



Kırılma Noktası Klorlaması

AMAÇ

Farklı oranlarda klor ile amonyağın reaksiyon vermesi sonucu oluşan kalıntı klor ölçümünün yapılması ve verilerin grafiğe aktarılarak kırılma noktasının belirlenmesi.

ÖN BİLGİ

Patojen mikroorganizmaların yok edilmesi işlemine dezenfeksiyon denir. Su ile bulaşan hastalıkları önlemek amacıyla içme sularına dezenfeksiyon işlemi uygulanır. Dezenfektanlar insana ve doğal yaşama olumsuz etki etmemeli, aynı zamanda patojenik mikroorganizmalara çok hızlı bir şekilde toksik etki yapmalıdır. Dezenfektanın ucuz ve kolay elde edilebilir olması da istenilen özelliklerindedir. Birçok faktör dezenfeksiyon verimini azaltabilir. Bunlardan en önemlileri bulanıklık ve dirençli organizmalardır. Virüsler, bakterilere göre dezenfeksiyona karşı daha dirençlidir. Bu durumda daha yüksek dezenfektan konsantrasyonları ve daha uzun dezenfeksiyon zamanı gerekmektedir. Bu nedenlerle dezenfektanların seçiminde birçok faktör göz önünde bulundurulmalıdır. Atıksu karakteristiğine göre dezenfektan seçimi yapılmalıdır. Dezenfeksiyonda mikroorganizma giderme verimine etki eden faktörler şu şekilde sıralanabilir:

Mikroorganizmaların cinsi ve yoğunluğu, kullanılan dezenfektanın cinsi ve dozajı, temas süresi, pH, sıcaklık ve suyun karakteri.

Mikroorganizmaların ölüm hızı, birinci mertebe reaksiyon kinetiği ile ifade edilebilir ve Chick Kanunu ile şu şekilde formüle edilebilir;

$dN/dt = -Kn$; Bu ifade integre edildiğinde;

$N_t = N_0 \cdot e^{-kt}$ eşitliği elde edilir. Burada,

N_0 : Başlangıçtaki canlı hücre sayısı

N_t : t zamanındaki canlı hücre sayısı

K:Deneyssel olarak hesaplanan ölüm sabitidir.



Birçok dezenfeksiyon yöntemi vardır. Bunlar kimyasal ve fiziksel **dezenfeksiyon yöntemleri** olarak iki ana başlıkta toplanabilir.

1-Kimyasal Dezenfeksiyon: Bu yöntemde kullanılan dezenfektanlar, klor ve bileşikleri, brom, iyod, ozon, fenol ve bileşikleri, alkoller, ağır metaller ve bileşikleri, sabun ve deterjanlar, dörtlü amonyum esaslı bileşikler, hidrojen peroksit ve değişik asit ve bazlardır.

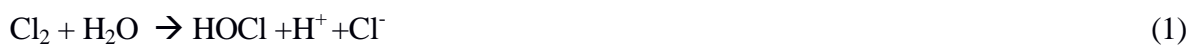
En yaygın kullanılan dezenfektanlar klor ve bileşikleridir. Brom ve iyot atıksu arıtım dezenfeksiyonunda kullanılmaktadır. Ozon çok güçlü bir dezenfektandır ve kullanımı giderek artmaktadır.

2-Fiziksel Dezenfeksiyon: En önemli dezenfektanlar, ısı ve ışıktır. Su belli bir süre kaynatıldığında içerisindeki mikroorganizmalar ölür. Fakat ısı ile dezenfeksiyon pahalı bir yöntemdir. Bu yüzden bazı endüstrilerde kullanılır. UV yöntemi ile dezenfeksiyon, suyun fiziksel ve kimyasal yapısını değiştirmez, tat ve koku oluşturmaz. Temas süresi oldukça kısadır. En büyük dezavantajı, aşırı elektrik tüketimi ve pahalı malzeme kullanımınıdır. UV ışınması ile bakteri sporları, virüsler, mantarlar ve mantar sporları ile diğer mikroorganizmaların yok edilmesi mümkündür.

Klor ile Dezenfeksiyon:

Klor normal ısı ve basınçta sarımsı-yeşil bir gaz olup, havadan ağırdır. Çok keskin bir kokusu vardır. Aktif bir elementtir. Su olması halinde, normal sıcaklıklarda bütün elementlerle reaksiyona girmez.

