



# Mavi Gezegen

Popüler Yerbilim Dergisi

2002 / 6

## Jeoloji, Çevre ve Sağlık



TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınıdır





*Aykut, çalışmalarının kalitesi ve derinliği, Türk kamuoyuna karşı açıklıslılığı, yorulmak bilmez bir çabayla hükümeti olası bir deprem felaketine karşı hazırlık yapmaya ikna etmeye çalışması, güvenilirliği, mizah anlayışı, şeffaflığı ve fedakarlığı gibi özellikleriyle uluslararası saygınlığı olan bir bilim adamıydı. Bilimin en önemli amacı olan halka hizmetin en üst düzeyde örneklerini verdi.*

*... Massachusettes Teknoloji Enstitüsü, Paris Üniversitesi gibi dünyanın en büyük entelektüel merkezlerinde kazandığı muhteşem bir kariyer, birçok saygın ödöl ve kilometre taşı kabul edilen pek çok eserine rağmen, Aykut kendisini hiçbir zaman entelektüel olarak görmedi. Kendisi kesinlikle çok bilgili bir kişi ve entelektüel olarak adlandırıldı, ama, O kendini hiç öyle görmedi. Çünkü bunun diğer insanlarla arasına mesafe koyacağını düşünüyordu; bilgisini meslektaşları, öğrencileri, sivil toplum örgütleri, hükümet ve olabildiğince geniş bir kesimle paylaşıldığında değer kazanacağına inanıyordu.*

*... Çok değerli zamanını halkın hizmetine böylesine adayan bir başka bilim adamı tanımadım.*

*... O'nu tanıyan ve O'nunla çalışmış olan hepimiz O'nu çok fazla özleyeceğiz. Ancak hayatını adadığı işinin mesajı açıktır: Üzerinde yaşadığımız dünyanın gizemlerini ve tehlikelerini anlamaya çalışmak; hem keşfetmenin zevkini, hem felaket riskine dair kavrananları başkalarına iletmek.*

ABD'li yerbilimci Ross S. Stein'in (U.S. Geological Survey), Aykut Barka'nın ölümü nedeniyle gönderdiđi mesajdan.



# Bu Sayıda

**A**ltıncı sayısını yayınladığımız Mavi Gezegen dergisine ilginin giderek arttığını görmek, mutluluğumuzu ve enerjimizi bir kat daha arttırıyor. JMO Yönetim Kurulu ve Yayın Kurulu olarak, derginin daha da iyi bir çizgiye gelmesi konusunda çabalarımız o ölçüde artıyor.

Ülkemizde yayınlanan diğer popüler bilim dergilerinin her türlü teknik ve parasal olanaklara sahip kuruluşlar ve profesyonel kadrolar tarafından yayımlandığı düşünülürken, işimizin hiç de kolay olmadığını umarız takdir edersiniz. Mavi Gezegen'in diğer popüler bilim dergilerinden içerik ve bakış açısıyla farklı olduğu da bir gerçektir. Bu nedenle okurlarımızın katkılarını ve eleştirilerini her zaman bekliyoruz.

Ülkemizde ve dünyada çevre konusunun daha çok tartışıldığı ve teknolojik yatırımların çevresel etkilerinin gündemde daha çok tutulduğu bir dönem yaşıyoruz. Bu nedenle, bu sayımızda çevreyi dosya konusu olarak seçtik. Konuyu mümkün olduğunca farklı boyutlarıyla ele almaya çalıştık. Dosya konumuza, çevreye farklı bakış açılarını kaleme alan felsefe yazılarıyla başladık. Bunların yanında sera etkisi yapan gazların neden olduğu küresel ısınma ve iklim değişikliklerinden, siyanürle altın işletmeciliği gibi değişik maden işletmelerinin yarattığı çevre ve sağlık sorunlarına; günlük yaşamımızda kullandığımız birçok araç-gerecin bünyesinde bulunan asbestin tehlikelerinden, kum-çakıl ocaklarının çevreye verdiği zararlara kadar geniş bir yelpaze sunan yazılar yer alıyor.

Süstaşlarının tanımlanması ve taklitlerinden ayrılması, mikroplar, tafonomi, Orhaniye Kız Kumu, Neolitik Dönem cilalı taş baltaları ve Bermuda Şeytan Üçgeni gibi değişik konulardaki yazıları da beğeninize sunuyoruz.

Ayrıca, altından daha değerli bir baharat olan safranın yüzyıllardır mutfaklara olduğu gibi dergimize de ayrı bir lezzet katacağını umuyoruz.

Bundan sonraki sayının dosya konusunu Doğal Afetler olarak belirledik. Konuyu, depremlerden heyelanlara; hortumlar ve sel baskınlarından kuraklığa kadar geniş bir bakış açısıyla incelemeye çalışacağız. Dergiye yazı göndermek isteyen yazarların, yazılarını derginin arka iç kapağında "Mavi Gezegen Yayına Kabul Koşulları"nda belirtilen format ve kriterlere uygun bir şekilde göndermelerini bekliyoruz. Yazarlarımızın bu konuda gereken özeni göstereceklerini umuyoruz.

