

DENİZ KIRLİLİĞİNİN İNCELENMESİNDE İNDİKATÖR VE AKÜMÜLATÖR ORGANİZMALARIN ROLÜ VE KULLANIMI

Mustafa ÜNSAL
Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Deniz Bilimleri Enstitüsü
P.K. 28 Erdemli-İÇEL

GİRİŞ

Gelişen teknoloji ile artan çevre kirliliği doğrudan ya da dolaylı olarak canlılar üzerine etki etmektedir. Dolayısıyla çevresini kirleten insan bu kirlenmeden yine en fazla kendisi zarar görmekte ve bu kirliliği önlerebilmek için çeşitli önlemler almaktadır.

Yeryüzünün yarısından fazlasını kaplayan ve insan besininin sağlanmasında önemli bir kaynak olan denizler, bu kirlenmeden on çok etkilenen ve zarar gören ortamlardır. Deniz kirliliğine sebep olan kirleticilerin varlığı ve düzeyi değişik kimyasal metodlarla ölçülmekte ve sonuçta deniz suyunun kalitesi, yani canlıların yaşamı için uygun olup olmadığı, diğer bir anlatımla canlılar için zararlı olup olmadığı bu kimyasal analizler sonucunda belirlenmeye çalışılmaktadır. Asırı kirlenmeler hariç, kirlenmeye sebep olan maddeler genellikle deniz suyunda çok düşük miktarlarda yani ölçme düzeyinin altında bulunduğuundan, kirliliğin izlenmesinde deniz suyu analizleri yetersiz kalmaktadır. Halbuki bu kirleticiler, denizlerde yaşayan organizmalar tarafından ortamdan çeşitli yollarla alınıp, bu organizmaların vücutlarında önemli miktarlarda birikmekte dirler. Dolayısıyla "Akümülatör Organizmalar ya da Biyoakümülatörler" diye isimlendirilen bu organizmaların analizleri sonucu deniz kirliliğine sebep olan bu kirleticilerin o endeki ve hatta geçmişteki düzeyleri bilinebilmekte ve deniz kirliliğinin izlenmesinde önemli ön bilgiler sağlanmaktadır.

Diğer taraftan kirlenmenin yoğun olduğu ortamlarda, (örneğin İzmir ve İzmit körfezleri, Haliç vb.), pek çok türler yok olmakta ya da temiz bölgelere göç etmekte, ancak belirli türler bu ortamlarda yaşayabileceklerdir. Kirleticileri deniz ortamından alıp vucutlarında oldukça yüksek konsantrasyonlarda biriktirebilen, dolayısıyla kirli ortamlarda kirlilikten etkilenmeden yaşayabilen bu organizmalara "İndikatör Organizmalar" denilmektedir. Bu indikatör ve akümülatör organizmalar deniz kirliliğinin izlenmesinde bugüne kadar pek çok araştırmacı tarafından kullanılmış (Mojori ve Petronio, 1973; Portman, 1976; Phillips, 1976; Ünsal, 1984a) ve halen kullanılmaktadır (Ünsal, 1988).

AKÜMÜLATÖR VE İNDİKATÖR ORGANİZMALARIN YARARLARI

Her organizmanın çeşitli kirleticilere karşı olan ilgisi farklı olduğundan, yani her organizma değişik kirleticileri farklı miktarlarda alıp biriktirdiğinden, belirli kirleticiler için belirli akümülatör ya da indikatör organizmaların seçilmesi gereklidir. Böylece bu organizmalar,

a) Ortadaki düşük konsantrasyonlardaki kirleticileri yüksek konsantrasyonlarda

vücutlarında biriktirerek kirleticilerin ortamındaki, düzeyi hakkında bilgi verebilirler.

- b) Belirli türlerinin ortamdan kaybolması ya da aşırı derecede coğalması ile o ortamın kirlilik düzeyi ve hatta kirlilik türü (organik, inorganik vb.) hakkında bilgi verebilirler.