Atıksu arıtım sistemlerinde en yaygın kullanılan klor bileşikleri, klor gazı sodyum hipoklorit ve klordioksittir. Kalsiyum ve sodyum hipoklorit daha çok, küçük arıtma tesislerinde kullanılır. Klordioksit amonyak ile reaksiyona girmediğinden kullanımı sınırlıdır. En yaygın kullanılan klor formlarından birisi klor gazıdır. Klor gazı su içerisinde çözüldüğünde hidroliz ve iyonlaşma reaksiyonları meydana getirir.



Bu reaksiyonun denge sabiti 25 °C'de $4,5 \times 10^{-4}$ 'tür. Meydana gelen HOCl'nin iyonizasyonu şu şekilde gerçekleşir:





Bu reaksiyonun iyonlaşma derecesi ise 25 °C’de $2,9 \times 10^{-8}$ ’dir.

HOCl (hipokloroz asit) ve OCl’nin (hipoklorit) her ikisine birden serbest kullanılabilir klor denir. HOCl’nin dezenfektan etkinliği, OCl’nin etkinliğinden yaklaşık 40 kat daha büyüktür. HOCl ve OCl’nin değişik pH’lardaki etkinliği aşağıdaki gibidir:

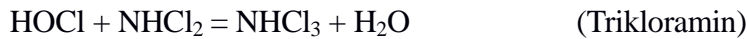
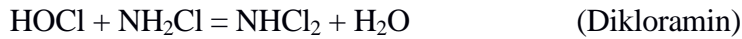
pH < 7.5 iken HOCl etkindir.

pH = 7.5 iken HOCl = OCl⁻

pH > 7.5 iken OCl⁻ etkindir.

Klorun Amonyak ile Verdiği Reaksiyonlar:

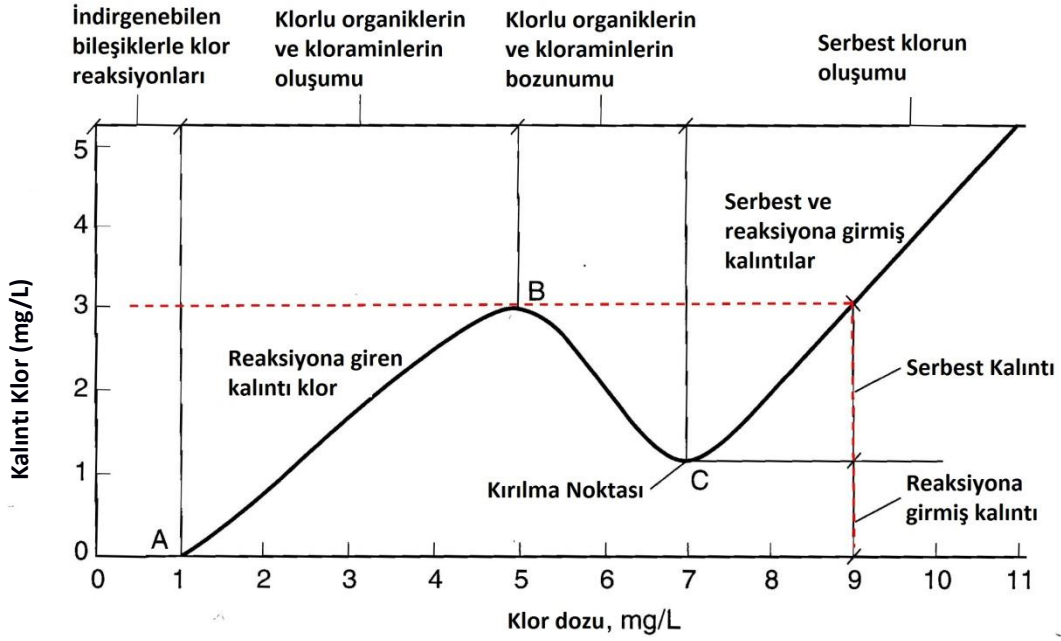
Sularda amonyak azotu veya organik azot varsa klorlama esnasında bazı reaksiyonlar oluşur. HOCl, kuvvetli bir oksitleyici olduğu için sudaki amonyak ile çok hızlı reaksiyona girer ve kloraminleri oluşturur.



Bu reaksiyonlar pH, sıcaklık, temas süresi, ve Cl₂/NH₃ oranı gibi faktörlere bağlıdır. Kloraminler aynı zamanda birer dezenfektan olarak görev yaparlar. Ancak bunların dezenfektan etkinliği, klora göre daha düşüktür.

