

KARADENİZ EKOSİSTEMİ

KARADENİZİN HİDROKİMYASAL ÖZELLİKLERİNDE GÖZLENEN ÇARPICI DEĞİŞİKLİKLER

Son yirmi yılda Karadeniz ekosisteminde çarpıcı değişikliklerin olduğu çevre bilimcilerince dile getirilmektedir. Özellikle bölgenin kuzeybatısında yer alan geniş kıta sahanlığına büyük nehirler yoluyla ulaşan karasal kaynaklı besin elementleri (fosfor ve azot bileşikleri), bu bölgenin yüzey sularında aşırı plankton çoğalmasına, tabandaki aşırı organik madde birikimi de sığ sularda dahi oksijensiz koşullara ve buradaki yaşamın sona ermesine kadar uzanan dramatik değişikliklere neden olmuştur. Karadeniz genelinde de ekonomik değere sahip balık türleri ve avlanabilir miktarları azalmıştır. Ekosistemde bazı yeni canlı türleri baskın hale gelirken, ekonomik değere sahip bazı türler de kaybolma noktasına gelmiştir. Canlı yaşamda gözlenen bu dramatik değişim sürecinde sistemin hidrokimyasal özelliklerinde ne tür değişikliklerin meydana geldiği henüz yeterince bilinmemektedir. Karadenizin korunmasını amaçlayan geleceğe dönük yönetim programlarının başarılı olması da ekosistemde uzun zaman diliminde meydana gelen hidrokimyasal değişikliklerin sistemin hidrografik özelliklerine bağlı kısa süreli salınımlardan ayırt etmekten geçer. Bu farkın belirlenmesine imkân veren ve sağlam bilimsel verilere dayalı görüşler bugüne kadar ortaya konamamıştır.

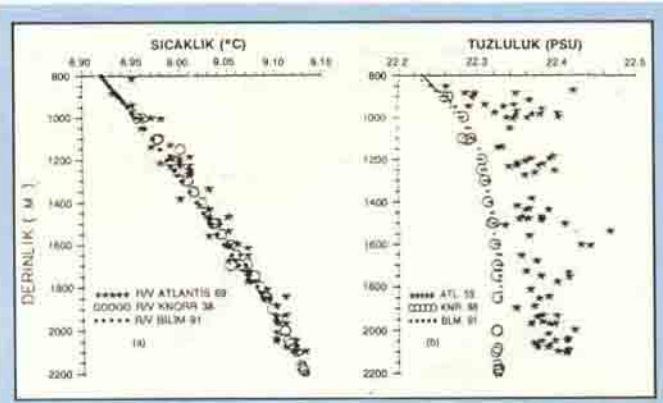
Akarsu girdisinin fazla olduğu Karadenizde, ortalama 100 metre kalınlığındaki oksijenli üst tabakanın altında, dünyamızın en büyük hidrojen sülfür-

lü su kütlesi bulunmaktadır. Bu iki tabaka arasında ise, 40-50 metre kalınlığında bir oksik/anoksik geçiş tabakası oluşmuştur. Redoks potansiyelinin çok hızlı değiştiği (derinlikle azaldığı) bu oksijence fakir geçiş tabakası, "pinoklin" (su yoğunluğunun tuzluluk artışına paralel olarak hızlı arttığı tabaka) ile çakışmaktadır. Yüzey sularından derinlere oksijen girdisini sınırlayan bu tabaka ve taşıdığı hidrokimyasal özellikler, Karadeniz'in dinamik ve karmaşık akıntı sistemlerine bağlı olarak, bir bölgeden diğerine gildikçe farklı derinliklerde gözlenir. Örneğin, bu tabakanın üst ve alt sınırını çizen oksijenli ve sülfürlü sular kıyusal bölgelerde açık sulara göre daha derinlerdedir.

