

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİNE GİRİŞ

DERS NOTLARI

SU KALİTESİ PARAMETRELERİ

Yrd.Doç.dr. Orhan CERİT

ÖLÇÜM BİRİMLERİ

Su kirliliğine neden olan kirleticilerin hemen hepsi tanımlanmış değildir. Bir kısmının ise etkileri henüz bilinmemektedir. Bir kısmı ise çok küçük konsantrasyonlarda bile etkili olabilmektedir. Bazı kirletici türleri ise ölçüm yöntemlerinin dedeksiyon limitlerinin altında kalsa bile uzun vadede zararlı etkiler oluşturabilmektedir. Ancak, tipik bazı kirleticilerin seviyelerini belirleyebilmek ve su kalitesi kontrolünü yapabilmek amacıyla, su ve atıksular için "Standart Yöntemler" geliştirilmiştir.

Pek çok kirletici litrede miligram (mg/lt) birimi ile ölçülür. Bu birim ağırlık/hacim ölçümüdür. Ayrıca benzer ölçümler için (ppm) birimi de kullanılmaktadır. Bu birim de ağırlık/ağırlık (veya hacim/hacim) oranıdır.

Örneğin :

1 gr/ton \Rightarrow 1 ppm

1 mg/lt \Rightarrow 1 gr/m³

eğer ortam +4°C ısıda ve saf su ise 1 gr/ton \cong 1 ppm denilebilir.

ÇÖZÜNÜMÜŞ OKSİJEN

Su kalitesi ölçümlerinde en önemli parametre sudaki çözünmüş oksijen miktarıdır. Oksijen, suda zor çözünmesine rağmen, su yaşamı için şarttır. Oksijensiz bir su ortamında yaşam olmaz. Genel olarak normal ısılarda suda çözünmüş oksijen miktarı ~9 mg/lt civarındadır. Su ısısının artışına paralel olarak oksijenin suda çözünürlüğü büyük oranda hızla azalır.

Su ısısı: °C	O ₂ konsantrasyonu mg/lt
0	14,6
2	13,8
6	12,5
12	10,8
16	10,0
20	9,2
26	8,2
30	7,6

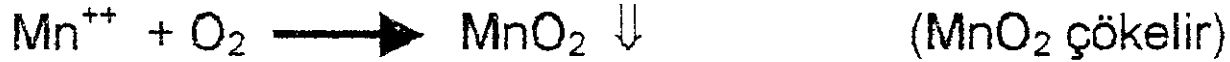
Suda çözünmüş oksijenin teorik doygunluk değerleri :

Suda çözülmüş oksijenin ölçülmesinde kullanılan yöntemlerden birisi, yaklaşık olarak 20. yüzyılın ilk çeyreğinden beri kullanılmakta olan "Winkler Çözülmüş Oksijen Testi" adı verilen sulu yöntemdir.

Winkler Çözülmüş Oksijen Testi (Wet Technique) :

Bu yöntemin uygulanmasında,

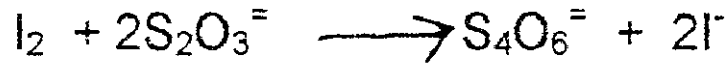
1 - Su ortamına Mn^{++} iyonları ilave edilir.



2 - Bu ortama İyot ilave edilince MnO_2 aktif hale geçer ve iyodin oluşur.

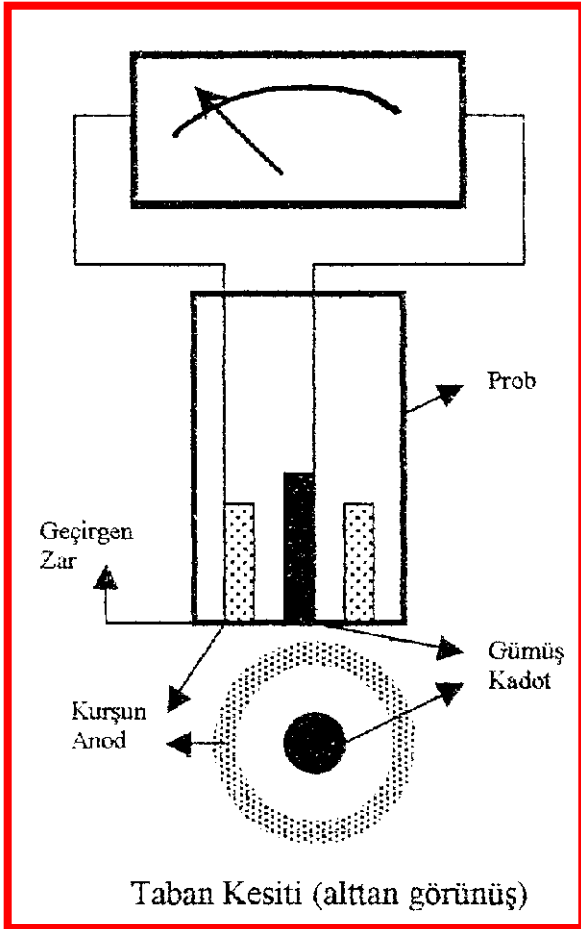


3 - Daha sonra, ortama Sodyumtiosülfat eklenerek titrasyon yapılır.



Burada Mn^{++} , MnO_2 olarak çökelerken suda çözülmüş olan tüm "O" kullanılır ve bu durum I_2 kullanımını doğrudan etkileyerek oluşan I_2 miktarından birincil çözülmüş oksijen miktarı hesapla bulunur. Bu yöntemin uygulanmasında, ortam koşulları ve analiz hataları sonucu büyük oranda etkiler. Bu nedenle, daha hassas ve pratik ölçüm olanağı sağladığı için günümüzde çözülmüş oksijen ölçümleri "Oksijenmetre" adı verilen cihazlar ile yapılır. Zorunlu durumlarda ve/veya bazen oksijenmetre'lerin kalibrasyon kontrolünde Winkler yöntemi'de kullanılabilir.

Oksijenmetreler analog ve/veya dijital göstergeye sahip olabilirler ve temel olarak "prob" adı verilen ve bir ucu kablo ile cihaza bağlı sensörün diğer ucunun suya sokulması ile oluşan elektrik akımının ölçülmesi prensibine göre çalışırlar. Probu suya sokulan ucu geçirgen bir zar ile kapatılmış olup, içinde, merkezde bir gümüş katod, bunu çevreleyen bir kurşun anot yer alır.



Prob suya sokulduğunda;



İfadesi gereği 2 elektron serbest kalır ve bu elektronlar devreden dolaşarak gümüş elektroda gelirler. Gümüş elektrotundan itibaren;

$2\text{e}^- + \frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{OH}^-$ gelişir. Reaksiyon bu şekilde sürekli devam eder. Bu reaksiyonun sağlanabilmesi için suda serbest oksijenin bulunması gerekir ve miktarına göre de akım şiddeti değişir. Suda çözülmüş oksijen yoksa bu reaksiyon gerçekleşmez.



BİYOKİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (BOİ)

BIOCHEMICAL OXYGEN DEMAND (BOD)

Sulardaki çözünmüş oksijen miktarının ölçülmesi, bu oksijenin ne kadarının kullanılabileceğinin belirlenmesi açısından çok önemlidir. Sulardaki organik materyalin mikroorganizmalarca parçalanabilmesi için, mikroorganizmalarca kullanılacak oksijen miktarı, organik madde miktarı ve türü ile mikroorganizmaların miktarı ve türü yanısıra sudaki mevcut çözünmüş oksijen miktarı ile doğrudan ilişkilidir. Bu parçalanma sırasında oksijen miktarı çok düşerse, mikroorganizmalar ölecek veya faaliyetleri azalacaktır. Bu kapsamda, "Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ)" söz konusu organik maddelerin mikroorganizmalarca parçalanabilmesi için gerekli olan oksijen miktarını ifade etmektedir.

BOİ sulardaki kirliliğin doğrudan bir ölçütü değildir. Yalnızca bakteri veya diğer mikroorganizmaların, sudaki organik maddeleri parçalayabilmeleri için gerek duydukları oksijen oranıdır ve bakteri miktarı ile sudaki organik materyal içeriğine bağlıdır.

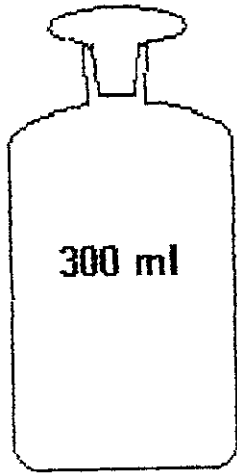
Bu yöntemin geliştirildiği dönemlerde yapılan klasik uygulamada, BOİ testi için bir su örneğinden (akarsu, göl v.b.) iki şişe doldurulur, birisinden o andaki çözünmüş oksijen ölçülür. Diğeri ise ağzı kapalı olarak su örneğinin alındığı ortama (akarsuya veya göle v.b.) bırakılır. Birkaç gün sonra, ortama bırakılan bu ikinci şişe geri alınarak içindeki örneğin çözünmüş oksijen değeri ölçülür. Yapılan birinci ölçüm ile ikinci ölçüm arasındaki fark, şişenin ortamda bırakıldığı süre içinde harcanmış olan oksijen miktarını yani mikroorganizmalarca kullanılmış olan oksijen miktarını vermektedir.

İkinci örnek şişesinin su ortamında bırakılmasında amaç, ortam stabilizasyonunun (ısı, ışık gibi) sağlanmasıdır. Isı; metabolizma faaliyetlerinin hızı açısından önemlidir. Işık; şişe içinde algler tarafından fotosentez yoluyla oksijen yenilenmesi için gereklidir. Bu oksijen üretimi, sonuçta ölçülen oksijen miktarını da etkilemektedir. Ayrıca, şişenin ne kadar süre ile su ortamında bırakıldığı da çok önemlidir. Geçen zamana bağlı olarak harcanan oksijen miktarı da artacaktır. Bu etkenler sonuçta elde edilen değerlerin güvenilirliğini, değerlerin karşılaştırma ve yorumlama özelliklerini yitirmesine neden olmaktadır.