Kırılma Noktası Klorlaması:

Bir su ortamında, amonyak mevcut değilse klor ilave edildiğinde klor yalnızca amonyak ile reaksiyona girmez. Klor kuvvetli bir oksitleyici olduğundan suda bulunan Fe⁺², Mn⁺² ve H₂S ile organik bileşikler oksitler. Amonyak içeren su ortamına klor ilave edildiğinde meydana gelen reaksiyonlar Şekil 1’de belirtilmiştir.



Şekil 1. Kırılma noktası klorlaması

Suya ilave edilen klor önce Fe^{+2} , Mn^{+2} ve H_2S ve organik maddeleri oksitler ve kendisi klorür iyonuna indirgenir. Bu nedenle bu maddelerin oksitlenmesi sırasında ortalama kalıntı klor bulunmaz. Bu noktadan sonra klorlamaya devam edildiğinde, klor amonyak ile reaksiyona girer ve kloraminler oluşur. Bu noktalar arasında ilave edilen klor dozu arttıkça kalıntı klor dozu da artmaktadır. Çünkü kalıntı klor, kloraminlerdeki kloru da içermektedir. B noktası ile kırılma noktası arasında ilave edilen klor konsantrasyonları arttıkça kalıntı klor dozu azalır. Bu bölgede bazı kloraminler trikloraminlere dönüşür. Kalan diğer kloraminler N_2O ve N_2 'ye oksitlenir ve klor, klorür iyonuna indirgenir. Cl^- iyonu kalıntı klor olarak hesaplanmadığından bu bölgede kalıntı klor azalır. Bu noktaya kadarki klor tüketimine kırılma noktası klorlaması denir. Kırılma noktasından sonra klorlamaya devam edilirse, kalıntı klor eğrisi, sulu ortam içerisinde klorla reaksiyona girecek madde bulunmadığından, sıfır klor ihtiyacı eğrisine paralel olarak yükselir. Kırılma noktasında Cl_2/NH_4^+-N oranı 7.6/1'dir. Fakat reaksiyona göre bu oran 8/1-10/1 arasında değişebilmektedir.

KULLANILACAK MALZEMELER

- Serbest klor içeren bir kimyasal
- Amonyak
- Kalıntı klor ölçüm kimyasalları (iyodometrik yöntem kullanılacaktır.)



İŞLEM SIRASI

- Kırılma noktasını gözlemleyebilmek için bir su numunesine; aralarındaki molar oran 1'den başlayarak 11'e kadar devam edecek şekilde hem klor hem de amonyak eklenir.
- 1 saat reaksiyon süresi beklenir. Sonra kalıntı klor ölçümüne geçilir.
- Her bir numuneye pH'ı 3-4 seviyesine getirecek kadar derişik asetik asit eklenir (genellikle 1-2 mL).
- 1 g potasyum iyodür (KI) eklenerek karıştırılır.
- Oluşan renk sarıya dönene kadar sodyum tiyosülfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) ile titre edilir, sarfiyat kaydedilir.
- 1 mL nişasta çözeltisi ilave edilir.
- Oluşan mavimsi renk, renksiz dönene kadar sodyum tiyosülfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) ile titrasyona devam edilir, sarfiyat kaydedilir.
- Yapılan tüm işlemler şahite de uygulanır.
- Bakiye klor aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$\text{Bakiye Klor (mg/L)} = \frac{(A - B) \times N \times 35450}{\text{mL numune}}$$

A = Numune için harcanan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ miktarı

B = Şahit için harcanan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ miktarı

N = $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 'ün normalitesi

SONUÇLAR VE HESAPLAMA

- Klor:amonyak molar oranlarına karşılık hesaplanan bakiye klor değerleri sırasıyla x ve y ekseninde olacak şekilde Excel'de grafik çizilir. Kırılma noktasındaki oran belirlenir.

DEĞERLENDİRME

- Molar oran önemli midir? Çevre Mühendisliği terminolojisinde molar oran kullanım örneği veriniz.
- Sularda klor uygulamalarından ayrıntılarıyla bahsediniz.
- Şehrin içme suyundan sorumlu bir çevre mühendisi olduğunuzu düşünün. Arıtma tesisi çıkışında klor konsantrasyonunun ne olmasını isterdiniz?

KAYNAKLAR

1. Çevre Mühendisliğinde Temel İşlemler Laboratuvarı 1-2 Notları, Atatürk Üniversitesi, Doç. Dr. Ergün YILDIZ.