Canlı türleri çeşitliliğinde dramatik değişikliklerin gözlendiği Karadeniz ekosisteminde, organik ve anorganik madde döngüleri ile birlikte sistemin hidrokimyasal özelliklerinin de etkilendiği ileri sürülmektedir. Özellikle, su yoğunluğunun belirgin artış gösterdiği tabakayla (pinoklin) çakışan oksik/anoksik geçiş tabakasındaki hidrokimyasal yapının ne yönde değiştiği tartışma konusudur. Bu amaçla, farklı zamanlarda alınan oşinografik bulgular hep derinlik profilleri incelenmiş, fakat aşağıda belirtilen nedenlerden dolayı sağlam bilimsel görüşler henüz ortaya konamamıştır.

Karadeniz boyunca etkili olan akıntıların, farklı yönlerde ve ölçeklerdeki döngülerin etkisiyle aynı fi-

ziksel özelliklere (su yoğunluğuna) sahip sular bir bölgeden diğerine gildikçe farklı derinliklerde ortaya çıkmaktadır. Aynı noktada bile hızlı (satalik, günlük) salınımlar olabilmektedir. Bu nedenle, farklı zamanlarda yapılan kimyasal ölçümlerin derinlik profillerini karşılaştırarak ekosistemdeki uzun süreli, gerçek hidrokimyasal değişikliklerin tanınması çok zordur. Çünkü, aynı bölgede farklı zamanlarda incelenen su kütlelerinin ölçüm yapılan her derinlikte aynı fiziksel özellikleri taşıması gerekir ki, bu çok düşük bir olasılıktır. Doğru yorumların yapılabilmesi için, Karadeniz boyunca çok sık aralıklarla toplanmış bulgular basen ölçüğünde incelenmelidir. Bu kapsamda veri toplanmanın güçlüğü dikkate alındığında,



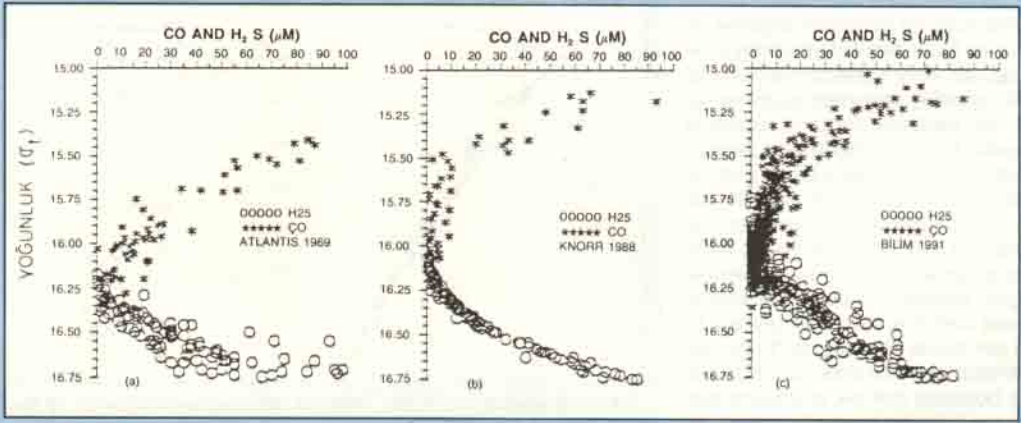
Şekil 1: Karadeniz'in derin, sülfürlü sularında sıcaklığın (a) ve tuzluluğun (b) derinlikle değişimi.