AKÜMÜLATÖR VE İNDİKATÖR ORGANİZMALARIN ÖZELLİKLERİ

Cesitli araştırmacılara göre (Bittel ve Lacurly, 1968; Majori ve Petronio, 1973; Portman, 1976) akümülatör ya da indikatör organizmalar aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır:

- kirleticinin ortamda bulunan konsantrasyonunun en az 2 veya 3 katını biriktirebilmeli, yani yüksek konsantrasyon faktörü özelliğine sahip olmalı.
- kirleticileri zamanla ve ortamın konsantrasyonu ile doğru orantılı (lineer) olarak biriktirmeli ve mümkün olduğunda biyolojik faktörlerden az etkilenmeli,
- geniş bir coğrafi dağılıma sahip olmalı.
- laboratuvar koşullarında yaşayabilecektir.
- izleme programının yanında kesilmesi için ortamda yeterli sayıda bulunmalıdır.
- deniz kirliliğine çubuk reaksiyon göstermeli
- mevsimlere göre varlığında büyük değişiklik göstermemeli, yani her mevsimde bulunabilmeli,
- önemli kirleticilere karşı yakın ilgisi olmalıdır, onları önemli miktarda biriktirebilmelidir.

Akümülatör ve İndikatör Organizmalarının Kullanımındaki Güçlükler:

İzleme programlarında indikatör ya da akümülatör organizma kullanımının bazı güçlükleri de mevcuttur. Örneğin kirleticilerin alınması ve biriktirilmesinde organizmanın boyu, yaşı ve cinsiyeti önemli rol oynar. Ayrıca ortamın fiziksel kimyasal özelliklerinin de organizma üzerine, dolayısıyla organizma tarafından kirleticilerin alınması ve biriktirilmesi üzerine etkisi vardır. Kirleticilerin organizmalardaki mevsimsel değişikliğine etki eden faktörler daha önceki çalışmalarında incelenmiştir (Unsal, 1984b).

İZLEME PROGRAMLARINDA KULLANILAN BAŞLICA AKÜMÜLATÖR VE İNDİKATÖR ORGANİZMA GRUPLARI

1- Fitoplanktonla ve Algler:

Fitoplanktonların pek çok türünün her türlü kirleticiyi önemli ölçüde deniz suyundan alıp biriktirdiği çeşitli araştırmacılar tarafından gözlelmistir. Bu nedenle gerek saha, gerekse laboratuvar çalışmalarında ve kirlejme deneylerinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Corner, 1978; Davies, 1978; Unsal, 1982; Unsal ve Kideys, 1988). Alglerin de birçok cinsi (örneğin, Fucus, Laminaria, Porphyra ve Ulva'nın çeşitli türleri) denizlerdeki radyoaktif elementlerin, iz metallerin, ağır metallerin ve petrol hidrokarbonlarının, izlenmesinde kullanılmışlardır (Bryan, 1969; Bryan ve Hummerston, 1973; Pentreath, 1976).

2- Omurgasızlar:

Omurgasızlar denizlerdeki kirliliğin izlenmesinde ve laboratuvar deneylerinde en çok kullanılan organizma grubudur. İzlemeye kullanılan omurgasızlar başlıca su gruplarından oluşmaktadır:

- a) Poliketler: Bu canlılar organik kirlenmenin yaygın olduğu bölgelerde diptे yaşayan organizmaların önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Özellikle bazı türleri, örneğin Capitella capitata, Scolelepis fuliginosa, Polydora ciliata, Nereis diversicolor organik kirlenmenin indikatör türleri olarak bilinmektedirler (Reish, 1978; Cognetti, 1972; Pearson ve Rosenberg 1978; Ünsal 1988).
- b) Yumuşakçalar: Bu gruptan özellikle midyeler (Mytilus edulis, M. galloprovincialis, Tapes decussatus) ve istiridye (Crassostrea virginica) türleri kirlilik deneylerinde ve kirlenmenin izlenmesinde akümülatör ve indikatör organizmalar olarak bir çok araştırmacı tarafından kullanılmış ve halen kullanılmaktadır (Majori ve Petronio, 1973; Cunningham ve Trip, 1973; Phillips, 1976; Ünsal, 1978, 1984a).
- c) Kabulular: Poliket ve yumuşakçalar'a göre daha az önemli olmasına karşın Carcinus mediterraneus, C. maenas gibi türler özellikle laboratuvara yapılan kirlilik deneylerinde çeşitli araştırmacılar tarafından kullanılmıştır (Martin, 1977; Ünsal, 1983). Ayrıca kabuklu olup zooplanktonlar'a dahil olan kopepodlar ve karidesler de kirlenmede indikatör ya da akümülatör organizma olarak kullanılmaktadır.
- d) Derisidikenliler: Bu gruptan sadece deniz kestanelerinin çeşitli türleri, nispeten sabit (yer değiştirmeyen) organizmalar olarak kirliliğin izlenmesinde kullanılmaktadır.

