

# İÇME SUYUNDA OZON UYGULAMASI

Yard.Doç.Dr.Şermin GÜL\*

**S**u, insanoğlunun en temel gereksinimlerinden biridir. Su, temas ettiği hemen her şeyi az çok çözer. Bu nedenle, az çok çözülmüş olarak gazlar, organik ve inorganik maddeleri içerebileceği gibi, mikroorganizmaların da bulunabileceği iyi bir ortamdır. Oysa, içilebilecek bir suyun renksiz, kokusuz, berrak ve mikroorganizma içermemesi gerekir. İçme suyu ile insanlara geçebilen enfeksiyonların başında bulaşıcı bir bağırsak hastalığı olan tifo gelir. Kolera ve dizanteri de su ile geçebilir.

1854 yılında Londra'daki kolera salgınında, suları dezenfekte etmek amacıyla ilk kez klor kullanılmıştır. Klorun içme sularında dezenfektan olarak sürekli kullanımı, İngiltere'de 1904, Amerika'da 1908 yıllarında başlamıştır. Ucuzluğu ve kolay uygulanabilmesi, suların dezenfeksiyonunda kullanımını yaygınlaştırmıştır. Ülkemizde de suyun dezenfeksiyonu için klor kullanılmaktadır.

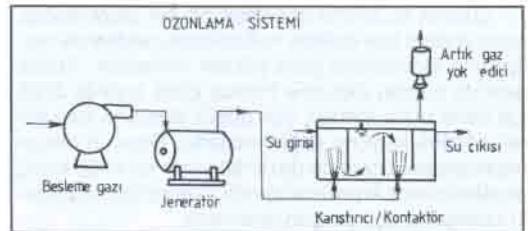
Şehirlere verilecek suyun dezenfeksiyonunda, sudaki mikroorganizmaların bütünü'nün yok edilmesi için yeteri kadar klor kullanılmalı, ama suyun tadını bozacak ve koku bırakacak miktardan da sakınmalıdır. Bu amaçla suya karıştırılması gereken klor miktarı önceden belirlenmelidir. Bu miktar, suda klorla yükseltilebilen ve klor bağlayan bileşiklerin miktarına bağlıdır. Sudaki maddelerin klor tüketimi, "klor bağlama yeteneği" olarak tanımlanır. Mikroorganizmaların yok edilmesi için, suya "klor bağlama yeteneği"nden biraz fazla klor verilmelidir. 1950'li yıllara kadar sudaki organikler, sadece suya katılacak klorun ekonomisi açısından ilgi çekmişti. Ancak yapılan çalışmalar, klorun sudaki organiklerle, insanlarda kanserojenik, mutajenik ve teratojenik etkiler meydana getiren, trihalometan (THM) bileşikler (kloroform, bromodiklorometan, klorodibromometan gibi), haloetonlar (HK), haloasetonitriller (HAN), haloasetik asit (HAAS) ve pek çok diğer dezenfeksiyon yan ürünü (DBP) oluşturduğu göstermiştir.

Bulaşıcı hastalıktan korunmak isterken, halk sağlığını tehdit eden klorlu organiklerin oluşması, araştırmacıları su dezenfeksiyonunda yeni arayışlara itmiştir. Örneğin sudaki organikleri karbondioksit kadar oksitleyebilen ve klorudan daha kuvvetli oksitleme gücüne sahip olan ozon, yeni bir çözüm olarak gündeme gelmiştir. Aslında ozonun dezenfektan etkisi, Fransa'da Meritens tarafından