problemin çözümünün de ne kadar zorlaştığı açıktır. Diğer yandan, Karadeniz'in üst sularında yatay karışım lar yoğun, düşey karışım lar ise zayıf olduğundan, aynı yoğunluğa sahip su kütleleri yatay eksen de daha hızlı karışır. Bunun sonucu olarak, aynı yoğunlukta ki suların Karadeniz boyunca, bölgesel fark lar gözetmeksizin, benzer kimyasal özellikler taşıması ve özellikle de düşey karışım ların çok zayıfladığı oksik/anoksik geçiş tabakası ile sülfürlü suların üst derinliklerinde ölçülen kimyasal derişimler derinlik yerine yoğunluğa (δt) karşı çizildiğinde, birbirleriyle uyumlu düşey profiller göstermesi beklenebilir. 1988 yılında Karadeniz'in değişik bölgelerinde 300 metre derinliğe kadar yapılan nitrat ölçümlerinin su yoğunluğuna (δt) bağlı düşey dağılımını inceleyen ABD'li bilim adamları, nitrat profillerinin üst üste çakıştığını gözlemler. Tuğrul ve diğerleri (S. Tuğrul, Ö. Baştürk, C. Saydam ve A. Yılmaz, Nature, 359:137-139, 1992), tek bir parametre bazında geçerliliği doğrulan bu görüşten yola çıkarak, 1969, 1988 ve 1991 yıllarında, Karadeniz'de farklı gruplarca elde edilen çözünmüş oksijen, hidrojen sülfür ve besin elementleri bulgularının, bölgesel fark gözetmeksizin, su yoğunluğu ile uyumlu değişimler gösterip göstermediğini araştırdı. Elde edilen sonuçlar, Karadeniz ekosisteminde olası hidrokimyasal değişikliklerin belirlenmesinin, tarihsel bulguların su yoğunluğuna (δt) karşı çizilmiş kompozit profillerinin incelenmesiyle mümkün olabileceğini göstermektedir.

Farklı yıllarda, farklı örnekleme ve ölçüm yöntemleriyle toplanan bulguların yorumlanarak gerçekçi sonuçlara ulaşılması, öncelikle bu verilerin güvenilirliği (doğruluk derecesi) ile yakından ilgilidir. Kimyasal parametrelerin su kolonundaki düşey dağılımı δt ($\delta t = \text{su yoğunluğu} - 1.0$) artışına göre incelendiğinden, su yoğunluğu hesaplamasında kullanılan tuzluluk ve sıcaklık değerlerinin yeterli hassasiyette ve doğrulukta olması gerekir. 1969 yılının teknolojik olanakları ve bilgi birikimi ile sağlanan eski fiziksel ve kimyasal bulgular 1988 ve 1991 yılında ölçülen değerlerden bazı farklılıklar göstermektedir. Söz konusu farkların sisteme de zamanla meydana gelen de-

ğişimleri temsil edebilmesi için, ölçüm sonuçlarındaki belirsizliğin zaman ölçüğünde gözlenen farklardan daha küçük olması gerekir. Karadeniz'in genel oşinografik özellikleri ve 2000 metre derinliklere kadar inen sülfürlü tabakanın geniş hacmi dikkate alındığında, 1000 metrenin altındaki sülfürlü suların oşinografik özelliklerin son 20-30 yıllık zaman diliminde dikkate değer değişimler göstermesi beklenmez. Bu bölgenin özellikleri referans olarak alındığında, 1969'da ölçülen su sıcaklığının son yıllara ait verilerle ± 0.01 °C hata sınırları içerisinde uyumlu olduğu görülmektedir (Şekil 1a). Fakat, 1969 yılının tuzluluk değerleri, 1988 ve 1991 yıllarında elektronik cihazlarla denizde doğrudan ölçülen değerlerden ortalama 0.065 ppt (mg - çözünmüş madde / kg-deniz suyu) daha yüksektir (Şekil 1b). 1969 yılının tuzluluk (0.065 ppt çıkararak düzeltilmiş), sıcaklık, basınç değerleri ve UNESCO tarafından standartlaştırılan δt (sigma-T) eşitliği kullanılarak tekrar hesaplandığında, 1969'da hesaplanan yoğunluk sonuçlarından yaklaşık 0,1 birim (miligram onda biri kadar) yüksek olduğu görülmüştür. Rakamsal olarak küçük görünen bu fark dikkate alınmazsa, 1969 yılında daha derinlerde gibi gözükten, aynı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip suların yapay olarak son yıllarda metrelerce deniz yüzeyine doğru yükseldiği ileri sürülebilir. 1969'da, Atlantis-II araştırma gemisi ile alınan hidrografik verileri kullanan araştırmacılar bu küçük, fakat önemli farka bugüne kadar dikkat etmemişlerdir.

