

Ege Denizi ve Çivarı Kıyı Sorunları Sempozumu
Bornova, İzmir, 28-29 Kasım 1984.

İZ METALLERİN DENİZ SUYUNDA VE CANLI KAYNAKLARINDAKİ
MEVSİMSEL DEĞİŞİMLERİ

Mustafa ÖNSAL

ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü P.K. 28 Erdemli-İÇEL

ABSTRACT

The major inter-related factors which contribute to seasonal variability of pollutants (specially trace metals) in aquatic biota are reviewed.

These may be listed as:

- a) pollutant delivery to the aquatic environment,
- b) organism physiology, particularly the seasonal cycle,
- c) changes of temperature or salinity

An increased ambient supply of a metal leads to more rapid uptake of that metal by biota. The loss of gametes, and concomitant loss of body weight in organisms at spawning has effects on trace metal seasonality.

The variations in growth rates also cause changes in trace metal concentrations of aquatic biota, metals being diluted by fast growth and concentrated by slow growth. On the other hand, increases of ambient temperature and decreases in salinity lead to increased uptake of pollutants by biota.

All these factors should be taken into account in the monitoring programmes which will be applied to our Aegean coasts.

ÖZET

Kirleticilerin (özellikle iz metallerin) suda yaşayan (Akuatik) organizmalardaki mevsimsel değişimlerine etki eden ve kendi aralarında da ilişkili olan başlıca faktörler gözden geçirildi. Bu faktörleri:



a) kirleticilerin su ortamına girişi (ulaşması),
b) organizmanın fizyolojisi, özellikle üreme zamanı,
c) su ortamının kalitesinde, örneğin sıcaklık, tuzluluk v.b.
meydana gelen değişiklikler şeklinde özetleyebiliriz.

Ortamdaki herhangi bir metal miktarının artması, o metalin organizmalar tarafından daha hızlı alınmasına neden olur. Yumurtlama esnasında gametlerin dışarı atılması ve aynı anda vücut ağırlığının azalması iz metallerin mevsimsel değişimi üzerine etkendir.

Büyümede meydana gelen değişiklikler, akvatik organizmaların iz metal konsantrasyonlarında da değişimlere sebep olur; büyümeye hızlı olduğunda iz metallerin vücuttaki seyrelmesi fazla, yavaşladığında ise yoğunlaşması fazla olur. Diğer taraftan ortamdaki sıcaklığın artması ve tuzluluğun düşmesiyle kirleticilerin organizmalar tarafından alımı (uptake) artar.

Ege kıyılarımızda uygulanacak izleme programlarında tüm bu faktörlerin dikkate alınmasında sayısız yarar vardır.

GİRİŞ

Organizmalardaki kirletici konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi, izleme programlarında dikkate alınması gereken önemli bir olgudur. Bu olgunun oluşumunda, kendi aralarında da ilişkili olan başlıca üç faktör önemli rol oynar. Bu faktörleri:

a) Kirleticilerin su ortamına girişi (ulaşması),
b) Organizmanın fizyolojisi, özellikle üreme zamanı,
c) Su ortamının kalitesinde, örneğin sıcaklık, tuzluluk vb., meydana gelen değişiklikler şeklinde sıralayabiliriz.

Organizmalardaki kirletici konsantrasyonlarında zamanla görülen değişikliklerde bu üç faktörden bazısının ya da tamamının etkisi vardır. Ancak bu faktörlerin, örneğin iz metaller ve klorürlü hidrokarbonlar (DDT,DDE,PCBs, v.b.) üzerine etkileri farklıdır.

Bilindiği gibi iz metaller endüstri artıklarından, klorürlü hidrokarbonlar ise zirai kullanımdan kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla bu kirleticilerin mevsimsel profilleri (miktarları) çok farklıdır. Bir başka anlatımla; klorürlü hidrokarbonların sudaki miktarları senenin belirli mevsiminde artmasına karşın, iz metaller senenin her mevsiminde su artımında önemli miktarda bulunabilmektedirler.

Organizma fizyolojisinin iz metaller ve klorürlü hidrokarbonların mevsimsel değişikliği üzerine etkisi birbirinden farklıdır. Klorürlü hidrokarbonların hayvansal organizmalardaki mevsimsel değişimleri özellikle organizmanın lipid miktarına, dolayısıyla üreme zamanına bağlıdır. Çünkü üreme zamanında genellikle bu organizmalarda lipid miktarı artar. Iz metallerin organizmalarda değişim ise lipid miktarına değil, fakat organizmanın üreme zamanında ağırlığında meydana gelen değişikliklere bağlıdır. Sonuç olarak klorürlü hidrokarbonların miktarı üremeden önce, iz metallerin miktarı ise üremeden sonra artmaktadır.

Suyun tuzluluk ve sıcaklığının değişmesi hem kendisinin, hem de içinde yaşayan organizmaların kirletici konsantrasyonuna etkilidir; sıcaklık, organizmaların üreme zamanına etki eden önemli bir faktördür. Ayrıca tuzluluk ve sıcaklık organizmaların kirletici akümülasyonu üzerine doğrudan (direkt) etki eder (Jackim ve arkadaşları, 1977). Örneğin, ortam sıcaklığının yükselmesi ve tuzluluğun azalması ile organizmanın kirletici akümülasyonu artar (Tablo: 1). Çünkü organizmanın fizyolojisinde bazı değişiklikler meydana gelir.