Yukarıda belirtilen etkenler nedeniyle BOI ölçümleri standart hale getirilmiştir. BOI testleri, karanlık, ışıksız bir ortamda, sabit 20°C ısıda, 5 gün süre ile ve standart BOI şişeleri kullanılarak yapılır. Ölçülen değer BOI₅ olarak ifade edilir. Ayrıca, çeşitli amaçlara bağlı olarak BOI₂ BOI₇ BOI₁₀ gibi seçenekler de alt indiste belirtmek koşuluyla ölçülebilir. Genellikle BOI₅ değeri standart olarak ölçüldüğü ve kullanıldığı için eğer alt indiste "5" ifadesi belirtilmeden yalnızca BOI olarak belirtilmiş ise BOI₅ değeri ifade edildiği anlaşılır.

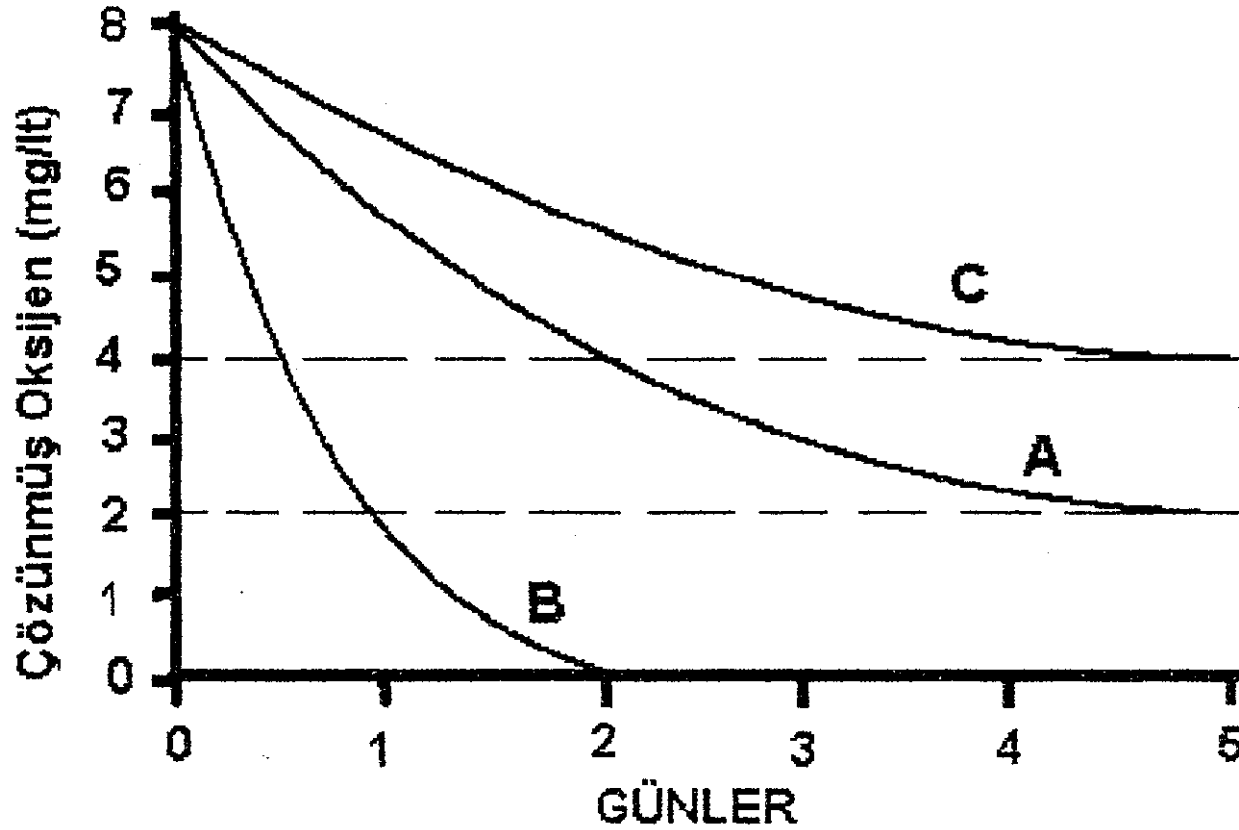
Örnek BOI şişesi



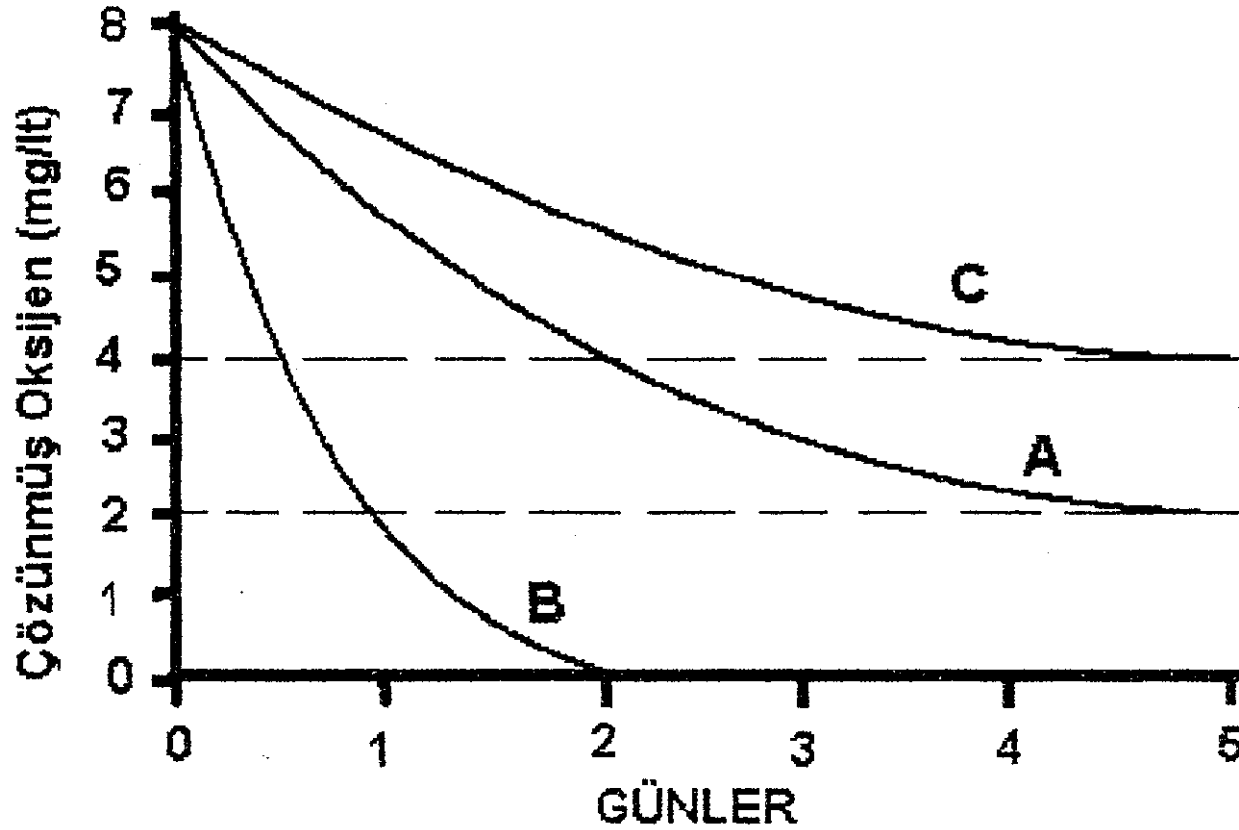
BOI testi yapmak amacıyla kullanılan örnek şişeleri standart olarak 300 ml hacimlidir ve özellikle ışık geçirmemeleri için koyu renkli (genellikle koyu kahverengi) camdan imal edilmişlerdir. Bu şişeler test yapılacak örnek su (veya atıksu) ile doldurulduktan sonra sabit olarak 20°C ısı sağlayan ısıtma ve soğutma özellikleri bulunan bir inkübatöre yerleştirilerek 5 gün süre ile bekletilir. Çalışmanın başında, çalışma süresi boyunca belirli periyotlarda ve çalışma sonunda örnek içindeki Çözünmüş oksijen değerleri ölçülür.