Karadeniz'de oksijenli üst tabaka ve sülfürlü alt tabaka kalınlıklarının son yıllarda değişip değişmediğini araştıran bilim adamları, doğal olarak, bu iki su kütlelerinin karıştığı oksik/anoksik geçiş tabakasında eser (mikromolar) seviyelerde bulunan çözünmüş oksijen (O_2) ve hidrojen sülfür (H_2S) verilerini incelemişlerdir. Bu geçiş tabakasında $10 \mu M$ 'dan daha düşük seviyelerde bulunan O_2 ve H_2S , ancak özel örnekleme ve analiz yöntemleri uygulama yoluyla doğru ve hassas olarak ölçülebilmektedir. Değişik yıllarda, farklı örnekleme, koruma ve ölçüm yöntemleriyle elde edilen O_2 ve H_2S değerlerinin güvenilirli-



Şekil 2: Karadeniz boyunca, 1969, 1988 ve 1991 yıllarında ölçülen çözülmüş oksijen ve hidrojen sülfürün oksik/anoksik geçiş tabakası derinliklerinde su yoğunluğuna bağlı düşey dağılımı.

liği (doğruluğu) farklı olduğundan, bunların zaman ve mekân ölçeğindeki değişimlerine dayalı yorumlar da tartışmaya açıktır. 1989 yılında Nature dergisinde yayımlanan bir makalede, H_2S bulgularının güvenilirliğini tartışmadan, Karadeniz'in açık sularında tek bir istasyona ait kimyasal bulguların derinlik profilleri karşılaştırılmış ve sülfürlü alt tabakanın 1969'dan günümüze yaklaşık 30 metre kadar yükseldiği ileri sürülmüştür. Karadeniz'de yoğun yatay akıntılara ve karmaşık dolaşım sistemlerine bağlı olarak sülfürlü sulara kadar uzanan üst tabakada aynı fiziksel özelliklere sahip sular - aynı bölgede bile - kısa zaman aralığında farklı derinliklerde gözlemlenmesine dikkat çekilerek, ileri sürülen görüşe olumsuz eleştiriler yöneltilmiştir. Bununla beraber, deneysel sonuçların doğruluğu tartışmaya açılmamıştır. Başka bir araştırmada ise, Karadeniz boyunca toplanan yüzlerce H_2S verileri derinliğe göre incelenmiş ve sülfürlü tabakadaki tarihsel değişimin analiz yöntemlerinden kaynaklanan belirsizlikten yüksek olmadığı ileri sürülmüştür.

