

# Az Bilinen Doğal Bir Afet:

## KIRMIZI RENKLİ DENİZ ve NEDEN OLDUĞU ZEHİRLENMELER

Dr. Tufan KORAY \*

**S**uküre (Hydrosphere), içinde yaşayan canlılar için adeta bir 'tampon' rolü üstlenmiştir ve taşküre (Lithosphere) üzerinde oluşan afetlerin etkilerini nadiren 50 m'den daha derinlere yansıtır. Ancak, kendi içinde yaşayan bir hücreli organizmaların meydana getirdiği kırmızı renkli deniz afetine karşı çaresizdir.

Sadece kıyusal denizlerde görülen ve karasal ekosistemin canlı topluluklarına, deniz ürünlerinin yenilmesi ile dolaylı yoldan ulaşan bu afet, yerküremizi tehdit eden diğer afetler kadar bilinmese de, her yıl tonlarca kabuklu deniz ürünü, balık, evcil hayvan ve hatta insanların zehirlenmesine neden olması yüzünden en az onlar kadar etkindir.

Nitekim, 1976 yılında İspanya'nın midye yatakları civarında oluşan bir kırmızı deniz afetinden sonra toplanıp ihraç edilen midyeler, Fransa'da 33, İsviçre'de 23, Almanya'da 19, İtalya'da 38 kişinin zehirlenmesine sebep olmuştur. ABD'den bu tip zehirlenmelerle ilgili 10 ölüm bildirilmiştir.

Brezilya'nın Güney Atlantik kıyılarında oluşan bir afet sırasında, aralarında kedi, köpek, at, tavuk ve kuşların bulunduğu 3651 evcil hayvan ölmüş, deniz kıyısında dolaşan insanlara sıçrayan deniz suyu, yüz ve kollarında alerjik yaraların açılmasına neden olmuştur.

Ayrıca, tropik sularda yaşayan bazı balıkların yaz aylarında zehirli olması nedeni ile oluşan Ciguatera hastalığı da bu olayla ilgili olup, Hawaii'de her yıl 50—100 kişinin zehirlenmesine sebep olmaktadır.

Süphesiz bu afetin en ilginç yönü, bazıları zehirli olabilen bir hücreli organizmalar tarafından meydana getirilmesidir. Özellikle ilkbahar sonları ve sonbahar başları arasındaki ani ısınma ve soğuma periyodu sırasında deniz suyu içindeki miktarları bir litrede en az yüz bin— bir milyon adede ulaşabilen bu canlılar taşıdıkları renk maddeleri (pigmentler, özellikle xantophyll) sayesinde deniz suyunun rengini de etkileyebilmektedir. Ancak, bu renk tamamen bir hücrelinin içerdiği renk maddesinin yapısı ve hücre içi yoğunluğu ile ilgilidir. Bu nedenle her ne kadar sadece kırmızı renkli denizden bahsedilse de sarı, yeşil ve kahverenginin çeşitli tonlarının hakim olduğu afetlerde izlenmiştir.

Kırmızı deniz afeti, başlangıçta sadece bir veya birkaç organizma türünün uygun ortam koşullarında hızlı bir şekilde



*Normal deniz suyu (üstte) ve kırmızı deniz afeti oluşuktan sonraki rengi (altta).*

üremeleri ve aşırı miktarlara ulaşmalarından ibarettir. Ancak, ortamdaki hakimiyetlerini sürdürmek isteyen bu tür veya türler, diğerlerinin üremelerini kontrol altında tutmak için çevrelerine çeşitli zehirli kimyasal maddeler salacaklarından, bu olayın diğer deniz canlıları için bir afet haline gelmesi, birkaç gün— birkaç hafta arasında bir zaman alacaktır. Üstelik zehirli maddeleri sentezleyebilen bu hücreler de aynı zehiri taşıyacaklarından, ulaşabildikleri her yerde onlarla beslenen daha büyük organizmaları da zehirleyeceklerdir.

