Havadan 1,5 – 2,5 kez daha ağırdır.
- Bir sıvıda kolayca yoğunlaşabilir.
- Kuru olduğu zaman metallere tesiri yok denecek kadar azdır.
- Islak hâlde, metallere etkisi çok fazladır. Korozyona sebep olur.
- Boğaz, burun ve dil zarlarını tahriş eder. Klor konsantrasyonu % 0,1 olan hava 5 dakika solunursa ölüme sebebiyet verir.
- 100 gram suda 10 °C ve 1 atmosfer basıncında ancak 1.0 gram, 15 °C'de ve 1 atmosfer basıncında ancak 0.84 gram, 37 °C'de ise ancak 0.47 gram klor eriyebilir, fazlası erimez yine gaz hâlinde havaya karışır.

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

- Klor gazı çok zehirli ve tahriş edici bir gazdır. Dikkatli ve bilinçli kullanılmalıdır.
- Fazla kullanılması hâlinde suyun lezzet ve kokusunu bozar. Suyu yeter miktarda ilave edilmelidir.
- Kloritin (ClO₂) kanda hemoglobini okside ederek vücuttaki görevini yapamaz duruma getirir. Diğer taraftan kloraminlerin mutagen maddeler olduğu, insan sağlığı üzerinde zararlı etkilere yol açtığı bilinmektedir.
- Klor (Cl₂) 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 / lt'den daha az derişimlerde bulunsada dahi suyun tadını bozar.
- İçme suyunun klor ile dezenfeksiyonunda ayrıca klorlu hidrokarbon bileşikleri de (haloformlar) meydana gelir.

1.2.4. Toz Klor

İnsan sağlığına zararlı olmayan toz klor piyasada kalsiyum hipoklorit Ca(ClO)₂ şeklinde bulunur. Toz klor genelde %65 aktif klor içerir.

İşletmelerde toz klor kullanırken 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 aşağıdaki reaksiyon oluşur:

$$\text{Ca(ClO)}_2 \text{ (Toz Klor=Kalsiyum hipoklorit)} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{(Aktif Klor= Hipoklorik Asit)} 2 \text{HOCl} + \text{(Kalsiyum hidroksit)} \text{Ca(OH)}_2$$

1.3. Klorlama Uygulamaları

Klorlama, amaca bağılı olarak çeşitli şekillerde uygulanmaktadır. Bu uygulamalar:

- **Basit klorlama:** Arıtım gerektirmeyen temiz sulara veya filtrasyon gibi basit bir arıtmadan sonra yapılan klorlama, basit klorlama olarak adlandırılır. Bu uygulamada artık klor, serbest klor şeklindedir.
- **Serbest artık klor klorlaması:** Arıtmadan geçmiş sulara uç noktada kalacak artık klorun en az %80'inin serbest klor olacağı şekilde yapılan klorlamadır. Bu uygulamada sudaki amonyak ve organik azot önem taşır. Yöntem kırılma noktası klorlaması olarak da adlandırılır.
- **Serbest artık klor klorlaması ve klor giderme:** Bu yöntem serbest artık klorlaması ile aynı şekilde uygulanır. Ancak klorlama sonrası, serbest klorun bir kısmı giderilir. Bu uygulama süper klorlama ve klor giderme olarak da bilinmektedir.
- **Kloraminasyon:** Bu uygulamanın amacı, suyu klorlamadan önce amonyak ilave ederek sonuçta monokloramin şeklinde artık klor kalmasının sağlamaktır.
- **Ön klorlama:** Suyun arıtılmasında bütün işlemlerden önce yapılan klorlamadır.
- **Ara klorlama:** Suyun arıtılmasında arıtma kademeleri arasında özellikle filtrasyon öncesi yapılan klorlamadır.

1.4. Klorun Su Dezenfeksiyonundaki Etkisi

Dezenfeksiyon işleminin etkisi;

- Suda bulunan aktif klor miktarına (mg/lit 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. Aşağıdaki tabloda suyun pH derecesine göre aktif klorun aktif olma oranı gösterilmektedir.

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

Tablo 1.1: pH değeri ve klorun aktif olma değeri

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

PH değeri	Asgari klor bakiyeleri	
	Serbest (ppm)	Bağlı (ppm)
7,0'e kadar	0,2	0,1
7,0-8,0	0,3	1,5
8,0'den sonra	0,4	2,0

Tablo 1.2: Asgari klor bakiyeleri ve pH değeri

Klorun su ile temas süresi sonucunda suda kalan klorun (bakiye klor) ölçülmesi gerekir. Temas süresi sonunda şehir sularında musluktan akan suyun içinde bakiye klor en az 0,5 mg/lt aktif klor olmalıdır.

Suyun grubu	Asgari temas süresi Serbest klor bakiyesi temini hâlinde (Dakika cinsinden)	Bağlı klor bakiyesi temini hâlinde (Dakika cinsinden)
Yalnız klorlamaya tabi tutulan içme ve kullanma suları	10	30
Aritım işlemlerine tabi tutulan içme ve kullanma suları	30	60

Tablo 1.3: Su grubu ve temas süreleri

Her dezenfektan maddenin mikroorganizma öldürme süresi (temas süresi) farklıdır. Bu süre sudaki aktif klor miktarına, suyun pH derecesine ve suyun sıcaklığına göre değişir. İşletmedeki suyun içine konacak klor miktarı, temas süresi ve alınan sonuç ancak testler sonunda ortaya çıkar. Temas süresi sonunda işletmeye verilen suyun içindeki bakiye aktif kloru ve suyun pH derecesini ölçen cihazların her işletmede bulunması; bu değerlerin günde birkaç kez kaydedilmesi gerekir. Bu bilgileri sürekli ölçen ve bir bilgisayara kaydeden otomatik ölçüm cihazları da bulunmaktadır.

Sular klorlanacağı zaman suyun çeşitli özellikleri bilinmelidir. Ancak böyle bir olanak yoksa aşağıdaki tabloya göre klor solüsyonu hazırlanarak kullanılmalıdır. Artık klorun normal değeri 0,2 – 0,5 ppm (milyonda bir kısım) dir. Artık klor belirli bir temas süresi sonunda sudaki organik maddeler ve mikroorganizma için gerekli klor ihtiyacı karşılandıktan sonraki klor miktarıdır.

Çeşitli sulara verilecek takribi başlangıç dozları:

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

Tablo 1.4: Suyun kalitesi ve verilmesi gereken asgari klor dozu

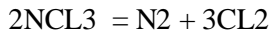
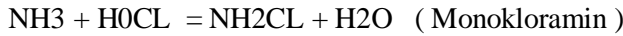
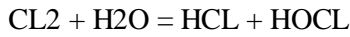
1.5. Klor Bakiyelerinin Türleri

Sulara 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: Serbest, bağlı ve toplam klor.

1.5.1. Bağlı Klor

Bağlı klor, klorun bir organik yapı içine girerek onun parçalamadan önceki hâlidir.

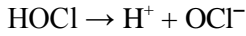
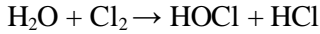


Klorun azotla yaptığı NH_2Cl , NHCl_2 ve NCl_3 gibi bileşiklere kloramin denir. Başka bir ifadeyle suların amonyak ile reaksiyonu sonucu oluşan kloramine verilen addır. Kloraminler (=Bağlı Klor) yoğun olarak kullanılması durumunda karakteristik klor kokusuna neden oldukları gibi mukozada ve vücutta irritasyona yol açar.

1.5.2. Bağımsız Klor (Serbest Klor)

Sulardaki HOCl ve OCl⁻ konsantrasyonlarının toplamıdır. Serbest klor dezenfeksiyon ajanı olarak tüm mikroorganizmaları öldürür ve organizmaları okside eder. Uygun dozlarda serbest klor hiçbir şekilde tat veya koku ile algılanamaz ve hiçbir irritasyona neden olmaz.

Klorun HOCl, OCl⁻ ve Cl₂ şeklindeki bileşiklerine serbest klor denir. Bağımsız hazır klor artığı denilince akla hipoklorit asit (HOCl) gelmektedir. Hipoklorit asit zayıf bir asittir ve aşağıdaki iyonlara ayrılmaktadır.



Bu çözülmenin derecesi suyun pH değerine bağlıdır. pH 5 düzeyinde sıcaklık 20 °C'de ise hipoklorit asit solüsyonunun % 100'ü HOCl şeklindedir. Suyun pH derecesi yükseldikçe ayrışım başlar ve pH 8 olduğu zaman sadece % 23,2'si HOCl, geri kalan % 76,8'i ise OCl⁻ şekline dönüşmüştür. Bu olay, OCl⁻ iyonunun mikroorganizma öldürme özelliği HOCl'a kıyasla çok önemlidir.

1.5.3. Toplam Klor

Serbest klor ve bağlı klor konsantrasyonlarının toplamına eşittir.