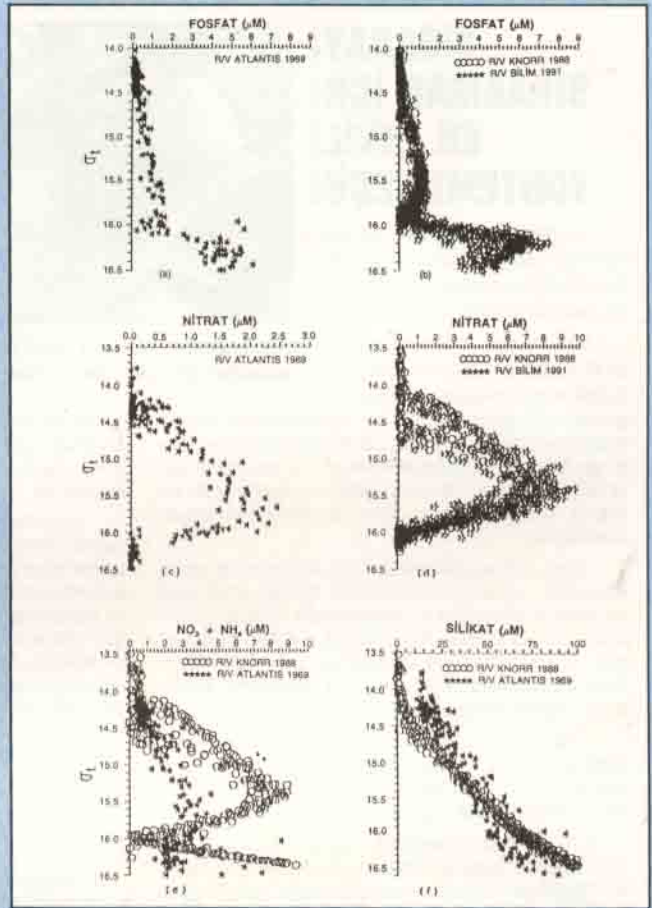
ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü'ne mensup bilim adamları, 1969, 1988 ve 1991 yıllarında farklı gruplarca Karadeniz'de toplanan H_2S bulgularını su derinliği yerine δt 'ye karşı çizerek inceledi. ABD'li bilim adamlarının 1988 yılında kesintisiz pompalama ve otomatik analiz yöntemi ile elde ettiği sülfür verileri δt 'ye karşı çizildiğinde (Şekil 2b), sülfürlü tabakanın $\delta t = 16,2$ olduğu derinlikten başladığı ve H_2S derişiminin bölgesel fark göstermeksizin su yoğunluğuna sıkı sıkıya bağlı şekilde arttığı görülmektedir. $H_2S = 10 \mu M$ değeri basen boyunca farklı derinliklerde, fakat $\delta t = 16,32$ olduğu derinlikte gözlemlenmiştir. 1969 ve 1991'de ise, H_2S ölçümleri özel şişelerle alınan sularda yapılmıştır. Bu bulguların δt 'ye bağlı düşey dağılımı 1988 yılı profiline kıyasla çok dağınıktır (Bkz. Şekil 2a,c). Deneysel hatalardan (örneklerde H_2S kaybı, düşük deneysel tekrarlanabilirlik vb. gibi) kaynaklanan bu sapmalar sülfürlü tabakanın başlangıç derinliğini tam olarak belirlemesine olanak vermemektedir. Örneğin, 1969'da $10 \mu M$ 'luk sülfür değerine ancak $\delta t = 16,35 - 16,40$ ol-

duğu (1988'e göre ortalama $0,05 \delta t$ birimi veya yaklaşık 10 m daha derinde) sularda ulaşmakla birlikte, aynı su yoğunluğuna (δt) sahip sularda ölçülen sülfür derişimleri arasında $20 \mu M$ 'u bulan farklar gözlemlenmiştir. Yüksek kaliteli sülfür verilerinden çizilen 1988 yılının kompozit profilinde ise, aynı δt 'ye sahip sulardaki sülfür derişimlerinin birbirine çok yakın olduğu vurgulanmıştır. $H_2S = 10 \mu M$ olduğu su yoğunluğu dikkate alındığında, 1969'dan 1988'e kadar geçen sürede sülfürlü tabaka yaklaşık $0,05 \delta t$ birimi (yaklaşık 10 m) yüzeye doğru yükselmiş gibi gözüküyorsa da, bu fark büyük bir olasılıkla deneysel hatalardan kaynaklanmaktadır. Çünkü, 1969 yılında yapılan sülfür ölçümlerinde örneklerimize kadar bir süre bekletildiğinden, bu örneklerde H_2S kaybından dolayı düşük sülfür değerlerinin ölçümü söz konusudur. Kompozit sülfür profilinde gözlenen dağınıklık (aynı su yoğunluğunda $20 \mu M$ 'u bulan belirsizlik) da, 1969 yılının sülfür bulgularındaki deneysel hata payının söz konusu $0,05 \delta t$ birimi kaymadan daha fazla olduğuna işaret etmektedir. Sonuç olarak, 1969 yılından günümüze sülfürlü tabakanın yüzeye doğru yükseldiği görüşünü destekleyen güvenilir, yeterli bilimsel veri yoktur.

