

Denizlerimiz Farklı Sesleri

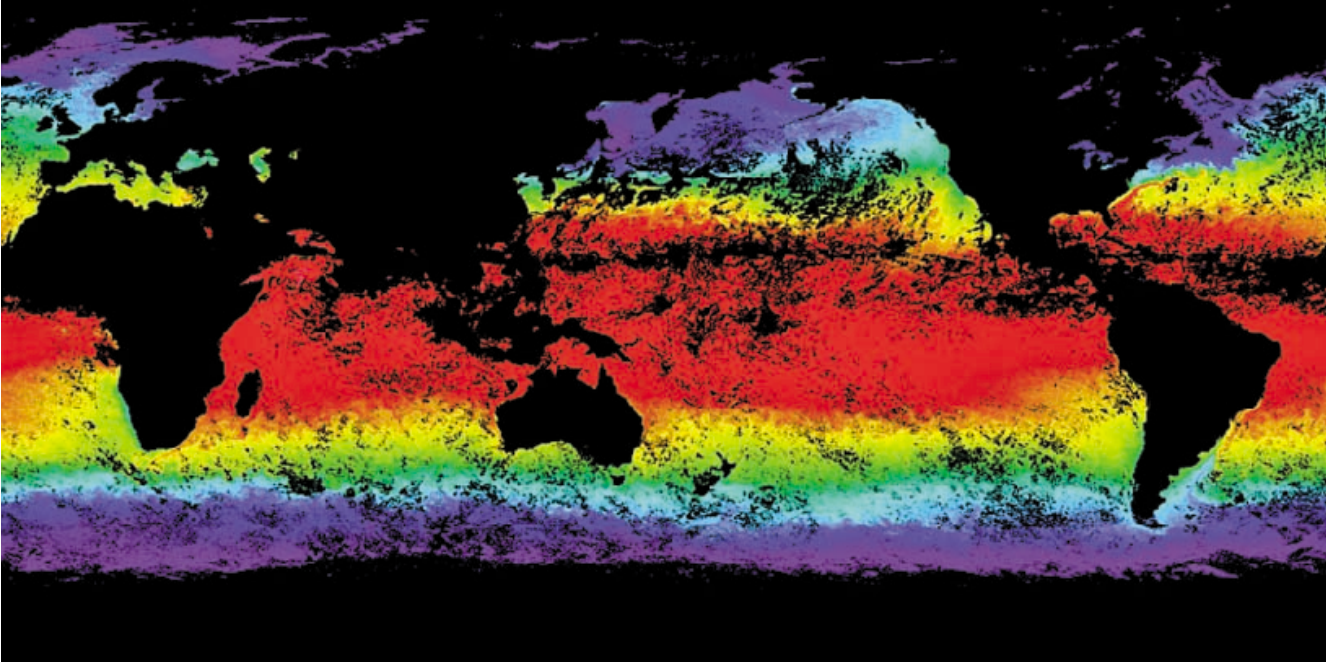
Üç tarafının denizlerle çevrili olmasından gururla bahsettiğimiz ve Jeopolitik konumu nedeni ile yerküre üzerinde önemli yer tutan, iki kıtayı birleştiren Anadolumuz, ayrıca bizlere hakikaten yerküre üzerinde hiç bir bilim çevresine nasip olmayan olanaklar sunuyor. Yerküre üzerinde bizim kadar zıt koşulları bulunduran denizlere sahip olan bir ülke daha yoktur. Bunun en çarpıcı örneği, ADEOS uydusundan klorofille hassas dalga boyları kullanılarak alınmış olan Haziran 1977 ayına ait kompozit uydu görüntüsünden anlaşılabilir. Ancak Anadolu insanı, Orta Asya'dan at üstünde göç etmenin vermiş olabileceği alışkanlık nedeniyle genellikle denize sıcak bakmamış ve hatta denize sırtını dönerek oturmuştur. Bu olgu özellikle Akdeniz ve Karadeniz kıyı kesiminde uzun yıllar devam etmiş ve sıcak nemli yaz aylarında kıyıda yaşayan toplum yaylalara göç etmiştir. Ancak gelişen turizm bu olgunun da değişimine yol açmış ve ekonomik faktörler genel yaşam tarzını dahi etkilemiş görünüyor.

GENELDE GÜNEŞ, DENİZ, tarih ve kültür amaçları ile ülkemize gelen yabancı konuklarımıza nasıl bir deniz ortamı sunuyoruz? Bu denizlerin özelliklerini tam anlamı ile bilebiliyor muyuz? Ülkemizde modern anlamda 80'li yılların ortasında başlayan deniz bilimleri çalışmaları övünerek söylenebilecek seviyelere gelmiş ve hatta gelişmiş ülke standartlarında uluslararası söz sahibi olmuş durumda. Bu dönemde yapılan çalışmalar sonucunda ortaya konulan bilimsel verilerse denizlerimiz hakkında modern anlamda deniz bilimleri çalışmaları yapılan kadar bildiklerimizin pek de fazla bir şey olmadığını ortaya koymuş bulunuyor.