4. Sayıdaki "Madencilik ve Çevre Etkileri" başlıklı yazıda, yazar Doğan Paktunç'un soyadı Panktunç olarak basılmış; 66. sayfanın son paragrafının başında "kuramsal" sözcüğü kuramsal olarak yazılmış; 65. sayfada yanlış fotoğrafın yerleştirilmesiyle fotoğraf ile alt yazısı uyumsuz olmuştur. Bu nedenle Sayın Paktunç'tan ve okurlarımızdan özür diliyoruz.

Yayın Kurulu'ndan kendi isteğiyle ayrılan Ayhan Sol'a yayına başladığı günden beri dergiye verdiği emek ve katkılar için teşekkür ediyor; katkılarının devamını diliyoruz.

Daha nice sayılara ulaşabilmek dileğiyle sizleri dergimizle baş başa bırakıyoruz.

**Yayın Kurulu**

Çevreyi Bir Çerçeveleme Denemesi ..... 4



Çevrenin Odağı İnsan ..... 7

Bir Ölüm Kalım Meselesi Üzerine ..... 8

Tıbbi Jeoloji ..... 14

Doğa İle Uyum ve Sağlık Sorunları ..... 18

Sera Etkisi Yapan Gazlar ve Küresel Isınma ..... 24



Yaşamın Kaynağı Su ..... 30

Asbest Gerçekten Tehlikeli mi? ..... 34

Siyanürle Altın İşletmeciliği ve Halk Sağlığı ..... 38

Bir Çevre Kabusu Daha! Kum-Çakıl Ocakları ..... 44



**Mavi  
Gezegen**  
Popüler Yerbilim Dergisi

**JMO Yönetim Kurulu**

Aydın Çelebi  
Oktay Ekinci  
Ali Kayabaşı  
İsmet Cengiz  
Hatice Çalağan Erbay  
Buket Ecemiş  
Ramazan Demirtaş

**Yayın Yönetmenleri**

Ahmet Apaydın  
Okan Zimitoğlu

**Yayın Kurulu**

Ayhan Aydın  
Ece Gökpınar  
Ferhat Kaya  
M. Akif Sarıkaya  
Nihsun Okan

Yıl 2002

Sayı 6

**Sahibi**

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası  
Adına  
Aydın Çelebi

**Dil Danışmanı**

İlyas Yağcı



Tafonomi Nedir? .....	48
Mikroplar Her Yerde .....	52
Altından Daha Değerli Bir Baharat Çiçeği Safran .....	56



Fosil Kanıtlarda Ani Yok Oluş: Kretase/Tersiyer Geçişinde Ne Oldu? .....	60
Süstaşları Nasıl Tanımlanır? .....	64
Geç Miyosen'e Ait Bir Omurgalı Fosil Yatağı Çorakyerler .....	68



Neolitik Dönem Cilalı Taş Baltalarında Arkeometri Çalışmaları ve Trakya'dan Bir Örnek .....	72
Korumaya Değer Doğal Bir Kum Dili: Orhaniye Kız Kumu .....	76
Doğalgaz Hidratları ve Bermuda Şeytan Üçgeni'nin Gizemi .....	78

#### Yazışma Adresi

Mavi Gezegen Dergisi  
P.K. 464  
06 444 Yenişehir/Ankara  
mavigezegen@tr.net

#### Dergi Merkezi

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası  
Bayındır Sokak 7/11  
06 444 Yenişehir/Ankara

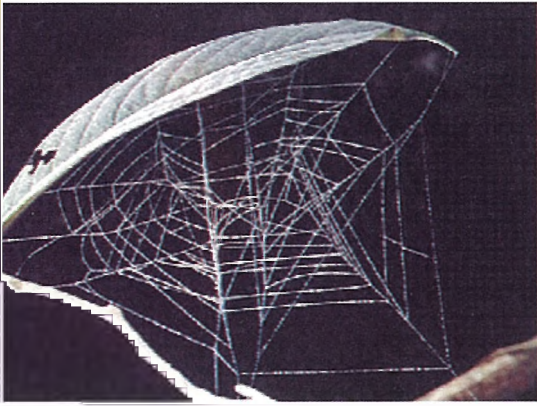
#### Baskı

Başak Matbaa  
Tel.: 0 312 384 27 61  
Fax: 0 312 341 39 79  
Kazım Karabekir Cad.  
Tunahan No: 101 Z-G1  
İskitler/Ankara

#### Tasarım & Mizanpaj

NİL AJANS  
Tel.: 0 312 418 57 38  
Fax: 0 312 418 89 95  
G.K.M. Bulvarı Onur İşhanı  
No:12/10 Kızılay/Ankara  
nil.ajans@mynet.com

# Çevreyi Bir Çerçeveleme Denemesi



*İnsan, çevre yorumunu kendisini merkeze almadan yapabilir.*

*Çünkü çevre bir anlamıyla insanın hem içinde, hem dışındadır. İçindeki çevreyle yaşar, dışındaki çevreyi.*

Ahmet İnam  
ODTÜ Felsefe Bölümü

İnsan çevresiyle yaşar, diğer canlılar gibi. Çevremizde doğa, diğer insanlar, yarattığımız kültür ürünleri vardır. Bu nedenle kendimi hep çevre içinde hissederim, çevre içinde bulurum. Çevremde birlikte olduklarım, benimle birlikte olanlar, benimle kendi olanlar...