Sülfürlü tabaka, iddia edildiği gibi gerçekten yükselmiş ise, bu tabakanın üst sınırında suyun redoks potansiyeline bağlı olarak çok keskin değişim (artış) gösteren fosfat profilinin de, doğal olarak, su kolonunda yüzeye doğru kayması beklenir. Çünkü, demir ve mangan oksitler aracılığı ile ara tabakadan sülfürlü tabakaya taşınan fosfat iyonları, bu metal oksitlerin sülfürlü tabakanın üst sınırında indirgenmesi sonucu suda birikime uğradığı bilinmektedir. Şekil 3a, b'de açıkça görüldüğü gibi, fosfat derişimi oksik/anoksik geçiş tabakasının alt sınırında ($\delta t = 16,0$ 'dan $\delta t = 16,2$ 'ye yükseldiği 20 metrelik bir tabakada) en az on kat artarak tepe değerlere ulaşmaktadır. Yeterli sıklıkta alınmış fosfat bulgularını kullanarak, fosfat profilinin tepe noktaya ulaştığı derinliği (dolayısıyla su yoğunluğunu) daha hassas ve gü-

venilir olarak belirlemek mümkündür. 1960'lı yıllardan beri yapılan ölçümlere göre fosfatın tepe değerlere ulaştığı bu derinlik, Karadeniz boyunca sülfürlü suların başladığı derinlikle çakışmaktadır. Her ne kadar veri yetersizliğinden dolayı 1969 yılı fosfat profilinde bu tepe noktasının yeri açıkça belirlenemiyorsa da, 1988 ve 1991 kompozit profilinde $\delta t = 16,2'$ 'de gözlenen tepe noktasıyla hemen hemen çakışmaktadır. Sonuç olarak, oksijenle fakir geçiş tabakası ile sülfürlü suların temas halinde olduğu bu ince geçiş tabakasına has karakteristik kimyasal özellikler, 1969'dan beri hep aynı su yoğunluğu (δt) değerlerinde kaldığından, sülfürlü tabakanın sınırını tanımlayan redoks potansiyel değerleri de, 1969'dan beri bu kimyasal derinlikte değişmemiştir.

Ekonomik değere sahip su ürünlerinin yaşadığı oksijenli üst tabakanın hidrokimyasal özelliklerinin son yıllarda Karadeniz ekosisteminde meydana gelen dramatik değişimlerden etkilenmesi çok muhtemeldir. 1989'da yayımlanan bir araştırma sonucuna göre, oksijenli üst tabaka ile sülfürlü alt tabaka arasındaki oksijenle fakir geçiş tabakasının ($O_2 < 10 \mu M$; $H_2S < 3 \mu M$) kalınlığı 1969 yılına göre en az 30 metre kadar artmış ve oksijenli üst tabaka incelmıştır. Farklı analiz yöntemleriyle elde edilen oksijen bulgularının derinlik profillerinde gözlenen farklara (kaymalara) dayanan bu görüş, daha önce değinilen iki temel belirsizlikten dolayı, oksijenli tabakanın ne kadar incelendiğini tam olarak cevaplamamaktadır. Kalınlığı önemli bölgesel farklılıklar gösteren oksijenli tabakanın gerçekten ne kadar incelendiğini belirlemek için 1969, 1988 ve 1991 yılına ait oksijen verileri, bölgesel fark gözlemlenmeden, su yoğunluğuna (δt) bağlı düşey dağılımları (kompozit profilleri) çizilerek incelendi (Şekil 2a, b, c). Görüldüğü gibi, 1969'da yoğunluğun (δt) 16,0 ulaştığı üst tabakada oksijen derişimi $10 \mu M$ 'dan yüksek iken, 1988 ve 1991'de ise su yoğunluğunun daha 15,6 - 15,7'ye ulaştığı derinliklerde $10 \mu M$ sınırının altına düşmektedir. Diğer bir deyişle oksijenle fakir geçiş tabakasının üst sınırı ($O_2 < 10 \mu M$) 0,3 δt birimi ya da $\delta t = 16,0$ derinliğine göre yaklaşık 20 metre yüzeye doğru genişlemiştir. Oksijenli üst tabakadaki bu incelmeyi uzun zaman diliminde sistemde meydana gelen değişikliklerin bir sonucu olduğunu, nitrat profillerinde oksijenle fakir tabakanın üst sınırında gözlenen nitrat tepe noktasının geçen 20 yılda belirgin şekilde yüzeye doğru kayması da doğrulamaktadır (Şekil 3c, d). Oksijenli sularda derinlikle artan bir dağılım gösteren