1.5.4. Klor İhtiyacı, Artık Klor Tespiti

Suya verilen klorun bir kısmı suyun içerdiği organik maddelerle reaksiyona girerek harcanır. Dezenfektan etki ve organik maddelerle birleşme faaliyetleri aynı zamanda meydana gelir. Fakat organik maddelerin ihtiyacı karşılanmadan mikroorganizma öldürme etkisinin başlamayacağı bilinmelidir.

Klor ihtiyacı devam eden bir reaksiyondur, 10 dakika veya kabul edilen başka bir süre sonundaki klor ihtiyacı takribi bir fikir vermeğe yarar. Sonra bu ihtiyaç, uygulanan klor dozu ile artar.

Sulardaki artık klor miktarını tayin etmek, yani bir suyun klorla gerektiği şekilde dezenfekte edilip edilmediğini anlamak için yapılan bir kontroldür.

1.6. Sularla Bulaşan Hastalıklar

Su ile bağlantılı enfeksiyon hastalıkları bulaşma yollarına göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır:

➤ **Sudan kaynaklanan hastalıklar**

Özellikle ılıman, sıcak iklimlerde insan ve hayvan dışkıları ile kirlenen suda mikroorganizmalar rahatlıkla taşınır. Bakteriler ile kirlenmiş su şebekesinden çok kişinin yararlanması nedeniyle büyük çapta salgınlar çıkar. Bu gruptaki mikroorganizma suda pasif olarak taşınır. Tifo, kolera, viral hepatit bu gruba giren hastalıklardandır. Korunma yöntemi suyun niteliğinin iyileştirilmesi, yani temiz tutulmasıdır.

➤ **Su yokluğundan kaynaklanan hastalıklar**

Suyu yetersiz olan yörelerde kişisel hijyenin sürdürülmesi güçleşir. Vücudun, besin maddelerinin, mutfak araçlarının ve giysilerin istenilen düzeyde yıkanamaması nedeni ile hastalığın bulaşma ihtimali artar. Trahom ve bazı bağırsak hastalıkları, basilli dizanteri bu gruptadır. Kullanılan suyun niteliği ve niceliği arttıkça hastalığın önlenabilirliği artar.

➤ **Suda yaşayanlar ile bulaşan hastalıklar**

Bazı parazit yumurtaları suda yaşayan omurgasızlarda, örneğin salyangozda, yerleşir ve gelişir. Olgunlaşan larvalar suya dökülür, suyun içilmesi ya da su ile ilişki sonucu enfeksiyona yol açar. Şistozomiyazis bu grubun tipik örneğidir.

➤ **Su ile bağlantılı vektörler ile bulaşan hastalıklar**

Sivrisineklerin yol açtığı sıtma bu gruba girer. Durgun su birikintilerinin ortadan kaldırılması ve suyun borularla taşınması ile önlenir.

Sonuç olarak sulara birçok hastalık etkeni karışabilir. Bunlar insan ve hayvanların dışkı ve idrarları ile karışabildiği gibi lağım sularının su kaynaklarına sızmasına bağlı olarak da mikroorganizma ürer. Bunun sonucu olarak da birçok bağırsak enfeksiyon hastalığı (kolera tifo, dizanteri gibi) meydana gelir. Ayrıca leptospiroz, çocuk felci, sarılık vb. birçok enfeksiyon hastalığı ve çeşitli parazitler de sularla insanlara bulaşır.

1.7. Klorun İnsan Sağlığına Etkisi

Yirminci yüzyılın başından itibaren dezenfektan olarak kullanılan klorun hastalıkları azalttığı kanıtlanmıştır. Ancak klor bilinçsizce ve fazla miktarda kullanıldığında sudaki diğer kirletici maddelerle birleşerek kloroform (trihalometan) oluşturur. Dezenfeksiyon yan ürünü olarak meydana gelen kloroform, kanser gibi sağlık problemlerine yol açar. Suda halometanlar meydana gelmiş ise çeşitli yöntemler ile miktarı düşürülebilir. Bu yöntemler havalandırma, aktif karbon ilavesi ve arıtmadır.

Depolanmış suya klorlama işlemi yapılmadan önce depoda bulunan su miktarının hesaplanması, depoya giren ve çıkan su debisinin ölçülmesi gerekir. Depoda bulunan su için hacim hesabı, giriş ve çıkış için debi hesabı yapılır. Daha sonra klorlama işlemine geçilir.

Dünya Sağlık Örgütü klorla ilgili şu sonuçlara ulaşmıştır:

- Dezenfeksiyon yan ürünleri kaynaklı olabileceği ileri sürülen sağlık riskleri, yetersiz dezenfeksiyon sonucu ortaya çıkabilecek sağlık risklerine göre son derece azdır.
- Dezenfeksiyon yan ürünleri oluşumunu azaltmak için suların dezenfeksiyonunu engelleyecek veya azaltacak hiçbir uygulama onaylanamaz.
- Dezenfekte edilmemiş bir içme suyunda bulunabilecek patojen mikroorganizmaların dezenfekte edilmiş sulardaki dezenfeksiyon yan ürünlerine göre en az 100-1000 kat fazla tehdit oluşturur.

İçme ve kullanma sularının klorla dezenfeksiyonuna bağlı olarak kansere neden olan bazı bileşiklerin meydana geldiği konusundaki görüşler ve bu amaçla yürütülen çalışmalar oldukça yoğunlaşmıştır.

Yaşadığımız ortamda kanserojen olarak bilinen bir kısım maddeler su kaynaklarında da bulunabilmektedir. Örnek olarak tarım alanlarındaki zararlı mücadelesinde kullanılmakta olan DDT (diklorodifenoltrikloroethan), aldrin ve dieldrin gibi klorlu hidrokarbon yapısındaki insektisitler doğrudan doğruya kanser oluşturucu kimyasal maddeler arasında bulunmaktadır. Ancak içme sularının dezenfeksiyonunda kullanılan klorun kendisi kanser yapıcı değildir. Klor gibi herhangi bir halojenin suya verilmesi hâlinde su içinde uygun özellikteki organik maddenin, örnek olarak humik asit gibi, bulunması hâlinde trihalometan veya bu grubun temsilcilerinden biri olan trihalometan oluşmaktadır. Bu maddeler kansere neden olabilir.

1.8. Bakiye Klor Ölçüm Noktalarının Tespit Edilmesi

Sağlıklı yaşam için sağlıklı ve güvenilir su temini hiç bir zaman ihmal edilemeyecek bir gereksinimdir. Toplumun yeterli ve temiz içme suyuna kavuşması, suların bakteriyolojik kirliliğinin önlenmesi amacı ile suların dezenfekte edilmesi gerekir. Bu da ülkemizde çoğunlukla klor ile gerçekleştirilmektedir.

Belirlenen temas süreleri sonunda uygun klor bakiyelerinin elde edilip edilemediği sürekli olarak kontrol edilecek ve klor dozu bu ölçme sonuçlarına göre ayarlanacaktır. Bakiye klor tespiti asgari, günde bir defa olmak üzere işletme şartlarının her değişiminde yapılmalıdır.

Bakiye klor tespitine yönelik aşağıda verilen kriterlere uyulmalıdır;

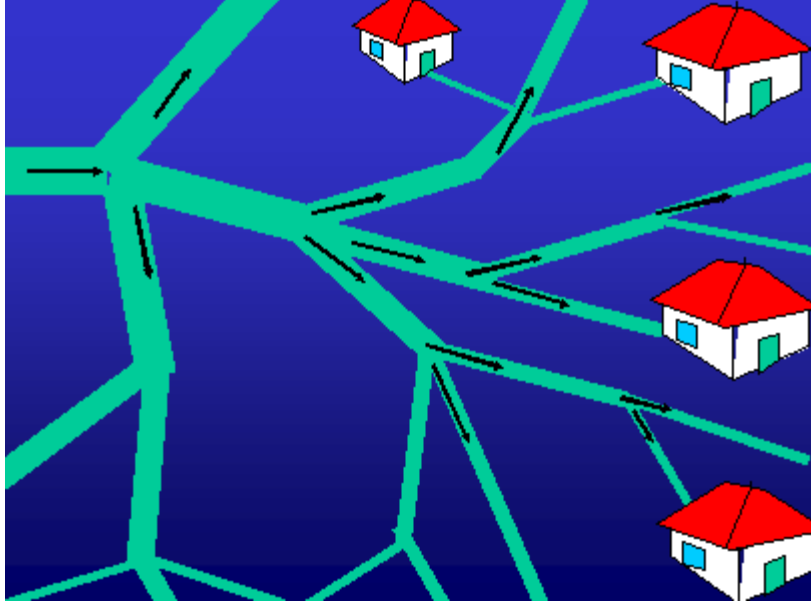
- Kirlenme açısından kritik noktalar tespit edilmelidir. Bu, krokilerde işaretlenmelidir. Bu konuda belediyelerden yardım alınmalıdır.
- Kuyu suyundan yararlanılan bölgelerde kuyular kayıt altına alınmalı ve denetlenmelidir.
- Klorlama cihazlarının günün 24 saatinde mutlaka çalışır durumda olması, arızalanan cihazların ilgili kuruluşlarca derhâl tamirinin yapılması, klorlama cihazlarının tamiri sırasında geçici önlemlerin ihmal edilmemesi, klorlama cihazlarının yedekli olması sağlanmalıdır.

