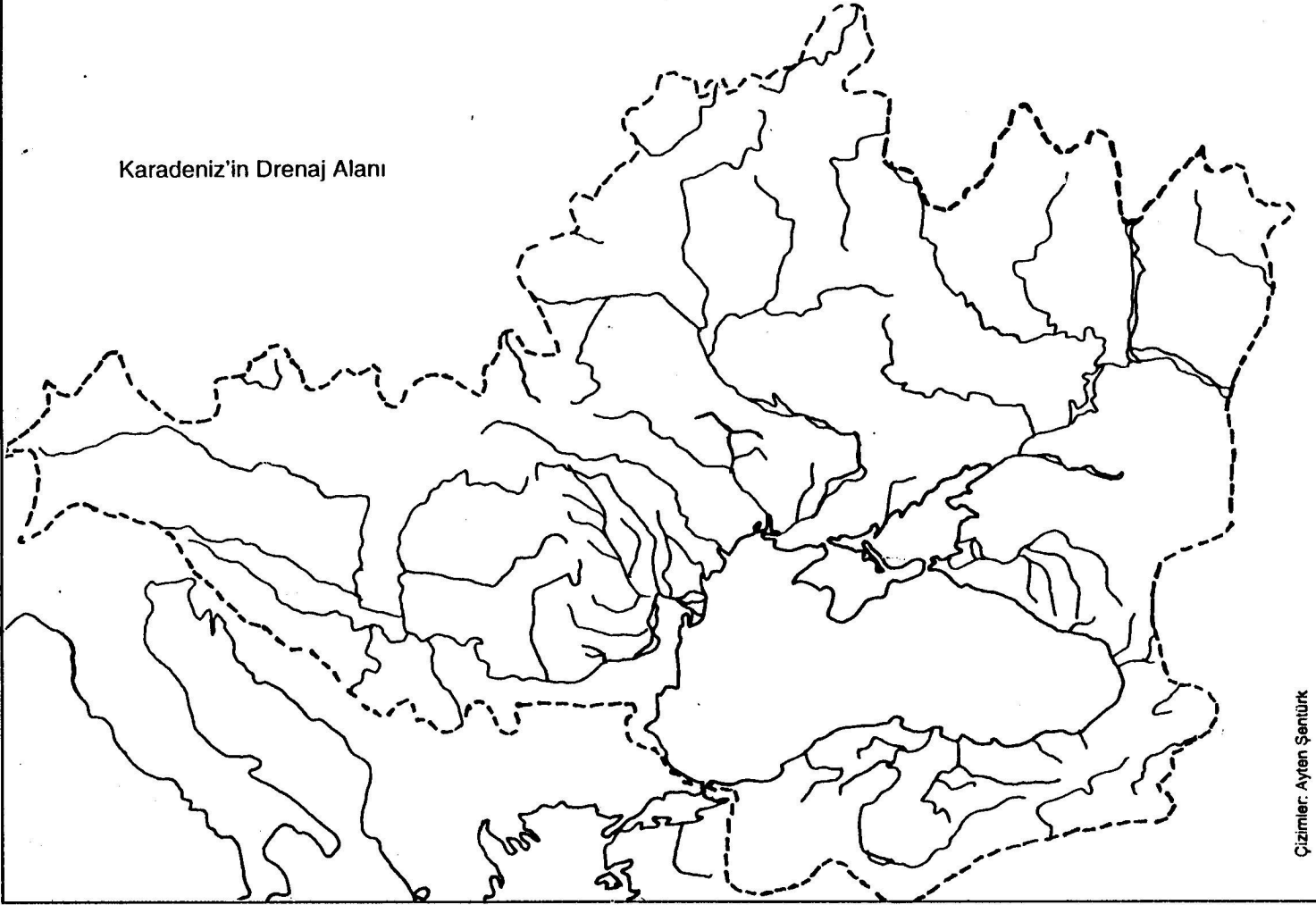


KARADENİZ'DE

KARANLIK TABLO

Karadeniz'in Drenaj Alanı



Çizimler: Ayten Şentürk

Karadeniz verimlilik açısından üstün nitelikler gösteren bir denizdir. 1970 yılından beri Türk deniz ürünleri kapasitesinin % 70'i Karadeniz'den karşılanmaktadır. Ülkenin balık tüketimini önemli ölçüde karşılayan hamsi balığı verimi 1989 senesinde birdenbire azalmış ve 295 bin tondan 97 bin tona düşmüştür. Bu da Karadeniz'deki ekolojik sistemin büyük ölçüde bozulduğunu gösteren bir faktördür.

