



# Kirlilik Tanığı

## Deniz Solucanları

Halkalıkurtlar diye adlandırılan bazı deniz solucanları ırmak deltalarında çoğalırlar. Bu solucanlarda, sinirsel iletimde rol oynayan asetilkolinesteraz enzimi ölçülerek ırmak suyunun kirlilik derecesi belirlenmektedir. Bu enzimin miktarı, bugün en sık kullanılan asalak öldürücü (pestisid) olan ve ırmaklarda sık bulunan organo-fosfor bileşikleri tarafından azaltılmaktadır. Bu yöntemle su kirliliğinin ölçülmesi, kimyasal analizlere göre çok daha ucuzdur.

Denizsolucanları, çokkılılar (polichetae) takımına ve halkalıkurtlar sınıfına ait 6000 tür içerir. Bu solucanların yumuşak vücutlarının yan taraflarında parapod denilen ayaksız uzantılar bulunur. Bu uzantıların üzerinde de kitinden yapılmış kıl demetleri vardır; hayvan bunlar sayesinde sürünür. Bu kendi halinde yaşayan hayvanları yalnız balıkçılar bilir; insanların çoğu onlardan habersizdir. Bu solucanlar, çevre kirliliğini belirleyebildikleri anlaşıldıktan sonra büyük önem kazanmışlardır. Çokkılı

solucanların bazıları deniz tortuları içinde açtıkları tünellerde yaşarlar. Bunların sayıları kıyılarda çok artmıştır: 1m<sup>2</sup> tortuda ortalama 5000 solucan. Bu solucanlar tortudan suya ve sudan tortuya organik madde taşıyarak çevrebilim (ekoloji) açısından çok temel bir rol oynarlar; organik maddenin yer değiştirmesi, bu solucanların beslenmesi, dışkılaması ve ölümden sonra çürütmesiyle sağlanır.

Solucanlar bu organik maddece zengin ortamlarda, çok az miktarlarda olsa bile, toksik maddelerle temas ederler ve onları vücutlarında biriktirirler. Denizsolucanları biyokütlelerinin çok fazla olması (m<sup>2</sup> başına kilogramlarca), kendilerini savunamamaları ve çok besleyici olmaları nedenleriyle besin zincirinde yer almışlardır. Çeşitli omurgalı ve omurgasız hayvanlara yem olurlar: Yassı balıkların tercih ettikleri bir besindirler; gelgite bağlı deniz çekilmelerinde dip çamurlarında kıvıllı kıvıllı oynayırlar ve kuşlara mükemmel bir yem olurlar. Çeşitli çevre kirleticilerin besin zincirine girişini ve çevrebilimsel et-

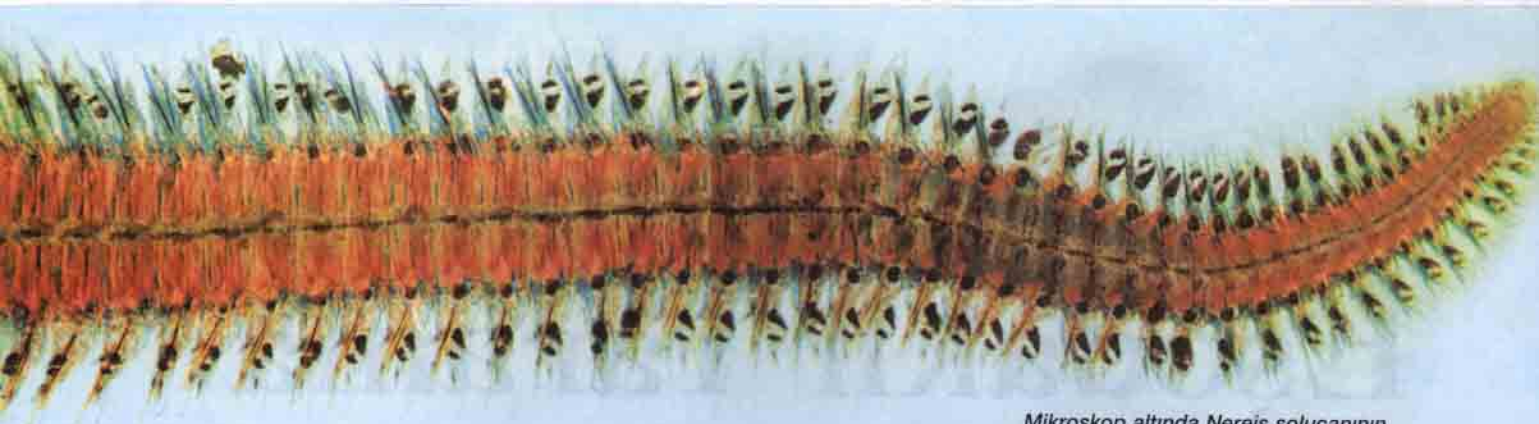
kilerini incelemek açısından çok değerlidirler.

Deniz kirlenmesi genellikle kimyasal analizlerle saptanır. Bu yöntemler çok pahalıdır; bu nedenle biyo-gözetim (biyomonitöring) kavramına dayanan diğer yöntemler aranmıştır. Biyo-gözetimde kirlilik yapıcı bir maddeyi analizle ölçmek yerine, o maddenin bazı canlılar üzerindeki etkileri araştırılır. Bu gibi canlılar, çevre kirlenmesinin biyolojik ayraçları gibidir; bunlara kirliliğin biyolojik göstergeleri gözüyle bakılabilir. Bu yöntemde çevre kirliliğinin canlıların hücreleri, molekülleri, fizyolojisi ve davranışları üzerindeki etkileri incelenir.