TABLO : 1, Üç farklı yumuşakçalar türü tarafından kadmiyumun alınmasında sıcaklık ve tuzluluğun etkileri (Jackim ve ark. 1977)

TÜRLER:	10° C		20° C	
	% 20	% 30	% 20	% 30
Mytilus edulis	83,16	32,08	108,12	86,30
Mulinia lateralis	52,27	24,35	36,91	8,78
Nucula proxima	2,08	0,61	5,35	2,61

Göründüğü gibi yukarıda belirtilen üç faktör de kirleticilerin organizmalar tarafından alımı (akümülasyonu) ve vücutta depo edilmesi üzerine etki etmektedir.

Bilindiği gibi denizlerde kirlenmeye neden olan pek çok kiretici vardır. Biz bunlardan, ülkemizin tüm kıyılarında bulunan ve çoğu kez halk sağlığı için önemli tehlikeler oluşturan iz metallerin deniz organizmalarında ve deniz suyundaki mevsimsel değişimini açıklamayı uygun ve yararlı buluyoruz.

İZ METALLERİN DENİZ ORGANİZMALARINDA MEVSİMSEL DEĞİŞİMLERİ:

Deniz organizmalarında, iz metallerin miktarında meydana gelen değişimleri belirleyen başlıca parametreleri: (1) denize ulaşan kiretici miktarı ve onun denizde dağılımı, (2) organizmanın ağırlığında meydana gelen değişiklikler, (3) tuzluluk, sıcaklık ve diğer parametrelerin doğrudan etkisi ve (4) organizmaların gücü şeklinde sıralayabiliriz.

A- DENİZE ULAŞAN VE EKOSİSTEMLERE GEÇEN İZ METALLERİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ:

Bilindiği gibi nehir ağızlarında (estuerlerde) iz metallerin konsantrasyonu çeşitli parametrelerin etkisiyle büyük ölçüde değişkendir. Phillips'e (1977) göre bu parametrelerden bazıları: suların tabakalaşması, gelgit ve akıntılar ve zaman zaman denize ulaşan endüstriel artıklarıdır. Bu parametrelerle zamanla suyun kimyasında meydana gelen değişiklikler (Fukai ve arkadaşları, 1975) ve fitoplanktonların bolluğu da (Morris, 1971, 1974) ilave edilebilir.

İdeal bir indikatör organizmanın, su kalitesindeki bu değişiklikleri yansıması gereklidir. Gerçekte, deniz organizmalarında metal seviyelerinin zamanla değişimi, su külesi içindeki değişikliklere önemli ölçüde bağlıdır. Bu nedenle, ortamdaki herhangi bir metal miktarının artması, bu metali organizmalar tarafından hızlı bir şekilde alınmasına neden olur.

Ancak, bir ekosistemdeki farklı indikatör türler, iz metallere karşı farklı cevap verdiğiinden, aynı yerde (ortamda) yaşayan türlerin iz metal konsantrasyonları da birbirinden farklıdır (Bryan ve Hummerston, 1977). Bu olay, kıyı bölgelerindeki sularda yaşayan organizmalar tarafından alınan metallerin mevsimsel değişimlerinin incelenmesinde dikkate alınması gereken önemli bir olaydır.

B- ÜREME ZAMANI: AĞIRLIK DEĞİŞİMLERİ VE DİĞER FAKTÖRLER

Organizmaların fizyolojilerinde mevsimsel olarak meydana gelen değişiklikler, bazı dokularındaki metal seviyelerinde azalma ve artmalara sebep olur.

Yüksek organizmalardaki iz metal seviyelerinin zamana bağlı olarak değişmesine neden olan önemli fizyolojik değişikliklerden birisi de üreme zamanıdır. Çünkü indikatör organizmalar, örneğin bivalvler ve diğer yumuşakçalar ve balıklar gametlerin olgunlaşması ve yumurtlama ile doğrudan ilişkili olan etkin, mevsimsel fizyolojik değişikliklere uğrarlar. Bu değişiklikler organizmada biyokimyasal yapıların (protein, lipid, karbonhidrat), ağırlığın ve su miktarının değişmesine neden olur. Tüm bu değişiklikler organizmanın içeriği iz metallerin mevsimsel olarak değişmesinde önemli etkendirler.

Biraz önce dediğimiz gibi organizmalarda, yumurtlama esnasında gametlerin dışarı atılmasıyla vücut ağırlığında meydana gelen azalma, iz metallerin mevsimsel değişimi üzerine etkendir. Örneğin bazı bireysel farklılıklara rağmen Pekten maximus'da (bivalve) kadmiyum, bakır ve bir dereceye kadar kursun diğer dokulara oranla gonadlar tarafından biriktirilmemiştir. Buna karşın gonatlardaki çinko seviyesi diğer dokulardakinden daha yüksektir. Dolayısıyla bu türlerde yumurtlama, çinko seviyesine önemli ölçüde etki eder. (Topping, 1973).

Genellikle gametlerdeki ya da gonatlardaki iz metallerin miktarı diğer dokulardan oldukça düşük seviyede bulunmuştur.

Eğer, üreme zamanında dışarı atılan gametler gerçekten diğer dokulardan daha az iz metal içeriyor iseler, ki yukarıda böyle olduğunu belirtmiştık, üremeden sonra diğer dokulardaki metal miktarı artacaktır. Bu olay tarafımızdan yapılan araştırmalarda da

gözlenmiştir (ÜNSAL, 1984).