Karadeniz, Kuzey Denizi ve Baltık Denizi gibi, bir iç-denizdir. Yani bu deniz, okyanuslarla sadece Boğaziçi gibi dar bir kanalla birleşmektedir. En derin yeri 2170 m. olan Ka-

radeniz'de deniz kenarları birden bire dikleşmekte dünyanın en derin içdenizi konumunu oluşturmaktadır. Kuzeybatısında 170 m.'nin üstünde bir soğanlık oluşmuştur. Denizin sadece % 25'ini oluşturan bu soğanlık bölgeleri aynı zamanda en verimli bölgelerdir.

Karadeniz'in en önemli özelliklerinden biri de canlıların en fazla 70 m. derinlikte görülmesidir. Çünkü bu denizde 170 m.'nin altında oksijen bulunmamaktadır. Bunun yerine tüm canlılar için zehirli bir madde olan hidrojen sülfür görülmektedir.

Bu 70 m. derinlikteki en verimli tabakaya Karadeniz'in beş misli büyüklüğündeki çevre ülkelerden, her türlü atık su sevk edilmektedir. Diğer bir deyişle çevredeki 12 ülkenin atıkları Karadeniz'i önemli ölçüde kirletmektedir.

Yılda ortalama 203 km³ suyla Avrupa'nın en uzun nehri olan Tuna, Karadeniz'in bu en verimli bölümüne açılmaktadır. Diğer bir deyişle Tuna Nehri Kuzeydenizi'ne açılan tüm ırmakların taşıdığı sudan daha fazla bir miktarı Karadeniz'e akıtmaktadır. Denizin su beslenmesi açısından, diğer dört nehir de önem taşımaktadır. Bunlar Karadeniz'in batı bölgesine akan Dinyeper, Dinyester, ile Doğu bölgesine

70 m. derinlikteki en verimli tabakaya Karadeniz'in beş misli büyüklüğündeki çevre ülkelerden, her türlü atık su sevk edilmektedir. Diğer bir deyişle çevredeki 12 ülkenin atıkları Karadeniz'i önemli ölçüde kirletmektedir.

akan Don ve Volga gibi ırmaklardır. Keza uzunluk açısından önemli ölçüler arz eden Türkiye'deki nehirler de Karadeniz'in su dengesine kısmi bir etki yapmaktadır. Buna rağmen Türkiye, Karadeniz su dengesini önemli ölçüde etkilememektedir. Çünkü dünyanın en büyük şehirlerinden biri olan İstanbul, tüm atık suyunu arıtmadan, dünyanın öteki denizleriyle Akdeniz üzerinden bağlantıyı sağlayan Boğaz içine boşaltır.

Sanayi ve şehir atıklarının yıllarca bu denize akıtılması, Karadeniz'in yaşam alanlarını önemli ölçüde değiştirmiştir. Karadeniz, zehirli maddelerin bir yasal düzene uyulmadan boşaltılmasının, petrol ve diğer yeraltı kaynaklarının kontrolsüz bir şekilde çıkarılmasının, çöp ve atık su problemlerinin çözülmemesinin ve işletme prensiplerinde uluslararası bir yöntem oluşturulmadan balıkçılık yapılmasının bir kurbanı olmuştur.

Ancak Karadeniz'in ekolojisindeki bu değişikliklerin nedenlerini sadece sanayinin gelişmesiyle paralel olarak oluşan atıklarda görmemek gerekir; böyle olumsuz bir sonucu daha ziyade hem insan uğraşları hem de doğal değişiklikler oluşturmaktadır.

Son 25 yıl içinde Karadeniz'de olan değişiklikler:

- Radyoaktif maddeler (Çernobil)
- Atık sularındaki kimyasal maddeler
- Konutlardan (deterjanlar)
- Sanayiden (ağır metaller, klorlu hidrokarbonlar)
- Tarım sektöründen (pestisid, herbisid, nitrat ve fosfat gibi suni gübreler)

- Su dengesindeki değişiklikler (barajlar, sulama sistemleri, nehir yataklarının düşürülmesi ve harfiyat)

- Aşırı avlanma

- Diğer denizlerden gelen balık türlerinin biyolojik dengesi etkilemesi

- İklim değişiklikleri.