Bu kısa açıklamadaki temel kaygım, "çevre" kavramının yorumlanmasındaki eksikleri ve özürleri irdelemeye bir giriş yapabilmek. Çünkü "çevre sorunları" tartışılırken, "çevre" kavramı, herkesin üzerinde anlaşığı bir kavrammış gibi algılanıyor. Oysa...

Dilerseniz, farklı "çevre" yorumlarının üç tanesinden söz edelim; en bilinen ve yaygın olan üçünden.

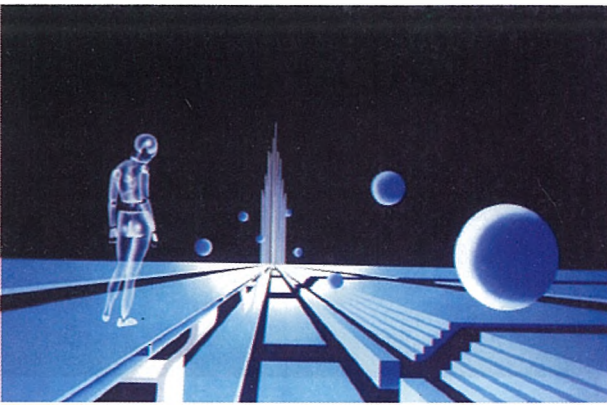
## Mühendis Bakışı

Çevreyle ilgilenmek, çevre, "sorun olmaya" başlayınca gelmiş insanın aklına. Havanın, suyun kirlendiğini, atıkların yok edilemediğini görüp, enerji kaynaklarının tükenebilirliğini farkederek, bunların teknolojik üretim ve onunla bütünleşmiş piyasa ekonomisi için bir tehdit oluşturmalarına karşı önlem almaya başlamış. Bu bakış açısından çevre, çözülmesi, yönlendirilmesi, çeki-düzen verilmesi gereken sorunlar yumağı olarak anlaşılıyor. İnsanın bu gezegendeki yaşamının sürmesi için çevresiyle mühendisçe girdiği ilişkilerin etkin, işlevsel yürümesi için yararlanılan bir kavram çevre. "Pragmatik", sonuç getirici, sorun çözücü, ürün elde edici, verim yükseltici, kar getirici bakış açısıyla görülüyor. Teknolojik gücüyle çevresini denet-



Foto: Santini Vannino





lemesi, güvence altına alması, ondan yararlanması, bu yararı uzun vadelerde planlamaya çalışması, çevreye bakışının önemli bir boyutunu oluşturuyor, çağımız insanının. Kuşkusuz mühendis bakışı, salt mühendislerin bakışı değil. Bu toplumsal-siyasal-ekonomik düzenin içindeki insanların çevreye yaklaşımı çoğunlukla böyle.

Böyle bir bakışın, çevrenin ne olduğuna ilişkin bir kaygısı yok. Çevreyi mühendisçe kaygıların dışında, kavramsal çerçeveler içinde tanıma endişesi eksik. Doğrudan sonuç getirici çözümlemelere yönelik olmayan kavramsal irdelemelerden çoğunlukla da yoksun. İnsanın kendisiyle, diğer insanlarla, kültürüyle, doğal çevresiyle ilişkilerine gözünü kapatıyor bu bakış. Kısacası, çevre kavramını bir "çerçeve" içine yerleştirip, insan-çevre ilişkisinin düşünsel boyutlarının farkında olabilmek, bu bakışta yetersiz. Çerçevelerle, irdeleme, düşünsel boyut katma, "çevre"ye olan bakışları değerlendirirken kullanabileceğimiz üç temel ölçüt.

### Romantik Bakış

Bu bakıştaki beklenti, yaşanabilir güzellikte bir çevredir. Çevre temiz tutulmalı, türler korunmalı, erozyon önlenmeli, çevrenin doğal dengesi bozulmamalıdır. Yeşilli, doğayı korumak gerekir. İnsan, doğanın üzerine kol kanat gerip onu incitmeden, güzelliklerini doya doya yaşamalıdır. Romantik bakışın da ağırlığı olan, ufuk açıcı bir çerçevesi yoktur. İrdeleyici bir tavır içinde barındırmaz. Düşünsel boyut, sağduyu düzeyinde işler.



### Doğu Bilgeliğinden Bakış

Bu bakışa göre, çevre ile insan birbirinden ayrılmaz. İnsanın çevresine bir üstünüğü yoktur. Doğallığı içinde insan çevresiyle bütünleşmeli, çevrenin kendini, kendisi olarak ortaya koymasına izin vermelidir. Zaman zaman "eko-santrik", "çevre merkezli" bakış olarak da anılan bu bakışın çerçevesi, irdeleme gücü, düşünsel boyutu gelişmiştir. Kendisine genel olarak "çevreci" diyenler, Romantik-Doğu Bilgeliği bakışlarının bir karışımından bakarlar. Kimi düşünürler tarafından mistik boyutun da katıldığı bu yaklaşımda, dünya bir "tapınak" olarak yaşanmalıdır.

### Çevreyi İnsanın Evrendeki Yeriyle İlişkili Gören Bakış

"Çevre", gerçekliğin ta kendisidir. İnsanın gerçekle olan ilişkisi, çağımız insanına "çevre" ile ilişki olarak görünüyor. Çevre sorunu, bir yaşama sorunudur. Kendimizle, diğer insanlarla, diğer canlılarla, eşya ile, sanat ürünleriyle, düşüncelerle, duygularla nasıl bir bağlantı içinde olmamız gerektiğini sorgulama sorunudur.