Phillips (1976) midyeler, Mytilus edulis, üzerinde yaptığı araştırmalarda iz metal konsantrasyonları ile vücut ağırlığı arasındaki karşıt ilişkisi gözlemiştir; üreme zamanında vücut ağırlığının azalmasıyla metal miktarı artmıştır. Diğer bir ifadeyle yumurtlamadan hemen sonra maksimum metal konsantrasyonu ile minimum doku ağırlığı çakışmıştır. Fowler ve Oregoni'nin (1976) yine Akdeniz türü midyeler, Mytilus galloprovincialis, üzerinde yaptıkları çalışmalar da bu sonuçları desteklemektedir. Bu araştırcılara göre en büyük değişim krom konsantrasyonlarında görülmüş, minimumla maksimum değer arasındaki fark 8.8 katına ulaşmıştır. Buna karşın çinko için bu fark sadece 2 katıdır. Bu olay gonadlarda da diğer dokuların düzeyinde çinko birliğini göstermektedir. Aslında bu mevsimsel değişimde rol oynayan başka faktörler de vardır.

Balıklarda da çinkonun dışındaki iz metaller, diğer dokulara oranla gonadlarda daha azdır. Dolayısıyla üreme zamanında vücuttaki metal konsantrasyonunun artması beklenmelidir.

Metal konsantrasyonlarında görülen bu mevsimsel değişiklikler sadece metalin türüne değil, aynı zamanda organizmanın türüne ve organizmanın yaşadığı bölgeye yıl için ulaşan metal miktarına da bağlıdır.

Ayrıca kirliliğin yüksek olduğu alanlarda yaşayan organizmalar, örneğin midyeler bu kirliliğin etkisiyle daha az ve daha küçük yumurta oluştururlar. Bu da yumurtlama zamanında kirli yerde yaşayan midyelerin dokularında temiz yerde yaşayanlara göre daha az metal içermelerine neden olur.

Balıklarda yumurtlamanın iz metal seviyesi üzerine etkileri daha az bilinmesine karşın, bu etkilerin bivalvlerdekine benzer olduğu açıktır. Dolayısıyla eğer bir monitoring programında balık kullanılması düşünüluyor ise yumurtlamanın muhtemel etkisi de hesaba katılmalıdır. Balıklarda yumurtlama zamanı, aynı tür içerisinde jeografik ve sıcaklığa bağlı olarak değişir. Örneğin İskoçya sularında yaşayan morina balıkları, Gadus morhua, Kanada sularında yaşiyandan iki ay önce yumurtlar (Love, 1970). Diğer balıklar da yumurtlamalarında yaşadıkları biyotoplara bağlılık

gösterirler.

Genellikle balıklarda iz metal konsantrasyonlarını izlemek isteyen araştırmacılar, tüm organizma yerine organizmanın bir dokusunu (özellikle kas dokusunu) indikatör olarak kullanırlar. Ancak, bu durumda, yumurtlamadan iz metal seviyesinde meydana getirdiği değişiklikler daha az gözlenebilir. Bu nedenle de monitoring programlarda balıkların sadece kas dokusunun kullanılması ve bundan elde edilecek sonuçlar pek sağlıklı olmayabilir.

Sonuç olarak tüm yüksek organizmalar üreme (yumurtlama) zamanında ağırlıklarından önemli ölçüde kaybederler. Bu da onların iz metal seviyelerinde mevsimsel değişikliklere sebep olur.

C- DIĞER FAKTÖRLER: BüYÜME, TUZLULUK VE SICAKLIK

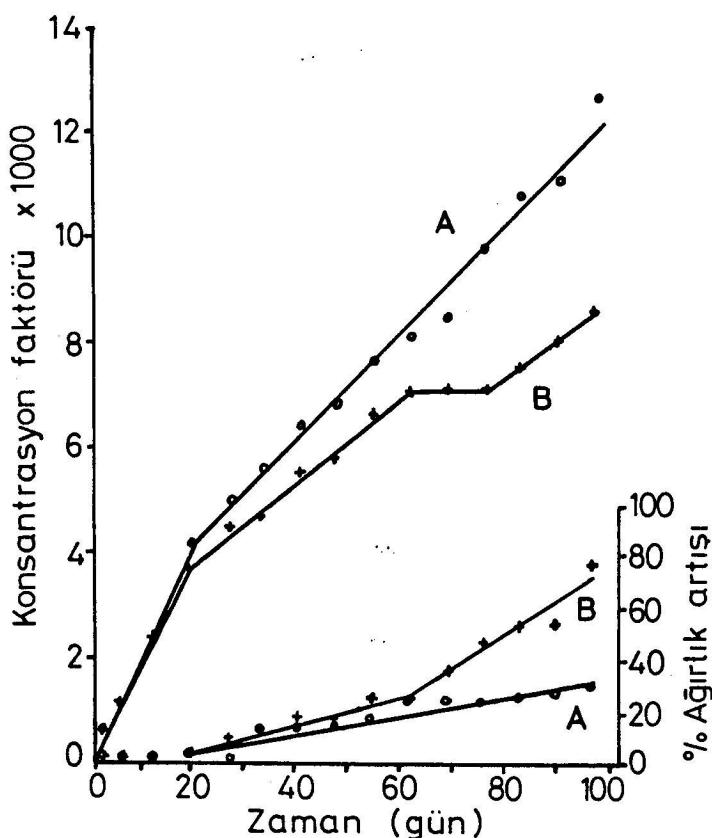
Buraya kadar tartıştığımız parametrelerin dışında denizlerde yaşayan organizmaların iz metal seviyelerinde mevsimsel değişikliklere sebep olan başka faktörler de vardır: büyümeye, tuzluluk, sıcaklık vb.

