

DOĞANIN ANTİKORLARI

Aynen İnsan Sağlığının Doğal Koruyucuları Olan Antikorlar Gibi, Doğanın Antikorları Olan Bazı Mikroorganizmalar, Kirliliğin Olduğu Bölgede Ortaya Çıkararak Onları Yok Etmeye Çalışmaktadırlar.

Doç.Dr.Bülent G.AKINOĞLU*

İnsanoğlu sanayileşme süreci içerisinde yaptığı teknolojik atılımlar sonucu, arkasında bıraktığı büyük boyutlardaki kirliliğin doğaya ve doğanın bir parçası olan kendisine verdiği ve ileride verebileceği inanılmaz zararların farkına ancak 20. yüzyılın ikinci yarısında vardı. Ondan önce birçok ileri görüşlü düşünürlerin, gelecekte oluşacak çevresel zararlar açısından sürekli dikkat çektiği kirlilik, toplumlar tarafından o kadar önemli görülmediği gibi, konuyla ilgili geniş çaplı araştırmalara da girilmedi. Ancak günümüzde başta gelişmiş ülkeler olmak üzere, birçok ülkede çevreye zararlı olan teknolojik artıklardan korunmak için yoğun araştırmalar yapılmakta ve yeni çıkarılan yasalarla üretim ve taşıma sektörlerinin dikkati konuya çekilmektedir.

Son 15 yıllık gelişmelere bakıldığında, çevreye verilen bu zararlardan kurtulma konusunda doğanın, insanoğlunun aldığı önlemlerden daha fazlasını yapabildiği görülür. Aynen insan sağlığının doğal koruyucuları olan antikorlar gibi, doğanın antikorları olan bazı mikroorganizmalar, kirliliğin olduğu bölgelerde ortaya çıkıp yoğunlaşmakta ve onları yok etmeye çalışmaktadır. İnsanoğlu ise kendi hastalıklarında uyguladığı iyileştirme yöntemlerinde olduğu gibi, bu mikroorganizmaların sayılarını artırıcı (doğayı güçlendirici) önlemler almaya başlamıştır.

Teknolojik artıklar, başta üstünde yaşadığımız ve gıda gereksinimimizin hemen hemen tamamını sağladığımız toprak olmak üzere denizi, göller ve akarsu-

lar gibi içsuları ve yeraltı su kaynaklarını sürekli kirliletmektedir. Bu kirliliklere bağlı olarak yeni hastalıklar ortaya çıkmakta veya var olan bazı hastalıkların etkinliği artmaktadır. Mikroorganizmalar kendi başlarına kirliliklerin küçük boyutlu olanları ile savaşımında kısa sürede başarı elde edebilmektedirler. Ancak büyük boyutlu kirliliklerde, doğanın yeniden canlanması, uzun yıllar almaktadır.

BAŞLICA KİRLİLİK KAYNAKLARI

Kirliliğe neden olan kaynaklardan en başta geleni petrol ve buna bağlı olan yan ürünlerdir. Bunlar petrolün kullanılması sonucu ortaya çıkan artık maddeler olabileceği gibi üretim sırasındaki atıklar, depolardaki ve taşıma sırasındaki kazalarda olan kaçaklar ve diğer petro-kimya endüstrilerinin oluşturduğu zararlı maddelerdir. Günümüzde borular yardımı ile yapılan taşımalarda da petrol kaçaklarına sık sık rastlanıyor. Petrol ürünlerinin en çok kullanılanları benzin, akaryakıt, gazyağı ve motorindir. Bu ürünlerle ilgili kirlilikler değişik hidrokarbonlar içerir. Bu hidrokarbonların başında benzen, bifenil, metilflore ve naftalin gibi türler gelir ki, bunların genel adı polisiklik aromatik hidrokarbonlardır.

Yüksek teknoloji ürünü olan yarı iletkenlerin elde edildiği kuruluşlar (yarı iletken teknolojisi), üretim sırasında zehirli kimyasal maddeler kullanmalarını nedeni ile çevre kirliliklerine neden olur. Bu maddeler dikkatli kullanıldıklarında ve atıklar iyi saklandığında (veya temizlendiğinde) çevre kirliliği önlenir. Hatalı kullanım, kaçaklara neden olan kazalar ve atıkların yeterince kontrol edilememesi gibi ne-

* ODTÜ Fizik Böl. Öğretim Üyesi.

denlerden dolayı sorunlar çıkmaktadır. Kanserojen olan vinilklorid, titrikloretilen ve polislabik zehirler bu kimyasal maddelerin en önde gelenleridir.

Ahşap koruma endüstrisinin atıkları ve bu endüstride kullanılan maddeler, bir başka kirlilik nedenidir. Maddelerin saklandığı depolardaki kaçaklar kadar, işlenmiş kütüklerden damlayan zararlı maddeler de çevreyi etkiler. Katran ruhu, klorlanmış fenol ve CCA (bakır, krom ve arsenik tuzu) bu maddelerin bazılarıdır.

