

Su Kirliliği

Prof. Dr. Mehmet Emin Aydın



Konya Selçuk Üniversitesinde inşaat mühendisliği eğitimi aldı (1985). Doktorasını İngiltere'deki Loughborough Teknoloji Üniversitesinde suların arıtımı alanında tamamladı (1993). Selçuk Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümüne 1997 yılında doçent, 2003 yılında profesör olarak atandı. 2012 yılında geçtiği Konya Necmettin Erbakan Üniversitesinde çalışmaktadır.

Su, canlı hayatın sürdürülebilmesi için en önemli temel ihtiyaçlardan biridir. Artan nüfus, şehirlerde yaşayan nüfusun artması, endüstriyel faaliyetlerin artması, zirai faaliyetlerin artması suya olan talebi artırmıştır. Diğer yandan su kaynaklarından aşırı su çekilmesi, su kaynaklarının kirlenmesi, yağışların azalması, küresel iklim değişikliği ve su kaynakları üzerine olan etkileri suyla ilgili problemlerin daha da artacağına işaret etmektedir. Su, doğal olarak dünya üzerinde "sürekli hidrolojik çevrim" adı verilen hareket halindedir. Su, bu dolaşımı sırasında hava yoluyla hava kirlenici bileşikler bünyesine alır. Yağış sırasında temas ettiği yüzeylerden kirlenici bünyesine alarak akarsu, göl ve denizlere taşır. Yeraltı suları zemine sızarken ve akifer içerisinde hareket ederken, su bu kirleniciyi çözerek bünyesine alır. Suyun dolaşımı esnasında temas ettiği yüzeyler ve akış halindeyken kat ettiği yollar temizse kirliliğin miktarı az olur. Ayrıca akarsu, göl ve denizlere şehirlerin ve sanayi bölgelerinin atık suları deşarj edilerek su kaynakları daha da kirlenmiş olur. Kirlenici kaynakların önemlileri arasında zirai alanlarda kullanılan pestisitler, gübreler ve hormonlar gibi çeşitli kimyasallar sayılabilir. Ayrıca düzensiz atık dökülen sahalar, maden sahaları, endüstriyel alanlar da kirlenici kaynaklar arasında sayılabilir. Noktasal kaynaklar olan evsel ve endüstriyel atık sular çok karmaşık bileşiklerin su ortamına verildiği kaynaklardır.

Atık sular kanalizasyon sistemi ile toplandıktan sonra klasik arıtma sistemi olarak adlandırılan fiziksel ve biyolojik

arıtma aşamalarından oluşan arıtma işlemlerinden sonra alıcı ortam olarak akarsu, göl, deniz veya uygun bir araziye deşarj edilebilir. Göl, akarsu gibi hassas su ortamlarına alıcı ortam olarak deşarj edilecek atık sular azot, fosfor giderimi, filtrasyon, oksidasyon, dezenfeksiyon gibi aşamaları ihtiva eden ileri arıtma işlemlerinden sonra deşarj edilmelidir. Kirlenici bir kısmı klasik arıtma sistemlerinde ve ileri arıtma sistemlerinde tutulamaz. Atık su arıtma tesisi, çıkış suyu ile alıcı ortama verilir. Su kirliliği insan, çevre ve yaban hayatı sağlığı için zararlı etkilere sebep olabilir. 1950'lerde Japonya'da denize metil civa deşarjından sonra o bölgedeki balıklarla beslenen kişilerde Minamata hastalığı adı verilen nörolojik hastalıktan (Serebral palsi) ölenler ve sakat kalanlar olmuştur. 12.300 kişinin bu kirlenici sebebiyle sağlıklarını kaybettikleri tespiti yapılmış ve deşarj eden firmanın mağdur olanlara tazminat ödemesi kararlaştırılmıştır (1). Bu olaydan sonra çevreye atılan kirlenicilerin çevrede ve canlıların bünyesinde birikerek çevre ve insan sağlığını bozacağı kabul edilmiştir.