İşte, çevreye bir yaşama sorunu olarak bakmak, çevre sorununun temel bir sorun değil de, yan bir sorun, bir türev sorun olduğunu anlamakla başlar. İnsan, çevresiyle yaşar, gerçeklikle ilişkisi çevresiyle sağlanır. İnsan, çevresine duysuz, çevresini çevre olarak bırakan biri değildir. Çevresini dönüştürür, çevresini "çevrem" kılar. Birer olarak insanın çevreye çevrem diyebilmesi, çevreyle etkin ilişkiye girmenin ilk koşuludur. Ancak "benim çevrem" demek, çevrem bana ait olması, mülküm olması, çevremi çitlerle çevirip, tapusunu almam demek değildir. Çevrenin ayırdındayım, çevremle bir bütünüm, çevremle bağlanma (engagement) içindeyim demektir. Elbette, olumsuz anlamıyla, çevrenin çevrem olmasının yarattığı var olma savaşımı söz konusu olabilir. Bölgesel var olma savaşımı canlılarda olan bir özelliktir, çevresine çevrem diyemeyen canlılarda, insanlarda da bulunur. Çevrem kavramı, insanın geliştirdiği bir kavramdır (Felsefede, "hayvanların kavramı olamaz" karşı çıkışı bile tartışmalıdır); çevre duyarlılığını, farkındalığını, bilincini dile getirir. (İnsanın çevresine "çevrem" diyebilme durumuna



gelmesine "çevreme " diyorum.)

İnsan, çevresini çevreleme ya da çevrelenme olarak yaşar. Doğal, kültürel, toplumsal, siyasal, ekonomik çevre ile çevrelenir. İnsanlarla ilişkimde onlar tarafından çevrelenirim. Aynı zamanda, çevremi çevrelerim de. Çevrelenme, bir edilgenliği, bir kabulü (kaçınılmaz bir onamayı) gösterirken; çevreleme, bir etkenliği, etkilemeyi belirtir. Ağaçlarla aynı çevredeyken, hem onlar tarafından çevrelenir, hem de onları budadığım, bakımlarını yaptığım için çevrelerim del İnsan hem çevreleyen, hem de çevrelenendir. Teknoloji ise bir çevreleme çabasıdır. Her çevreleme, bir çevrelenme içinde olur. Çevrelenmemiş insan yoktur ama çevrelemeyen vardır. Çevrelemeyenler, çevresine duyarısız olanlardır.

Çevrem diyebilmek, ancak çevrelemekle sağlıklı bir biçimde gerçekleşir. Gerçi, çevreleme gücü olmayan, duyarlılığı, bilinci olmayan da çevreyi çevreme dönüştürebilir.

Çevreme ve çevreleme etkinliklerini tamamlayan çabalardan biri de çerçevelemedir. Gerek çevreme, çevreleme ve gerekse çerçeveleme hem bireysel, hem de toplumsal olarak gerçekleştirilebilir. Çerçeveleme, çevreye karşı kavramsal çerçeve oluşturabilme etkinliğidir. Onu, kavramlar örgüsünde anlama çabasıdır, bu çabayla gerçekleştirilen ürünlerdir (sanat ve düşünce yapıtları gibi). Çerçeveleyebilmek, çevreleme ve çevremeyi güçlendirir:

Çevreyle ilişkisini yorumlayamayan, kavrayamayan, çerçeveleyemeyenin, çevresine sahip çıkıp çevremesi, çevrelemesi eksik kalır. Çerçeveleyemiyorsanız, çerçevenirsiniz.

Çevresine karşı ahlaksal (etik), ontik bir bağlanma (commitment, engagement) tutumu içine girip, çevresini kendisiyle bütünleştiren, onun sorumluluğunu taşıyan insan çevremeler. Çevreme etkinliği, çevreleme ve çerçeveleme ile tanımlanır. Böylece, çevresiyle etkin bir bağlantı olan insan, çevresinin içinde, edilgen, üzerindeki kör güçlerin etkisine kendisini bırakan bir varlık olmaktan çıkar. Varoluşçuların carus dedikleri, insanın hiçlikten, fırlatılmışlıktan varlığa çıkma çabası, bir çevreme, çevrede var olma çabasıdır.



Çevre önceden verilmiş değildir, insanla birlikte ortaya çıkar. İnsandan önceki evrenin, yeryüzünün tarihi yine insanla ortaya çıkmış tarihtir. İnsansız çevreye, çevre demiyorum. İnsanla yorumlanmamış, insanla anlaşılmamış, insan açısından görülmemiş çevreye çevre demiyorum. Ancak bu, çevrecilerin insan-merkezli dedikleri bakış açısından bakmak anlamına gelmez. Çevreyi yorumlayanın insan olduğunu söylüyorum, yalnızca. İnsan bu yorumu kendini merkeze almadan yapabilir. Çünkü çevre bir anlamıyla insanın hem içinde, hem dışındadır. İnsan, çevresini düşüncelerinde, duygularında taşır. İçindeki çevreyle yaşar, dışındaki çevreyi.