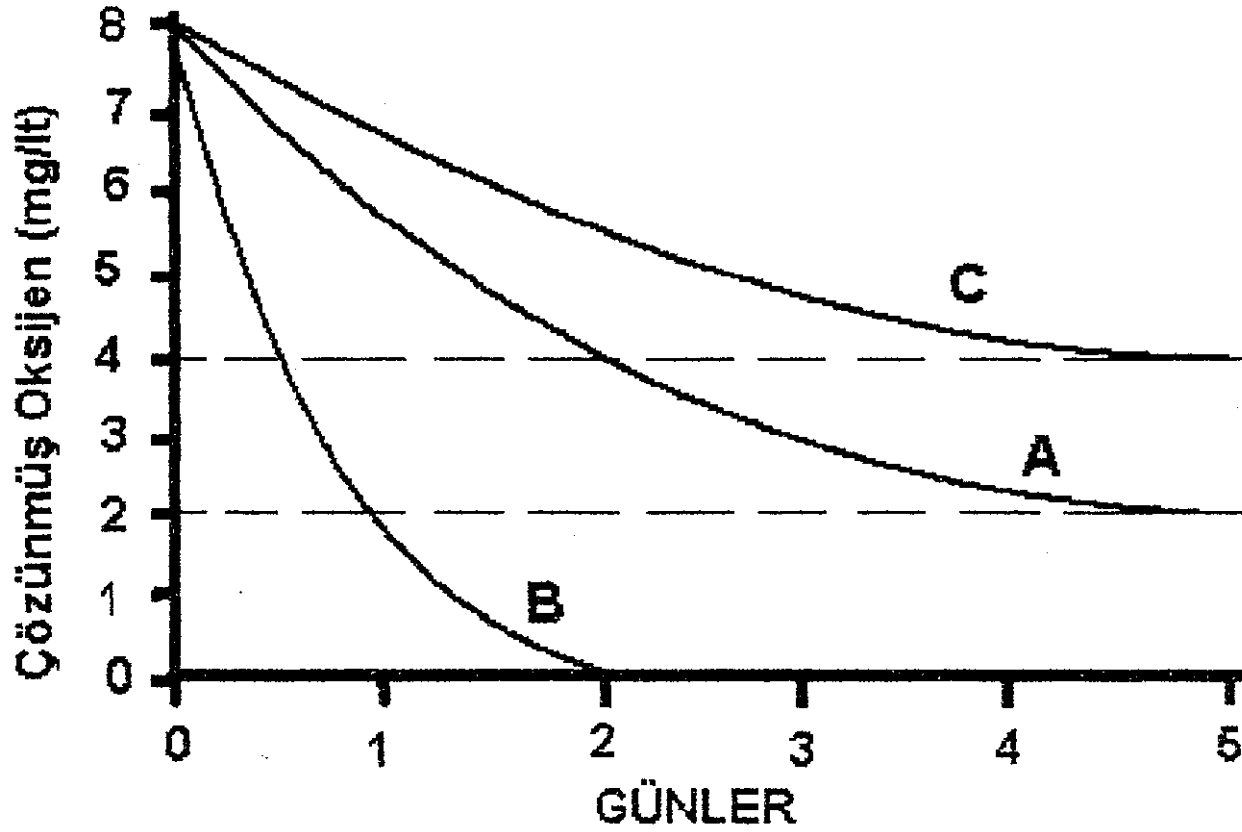


Üç ayrı su örneğinde BOI testi yapıldığını varsayalım. Bu testlere ait çözülmüş oksijen değerlerini günlük olarak grafiğe geçirirsek yukarıdaki grafik elde edilmiş olur.

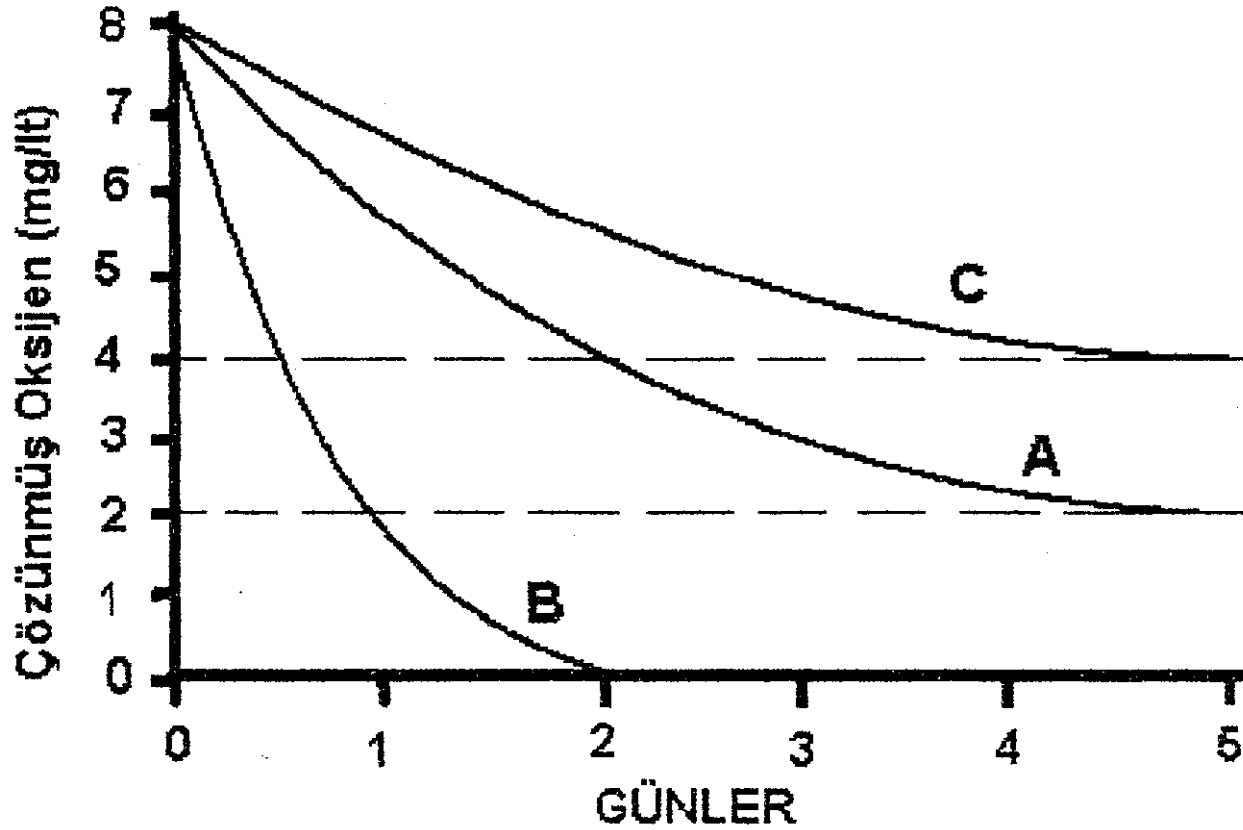


A örneğini inceleyecek olursak, deney başlangıcındaki çözülmüş oksijen değeri 8 mg/l'tir. Günlük ölçümlerde de giderek azalan değerler bulunmuş ve 5. gün sonunda çözülmüş oksijen 2 mg/l bulunmuştur.

A örneği için $BOI_5 = 8 - 2 = 6$ mg/l bulunur.



B örneği için de benzer şekilde başlangıç çözülmüş oksijen değeri 8 mg/l'tir ve deney sırasında ikinci gün sonunda oksijen "0" a inmiştir. Tüm oksijen çok hızlı bir şekilde kullanılmış ve tüketilmiştir. Bu örneği 3., 4., ve 5., gün sonunda da ölçsek çözülmüş oksijen değeri yine "0" olarak bulunacaktır. $BOI_5 = 8 - 0 = 8$ mg/l olarak hesaplanacaktır. Bu durum gerçekçi bir sonuca ulaşmaya engel olacaktır. Mikroorganizmaların tam olarak ne zamandan beri oksijensiz kaldıklarını kesin olarak bilemeyiz. Bu nedenle B örneğini steril saf su ile sulandırarak (mikroorganizma ve organik madde içeriğini seyrelterek) yeniden test edebiliriz.



C örneği B örneğinin 10 kat sulandırılmış halidir. Yani gerçek su örneği, hazırlanan çözelti içinde 1:10 oranında yer almaktadır. Başlangıçtaki çözülmüş oksijen (ÇO) değeri 8 mg/lit, deneyin 5. günü sonunda da 4 mg/lit ölçülmüştür. Bu durumda:

$$\frac{\text{ÇO}_0 - \text{ÇO}_5}{\text{Sulandırma Oranı}} = \text{BOI}_5 \Rightarrow \text{BOI}_5 = \frac{8 - 4}{0.1} = 40 \text{ mg/lit}$$

olarak bulunur. (ÇO : Çözülmüş Oksijen)

BOI değeri daha önceden ölçülmüş bilinen bir örneğe bir başka materyal karışılsa (veya BOI değeri bilinen bir ortam zaman içinde belli oranda kirlenirse), sonradan ilave edilen materyalin (veya ortamı kirleten etmenin) BOI üzerindeki etkisi de hesaplanabilir.

Bir önceki örneğimizde **A** örneğinin BOI_5 değeri 6 mg/l idi. Şimdi **A** şişesine 100 ml içeriği bilinmeyen bir örnek ilave edildiğini varsayalım. Standart şişe 300 ml olduğuna göre bu şişe içinde 200 ml **A** örneğinin orijinal suyu vardır. Bu durumda 1/3 oranında bilinmeyen örnek, 2/3 oranında **A** örneği içeren bir karışım elde etmiş oluruz. Burada, karışımın birincil çözünmüş oksijen (ÇO) değeri 8 mg/l'tir. 5. Gün sonunda bu karışım için çözünmüş oksijen (ÇO_5) değeri = 1 mg/l ölçülmüş olsun. Bu karışım için kullanılan oksijen :

$BOI_5 = 8 - 1 = 7$ mg/l olacaktır. Burada :

$$\begin{array}{l} \text{BOI}_5 \times \frac{\text{ml}}{\text{ml}} = \text{A'nın karışımındaki BOI değeri} \\ \downarrow \qquad \nearrow \qquad \searrow \\ \text{A'nın orijinal BOI değeri} \qquad \text{A'nın karışımındaki oranı} \qquad \text{Karışım toplam miktarı} \end{array}$$

$$\Rightarrow 6 \times (200\text{ml} / 300\text{ml}) \Rightarrow 6 \times (2 / 3) = 4 \text{ mg/l} \quad (\text{A'dan gelen } BOI_5)$$

Karışım için bulunan $BOI_5=7$ mg/l olduğuna göre:

$$7 - 4 = 3 \text{ mg/l} \quad \text{niteliği bilinmeyen örneğin } BOI_5 \text{ değeri olacaktır.}$$

Böylece, BOI testleri için örneklerin sulandırılması ve ayrıca karışım elde edilmesi durumunda, yukarıda ifade edilen çözümler birleştirilerek:

$$\text{BOI}_5 \text{ (mg/lt)} = \frac{(I - F) - (I' - F') \frac{X}{Y}}{D}$$

ifadesi elde edilir. Burada:

I = Karışmış ve sulandırılmış örnek için birinci çözünmüş oksijen değeri

F = Karışmış ve sulandırılmış örnek için son (nihai) çözünmüş oksijen değeri

I' = Karışımdan önceki orijinal örneğin birinci çözünmüş oksijen değeri

F' = Karışımdan önceki orijinal örneğin son (nihai) çözünmüş oksijen değeri

X = Örneğin karışımdaki miktarı (ml cinsinden hacim)

Y = Karışımın toplam miktarı (ml cinsinden hacim)

D = Sulandırılmış örneğin oranı

ÖRNEK PROBLEM:

Aşağıda verilen değerleri kullanarak bilinmeyen örneğe ait BOI_5 değerini bulunuz.

