

Choisy-le-Roi tesisindeki ozon makineleri. Bunlar, Manchester, Moskova, Kiyev ve Brüksel kentlerinde de kullanılmaktadır.

## KİRLİ SULARIN TEMİZLENMESİ

Jean-René-Germain

Dünyada nüfus büyük bir hızla arttıkça, besin ve su yetersizliği başgöstermektedir. Bilim adamları, bu durumdan endişe etmekte ve oldukça yakın bir zamanda, insanların açlık ve susuzluk karşısında çok zor durumlara düşeceklerini önceden haber vermektedirler. Su yetersizliği, bugün bile kendisini göstermeğe başlamıştır. Bir çok göllerin ve nehirlerin suları, bugün içilmez hale gelmiş, çünkü bunlara karışan lağımalar ve endüstri maddeleri artıkları, onları fazla dercede kirletmektedir. Öyle ki, bu sularda balıklar bile yaşamaz hale gelmişlerdir. Bu konuyu ilginç bir şekilde inceleyen bir yazıyı okuyucularımıza sunuyoruz.



**S**u, bugün artık bol bol sarf edilebilecek bir Tanrı nımeti olmaktan çıkmıştır. Gittikçe gelişen ve artan bir toplum, kendi tortularını ve endüstriyel artıklarını sulara akıtmakta ve dökmektedir. Çok büyük ölçüde kirlenen ve ziyan olan suların yeniden temizlenerek kullanılabilir duruma getirilmesi zorunluğu ortaya çıkmıştır.

Her yıl, meselâ Fransa topraklarına 450 kilometre küp yağmur düşmektedir. Bu suyun üçte ikisi, tabii olarak kayba uğramakta ve ancak, geriye kalan 150 kilometre kübü, nehirlere katılmakta ve yer altı sularına karışmaktadır. Bu miktarın ancak yüzde ikisi, içme suyu olarak halk tarafından kullanılmaktadır. Bundan sonra, büyük şehirlerin su ihtiyacını karşılamak için, su kaynaklarından ve birikmiş sularından faydalanmak mümkün olamayacaktır. Elde bulunan çare, şehir ve kasabaların yakınlarındaki nehir sularını temizleyip kullanmaktır. Su, zaman geçtikçe azalmaktadır ve bunun için, nerede su varsa, onu olduğu yerden almak gerektir. Yaşayabilmek için, kirli suları temizleyip içilir duruma getirmek zorunluğu vardır.

Bu temizleme işlemi, ortaya bir takım problemler çıkarmaktadır. Nehirlere, her yıl milyonlarca ton kirli maddeler ve tortular dökülmektedir ki bunların ayıklanması için, özel bir teknik ister. Sular işlenecek, durultulacak ve sterilize edilecek. Şimdiye değin, suyu sterilize etmek için

klor kullanılıyordu. Bu gün ise, yeni bir işlem uygulanmaktadır ki bu da, ozonasyon usulüdür. Suların sterilize edilmesinde, durulatilmasında ve kokusunun alınmasında, ozon ile işlem, klor ile işleme nazaran 600 - 3000 kez daha etkilidir.

Suyun ozon ile temizlenmesi metodu, bugün Paris yakınında bulunan Choisy-le-Roi ve Méry-sur-Oise tasfiye tesislerinde uygulanmaktadır. Bu iki tesisten en önemlisi, Choisy-le-Roi tasfiyehanesidir. Bunun hacmi 700.000 metre küp olup, Seine nehrinden aldığı sudan saniyede 8.000 litre suyu temiz hale getirmektedir ki bu sular da, Paris, Vincennes ve diğer yerlerdeki 1.600.000 kişiye yetmektedir. Sular, şebekeye 2 metre çapında bir boru hattı ile ulaştırılmaktadır. Birisi, musluğu açıp su alırken, bunun öteki ucunda bir kanalizasyon bulunduğunu ve suyun oradan geldiğini aklına getiremez. Ve eğer siz, Parisin güneyindeki bu mahallelerden birisinde oturuyor iseniz, banyonuzun musluğunu açıp kuvetli doldururken, akan suyun tamamen temiz, kristal gibi berrak ve hafifçe mavimtrak olduğunu görürsünüz. Bundan başka, ozon ile temizlenmiş bu suda, hoşaga gitmeyen klor kokusu da yoktur. Suyun tadına gelince, bu musluk suyu ile şişe suyu arasında bir fark bulmanız mümkün değildir.