İnsanın oikotik bileşeni, içinde taşıdığı çevredir. Çocukluğundan beri, eğitimle, gelenekle, medya aracılığıyla içindeki oikotik bileşeni oluşturur. Şu aralar, çevre eğitimi ana okullarında, ilköğretim okullarında çeşitli biçimlerde veriliyor. İnsanın içinde bir çevre oluşturuluyor. Kendi özgür çevre anlayışını geliştirecek duyarlılık, farkındalık ve bilinçlilikten yoksun olarak çerçeveleniyor, çevreleniyor insan. İçindeki çevreden habersiz.

İnsan, çevremeleyen, çerçeveleyen, içindeki sonsuzluğu, tükenmezliği, çevresine aktarabilen, çevresindeki sonsuzluğu duyumsayabilen, kavrayan bir varlık. İçinde çevre taşıyan, kendine çevre olabilen bir varlık.

Kendime çevreyim: Kendimle diyalog halindeyim, etkileşim içindeyim. Kendimin ayırındayım, kendimi bütünlüyorum, çevremlerle birleşiyorum, kendimi keşif yolundayım, kendimi araştırıyorum. Çevreme kendimim: Çevremde kendim olarak yaşıyorum, çevremim içinde yok olup gitmiyorum. Kendime çevre, çevreme kendim olabildiğim için, çevremlerle giriştiğim etkin ilişki içinde, benimle kendi olanları farkedebiliyorum. Onlar tarafından çevreleniyor, onları çevreliyorum.

Kendine çevre, çevresine kendisi olanlar, yeni çevre yorumlarını deneyebilirler.



# Çevrenin Odağı İnsan

Büyük ve öyle sanıyorum ki İyl Beyaz Reis,  
Bize topraklarımızı satın almak istediği haberini yolluyor.  
Toprağımızı alma isteğiniz üzerinde düşünceğiz.  
Halkım, Beyaz Adam'ın almak istediği nedir diye soracak.  
Bunu bizim anlamamız zor.  
Eğer o güzelim havanın,  
Köpüren suyun sahibi biz değilsek,  
Onu bizden nasıl alabilirsiniz ki?

1855'te topraklarını satın almak isteyen  
ABD hükümetine  
Dwam kızılderilli reisin cevabı.

Yaklaşık olarak 4.5 milyar yıldır yoğun ve sürekli bir devinim içerisinde değişerek-dönüşen doğanın, diğer canlılar gibi bir ürünü olan, olağanüstü düşünme yeteneğine sahip insan... Yaklaşık 4.4 milyon yıl önce dik yürümeye, 2.4 milyon yıl önce taş alet yapmaya, 1.5 milyon yıl önce ateşi kullanmaya, ikiyüzbini yıl önce konuşmaya, altmışbin yıl önce ölülerini çiçekler içinde gömmeye, elli bin yıl önce kozmetik ürünleri üretmeye, otuzbeşbin yıl önce ticaret yolları kurmaya ve yirmibeşbin yıl önce elbise dikmeye, yine aynı dönemde ok atmaya, buna yakın dönemlerde hayvan evcilleştirmeye, yaklaşık dokuzbin yıl önce ev yapmaya, paralelinde tarıma ve bu teknolojilerini ilerleterek en sonunda fabrikalar, gökdenler, otomobiller, silahlar, uçaklar ve bilgisayarlar üretmeye başlayan insan...

Tüm bunları yapabildiği için kendisini doğanın efendisi-hükümdarı ilan edebilen insan. Zamani bulmuş ve tarih yazabilmiş çıplak maymun. Tarihi keşfettiği için tarihin tek öznesi, yönetmeni, oyuncusu. Diğer canlılara; semenderlere, kaplumbağalara, su aygırlarına, zebra-lara ve onların diğer dostlarına sadece yaşamın tarihinin figüranı olma rolünü vermiştir. Çünkü onlar çevrelerine doğudan, batıdan; realist, sürrealist ya da romantik bakamazlar. Çevrelerinden bihaberdirler. Bu yüzden çevreyi çerçeveleyemezler. Ve maalesef çevrenin en büyük öznesi-tarınsı olan insan tarafından, çevrenin nesnesi olmak onların yazgılarıdır. Oysa karıncalardan, arılardan tutun da martılara, atlara kadar birçok hayvan insandan daha yoğun bir çevre bilincine sahiptir. İnsan haricinde bütün diğer canlılar çevresini çevrem kılar. Hayvanların bilinçleri, özellikle yaşadıkları alana karşı oluşturdukları çevre bilinçleri gelişmiştir. Tek değeri para olan sistemin yarattığı, televoleci, kozmetikçi, kendine ve doğaya yabancılaştırmış olan insanlar çevrelerinin farkında değillerdir.