Sudan Bir Çöl: Akdeniz

Akdeniz'den başlayan ve Karadeniz'de biten bir sefer, 700 millik bir mesafede araştırma gemisinin yerkürede bulunan en farklı özelliklerdeki sularda çalışmalar yapmasına olanak tanır. Uydu tarafından çeşitli dalga boyları kullanılarak alınan veriler Akdenizin klorofil açısından çok fakir olduğunu, bu durumun Marmara ve Karadenizde çok daha farklı olduğunu net bir şekilde gösteriyor. Balık açısından zengin olan Karadeniz'deki durumun, Akdeniz için de olması belki istenebilir; ancak Akdeniz, bu haliyle "denizin çölü" olarak adlandırılacak bir konumda. İskenderun Körfezi ile Taşucu arasında kalan ve nehir

ağzlarında balıkçılığa elverişli dar kıyı kesimi dışında, balıkçılık açısından son derece fakir. Bu özelliği, Akdeniz'in genel dolaşımına bağlı. Bu dolaşım, turizm açısından arzu edilen masmavi temiz suları, kıyılarımıza taşıyor. Genelde buharlaşma nedeniyle aşırı su kaybına neden olan Akdeniz'in su bütçesi Atlantik Okyanusu'nda Cebelitarık Boğazı yoluyla ve Karadeniz'den Türk Boğazlar sistemiyle gelen sularla karşılanmakta. Üst akıntı yoluyla Atlantik Okyanusu'ndan gelen sular, Sicilya Kanalı'nı da geçerek doğu Akdenize kadar ulaşabiliyor. Burada, tıpkı karada olduğu gibi menderesler yaparak akan akıntılar, doğu Akdeniz'in doğusundan ve Kıbrıs'ın batısından Anadolu kıyılarına ulaşıyor ve burada "Küçük Asya Akıntısı" olarak



adlandırılan kıyı akıntısını meydana getiriyorlar. Özellikle turizm açısından hayati öneme sahip bu bölgemizdeki akıntılar, devamlı olarak açık denizden temiz suların kıyı bölgelerimize taşınmasını ve kıyıda suların yenilenmesini sağlıyorlar.

Yaz aylarında yüzeyde 25-26 derecelere çıkabilen bu su tabakası, kış döneminde 14-15 derecelere kadar soğuyabilmekte. Özellikle bu soğuma döneminde de yerkürede sadece ve sadece kutuplarda en sert kış şartlarında olabilecek bir olguyu meydana getirmekte ve deniz bilimcilerin çalışabilecekleri bir ortamda su batması olayını meydana getiriyor. Bu, deniz bilimlerinde "Levant Ara Tabakası Oluşumu" olarak adlandırılıyor. En sert kış koşullarında deniz suyunun yalnızca yüzey kesiminin donması, altta aşırı yoğun ve soğuk bir su tabakasının oluşması demek olur ve daha da alttaki tabakadan daha yoğun hale gelen bu su kütlesi dibe doğru batır ve kuzey kutup bölgesinde bu olgu dip Atlantik Okyanusu sularının oluşumuna neden olur. Akdeniz'deyse, özellikle kış aylarında esen kuru ve soğuk kuzey rüzgârları, ılıman sulardan aşırı miktarlarda suyun buharlaşmasına ve soğumasına neden olur. Alt tabakadan daha yoğun ve soğuk olan bu su kütlesi dibe doğru batır ve taşıdığı oksijeni de dipsulara götürür. Bu olgu "Levant Ara Tabakası" oluşumu olarak bilinir ve Akdeniz sularının neden en derin noktalara kadar oksijence zengin olduğunu açıklar

Batan sulardan bahsettik. Peki bir yerden batacaksa, bir yerden de çıkacaktır. Bu olgu da Akdeniz'de sadece bir yerde ve kıyılarımızdan 50-60 mil ötede ortaya çıkıyor. Akdeniz'in içeri-

sinde, aslı katı madde olmaması nedeniyle 100-120 metreye kadar ulaşabilen güneş ışığı geçirme kapasitesi, bu bölgede derinden gelen suların içerdiği besin tuzlarının bu derinliklerde tüketilmesine ve birincil üretimin gelişmesine neden oluyor. Araştırmalarımız süresince Rodos döngüsü olarak adlandırılan bu bölgede, boyu 50-60 cm olan dev kalamarlara rastlamış ve avlamışızdır. Bu bölgede bizlerden başka ülkelerden gelen balıkçıların daha değişik avlanma teknikleri ile avlandığını görürüz. İşte bunların nedeni, besin tuzu açısından diğer denizlerimize oranla halen fakir sayılabilecek dip sularının yüzeye en fazla yaklaşabildiği Rodos döngüsüyle birebir ilişkisi. Burası, yakın gelecekte balıkçılarımız için keşfedilmesi gereken bir bölge.

Antalya ve civarında kanalizasyon atıklarının kayalardaki gözenekler ve aralarındaki çatlaklarda kaybolduğu gibi yanlış bir imaj bulunmaktaydı. Tüm bu kanalizasyon suları, bir şekilde denize ulaşmakta, ancak denizin sonsuz temizleme kapasitesiyle çevre kirliliği yaratmamaktaydı. Halen turis-



tik tesislerin gerekli önlemleri almış olmaları ve Küçük Asya Akıntısı nedeniyle bu kıyılarımızdaki tertemiz masmavi suların daha uzun seneler ülkeye hizmet vereceğini söyleyebiliriz.

27 Temmuz 2000 tarihli deniz suyu sıcaklığını gösteren uydu resmine göre Akdeniz kıyılarında etkili olan Küçük Asya Akıntısı'nın kıyılarımız boyunca açık denize göre daha sıcak bir su akıntısı şeklinde izlenmesi mümkün. Buradaki akıntılar, doğudan batıya doğru akmakta.