### SEİNE NEHRİ SUYU NASIL TEMİZLENİR

Choisy-le-Roi tesisi, üç yıldan beri, Batı Avrupa'nın ozon ile su temizleyen en modern su te-



mizleme tesisidir. Burada, elektrikle çalışan yedi pompa vardır ki her birisi, Seine nehrinden ayrı ayrı su çekerek, saniyede toplamı 65.000-160.000 metre küpü bulan miktarda su sağlamaktadır ve bu suyu, temizlemek üzere, bölmelere doldurmaktadır.

Pompaların çektikleri suya, hemen temizleyici maddeler karıştırılmaktadır. Esas temizleyici maddeler dörttür, bunların birbirine karıştırılması nisbeti, suyun kirlenme derecesine göre ayarlanmaktadır.

1) Klor bioksidi. Bu ilaç, okside olabilecek bütün maddeleri okside eder ve suda bulunan bakterî miktarını düşürür.

2) Demir klorürü. Bu ilaç, suda dekompozeye olduğu sırada, demirli hidrat vücuda getirir ki bu da, suda bulunan maddeleri sarar ve yutar, ve ayrıca, yabancı tadı ve kokuları giderir. Bu işlem sırasında, su içerisinde bir nevi yumaklar meydana gelir, ortadan kaldırılması istenen maddeler bu yumaklar üzerinde toplanır. Bu işlem yarım saat kadar sürer.

3) Aktif karbon. Bu da, sudaki kolloidal maddelerin mesamatında bulunan ve renk, tad ve koku yapan unsurları alır. Ayrıca, kirletici mikro-maddeleri, deterjanları ve hidrokarburleri ortadan kaldırır.

4) Ve son olarak, soda. Bu da, demir klorürünün suda vücuda getirdiği asitleri giderir.

### SÜZME DEPOLARI

Yukarıda sayılan ilaçlar karıştırıldıktan sonra, sular dört blok halindeki süzme deposuna sevk edilir ki bunların her birisi 150.000 metre küp/saniye hacminde. Süzme havuzlarından sonra, sular çökelek çöktürme bölmelerine dökülür ki bunlar da üç katlı olup, zemin üzerinde 2.000 metre kare yer tutarak, 5.500 metre küp hacminde faydalı bir süzme alanı sağlamaktadır. Çamurlar, bu katların diplerine toplanmakta ve böylece, oldukça temizlenmiş su, bu defa çökelek çöktürme bölmeleri üzerine gelmektedir. Depolar, otomatik surette her gün bir kaç defa boşaltılıp temizlenmektedir.

Sonra, bataryalar halinde konmuş filtrelerden geçirilen su, henüz içerisinde bulunması muhtemel mikroskopik maddelerden de kurtulmuş oluyor. Choisy-le-Roi tesisinde, tam 48 tane filtreli havuz vardır, her birinin yüzeyi 117 metre karedir. Filtre 1,5 metre kalınlığında bir kum katından ibarettir, kum zerreleri ise birer milimetre çapında ve iriliğindedir. Kum katı, mesamatlı betondan yapılmış bir döşeme üzerine serpilmiş-

tir. Su, 10 dakika süzildikten sonra, bir menfeze girer. Giren su miktarına nazaran filtrenin sarfiyatı, otomatik surette ayarlanıyor. Filtrenin süzme kabiliyeti beher metre kare yüzeye, saatte 6 metre küp değerindedir. Yetkili birisinin dediğine göre, bir filtrenin görevi, arzu edilmeyen maddeleri tutuklamaktır ve buradan da anlaşılıyor ki, bunları tuta tuta bir filtre nihayet tıkanabilir. İşte bunun için, filtreyi her 48 saatte bir kez temizlemek zorunluluğu vardır. Bu iş için de, takriben yarım saat ister. Bu da otomatik olarak düzenlenmiştir. Bunu sağlamak için filtre kapanıyor ve devreden çıkıyor. Sonra, mesamatlı beton döşemeden, basınçlı hava veriliyor. Böylece, kum katındaki kum zerreleri yerinden oynuyor ve tesisin çıkış menfezinden alınan temiz su, kum katı üzerine sevk edilerek kumu iyice yıkıyor.