Şekil 3: Karadeniz boyunca 1969, 1988 ve 1991 yıllarında yapılan besin elementleri (fosfat, nitrat, nitrat + amonyak ve silikat) ölçümlerinin oksik/anoksik geçiş tabakası derinliklerinde su yoğunluğuna bağlı kompozit profilleri.

nitrat profilleri, oksijenle fakir ($O_2 < 10 \mu M$) tabaka da denitrifikasyon sonucu bakterilerce tüketildiğinden, bu sınırı yakın derinliklerde tepe değerlere ulaşır ve sülfürlü tabakada gözlenemez değerlere ($< 0,1 \mu M$) düşer. 1969'da $\delta t = 15,7-15,9$ arasında gözlenen nitrat tepe noktası, oksijenle fakir geçiş tabakasının genişlemesine paralel olarak, 1988 - 1991 yılları arasında $\delta t = 15,3 - 15,5$ olduğu sulara kaymıştır.

Oksijenli üst tabakanın incelendiği ve buna bağlı olarak nitrat tepe noktasının yükseldiği bu üst tabakada, nitrat derişimi 1969'dan günümüze en az 2-3 kat artmıştır (Bkz. Şekil 3c, d). Bunun sonucu olarak, geçmişte amonyak ve nitrat ile birlikte kontrol edilen oksijenli sulardaki inorganik N/P oranı, günümüzde nitrata bağımlı hale gelmiştir. Yine, aynı dönemde oksijenle fakir ara tabakanın alt sınırında net bir inorganik azot (nitrat + amonyak azotu) kaybı söz konusudur (Şekil 3e). Denizlerde "diatom" türü fitoplankton çoğalmasını kontrol eden reaktif silikat

SIGARAYI BIRAKMAK İÇİN EN ETKİLİ YÖNTEMİ SEÇİN



Hipnozun, sigarayı bırakmak için geliştirilmiş birçok bilimsel yöntemle oranla çok daha etkili olduğu belirlendi.

Sigara içen insanlar, sigarayı bırakmaları için giderek artan baskılarla karşı karşıyalar. Amerikan İstatistik Enstitüsü'nden bir komisyonun yaptığı araştırmanın sonuçlarına göre, sigara içenler arasında ölüm oranı içmeyenlere göre 2 kez daha fazla görülmektedir. Bunun yanında sigara içen bir kimse, içmeyen birine göre ortalama 6 yıl erken ölmektedir.

Iowa Üniversitesi'nden Frank Schmidt ve arkadaşları, sigarayı bırakmak için en etkili olan yöntemi bulmak için bir meta-analiz sistemi kullandılar. Bu sistemde, Amerika'dan, İskandinavya'dan ve diğer Avrupa ülkelerinden 72 000 kişinin katıldığı yaklaşık 600 dolayında araştırma, istatistiksel olarak değerlendirildi.

Elde edilen sonuçlara göre, tüm yöntemlerin, sigarayı bıraktırmadaki ortalama başarıları % 19 civarında. Yani insanların beşte biri, bu yöntemlerin kullanılmasıyla sigarayı bırakmaktadır.

Ciddi bir kalp hastalığı olduğu söylenen kişilerin % 36'sı sigarayı bırakmaktadır. Bunun nedeni, insanların, sigaranın oluşturduğu zararlı etkiyi net bir şekilde görebilmeleridir. Sigarayı bırakmak için eleştirilen tekniklerden en etkili, insanların derin bir uyku ve gevşeme haline sokulup, çeşitli telkinlerde bulunduğu hipnozdur. Sigara için 6000 kişi üzerinde yapılan 48 farklı hipnoz çalışmasında başarı ortalamasının % 30 olduğu görülmüştür.