Örneklerin ısısı = $20^{\circ}C$

Birincil Çözünmüş oksijen doygunluk derecesinde

Örneğin sulandırma oranı = $1/30$

Sulandırılmış örnekte final çözünmüş oksijen = 8 mg/lt

Karışmış ve sulandırılmış örnekte final çözünmüş oksijen = 2 mg/lt

Su ısısı: $^{\circ}C$	O_2 konsantrasyonu mg/lt
0	14,6
2	13,8
6	12,5
12	10,8
15	10,0
20	9,2
25	8,2
30	7,6

ÇÖZÜM:

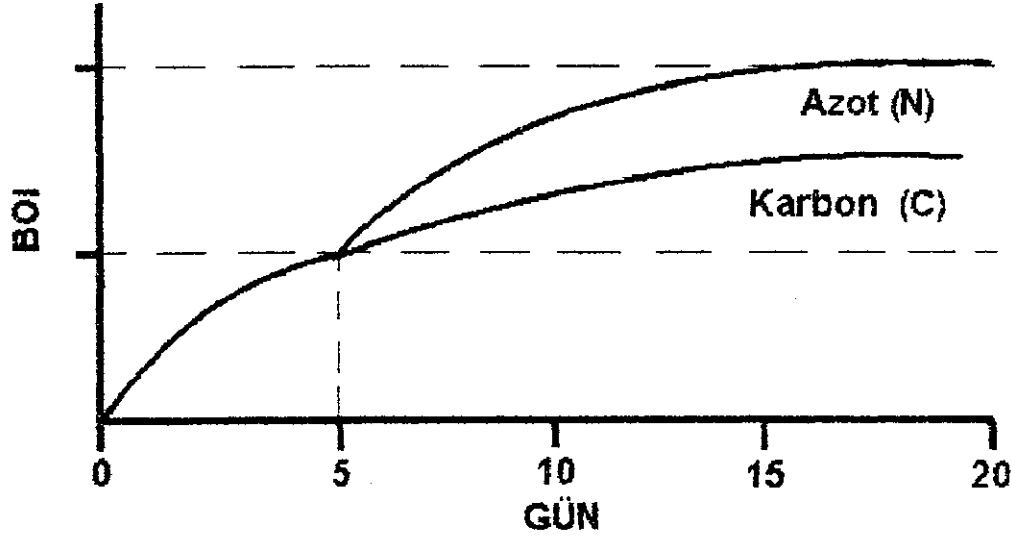
Tablodan oksijen'in $20^{\circ}C$ için 9.2 mg/lt doygunluk değeri bulunur. Bu, BOI testi için birincil çözünmüş oksijen değeridir.

Ayrıca BOI şişesi 300 ml hacimlidir. $1/30$ sulandırma oranında 10 ml örnek ve 290 ml besleme suyu bulunur. Bu durumda değerleri ilgili formülde yerlerine koyduğumuzda:

$$BOI_5 = \frac{(9.2 - 2) - (9.2 - 8) \frac{10}{300}}{\frac{1}{30} \leftarrow 0.033} = 181 \text{ mg/lt}$$

Karışmış ve sulandırılmış örneğin BOI_5 değeri 181 mg/lt olarak bulunmuş olur.

SEKİL : Uzun süreli BOI test grafiđi



BOI₅ ölçümlerinde 5 gün standart bir ölçme zamanıdır. Eğer ölçümler daha uzun süre devam ettirilirse, 5. günden sonra BOI eğrisinde yandaki şekle benzer sıçramalar görülür. Bu durum, mikroorganizma faaliyetleri sonucu azotlu organik maddelerin parçalanmaları ve stabil nitratlara dönüşmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle eğri altındaki alan Azot ve Karbon zonlarına ayrılır. Bu iki zon birlikte Ultra BOI (BOI_{ult}) oluşturur.

BOI_5 sulardaki mikroorganizmaların oksijen kullanımının bir ölçütüdür ve potansiyel kullanımı göstermektedir. BOI_5 oranındaki artış, bir akarsuda (veya herhangi bir su ortamında) oksijensiz bir ortam yaratmaya ve anaerobik koşulların gelişmesine neden olabilir. Böylece, küçük bir akarsuya büyük oranlarda organik atık boşalımı çok ciddi sonuçlara neden olabilir.

Ortalama kritik BOI_5 değeri 250 mg/lt olarak kabul edilir. Ancak, pek çok endüstriyel kuruluşun atıksularında bu değer 30.000 mg/lt'yi aştığı da bilinmektedir.



KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)

CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD)

BOİ testleri, mikrobiyolojik yaşam için gerekli oksijen miktarının belirlenmesi açısından önemlidir. Ancak, test 5 gün sürmektedir. Ayrıca, organik maddelerin suda mikroorganizmalarca, oksijen kullanılarak parçalanmaları da uzun zaman alan bir süreçtir.

Organik materyalin, biyolojik olarak değil de kimyasal olarak oksidasyonu sağlanırsa, hem testleri kısa sürer hem de endüstriyeş arıtma proseslerinde daha hızlı arıtma gerçekleşir. Özellikle organik madde yükü çok yüksek olan atıkların oksidasyonu için uygun bir yöntemdir. Burada, kimyasal olarak harcanan oksijen miktarı KOİ olarak adlandırılır.

KOİ testinde tüm organik materyal okside edilebilir. BOİ testinde ise ancak bir kısmı parçalanabilmektedir. Bu nedenle, KOİ değerleri daima BOİ değerlerinden yüksektir. Örneğin, kağıt hamuru ve talaş artıklarından oluşan bir atığın bileşenleri (selüloz) kimyasal olarak kolaylıkla ve hızla okside olabilir (yüksek KOİ), fakat biyolojik olarak çok yavaş ve uzun sürede parçalanır (düşük BOİ).

KOI ölçümlerinde genellikle oksidasyon aracı olarak potasyum dikromat kullanılır. Potasyum dikromat ucuz ve basit olarak temin edilebilir. Bu yöntemin uygulanmasında, ölçülmüş bir miktar potasyum dikromat örnek içine karıştırılır ve karışım kaynatılır. Burada:



Reaksiyonu gelişir.

Kaynatma işleminden sonra kalan dikromat (oksidasyonda kullanılmayan, artan) artık ölçülür. Bu ölçümde genellikle demirli amonyumsülfat kullanılır. Potasyum dikromat'ın deneye sokulan başlangıç değeri bilindiği için, aradaki fark oksidasyonda kullanılan dikromatı verir. Kullanılmış olan dikromat miktarı, organik madde miktarına göre değişecektir. Buradan hesapla, kullanılan dikromat madde miktarına bağlı olarak KOI değerleri hesaplanır.

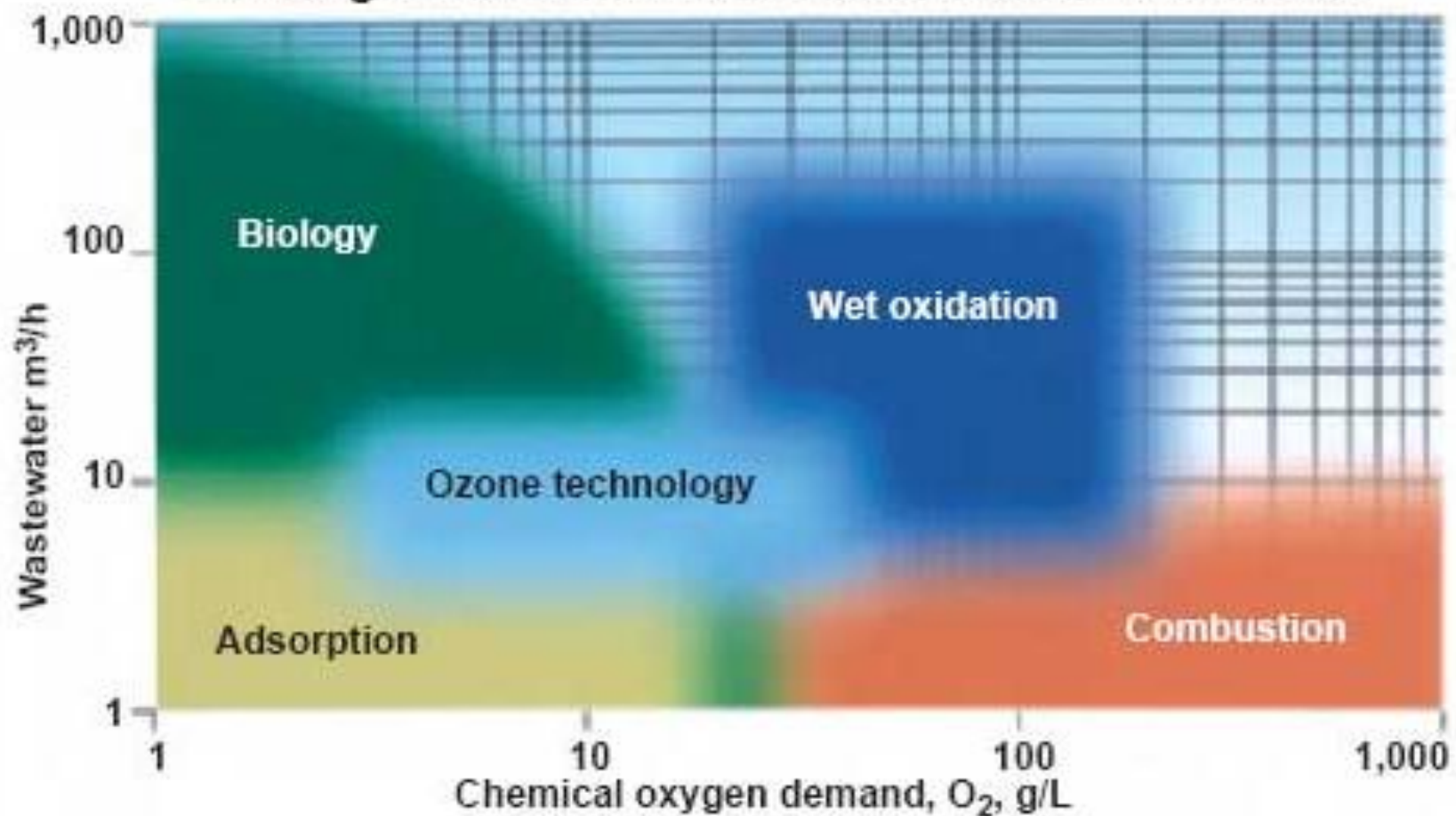
Table IV

Water emissions: chemical oxygen demand (COD): assessment and comparison with selected reference levels