1- BüYÜME

Organizmaların büyümesi bazı hallerde iz metal konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi üzerine etkendir. Bir organizmadaki metal konsantrasyonu, o metalin alınması ile dışarı atılması arasındaki dengeye bağlıdır. Bu ikisi arasındaki fark, (ki bu organizma tarafından alınan net metal miktarıdır), dokularda mevcut metal miktarını gösterir. Eğer bu miktar bir organizmanın iki ayrı populasyonunda aynı ve bu iki populasyondan birisinin ortalama büyümesi diğerinin iki katı ise, metal muhteviyatındaki (content) değişim aynı olmasına karşın, metal konsantrasyonu farklı olacaktır. Bu demektir ki, herhangi bir organizmadaki bir metalin konsantrasyonu, o metalin net alımı (uptake) ile büyümeye miktarı arasındaki dengenin bir sonucudur. Çünkü büyümeye hızlı olursa iz metallerin vücutta seyrelmesi fazla, yavaş olursa yoğunlaşması fazla olacaktır.

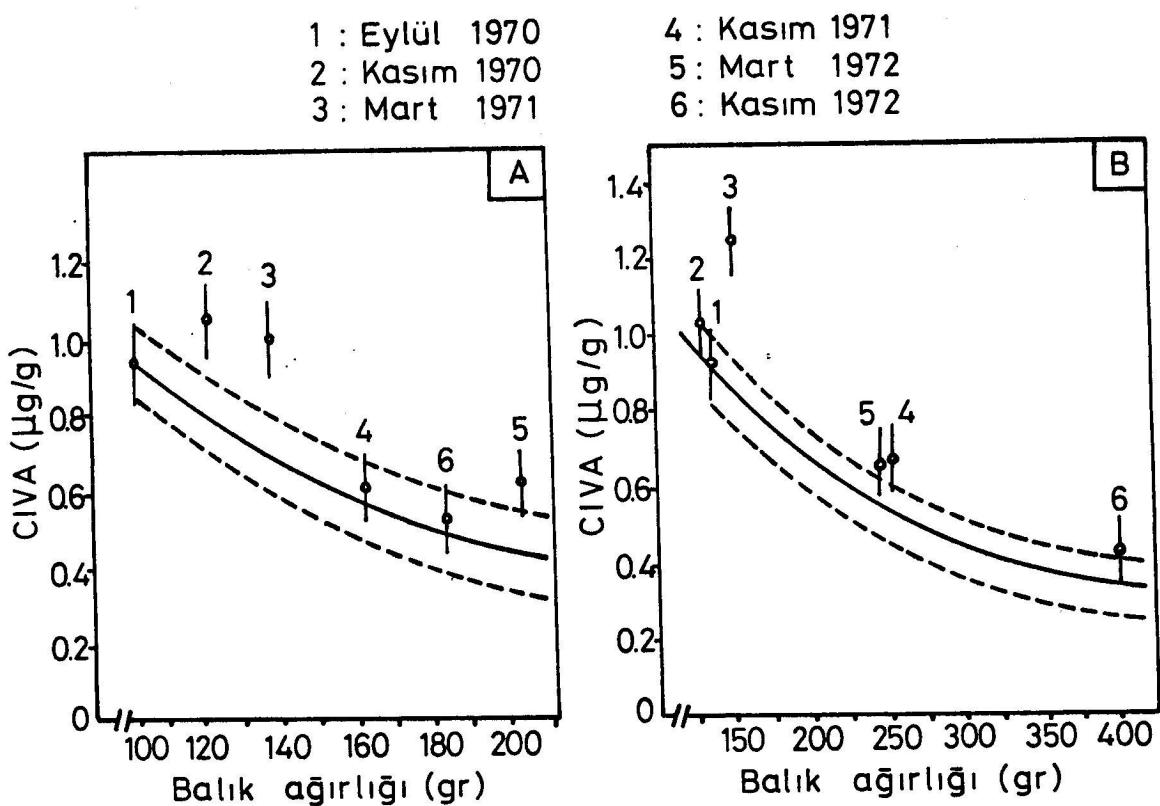
Pentreath (1976) metil cıva (Hg^{203}) ile dildi balıkları, Pleuronectes platessa, üzerinde 97 gün süren araştırmalarında iyi

beslenen balıkların daha çabuk büyüğünü ve vücut ağırlığının iyi beslenmeyenlerin iki katı arttığını gözlemiştir. Yine bu araştırmacıya göre her iki organizma grubu aynı süre (97 gün) cıvallı ortamda kaldığı halde hızlı büyüyen balıkların dokularındaki cıva miktarı deney süresi sonunda yavaş büyüyenlerden daha düşük düzeydedi. Bu da büyümeyenin dokulardaki metal düzeyine etkisini açıkça göstermektedir (Şekil, 1).



ŞEKİL 1. Pleuronectes platessa'da vücut ağırlığının artışıyla konsantrasyon faktörü arasındaki ilişki (Pentreath, 1976).