### TAMAMİLE OTOMATİK ÇALIŞAN BİR TESİS

Filtre havuzları hakkında bir kaç söz söylemek gerekir. Buraya değin anlattığımız gibi, bütün işlemler otomatik olarak yürütülmektedir. İdare yerinde bir tek insan bulunmakta ve bütün işleri oradan gözlemektedir. Bütün tesisin çalıştırılması ve idaresi için ancak beş kişiye ihtiyaç vardır ki bunlardan üçü, merkez kumanda yerinde, biri filtre bölümünde ve biri de, suyun tadına bakma masasında görevlidir. Tadına bakılan su, bundan önce şimik ve bakteriyolojik işlemden ve kontrolden geçer. Tesisin modern bir duruma getirilmesinden önce, Sular İdaresi, 14 yıl boyunca burada 400 memur ve işçi kullanıyordu. Bunlardan bir çoğunun görevi, filtreleri temizlemektir. O zamanlar, otomatik olarak bu işin 32 dakikada yapılması yerine, tam 9 saat vakit harcanmakta ve 14 kişi çalıştırılmaktaydı, filtrelerin kumları boşaltılıp vagonetlere yüklenmekteydi. Dikkate değer yön şudur ki, tesisin çalıştırılması için o zaman lüzumlu olan 400 kişi yerine, bu mükemmel otomatik tesise ancak beş kişinin getirilmesi, hiç bir tatsızlığa yol açmadı, çünkü bu iş, memur ve işçilerin emeklilik süresinin bitiminde yapıldı.

Şimdi, Seine nehri sularının işleme dönelim. Suyun filtreden geçirilişinden sonra, suya ozon işlemi yapılır, yani, suyun içerisinde ozonlanmış hava kabarcıkları geçirilir. Bununla, suya son işlem yapılmış oluyor. Sular İdaresinin bu tesislerindeki teknisyenlerin neler yaptıklarını incelemeden önce, kendimize şu soruyu sorabiliriz: neden ozon işlemi kullanılıyor? Bu işlemin özelliği ve avantajı nedir?

### OZONUN ETKİSİ

Bilindiği gibi ozon, 1783 yılında Van Marum



tarafından keşfedilmiş bir gazdır. Ozon, oksijenin üç atomlu bir değişimidir, 25 kilometre yükseklerde koyu menekşe (ultra-violet) ışınlarının etkisiyle tabii olarak vücuda gelir ki bu ışınların da dalga uzunluğu 1680-2000 A değerindedir. 25 kilometre yükseklerde, azami konsantrasyon 27 mg/m<sup>3</sup> olmaktadır, ancak istikrarlı olması için 1300-1400 derece santigrad sıcaklığa lüzum vardır, normal sıcaklıkta ise tedrici olarak dekompoze olmaktadır. Zeminde, atmosferdeki ozon miktarı, her metre küp havada 0,05 ile 0,1 mg. arasındadır.

Suda eriyen ozon, sterilize edici, okside edici ve renk kaldırıcı niteliklere sahiptir. Su tasfiyesi işlerinde bir uzman olan C. Comella, bir çok denemelerden sonra, ozon etkisinin iki özelliğini meydana çıkarmıştır:

— Ozon, atomlarından birisini kaybedince, bir oksidan gibi tesir göstermektedir. Böylece, klor ve benzerleri gibi diğer oksidanlar grubuna girerek, onlar gibi kuvvetli bir bakteri öldürücüdür.

— Ozon, üç oksijen atomunu ikili veya üçlü kimyasal birleşim üzerinde tesbit etmek suretile de tesir yapar. Bu gibi bir durumda ozonidler vücuda gelir. Bu unsurlar bilhassa istikrarsızdır, bunlarda «oksijenli köprüler» vardır ki bunlar da, yeter zamanlı bir temas olursa, ozon fazlalığı tesiri ile kolayca yıkılırlar.