yapılan deneylerle 1886 yılından beri bilinmekteydi. İçme suyunda ilk ozon kullanımı, 1893'te Hollanda'da Oudshorn'da gerçekleştirilmiştir. 1978 yılı verilerine göre, Avrupa'da ozonla arıtma yapan içme suyu tesislerinin sayısı 1000'den fazladır ve ilk sırayı 593 tesisle Fransa almaktadır. Avrupa'da su arıtım tesislerinde ozon kullanımının yaklaşık bir asırlık bir geçmişe sahip olmasına karşın, uzun yıllar su dezenfeksiyonunda kloru yeterli gören ABD'de ozon kullanımına karşı ilgi, klorun sudaki dezenfeksiyon yan ürünlerinin (THM bileşikleri), su ortamından uzaklaştırılması amacıyla ancak son yıllarda artmaya başlamıştır. "Yüzey Sularının İyileştirilmesi Yönergesi", "Dezenfeksiyon Yan Ürünleri Yönergesi", "Uçucu Organik Kimyasallarla İlgili Tüzükler", "Sentetik Organik Kimyasallarla İlgili Tüzükler", kamuoyunun tepkisi ve USEPA (Amerika Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı)'nın sudaki THM'lerle ilgili sınırlamaları (USEPA 1979 yılında bir duyuru ile sudaki THM seviyesini maksimum 0.10 mg/L olacak şekilde sınırlamıştır) gibi faktörler nedeniyle ABD'de ozon uygulaması gittikçe popüler olmaya başlamıştır. 1994 yılında, ABD'deki ozonla su arıtım tesislerinin sayısının 40'ın üzerinde olması planlanmıştır. Kanada'da ise, 1970 yılından itibaren kurulan tesis sayısı 50'nin üzerindedir.

Oksijenin bir allotropu olan ozon, besleme gazı olarak kuru hava veya oksijen gazı kullanılarak, ozon jeneratörlerinde elektrotlar arasında 5.000-30.000 volt elektrik akımı geçirilmek suretiyle;



\* Ç.Ü.Fen-Edebiyat Fak., Kimya Bölümü, Adana.

# BAKTERİLER İÇME SULARINDAKİ KİRLİLİĞİ HABER VERİYORLAR

Su şirketleri kısa zaman içinde içme sularındaki kirliliği tespit etmek için bakterileri kullanabilecekler. Şu anda bu şirketler günde bir veya iki kez alınan su örneklerinin analizleri ile bu işi yürütüyorlar.

Suların içeriklerinin devamlı olarak analizlerinin yapılması, sadece 3 yıl önce tasarlanan ve şu anda Avrupa ve İngiltere'de çok popüler olan alabalık üretme çiftliklerinde kullanılıyordu. Alabalık havuzlarında kirlilik yüksek değerlere ulaştığı zaman, alabalıkların solungaçları düzensiz hareket etmeye başlar; bu durumda bunu bir uyarı kabul eden üreticiler, balıkları daha temiz sulara aktardıktan sonra kirliliğin nedenini anlamak için alınan su örneklerinin analizlerini yaparlar.

Alan Podgson ve bağımsız araştırmalar yapan İngiltere Su Araştırma Merkezi'ndeki (Medmenham/Buckingham shire) öğrenciler, özellikle bitki ilacı ve böcek zehirine karşı duyarlı, sulardaki kirliliği alabalıklardan daha iyi tespit edebilen ucuz bir biyodetektör geliştirdiler. Podgson, bu iş için

bakterilerden elde edilen elektrik akımlarını kullandığı için detektöre "Bakteriyel elektrot" adını verdi.

Bedfordshire'daki Luton Yüksek Eğitim Koleji ve Cranfield Teknoloji Enstitüsü ile birlikte yapılan çalışmalar sonucu Podgson, kimyasal bir mediatör (genellikle potasyum ferrosiyonad) yardımıyla bakteriler ile elektrot arasında ölçülebilir bir elektrik akımı elde edebilen bir sistem tasarladı.

Mediatörün yardımıyla bakterilerin solunumları veya fotosentezleri izlenir. Bu metabolik olaylar bakterilerde elektronların oluşmasını, bu oluşan elektronlar ise elektrik akımının meydana gelmesini sağlar. Önce alınan su örneklerinin içine mediatör madde katılır. Sonra bu karışım elektrot üzerinde yerleşmiş bakteriler üzerine dökülür. Eğer su örneklerinde kirlilik mevcutsa, bu bakterilerdeki metabolik olayları durdurur. Bu da elektrik akımının azalmasına neden olur. Böylece sulardaki kirlilik tespit edilir.