### AFETTEN SORUMLU ORGANİZMALAR

Araştırmalar kıyusal denizlerde aşırı üreme gösteren bir hücrelilerin, ister bitkisel ister hayvansal kökenli olsunlar, denizlerin rengini değiştirebileceklerini kanıtlamıştır. Denizlerin en tipik kendi beslek bitkileri olan diatomlardan *Chaetoceros*, *Leptocylindrus*, *Nitzschia*, *Skeletonema*, *Thalassiosira*, *Phaeodactylum*; öglenofitlerden *Euglena* cinsleri uygun ortam koşullarında aşırı üreme gösterebilen türlere sahiptir ve deniz suyunu yeşil—kahverengi arasında değiştirebilirler. Ancak, bu bir hücreliler diğerleri ile rekabet edebilmek için ortama zehirli maddeler yerine, onların üremelerini engelleyecek antibiyotikler salgıladıklarından, oluşturdukları afetlere "yalancı afet" gözü ile bakmak daha doğru olacaktır. Ama, bu aşırı üremenin de bir bedeli vardır. Ağırlığı tonları bulan bu bir hücrelilerin oluşturduğu organik yağın, deniz dibine çöktüğünde, orada bir tabaka oluşacak ve bu tabakanın bozunması sırasında sudaki serbest oksijen kullanılacağından, dip suyunda oksijen yetersizliği ortaya çıkacaktır. Nitekim, İzmir Körfezi'nde böyle "yalancı afet"lerden sonra, zeminde yaşayan yengeçlerin (*Carcinus mediterraneus*) kitleler halinde oksijen yetersizliği nedeni ile karaya çıktıkları izlenmektedir. Ancak "yalancı kırmızı deniz" afetlerinin de kesinlikle dolaylı bir etki söz konusu olup, bu türler zehirli değildir. Yine de böyle "yalancı afet"lerin, gerçeklerine bir hazırlık niteliği taşıdıklarına inanılmaktadır.

Dünya denizlerindeki gerçek kırmızı deniz olayları hem kendi beslek, hem de yutma yeteneğine sahip olan dinoflagellatların *Amphidinium*, *Ceratium*, *Dinophysis*, *Exuviaella*, *Gambierdiscus*, *Gonyaulax*, *Gymnodinium*, *Noctiluca*, *Os-*

\*Ege Üniversitesi, Fen Fak., Biyoloji Bölümü.



*treopsis*, *Oxytoxum*, *Peridinium*, *Prorocentrum*, *Protogonyaulax*, *Ptychodiscus*, *Pyrodinium* cinslerine ait bazı türler tarafından oluşturulmaktadır.

Deniz suyunun rengini kırmızıya dönüştürecek kadar fazla üreyebilen yegâne siliat ise *Mesodinium rubrum*'dur.

Şüphesiz bu türlerin de tümü zehirli değildir; ama, tıpkı diatomlar gibi onların da aşırı üremesi, deniz dibi canlı topluluklarını dolaylı olarak olumsuz yönde etkilemektedir. Ni'tekim New York'ta 1976 yılında zehirsiz bir dinoflagellat olan *Ceratium tripos* tarafından oluşturulan bir afet sırasında, dipte oksijen yetersizliği ve hidrojen sülfür oluşumu 143000 ton istirdiyenin kaybına neden olmuştur.

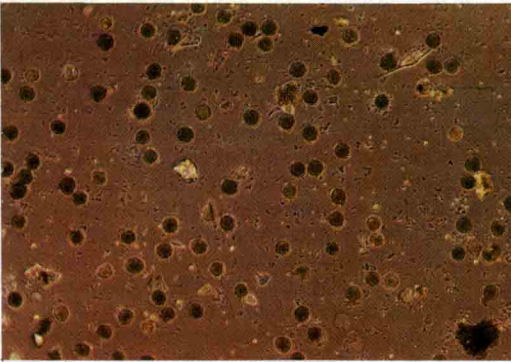
Araştırmalar insanlar ve karasal ekosistemin diğer canlıları için en tehlikeli afetleri oluşturan dinoflagellat türlerinin *Protogonyaulax tamarensis* (= *Gonyaulax tamarensis*), *Protogonyaulax catanella*, *Ptychodiscus brevis* (= *Gymnodium breve*), *Gambierdiscus toxicus*, *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum concavum*, *Ostreopsis siamensis*, *Ostreopsis ovata* olduklarını göstermiştir. Ancak, bu diğer türlerin tamamen zehirsiz oldukları anlamına gelmemektedir.