Inventory results/reference levels	COD in [mg/liter]
Inventory results	
Factory A	270.00
Factory B	312.00
Factory C	1,115.28
National standards	
Indian standard	375.00
Indonesian standard	250.00
International standards	
World Bank	250.00

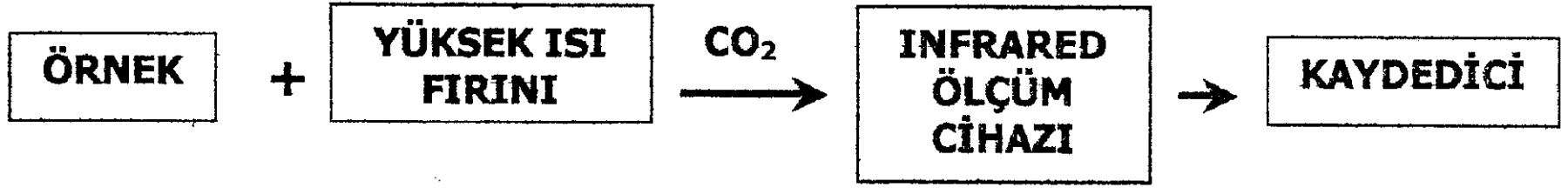
Notes: See ATIRA *et al.* (1989), Ministry for Population and the Environment (1991), World Bank (1997)

The range of different wastewater treatment methods

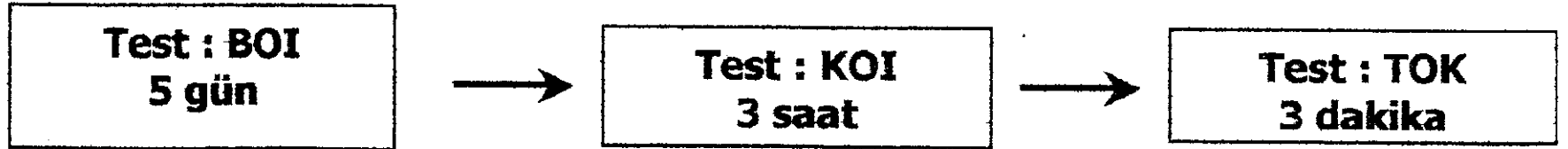


TOPLAM ORGANİK KARBON (TOK) **TOTAL ORGANIC CARBON (TOC)**

Toplam organik karbon, sulardaki organik maddenin konsantrasyonunun belirlenmesinde kullanılan bir diğer parametredir. Bu parametrenin analizi, suda yer alan tüm organik karbonun CO₂'e dönüştürülmesinin test edilmesi prensibine dayanır. Bu analiz yönteminin uygulanmasında, çok küçük miktarlardaki örnekler, yüksek ısı fırınlarında yakılır ve ortaya çıkan CO₂ özel cihazlarla ölçülür.



Bu yöntemin uygulanabilmesi için çok teknik ve pahalı laboratuvar altyapısına gereksinim vardır. Bu nedenle yaygın olarak kullanılan bir parametre değildir. Ancak, sularda yer alan organik maddenin tamamının gerçek değerlerinin bilinmesi gerektiğinde kullanılır.



Organik Madde yükü analiz yöntemlerinin sürelerinin karşılaştırılması

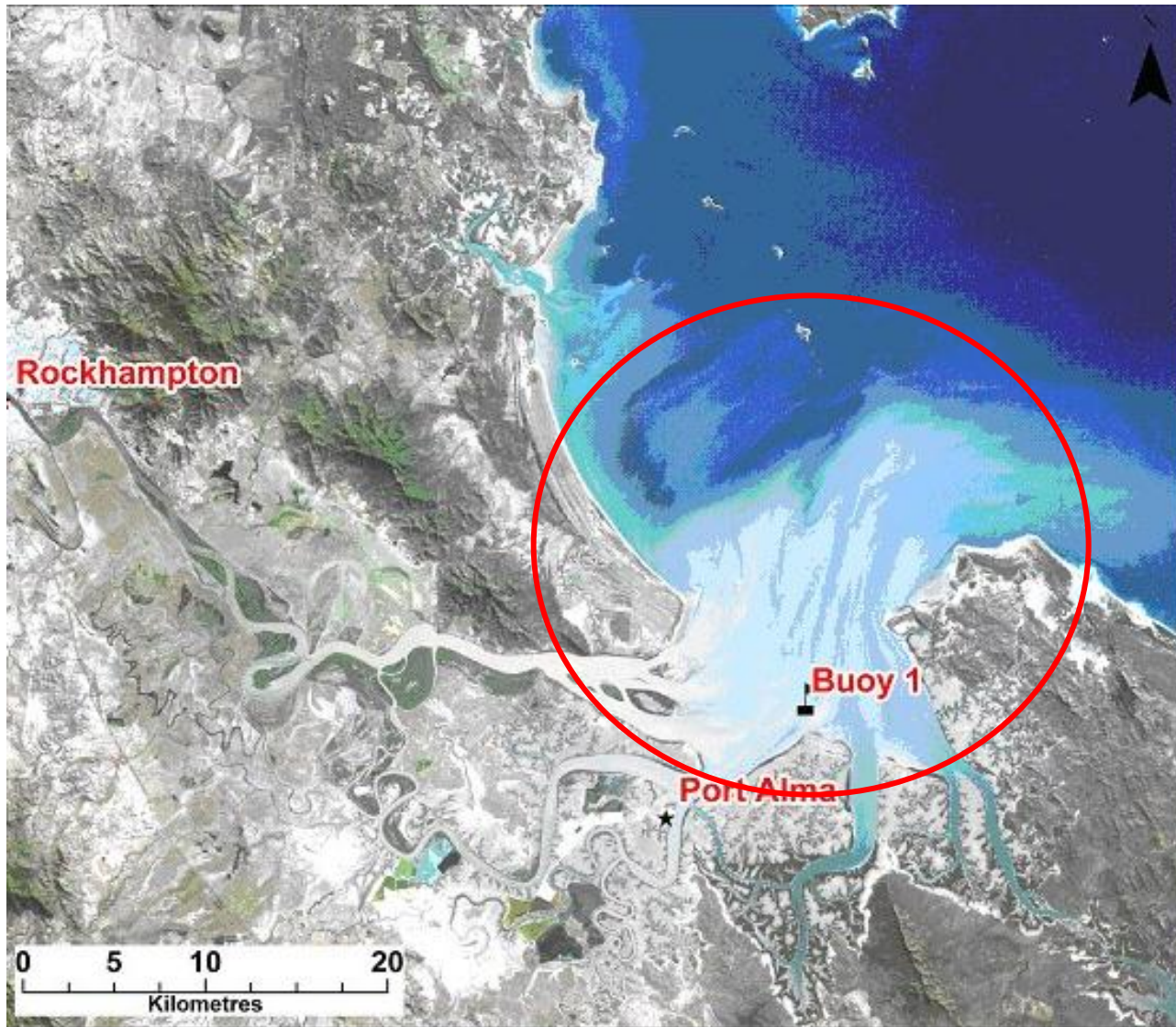


BULANIKLIK **TURBIDITY**

Suların, ışık geçirgenlik dereceleri, temiz veya kirli olmalarının bir göstergesi olarak tanımlanabilir ve bulanıklık olarak tanımlanır. Bulanıklığın pek çok nedeni olabilir. Hem içme ve kullanma suları, hem de atıksular için önemli parametrelerden birisidir.

İçme suları ele alındığında, bulanıklık toplum sağlığını etkileyebilecek pek çok nedenden kaynaklanabilir. Örneğin, koloidal parçacıklar, hastalık yapıcı çeşitli organizmaları beraberinde taşıyabilirler.

Bulanıklık, atıksu arıtma tesislerinin tasarımında da önemli parametrelerden birisidir. İşletme sırasında, mikroorganizmalardan gelecek yüke ek olarak çamur yükünün artmasında etkili olabilir ve çöktürme havuzlarının erken dolmasına neden olabilir.