Akdeniz'in doğusunda durum pek de bu kadar parlak değil. Çeşitli nedenlerle çevre faktörüne önem vermeyen bazı komşularımız, evsel atıklarını kıyılarına boşaltmakta ve denize dalgaların etkisi ile karışan çöpler Akdeniz'in genel akıntı sistemiyle kıyılarına taşınmakta. Uzun süre deniz ortamında parçalanmadan kalabildikleri için genellikle naylon torbalardan oluşan bu atık maddeler, çıkış noktalarını üzerlerinde taşıyor ve genellikle Suriye veya Lübnan kaynaklı adresleri içeriyorlar. Özellikle yaz aylarında İskenderun Körfezi içerisinde yüzey tabakası tümüyle bu torbalarla kaplanıyor ve seyir halindeki gemilerin su alma kanallarını tıkalayabiliyor. İskenderun Körfezi çıkışından sonra Mersin Körfezi'ne taşınan bu kirlilik, akıntı durumuna göre zaman zaman Mersin sahil kesimini tamamı ile kaplayabilmekte. Son yıllarda Irak petrolünün terminali durumunda olan BOTAS tesislerinde sintine suları temizleme ünitesinin devreye girmesi ve bunun yanı sıra körfez savaşı nedeniyle petrol taşınımının azalması sonucu, denizlere bırakılan sintine sularında azalma olmakla birlikte, kirlilik kimi zaman kıyı kesimini etkiliyor ve sahilde gezen

kişilerin vucutlarında hoş olmayan manzaralar yaratıyor. Denizlere atık maddelerin bırakılmasını önleme yeteneği olmayan, ancak bunun çevresel etkilerini inceleyen ve toplumda çevre bilincinin gelişmesine yardımcı olan bilim dalımızın, zift kirlenmesine karşı önerebildiği şu: Moleküler ağırlığı çok daha fazla olan petrol bileşiklerinin, moleküler ağırlığı çok daha küçük olan margarin yağı ile temizlenmesi!..

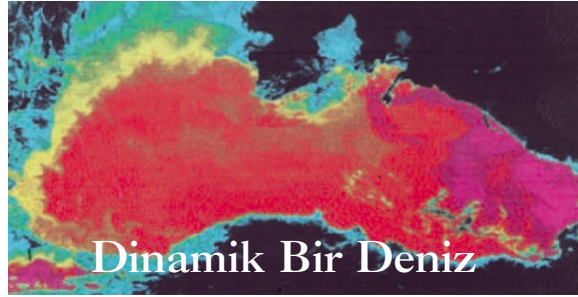
Akdeniz'i, Ege denizinden ayırmak pek de mümkün olmamakla beraber, Akdeniz çok daha derin ve dip yapısı bakımından tektonik olarak Afrika kıtasının, Avrupa kıtasına yaslandığı bir yer olarak tarif edilebilir. Akdeniz'in Rodos adasından başlayan, Girit adası batısıyla Mora yarımadası batı kıyılarını izleyerek Adriyatik denizine kadar ulaşan ve Hellenik Yayı olarak adlandırılan bölgesinde, Afrika kıtasının tektonik hareket sonucu Avrupa kıtasıyla birleştiği bölge bulunuyor. Dünyanın benzer diğer bölgelerinde olduğu gibi, derin olan bu kesimde Akdeniz'in en derin çukuru yer alıyor ve derinliği 5500 metreye kadar ulaşabiliyor. Kıyılarımıza en yakın, en derin bölge, Fethiye - Marmaris - Rodos Adası arasında bulunuyor ve 3400 metreye kadar iniyor.

Kış ayları süresince Akdeniz suları, kıyıları takip ederek tüm Ege denizinde yayılır. Bu süreçte temiz Akdeniz suları, yaz boyunca kirlenen bölgelerdeki olası olumsuz etkileri zaman içerisinde yok edebiliyor. Ancak bu akıntıdan yeterince etkilenemeyen İzmir Körfezi'ndeki kirlilik aşırı boyutlara ulaşabiliyor. Körfezin dip kesimlerinde neredeyse tüm yıl boyunca süren kokuların, Körfez Kanalizasyon Kuşaklama Projesi bitirilinceye kadar devam etmesi bekleniyor.

27 Temmuz 2000 tarihine ait deniz suyu sıcaklığını gösteren uydu resmi ne göre Ege denizinde en soğuk bölge, Edremit Körfezi ve genelde Ege kıyıları olarak görünüyor. Toplumda nehir sularının denize girmesi veya Edremit Körfezi'nde olduğu gibi deniz dibinden kaynaklanan tatlı su girişlerine bağlanan bu soğuk suyun kaynağı, karadan denize esen rüzgârlar nedeniyle yüzey suyunun derin sular ile yer değiştirmesi.

Çanakkale Boğazı'ndan çıkan Karadeniz kökenli sular, kış ayları süresince kuzeybatıya doğru hareketle Yunanistan kıyıları boyunca ilerleyip Ege denizine karışır. Bu hareket özellikle Haziran ayı içerisinde güneye döner ve yaz ayları süresince Ege sahillerimiz boyunca hareket ederek Akdeniz sularına karışır. Ege denizi Akdeniz için giderek daha önemli hale geliyor. Bunun nedeni, Ege kaynaklı ve daha yoğun yüzeyin Akdeniz'in derin kesiminde ısınmaya neden olması. 1980 öncesinde Adriyatik Denizi'nden gelen soğuk ve yoğun sularla beslenen Akdeniz alt tabakası Ege kaynaklı sular ile ısınmaya başlamış ve bu sıcaklık artışı 0.2 derece gibi önemli bir artışa neden olmuş bulunuyor. Nedenleri hakkında halen kesin bir yargı olmasına karşın, Karadeniz kaynaklı sularındaki artış bunun nedeni olabilir.