Ekolojik dengesi en çok etkileyen faktör, kimyasal maddelerin neden olduğu kirliliktir. Bunların oluşturduğu etkiler ise canlıların zehirlenmesi ve tuz oranının artması olarak ortaya çıkmaktadır.

Radyoaktif Maddeler

Yapılan tahminlere göre Karadeniz'in su yüzeyindeki CS-137 ışınlarının varlığı 2000 yıllarına kadar devam edecektir. Teknolojik gelişmeye uymayan atom santralleri çalıştırıldığı ve Çernobil'de arta kalan diğer reaktörler, ileride ortaya çıkacak sorunlar düşünülmeyen yeniden işletmeye açıldığı sürece, bu radyoaktivite yayılmasının önüne geçilemeyecektir. Karadeniz'e ne kadar radyoaktif atık battığı tespit edilememiştir.

Poliklorhidrokarbonlar ve Ağır Metaller

Bükreş Araştırma Programı çerçevesinde yapılan incelemeler Tuna Nehri'ndeki durumun ciddiyetini ortaya koymaktadır. Fosfat ve nitrat dahil olmak üzere ölçümü yapılan tüm kimyasal maddelerin konsantrasyonu Kuzey Denizi'ne akan bütün nehirlerin bıraktığı zararlı maddelerin konsantrasyonlardan fazla bulunmuştur. Sadece petrol miktarı, Kuzey Denizi'ne bir yılda akan su miktarındaki petrolden % 2100 fazladır.

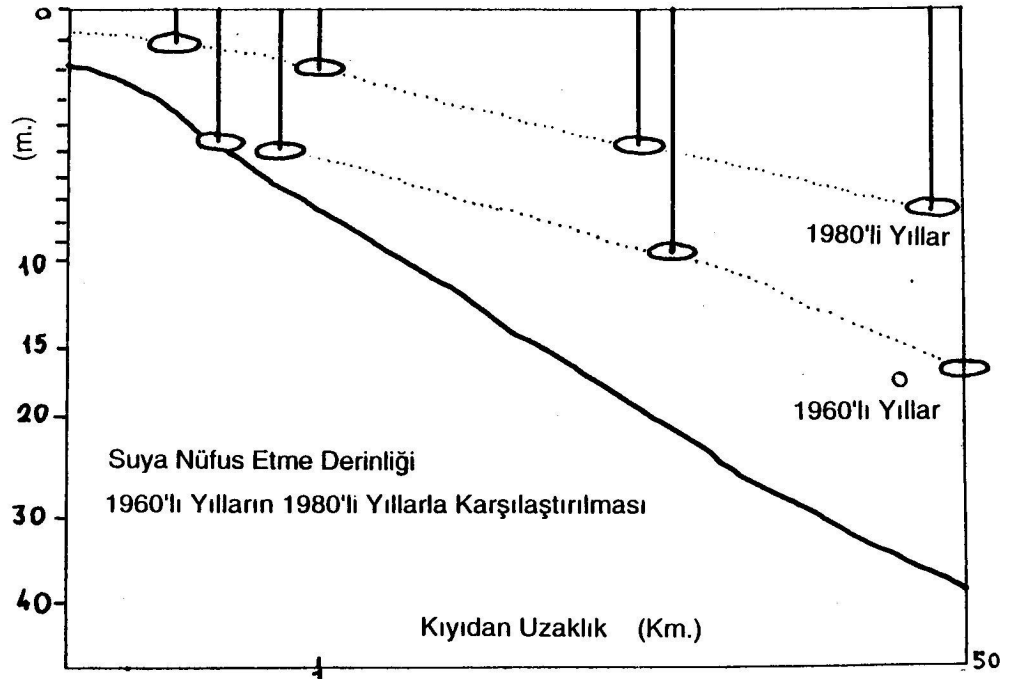
Zararlılar İçin Kullanılan İlaçlar (Pestisidler)

Tuna Deltası'nda 1980 yılında yapılan araştırmalar, burada yaşayan balıklardaki DDT oranının neredeyse insan sağlığını tehdit edecek boyutlara ulaşmakta olduğunu göstermektedir.