Üstteki kaynaklara göre daha az olmakla beraber, mangal kömürü üretim tesislerinde olan atıklar da çevreyi kirlüten maddelerdendir. Bu atıkların en önemlisi fenolik ve polisiklik türden organik bileşiklerdir. Amerika Birleşik Devletleri'nin Michigan eyaletindeki bir mangal kömürü üretim tesisinin atıkları, bölgedeki bir yeraltı su kaynağını etkilemiş, ancak doğanın antikorumları orada da görevlerini yapmıştır.

MİKROORGANİZMALAR

Doğanın antikorumları adını verdiğimiz mikroorganizmalar, her yerde yaşarlar. Birçoğu hayatın devamına katkıda bulunur. Günümüzde üstlendikleri en önemli görev ise teknolojinin getirdiği kirlilikle savaşmaktır. Son yapılan araştırmalar ortaya ilginç bir sonuç çıkarmıştır. Bu canlılar doğaya en fazla zarar veren maddeleri daha az zararlı olanlarına oranla daha hızlı yok ederler.

Kirliliğin olduğu bölgede çok hızlı bir şekilde çoğalma ve gruplaşma göstermeleri, mikroorganizmalarla ilgili olarak bulunan bir başka ilginç sonuçtur. Bu çoğalmanın ve gruplaşmanın nasıl gerçekleştiği konusunda yapılan çalışmalar halen devam etmektedir. Birçoğunun yaşamaları ve üremesi için hava ile doğrudan temas gerekmesine rağmen, bir kısmının toprağın çok derinlerinde de yaşadığı yapılan araştırmalarla anlaşılmıştır.

Mantar türü (fungi), maya türü (yeast) ve bakteri türü olmak üzere üç değişik grupta toplanabilirler. Bu türler içerisinde, oldukça değişik özelliklerde yüzlerce zararlı ve zehirli madde yiyen mikroorganizmaya rastlamak mümkündür. Her tür atık için değişik mikroorganizmalar vardır. Bunlar zararlı maddeleri yerler ve kendi çıkardıkları atıklar da zararsız maddelerdir.

Bu organizmalar, kirliliğin boyutuna göre birkaç hafta ile birkaç yıl içerisinde bölgedeki doğal hayatı yeniden canlandırabilirler. Doğaldır ki, bu yenilenme olmadan önce çevredeki birçok canlı doğrudan veya dolaylı olarak etkilenir. Temizlendikten sonra ortam yeniden canlanmakla birlikte, tamamıyla eski duruma dönülebilmesi için daha uzun yıllar gerekir. Ayrıca, büyük boyutlu veya sürekli olan kirliliklerde mikroorganizmalar yeterince etkin olamazlar. Bu nedenle, bu organizmaların sayısını artırıcı önlemler düşünülmüş ve uygulanmış, halen de konu ile il-

gili araştırmalar sürmektedir. Kirlenen doğayı, doğanın ürettiği bu organizmalara destek vererek temizleme işine ve bu konudaki araştırmalara biyolojik canlandırma (bioremediation) adı verilebilir.

BİYOLOJİK CANLANDIRMA

Çevre kirliliklerinin sözü edilen organizmaların katkısı ile temizlenebileceği anlaşıldıktan sonra, kirlilik bölgelerinde bu organizmaların sayılarının artırılması ve daha etkili hale getirilmeleri için birçok değişik yöntem denenmiştir. Bir kısmı başarılı olan bu yöntemler şöyle özetlenebilir:

Mikroorganizmaların artıkları yemesi, kirlilikle organizma gruplarının arasındaki yüzeyde gerçekleşmektedir. Bu temas yüzeyinin artırılması için kirliliği yayıcı bazı kimyasal maddelerin (dispersant) kullanılması düşünülmüştür. Ancak, bu maddelerin de çevre kirliliğine neden olması ve bölgedeki kirliliğin daha da yayılması bu yöntemin başarısını engellenen etkenlerdir.

Mikroorganizma sayısının artırılması ve yeni gruplar oluşturulması için kirliliğin olduğu bölgeye özel olarak üretilmiş mikroorganizmalar ekmek de başka bir yöntem olabilir. Ancak, ekilen bu organizmaların, bölgede kirlilikle birlikte doğal olarak oluşanlar kadar etkili olamadıkları ve fazla yaşayamadıkları gözlenmiştir. Bu nedenle bu yöntem de kullanılmamaktadır.

Üçüncü ve en etkili yöntem gübrelemektir. Azotlu ve fosforlu gübreler kullanılarak mikroorganizmaların sayısı ve etkinlikleri artırıldığında, kirliliğin daha kısa bir sürede yok olduğu anlaşılmıştır. Bu yöntem, artık birçok kirlilikte kullanılmaya başlanmış ve olumlu sonuçlar alınmaktadır. Fotoğraf, Alaska'daki petrol sızıntısı sonucu oluşan kirlilikle ilgili bir araştırma sonunda çekilmiştir ve gübrelenen bölgenin bir süre sonra gübrelenmeyen bölgeye oranla çok daha temiz olduğunu göstermektedir.



Petrol artıklarını yayan mikroorganizmalar.