Türk Boğazlar Sistemi ile Marmara Denizi'ne giriş yapmadan Karadeniz'e geçmek ve bu denizimizin özelliklerinden bahsetmek daha yerinde olacak. Bunun nedeni, Marmara Denizi'ni benim "Akdeniz'in ve Karadeniz'in astımlı çocuğu" olarak yorumlamam. Ailenin iki ferdiyi yakından tanımadansa astımlı çocuk hakkında yeterli bilgi edinme olasılığımız bulunuyor.



Uydu resminden de görülebileceği gibi, Karadeniz hakkında topluma aktarılabilecek bilgiler tümüyle farklı olacak.

Kapalı bir deniz olan Karadeniz, dünya denizlerine yalnızca Türk Boğazlar sistemi aracılığıyla açılabilir. Karadeniz'in su bütçesine bakılınca, bu denizimize giren tatlı su kaynaklarının, buharlaşmasıyla kaybından çok daha fazla olduğu görülüyor. Karadeniz'e yüzeyden giren her türlü su kaynağı, başta Tuna nehri olmak üzere Dinyeper, Dinyester, Kızılırmak, Sakarya, Yeşilirmak ve yağmurla ge-

len miktar da dahil olmak üzere tatlı su niteliği taşıyor. Su bütçesindeki bu fazlalık, Türk Boğazlar Sistemi aracılığıyla Ege Denizi üzerinden Akdeniz'e boşalıyor. Ancak Karadeniz, yüzeyinde binde 18 gibi az bir tuzluluğa sahip olmasına karşın gene de tuzlu bir deniz. Bu aşamada hemen şu sorunun cevabını vermek anlamlı olacak. İstanbul Kanalizasyon Projesi ile evsel atık suların Boğaz alt akıntısıyla Karadeniz'e akıtılması projesine alt akıntı senenin büyük bir bölümünde Karadeniz'e ulaşmaz savı ile karşı çıkan bilim çevreleri, boğazlar sisteminde sadece son 5000 yıldan bu yana var olan bu hidrolojik rejim sayesinde Karadeniz sularının bu günkü seviyesi olan ortalama binde 22.3 tuzluluk seviyesine gelebileceğini hesap edebilirler. Karadeniz, dünya bilim çevrelerince yerkürede olan en büyük anoksik (oksijensiz) basen olarak bilinir. Karadeniz'in ortalama 100 metre derinliğinden sonra geri kalan 2100 metre derinliğindeki su tabakası oksijenden yoksundur. Bu tabakada sülfat iyonundaki oksijeni kullanan bakterilerin varlığı nedeniyle bol miktarda hidrojen sülfür gazı bulunur. Bu tabakanın derinliği son yıllarda yüzeye yaklaştığı yolunda çeşitli yorumlar yapılmış bulunuyor. Bu tabakanın yüzeye yaklaştığı varsayımları, hiç bir bilimsel veriye dayanmıyor. Karadeniz 90'lı yılların başına kadar, Türk deniz bilimlerinin ilgi alanı dışında kaldı ve bu denizimiz hakkında tüm bildiklerimiz malesef Rus deniz bilim adamlarının veya buraya sefer düzenleyen başka ülkelerin bilim adamlarının bilgisine dayanıyordu.

Rus bilim adamlarının ileri sürdüğü gibi oksik ve anoksik tabakanın birbiriyle temas ettiği bölgede, oksijenle hidrojen sülfürün aynı anda bulunduğu iddia edilirdi. Kimyasal açıdan olanaksız bu durumun araştırılması beklenenden çok daha kısa bir sürede gerçekleştirildi ve oksijen ile hidrojen sülfürün beraber olması bir yana, aralarında en azından 40-50 metre fark olduğu gösterildi.

Bunun yanı sıra Karadeniz'in çok belirgin yoğunluk tabakalarına sahip olduğu ve Karadeniz oşinografisinde önemli rol oynayan her bir paramet-

renin en fazla bulunduğu yoğunluk tabakaları belirlendi. Balık yaşamı için hayati önemi olan oksijenin alt sınırının 14.5-14.8 (1000 litre= 1014.5 kg) yoğunluk tabakası olduğu saptandı. Yüzey sularda oluşan organik maddenin dibe çökerken oksijence zengin ortamda parçalanması sonucu, 15.5 (1000 litre= 1015.5 kg) yoğunluk tabakasında nitrat en yüksek derime ulaşır. 15.5 ve 16.2 yoğunluk arasında ve 40-50 metre kalınlığında değişen bölgenin oksijence çok fakir ve hidrojen sülfürsüz bölge olduğu gösterildi. Bu olguya günümüz oksijen ölçme sınırlarının çerçevesinde sınır çizilmiş olup ilerleyen teknolojinin limitleri daha düşük seviyelere indirmesi ile bu ara tabaka derinliği azalabilecek. Karadeniz'i dünya denizleri içerisindeki en büyük anoksik basen olarak tanımlayan hidrojen sülfürlü tabakasıysa, 16.2 yoğunluk tabakasından itibaren başlamakta. Bu tabakalaşma, deniz çalışmaları sırasında eskiden kullanılan örnekleme tekniklerini de değiştirmiş ve su örnekleri belirli derinlikler yerine belirli yoğunluk tabakalarından alınmaya başlanmış bulunuyor.