Taban katmanlarındaki zararlı madde konsantrasyonu deniz suyuna nazaran daha fazla oluşmaktadır. Örneğin Azak Denizi'nde son 3 senede haşere ilaçları konsantrasyonunda

Sanayi ve şehir atıklarının yıllarca bu denize akıtılması, Karadeniz'in yaşam alanlarını önemli ölçüde değiştirmiştir. Karadeniz, zehirli maddelerin bir yasal düzene uyulmadan boşaltılmasının, petrol ve diğer yeraltı kaynaklarının kontrolsüz bir şekilde çıkarılmasının, çöp ve atık su problemlerinin çözülmemesinin ve işletme prensiplerinde uluslararası bir yöntem oluşturulmadan balıkçılık yapılmasının bir kurbanı olmuştur.

Ancak Karadeniz'in ekolojisindeki bu değişikliklerin nedenlerini sadece sanayinin gelişmesiyle paralel olarak oluşan atıklarda görmemek gerekir; böyle olumsuz bir sonucu daha ziyade hem insan uğraşları hem de doğal değişiklikler oluşturmaktadır.



artış görülmüştür. Bu ilaçlardaki artış katsayısı 1987'den 1991'e kadar 17 kat yükselmiştir. (Bu sayı 1987'de 37, 1988'de 119 ve 1991'de 637 alınmıştır.)

Denizlerin organik maddelerle kirlenmesi, çevre ülkelerdeki büyük sanayi kuruluşlarının atılmayan zehirli metal çamurlarıyla büyük ölçüde artmaktadır. Bu hususta Tuna Nehri kenarlarında kurulmuş olan Asovstal Sanayi Tesisi bir örnek olarak gösterilebilir. Karadeniz'in birçok kesiminde yıllardan beri oluşan kirlilik, taban katmanlarını bozmakla kalmamış, aynı zamanda daha önce kum veya çakıl taşlarından oluşmuş olan tabakaların yapısını da değiştirmiştir. Böyle bir kirlenme buradaki canlıların yaşam ortamlarını bozmuş ve bu türlerin tükenmesine neden olmuştur.

Haşere öldürücüleri gibi ağır metaller de deniz canlılarının dokularında, organlarında ve kemiklerinde birikmekte, iskelet yapısını bozmakta ve yaşam fonksiyonlarını olumsuz yönde etkilemektedir.

Özellikle hayvanların genetik yapısında aşırı yoğunlaşma yapan bu maddeler, yeni nesillerin sakat doğmasına sebep olur. Hatta bu bozukluklar balık embriyonlarında dahi gö-

rölmektedir. Buna paralel olarak balık larvalarındaki ölüm oranı yükselmektedir.

1990 yılının yaz sezonunda Azak Denizi'nde 700 ölü yunus, 55.000 ölü mersin balığı ve 2.000.000 küçük cins balık karaya vurmuştur. Azak-Volga Bölgesi'nde birçok martı ve karabatak stoklarının yarısı uçuş yeteneklerini kaybetmiştir. Bunun nedenleri Prof. Volovig'in görüşüne göre; kronik çevre kirlenmesidir. Bazı bölgelerde insanlarda görülen hastalıklar, zararlı ilaçların kullanılmasıyla doğru orantılı olarak artmaktadır.

Su Dengesindeki Değişiklikler

Elektrik Enerjisi elde etmek amacıyla yapılan barajlardan dolayı Azak Denizi'ne akan tatlı su miktarında büyük düşüşler olduğu kaydedilmiştir. Azak Denizi'ndeki tuz oranı % 10'dan % 14'e çıkmıştır. Böylece denizlerdeki canlıların verimliliği 3-6 faktör kadar azalmıştır.

Denizdeki canlıların larvaları çevredeki bu değişikliklere karşı çok hassas olup, bunun sonucunda gelişme imkanı bulamamaktadır.

Ayrıca bunun haricinde kazı çalışmaları, sahil doldurma işlemleri ve nehir akış yönlerinin değiştirilmesi sonucunda mersin balığı ve somon balığı gibi göçmen balıkların yumurtlama yerleri tahrip olmaktadır. Ayrıca teknolojik gelişme sonucunda hızları önemli ölçüde artırılan gemilerin yol açtığı büyük dalgalar da yumurtlama yerlerini bozmaktadır.

Karadeniz'deki değişimler yalnızca zehirli maddeler veya nehirlerdeki su dengesinin bozulmasından kaynaklanmamaktadır.