SONUÇ

Değişik kimyasal maddeleri yiyen bakterileri keşfetmek için, bilim adamları doğadan birçok bakteri örneği topladılar, bu maddelerin içerisinde yaşayabilen ve onları yok edenleri buldular. Bu çalışmalar sonucu, değişik zararlı atıkları yiyen birçok organizma keşfedilmiştir. Bunların yanı sıra elektronik endüstrisinde kullanılan ve petrol artıklarından çok daha dayanıklı zararlı kimyasalları yiyen bakteriler de bulunmuştur.

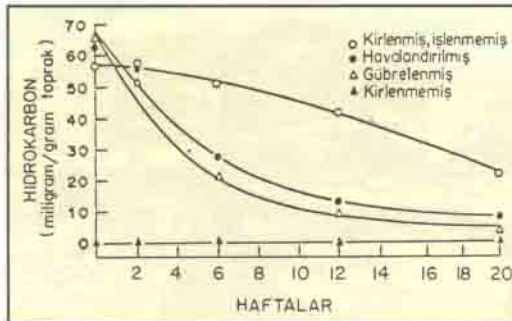
Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Los Alamos Laboratuvarı'nda yapılan araştırmalar, nitrogliserin yiyen bakterileri dahi ortaya çıkarmıştır. Denizde yaşayan ve petrol kaçaqları için kullanılacak bir bakteri türü üzerindeki çalışmalar da ümit vericidir (Bu bakteri, petrol atıklarını su ve karbondioksit çevirmektedir).

Birkaç yıl öncesine kadar bu mikroorganizmaların 5-10 metreden daha derin toprak katmanlarında yaşamadığı sanılıyordu. Ancak yapılan son araştırmalar 500 metre derinlikteki toprak katmanlara kadar azalma göstermeden değişik türde bakterinin yaşadığını ortaya çıkarmıştır. Bu bakteriler birkaç değişik özellik dışında, yüzeyde yaşayanlara benzerler ve eskiden düşünülenden çok daha etkilidirler. Bu bakterilerin yeraltı sularının kimyasında da oldukça önemli etkiler oluşturacağı bir gerçektir. Bu da, yeraltı suları kimyası konusuna yeni bir bakış açısı getirebilir. Derinlerde yaşayanlar için havanın fazla önemi olmadığından, bu türlerin biyolojik canlandırma alanları bulacağı düşünülmektedir. Ayrıca derinlerde yaşayan yeni bir tür keşfedilmiş olup, bunun da genetik mühendisler için yeni bir çalışma alanı doğuracağı sanılmaktadır.

Kirliliğin olduğu bölgedeki toprağı sık sık havalandırmak da etkili olan bir başka yöntemdir. Bu sayede, mikroorganizmaların havayla daha fazla teması sağlanmakta, sayıları ve etkinlikleri artmaktadır. Kireçlemek de bu etkinliğin artırılmasında kullanılan yöntemlerden biridir.

Şekil, motorinle kirlenmiş bir toprakta gübreleme ve karıştırma sonucu hidrokarbon miktarında zamana göre azalmayı göstermektedir. Karşılaştırma amacıyla işlem görmemiş olan kirlili toprak ile, hiç kirlenmemiş topraktaki hidrokarbon miktarları da çizilmiştir. Görüldüğü gibi işlem gören topraklardaki hidrokarbon miktarı işlem görmeyene göre çok daha hızlı azalmakta ve toprak birkaç hafta gibi kısa bir sürede kendisini yenilemektedir.

Yukarıda anlatılan biyolojik canlandırma ile ilgili yöntemlerin tümü halen denenmekte ve kısa süre sonra çoğunun kullanılabilir hale getirileceği sanılmaktadır. Bunun yanı sıra çevreyi kirlüten maddelerin üretimi sırasında da mikroorganizmalar kullanılarak, daha az zararlı ürünler ortaya çıkarılması yönünde de araştırmalar sürmektedir. Örneğin, kökürdü bol olan bazı kömür türlerinin kullanılmadan önce kökürdü yiyen mikroorganizmalar yardımı ile zararlı atıklarının azaltılması mümkün olmaktadır.



Doğayı kirlüten insanoğlunun, kendi bulduğu temizleme yöntemlerinin yanı sıra doğanın kendini yenilemesine biyolojik canlandırma ile yardımcı olması, artık üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Son on yıldır bu konuda oldukça önemli gelişmeler kaydedilmiş ve değişik yöntemler geliştirilmiştir. Gelişmekte olan ülkeler de, gelişmiş ülkeler gibi bu konu üzerinde özellikle durmalı, araştırmalar yapmalı ve zararlı maddeleri üreten ve kullanan kuruluşların biyolojik canlandırma yöntemlerini kullanmalarını sağlamalıdır.

Bu yazının hazırlanmasında kullanılan dergiler:

Environmental Science and Technology, Bioscience, Water Resource, Ground Water, Soil Biology and Biochemistry, Applied and Environmental Microbiology, Environmental Management, Newsweek.

Kendi kendini yenmek zaferlerin en büyüğüdür.

Epictetos