Buzullardan tutun da çöller kadar her yerde yaşayabilen insan, çevreyi kendi doğasına göre

çerçeveler. Böylece çerçevesi olmayan çevreler bir anlam kazanmış olur. Çünkü şuracıkta varlığının tarihi 2.5 milyon yıllık olan insanoğlu, yaşam tarihleri ondan milyonlarca yıl daha önce başlamış ve halen süren gergedanların, fillerin ve zürafaların çevreyi yorumlayamayacaklarını iddia eder. Oysa bir canlınin yaşam alanındaki hayatta kalabilme süresi ve başarısı onun çevreyi ne kadar yorumlayabildiği ve onda meydana gelen değişimlere ne kadar uyum sağlayabildiğine bağlıdır. Çevreyi-doğayı sadece insanın yorumlayabileceğini (çerçeveleyebileceğini) ya da anlayabileceğini sanmak, kendini doğadan, yani diğer canlı dostlardan, çok boyutluluktan ve kuramsallıktan uzak, sabit bir anlayışa mahkum etmektir.

İnsan çevre yorumunu kendisini merkeze (antroposentrik) almadan yapmak durumundadır. İnsan içindeki çevresi ile kendisini, doğanın ve yarattığı çevrenin bir parçası hissetmelidir; fakat onun kendi iç çevresi, doğayı sorumsuzca sövmeye programlı inatçı bir ruhtur.

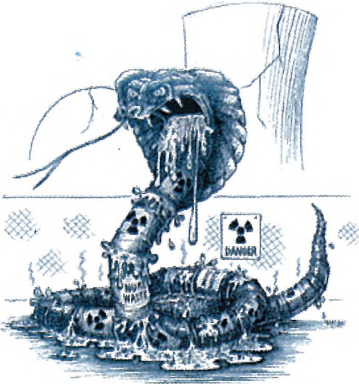
Okularımızda çeşitli biçimlerde çevre eğitimi veriliyor. Bu eğitimle insanın içinde bulunduğu "insan kalabalığına" inat, kendine ve doğaya, yalnızlaşmış-yabancılaştırmış-duyarsız-seyirci bir çevre oluşturuluyor. Hayvan ve insan dostlarımızın metalaştırılıp tutsaklaştırma çerçevesi bir çevrede, yürekleri tutsak, bilinci demir parmaklıklar arkasına çerçevelemiş köleler yaratılıyor. Ne kendinde bir çevre ne de çevresinde kendi var. "Benim çevreme çevre olmayan insan bin yıl yaşasın" ya da "her insan kendi çevresini kendi çerçevesi" gibi...

Canlısıyla cansızıyla, üzerinde yaşadığım çevrenin bir parçasıyım. Diyalektik doğanın ürünü tüm canlı dostlardan biri de benim, bunun farkındayım, kendim ayırdındayım. Doğanın değişimlerinin çerçevesini artık kendi değişikliklerinin çerçevesi içine alan işgalci-sömürgeci-yağmacı-tüketim çılgını bir çevrenin karşındayım. Bu çevrenin çerçevesi içinde kendi olarak yaşayamayan; yok olan tüm canlı dostlar gibiyim. Bazen yüreğim Somali'de inci dişli, kardeş gülüşlü zenci bir çocuk, bazen de Asya'da siyah-beyaz, hüznü yüzlü bir panda. Kendimi bir inceleme konusu haline getiriyorum ve çevre ile kendim arasında, ne çevreyi kendimleştiriyorum ne de kendimi çevreleştiriyorum. Kendi türümün sömürgeci-tutsaklaştırıcı-tarihsizleştirici-kimliklesizleştirici yani çevresizleştirici çerçevesine inat, en eski atalarımın ruhlarını çevre ederek daha eko-lojik (oiko-logical) düşüncelere sahip komünler içerisinde çevremi düşünüyorum ve çerçeveleyiyorum.

Ferhat Kaya

AÜ DTCF Fizik ve Paleoantropoloji Bölümü  
paleolife@yahoo.com

# Bir Ölüm Kalım Meselesi Üzerine



*Yaşlanma nedeninin sadece zaman olduğunu sanır insan; oysa ki bu bir yanılgıdır. İnsanı asıl yaşlandıran çevre etkileridir. Çünkü İnsanın ömrünün ölçüsünü çevreyle kurduğu ilişki belirler. Yani çevre sorunu bir ölüm kalım meselesidir.*

**Cevriye Arzu Aydoğan**  
ODTÜ Felsefe Bölümü Öğrencisi

**Y**aşarken, tüm düşünce, inanış ve davranışlarınızı belirleyen, tamamen bize ait olan bir 'değer sıralaması' kullanırsınız. 'Değer sıralaması' sizin için neyin ne kadar değerli olduğunu gösteren bir listeye benzer ve siz hayatınızı 'değer sıralamanıza' göre yaşarsınız, inançlarınızı ona göre kurarsınız, çevrenizle bütün ilişkinizi ona göre düzenlersiniz. Ve en önemlisi, 'değer sıralaması' kişinin sahip olduğu ahlak anlayışının temelini oluşturur.

Bu yazı, insanın çevre ahlakını kurarken kullandığı değişik değer sıralamalarını ve bu farklı değer sıralamalarının sonuçlarını anlatmayı amaçlıyor. İlk ele alınacak olan 'değer sıralaması', en yüksek değeri insana ve insanın çıkarlarının tatmin edilmesine verir. Bu 'değer sıralaması' mekanist dünya görüşünden doğar ve insan ya da toplum merkezilik olarak adlandırılır.