- Suların düzenli dezenfekte edilmesi için il ve ilçe hıfzıssıhha kurullarında kararlar alınmalı ve kurullara katılan tüm kurum ve kuruluşlarla birlikte bu kararlar uygulanmalıdır.
- Gıda üretimi yapan işletmelerin üretiminden tüketime sunuluncaya kadar içme ve kullanma suyundan bakteriyolojik su numunesi alınmalı ve yerleşim yerinde günde en az 5 ayrı uç noktadan bakiye klor tespiti yapılmalıdır.
- Klor miktarının en az 0,5 ppm düzeyinde olması sağlanmalıdır.
- Kırsal alanlardaki su kaynakları ve şebekelerden gerekli sıklıkta su numuneleri alınarak uygun olmayan suların kirlenme odaklarının tespit edilerek bu noktalar sürekli kontrol altında tutulmalıdır. Yani sular dezenfekte edilerek serbest klor ölçümleri yapılmalıdır.
- İçme ve kullanma sularının klorlanması ilgili belediye ve köy muhtarlıkları ile işbirliği yapılarak bakiye klor ölçümleri ile klorlamanın sürekliliği sağlanmalıdır.
- Özellikle bahar sonu ve yaz başlangıcında tüm yerleşim yerlerinin yakınından ve içinden geçen dere, ırmak vb.nin su akışını engelleyen bitki, moloz vb. temizlenmeli, akış hızlandırılmalıdır.
- Cam veya PVC kaplardaki sular ile damacana sular orijinal ambalajıyla geldiğinden dezenfekte edilmeden tüketilir.
- Mahalli basın toplu/halk eğitimine katkısı sağlanmalıdır.
- Sularda bakiye klor ölçümleri düzenli olarak yapılarak kayıt altına alınmalıdır.
- Yerleşim yerlerinde içme ve kullanma suyu sağlayan su kaynaklarının bakteriyolojik yönden kontrol etmek amacıyla bakiye klor ölçümü için yeterli sayıda odak nokta belirlenmelidir.
 - Kaynak, depo girişi ve çıkışları
 - Arıtım üniteleri ve su depoları
 - Eğer su dağıtımdan önce depolanıyorsa depo çıkışları
 - Şebekenin kanalizasyon sistemine yakın geçtiği yerler
 - Şebekeye ilave kuyu, baraj, varsa su kaynakları
 - Ayrıca toplu su kullanımının yoğun olduğu okul, hastane, toplu çalışan yerler, gıda üretim yerleri ve yemek fabrikaları vb. yerlerin girişleri

Şehir şebeke suları belediyeler tarafından dezenfekte edilir. Uç noktalarından periyodik olarak bakiye klor ölçümü yapılmalıdır. Klorlamanın uç noktada 0,5 ile 0,1 ppm arasında olması gerekir.

Yerleşim yerlerinde belirlenen odak noktalardan periyodik olarak gerektiğinde günlük/haftalık/aylık bakteriyolojik su numunesi alınmalıdır.

Yapılan kontrollerde kirli bulunan içme ve kullanma sularının kirlilik nedenleri araştırılmalı, kirlilik odak noktaları tespit edilerek izale edilmeli, kirliliği giderilinceye kadar bu su kaynaklarının kullanımına engel olunmalı, gerektiğinde bu durum mahalli yayın organları ile halka duyurulmalıdır.



Şekil 1.1: Suyun kullanım yerlerine dağılımı

UYGULAMA FAALİYETİ

Risk analizi yapılarak çalışma bölgesindeki ölçüm odak kontrol noktalarını tespit ediniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Suların dezenfeksiyon metotlarını tespit ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Ultraviyole ışınlarının dezenfeksiyondaki etki mekanizmasını inceleyiniz.➤ Ozonun dezenfeksiyondaki etki mekanizmasını inceleyiniz.➤ Klor ve klorlama ile dezenfeksiyonun ekonomik önemini inceleyiniz.➤ Dezenfeksiyonda suyun ısısının önemini inceleyiniz.➤ Dezenfeksiyonda suyun pH'ının önemini inceleyiniz.➤ Suyun içindeki organik madde miktarının dezenfeksiyon üzerindeki önemini inceleyiniz.➤ Suyun içindeki inorganik madde miktarının dezenfeksiyon üzerindeki önemini inceleyiniz.
➤ Klorlama uygulamalarının sağlığa uygunluk işlemlerini yürütünüz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Suyun klorlanıp klorlanmadığını ölçünüz.
➤ Klorun sulardaki dezenfeksiyon etkisini tespit ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Sıvı klorun dezenfeksiyondaki etkinliğini inceleyiniz.➤ Gaz klorun dezenfeksiyondaki etkinliğini inceleyiniz.➤ Toz klorun dezenfeksiyondaki etkinliğini inceleyiniz.
➤ Sularla bulaşan hastalıkları saptayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Kolera etkeninin mikrobiyolojik özelliğini inceleyiniz.➤ Tifo etkeninin mikrobiyolojik özelliğini inceleyiniz.➤ Para tifo etkeninin mikrobiyolojik özelliğini inceleyiniz.➤ Dizanteri etkeninin mikrobiyolojik özelliğini inceleyiniz.➤ Gastroenterit etkenlerinin suya nasıl bulaştığını inceleyiniz.➤ Amipli dizanterinin semptomlarını inceleyiniz.➤ Hepatitit A'nın semptomlarını inceleyiniz.

<p>➤ Klorun insan ve çevre sağlığına olan etkilerini tespit ediniz.</p>	<p>➤ Klorun suyun tadı üzerindeki etkilerini inceleyiniz.</p> <p>➤ Klorun suyun kokusu üzerindeki etkilerini inceleyiniz.</p> <p>➤ Klorun suyun içindeki mikroorganizmalar üzerindeki etkilerini inceleyiniz.</p>
<p>➤ Bakiye klor odak ölçüm noktalarını tespit ediniz.</p>	<p>➤ Risk analizine göre su tesisi çıkışlarını kroki üzerinde işaretleyiniz.</p> <p>➤ Risk analizine göre su tesisi bağlantı yerlerini tespit ederek kroki üzerinde işaretleyiniz.</p> <p>➤ Risk analizine göre su depolarının yerlerini tespit ederek kroki üzerinde işaretleyiniz.</p> <p>➤ Okul, hastane, cami gibi toplu bulunan önemli yerleri kroki üzerinde işaretleyiniz.</p> <p>➤ İsale hattının uç noktalarını belirleyiniz.</p>
<p>➤ Sonuçları ilgili kurum kuruluşlara gönderiniz.</p>	<p>➤ Ölçüm sonuçlarını formlara uygun olarak geçirip klorlama yapan birimlere gönderiniz.</p> <p>➤ Klorlamanın düzenli ve uygun olmasını sağlayınız.</p>

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıda verilenlerden hangisi, su ile bulaşan hastalıklardan biri değildir?
A) Kolera
B) Tifo
C) Tonsilit
D) Hepatit A
E) Dizanteri
2. Aşağıda verilenlerden hangisi, sudan kaynaklanan hastalıklardan biridir?
A) Kolera
B) Şarbon
C) Kuduz
D) Kabakulak
E) Polio
3. Dezenfeksiyon işleminin etkili olabilmesi;
I. Suyun pH derecesine
II. Serbest klorun sudaki mikroorganizmalar ile temas süresine
III. Suyun sıcaklığına
IV. Klorlama düzeyine bağlıdır.
Yukarıda verilen ifadelerden hangisi doğrudur?
A) Yalnız I
B) Yalnız IV
C) I-II ve IV
D) I-II-III ve IV
E) I ve III
4. Aşağıdakilerden hangisi suların dezenfeksiyonu için klorun tercih edilme sebeplerinden biri değildir?
A) Sonuçların kontrol edilebilmesi
B) Uygulama kolaylığı
C) Dezenfeksiyon işlemi için gerekli tesisin basit oluşu
D) Depolama ve nakliyesinin kolaylığı
E) Suda halometanlar meydana getirmiş olması
5. Aşağıdakilerden hangisi klor gazının özelliklerinden değildir?
A) Havadan 1,5- 2,5 kez ağırdır.
B) Çok keskin bir kokusu vardır.
C) Kuru şekli metallerde korozyona neden olur.
D) Sıvı klordan 1,5 kez ağırdır.
E) Bir sıvıda kolayca yoğunlaşabilir.