Laarman ve arkadaşları (1976) da tatlısu levreği Perca flavescens ve kaya levreği Ambloplites rupestris üzerinde cıva ile yaptıkları araştırmalarda benzer sonuçları bulmuşlardır (Şekil, 2).



ŞEKİL 2, Perca flavescens (A) ve Ambloplites rupestris (B)'de vücut ağırlığının artmasıyla cıva miktarının ($\mu\text{g}/\text{g}$ yaş ağırlık) azalması (Laarman ve ark. 1976)

Bu araştırmalardan açıkça görüldüğü gibi su organizmalarında büyümeye, bu organizmaların metal düzeylerinde mevsimsel değişimlere sebep olmaktadır.

(z metal konsantrasyonlarının mevsimsel değişimi makroalglerde de pek çok araştırcı tarafından gözlenmiştir.) Fuge ve James (1973, 1974) araştırmalarında Fucus vesiculosus'u kullandılar. Bu araştırcıların sonuçlarına göre kadmium, bakır ve çinko konsantrasyonları sonbahar ve kış aylarında artmakta ilk bahar ve yaz aylarında azalmaktadır. Makroalgin mevsimsel büyümesi ise aksine ilkbaharda hızlanmakta, yaz boyunca büyümeye devam etmekte,

kış ve sonbahar aylarında ise hemen hemen durmaktadır.

Gerek midyelerde, gerekse makroalglerde senenin bir mevsiminde yeni dokuların sentezi ve gelişmesi metal alımından daha hızlıdır. Böylece bu mevsimde, organizmadaki metal konsantrasyonlarında bir seyrelme meydana gelmektedir.

Kabuklarda, özellikle dekapodlarda metal miktarlarının yıllık değişimi büyümeyenin yanında bir de kabuk değişimine bağlı olduğundan bunların indikatör organizma olarak kullanılması taysiye edilemez. Östelik bazı metaller belirli ölçülerde yengeç ve istakozlar tarafından regüle edildiğinden, bu organizmaların biolojik indikatör olarak kullanılma olasılığını tamamen ortadan kaldırılmaktadır.

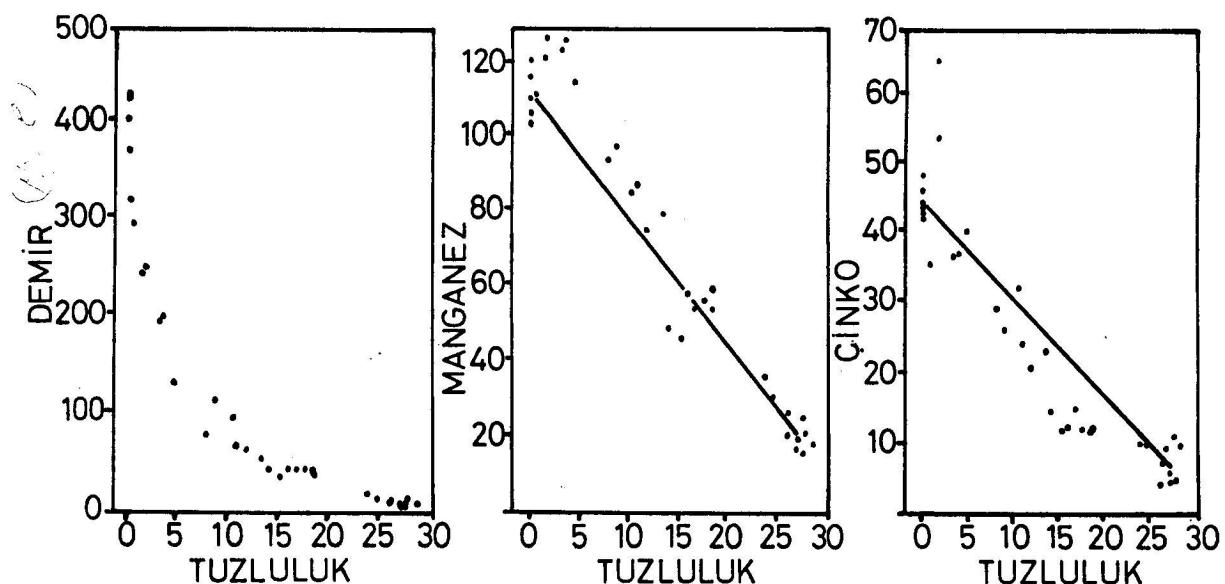
2. TUZLULUK

Deniz organizmalarında iz metallerin mevsimsel değişimi Üzerine tuzluluğun etkileri iki kısımda incelenebilir.

a) Deşarjin denizdeki iz metallerin miktarı Üzerine etkisi: nehir ağızlarındaki (estuerlerdeki) suların iz metalleri tutma kapasitesi tuzlulukla ilişkilidir. Çünkü pek çok araştırcı göstermiştir ki, nehir yada nehir ağızlarındaki sularda suyun tuzluluğu arttıkça iz metallerin konsantrasyonları azalmaktadır (Şekil, 3).

b) Iz metallerin organizmalar tarafından alınmasına tuzluluğun ikinci etkisi genellikle direktir ve ortamda metal miktarına bağlı değildir. Çünkü tuzluluk deniz organizmalarının fizyolojilerine doğrudan etki eder. Bu etki de organizmaların filtrasyonları ya da beslenmelerini etkiler. Hatta bazen beslenmenin durmasına neden olur.