Nehir sularına karışarak denizlere akan mineraller, gübre etkisi yapıp deniz yosunlarının aşırı derecede çoğalmasına neden olmaktadır. Bu da denizin dengesini bozan bir faktördür.

ÖTRİFİKASYON (Besin tuzları miktarındaki artış)

60'lı yıllarda kendini belli belirsiz hissettiren ve son 5 yılda önemli boyutlara ulaşan sorun, denizlerdeki besin zenginliğidir. Besin zenginliği, fosfat ve nitrat gibi tuzların artışı olarak değerlendirilmektedir. Bu besin zenginliğinin nedeni, fosfat içeren deterjanların ve nitrat içeren tarım gübrelere fazla miktarda kullanılmasıdır.

Deterjanlar, atık sularla denizlere karışmaktadır. Tarlalarda kullanılan gübreler, yağmurla akarsulara ve oradan da denizlere karışmaktadır. Bunun sonucunda gübre etkisini devam ettiren bu maddeler, hem deniz bitki örtüsünü oluşturan büyük boyutlu yosunların hem de denizdeki bazı canlılar için büyük önem taşıyan çok küçük boyutta yosunlardan oluşan bitkisel planktonun gelişmesine sebep olmaktadır.

uz oranında artış olması halinde genel büyüme, ekolojik bir felakete neden olan zincirleme reaksiyonun başlamasını gösteren bir işarettir. Böyle bir durum son senelerde Karadeniz'in büyük bir kısmında görülmektedir.

Denizde büyük boyutlara ulaşarak yaşayan bu yosunlar, güneş ışığının derinlere nüfuz etmesini önlemektedir. Sahillerde derinli görüş seviyesi 4 metreden 1 metreye düşmüştür. Karadeniz açıklarında 60'lı yıllarda 50-60 m. olan görüş seviyesi 80'li yıllarda 35 m'ye düşmüştür. 1992 Temmuzunda yapılan bir araştırma gezisinde Karadeniz ortalarındaki görüş seviyesi 4 m. olarak tespit edilmiştir.

Güneş ışınlarının deniz içine yeteri kadar girmemesi sonucunda sahil sularında yetişen deniz çimenleri bitkisel gelişmelerini tamamlamamakta ve yok olmaktadır. Bugün eski bitki örtüsünün sadece % 10'u mevcuttur.

Besin zenginliği oluşumu, sadece tabandaki deniz bitkilerinde değil aynı zamanda tuz oranı artışına adapte olmayan plankton cinslerini de olumsuz yönde etkilemiş ve neticede yok olmuşlardır.

Bitkisel planktonların büyük bir kısmı ölmekte, deniz tabanına çökme ve çürümektedir. Bu çürüme süreci, oksijeni, suyun üst düzeyinden tabanına iletim sürecinden daha kısa bir sürede tüketmektedir.