6. Aşağıdakilerden hangisi, bakiye klor ölçümü için kritik kontrol bir odak değildir?
- A) Kaynak, depo girişi ve çıkışı
 - B) Cam veya PVC kaplarda ki su satışı yapan işletmeler
 - C) Arıtım üniteleri ve su depoları
 - D) Şebekeye ilave, kuyu baraj vb. bir su kaynağı varsa buralar
 - E) Ayrıca toplu su kullanımının yoğun olduğu okul, hastane gibi yerler

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Tespit edilen odak kontrol noktalarından bakiye klor ölçümünü yapabilecek ve ölçüm sonuçlarını değerlendirebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Sudaki serbest klor ölçümünde kullanılan cihazların özelliklerini araştırınız.
- Suların dezenfeksiyonunda serbest klor ölçümü ve su ile ilgili mevzuatlar nelerdir? Araştırınız.
- Klor ölçümünde mevzuata aykırı sonuçlar alındığında ne gibi çalışmalar yapılmaktadır? Araştırınız.
- Ortotolidin, tetrametilbenzidin ve DPD tabletlerinin özelliklerini araştırınız.
- Sağlık Bakanlığı, belediye başkanlıkları ve köy muhtarlıklarının temiz içme ve kullanma suyu ile ilgili görevlerini araştırınız.

2. SUDAKİ BAKİYE KLOR ÖLÇÜMÜ VE DEĞERLENDİRMESİ

2.1. Klor Bakiyesi Ölçümü İçin Standart Metotlar

Ortotolidin kullanılarak yapılan ölçme metotları aşağıda verilmiştir.

2.1.1. Standart Ortotolidin (OT) Metodu

Reaktif olarak ortotolidin kullanılır.

Bu metotla toplam klor bakiyesi (serbest ve bağlı) ölçülür. Ancak nitrit, demir, mangan gibi bazı maddeler ve bileşikleri konsantrasyonlarda reaktif ile klorun ortaya çıkardığı sarı bir renk oluşturur. Bu nedenle standart ortotolidin metodu, bakiye klorun hassas bir ölçümünü sağlayamaz.

Standart ortotolidin metodu ile 1,0 ppm kadar olan bakiyeler ölçülmelidir. Daha yüksek klor bakiyeleri için ölçme, damıtık suyla sulandırılmış numuneler üzerinde yapılır. Önce ortotolidin ile damıtık su, sonra damıtık su ile sulandırılmış numune su ilave edilir.

➤ Permanganat klor standartları

Permanganat klor standartları aşağıdaki gibi hazırlanır:

- **Asit bakır sülfat eriyiği:** 1,5 g bakır sülfat damıtık suda çözünür. 1 ml derişik sülfürik asit ilave edilerek hacim 100 ml tamamlanır.
- **Asit potasyum bikromat eriyiği:** 0,25 g potasyum bikromat damıtık suda çözünür. 1ml derişik sülfürik asit ilave edilerek 100 ml tamamlanır.

Çeşitli klor konsantrasyonlarının ortotolidin ile meydana getireceği renklere eş permanganat renk standartları bakır sülfat ve potasyum bikromat çözeltileri hazırlanır.

➤ Ölçmenin yapılması

- Hidroklorik asit (HCl) ve damıtık su ile iyice yıkanmış bir Nessler tüpüne numune sudan 100 ml konulur 1 ml ortotolidin katılır.
- Tüp hızla çalkalanır. 15 dakika karanlıkta tutulur.
- Tüpteki sıvının aldığı renk permanent renk standartları ile kıyaslanır.
- Karşılaştırmada tüpler kuzey ışığına maruz olmalıdır. Bu mümkün değil ise flüoresans aydınlatmadan yaralanılmalıdır. Tüpler güneş ışığına doğudan doğruya yönlendirilmemelidir.
- Numune suyun sıcaklığı 15-20° C arasında olmalıdır.



Resim 2.1: Serbest klor ölçüm reaktifleri

2.1.2. Ortotolidin Flash Metodu

Bu metot serbest bakiye klor tespiti için kalitatif ve kaba olarak kantitatif bir metottur.

Reaktif olarak standart ortotolidin çözeltisi kullanılır.

Ölçüm yapmak için bir Nessler tüpüne 100 ml su numunesi konarak bir ml ortotolidin çözeltisi katılır. Çok hızla karıştırılır. Ve birkaç saniye içinde renk standartları ile karşılaştırılır. Sonuç kaba olarak serbest klor bakiyesini verir.

2.1.3. Ortotolidin-Arsenit (OTA) Metodu

Bu standart ortotolidin metodundun daha kompleks şeklidir. Aşağıdaki hâllerden birinin veya her ikisinin bulunması hâlinde kullanılması gerekir.

Demir ve mangan bileşiklerinin sudaki düzeyinin yüksek olması durumunda serbest bakiye veya bağlı bakiye klorun ayırımının istenmesi hâlinde bu metot uygulanır.

2.2. Klor Talebinin Tespiti İçin Standart Metot

Suyun klor talebi, suda mevcut organik ve diğer maddelerle reaksiyona giren klor miktarıdır. Dolayısıyla suya katılan klor miktarı ile belirli bir süre sonunda tespit edilen klor bakiyesi arasındaki farka eşittir. Her suyun klor talebi, katılan klor miktarı, temas süresi ve suyun sıcaklığına bağlıdır. Katılan klor miktarı arttıkça suyun klor talebi de artar. Çünkü meydana gelen kimyasal reaksiyon klor miktarına bağlı olarak daha aktif ve şiddetli olur.

2.2.1. Klor Çözeltilerinin Hazırlanması

Klor çözeltileri sodyum hipoklorit, kalsiyum hipoklorit veya gaz klordan istifade edilerek hazırlanır. Hipoklorit çözeltilerinin alkalinitesi, sonuçlara etki eder. Bu nedenle gaz klor kullanılan tesislerde suyun klor talebinin tespitinde klor çözeltilerinin gaz klorla hazırlanması daha uygun karşılaştırma imkânı sağlar.

100 ppm (milyonda bir kısım) konsantrasyonlarda bir klor eriyiği, aşağıda anlatılan yöntemlerden biriyle hazırlanabilir.

- 2 ml sodyum hipoklorit (çamaşır suyu) 1 litre damıtık suda seyreltilir.
- Bir gaz klora cihazından çekilecek 10 ml klor çözeltisi, 990 ml damıtık suda seyreltilerek 1 litre seyreltilmiş çözelti elde edilir.

2.2.2. Klor Çözeltilerinin Standardizasyonu

Yukarıda verilen metotlarla elde edilen klor çözeltisi 100 ppm'e getirilerek standartlaştırılmalıdır. Bu işlem, çözeltiler aktivitelerinin zamanla kaybettiklerinden her kullanıldıklarında tekrar edilmelidir. Standardizasyon için 2 metot aşağıda verilmiştir.

- **1. Metot:** 150 ml damıtık su içinde 1-2 g kristalize potasyum iyodür çözülür, sonra kristal standardize edilecek 50 ml klor çözeltisi ve 1 ml buzlu sirke katılır. 5 dakika iyodun açığa çıkması için beklenir. Mutat (sürekli) şekilde nişasta çözeltisi indikatör olarak kullanılmak suretiyle mavi renk tamamen kayboluncaya kadar 0,025 N sodyum tiyosülfat ile titre edilir.
- **2. Metot:** İki damla sodyum hipoklorit %5 aktif klor ihtiva eden 100 ml damıtık suya katılır ve takriben 100 ppm konsantrasyonda bir çözelti elde edilir.
 - Bu çözeltden 1 ml, 200 ml damıtık suya katılır ve klorla reaksiyonlarının sona ermesi için bir saat beklenir ve sıvının klor talebi karşılanmış olur.

- Söz konusu suda bakiye klor aranır, bulunursa tekrar kaynatılır ve bu şekilde klor talebi sıfır olan bir su elde edilir.
- Seyreltilmiş klor çözeltilenden 0,5 ml yukarıdaki şekilde elde edilmiş sıfır klor talepli suya katılır. Hemen rutin şekilde bakiye klor ölçülür. Bu 0,5 ml seyreltilmiş klor miktarını verir.

2.3. Sudaki Klorun Ölçülmesi

Sudaki klor ölçülerek klorun yaptığı dezenfeksiyon hakkında fikir edinilir. Klorun ölçülmesi için önemli olan sayısal bilgi, su içine konan klor miktarı değil suyun tükettiği aktif klorun geriye kalan aktif klorun miktarıdır. Bu da klorun su ile temas süresi sonunda suda kalan bakiye klorun ölçülmesi ile anlaşılır. Örneğin, şehir sularında musluktan akan suyun içinde bakiye klor olarak en az 0,5 mg/lt aktif klor olması emniyetlidir. Sudaki bakiye klorun otomatik olarak ölçülebilmesi ve arzu edilen sınırlar içinde suya otomatik olarak klor verilmesi mümkündür. Burada gene suyun pH derecesini göz önünde tutmak doğru olur. pH derecesi yüksek sularda aktif klor oranının azaldığı unutulmamalı ve suya daha çok klor verilmeli veya asit ilavesi ile suyun pH derecesi düşürülmelidir.



Resim 2.2: Serbest klor ölçümünün yapılması

Sudaki bakiye serbest klorun ölçümü DPD (diphenylethylenediamine) test tabletleri ve komparatör tabir edilen el tipi bir test cihazı ile çok basitçe yapılabilir.