Karadeniz

Çayeli (Rize)

Senöz deresi



Karadeniz

Çayeli (Rize)

Senöz deresi





KIZILIRMAK

Fadlım ayı

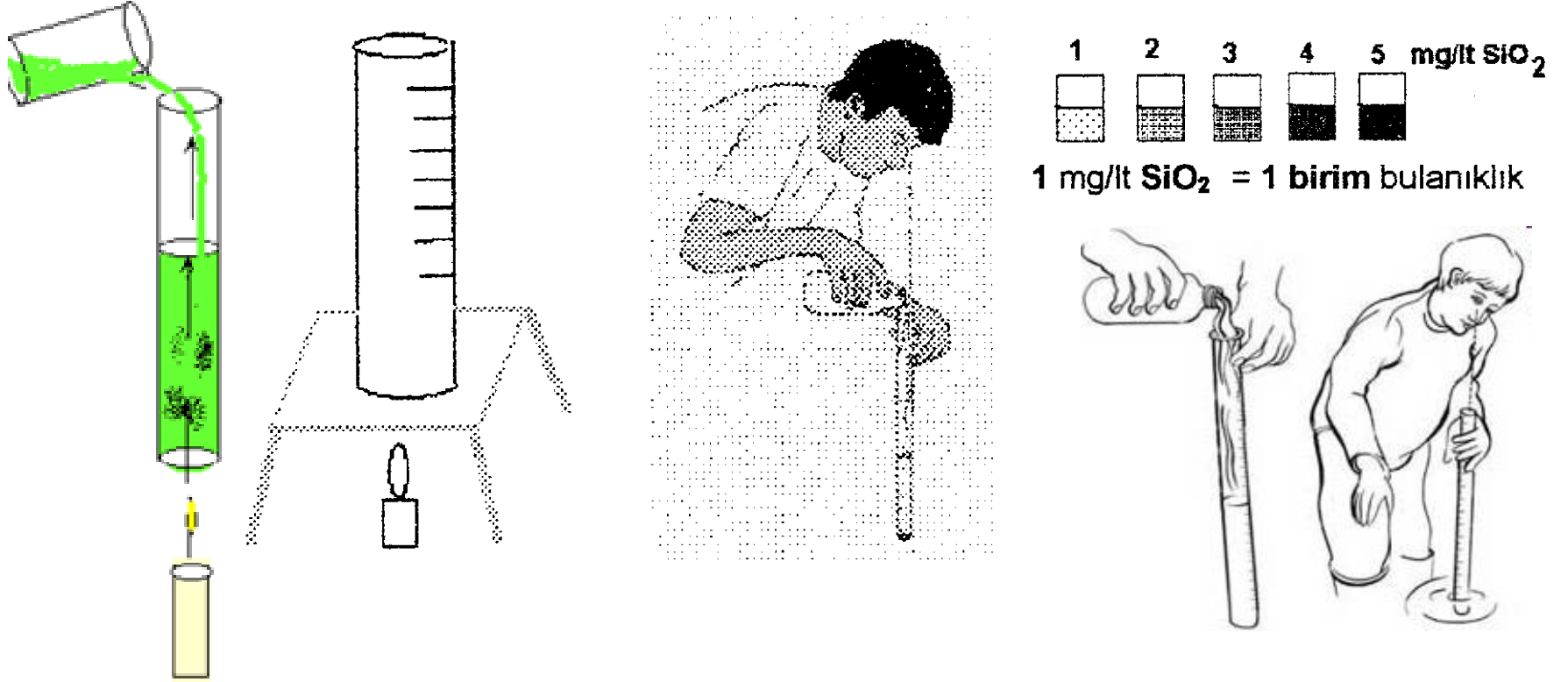
Cumhuriyet Üniversitesi

KIZILIRMAK

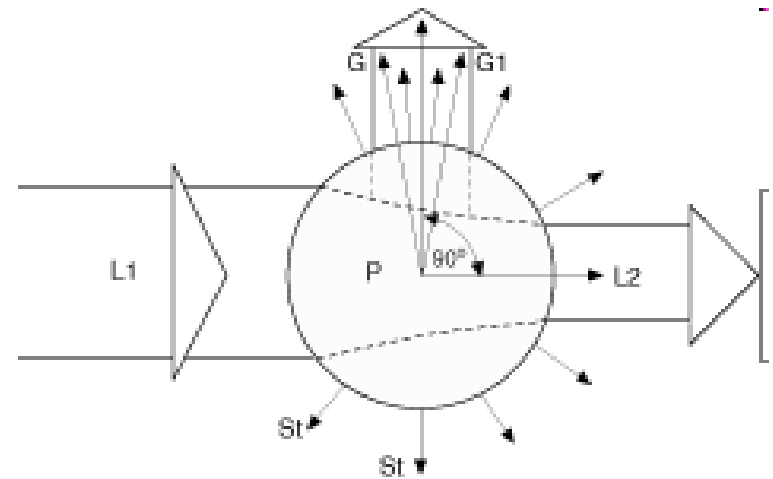
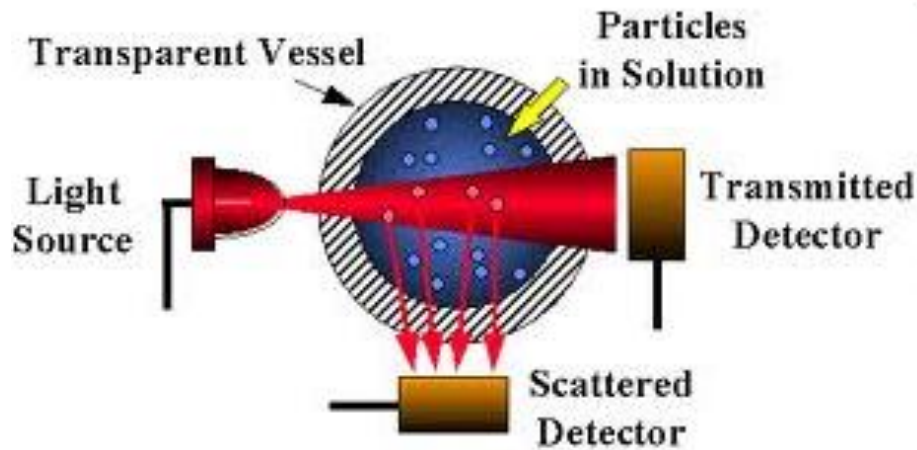
Fadlım Çayı



Standart bulanıklık ölçme yöntemi 20. yüzyılın başlarında bulunan "Jackson Mum Bulanıklık Ölçer – Jackson Candle Turbidimeter" yöntemidir.

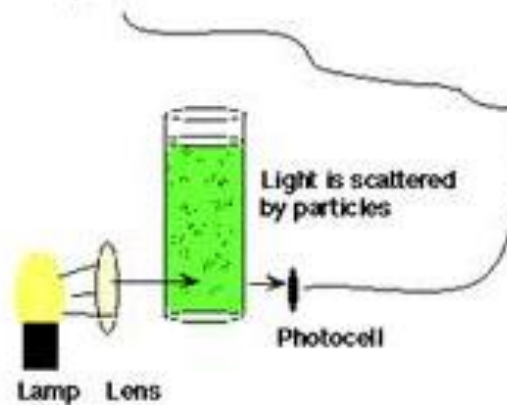
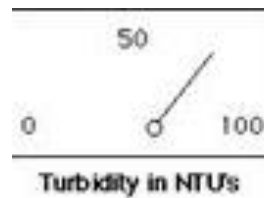


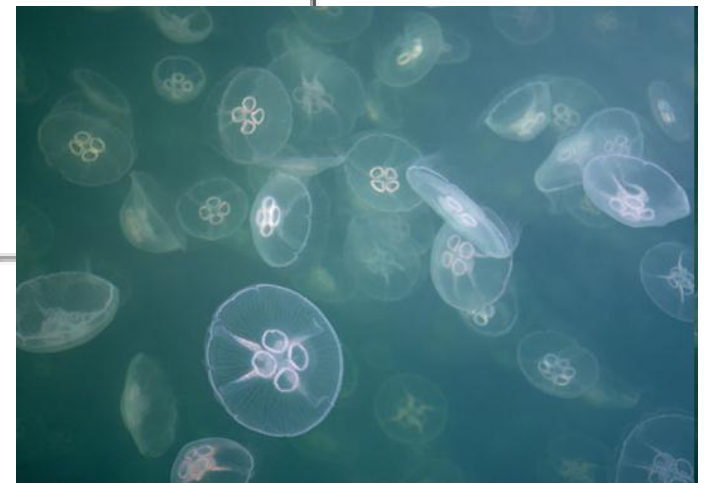
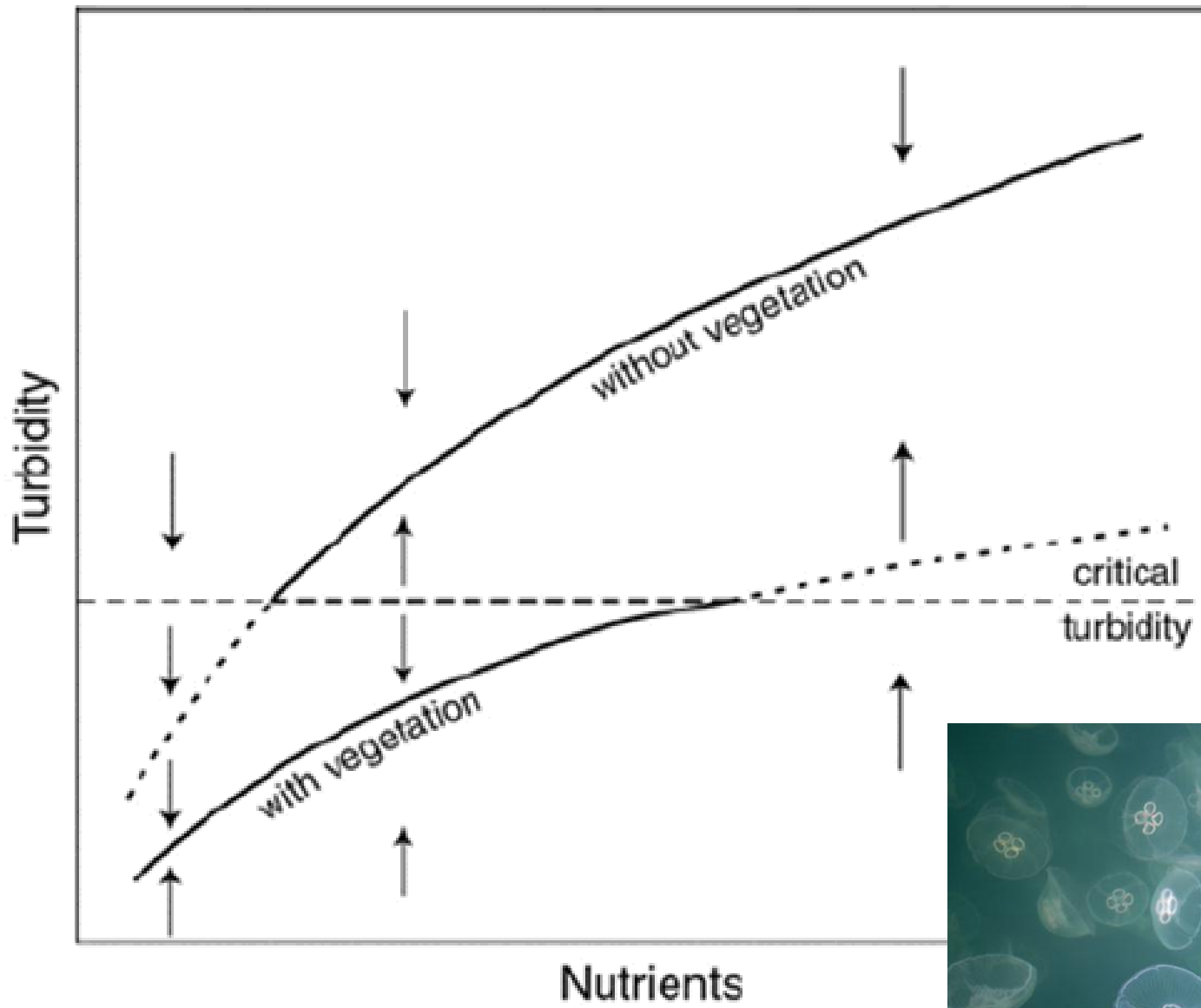
Bu yöntemde dibi düz bir cam tüp kullanılır. Tüpün altına bir ışık kaynağı (mum) konur. Yukarıdaki şekilde olduğu gibi su örneği tüp içine ışık kaynağı gözden kayboluncaya kadar ilave edilir. Suyun bulanıklık derecesine göre, az bulanık su için daha yüksek, çok bulanık su için ise daha alçak bir su sütunu elde edilecektir. Su yüksekliği ölçülerek, standart bulanıklık birimleri ile karşılaştırılır. Standart çözelti olarak SiO₂ çözeltisi kullanılır.