Deniz, nehir ağızları ve acı sularda yaşayan organizmalar tarafından iz metallerin alınmasına tuzluluğun doğrudan etkileri birçok araştırcı tarafından gözlenmiştir. Hannerz, (1968); Phillips, (1976); ve Jackim ve arkadaşları (1977) bivalvler üzerinde yaptıkları deneylerde tuzluluğun azalmasıyla kadmiyum alımının arttığını gözlemiştir. Yine Ünlü ve Fowler (1979), inorganik arseniğin düşük tuzluluklarda Mytilus galloprovincialis tarafından daha hızlı alındığını göstermişlerdir.

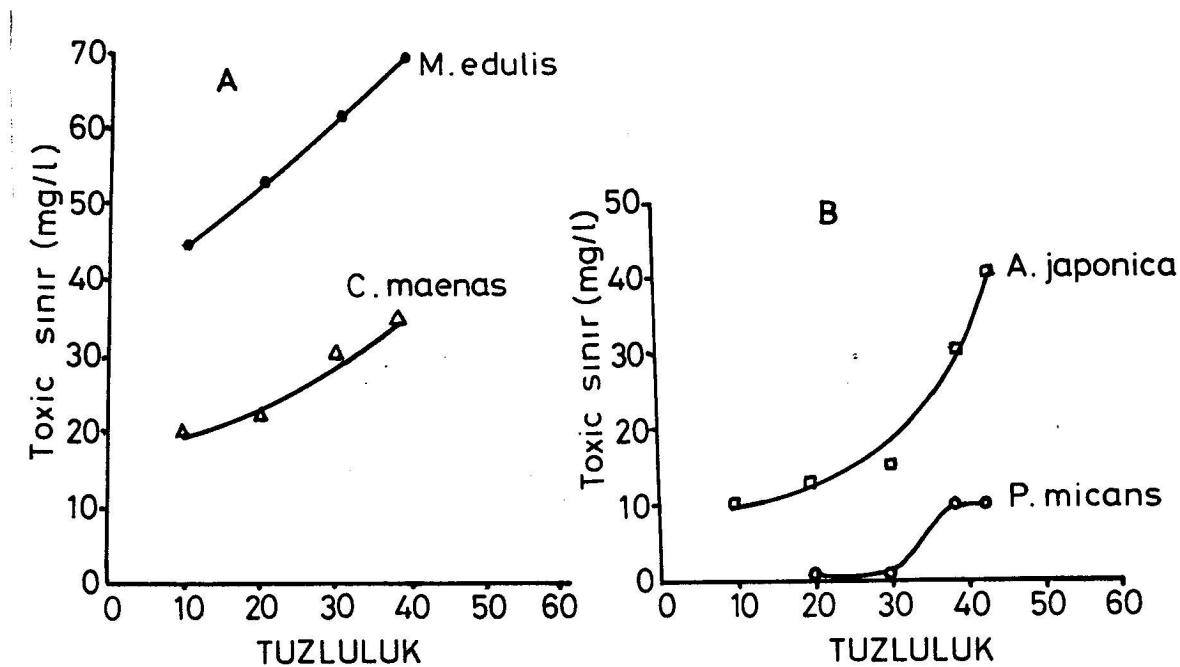


ŞEKİL 3. Bir estuerde tuzluluk ile erimiş metal miktarı arasındaki ilişki (Holliday ve Liss, 1976)

Vanadyum üzerinde yaptığımız araştırmalarda da bazı bentik ve planktonik organizmalarda tuzluluğun azalmasıyla toksik sınırın azaldığı gözlenmiştir: (Ünsal, 1978) (Şekil , 4).

Ancak burada şu hususa dikkat edilmesi gereklidir: ani tuzluluk değişiminden hemen sonra organizma, örneğin bir midye, herhangi bir metal ile karşı karşıya kalırsa, daha önce o tuzluluğa alışmış olan bir organizmadan farklı tepki gösterir. Genellikle birinci durumda organizmanın kirletici metali alma olasılığı ikinciye göre daha fazladır. Çünkü birincide ani tuzluluk değişmesinin yaratığı şok etkisi vardır.

Midyeler dışındaki diğer organizmalarda da tuzluluğun metal alımı üzerine etkisi aynıdır. Örneğin yengeçler üzerinde yapılan araştırmalarda kadmiyumun düşük tuzluluklarda daha çok ve daha hızlı alındığı gözlenmiştir. (Hutchison, 1974; Wring, 1977),



ŞEKİL 4. Bentik (A) ve planktonik (B) organizmalarda toksik sınırın tuzluluğa bağlı olarak değişimi (Ünsal, 1978)

Tuzluluğun etkilerinin, ortamda esas iyonlarla, (örneğin kal- siyum) ortama ulaşan kirletici metaller arasındaki oranın değişikli-ğinden kaynaklandığı sanılmaktadır. Ancak bu etkiler, yapılacak bazı biyokimyasal araştırmalar sonucunda kesinlik kazanabilecektir.

Mekanizmalar ne olursa olsun metallerin deniz organizmları ta- rafından alınma miktarında ya da deniz ortamında bulunma süresinde tuzluluğun etkileri, o metallerin mevsimsel değişimlerinin saptanma- sında önemli bir rol oynar.

Sünenin belirli zamanlarında kuru ve yağışlı mevsimlerin hüküm sürdüğü nehir ağızlarında (estuérlerde) yaşayan organizmlar, tuzlu- luk değişikliği ile karşı karşıyadırlar.