## KIRMIZI DENİZ AFETİNİN EKOLOJİSİ

Adı geçen zehirli bir hücreli dinoflagellatların bir önceki afetten kalan kistleri, bir soğuk veya bir sıcak periyod geçirmek zorundadırlar. Bu periyodun aşılması ile birlikte, havaların ani ısınması veya soğuması bu türlerin kistlerinin açılması için adeta bir tetik mekanizması rolünü görür. Artık, ortamda serbest hareket edebilen aktif hücreler için yegâne gerek sinim, besleyici tuzlar ve biraz da ışık.

Başlangıçta sakin denizde büyük kırmızı kümeler oluşurarak hızla çoğalan hücreler med—cezir, dalga hareketleri veya fırtınalarla çevreye yayılırlar. İşte bu sırada, hücrelerin zehir sentezleme hızları yükselir. Midye, istirdiye gibi deniz kabukluları, bu bir hücrelileri besin olarak kullandıklarından, kendileri zehirlenmeseler de, onları besin olarak kullanan diğer canlılar için tehlikeli bir hal alırlar. Diğer taraftan, hücre dışına, yani deniz suyuyla salınan zehirler, bölgede yaşayan balıkları etkileyerek bayılmalarına ve ölmelerine neden olur. Büyük afetlerdeki tonlarca balık deniz kıyısına vurur. Bu nedenle bu afete "balık kırılması" olayı da denir.

Olayın seyri sırasında zaman zaman meydana gelen olumsuz ortam koşullarına karşı kist oluşturan bir hücreliler,



**Kırmızı deniz afeti sırasında bir damla deniz suyunun mikroskopik görüntüsü.**



**Chaetoceros türleri deniz suyunun rengini yeşil - kahverengi arasında değiştirebilirler; ancak zehirli değildir.**

böylece yok olma tehlikesini de kolayca bertaraf etmiş olur.

Bu afetin sona ermesi büyük bir olasılıkla ortamdaki azotun tüketilmesi ile gerçekleşmektedir. Birkaç hafta veya birkaç ay içinde azot kaynaklarını tamamen kullanan bir hücreliler takiben hızla kist oluşturlar. Zemine çöken kistler bir yaz veya bir kış periyodunun geçmesini bekleyerek, tekrar canlanma şansını elde ederler.

## ZEHİRLERİN ÖZELLİKLERİ

Gerçek kırmızı renkli deniz afetlerinde, suda çözünebilir PSP (Paralytic Shellfish Poison) ve yağda çözünebilir NSP (Neurotoxic Shellfish Poison) olmak üzere iki ana grupta zehir sentezlenmektedir.

Suda çözünebilir zehirler kûrar benzeri etki yaratan azot bileşikler olup, dokuz farklı tipi izole edilmiştir. Esas olarak *Protogonyaulax* türlerinin karakteristik ikincil atıklarıdır (secondary metabolites). Bu nedenle, Gonyautoxin X<sub>1</sub> (GTX<sub>1</sub>), GTX<sub>2</sub>, GTX<sub>3</sub>, GTX<sub>4</sub>, GTX<sub>5</sub>, GTX<sub>6</sub>, GTX<sub>7</sub>, Saxitoxin (STX) ve neoSTX adları ile anılırlar. Çoğunlukla tek tek değil, birbirleri ile karışmış olarak bulunurlar. Ancak, Saxitoxin ve Gonyautoxin III en zehirli olanlardır.