Measuring Principle

- L1 = light beam striking the sample
- L2 = light beam passing through the sample
- P = sample
- St = scattered light
- G/G₁ = peripheral rays of the scattered light beam used for measurement







RENK ve KOKU

Renk ve koku, su kalitesi tayini ve su arıtma işlemlerinde önemli ölçüm kriterleridir. Bulanıklık ile birlikte renk ve koku su kalitesinin fiziksel parametreleri olarak tanımlanırlar.

Eğer bir su renkli görünüyorsa ve pis kokuyorsa, doğal olarak insanlar bu suyu kullanmaktan kaçınacaklardır. Bu durum halk sağlığı açısından doğal bir korunma yaratacaktır. İçme kullanma amaçlı yararlanılan suların renksiz ve kokusuz olması gerekmektedir.

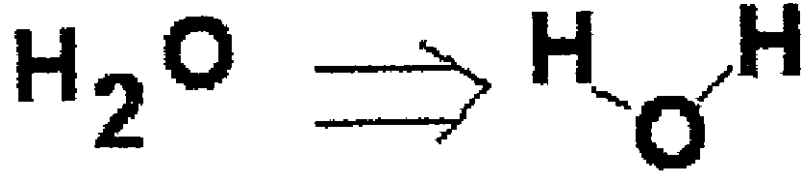
Renk ve koku çoğu zaman birlikte, algler ve suda yaşayan diğer mikroorganizma faaliyetleri sonucunda meydana gelir. Ayrıca ve özellikle endüstriyel kuruluşların renkli ve/veya kokulu atıklarından da kaynaklanabilir. Bu tür atıklar zehirlilik özelliği de taşıyabilirler.

Renk ve koku parametrelerinin ölçümleri içinde geliştirilmiş çeşitli standart yöntemler vardır. Özellikle renk ölçümünde sudan geçen ışığın dalga boyu ve şiddeti ölçümüne dayalı spektrofotometrik yöntem yaygın olarak kullanılır.



pH

Bir çözeltinin pH değeri, H^+ iyon konsantrasyonunun bir ölçütüdür. Bir çözelti içinde H^+ iyonlarının çokluğu çözeltiyi asidik, azlığı ise bazik karakterli yapar. Bazik çözeltilerde H^+ yerine OH^- iyonu egemendir.



Su molekülleri yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi dipol karakterlidir ve su içinde eşit miktarlarda ve zayıf olarak iyonize olurlar. H^+ ve OH^- eşit miktarlarda ve zayıf olarak iyonize olurlar. Nötr bir suda H^+ ve OH^- iyonlarının konsantrasyonları eşittir.

Sudaki H^+ ve OH^- iyonlarının mol cinsinden konsantrasyonları (mol/litre) bir katsayıya bağlıdır ve daima ;

$$[H^+] \times [OH^-] = K_w = 10^{-14} \text{ olarak tanımlanır.}$$

K_w : Suyun iyon üretme katsayısıdır.

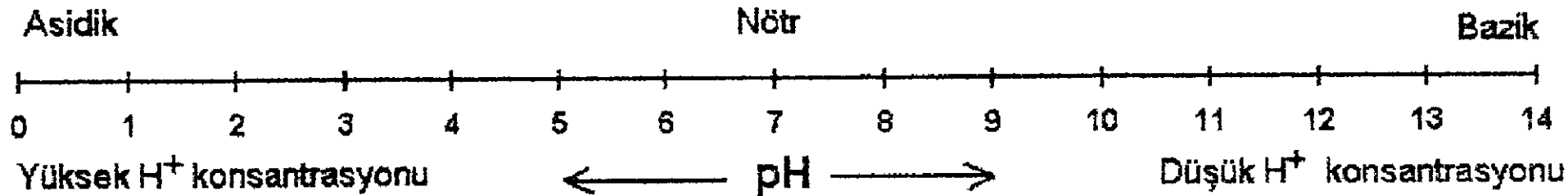
Örneğin; bir su örneği için $H^+=10^{-4}$ ise $OH^- = 10^{-14} / 10^{-4} = 10^{-10}$ olmalıdır. Bu örnekte $10^{-10} < 10^{-4}$ olduğu için H^+ fazladır. Bu durumda bu su örneği asidik karakterlidir.

H^+ iyon konsantrasyonu sulu çözeltilerde çok önemlidir ve ölçülmesi için basit ve kullanışlı çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. H^+ iyon konsantrasyonunun ifadesi için mol/lit (=litrede mol) tanımı yerine, H^+ konsantrasyonunun negatif logaritmasının bir ifadesi olan **pH** kullanılır.

$$pH = -\log[H^+] = \log \frac{1}{[H^+]}$$

Burada pH değeri, H^+ iyon konsantrasyonunun 10 tabanına göre kuvvetinin değeri olmaktadır.

Nötr bir çözelti için $pH=7$ veya $[H^+]=10^{-7}$ mol/lit olarak ifade edilir. H^+ arttıkça pH değeri düşer. pH aralığı 0-14 arasında değişim gösterir.



PH ölçümleri elektronik cihazlar ile pratik olarak yapılabilir. Ayrıca, turnusol kağıdı adı verilen ve farklı asit derecelerinde farklı renklere dönüşen özel kağıtlar ile veya kolorimetrik olarak da yapılabilir.

PH ölçümleri temiz su veya atıksu arıtma proseslerinde tüm fazlarda çok önemli bir faktördür. Dolayısıyla, pH değişimleri, suda yaşayan organizmaların yaşamını doğrudan etkiler. Özellikle biyolojik arıtma tesislerinde pH kontrolü ve düzenlenmesi şarttır. Çünkü bu tür tesislerde, arıtma işlemi tamamen tesiste yaşatılan mikroorganizmalarca gerçekleştirilmektedir. Ph dengesinde olabilecek bir değişiklik, mikroorganizmaların ölümüne ve buna bağlı olarak da tesiste arıtma işleminin gerçekleşmemesine neden olacaktır. Ayrıca uygun olmayan ph değerleri, hem atıksu arıtma tesislerinde hem de temiz su sağlama sistemlerinde korozyona neden olur.

Özellikle, oksitli ve sülfürlü cevher işleten maden işletmelerinden H^+ konsantrasyonu yüksek su drenajı (sülfürikasitli su) yapılabilir ve bu drenajın yapıldığı alıcı ortamlarda su yaşamı olumsuz etkilenmektedir.



KATILAR

SOLIDS



Atıksu arıtma proseslerinde diğer bir önemli problem katılardır. Katıların, miktarı, türü ve dağılımı arıtmayı etkiler. Ayrıca temiz su sağlama sistemlerinde de problemlere neden olur. Atıksulardaki katılar, atıkların sınıflandırılmasında da kullanılır.

Genel olarak sulardaki katılar, 103°C ısıda buharlaşma sonucu geride kalan maddeleri oluşturur ve "toplam katı madde" olarak tanımlanır. Toplam katılar kendi içinde;

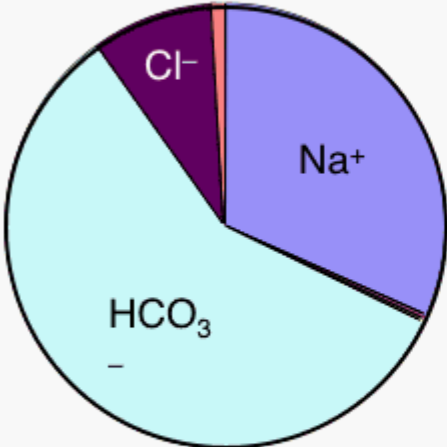
- 1- Çözünebilen katılar
- 2- Çözünmeyen (Süspansiyonda kalan) katılar

Olmak üzere iki grupta incelenirler.