Bu teknik, özellikle Karadeniz genelinde çeşitli kıyıda ülkelerin katılımıyla yapılan uluslararası seferlerde genel tablonun bir an önce çıkarılmasını sağlıyor. Karadeniz'deki en önemli bölgelerden birisi Kuzey Doğu Kıta Sahaneliği bölgesi. Burası Karadeniz'e giren nehir sularının %80 gibi önemli miktarının alıcı noktası. Yine uydu tarafından alınan bu sıcaklık dağılımı görüntüsü, Kuzey Batı Kıta Sahaneliği'na giren nehir sularının Romanya ve Bulgaristan kıyılarını takip ederek Marmara'ya kadar ulaştığını gösteriyor. Sığ olan bu bölgede kış döneminde oluşan soğuk sular, kıta sahanlığından derine doğru hareketle genel dolaşım sistemine katılıyor. 14.3-14.4 yoğunluk tabakası arasında yer alan bu ara tabaka, genel dolaşım sistemi içerisinde tüm Karadeniz'e yayılıyor. Karadeniz'deki genel su dolaşımı, bu yapısal özelliklere dayanılarak kolayca anlaşılabilir. Bu özelliklerin bilinmesiyle, ülkemiz açısından ekonomik değeri yüksek olan Karadeniz hakkında daha bilimsel verilere dayanarak bilgi edinebilmemizi ve Karadeniz'den daha da

ekonomik bir şekilde yararlanmamızı sağlayabilir. Karadeniz kıyılarımızda batıdan doğuya doğru giden kuvvetli bir akıntı sistemi bulunuyor. Bu akıntılar doğu sınırlarımıza Tuna nehri sularının taşınmasında önemli rol oynuyor. Bundan dolayı Kuzey Batı Kıta Sahaneliği ve Tuna Nehri su kalitesindeki değişimler, ülke açısından önem taşıyor. Bu husus Tuna nehri ve Tuna'ya akan nehirlerin geçtiği tüm ülkelerdeki çevre olaylarının yakından izlenmesini gerektiriyor. En son yaşanan siyanür taşınımı, bunun en çarpıcı örneği.

Boğazlardan sonra doğu yönünde



hareket eden kıyı akıntısı, Sakarya nehri sularıyla karışıp burada her mevsim izlenebilen bir döngü oluşturuyor. Zonguldak - Sinop arasında alt su tabakasının yüzeye yaklaşması olarak adlandırılan olayları her mevsim izlemek mümkün. Kızılırmak ve Yeşilirmak sularıyla beslenen kıyı akıntısı, doğu yönünde hareketine menderesler yaparak devam ederek Karadeniz doğusundaki Batum döngüsüne ulaşır. Batum döngüsü, zamanla yer değiştirebilen, ancak sene boyunca izlenen kalıcı bir döngüdür. Kafkasya kıyılarında ilerleyen su akıntısı, Azak denizi önlerinden tekrar kıta sahanlığı suları ile birleşir.

Yapılan araştırmalar, Karadeniz'in ortasında genelde iki hücreli bir siklonik yapı bulunmakta olduğunu, bu yörelerde alt suyun yüzeye en yakın derinliğe ulaştığını göstermekte. Sahil kesimlerindeyse kıyı akıntısı

boyunca birbiri ardına gelen antisiklonik döngüler, alt tabakadaki oksijensiz suyu daha da derinlere taşıyorlar. Basit gibi görünen bu olgu, Karadeniz'de balık yaşamı için gerekli olan oksijenli su tabakası kalınlığının kıyı kesimlerde daha kalın olmasını sağlayan en önemli faktörlerden birisi.

Karadeniz'de balık için hayati önemi olan oksijenli tabaka, yüzeyden hidrojen sülfürlü tabakaya kadar olan alan olarak tanımlanabilir. Ancak kıyı akıntısı boyunca yer alan soğuk ara tabakası, balık yaşamını alttan ve ikinci kez sınırlayan bir başka olgu. Yandaki grafikte Karadeniz'de bulunan soğuk ara tabakasının kıyılarımız boyunca dağılımını net bir şekilde izlenebiliyor.

Vucut sıcaklıklarını ortam sıcaklığıyla düzenleyen bir sisteme sahip olan balıklar, ortamdaki ani sıcaklık değişimlerinden etkilenirler. Örneğin, kuvvetli fırtınalarda ara tabaka suyunun yüzeye karışabilmesi ani sıcaklık değişimlerine yol açar ve balıkların şoka girmesine neden olur. Bu olay halk arasında balığın "kulağına kar suyu kaçması" olarak adlandırılır. Karadeniz'de balık toplulukları için elverişli bölge, yüzey sularıyla soğuk ara tabakası üst sınırı arasında kalan bölge oluyor. Antisiklonik bölgelerde dolaşım özelliği nedeniyle soğuk ara tabakası, daha da derine inebiliyor ve balık popülasyonlarının toplanabilmesi için daha da elverişli bir ortamın oluşmasını sağlıyor. Genellikle ortamdaki daha sıcak olan bu bölgeler, uydular aracılığıyla net bir şekilde belirlenebiliyor. Bu da halk arasında özellikle hamsi balığının soğuk sulardan dolayı kümeleneme yapacağı inancıyla ters bir durum yaratıyor. Hamsi balığı kış ortamında zaten soğuk olan deniz suyunun olabileceği en sıcak bölgelerinde yoğunlaşır. İşte doğu Karadeniz'in daha üretken olmasının bir başka nedeni de bu. Kıyı boyunca bir seri antisiklonik alan oluşmakta ve zaman içerisinde yer değiştirebilmekte. Ancak en belirgin yapı, Doğu Karadeniz'de bulunan ve tüm sene boyunca izlenebilen Batum döngüsü. Zaman zaman ülke münhasır ekonomik bölgesine de giren bu bölgede balık avlama potansiyeli bir hayli yüksek.