Türkiye Su ve Atık su Verileri

Ülkemizde belediyeler tarafından yerleşim yerlerinde su şebekesiyle dağıtılmak üzere 2018 yılında 6,2 milyar m³ su çekilmiş ve bunun %39,9'u barajlardan, %28,1'i kuyulardan, %18,4'ü kaynaklardan, %9'u akarsulardan, %4,6'sı göl veya denizlerden alınmıştır. Belediye nüfusunun %98,6'sına içme ve kullanma suyu şebekesi ile hizmet verilmiş, içme ve kullanma suyu arıtma tesisi ile hizmet verilen nüfus

oranı ise %60,1'de kalmıştır (2). 2018 verilerine göre ülkemizde belediyelerce kanalizasyon altyapısı aracılığıyla 4,8 milyar m³ atık su toplanmıştır. Atık suların %47,9'u ileri arıtma, %27,6'sı biyolojik arıtma, %24,2'si fiziksel arıtma aşamasına kadar arıtıldıktan sonra alıcı ortama deşarj edilmiştir. Atık sular alıcı ortam olarak %46,9'u akarsuya, %40,7'si denize, %3,1'i baraja, %1,4'ü göle, %0,4'ü araziye, %7,5'i diğer alıcı ortamlara verilmiştir. Belediye nüfusunun %90,7'sine kanalizasyon hizmeti, %78,7'sine ise atık su arıtma hizmeti verilmiştir. Deşarj edilen kişi başı günlük atık su miktarı ortalama 188 litre olarak verilmektedir (3). 2018 verilerine göre ülkemizde faaliyet gösteren 50 ve üzeri çalışanlı imalat sanayi kuruluşları tarafından 2,9 milyar m³ su kullanılmıştır. Kullanılan suyun %71,2'si denizden, %15,5'i yeraltı sularından, %4,8'i organize sanayi bölgesi (OSB) şebekesinden, %3,6'sı barajdan, %1,5'i şehir şebekesinden, %1,4'ü akarsudan ve %2'si diğer su kaynaklarından temin edilmiş olup çekilen suyun %76'sı soğutma suyu olarak kullanılmıştır. İmalat sanayi tarafından toplam 2,4 milyar m³ atık su deşarj edilmiştir. Deşarj edilen atık suların %81,3'ü denize, %6,8'i akarsuya, %6,8'i OSB kanalizasyonuna, %2,6'sı şehir kanalizasyonuna, %2,5'i ise diğer alıcı ortamlara deşarj edilmiştir. Soğutma suyu hariç deşarj edilen atık suların %54,6'sı arıtılmıştır (4).

Su Kirliliği ve Etkileri

Evsel ve endüstriyel atık su deşarjları, atık ve endüstri bölgelerinden gelen yağmur suları, zirai alanlardan gelen

yağmur ve drenaj suları, yüzeysel ve yeraltı sularına ağır metaller, pestisitler, poliklorlu bifeniller (PCB), polibromlu difenil eterler (PBDE), poliaromatik hidrokarbonlar (PAH), dioksin ve furanlar gibi sağlığa zararlı, çevrede ve ekosistemde birikebilen kalıcı kirlenmeleri taşıyıcıları (5). Kent atık suları ve endüstri atık suları arıtıldıktan sonra deşarj edilmektedir. Ancak ileri kademe atık su arıtma tesisleri bile kalıcı organik ve inorganik kirlenmeleri gidermede çok etkili olmadığından, bu bileşiklerin bir kısmı arıtma tesisi çıkış suyu ile çevreye verilir (6). Su kirliliği sadece insan sağlığını doğrudan tehdit etmekte kalmıyor, aynı zamanda suda yaşayan canlıların tür ve sayılarında azalmaya da sebep oluyor. 1960'larda Mississippi Nehri'nde zirai alanlardan gelen organik klorlu pestisitlerin etkisiyle milyonlarca balık ölmüştür. Su kaynakları üzerindeki kirlenme yükü ve küresel iklim değişikliği etkileri gibi baskılar sebebiyle 47.677 canlı türünden 17.292 türün nesli tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olduğu belirlenmiştir (7). Genel endüstriyel ve ticari amaçlarla kullanılan 8 bin civarındaki kimyasal maddenin her geçen yıl sayısı ve miktarı artmaktadır. Bu kimyasal maddelerin (özellikle düşük dozlarda) çevreye, insan ve yaban hayatına yönelik kötü etkileri bilinmemektedir. Artan kalp rahatsızlıkları, kanser, kronik akciğer ve karaciğer hastalıklarının çevre kirlenmeleri sebebiyle olduğu, insanlarda görülen hastalıkların çoğunun havadan, sudan ve gıdalarla alınan kimyasal kirlenmelerle olduğu, ayrıca özürli doğumların %10'una çevrede bulunan kirlenmelerin sebep olduğu belirtilmiştir (7).