Resim 2.3: Serbest klor ölçüm cihazı (Komparatör)

Aktif klorun sudaki azotlu maddeler ile birleşmesi sonucu oluşan klor bileşikleri aktif klorlardan daha çok klor kokusu verir ve insanı yanıltır (sıvı, toz veya gaz klor). Suyu klor katıldıktan sonra 1- 2 mg/lit kadar aktif klor olması istenir ve en az 30 dakika temas süresi alınır. Bu temas süresi sonunda işletmeye verilen suyun içinde asgari 0,2 - 0,5 mg/lit bakiye aktif klor bulunması gerekir ve su içinde bu miktar aktif klorun bulunduğundan emin olmak için sudan örnek alınarak bakiye serbest klor ölçümü yapılır.

Klor ile su dezenfeksiyonu daha uzun yıllar dünyada ve ülkemizde kullanılacak pratik ve ekonomik bir yöntem olduğundan işletmelerde teknik kişiler tarafından detaylı olarak öğrenilmelidir. Klor ile dezenfeksiyonda sık sık ölçümlerin yapılması ve ölçüm sonuçlarının kayıtlarının tutulması işletmelerin sağlığı açısından çok önemlidir. Geleneksel usullerle yapılan klorlama ve ölçümler yerine, otomatik klor dozajlaması yapılmalıdır. Sudaki bakiye aktif klor miktarı ile suyun pH değerlerinin kontrol altında tutulmaları için öncelikle elektronik monitörlerin kullanılmasını ve el test aletleri ile sık sık bu monitörlerin sağlıklı çalışıklarının kontrol edilmesi gerekir.

2.3.1. Otomatik Serbest Klor Ölçüm Cihazı

Teknolojik gelişmelerle beraber suların klorlanması ve sulardaki klor miktarının belirlenmesi amacıyla çok çeşitli araç gereçler kullanılmaktadır. Bunlardan biri de otomatik serbest klor ölçüm aletleridir. Sıvı hâldeki klor, otomatik tank değiştirme aracılığıyla klor tanklarından çekilir. Sıvı klor bir elektrik ısıtmalı evaporatör (buharlaştırıcı) vasıtasıyla gaz hâline dönüştürülür ve bu gaz vakum prensibi ile işleyen klor çözeltisi besleme klornatörleriyle ölçülünerek tatbik noktasına dozlanır.

Otomatik klorlama sistemi olan tesislerde sabit olarak monte edilen cihazlar aracılığı ile klor ölçümleri yapılır. Bu cihazlar bir sistem dâhilinde birkaç adet olarak sisteme monte edilir. Örneğin, bir arıtım sisteminde cihazlardan bir kaç son klorlama (filtrelenmiş suya) diğerlerini ön klorlama (durultucu ham su girişine) klor gazı dozlaması yapacak şekilde yerleştirilebilir.

Klorinatördeki gaz akımı cihaz kabiniinin üzerinde bulunan ölçüm tüpüne bakılarak istenilen miktar manuel olarak ayarlanır (ön klorlama miktarı). Klor bakiyesinin ölçülmesi için her bir tesiste birkaç adet klor bakiyesi ölçüm cihazı bulunmalıdır. Bu cihazlar durulmuş su klor bakiyesini, klor temas tanklarının orta noktasındaki bakiyeyi, klor temas tankını terk eden sudaki bakiye kloru ölçebilecek şekilde düzenlenir. Bir ölçüm cihazı temiz su tankına giren suyun klorunu ölçerek son klorlama klorinatörlerinin klor gazı dozlamalarının istenilen değerde olmasını otomatik olarak sağlar.



Resim 2.4: Otomatik serbest klor ölçüm cihazları

2.3.2. Serbest Klor Ölçüm Cihazları

Teknolojik gelişmelerle beraber sulardaki klor ölçümleri için çok değişik cihazlar kullanılmalıdır. Cihaz serbest klor ve toplam klor analizi yapmaktadır. Serbest ve toplam kloru eş zamanlı ölçen, her iki analiz sonucunu dakikadan daha az zamanda okuyabilen cihazlar da mevcuttur. Bu cihazlar hiçbir tablet, sıvı, toz kimyasal kullanmadan bu analizleri hassas olarak yapar. Cihazın tek kullanımlık elektrokimyasal algılayıcıları steril ve tek olarak paketlenmiştir. Bu sensörler sayesinde yanlış kit kullanımı, kitlerdeki bozunma, taşıma sırasında bozulma, çevreye verilen zarar gibi birçok etmeden kurtulunur. Okuma sonuçlarını otomatik kaydeder. Serbest ve toplam klor miktarını 0-5ve 0-10 mg arasında hassas olarak ölçer ve su geçirmez özelliktedir. Ölçümleri tarih, saat ve sıcaklık değerleri ile birlikte gösterir. Numune miktarını hassas olarak ayarlamadan sıcaklık ve ölçüm zaman bilgilerini kısa sürede okur ve kaydeder. Kullanılan elektrokimyasal sensörler cihaza takıldığında sürekli olarak kalibrasyonu otomatik olarak günceller. Cihaz her ölçümde kalibreliedir.



Resim 2.5: Serbest klor ölçüm cihazı

Serbest, toplam klor, siyanürik asit, pH ölçümü amacıyla kullanılan portatif cihazlarda mevcuttur. Bu cihazlar tek başına kalibrasyon gerektirmeden testleri tekrar yapabilme ve otomatik sınıflandırma yapabilen, ışıktan etkilenmeyen ve test başına 1 şişe, 1 tabletle kullanılabilir su geçirmez nitelikte cihazdır.

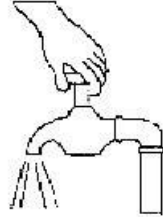
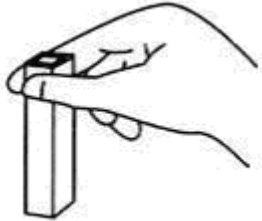
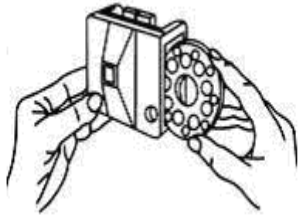

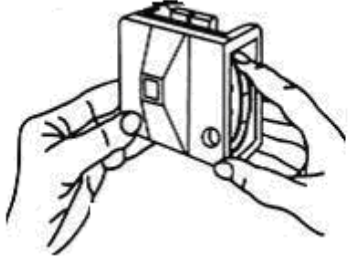
Test çubuklarının uygun hâle getirilmesiyle oluşturulan yüksek teknolojik cihaz, diğer tüm dijital ve manuel tabletlili ve sıvılı test kitlerinin aksine numune alınmadan ve çok kısa sürede serbest klor, pH ve toplam alkalinite değerlerini ölçer.

2.3.3. Basit Komparatör Yönteminin Uygulanması

Sudaki klor miktarının belirlenmesi için komparatör ismi verilen ve daha önce saptanmış renklere göre bulunan rengin mukayesesine dayanan basit bir cihaz kullanılır. Suyun klorlandığı tesislerden ve şebekenin belirlenmiş noktalarından günde en az 5 defa serbest klor miktarı saptanmalıdır.

Gerekli malzemeler; klor ölçüm cihazı (komparatör), ortotolidin veya tetrametilbenzidin solüsyonu, klor miktarı ölçülecek su numunesidir.

Basit komparatör cihazı ile sudaki klor düzeyinin ölçülmesi aşamaları aşağıdaki şekildedir:

<ul style="list-style-type: none">➤ Su numunesi çeşmeden alınacaksa su 2–4 dakika kuvvetlice akıtılır.	
<ul style="list-style-type: none">➤ Komparatör tüpünün temizliği kontrol edilir.➤ Tüpü üstten 1 cm boşluk kalıncaya kadar su ile doldurulur.➤ Test tüpü ölçümü yapılacak numune ile çalkalandıktan sonra aynı sudan 10 ml konur.➤ Tüpteki suya 4-5 damla ortotoluidin veya tetrametilbenzidin solüsyonu damlatılır.	
<ul style="list-style-type: none">➤ Tüpün ağzı parmakla kapatılarak 5-6 kez çalkalanır.➤ Komparatör birden fazla kimyasal ölçmek için tasarılmışsa klor için uygun olan renk diski takılır.	
<ul style="list-style-type: none">➤ Tüp komparatörün yuvasına yerleştirilir.	
<ul style="list-style-type: none">➤ Tüpteki renge en yakın renk olan skala üzerindeki değer numune sudaki bakiye klor değerini gösterir.➤ Tüpteki suyun rengi komparatör diskindeki renk skalasında bulunur.➤ Disk çevrilerek en yakın renk bulunur.	

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Solüsyonu karışması ile oluşan renk biraz bekletildikten sonra okunur ve kaydedilir. ➤ Diskin sol tarafında su örneğindeki klor miktarını ppm cinsinden gösteren rakamı okunur. 	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tüpteki su lavaboya dökülür. ➤ Tüp akan su ile yıkanır, kurumaya bırakılır. ➤ Malzeme kutusuna yerleştirip muhafaza edilir. 	