Çokkılı solucanlar arasında Nereides familyası, su kirlenmesini araştırmak için en uygun olanıdır; çünkü kara ortamıyla deniz ortamı arasında geçiş bölgeleri olan, kirlenmeye çok elverişli ırmak ağızlarında (deltalar) bol bulunurlar. Lille Üniversitesi Halkalıkurtlar Moleküler Filojeni Laboratuvarı'ndan Patrick Scaps bu gibi araştırmalar için *Nereis diversicoloru* seçmiştir; bu çokkılı solucan deniz kirlenmesi araştırmaları için mükemmel bir modeldir, yaşadığı yerden ayrılmaz; deltalarda boldur; geniş bir coğrafi dağılım gösterir; yılın her zamanı bulunabilir; laboratuvar stresine, bir yerden bir yere nakledilmeye ve fiziko-kimyasal



*Nereis diversicolor*  
kazdığı tünellerin içinde.



Mikroskop altında *Nereis solucanının* yumuşak vücudu. Solucanın iki yanında parapod denilen kıllı uzantılar görülüyor; hayvan bu ayağı andıran çıkıntılar sayesinde sürünebilmektedir.

değişimlere (sıcaklık, tuzluluk vb) dayanıklıdır.

Tarımda kullanılan asalak zehirleri (pestisidler) arasında, organofosfor ve karbamat bileşikleri organoklorların (DDT vb.) yerini almıştır. Bu bileşikler özellikle dotalarda deniz suyuna karışır. Bu toksinlerin etkin şekillerinin sayısı giderek artmaktadır. Su etkisiyle kolayca ayrışır; bu yüzden deniz suyunda kimyasal olarak aranmaları kesin sonuçlar vermez; bu nedenle biyo-gözetime başvurmak gerekir. Gerek organofosfor, gerekse karbamat gibi asalak zehirleri, değdikleri hayvanda hareket uyarılarının sinirden kasa geçmesinde yaşamsal rol oynayan asetil-kolin adlı sinir iletim maddesini (nöro-medyatör) parçalayan asetil-kolin-esteraz enzimini baskılar; bunun sonucu sinir uçlarında asetilkolin birikir; kas kasılması çok uzar ve ölüm olur.

Lille Üniversitesi araştırmacıları, *Nereis diversicolor* asetil-kolinesterazını incelediler. Toksin testleri solucan canlıyken laboratuvarında yapıldı. Solucanlar kendi doğal tünellerini andıran "U" biçimi cam tüplerde

yaşatıldı. Bu tüpler bir plexiglas levhasına yapıştırıldı, sıcaklığı (16°C) ve tuzluluğu (%34) titizlikle değişmez tutulan akvaryumlara konuldu. Üç organofosfor zehiri (etil-paration, malation ve fosalon) ve bir karbamat zehiri (kabaril), litrede 20-30 mikrogram düzeyde bile solucanların asetil-kolin-esteraz enzimini baskıladı.

Normalde bu baskılayıcı etki kısa sürer, ancak deney sırasında üç hafta sürdü. Akvaryumda baskılayıcı etki yapan dozlar, deniz suyunda rastlanan dozlara karşılıktı. *Nereis diversicolor* organofosfor ve karbamat böcek zehirlerine (insektisid) son derece duyarlıdır.

*Nereis*'in yaşı ve cinsiyeti asetil-kolinesteraz düzeyini etkilemez. Buna karşı mevsimsel bir devir vardır: Hayvanın en hareketli olduğu yaz mevsiminde asetilkolinesteraz azalır. Bu tür, gelecekte laboratuvarlarda yapılacak toksikoloji çalışmalarında ve delta sularının biyolojik ayıracılarla incelenmesinde önemli bir yer tutacaktır. Bunun için solucan, kirli olduğundan kuşku

duyulan sulardan alınmalı ve solucanın vücudunda asetilkolinesteraz enzimi aranmalıdır. Bu enzimin azalması sulara asalak zehirlerinin karıştığına işaretidir.

Son zamanlarda halkalı kurtlardan çokkılı solucanlar (poliketler) suya yumurta bırakma (akuakültür) yoluyla üretilmiştir. Böylece çevre araştırmaları için elimizde sürekli bir solucan stoku olacaktır. *Nereis* yavrularının büyüme hızı, toksik madde düzeyi hakkında bir fikir verir. Bu solucanlar, toksik maddelerin genlerde yaptığı değişimleri (kromozom kırıkları, kardeş kromatid değiş tokuşu vb.) ortaya koyarak genetik araştırmalarında kullanılabilir. İklim değişimlerinin çevreye etkilerini araştırmaya izin verir; bu araştırmalar özellikle üreme devirlerini ortamın sıcaklığına göre eşzamanlaştıran tür-

lerde önem kazanmaktadır. Çokkılı solucanlarda üremenin iç salgı bezlerinin kontrolü altında olduğu *Hormat-hoe imbricata* ve *Eulalia viridis* türü solucanlarda kanıtlanmıştır (sırasıyla Polynoideae ve Phyllocidae familyalarından). Büyüme sırasında yumurta protein-

lerinin sentezini arttıran, hipofiz bezi hormonlarından gonadotrop hormon salgısının çevre sıcaklığına indeksli olduğu gösterilmiştir. Dünya iklimindeki bir değişme, bu hormonun salgılanmasına yansiyacaktır. Gezegenimizin, sera etkisi ya da başka bir nedenle ısınması bu solucanlarda ölçülen gonadotrop hormon sayesinde erkenden haber alınabilecektir.



Scaps, P., J.A. Recherche, Şubat 1998  
Çeviri: Selçuk Alsan