Astımlı Çocuk: Marmara

Boğazlar sistemiyle Marmaraya ve daha sonra Ege denizi aracılığıyla yüzeyindeki fazla suları Akdeniz'e boşaltan Karadeniz, tuz dengesini sağlamak için yine Türk Boğazları sistemi aracılığıyla alt akıntıdan yararlanarak tuzlu ve yoğun Akdeniz kaynaklı suları derin sularına alır. Tümüyle tatlı su girdileriyle beslenen Karadeniz'in tuzlu olmasının nedeni budur. Marmara denizinin anlaşılması için Karadeniz'den başlayıp Ege Denizi'nde sonlanan seferler yapılması gerekiyor. Aksi halde Marmara Denizi dinamiklerinin anlaşılması olanaksızlaşır. Ekonomik açıdan en önemli bölgemiz olan bu denizimiz hakkında yeterli doğrulukta su bütçesini çıkarmış bulunmaktayız.

Bu bütçeye göre, Karadeniz'den giren sularla Marmara Denizi'nin üst tabakası en az yılda dört kez kendini yeniliyor. Akdeniz kökenli sular da Marmara Denizi'nin 1400 metrelik çukurunu 7 senede bir yenileme kapasitesine sahip çok dinamik bir su bütçesine sahip bulunuyor.

Marmara Denizi, jeolojik açıdan çok yakın zamanda oluşmuş bir denizimiz olup yaklaşık 12000 senelik bir geçmişe sahip. Bugünkü su dengesi de en son 5000 seneden bu yana süregelen bir durum. Oluşumundan sonra belirli dönemlerde sadece Karadeniz suyu etkisi altında kalarak tatlı su gölü olmuş, kimi zaman da yalnızca Akdeniz suyu etkisinde kalarak tamamen tuzlu sularla dolmuş.

Ancak, göl olma dönemlerinde derin çukurlarda biriken organik madde zaman içinde parçalanma sonucu sudaki oksijenin aşırı şekilde tükenmesine, besin tuzlarının da aşırı miktarda artmasına neden olmuş. Normalde denizlerin oksijen ihtiyacı atmosferik oksijen tarafından sağlanır. Bu durum

Marmara yüzey suları için de geçerli olup yüzey sularında mevsimsel salınımlar doğrultusunda değişen çözülmüş oksijen, her zaman varlığını sürdürür. Marmara'nın ilk 25 metresi Karadeniz kökenli ve %22-24 tuzluluğa sahip sulardan oluşuyor. Bu su tabakası, tam anlamıyla alt tabakadaki Akdeniz kökenli yoğun ve yaz kış 14.5°C'de duran bir su tabakasının üzerinde yüzüyor. Ara tabakadaki yoğunluk farklılığı, bu iki su tabakasının belirli koşullar dışında karışımını engelliyor. Üst tabakada bol olan oksijenli sular da alt tabakaya ulaşamıyor ve atmosfer kaynaklı oksijenin ve hatta yeterli miktarda ışığın dahi alt tabakaya geçişi önlenmiş oluyor. Marmara'nın ilk 25 metresinin altında bulunan ve en derin yer olan 1400 metreye kadar ulaşan suların tek oksijen kaynağı Çanakkale Boğazı'ndan alt akıntılar yolu ile giren yoğun Akdeniz suları. Marmara'nın Karadeniz çıkışında yer alan İstanbul metropolü atıksularıyla, uzun yıllardan bu yana hiçbir arıtıma tabi tutulmadan Boğaz'ın üst akıntılarına verilmiş ve Marmara'nın bu kesiminde yüzey sularında aşırı organik madde girişine neden olmuş durumda. Boğazlar sisteminin bir başka özelliği nedeniyle İstanbul Boğazı'ndan çıkan Karadeniz suyu uydu resimlerinden de görülebileceği gibi Marmara Denizi'ne jet akıntı sistemiyle giriş yapıyor.

Tüm sene boyunca çeşitli boyutlarda etki eden bu akıntı sistemi, hidrodinamik özelliği nedeniyle Marmara Denizi'ndeki yayılışı süresince yoğun Akdeniz suyundan önemli miktarda su kapmakta ve yüzeye çıkarmakta. Besin tuzu açısından zengin olan bu su tabakası, yüzeyde devamlı olarak süregelen bir birincil üretim artışına yol açmakta. Balıklar için besin demek olan bu olgu sonucunda ortaya çıkan organik maddeler, zamanla dibe çökmekte ve parçalanmakta. Organik parçalanma sürecindeyse bakterilerin harcadıkları madde oksijen. İşte Marmara'nın İstanbul Boğazı tarafında ve alt suda görülen oksijen azalmasının nedeni bu olaylara dayanıyor. Karadeniz'den gelen organik yük de bu doğal olayların üzerine ilave yükler getiriyor. Ancak Marmara'nın kendi iç dinamiği sonucunda ortaya çıkan organik maddelerin parçalanması sonucu oluşan oksijen tüketimi, sisteme en fazla yük ge-

tiren olgu durumunda. Marmara Denizi'ne Çanakkale Boğazı alt sularıyla giren yoğun, sıcak ve oksijence zengin sular, Çanakkale Boğazı'ndan Marmara Denizi'ne yayılırken o dönemdeki yoğunluğunun eşdeğeri derinliğe kadar batıyor ve daha sonra yatay dağılımlarına devam ediyorlar.