PSP tipi zehirler sodyum geçişine ve sinir impulslarına ket vurarak organizmayı etkiler. Bu zehirlerin öldürücü dozları türe ve canlının ağırlığına göre değişir. Ağzdan alındığında 5—10 mikrogram/kg kobay, intravenöz olarak alındığında 3,4 mikrogram/kg kobay şiddetindedir.

NSP tipi zehirler *Ptychodiscus brevis*, birkaç *Prorocentrum* türü ve nihayet Ciguatera hastalığını yapan zemin dinoflagellatı *Gambierdiscus* tarafından sentezlenir. Ancak bazı benzerliklerine rağmen *Ptychodiscus* ve *Gambierdiscus*'un oluşturdıkları zehirler arasında farklılıklar da vardır. *P. brevis*'in en önemli zehiri GB—2, brevetoxin—B, T47 veya T34'tür. Daha az önemli olanı ise GB—3, brevetoxin—A, T46 veya T17 olarak tanımlanmıştır. İlginç olarak hücre içinde kararlı olmayan ve sürekli dönüşüm halinde olan bu zehirler, dış ortamda haftalarca kararlı kalabilirler.

PSP'nin aksine, NSP zehirleri sodyum akışını artırmak sureti ile sinir çeperlerinin potansiyelini yok eder.

PSP, % 15'lik bir ölüm oranına sahip olmasına karşın, NSP zehirlenmelerinde hiç ölüm rapor edilmemiştir.



**Gambierdiscus**, daha çok balık etinde saptanabilmiş ciguatoxin'le birlikte, bir de suda çözünebilir maitotoxin sentezler. Ancak bu tür zeminde yaşadığı için çoğunlukla tropik balıkları etkiler. **Proocentrum lima**'nın oluşturduğu okadaic asit hemen hemen ciguatoxin'e benzemektedir.

## ZEHİRLEME MEKANİZMASI

PSP ve NSP tipi zehirleri alan her organizma onlardan etkilenmez. Örneğin midye, istiridye, akudis ve benzeri deniz kabukluları, bu zehirleri hepatopankreaslarında biriktirerek kendilerini korurlar. Zehir, bu yumuşaklar yardımı ile gıda zincirine katılır ve bu canlıları yiyenlere ulaşır.

Ancak, PSP tipi suda çözünür zehirler (exotoxin) solungaçları ile bu zehiri alan balıkları kolayca etkiler ve afet sırasında balıkların yığınlar halinde bayılarak veya uyuşarak kara yuvalarına görülür.

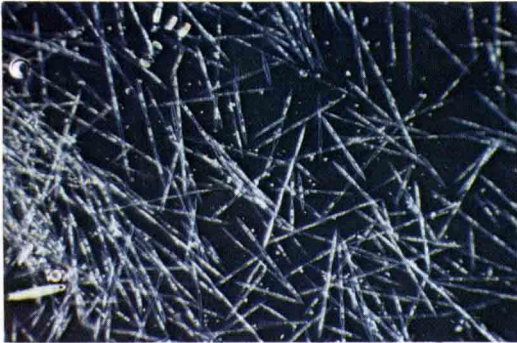
Oysa NSP tipi endotoxin'ler suda çözünmediklerinden, daha çok doğrudan doğruya yutulma ile etkindirler. Ciguatera hastalığını yapan balıklar genellikle yaz aylarında dip sularından **Gambierdiscus toxicus**'u besinlerine karışmış olarak alırlar. Bu zehirli bir hücreli, balığın sindirim organlarında uzun süre kalabilir. Zehir daha ziyade balıkların etlerine nüfuz etmektedir.

Burada ele alınan tüm zehirlerin ortak özellikleri kızartma, haşlama vb. pişirme işlemlerinin bu zehirleri parçalayamamasıdır. Dolayısıyla pişirilmiş halde bile zehirlidirler.