Hipnozdan sonra % 29 başarı ile 2. sırada gelen yöntem ise "kombinasyon" teknikleri. Bu, egzersiz, solunum tedavileri gibi bir takım teknikleri içeren bir tedavi yöntemidir. "Duman tedavisi" yönteminde, kişinin içtiği sigaranın dumanının tek-

Akupunktur, sigarayı bıraktırmada, sağlıklı ilgili telkinlere veya nikotinli çikletlere göre daha etkilidir.

rar yüzüne püskürtülerek, sigara dumanından, dolayısıyla sigaradan nefret etmesi sağlanır. Bu yöntemin başarı oranı da % 25'tir. Bu yöntemi % 24 başarı ile "akupunktur" izlemektedir.

İnsanların kitaplarla veya posta ile gönderilen çeşitli formlarla sigarayı bırakmaları için eğitilmesi yöntemlerinin başarıları % 9 civarında. Nikotinli çikletlerin başarıları biraz daha iyi; % 10. İnsanın kendi iradesiyle sigarayı bırakmaya çalışmasının başarı oranı ise sadece % 6. Sigarayı bıraktırmada en etkisiz yöntemin, kişiye sigaranın sağlığa zararlı olduğunu anlatan yazı, broşür, karşılıklı konuşma veya seminerler olduğu belirlenmiştir. Sigaranın üzerine "sigara sağlığa zararlıdır" yazmanın hemen hiç etkisi yok gibi.

Araştırmacıları en çok şaşırtan sonuç, hipnozun sigarayı bıraktırmada etkili yöntem olduğunun belirlenmesi. Bu konuyla ilgili daha önce herhangi bir araştırma yapılmamış olması nedeniyle araştırmacılar, başlangıçta hipnoza pek şans tanıyamıyorlardı.

Araştırmacıları en çok şaşırtan sonuçlardan biri de, insan iradesinin sigarayı bırakmakta başarısız kaldığının belirlenmesi. Bir epidemiyolog olan Richard Doll bu konuda bakın ne diyor: "Bu sonuç beni çok şaşırttı. Çünkü birçok kimse için sigarayı bırakmak görüldüğü kadar zor değildir. Yapacağınız tek şey, sigarayı bırakmayı yeteri kadar isteyip istemediğinizi belirlemeniz. Eğer istiyorsanız başarabilirsiniz. Çünkü ben de bir zamanlar sigara içiyordum. Bırakmak istedim, azmettim ve bıraktım."

New Scientist Ekim 92'den çev.: Nurullah OKUMUŞ

miktarı ise, oksijensiz tabakaya kadar uzanan üst sulara 1969'dan günümüze en az 10 kat azalmıştır (Şekil 3f).

Sonuç olarak, Karadeniz'de 1960'lı yıllardan beri toplanan hidrokiyemal veriler (doğruluk derecelerini de dikkate alarak) zaman ve mekân ölçeğinde değerlendirildiğinde, ekosistemdeki değişikliklerin, üst sulardaki azot ve silikat çevrimini kontrol, biyokimyasal olaylardaki değişimlerle birlikte, 1970'li yıllarda başladığı anlaşılmaktadır. Hidrokiyemal değişikliklerin belirlenmesi tarihsel bulguların su yoğunluğuna karşı çizilmiş profillerinin incelemesi ile müm-

kün olan Karadeniz'de sülfürlü alt tabaka aynı su yoğunluğu derinliklerinde kalmış, fakat oksijenli üst tabaka son yirmi yılda yaklaşık 20 metre (ortama 1,0 m/yıl) incelmıştır. Aynı sürede üst oksijenli sulara nitrat miktarı artarken amonyak ve silikat değerleri düşmüştür. Böylesine çarpıcı değişikliklere insan faktörünün (kirlenme), iklimsel değişikliklerin ve sistemin kendi iç dinamiğine bağlı biyojeokimyasal olaylardaki değişikliklerin göreceli katkı dereceleri henüz ortaya konamamıştır.

Nature'dan çev.: Süleyman TUĞRUL