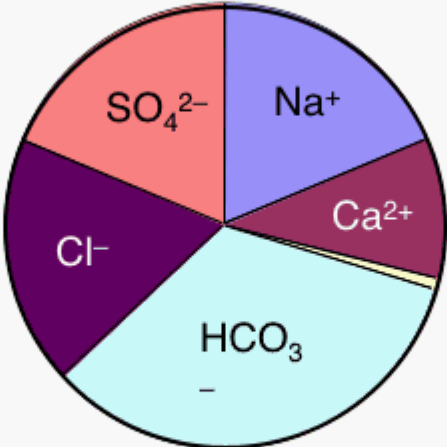
Örneğin bir miktar suya bir kaşık tuz konursa tuz çözünür ve gözle incelemede suda bir değişiklik gözlenmez. Ama bu su buharlaştırılırsa tuz geride artık olarak kalır. Fakat bu su örneğine tuz yerine bir miktar kil konursa, hem suda (çözünmediği, askıda kaldığı için) görünür, hem de su buharlaştırıldığında dipte artık olarak kalır.

Drinking Water Comparisons

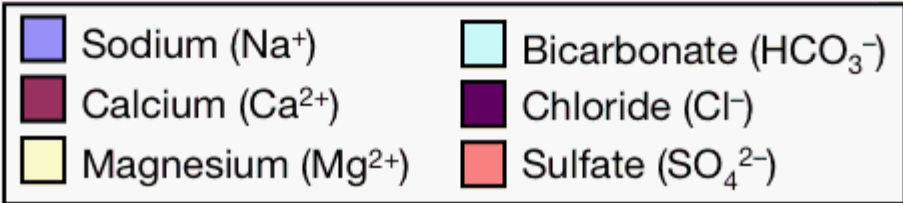
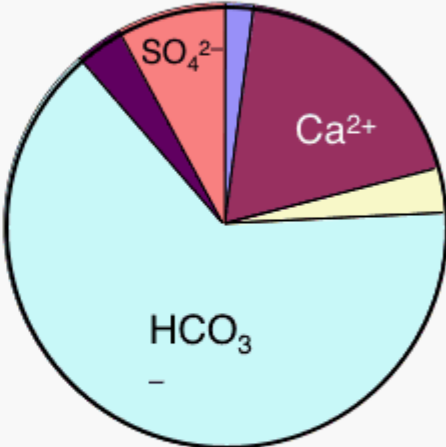
College Station



Houston



San Antonio



Çözünmeyen katılar, uygun filtreler (süzgeç kağıtları) ile, çözünen katılar ise suyu buharlaştırma yoluyla bulunabilirler.

Sulardaki çözünmeyen katılar ayrıca;

- 1- Uçucu katılar (volatile solids)
- 2- Kül (artık) katılar (fixed solids)

Olmak üzere iki ayrı gruba da ayrılırlar. Uçucu katılar ile kül katılarının belirlenebilmesi için örnek 600°C ısıda yakılır. Bu sıcaklıkta uçucu katılar (genellikle organik içerikli katılar) uçar, geride inorganik artık (kül) kalır.

ÖRNEK PROBLEM:

Aşağıda verilen değerleri kullanarak su örneği içindeki katıların miktarını bulunuz.

Boş örnek kabı kuru olarak tartıldığında 48.6212 gr bulunmuştur. Daha sonra bu kab içine 100 ml su örneği konularak 103°C ısıda su buharlaştırılmış ve kab tekrar tartılarak ağırlığı 48.6432 gr bulunmuştur. 600°C ısıda yakıldıktan sonra soğutularak yeniden tartılan kabın ağırlığı bu defa 48.6300 gr ölçülmüştür. Bu örnek içinde yer alan toplam katı madde, toplam uçucu katı madde ve toplam inorganik katı madde (kül) miktarlarını bulunuz.

ÇÖZÜM :

$$\begin{aligned}\text{Toplam katı} &= ((k_{ab} + \text{kuru katı}) - (k_{ab})) / (\text{örnek hacmi}) \\ &= (48.6432 - 48.6212) / 100 \\ &= 220 \times 10^{-6} \text{ gr/ml} \\ &= 220 \times 10^{-3} \text{ mg/ml} \\ &= 220 \text{ mg/lt} \quad \text{Toplam katı madde miktarı}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Toplam inorganik katı} &= ((k_{ab} + \text{yanmayan katı}) - (k_{ab})) / (\text{örnek hacmi}) \\ &= (48.6300 - 48.6212) / 100 \\ &= 88 \text{ mg/lt}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Toplam uçucu katı} &= \text{Toplam katı} - \text{Toplam inorganik} \\ &= 220 - 88 \\ &= 132 \text{ mg/lt}\end{aligned}$$

SU KALİTESİ KONTROLÜ YÖNETMELİĞİ EKLERİ

EK-D: Deşarj Standartları

EVSEL ATIKSU DEŞARJ STANDARTLARI

Havza kapsamındaki tüm yerleşim birimleri Tablo 1'de verilen deşarj standartlarına göre atık sularını arıtmalıdır.

Tablo 1: Evsel Atık Su Arıtma Tesislerinin Çıkış Suyu Alıcı Ortama Deşarj Standartları

Parametre	Birim	Kompozit Numune (2 Saatlik)	Kompozit Numune (24 Saatlik)
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ ₅)	(mg/L)	45	40
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	(mg/L)	100	80
Askıda Katı Madde (AKM)	(mg/L)	60	40
Toplam Fosfor (TP)	(mg/L)	3	2
Toplam Azot (TN)	(mg/L)	20	15
pH	-	6-9	6-9

DİĞER DESARJ STANDARTLARI

Tablo 2: Endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan atık suların ön arıtma öncesi kanala deşarj standartları

Parametre	Kanalizasyon Sistemleri Tam Arıtma İle Sonuçlanan Atık Su Altyapı Tesislerinde
Sıcaklık (°C)	40
pH	6.5-10.0
Askıda katı madde (mg/L)	500
Yağ ve gres (mg/L)	250
Katran ve petrol kökenli yağlar (mg/L)	50
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	4000
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ ₅) (mg/L)	-
Sülfat (SO ₄ ⁻) (mg/L)	1700
Toplam sülfür (S) (mg/L)	2
Fenol (mg/L)	20
Serbest klor (mg/L)	5
Toplam azot (N) (mg/L)	- ^(a)
Toplam fosfor (P) (mg/L)	- ^(a)
Arsenik (As) (mg/L)	3
Toplam siyanür (Toplam CN ⁻) (mg/L)	10
Toplam kurşun (Pb) (mg/L)	3
Toplam kadmiyum (Cd) (mg/L)	2
Toplam krom (Cr) (mg/L)	5
Toplam cıva (Hg) (mg/L)	0.2
Toplam bakır (Cu) (mg/L)	2
Toplam nikel (Ni) (mg/L)	5
Toplam çinko (Zn) (mg/L)	10
Toplam kalay (Sn) (mg/L)	5
Toplam gümüş (Ag) (mg/L)	5
Cl ⁻ (Klorür) (mg/L)	10000
Metilen mavisi ile reaksiyon veren yüzey aktif maddeleri(MBAS) (mg/L)	Biyolojik olarak parçalanması Türk Standartları Enstitüsü standartlarına uygun olmayan maddelerin boşaltımı prensip olarak yasaktır.

a) Bu parametrelere atıksu değerlendirilmesinde bakılmayacaktır.

b) Bünyesinde %2'den fazla inert KOİ içeren ve toplam KOİ değeri 5000 mg/L den fazla olan kuvvetli organik atıksular için KOİ yerine BOİ₅ değeri esas alınır.

Tablo 7.5: Sektör: Maden Sanayii (Çimento, Taş Kırma, Karo, Plaka İmalatı, Mermer İşleme, Toprak Sanayi, ve Benzerleri)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	100	-
KROM (CR+6)	(mg/L)	0.3	-
YAĞ VE GRES	(mg/L)	10	-
pH	-	6-9	6-9

TABLO 21: EVSEL NİTELİKLİ ATIKSULARIN ALICI ORTAMA DEŞARJ STANDARTLARI

Tablo 21.1: Sektör: Evsel Nitelikli Atıksular (Sınıf 1: Kirlilik Yüğü Ham BOİ Olarak 5-60 Kg/Gün Arasında, Nüfus =84-1000)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
BIYOKİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (BOİ5)	(mg/L)	50	45
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	180	120
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	70	45
pH	-	6-9	6-9

Tablo 21.2: Sektör: Evsel Nitelikli Atıksular (Sınıf 2: Kirlilik Yüğü Ham BOİ Olarak 60-600 Kg/Gün, Nüfus = 1000-10000)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
BIYOKİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (BOİ5)	(mg/L)	50	45
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	160	110
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	60	30
pH	-	6-9	6-9

Tablo 21.3: Sektör: Evsel Nitelikli Atıksular (Sınıf 3: Kirlilik Yüğü Ham BOİ Olarak 600-6000 Kg/Gün'den Büyük, Nüfus=10000-100000)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
BIYOKİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (BOİ5)	(mg/L)	50	45
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	140	100
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	45	30
pH	-	6-9	6-9

Tablo 21.4: Sektör: Evsel Nitelikli Atıksular (Sınıf 4: Kirlilik Yüğü Ham BOİ Olarak 6000 Kg/Gün'den Büyük, Nüfus > 100000)

PARAMETRE	BİRİM	KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK	KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK
BIYOKİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (BOİ5)	(mg/L)	40	35
KİMYASAL OKSİJEN İHTİYACI (KOİ)	(mg/L)	120	90
ASKIDA KATI MADDE (AKM)	(mg/L)	40	25
pH	-	6-9	6-9



**SUYUNU
BOŞA
HARCAMA**