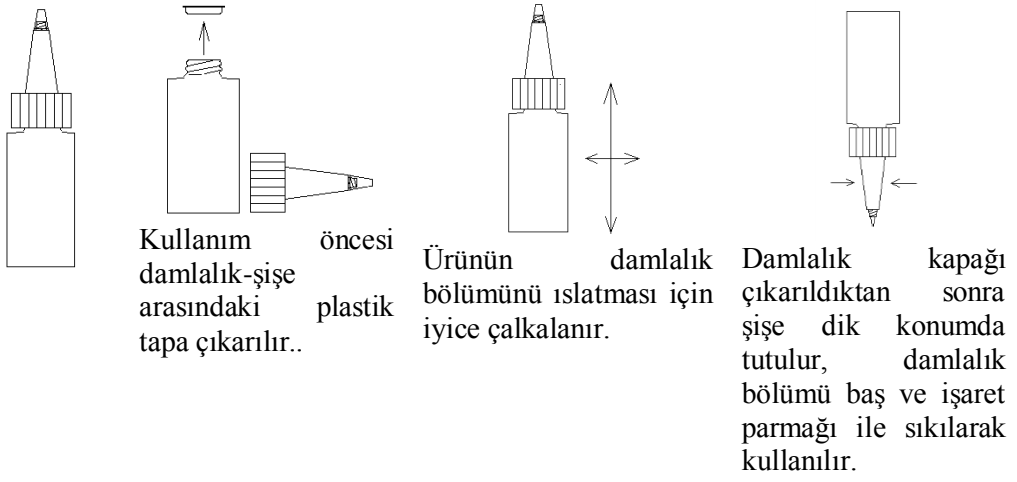
2.4. Klor Test Kitleri ile Serbest Klor Ölçümü

Klor test kitleri ile sahada kolayca PH ve serbest klor ölçümü yapılabilir. İçme suları, gıda maddeleri imalatında atık sularda serbest ve bağlı klor tayini ve izlenmesinde kullanılır.

Kimyasalların içinde bulunduğu malzemeden ve güneş ışığından etkilenmesini önlemek, üründen doğru sonuç alınması ve ürünün öngörülen kullanım süresi içinde bozulmasını engellemek için renkli cam şişe kullanılmalıdır.

Klorun su içindeki çözeltisi stabil değildir. Güneş ışığı ya da kuvvetli ışık kaynakları ve çalkalama, su içindeki klor konsantrasyonunun hızla düşmesine neden olur. Bu bakımdan alınan su numunesinin testi hiç vakit geçirilmeden gerçekleştirilmelidir.

- **Her klor test kiti içinde;**
 - Damlalıklı şişe içinde 12 ml indikatör,
 - Damlalıklı şişe içinde 6 ml tampon,
 - Damlalıklı şişe içinde 6 ml yodür reagenti (toplam klor kiti için),
 - Ağzı geçme kapaklı 2 adet test tüpü,
 - Renk karşılaştırıcı “colour comparator” ve kullanım talimatı içerir.



Her testten sonra plastik tapanın şişe ağzına tekrar takılmasıdır. Bu şekilde ürünün güneş ışığı ile teması ve olası çözelti sızıntıları engellenmiş olur.



Resim 2.6: Klor test kitleri ile serbest klor ölçümü

➤ Test yöntemi

pH 6,4'te DPD (N,N-diphenylethylenediamine) serbest klor ile okside olarak pembe renkli bileşiğe dönüşür. Numunede oluşan renk yardımıyla klor konsantrasyonu belirlenir. Kloroaminler bağlı klor ortama ilave edilen iyodür reagenti ile aynı şekilde belirlenir.

Kuvvetli alkalın ve asidik numuneler test öncesi nötrale edilmelidir. Numune içindeki brom ve iyot da klor şeklinde belirlenir. Klor dioksit, ozon ve okside manganer bileşikleri gibi diğer oksidanlar ölçüm değerinin yüksek çıkmasına neden olabilir.

Genellikle klor kitlerinin ölçüm aralığı 0 ila 3 mg/L Cl₂ 'dir. Renk karşılaştırıcı 0,1-0,3-0,6-1,0-1,5-2,0-3,0 mg/L aralıklı düzenlenmiştir. 10 mg/L'den yüksek miktarda klor içeren numunelerdeki klor, indikatörü etkileyecektir.

2.5. Ortotolidin Kullanımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar ve İlk Yardım

- Göze bulaşması hâlinde göz, alt ve üst kapakları ara sıra açılmak suretiyle bol su ile yıkanmalı, maruz kalan kişi sağlık kuruluşuna sevk edilmelidir.
- Ortotolidin ile çalışılırken kontakt lens kullanılmamalıdır.
- Deriye bulaşması hâlinde deri hemen sabunlu veya yumuşak bir deterjanla ve bol su ile yıkanmalıdır.
- Elbiseye bulaşması hâlinde elbise çıkarılmalı ve deri sabun veya yumuşak nitelikte bir deterjanla temizlenmelidir.
- Fazla miktarda ortotolidine maruz kalınması durumunda kanın oksijen taşıma özelliğini etkileyerek dudak, dil ve tırnaklarda morarma şeklinde kendini gösterir. Oksijen yetmezliği şiddetli değilse kişi kendini iyi hissedebilir.
- Oksijen yetmezliği şiddeti arttıkça uyku hâli, baş ağrısı, burun akıntısı, kusma görülebilir. Oksijen yetmezliği çok şiddetli ise bilinç kaybı, hatta ölüme neden olabilir. Bu nedenle kişisel koruyucu önlemler alınmalı ve maruz kalan kişi sağlık kuruluşuna sevk edilmelidir.
- Sıvı ortotolidin göz için tahriş edicidir. Sıvı ortotolidin bulaşmış göz hemen su ile iyice yıkanmalıdır.

2.6. Klorlama ve Serbest Klor Ölçümü ile İlgili Dikkat Edilmesi Gerekenler

- Klor gazının zararlı etkilerine karşı gaz maskesi kullanılmalıdır. Çalışan ortamlarda gaz konsantrasyonu bilinmediğinden maskeyi kullanan kişi gaz kokusu hissedince süzgeci değiştirmeli her kullanımdan sonra süzgeç altındaki bant yerine yapıştırılarak kuru ve serin ortamda saklanmalıdır.



Resim 2.7: Klor kaçaklarında gaz maskesi kullanılması

- Dezenfeksiyon işleminin gerçekleşebilmesi için serbest klorun en az 30 dakika suda kalması gerekir.
- Klorun uygulanması için en iyi aşama arıtma işlemlerinin tamamen sona erdiği, depolama veya dağıtım işleminden hemen önceki aşamadır.
- Yavaş kum filtrelerinden önce veya diğer mevcut biyolojik arıtım aşamalarından önce suya klor ilave edilmemelidir. Bu aşamalardan önce ilave edilen klor bu işlemlerde görev alan mikroorganizmaların ölümüne veya etkilerinin azalmasına neden olabilir.
- Katı hâldeki klor formları dezenfekte edilecek suya doğrudan verilmemelidir. Çünkü katı klor formları genelde suda kendiliğinden erimez veya karışım hâline gelmez. Bu nedenle öncelikle az miktarda suyla mekanik olarak karıştırılmalıdır.
- Normal şartlarda toplumsal kullanıma sunulan sularda rezidüel klor (serbest veya aktif klor) miktarının 0,3 - 0,5 ppm olması yeterlidir.
- Suyun bulanıklığı arttıkça dezenfeksiyon için kullanılacak klor miktarı da artacaktır ancak bu durumlarda klor miktarını artırmak yerine öncelikle suyun bulanıklığını azaltmaya yönelik arıtma işlemlerinin uygulanması yararlı olacaktır.
- Klor veya başka bir yöntemle yapılacak dezenfeksiyon işlemi içme ve kullanma suyu kaynaklı enfeksiyon hastalıklarının tamamen önleneceği anlamına gelmez. Su kaynaklı enfeksiyon hastalıklarının önlenmesi için koruma önlemleri (su havzalarının, depolama ve dağıtım sistemlerinin) her zaman için öncelikli olmalıdır.
- Suların uygun bir şekilde dezenfeksiyonu daima su kalitesinin dezenfeksiyon öncesi ve sonrası takip ve kontrolüne bağlıdır. Dezenfekte edilen suların düzenli olarak mikrobiyolojik analizleri yapılmalı ve sonuçlara göre gerektiğinde dezenfeksiyon işlemlerinde değişikliğe gidilmelidir.
- Klor ölçümü düzenli olarak günde bir defadan az olmamak kaydı ile yapılmalıdır.
- Rutin bakiye ölçümleri ve bakteriyolojik analiz sonuçları düzenli olarak kaydedilmelidir.
- Ayrıca dezenfekte için kullanılan klor veya klorlu bileşikler sarfiyatı da her gün tespit ve işletme defterine kaydedilmelidir.
- Suyun fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özelliğindeki değişimler dikkate alınarak etkili ve ekonomik klorlama uygulaması sağlamak için standart metotlarla istenilen dozda bakiye klor sağlanması için dozlar ayarlanmalıdır.
- Dezenfeksiyon işletmeleri mahalli sağlık teşkilatı tarafından senede asgari 2 defa kontrol edilmeli, hazırlanan raporlar ilgili kurumlara gönderilmelidir.
- Kolera, tifo ve diğer bağırsak enfeksiyonu epidemileri veya tehlikesi hâllerinde ayrıca isale hattının uç noktalarında da 0,05-0,10 ppm serbest, 1,0-2,0 ppm bağlı bakiye bulundurulacak şekilde klorlama yapılmalıdır.