Konvansiyonel içme suyu arıtma tesislerinde ağır metaller, pestisitler, PCB'ler, PBDE'ler, dioksin ve furanlar gibi mikrokirlenmeler kısmen giderilmektedir. Bu tür mikrokirlenmeler içme suyu ve gıdalarla alındığı zaman vücutta birikme özelliğine sahip olduklarından uzun zaman içerisinde kanser, nörolojik hastalıklar, endokrin sistemi ile ilgili hastalıklar, karaciğer ve solunum sistemi hastalıklarının dahil olduğu değişik rahatsızlıklara sebep olur. Ayrıca atık sularda, göllerde ve denizlerde biriken mikrokirlenmeler ekosistemde besin zinciri boyunca konsantre edilerek besin zincirinin üstünde bulunan canlılarda ölümlere sebep olabilir. Mikrokirlenmeler fitoplanktonlar gibi küçük canlıların bazılarının yok olmasına, dayanıklı ve

istilacı türlerin ise çoğalmasına sebep olur. Marmara Denizi'nde 2021 yılında görülen deniz salyası problemi ve benzeri çevre felaketlerinin sebebi; denizin doğrudan deşarjlar, atık suların taşıdığı kirlenmeler ve Karadeniz'den taşınan kirlenmeler sebebiyle kirlenmesidir (5). Denizlerin kirlenmesi denizde yaşayan hassas türlerin, özellikle de balık türlerinin azalmasına ve hatta yok olmasına sebep olur. Ayrıca kirlenmiş su kaynaklarından çıkarılmış balık gibi besinler, kirlenmeleri bünyelerinde su ortamına göre daha büyük miktarlarda biriktirdiği için tüketilmeleri uzun vadede insanlar için sağlık riski oluşturur.

Sonuç ve Öneriler

Çevreye, başka bir deyişle havaya, suya ve toprağa atılan her türlü kirlenme hidrolojik çevrim sebebiyle yüzey akışlara, yeraltı suyu akışlarıyla akarsulara, göller ve denizlere ulaşır. Kirlenmeler içerisinde özellikle ağır metaller, pestisitler, PCB'ler, PBDE'ler, PCDD/F'lar gibi su, sediment ve ekosistemdeki canlıların bünyesinde ve besin zincirinde biriken, doğal bozunma süreçlerine dirençli olduklarından kalıcı olan kimyasal bileşikler çevre ve insanı tehdit etmektedir. Bu tür bileşikler, klasik atık su arıtma işlemleriyle çok sınırlı şekilde giderilebilir. Evsel ve endüstriyel atık suların deşarj edilmeden önce tamamının arıtılması ve özellikle hassas alanlara yapılan deşarjlarda kalıcı mikrokirlenmelerin de giderileceği ileri arıtma tesislerine uygun oksidasyon, adsorpsiyon, filtrasyon gibi işlemlerin yöntemlere dahil edilmesi gerekir. Kirlenmelerin çevreye atılmasından sonra alınacak önlemler hem çok maliyetli olacak hem yetersiz kalacaktır. Bu yüzden kirlenmelerin çevreye karışmasının önlenmesi ile ilgili tedbirler alınması daha etkili olacaktır. Özellikle atık suların toplandığı kanalizasyon sisteminin izlenmesi ve uygun olmayan kalıcı mikrokirlenmeleri kanalizasyonlara atanlara yaptırım uygulanması bu tür kirlenmelerin atık sulara karışmasını önemli ölçüde azaltacaktır. Almanya'nın Braunschweig şehrinde pasif biyofilm örnekleyiciler ile kanalizasyon sisteminin izlenmesi ve izin verilmeyen kirlenmeleri kanalizasyona verenlere yaptırım uygulanması, bu tür kirlenmelerin zamanla atık sularda önemli miktarlarda azalmasına sebep olmuştur (8, 9). Kanalizasyon sistemleri, endüstri bölgelerinin kanalizasyon ve atık su arıtma tesisi çıkışları