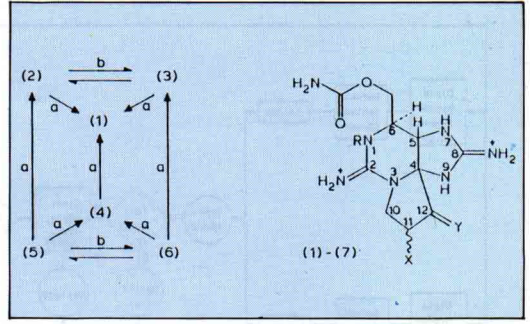
## ZEHİRLENMEDE KLİNİK BULGULAR

PSP vakalarında en önemli belirtiler midye, istiridye vb. yiyeceklerden yemekten birkaç dakika veya saat sonra (genellikle 15 dak. —3 saat arasında) dudaklar ve ağız içinde yanma ve batma hissi ile bunu izleyen uyuşukluktur. Gastrointestinal rahatsızlıklar bulunsada teşhiste pek önemli değildir. Tipik bir PSP vakası, ilk belirtilerden itibaren 72 saat devam eder (en az 6, en çok 168 saat).

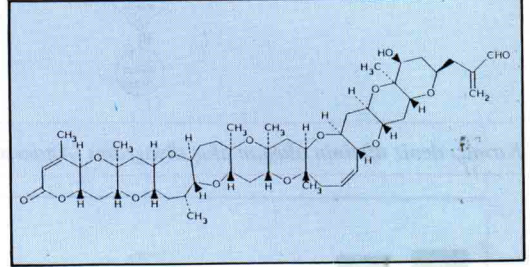
NSP zehirlenmesi hissetme anormallikleri, sıcak ve soğuk bir birine karıştırma, ağız etrafında karıncalanma ve uyuşma hissi, mide üşütmesi belirtileri örneğin, kusma, göğüşte kramplar, ishal, yutma ve solunum güçlüğü, düzensiz hareketlerle tipiktir. NSP vakası 30—60 dakika içinde kendini gösterir ve 40—48 saat devam eder.



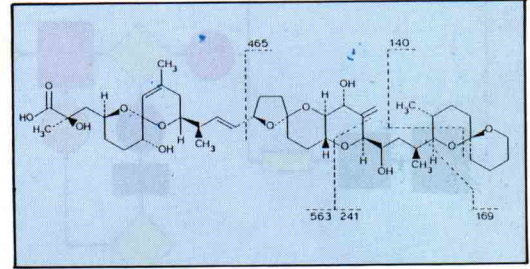
**Nitzschia türleri aşırı miktarlarda ürediklerinde denizin rengini sarı—yeşil arasında değiştirirler. Fakat zehirli bir etkileri yoktur.**



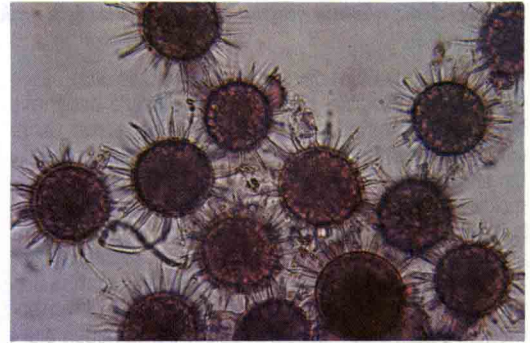
**PSP zehirleri ve birbirlerine dönüşümleri (Shimizu ve Hsu 1981).**