- Klorla dezenfeksiyonda tatbik olunacak klorlama şekli bakımından içme ve kullanma suları iki grupta toplanmış ve asgari temas süresi ve elde olunması gerekli asgari klor bakiyeleri her bir grup için ayrı olarak belirtilmiştir.
- Yalnız klorlama işlemine tabi tutulacak olan içme ve kullanma suları dezenfeksiyonun etkili olması için temiz ve berrak olmalıdır.
- Dezenfeksiyonun etkili olabilmesi için suyun tüketiciye ulaşmadan evvel klorla asgari temas süresi sağlanmalıdır.

2.7. Bakiye Klor Ölçüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bakiye klor ölçüm sonuçları değerlendirilmeden önce aşağıda verilen hususlar bilinmelidir.

Bu hususlar:

- Su, sağlığa uygun ve temiz olmalıdır.
- Su kaynaklarının etrafında tayin edilen ve sınırlandırılan koruma bölgeleri (himaye mntıkları) üzerinde konut yapılması ekilmesi veya diğer herhangi bir şekilde kullanılmamalıdır.
- Köye su getirmek, çeşme yapmak, içme suyu kuyularını korumak köylünün mecburi görevleri arasındadır.
- Köy ihtiyar meclisine devir ve teslim edilecek ortak tesislerin bakımı, onarımı ve işletilmesi ile gerektiğinde bazı parçalarının yenilenmesi köy ihtiyar heyetinin görevidir, Bu amaçla ortaya çıkan masraflar köy bütçesinden karşılanır. Şehir ve kasabalarda köylerde suların temini ve yönetimi belediyesi olan yerlerde belediyelerine, olmayan yerlerde Köy Kanunu gereğince İhtiyar Meclislerine aittir. Bir belde veya belde halkının ortak ihtiyacına mahsus suların kaynakları belediye sınırı dışında bulunsa bile su yollarının ve kaynaklarının bakımı, onarımı, temizlenmesi ve suyun sağlık koşullarına uygun hâle bulundurulması belediyelere aittir.
- Bir köy veya köy halkının ortak ihtiyacına mahsus suların kaynakları kendi sınırları dışında ise su yollarının ve kaynaklarının bakımı, onarılması, temizlenmesi ve sağlık koşullarına uygun hâlde bulundurulması köy ihtiyar meclislerinin görevidir.
- İçilecek ve kullanılacak özelliklere sahip su temini belediyelerin umumi hıfzıssıhaya taalluk eden görevlerindedir.
- İçilmek ve kullanılmak için getirilecek suların içilmeye uygun olmadığı hâllerde bunların temizlenmesi ve kalitesinin düzeltilmesine belediyeler mecburdur.
- Belediyelerce idare edilen sularla işletilmesi şirketlere bırakılan suların sıhhi hususları Sağlık Bakanlığının denetimine tabidir.
- İçilecek ve kullanılacak nitelikte su temini ile ilgili sağlık düzenlemeleri yapmak ve denetlemek görevi Sağlık Bakanlığına verilmiştir.

Yapılan ölçümler mevzuata uygun olarak değerlendirilir ve günlük, aylık olarak kayıtları tutulup klorlama yapan kurum ve kuruluşlara bildirilir. Yapılan bu iş ve işlemler mevzuata uygun olarak yapılmalıdır.

Suda bakiye klor miktarı ortotolidin eriyiği kullanılarak komparatör ismi verilen aletler yardımıyla yapılan renk karşılaştırma testleriyle kısa zamanda bulunabilir. Ortotolidin damlatılmış numunenin rengi, üzerinde standart renkler bulunan bir disk üzerindeki renklerle karşılaştırılarak konsantrasyon tayin edilir. Ortotolidin ilave edilir edilmez ölçme yapılırsa serbest bakiye klor bulunur. 3-5 dakika beklenilip renk değişimi sağlandıktan sonra ölçme yapılırsa toplam bakiye klor konsantrasyonu tayin edilmiş olur. Eğer klor serbest hâlde ise ortotolidin konar konmaz birkaç saniye içinde renk değişimi meydana getirir.

Sonuç olarak içme ve kullanma sularının temini, insanlara ulaştırılması belediyelevelik olan yerlerde belediyelere, diğer kırsal alanlarda ise muhtarlık ve ihtiyar heyetinin sorumluluğundadır. Bunların kontrolü Sağlık Bakanlığı merkez ve taşra teşkilatı tarafından yapılır. Bu sistem içinde kontrollerin yapılması ve yaptırımların uygulanması gerekir.

Bakiye klor ölçüm sonuçları yetkili kurum ve kuruluşlara mevzuat doğrultusunda periyodik olarak bildirilir.

UYGULAMA FA ALİYETİ

Tespit edilen odak kontrol noktalarından bakiye klor ölçümünü yapınız ve ölçüm sonuçlarını değerlendiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Klor bakiyesi ölçümü için hangi metotların uygulandığını tespit ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Standart ortotolidin metodunu inceleyiniz.➤ Ortotolidin flash metodunu inceleyiniz.➤ Ortotolidin arsenit metodunu inceleyiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Risk analizine uygun olarak ölçüm odak kontrol nokta ya da noktalarından bakiye klor ölçümünü yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Tesis çıkışından bakiye klor ölçümü yapınız.➤ Şebeke bağlantı yerlerinden bakiye klor ölçümü yapınız.➤ Su depolarından bakiye klor ölçümü yapınız.➤ Su kesintilerden önce ve sonra bakiye klor ölçümü yapınız.➤ Arıza, bakım ve onarımdan sonra bakiye klor ölçümü yapınız.➤ Okul, hastane, cami gibi toplu bulunulan yerlerden bakiye klor ölçümü yapınız.➤ İsale hattındaki uç noktalardan bakiye klor ölçümü yapınız.➤ Bulduğunuz bölgenin kritik noktalarını kroki ya da plan üzerinde belirtiniz.➤ Bu noktalarda periyodik ölçümler yapınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Klorlama ve serbest klor ölçümü ile ilgili dikkat edilmesi gereken hususları tespit ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Ölçümleri otomatik cihazlardan yaptıysanız diğer portatif cihazlara teyit ettiriniz.➤ İstenilen klor dozu yoksa klor dozunun ayarlamasını yapınız.➤ Uç noktalarda klor dozunun 0,5 ppm olmasına dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Klor seviyesini kritik kontrol derecesiyle karşılaştırınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Ölçülen değerleri normal değerlerle karşılaştırınız.

<p>➤ Ölçüm sonuçlarını ilgili kurum ya da kuruluşa bildiriniz.</p>	<p>➤ Ölçüm kayıtlarını eksiksiz olarak doldurup arşivleyiniz.</p> <p>➤ Ölçüm sonuçlarını klorlama yapan ve diğer ilgili kurum ve birimlere sonuçlarını dikkat çekecek şekilde gönderiniz.</p> <p>➤ Klor dozlarını uygun değilse uygun olması için yapılması gerekenleri bildirmeyi unutmayınız.</p> <p>➤ Yapılan ölçümleri günlük formlara saat, tarih ve ölçüm noktasını eksiksiz olarak yazınız.</p> <p>➤ Günlük formları aylık olarak diğer formlara geçirin.</p>
--	--

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi, standart ortotolidin metodu ile ölçülen bakiye değeridir?
 - A) 1.0 ppm'e kadar olan bakiyeler
 - B) 2.0 ppm'e kadar olan bakiyeler
 - C) 3.0 ppm'e kadar olan bakiyeler
 - D) 4.0 ppm'e kadar olan bakiyeler
 - E) 5.0 ppm'e kadar olan bakiyeler
2. Aşağıda verilenlerden hangisi ile sudaki bakiye klor ölçülür?
 - A) pH metre
 - B) Komparatör
 - C) Dozimetre
 - D) Desibel
 - E) Dansimetre
3. Aşağıda verilenlerden hangisi, klor test kitlerinin kullanım amaçlarından değildir?
 - A) Serbest klor ölçümünün tespitinde
 - B) Sahada pratik olarak pH ölçümünde
 - C) İçme kullanma sularında serbest klor tespitinde
 - D) Atık sularda serbest ve bağlı klor tespitinde
 - E) Suların dezenfekte edilmesinde
4. Ortotolidine uzun süre maruziyet hâlinde:
 - I. Sıvı ortotolidin göz için tahriş edicidir.
 - II. Ortotolidin dudak, dil ve tırnaklarda morarma şeklinde kendini gösterir.
 - III. Kanın oksijen taşıma özelliğini etkiler.
 - IV. Oksijen yetmezliği şiddetli ise uyku hâli, baş ağrısı, burun akıntısı ve kusma görülür.