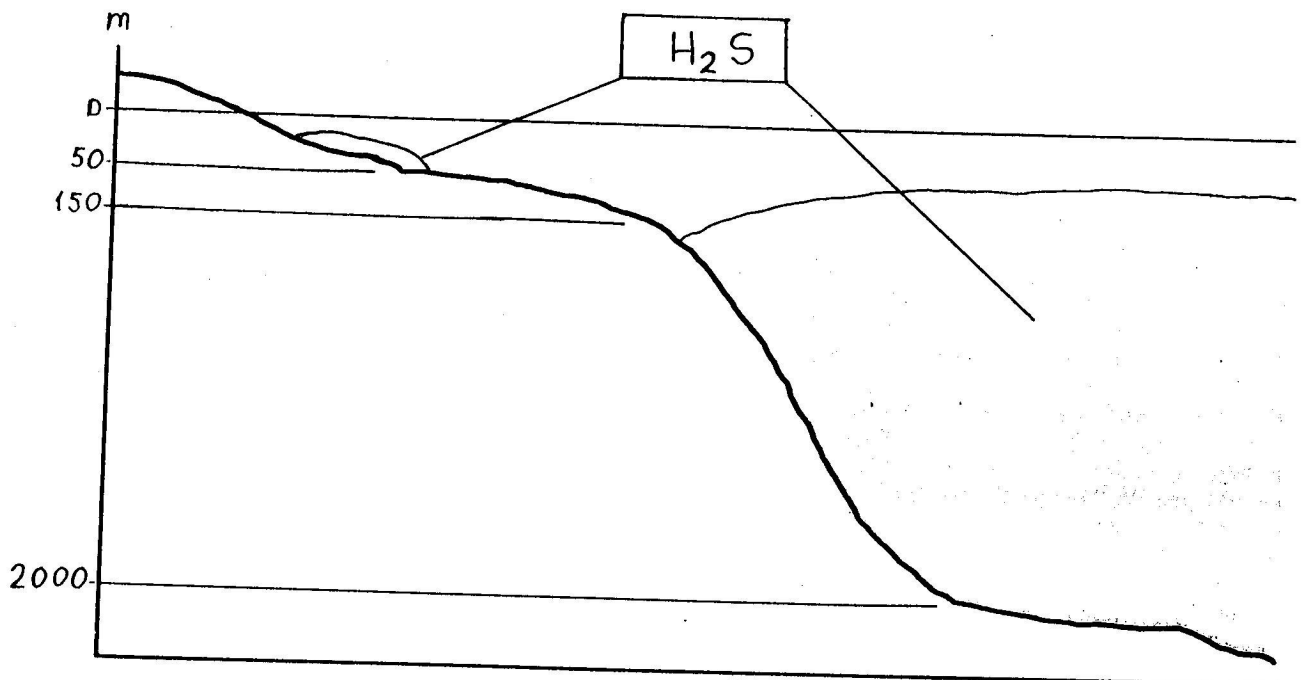
Oksijen eksikliği ve birçok canlı için zehirli olan hidrojen sülfür oluşumu, deniz tabanında yaşayan canlı türlerinin komple yok olmasına sebep olmaktadır (Örneğin midye ve istridyeler, süngerler, karidesler, deniz şakayıkları). Bu oluşumlar sonucunda Romanya sahillerinde yaşayan canlıların % 50'si yaşamlarını yitirmiştir. Ticari açıdan büyük önem taşıyan midyelerin (Mytilus galloprovin) ve istridyelerin nerdeyse tüm stokları yok olmuştur. Karadeniz sahillerinde az veya çok kitle ölümleri görülmektedir.

1990 senesinde Azak Denizi'nde oksijen yetersizliği neredeyse deniz tabanında yaşayan tüm canlıların ölümüne neden olmuştur.

Böylece 170 m. altında bulunan hidrojen sülfür miktarı tabana çöken ölü yosunların etkisiyle sahillerde de zehirli etkiye sahip olan katmanlar oluşturmuştur. Hidrojen sülfür konsantrasyonundan etkilenen bölgelerde yaşayan canlıların nesilleri tükenmiş olup, canlı yerleşim alanlarının yapıları değişmiştir. Yaşama imkanı bulan diğer türler, hidrojen sülfürden etkilenmeyen diğer sahil bölgelerine sığınmak zorunda kalmıştır. 60'lı ve 70'li yıllarda ticari açıdan çok değerli olan 26 balık türünden bugün balıkçılık açısından bir değer ifade eden sadece 6 tür kalmıştır.

Son senelerde kıyılara vuran ölü yosun ve canlılar mik-

Karadeniz'de iki H₂S Bölgesi



opların oluşmasına neden olmuştur. Oyle ki birçok yerde denize girme yasağı konulmuştur.

Açık denizdeki bakteri miktarında da 60'lı yıllardan 90'lı yıllara kadar 2-3 kat artış görülmüştür. Fitoplanktonların miktarındaki artış sadece deniz tabanında yaşayan hayvanların yaşamını değil, aynı zamanda hayvansal planktonların biyolojik yapısını da etkilemektedir. Hayvansal plankton kitlesi, miktar itibarıyla 1960 ile 90 yılları arasındaki zaman diliminde 6-60 kat artmıştır. Bu artış, incelenen bölgeye göre m³'de 2,6 gr ile 17-156 gr'a kadar çıkmaktadır. Çok değerli olan balık cinslerinin besinleri hızlı bir şekilde büyüyen planktonlar tarafından yok edilmektedir. Plankton ortamında yaşayıp da burayı kirleten organizmaların (deniz analarının) artması sonucunda, planktonla beslenen canlıların aldığı besin kalitesinde düşüş olmaktadır. 1980 senesinden itibaren Aurelia cinsi deniz analarının üremesinde anormal bir artış kaydedilmiştir. 1950 ile 1962 yılları arasında deniz anaları miktarı m³'te 1,4 gr iken, 80'li yıllarda bu biyolojik kitle artışı m³'de 25 grama ulaşmıştır.