**Brevetoxin B'nin yapısı (Lin ve ark. 1981).**

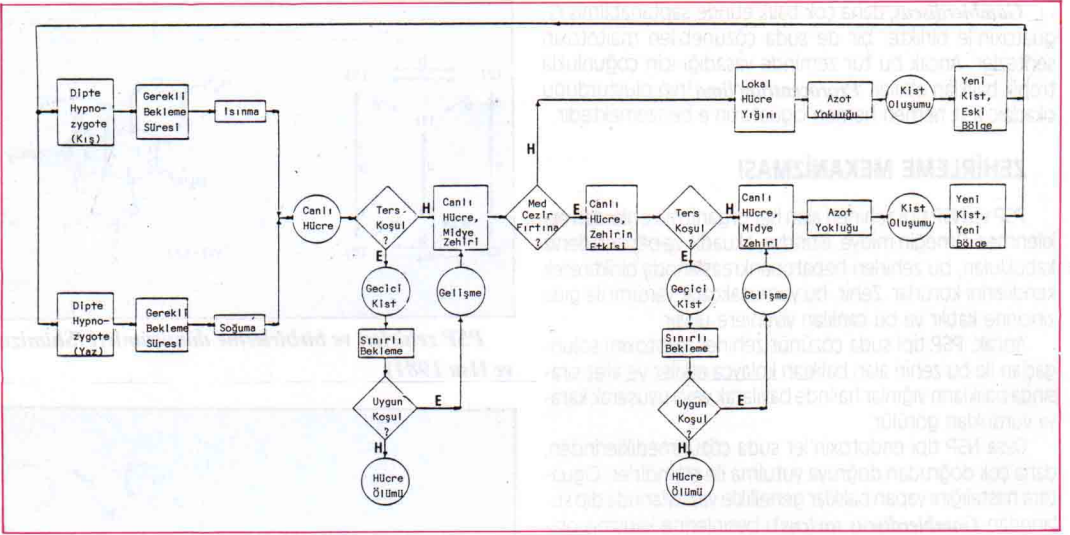


**Okadaic asitin yapısı (Murakami ve ark. 1982).**

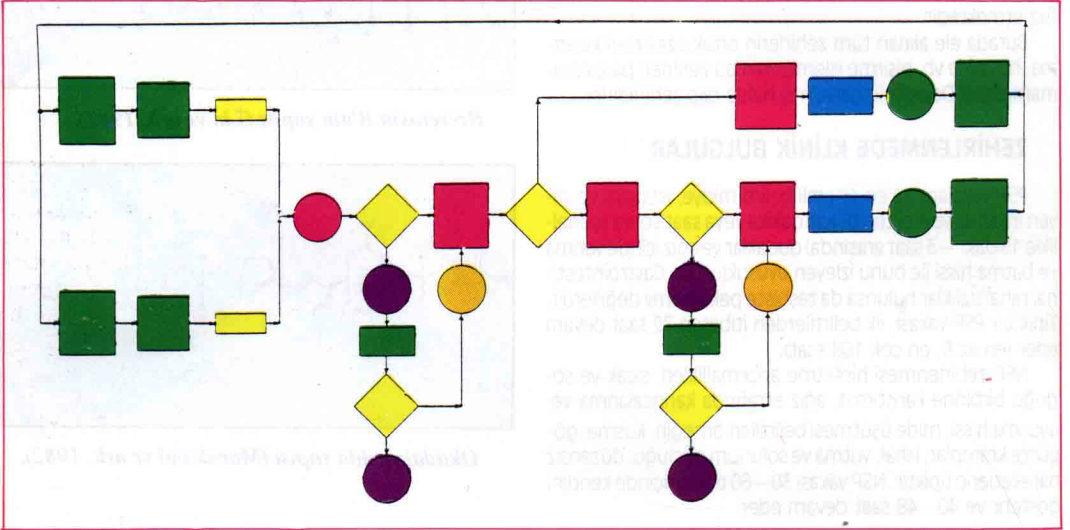


**Kırmızı renkli deniz olayının başlaması bir sene önceki zemin kistlerinin su hareketleri ile yüzeye çıkması ve açılması ile gerçekleşir. Fotoğrafta Gonyaulax pol-yedra'nın zemin kistleri görülüyor.**





Kırmızı deniz afetinin oluşum akış diyagramı (Anderson 1979).



Kırmızı deniz afetinin oluşum akış diyagramı için renk şablonu.

Bu vakalarda ölüm daima solunum felci ile olur.