## İnsan Merkezci Ahlak Görüşü

Mekanist dünya görüşüne asıl temelini kazandıran bilimsel gelişme, mekanik doğa anlayışının iki önemli temsilcisi Galileo (1564-1642) ile Newton'un (1642-1727) geliştirdiği matematiksel fiziktir. Çağımızın doğa anlayışı, matematiksel fiziğin evren anlayışının sonucudur. Matematiksel fiziğe göre evren, "uzay ve zaman içindeki atomlardan oluşan maddenin hareketlerinden ibaret, engin, kendi içinde kapalı matematiksel bir makinedir."<sup>1</sup>

17. yüzyılın ortalarında gelişen bu yeni gerçeklik anlayışı, o zamanki Avrupa'da günlük ekonomik yaşamın önemli bir parçası haline gelmiş olan, saatlerle, değirmenlerle, güç üretici makinelerle bir dizi varsayımı paylaşır<sup>1</sup>. Evren bir makine gibi bitmiş ve tamamlanmış, kendi içine kapalı sistem olarak algılanır. Bu anlayışa göre makinenin öğeleri arasındaki ilişkiler ilk ve son kez belirlenmiştir. Hiçbir şeyin çığneyemediği yasalara göre sabit düzenini bozmadan işleyişini sürdürür. Buna göre evren, son derece ayarlı, "her süreci değiştirilemez bir şekilde zorunlu, yalın, düzenli bir sistemdir."<sup>2</sup> Bir saat gibi bir kez kurulmuş ve hep öyle işleyip durmaktadır. Bu nedenle nedensel bir evrendir. Evrende olup biten olayların nedeni, ileride



ulaşılacak bir amaç değil, uzay-zaman içinde yer alan önceki olaylardır.

Russel'in sözleri böyle bir ruh taşıdığı varsayılan evren karşısında insanın durumunu berraklıkla yansıtır: "Ana hatlarıyla, böylesi, ama hatta daha amaçsız, daha anlamdan yoksun olan bilimin inanmamız için bize sunduğu dünyadır. (...) İnsanın, ortaya çıkardığı sonuçlarla ilgili hiçbir öngörüsü olmayan nedenlerin ürünü olması; insanın kökeninin, büyümesinin, umut ve korkularının, sevgi ve inançlarının, atomların tesadüfi düzenlenişinin sonucundan başka bir şey olamaması; hiçbir hırslın, hiçbir kahramanlığın, hiçbir düşünce ve duygu yoğunluğunun mezarın ötesinde bireysel bir yaşama sahip olamayacağı; yüzyılların tüm çalışmalarının, tüm adanmalarının, tüm özelemlerinin, insan dehasının sönüp gitmesinin mukadder olması ve insan başarılarının bütün kutsal mabedinin harab olmuş bir evrenin enkazı altında kaçınılmaz olarak gömülmek zorunda kalacağı – tüm bunlar hiç tartışmasız değilse de gene de hemen hemen öyle kesin şeylerdir ki onları yadsıyan hiçbir felsefe ayakta kalmayı umut edemez."<sup>3</sup>

Mekanist görüşün bilgi anlayışı yararçı ilke temelli anlayıştır. Bilgi, olayları denetim altına almak ve doğaya egemen olmak için araç olarak görülür. Bacon'un (1561-1626) özdeyiş haline gelen sözlerinde ifadesini bulduğu gibi, "Bilgi kuvvettir". Bu nedenle, bilimsel araştırmaya kendi başına değerli olduğun için değil, yararlı sonuçlara ulaşmak için sürdürülür. Comte (1798-1857) da aynı görüştedir: Bilmek önceden görmek içindir, önceden görmek de egemen olmak içindir. Egemen olmak ne içindir? Maddi refahı gerçekleştirmek bir amaçtır fakat egemen olmak da başlı başına bir amaç haline gelir.

Mekanist görüşü savunan bilim adamı gerçekliğe ilişkin her şeyin ilkece bilimsel metotlarla bilinebileceğine ve açıklanabileceğine inanır. İnsanlığın karşılaştığı her sorun bilim ve teknolojinin işbirliği ile çözülebilir. Diğer sorunlar gibi çevre sorunlarını çözmek için etik ve politik alanlarda herhangi bir değişiklik yapmaya gerek yoktur. Çevre sorunları da "daha çok teknoloji" ile çözülebilecek bir sorundur (teknolojinin her şeye gücünün yettiğini savunan saplantı).



Mekanist görüş içinde iki tür ahlak anlayışından söz edilebilir: *Ben-merkezcilik* ve *toplum-merkezcilik*. Ben-merkezci ahlak, herkesin kendi çıkarlarını ve iyiliğini en üst seviyeye çıkaran şekilde eylemde bulunmaları gerektiğini savunur. Toplum-merkezci ahlak öğretilerinde de birey merkeze alınır; fakat bireyin çıkarları ile toplumun çıkarlarını uzlaştıracak kabuller (kurallar) vardır.

Mekanist görüşün ahlak anlayışında (bu ister ben-merkezci olsun ister toplum-merkezci olsun) doğa, insanın çıkarlarını doyurulmasında bir amaç olarak görülür. Açıkçası bu düşünüş insan-merkezcidir. İnsan-merkezcilik, ahlak ilkelerinin ancak insanlar için söz konusu olabileceğini, insanın ihtiyaç ve çıkarlarının en yüksek değer ve öneme sahip olduğunu iddia eden görüştür. İnsan-merkezcilik insana, yine insan tarafından doğadaki varlıklardan daha fazla değer verilmesidir.