Yukarıda da belirtildiği gibi bu tuzluluk değişiklikleri, metal- lerin organizmlar tarafından alınmasına doğrudan etki ettiğinden, bu organizmların içerdiği metal miktarlarında önemli mevsimsel farklı- lıklara sebep olurlar.

3. SICAKLIK

Organizmaların içinde yaşadığı su ortamının sıcaklığında meydana gelen mevsimsel değişimler, bu organizmaların fizyolojilerinde ve metabolizmalarında değişikliklere sebep olur. Bu değişiklikler de iz metallerin organizmalar tarafından alınması üzerine etkendirler. Organizmaların beslenme ve solunumları sıcaklık değişimleriyle ilişkili olduğundan, metal hangi yoldan alınırsa alının bu değişimlerden etkilenir. Bazı istisnalara karşın genellikle sıcaklığın artmasıyla iz metallerin alımı artar.

Metallerin alınmasındaki mevsimsel değişiklikler her zaman, sıcaklık değişimiyle organizmaların fizyolojilerinde meydana gelen genel değişime bağlanamaz. O halde iz metallerin organizmalar tarafından su ortamından alınmasında sıcaklığın diğer bazı gizli etkileri de vardır. Bu etkilerden birisi muhtemelen bazı iyonların solungaçlardaki geçişimi üzerine olabilir. Belki de sıcaklığı karşı farklı cevap, bazı metallerin solungaçlarda taşınması yanında gereklili metabolik enerjiye olan ihtiyaca bağlıdır. (Görekte sıcaklık, metallerin alınması ve atılması üzerine kalitatif ve kantitatif olarak etki eder. Buna ilaveten yine sıcaklık, vücuda alınan metallerin depo edileceği yerlere taşınmasına da etki edebilir. (Vernberg ve O'Hara, 1972; Vernberg ve Vernberg, 1972)

İz metallerin balıklar tarafından alınmasına sıcaklığın etkisi tuzluluğa nazaran daha iyi araştırılmıştır. Ancak bu araştırmalar daha çok cıva üzerinde yoğunlaşmıştır.

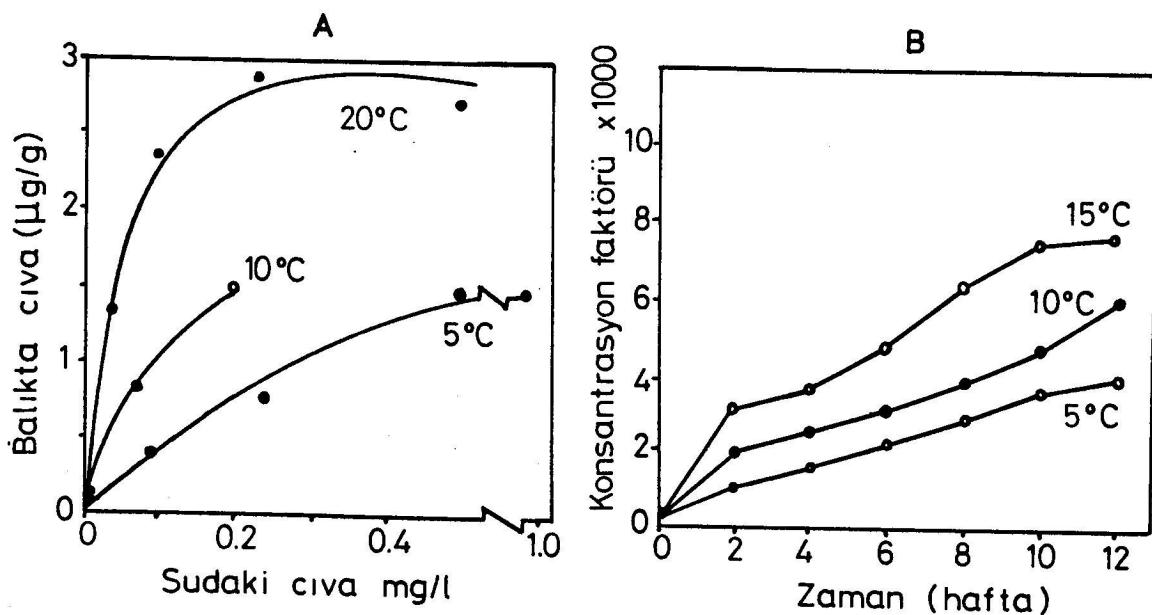
Sıcaklığın artmasıyla örneğin civanın akümülasyonu hızlanmış ve toksisitesi artmıştır. (MacLeod ve Pessah, 1973; Reinert ve arkadaşı, 1974) (Şekil, 5).

Birçok araştırmacı yaptıkları deneylerde metal alınının, dolayısıyla toksisitenin yaz aylarında arttığını, kış aylarında ise azalduğunu gözlemiştir. (Seymour, 1966; Eisler, 1977).

Sonuç olarak, iz metallerin deniz suyunda ve organizmalardaki mevsimsel değişimine sebep olan faktörleri açıklamaya çalıştık.

Bilindiği gibi Ege denizine, küçük dere ve çayların dışında üç büyük nehir ulaşmaktadır.

Bu nehir ve dereler bir yandan önemli miktarda kirleticiyi denize taşımakta, diğer yandan da tuzluluğu azaltmaktadır. Bu iki önemli olay daha önce de bahsettiğimiz gibi iz metallerin mevsimsel değişimlerinde önemli rol oynamaktadır.