Ciguatera hastalığı, zehirli dinoflagellatlarla beslenmiş balığın, insan tarafından yenilmesi ile meydana çıkar. Genel olarak akut zehirlenme belirtileri NSP'ye çok benzer ve balığın yenilmesinden 30 dak—4 saat sonra başlar. El, ayak parmaklarında sızlama ve uyuşmayı takiben bulantı, kusma, ishal, baş dönmesi, göğüs ağrısı, kas yetersizliği izlenir. Ölüm, adale ve solunum felci ile olur. Ciguatera hastalığını tipik NSP'den ayıran en önemli özellik, ilk belirtiler atlatılsa bile yüz, dudaklar ve ağızdaki uyuşukluğun haftalarca devam etmesidir. Soğuk besin maddeleri ağızda ağrıya neden olurken, sıcak besinler soğuk hissi verir.

Ne yazık ki, her üç vakayı sadece belirtilerine bakarak ilk anda teşhis etmek ve birbirlerinden ayırmak oldukça güçtür ve özel bir dikkat gerektirir.

## TEDAVİ

Gastrik lavaj veya emesikle zehirin çıkarılmasından ibarettir. Gerekliği takdirde oksijen ile suni solunum yaptırılır.

## KORUNMA

İlkbahar sonları ve sonbahar başları arasındaki sürede gerek mideye, istirdive gibi deniz kabulularını gerekse *Tetraodontidae* ve *Labridae* familyasına ait tropik balıkları yememelidir (örneğin: *Balistoides niger*, *Diodon hystrix* (= Kirpi balığı), *Scarus microrhinus* (= Iskaroz balığı), *Alutera scripta*, *Arothron hispidus*, *Gymnothorax javanicus*, *Sphyræna barracuda* (= Barraküda balığı), *Ctenochaetus strigosus*, *Caranx sexfasciatus*, *Cephalopholis argus*, *Coris gaimardi*

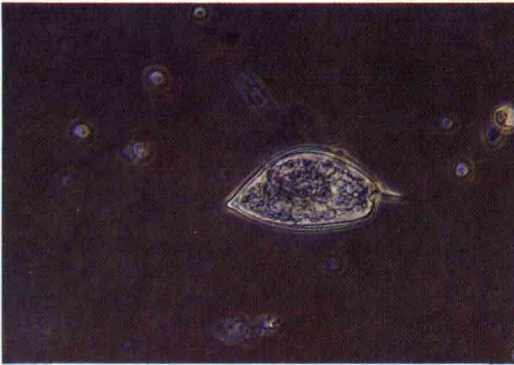


**Kırmızı deniz afetlerinde PSP oluşturan en zehirli dinoflagellat türlerinden bir Protogonyaulax tamarensis'tir. Fotoğrafta, İzmir Körfezi'nde oluşan zehirli bir afet sırasında bir litredeki miktarı on milyona ulaşan bu türün bir örneği görülüyor.**

(=Gelin balıkları), *Lutjanus vaigiensis*, *Parupeneus trifasciatus*).

## YURDUMUZDAKİ DURUM

Yurdumuzda PSP, NSP ve Ciguatera vakası henüz tespit edilmemiştir. Ancak, özellikle yaz aylarında deniz kabuklular ve balık yenmesini takiben oluşan zehirlenmelerin, hiç değilse Ege Bölgesi'nde tespit edilenlerin bir kısmının PSP vakası olması kuvvetle muhtemeldir. Zira, E. Ü. Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Hidrobiyoloji Ana Bilim Dalı tarafından 1978 yılından bugüne dek sürdürülen araştırmalar, İzmir Körfezi'nde, PSP olaylarına neden olan en tipik zehirli bir hücrelerden *Protogonyaulax tamarensis*'in meydana getirdiği kırmızı deniz afetlerinin varlığını kanıtlamıştır. Üstelik bu afet, bu körfezimizde hemen hemen her yıl meydana gelmektedir. İlbahar sonları ve yaz aylarında körfez sularını kiremit kırmızısı rengine dönüştürecek derecede yoğunlaşan bu bir hücreliler, bir litre deniz suyunda on milyon adede ulaşmaktadır. Bu bir hücreli, özellikle bu yoğunlukta olduğu aylarda suda çözünebilir zehirleri ile, İzmir Körfezi'nde şu anda



***Noctiluca scintillans*, Ege ve Marmara Denizleri'nde kırmızı deniz olaylarına neden olmakla birlikte, karasal ekosistemin canlıları için zehirli sayılmaz.**

yaşayabilen yegâne balık türü olan kefalleri bayıltabilmektedir.