Yukarıda verilen ifadelerden hangisi doğrudur?

 - A) Yalnız I
 - B) Yalnız III
 - C) I ve III
 - D) I, II ve III
 - E) I, II, III ve IV

5. Aşağıda verilenlerden hangisi, normal şartlarda toplumsal kullanıma verilen sularda serbest veya aktif klor miktarıdır?
- A) 0.3 - 0.5 ppm
 - B) 0.5 - 1.5 ppm
 - C) 1.5 - 2.0 ppm
 - D) 2.0 – 2.5 ppm
 - E) 2.5 – 3.0 ppm

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise Modül Değerlendirme'ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi su yokluğundan kaynaklanan hastalıklardan biridir?
A) Basilli dizanteri
B) Kolera
C) Tifo
D) Viral hepatit
E) Şistozomiyazis
2. Aşağıdakilerden hangisi, su ile bağlantılı vektörlerle bulaşan hastalıklardandır?
A) Tüberküloz
B) H1N1 virüsü
C) Sıtma
D) Hepatit B
E) Diyabet
3. Aşağıdakilerden kaç tanesi klorlamaya etki eden faktörlerdendir?
I. Dezenfektan konsantrasyonu
II. Mikroorganizma konsantrasyonu
III. PH değeri
IV. Sıcaklık
V. Temas süresi
A) 1,2,3,4
B) 2,3, 5
C) 1,2,4,5
D) 2,3,4
E) 1,3,4,5
4. Ortotolodine temas söz konusu ise aşağıdakilerden hangisi uygulanmaz?
A) Bulaşan yerler bol su ile yıkanmalıdır.
B) Deride yumuşak deterjanla bol su ile yıkanmalıdır.
C) Klor antidotu verilmelidir.
D) Doktora başvurulmalıdır.
E) Elbisede bulaşıklık varsa elbise derhâl çıkarılmalıdır.
5. Aşağıdakilerden hangisi, klorlama işlemi sırasında yapılmamalıdır?
A) Gaz maskesi kullanılmalıdır.
B) Klor antidotu hazırlanmış olmalıdır.
C) Kişi gaz kokusu hissedince gaz maskesinin süzgecini değiştirmelidir.
D) Koruyucu kıyafet giymelidir.
E) Klor kaçaklarını koklayarak tespit etmelidir.

6. Aşağıda verilenlerden hangisi, ortalama kişinin vücut ağırlığındaki su oranıdır?
A) %63-70
B) %30-35
C) %35-45
D) %50-55
E) %56-63
7. Aşağıda verilenlerden hangisi, suların dezenfeksiyon amaçlarından değildir?
A) Bulaşıcı hastalıkların önlenmesi
B) Halk sağlığının korunması
C) Suyun içim kalitesinin artırılması
D) Suya renk, koku veren organizmalardan arındırılması
E) Suyun akışkanlığının artırılması
8. Aşağıdakilerden verilenlerden hangisi, ortotolidin kullanımında dikkat edilmesi gereken hususlar ve ilk yardım uygulamalarından değildir?
A) Ortotolidin kullanımı esnasında kontakt lens kullanılmalıdır.
B) Elbiseye bulaşması hâlinde elbise çıkarılmalıdır.
C) Deriye bulaşması hâlinde deri hemen sabunlu veya yumuşak bir deterjanla ve bol su ile yıkanmalıdır.
D) Sıvı ortotolidin bulaşmış göz hemen bol su ile yıkanmalıdır.
E) Kanın oksijen taşıma özelliğini etkilediği için aşırı maruziyete dikkat edilmelidir.
9. Aşağıda verilenlerden hangisi, numune suyun olması gereken sıcaklık değer aralığıdır?
A) 0-5° C
B) 5-10° C
C) 10-15° C
D) 15-20° C
E) 20-30° C
10. Aşağıdakilerden hangisi, hastalık yapıcı mikroorganizmaları ve sporları yok eden ürünlere verilen addır?
A) Antiseptik
B) Dezenfektan
C) İnsektisit
D) Pestisit
E) Fungusit

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ 1'İN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	A
3	D
4	E
5	C
6	B

ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	B
3	E
4	E
5	A

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	A
2	C
3	E
4	C
5	E
6	A
7	E
8	A
9	D
10	B

ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- “**Bulaşıcı Hastalık Salgınları ile Mücadele Yöntemleri**”, T.C. Sağlık Bakanlığı, 01.07.1999 sayı: 8567 Ankara, 1999.
- **Çevre Denetimi Yönetmeliği**, 2008, <http://www.cevreorman.gov.tr/yasa/kanun.asp>
- **Çevre Sağlığı Denetimi ve Denetçileri Hakkında Yönetmelik**, 2002 <http://www.saglik.gov.tr/SS/MevzuatGoster.aspx>, 29.02.2008
- **Çevre Sağlığı Memurları Yönetmeliği**, 3017 Sayılı Kanununun 32. Maddesi Gereğince Çıkarılan 14.06.1965 Tarihli ve 12075 Sayılı Resmi Gazete
- **İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik (79/869/AB İle Değişik 75/440/AB)**
- **Sağlık Mevzuatı**
<http://www.saglik.gov.tr/TR/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFFAAF6AA849816B2EF2A030B47EF2AC66C>
- <http://www.yerelnet.org.tr/yerelyonetimler/cevreyasa.php>

KAYNAKÇA

- ÇOBANOĞLU Zakir, **Su Bilgisi**, Türk Sağlık Eğitim Vakfı Yay, Ankara, 2001.
- **Doğal Mineralli Sular Hakkında Yönetmelik** (R.G. Tarihi:01.12.2004 R.G. Sayısı:25657),
<http://www.saglik.gov.tr/TR/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFFAAF6AA849816B2EF4AE0F94D7BC6BEFC>
- GÜLER Çağatay, **Su Kalitesi**, Aydoğdu Ofset, Ankara, 1997.
- **Isı, Ph Değeri ve İletkenlik; Serbest Klor ve Toplam Klor Ölçümü**
www.rshm.gov.tr/kitapciklar/mineral_sular/mineralli%20sular%20tr-2.doc –
- **İçme ve Kullanma Sularının Dezenfeksiyonuna Ait Yönetmelik (R.G. 16.5.1967 tarih/12599)** <http://www.gidahatti.com/mevzuat/yonetmenlik/9-icmevekullanmasularinindezenfeksiyonunuadairyonetmelik.pdf>
- **İçme ve Kullanma Sularının Dezenfeksiyonuna Ait Yönetmelik (R.G. 16.5.1967 tarih / 12599)** <http://www.gidahatti.com/mevzuat/yonetmenlik/9-icmevekullanmasularinindezenfeksiyonunuadairyonetmelik.pdf>
- **İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik** (R.G. Tarihi:17.02.2005, R.G.Sayısı:257309),
<http://www.saglik.gov.tr/TR/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFFAAF6AA849816B2EF66974C3824B6070A>
- **İnsani Tüketim Amaçlı Sulardan Numune Alımı, Taşınması ve Analizine İlişkin El Kitabı**
http://www.rshm.gov.tr/kitapciklar/insani_tuketim_amacli_sular/insani_tuketim_amacli_sulartr-1.doc
- OĞUR Recai, HASDE Metin. **Klorlama Rehberi (İçme ve Kullanma Sularının Klorlanması)** Ankara, 2005. ISBN: 1302-0471
- OĞUR Recai, HASDE Metin. **Klorlama Rehberi (İçme ve Kullanma Sularının Klorlanması)**.Ankara, 2005. Su Hijyeni (<http://www.suhijyeni.com>)
- **Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği**, 2004.
<http://www.cevreorman.gov.tr/yasa/y/25687.doc> (29.02.2008)

-
- **Toplumun Beslenmede Bilinçlendirilmesi, Saha Personeli İçin Toplum Beslenmesi Programı, Eğitim Materyali**, Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2002.
 - TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni (<http://www.halksagligi.org/bulten/>)
 - **Türkiye'ye Özgü Beslenme Rehberi**, Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2006.
 - USLU Orhan, Ayşen TÜRKMAN, **Su Kirliliği ve Kontrolü**, T.C. Başbakanlık Çevre Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara,1987.
 - <http://www.suvakfi.org.tr/egitim.asp>
 - http://www.rshm.gov.tr/Bolge_Mud/antalya/lab10.htm
 - www.cevreorman.gov.tr/yasa/y/25687.doc
 - <http://www.wwf.org.tr>
 - <http://www.cevreorman.gov.tr>