ŞEKİL 5. Balıklarda, Salmo gairdneri, sıcaklığın, civanın ortamdan alınması üzerine etkisi: (A) cıva klorür, (MacLeod ve Pessah, 1973) (B) metil cıva, (Reinert ve ark. 1974).

Bu nedenle, Ege kıyılarında yapılacak kirlenme çalışmalarında, özellikle monitoring (izleme) programlarında bu parametrelerin dikkate alınmasında büyük yararlar vardır. Çünkü bu parametrelerin bilinmeyle araştırmaların hangi zaman ve ortamda ve hangi organizmalar üzerinde yoğunlaştırılması gereğine karar verilecek ve elde edilen sonuçlar daha sağlıklı olacaktır.

REFERANSLAR

Eisler, R. 1977- Toxicity evaluation of a complex metal mixture to the softshell clam. Mya arenaria.
Mar Biol. 43, 265-276

Fowler, S.W. ve Oregioni, B. 1976- Trace metals in mussels from the North-West Mediterranean.
Mar. Pollut. Bull. 7(2), 26-29

Fuge, R. ve James, K.H. 1973- Trace metal concentrations in brown seaweeds. Cardigan Bay. Wales
Mar. Chem. 1, 281-293

Fuge, R. ve James, K.H. 1974- Trace metal concentrations in Fucus from the Bristol Channel.
Mar. Pollut. Bull. 5(1), 9-12

Fukai, R.Murray, C.N. ve Huynh-Ngoc, L. 1975- Variation of soluble zinc in Var River and its Estuary.
Estuar. Cstl. Mar. Sci. 3, 177-188

Hannerz, L. 1968- Experimental investigations on the accumulation of mercury in water organisms. Fishery Board of Sweden, Istitute of Freshwater Research, Drottningholm.
Report No. 48, 120-176

Hutcheson, M.S. 1974- The effect of temperature and salinity on cadmium uptake by the blue crab, Callinectes sapidus.
Chesapeake Sci. 15, 237-241

Jackim, E., Morrison, G. ve Stele, R. 1977- Effects of environmental factors on radiocadmium uptake by four species of marine bivalves
Mar. Biol. 40, 303-308

Laarman, P.W., Willford, W.A. ve Olson, R. 1976-Retention of mercury in the muscle of yellow perch (Perca flavescens) and rock bass (Ambloplites rupestris)
Trans.Amer. Fish. Soc. 105(2), 296-300

Love, R.M. 1970-The chemical biology of fishes.
Academic Press. London and New York
1970, 547 pp.

MacLeod, J.C. ve Pessa, E. 1973- Temperature effects on mercury accumulation, trout (Salmo gairdneri)
J.Fish. Res. Bd. Canada 30, 485-492

Morris, A.W. 1971- Trace metal variations in sea water of the Menai straits caused by a bloom of Phaeocystis.
Nature, Lond. 233B 427428

Morris, A.W. 1974- Seasonal variation of dissolved metals in inshore waters of the Menai straits
Mar. Pollut. Bull. 5(4), 54-59

Pentreath, R.J. 1976- The accumulation of organic mercury from sea water by the plaice, Pleuronectes platessa L.
J. Exp. Mar. Biol. Ec. 1. 24, 121-132

Phillips, D.J. H. 1976- The common mussel Mytilus edulis as an indicator of pollution by zinc, cadmium, lead and copper.
I. Effects of environmental variables on uptake of metals.
Mar. Biol. 38, 59-69

Phillips, D.J.H. 1977- The use of biological indicator organisms to monitor trace metal pollution in marine and estuarine environments. A review.
Environ. Pollut.

Reinert, R.E., Stone, L.J. ve Willford, W.A. 1974- Effect of temperature on accmulation of methylmercuric chloride and p, p DDT by rainbow trout (Salmo gairdneri).

J. Fish. Res. Bd. Canada, 31, 1649-1652

Seymour, A.H. ve Nelson, V.A. 1973- Decline of ⁶⁵Zn in marine mussels following the shutdown of Hanford reactors. In: Radiactive contamination of the marine environment, IAEA-SM-158/16. IAEA-

Topping, G. 1973- Heavy metals in shellfish from cottish waters Aquaculture, 1, 979-384

Onlù, M.Y. ve Fowler, S.W. 1979- Factors affecting the flux of arsenic through the mussel Mytilus galloprovincialis Mar. Biol. 51, 209-219

Onsal, M. 1978- Contribution à l'étude de la toxicité du vanadium vis-à-vis des organismes marins. These Dr. 3^e cycle. Université Perre et Marie Curie (Paris VI), 85 pp.

Onsal, M. 1984- Accumulation and loss of tin by the mussel Oceanol. Acta (Kabul edildi, yayınlanacak)

Vernberg, W.B. ve O'Hara, J. 1972- Temparute- salinity stress and mercury uptake in the fiddler crab, Uca pugilator. J. Fish. Res. Bd. Canada. 29, 1491-1494

Vernberg, W.B. ve Vernberg, J. 1972- The synergistic effects of temperature, salinity and mercury on survival and metabolism of the fiddler crab, Uca pugilator Fishery Bull. U.S. 70, 415-420

Wright, D.A. 1977- The effect of salinity on cadmium uptake by tissues of the shore crab Carcinus maenas J. Exp. Biol. 67, 137-146.