Yine aynı yörede PSP vakalarına neden olan *Dinophysis fortii*, *Gonyaulax polyedra*, *Gonyaulax spinifera*, *Prorocentrum* spp.'ye de rastlanmış olmakla birlikte, bu türlerin hücre yoğunlukları zehirlenmeye neden olacak seviyelere ulaşmamaktadır.

Karasularımızda yaygın olan bir diğer zehirli dinoflagellat türü *Noctiluca scintillans*(= *N. miliaris*)'tir. Çapı bir milimetre olan bu bir hücreli organizma Ege Denizi, Marmara Denizi ve Akdeniz'den rapor edilmektedir. Özellikle Ege Denizi ve Marmara Denizi'nde oldukça yoğun olarak bulunmakta ve ilkbahar sonları - yaz ortalarında kırmızı renkli deniz olayına neden olmaktadır.

Ancak *Noctiluca*, diğer zehirli türler gibi etkin zehirler yerine, sadece amonyak oluşturmaktadır. Dolayısı ile bu bir hücrelinin zehirli etkisi, denizin rengini etkileyecek yoğunluklarda bulunmasına rağmen, bazı küçük balıklar veya balık larvaları için tehlikelidir.

## NE YAPMALI?

Yapılan tüm araştırmalara rağmen suküreye has bu doğal afetin önü alınamamıştır. Bazı araştırmacılar bakır tuzlarının zehirli dinoflagellatların üremelerine ket vurduğunu saptamış olmakla birlikte, bu tuzların tüm deniz canlılarına zarar vermesi nedeni ile kullanılmaları mümkün olmamaktadır.

Gerek PSP, gerekse NSP tipi zehirler özellikle midye ve istiridyelerle insana ulaştıklarından, araştırmacılar bu organizmalardan zehirli uzaklaştırma yöntemleri üzerinde de durmuşlardır. Şu anda en yaygın uygulama, toplanan tüm kabuklu deniz organizmalarının, temiz olduğu biyologlarca saptanmış bölgelerde bir hafta—onbeş gün süre ile deniz suyu içinde bırakılmalarıdır. Bu işlemden sonra zehir ve zehirli organizmaların hemen hemen tümü atılmaktadır. Ancak bu yöntem de sadece küçük üreticiler için geçerlidir.

Şüphesiz en geçerli tedbir, bu afetlerin görüldüğü bölgelerde kabuklu deniz ürünleri üreticiliğini ve avlığını engellemek, zehirli dinoflagellatların bulunmadığı sahalara kaydırmaktır.

Diğer taraftan, bir diğer önemli husus da ülkemizde bol miktarda tüketilen midye ve istiridyelerin ne şekilde kontrol edileceğidir. Halk sağlığı açısından, gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de bu ürünleri kontrol eden laboratuvarların kurulması gereklidir. Bir standart olarak 100 gr midye veya istiridye etinde, 80 mikrogramdan fazla PSP bulunması insan sağlığı için zararlı kabul edilmektedir. Hatta bazı araştırmacılara göre 100 gr midye veya istiridye etinde eser miktardaki PSP'yi bile kabul etmek mahzurludur.

Deniz ürünlerindeki bu tehlikenin kontrol altına alınması için, özellikle yaz aylarında oluşan gıda zehirlenmelerinin ne kadarının PSP'den kaynaklandığının tespitinde, şüphesiz sağlık personeline de önemli bir görev düşmektedir. □

**HAYAT VE SANAT  
BÜTÜN OLARAK KAVRANIR**

**Picasso**