3- Balıklar:

Cesitli balık türleri, özellikle ekonomi değeri yüksek olan Mullus barbatus, Mugil auratus, Mugil cephalus, Pleuronectes platessa gibi türler kirliliğin izlenmesinde indikatör ve akümülatör organizma olarak kullanılmışlardır.

Sonuç olarak deniz kirliliğinin izlenmesinde denizde yaşayan organizmaların pek çok türü indikatör veya akümülatör organizmalar olarak kullanılmaktadır. Böylece kirlenmenin geçmişi, o andaki durumu ve geleceği hakkındaki bilgiler kesin az zaman ve masrafla elde edilebilmekte ve alınacak önlemler daha sağlıklı olarak saptanabilmektedir.

- Bittel, R. ve Lacurly, G., 1968- Discussion sur le concept de facteur de concentration entre les organismes marins et l'eau en vue de l'interprétation des mesures.
Rev. Int. Océanogr. Méd., 11, 107-128.
- Bryan, G.W., 1969- The absorption of zinc and other metals by the brown seaweed *Laminaria digitata*.
J. mar. biol. Ass., U.K., 49, 225-243.
- Bryan, G.W. ve Hummerston, L.G., 1973- Brown seaweed as an indicator of heavy metals in estuaries in south-west England.
J. mar. biol. Ass., U.K., 53, 705-720.
- Cunningham, P.A. ve Trip, M.R., 1973- Accumulation and depuration of mercury in the American oyster, *Crassostrea virginica*.
Mar. Biol., 20, 14-19.
- Cognetti, G., 1972- Distribution of Polycheata in polluted waters.
Rev. Int. Océanogr. Méd., 25, 23-34.
- Corner, E.D.S., 1978- Pollution studies with marine plankton. Part I. Petroleum hydrocarbons and related compounds.
Adv. mar. Biol., 15, 289-380.
- Davies, A.G., 1978- Pollution studies with marine plankton. Part II. Heavy metals.
Adv. mar. Biol., 15, 381-508.
- Majori, L. ve Petronio, F., 1973- Marine pollution by metals and their accumulation by biological indicators (accumulation factor).
Rev. Int. Océanogr. Méd., 31-32, 55-90.
- Martin, L.M., 1977- Etude de la contamination de *Carcinus maenas* (L.) par le Fer 59.
Rev. Int. Océanogr. Méd., 45-46, 3-16.
- Pearson, T.H. ve Rosenberg, R., 1978- Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment
Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 16, 229-311.
- Pentreath, J., 1976- Monitoring of radionuclides.
Manual of methods in aquatic environment research. Part 2: Guidelines for the use of biological accumulators in marine pollution monitoring.
FAO Fish. Tech. Rap., (150), 8-26.
- Phillips, D.J.H., 1976- The common mussel *Mytilus edulis* as an indicator of pollution by zinc, cadmium, lead and copper. II: Relationship of metals in the mussel to those discharged by industry.
Mar. Biol., 38, 71-80.
- Portmann, J.E., 1976- The role of biological accumulators in monitoring programmes. Manual of methods in aquatic environment research. Part 2: Guidelines for the use of biological accumulators in marine pollution monitoring.
FAO Fish. Tech. Rap., (150), 1-7.
- Reish, D.J., 1978- The effects of heavy metals on polychaetous annelids.

Rev. Int. Océanogr. Méd., 49, 99-104.

Ünsal, M., 1978- Etudes des voies de transfert et des phénomènes d'accumulation du vanadium chez les mollusques: Mytilus edulis (L.)
Rev. Int. Océanogr. Méd., 51-52, 71-81.

Ünsal, M., 1982- The accumulation and transfer of vanadium within the food chain.
Mar. Pollut. Bull., 13, 139-141.

Ünsal, M., 1983- Transfer pathways and accumulation of vanadium in the crab Carcinus maenas.
Mar. Biol., 72, 279-282.

Ünsal, M., 1984a- Accumulation and loss of tin by the mussel.
Oceanol. Acta, 7 (4), 493-498.

Ünsal, M., 1984b- İz metallerin deniz suyunda ve canlı kaynaklarındaki mevsimsel değişimleri.
Ege Denizi ve Çivarı Kıyı Sorunları Sempozyumu, 28-29 Kasım 1984, İzmir.

Ünsal, M., ve Kideys, A.E., 1988- Effect of Dieldrin on the growth of two marine phytoplankton species.
J. Pure Appl. Sci., (Kabul edildi).

Ünsal, M., 1988- Effects of sewerage on the distribution of benthic fauna in Golden Horn.
Rev. Int. Océanogr. Méd.'e yayın için gönderildi.