gibi kritik noktalarda sürekli mikrokirlenmeler izlenerek, belirlenen sınır değerleri ihlal edenlere yaptırım uygulayarak sağlığa zararlı bileşiklerin çevreye karışmasının minimize edilmesi önemlidir. Katı ve zararlı atıkların usulüne uygun toplanıp bertaraf edilmesi, sızıntı ve kaçaklara izin verilmemesi gerekir. Ayrıca zirai alanlarda kullanılan kimyasal gübre, pestisit ve hormonların kontrol altına alınması ve bilinçsiz, gelişigüzel kullanılması önlenerek bu tür kirlenmelerin çevrede azaltılması uygun olacaktır.

Kaynaklar

- 1) Hachiya, N. "The History and the Present of Minamata Disease", *Entering the Second Half a Century*, JMAJ 49(3): 112-118, 2006.
- 2) TÜİK, *Belediye Su İstatistikleri, Haber Bülteni*, Sayı: 30668, 08 Ekim 2019.
- 3) TÜİK, *Belediye Atık Su İstatistikleri, Haber Bülteni*, Sayı: 30667, 18 Ekim 2019.
- 4) TÜİK, *İmalat Sanayi Su, Atık su ve Atık İstatistikleri, Haber Bülteni*, Sayı: 30669, 12 Aralık 2019.
- 5) Aydın, M.E. *Marmara Denizinde Müsilaj Oluşumu, Muhtemel Sebepleri ve Öneriler*, TÜBA, *Marmara Denizi'nin Ekolojisi: Deniz Salyası Oluşumu Etkileşimleri ve Çözüm Önerileri*, Ankara, 2021.
- 6) Aydın, M.E. "Endokrin Bozuculara Maruziyetin Azaltılmasına Dair Öneriler", TÜBA, *Endokrin Bozucular ve Sağlığa Etkileri Sempozyumu*, 23 Haziran 2021.
- 7) Yu, M.H., Tsunoda, H., Tsunoda, M. "Biological and Health Effects of Pollutants", *Environmental Toxicology*, Taylor Francis Group, London, New York, 2011.
- 8) Aydın, M.E., Bedük, F., Aydın, S., Koyuncu, S., Genuit, G., Bahadır, M. *Development of Biofilm Collectors as Passive Samplers in Sewerage Systems-A Novel Wastewater Monitoring Method*. *Environmental Science and Pollution Research*, 27:8199-8209, 2020.
- 9) Bedük, F., Aydın, S., Aydın, M.E., Bahadır, M. "Müsilaj Benzeri Çevre Felaketlerini Önlemede Pasif Biyofilm Örnekleyiciler, Marmara Denizi'nin Ekolojisi: Deniz Salyası Oluşumu, Etkileşimleri ve Çözüm Önerileri, TÜBA, *Marmara Denizi'nin Ekolojisi: Deniz Salyası Oluşumu Etkileşimleri ve Çözüm Önerileri*, Ankara, 2021.