Suda bulunan organik maddelerin çoğu, çift birleşimlidir. Buna örnek, DNA ve RNA dir, ki bunlar virüsler yapısındadır. Şunu bilmelidir ki, poliomielit virüslerinin yüzde 99,99'u, suya ozon işlemi yapıncaya, 4 dakikada ölüp yok oluyorlar. Halbuki, klor ile aynı sonuca varmak için, bir kaç saat temas lazımdır. Bundan başka, ozon ile sudaki mikropollüsyon (ince kirletme) unsurlarını da ortadan kaldırmak mümkün olmaktadır, ki bunlar da, fenol ve fenol karışımı maddeler, haşarat öldürücü ilaçlar, alkibenzen sülfonatlar ve deterjanlara konan çeşitli terkiplerdir. Bir litre suda bir buçuk - iki miligram ozon bulunursa, stafillokok, Löffler-Eberth basilleri, yosun kurtları ve bitkilerde bulunan diğer zararlı unsurlar, üreyip gelişmezler. Amib ve kolü gibi parazitler üzerinde de ozon gayet net olarak etkilidir, bunlardan başka ozon gazı nehir sularının yeşilimsi rengini kaldırır, kötü tadları ve kötü kokuları yok eder.

Uzun denemelerden anlaşıldığına göre, ozon, klordan daha tesirlidir ve daha çabuk iş görmektedir. Üstelik, kokusu ve diğer sakıncalı yönleri de yoktur. Klordaki gibi bir tadı da yoktur. Bu

olaydan, eğlenceli bazı psikolojik durumlar da görülmüştür.

Suyun ozon ile temizlenmesi işleme ilgilene bazı yabancılar, Sular İdaresinin bu tesislerini gezirken, temizlenmiş suda klor tadı olmayınca, hal-kin suyun sterilize edilmiş olduğuna inanmadıkları ve bu suyu içmek istemediklerini söylemişlerdi. Halbuki, ozon ile sterilize edilen suyun, klorludan daha temiz olduğunu uzun denemeler isbat etmiştir.

### OSON, DEVAMLILIK OLARAK İSTİHSAL EDİLMEKTEDİR

Suların temizlenmesi ve diğer endüstri koşulları altında, ozonun önceden stok edilmesi mümkün olmadığından, bunu devamlı olarak yerinde yapmak gerekir. Bu nedenle, Sular İdaresi, ozon istihsal eden tesisler de kurmuştur. Teknoloji bakımından, ozon için ayrıca bir tesis kurmak gerekiyor, suların temizlenmesi işleminde en son kısmı teşkil eden ozonasyon için ozon istihsalı oldukça basit bir iştir.

Bir kaç milimetre kalınlığında bir hava katı, konsantrik olarak yerleştirilmiş dairevi iki elektrod arasından geçirilir. Bu iki elektrod, 12.000 - 20.000 voltluk bir gerilimin etkisi altındadır. Elektrodlardan birisinin karşısına bir dielektrik cihazı konmuştur ki bu da, gazın vücuda gelmesine zarar verebilecek herhangi bir kivilcimın çıkmasını önlemektedir. Dielektrik yüzeye yayılmış olan elektrik şarjlarının yer değişmesi, menekşe renginde bir ışık vücuda getiriyor ki bu ışık, denizcilerin bazen Güney ve Kuzey bölgelerde gemilerinin direklerinde gördükleri Saint-Elme ışıklarına benzer. Bir gram ozon elde edebilmek için, 15 - 25 Wh ister. Tasfiyehanedeki 12 ozon makinesi, günde 2 tondan fazla ozon gazı istihsal etmektedir. Bu makinelere, bir metre küp suya 4 gram ozon verebilecek şekilde ayarlanmıştır.

Eğer, ozon elde etmek için, havayı doğrudan doğruya atmosferden alıp onu ozonla şarj etmek mümkün olsa idi, işlem basit olurdu. Oysa, bir çok teknolojik nedenlerle, bu mümkün olamıyor ve havanın ozon cihazlarına girişinden önce, onu azami derecede kurutmak için, özel işleme tabii tutmak gerekiyor. Bunu sağlamak için, havayı soğutma dolabından geçirmek lazımdır ve, «gel d'alumine» (alümin paluzesi) ile temasa getirmelidir ki rutubet yutulsun.

Ozon makinesinden çıkan hava, mesametli seramikten yapılmış borular aracılığı ile, işlenecek su içerisine geçer. Bu manzara çok güzeldir; bir çok kabarcıkların su içerisinde yutulup kay-