Daha sonra Podgson ve öğrencileri, araştırmalarını E.coli ve Synechococcus cyanobakteria üzerinde odaklaştırdılar. Podgson ve öğrencileri, bu yılın sonunda sistemlerinin bir modelini yapabilmeyi umuyorlar. Podgson, sisteminin özellikle bitki ilacı ve böcek zehirlerine karşı çok duyarlı olduğunu ve önümüzdeki 18 ay içinde çok yönlü ve ucuz bir alet geliştirebileceklerini belirtmektedir.

New Scientist'ten çev.: Şenay ERTEM

30<sub>2</sub> (↔) 20<sub>3</sub> tepkimesine göre üretilir.

Suyun dezenfeksiyonunda, ortalama olarak 5 g O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> hava karışımı suya 1/3 oranında ilave edilir. Ozonun sudaki çözünürlüğü oksijenden 20 kat fazladır; ancak sulu çözeltide oldukça kararsızdır (Ozonun sulu çözeltide yarılanma süresi 20 dakikadır). Bu nedenle ozonla dezenfekte edilmiş sulara, suyun tat ve kokusunu bozacak bir kalıntı kalmaz. Oysa klorlanmış suyun tadını ve kokusunu hepimiz iyi tanırız(!).

Ozonlama sistemi, besleyici gaz, ozon jeneratörü, dezenfekte edilecek suyun ozonla temasını sağlayan kontaktör gibi kısımlardan meydana gelmektedir. Kontaktöre gelen ozonun suda daha iyi dağılmasını sağlamak için, ayrıca bir karıştırıcı sistemi vardır. Kontaktörden çıkan artık gaz, termal/katalitik olarak yok edilir, zararsız hale getirilir.

Ozonla su arıtma sistemlerinin tek dezavantajı, ozon üretimi için elektrik kullanılması nedeniyle maliyetinin klorlamaya göre yüksek olmasıdır. Ancak ozonun bakteri öldürme hızının klorla kıyasla 3125 kat daha fazla olması, çok düşük dozlarla kısa süreli dezenfeksiyonu sağlamaktadır. Ozonun mikroorganizmalar üzerinde dezenfeksiyon etkinliği, klorlu oksitleyicilerle kıyaslandığında, üstünlüğü aşağıdaki çizelgede açıkça görülmektedir.

## Ozonun dezenfeksiyon etkinliğinin (Λ) diğer oksitleyicilerle kıyaslanması

Dezenfektan	Enteril bakteri	Virüs	Sporlar	Amoebik kistler
O <sub>3</sub>	500	0.5	2	0.5
HOCl şeklinde Cl <sub>2</sub>	20	1.0	0.05	0.05
OCl <sup>-</sup> şeklinde Cl <sub>2</sub>	0.2	0.02	0.0005	0.0005
HN <sub>2</sub> Cl şeklinde Cl <sub>2</sub>	0.1	0.05	0.02	0.02

Λ: 5°C'de (mg/L)<sup>-1</sup>

Ozon, sudaki pestisit, fenolik bileşikler ve çeşitli organiklerin oksitlenmesinde, bakteri, virüs ve alglerin yok edilmesinde, suda çözünmüş haldeki Fe (II) ve Mn (II) gibi inorganik maddelerin oksitlenerek uzaklaştırılmasında, suyun tat, koku ve renk karakteristiklerinin iyileştirilmesinde kullanılabilir. Ozonun bu çok amaçlı kullanımı, maliyetini klorla kıyaslanabilir düzeylere düşürmektedir.

İçme suyunun hazırlanmasında ozonun önemini anlaşılmasıyla, gelecekte ozon kullanan içme suyu tesis sayısının artması beklenmektedir. □

Sanat doğayla insanın toplamıdır.  
F.BACON