Bu miktarı somut sayılarla ifade etmek gerekirse tüm Karadeniz'de 450 milyon ton olarak tahmini bir hesap yapılabilir. Bu deniz anası cinsinin yapısı % 98 sudan oluşmaktadır ve balıklar için bir besin değeri yoktur. Bu nedenle beslenme zincirinde ölü halka olarak değerlendirilir.

Yedi sene sonra 1987'de Karadeniz'de şimdiye kadar görülmeyen Ktenoforlar ortaya çıkmıştır. Bunlar çok hızlı çoğalmış olup, bulunmalarından 2 sene sonra 800 bin tonluk bir miktara ulaşmışlardır. Bu miktar aşağı yukarı Karadeniz balık üretiminin iki katına tekabül etmektedir. Rus ve Bulgar bilim adamlarının tahminlerine göre bu deniz anası cinsi, yük gemilerinin safralarıyla Amerika'dan gelmiştir. Karadeniz'de doğal bir düşmanı olmayan bu organizmalar, besin maddesi olarak hayvansal planktonları Aurelia'dan daha fazla tüketmektedir. Bu şekilde son on senede bu planktonların mevcudu 20 kat düşmüş ve Mnemiopsisler balık mevcutları için ciddi bir tehlike oluşturmıştır. Ktenoforların besinleri, balıkçılık açısından çok değerli olan hamsi ve sardalyaların beslenme maddeleri olan hayvansal planktonlardan oluşmaktadır. Aynı şekilde balık yumurtaları ve larvaları da bu durumdan etkilenmektedir.

Balıkçılık, tüm Karadeniz'deki hamsi stokları, 1989 yılında 80'li yılların başına göre büyük gerileme kaydetmiştir. Hamsi stoklarındaki bu azalma, kneteforların bu anormal kitlesel artışı ile aynı zamana denk gelmiştir. Romanya ve Bulgaristan kıyılarında 1989 yılında kayda değer bir verim elde edilememiştir. Stoklardaki bu azalmaya paralel olarak balıkların kondisyonları da düşmüştür, yani balıkların boyutları da küçülmüştür.

Mersin balığı, lüfer, ton balığı ve uskumru gibi değerli büyük cinsler, 70'li yılların sonundan bu yana ticari açıdan bir değer ifade edecek şekilde bulunmamaktadır. Özellikle Akdeniz'den gelen göçebe balıklar için (lüfer, ton balığı, uskumru) boğaz içindeki kirlenme, büyük bir bariyer oluşturmaktadır.

Aşırı Avlanma

Büyük bir ihtimalle Karadeniz'deki balıkçılığın zarar görmesinde aşırı avlanma, küçümsenemeyecek bir rol oynamaktadır.

Türkiye'de balıkçılık gemilerine büyük yatırım yapılmıştır. Balık ağlarının iyileştirilmesi sonucunda küçük yavru balıkların da avlandığı ortaya çıkmıştır.

Küçük balıkların avlanması, uzun vadede balık stoklarını olumsuz yönde etkilemektedir. Küçük balıklar henüz üremeye uygun değildir. Bu balıklar avlandığında yavru olma şanslarını kaybetmektedir. İleriki yıllarda bu cinslerin stokları önemli ölçüde azalacaktır.

Hamsilerin aşırı avlanma boyları sert tartışmalardan sonra 9 cm olarak tespit edilmiştir. Ancak bizim yaptığımız araştırmalara göre stokların uzun vadede yaşayabilmeleri için hamsi balığının boyu 10,5 cm'ye kadar uzayabilmelidir. İlk defa yumurtlayan balıkların boyu 9,5 cm. kadardır. Karadeniz'de şimdiye kadar tahmini stoklarla ilgili olarak uluslararası bir araştırma yapılmamıştır.

İklim Değişiklikleri

Ekolojik sistemdeki değişiklikler, uzun vadede iklim değişikliklerinden de kaynaklanmaktadır. İklimdeki bu değişikliklerin son yıllarda Karadeniz'in ekolojik sistemine önemli ölçüde etki ettiği bilinmektedir.