İşte Marmara'nın derin sularının tek oksijen kaynağı bu sular oluyor. Genellikle Çanakkale Boğazı çıkışında Erdek körfezine doğru kıvrılan derin sular, bu bölgede 25 metrenin altındaki su tabakasının da bol oksijenli olmasını ve dolayısıyla Marmara Denizi'nin genel yapısıyla uyumlu olmayan bir bölge oluşmasına yol açıyorlar. İstanbul Boğazı'ndan akan suların en fazla olduğu dönem, kış kar sularının eriyip Karadeniz'e akmakta olduğu Haziran Temmuz ayları oluyor. İstanbul Boğazı'nın her iki ucunda yapılan uzun dönemli su seviye ölçüm çalışmaları sonuçları 30 km uzunluktaki İstanbul Boğazı boyunca Karadeniz'e doğru hareket eden bir teknenin ortalama 20 cm bir yüksekliğe tırmanması gerekliliğini ortaya koyuyor. Karadeniz'e akan nehirlerin artan debisinin doruğa yükseldiği haziran ayında Karadeniz'den giren bir tanker, 30 km uzunlukta ve her iki ucundaki su seviye farkı 40 cm'ye çıkabilen bir eğimden aşağı doğru inmek durumunda. Normalde dümeni kontrol edebilmek için en azından 6-7 mil sürat yapmak zorunda olan bir gemi, boğazdaki akıntı nedeniyle boğaz boyunca 10-12 milik bir süratle seyir yapmak zorunda kalıyor. Petrol yüklü bir tankerin bu süratle olası bir kazaya karışması dahi İstanbul şehri için sonuçları düşünülemeyecek boyutlarda bir felaket demektir. Bundan dolayıdır ki boğaz boyunca yapılmış, yapılacak olan bilimsel deneylerin ülke çıkarlarının korunması amacıyla yönelik olumlu sonuçları ortada.

Marmara Denizi, kendine has ve apayrı özellikleri olan iki farklı denizin buluşması sonucunda, astımlı olarak doğmuş bir çocuk olarak algılanabilir. Marmara Denizi için böyle bir teşhiste bulunmak, tedavisi için ne gibi önlemlerin alınması yönünde bizlere yol gösterici olacaktır. Bir kere bu denizimizin tam tedavisi diye bir olanak bulunmuyor. Bu denizimiz en iyi koşullar altında bile astımlı yaşamaya

mahkum. Öte yandan basında ara sıra yer aldığı gibi ölen bir denizimiz de yok. Önemli olan, denizlerimizi etkileyen sistemlerin anlaşılması. Teşhisin bu şekilde konulması, tedavi hakkında da yol göstermekte ve hayat boyunca dikkati gerektirmekte. Uzun senelerden beri yapılagelense, bu astımlı hastayı en olumsuz şartların etkisinde bırakmak, içtiği suyu, soluduğu havayı kirletmek olmuş. Doğaldır ki sistemin de buna cevabı olumsuz olmuş ve astımlı hasta daha da kötü durumlara itilmiş. Zaman içerisinde astımlı hastanın tedavisi için artık bir şeyler yapılması gerekliliği apaçık ortaya çıkmış ve soluduğu havanın doğalgaz kullanımıyla, içtiği suyun da arındırma ile daha temiz olabilmesi yolunda olumlu adımlar atılmış bulunuyor. Karadeniz'den gelen ve İstanbul Boğazı'na girdiği andan itibaren şehir kanalizasyon suları ile kirletilen suların temizlenmesi amacıyla, kıyılardan Boğaz üst suyuna verilen atıkların kanalizasyon kuşaklama çalışmalarıyla toplanması ve Boğaz alt akıntısına verilecek Karadeniz'e atılması planlanmış durumda. Bu altyapı yatırım çalışmalarının olumlu sonuçlar vereceği ve sistemin kurtulabileceği hakkında olumlu sonuçlar alınmış olmasına karşın, politik nedenlerle planlanan yatırımlarda aksamalar görülüyor. Bazı spekülasyonlardan öteye geçmeyen yorumların da bu politik kararların alınmasında ve yatırımların aksamasında, etkisi görülüyor. Bu görüşleri öne sürenler, Boğazın alt akıntısına verilecek olan kanalizasyon atıklarının büyük kısmının hemen, ve geri kalanının da belirli bir süre sonra Boğaz üst akıntısına taşınacağını ve senenin büyük bir kesiminde Karadeniz'e ulaşamayan alt akıntılar nedeniyle Marmara'nın kirlenmesini engellemeyeceğini, yatırımın boşa olduğunu iddia ettiler. Ancak kredi veren kuruluşların devreye girmesi Boğaz alt akıntısının Karadeniz'e çıkıp çıkmadığı konusunda ek deneylerin yapılmasını gündeme getirdi. Bu amaçla yerkürede yapılmış olan en büyük kapsamlı Rodamin deneyleri çeşitli koşullar altında gerçekleştirildi. Bu koşullar, Boğaz'ın normal akış rejimi sürecinde, etkili lodosta Orkoz olarak adlandırılan ve Boğaz üst akıntısının ters yönde aktığı dönemde, güçlü poyraz rüzgarları nedeniyle

Boğaz alt akıntısının kapandığı dönemde, ve kanalizasyon sularının önce Marmara denizine boşaltılıp boğaz alt akıntısı temizlendikten sonra atık suyun aniden verilmesi şeklinde 4 kez denendi. Yenikapı kanalizasyon deşarj noktasında toplanan kanalizasyon suları, Rodamin ile boyandı ve yukarıda bahsedilen 4 durumda da Ahırkapı derin deniz deşarjından denize pompalandı. Yapılan bu çalışmalar boğaz alt akıntısının bırakılan kanalizasyon suyunun en azından %70-80 gibi önemli

miktarının Karadeniz'e taşındığını, geri kalan kısmınsa akibetinin kesin olarak belirlenemediğini; ancak %7 gibi bir kesimin de üst suya karışmak suretiyle Marmara'ya geri dönmekte olduğunu ortaya koydu. Bunun topluma olan yansımaysa şu şekilde özetlenebilir: İstanbul kanalizasyon deşarj projesi Marmara Denizi ve Haliç'in temizlenebilmesi için uygun bir yatırımdır, ve sonuç olarak tüm toplumun katkıları ile geri ödenecek olan kredi doğru yolda kullanılmıştır.



Gizli Enerji Depolarımız

Denizlerimiz hakkında bu kadar bilgi edinmenin topluma sağlayacağı ve bilinenlerin dışında bir yararı var mı sorusuna verilecek cevaplar ne olabilir? Yapılan bunca araştırma sonuçları, bize yerkürede sadece Marmara Denizi'nde var olan ve zeytinyağı ve su örneğinde olduğu kadar yoğunluk farklılaşması gösteren bir denizde var olan potansiyel enerjinin değerlendirilebileceğini göstermektedir. Hem de öyle bir enerji ki, tamamen yenilenebilir, çevre dostu ve ihtiyaç noktasına sadece birkaç kilometre uzaklıkta. Bir başka deyişle, sadece ilk 30 metre içerisinde. Peki bu potansiyelden nasıl yararlanılabilir?

Çok çeşitli yaklaşımlar sergilenebilir. Marmara Denizi'nde 25 metre derinlikte var olan bu yoğunluk farklılığı ve yüzeydeki suların mevsimsel sıcaklık değişimlerinden faydalanılarak geliştirilecek yeni tekniklerle, örneğin bir gazın genişlemesi, yoğunlaşması ve ara tabakaya oturtulacak bir pistonun çalışması sağlanabilir. Bir gazı genişletip pistonu alt tabakaya doğru bastırıp yoğunluğun tekrar onu yüzeye itmesini sağlamanın, eminim ki sayısız yöntemini bulabiliriz. Bunun için başka ülkelerde yapılan çalışmalar yol gösterici olabilir. Ancak, Marmara Denizi'nin özelliğini taşıyan bir başka deniz ortamı yer yüzünde mevcut değil. Demek ki kendi teknolojiimizi kendimizin geliştirmesi gerekiyor.

Karadeniz'de de geleceğin enerjisi olan hammadde ellerimizin altında: Hidrojen... Saf olarak elde edilmesi için gerekli kimyasal reaksiyon için kullanılması gereken enerji de yukarıda bahsedilen oksik ve anoksik tabakalaşmanın içerisinde gizli, her şeyiyle "gelin beni ayırıştırın, kullanın" diye haykırmakta. İşte geleceğin enerjisi, işte kaynak; yeter ki isteyelim. Eminim ki bunu da başaracağız. Hiç bir şey yapmasak

Karadeniz'in soğuk ara tabakasında yaz kış bulunan ve sadece yüzeyden 50-60 metre derinlikte bulunan suyu yaz aylarında yüzeye pompalayıp, yazın yüzey suyunun sıcaklığına dayanamayan balıkların yaşamlarını bir iki ay daha devam ettirmeye ve ekonomik pazarlama boyutlarına ulaştırmaya çalışmalıyız. Kıyı bölgelerimize has olan ve Karadenizde de uygulanan yazın yaylaya çıkma olgusu gibi, balıkları yaylaya çıkarmak, neden olmasın, Karadeniz insanının espri anlayışına da uygun ama gerçekçi bir yaklaşım; yeter ki isteyelim.

Genel değerlendirmemi de Denizlerimiz hakkında 90'lı yılların başına kadar bildiklerimizin, pek de bir şey bilmediğimizi ortaya koyacak şekilde yapabiliriz. Ama şimdi sorgulayarak, araştırarak denizlerimiz hakkında bizlerden neredeyse yüz yıl önce bu işe başlamış olan dev ülkeleri dahi geride bırakmış ve bugün dünyada standartlar ortaya koyabilen, hipotezler ortaya koyan ve bunları dünya devletlerine kabul ettirebilen bir bilim dalını yaratmış olmanın gururunu yaşamaktayız. Denizlerimizin yapısal özelliklerini öğrenmek, onları, evrensel kuralları da bilinciyle ulusal çıkarlarımız doğrultusunda kullanmamız sonucunu doğurabilecektir.

Yakın bir gelecekte ortaya attığımız hipotezlerle, yerkürede iklimlere dahi hükmedebileceğimizi, ileri dünya devletlerinin ortaya koyduğu model içerisinde kendine yer arayan bir ülke olmaktan çıkıp gelecek ile ilgili modelleri ortaya koyan ve bu modellerin ışığı altında kendisine yol çizen, diğer dünya devletlerinin bu modeldeki yerini saptayabilen büyük bir ülke durumuna gelebileceğimizi ümit etmekteyiz. Yeter ki kendimize güvenelim.

A Cemal Saydam
ODTÜ Erdemli Deniz Bilimleri Enstitüsü TUBİTAK Başkan Yrd.