Ekolojik sistemdeki birçok değişiklik kamuoyu tarafından algılanamamıştır. Buna açık denizdeki plankton mevcudundaki değişiklikleri örnek olarak verebiliriz. Ancak algılanabilir değişiklikler şunlardır:

- Deniz renginin yeşil veya kahverengiye dönüşmesi
- Sudaki deniz anası stoklarının artması
- Sahillere daha fazla miktarda çöp ve ölmüş yosun varması

- Sahillerin kapatılması

Ekonomik bozulmalar aşağıdaki sektörlerde görülmüştür:

- Büyük boyutlu yosunları hammadde olarak kullanılan ilaç sanayi (Boya ve ilaç endüstrisi)
- Balıkçılık sektörü (Romanya bundan çok etkilenmiştir.)
- Turizm

Ne Yapılabilir?

Belirli deniz bölgelerindeki kirlilik boyutları münferiden bilinmesi dahi, ilk planda bu kirliliği her yerde ölçme gibi, bir çalışmaya girmek gerekir. Çünkü bu kirlilik kendini her haliyle göstermektedir. Bu kadar büyük boyutlarda olmasa dahi Batı Avrupa ülkelerinin, Kuzey Denizi ve Baltık Denizi'nin kirlenmesiyle ilgili problemleri bulunmaktadır. Kuzey Denizi ve Baltık Denizi çevre ülkeleri çok iyi hazırlanmış bir konferans sonucunda uygulama stratejileri geliştirmiş ve çevrenin iyileştirilmesi için belirli amaçların gerçekleştirilebileceği zaman dilimleri tesbit etmişlerdir. Karadeniz için de bir uygulama stratejisi geliştirilmeli ve öncelikle yapılacak işler tesbit edilmelidir.

İlk hedeflerden biri ekolojik sistemi aşırı derecede değiştirilen ötrefikasyon olayını hafifletmektir. Yani Karadeniz'e karışan nitrat ve fosfat miktarını sınırlamaktır. Aynı zamanda zehirli kimyasal maddelerin de denize karışması engellenmelidir. Karadeniz'in kaderi, önemli ölçüde Tuna Nehri'nin ve diğer büyük nehirlerin kirlenmesine bağlı olduğu için, ilk önce bu nehirlerin temizlenmesinden işe başlanmalıdır.

Yapılacak işlerin ne olduğu basitçe şu şekilde ifade edilebilir:

- Fabrika ve konut atık sularının arıtılması için etkin tesislerin kurulması
- Sanayi atık gazlarının filtre edilmesi
- Atık üretimini azaltmak için üretimde "yeniden kazanma" (Recycling) sistemine geçilmesi
- Fosfat içeren deterjan üretiminin çevreyi etkilemeyen deterjan üretimine dönüştürülmesi
- Firmaların ürünlerinin çevreyi kirlilemediğini belgelendirmeleri

- Tarım metotlarının değiştirilmesi. Ancak Ren Nehri'ndeki fosfat miktarının % 50 oranında düşürülmesinin birçok ekonomik ve politik uğraşla 15 sene sürdüğü düşünülecek olursa, Karadeniz'deki durumun düzeltilmesinin kısa süreceği beklenmemelidir. Eski doğu bloku ülkelerinin ekonomik durumlarının kötü olması nedeniyle nehirlerin temizlenmesinin çok uzun süreceği hesap edilmelidir. Besin tuzlarının Karadeniz'e karışmasının hemen önlenmesi dahi, ötrefikasyon olayını zor durdurabilir.

Denize ulaşan besin tuzları hemen kolayca kaybolmamakta ve yıllarca beslenme zincirinde tekrar tekrar ortaya çıkmaktadır. Balıkçılığın gerilemesinden sonra oluşan politik iyi niyet, ilgili finansman yardımı olmadıktan sonra planlanan tüm faaliyetlerde pek bir iyileşme getirmeyecektir. Bağımsız Devletler Topluluğu'nda yapılan Bakanlar toplantısında Azak Nehri'ndeki ekolojik iyileştirme için gereken kaynağın bütçeyi büyük ölçüde aştığı ve uluslararası bir yardım olmadan Azak Denizi ekolojik sistemindeki bozulmanın önlenemeyeceği tespit edilmiştir.

* Dr. Ulrich NEIRMAN (ODTÜ, Deniz Bilimleri Enstitüsü)