Aquinalı Thomas, en üstten en altasıralanan bir "Varlık Zincirinde" en akıllı varlıkların en üstte, akıldan en yoksun varlıkların da en aşağıda olduğunu ileri sürer. Ona göre bir varlık akla sahip olduğu ölçüde mükemmeldir. Zincirin en üst halkasında Tanrı, onun altında melekler, meleklerin altında insanlar, insanların altında diğer varlıklar vardır. Thomas'ın bu 'değer-sıralaması' oldukça kabul görmüş bir sıralamadır. Aslında şaşırtıcı olan böyle bir sıralamanın insanın kendi eseri olduğunu unutmamasıdır. Bu sıralamanın sahibi, bir susamurunun yaptığı barajla insaninkini kıyasladığında, kendi eserini övgülere boğmaktan, aklını taçlandırmaktan alıkoyamaz 'kendini'. Oysa gerçekte su samuru da kendi ihtiyaçlarını karşılayacak barajı en hatasız şekilde yapmayı başarmıştır. Thomas'ın 'değer sıralaması' insanın zaaflarına hizmet eder ve dünya üzerinde bu sıralamanın doğru olduğuna dair hiçbir kanıt mevcut değildir.

Günümüzde teknoloji, insan eyleminin hem etkisinin şiddetini, hem de bu etkinin kapsamını genişletmiştir. Bir güç olarak teknoloji, kuşkusuz, yapıcı amaçlarla da kullanılabilir, yıkıcı amaçlarla da. Bu bakımdan günümüz teknolojisi insanın hem yapıcı, hem de yıkıcı etkisini geliştiren



Foto: Fatih Sönmez



tirmiştir. Geline bu nokta insanın kendi anlayışını da değiştirmiştir. Teknolojinin insana sağladığı etkileme gücünü yaşamak, insana doğa karşısında kendini güçlü görme ve özgüven duygusu sağlamıştır.

İnsan merkezci düşünüş, çevre açısından ağır sonuçlar doğurur. İnsanın diğer varlıklara karşı, sadece kendi çıkarlarını gözeterek, istediği muameleyi yapabileceği anlayışı insanın üstün olduğunu düşünmesinden kaynaklanır. Her ne kadar mekanik bir evren anlayışı insanın doğaya karşı kibirli, tahripkar, sömürgeci bir tutumla yaklaşmasını gerektirmese de, bu tarz bir tutumu engellemez de. İnsan merkezci ahlak kuramlarının gelişebileceği en son sınır, aydınlanmış öz-çıkarcı anlayışı olabilir. Aydınlanmış öz-çıkarcı ilkesi doğaya karşı alınan tutumda, insanların uzun vadeli çıkarlarına zarar verilmesini engeller. Bu ilke de insanın çıkarlarına en iyi hizmetin verilmesini amaçlar.

Mekanist görüşün doğurduğu, insanı en değerli gören 'değer sıralaması', bugün insanın ihtiyaçlarını karşılayamaz bir hal almıştır; çünkü hatalıdır. İnsanın doğadan bağımsız olarak varolamayacağını kavrayamaz. İnsan, doğanın üstünde mutlak bir egemenlik kurduğunu düşündüğü anda, doğa insana dersini vermiştir; kirlilikten doğan küresel ısınma, aşırı nüfus artışından kaynaklanan kıtlık veya ormanların tahrip edilmesinden doğan hava kirlenmesi doğanın açık-



ça verdiği cevaplardır. İnsan doğaya egemen olmamıştır.

O halde doğru 'değerler sıralaması' nasıl yapılmalıdır? Sorulacak önemli soru 'değer' kavramının doğasına aittir. Bir şeyin hakiki değeri onun özüne ait olmalıdır, ondan koparılamaz ve değişmez olmalıdır. Calli-cot özsel değer kavramını şöyle açıklar:

"Bir şey kendinde ve kendi başına değerli ise, yani onun değeri yararlı oluşundan kaynaklanmıyor, fakat başka bir şey ya da kimse açısından herhangi bir yarar ya da işlevden bağımsız olarak değerli ise, özsel olarak değerlidir."<sup>3</sup> Özsel olarak değerli olan bir şey, onun değerini takdir eden kişiden bağımsız olarak değerlidir. Yani ona değer veren kimse olmasa da, o, kendi içinde değerlidir.

Buna göre ikinci olarak ele alınacak 'değer sıralaması' özsel değer kavramını temel almalıdır. Bu durumda en önemli ve en değerli olan insan değil, fakat insanı da içine alan çevredir ve bu görüşe çevre merkezci ahlak denir.

## Çevre Merkezci Ahlak Görüşü

Çevre merkezci filozoflara göre, çevre sorunları doğayla kurduğumuz yanlış ilişkilerin, 'yanlış' ilişkiler de dünyaya 'yanlış' bir bakışın, yani dünyayı 'yanlış' bir biçimde görmenin sonucudur.

Çevre merkezci görüşün bilimsel olmayan kökenleri Platon'a kadar giden Varlık Zinciri fikridir, bu fikir Batı biliminin ve felsefesinin, evrenin nasıl çalıştığına ilişkin ağırlığı olan yorumlardan biri olmuştur. Varlık Zinciri evrenin organik kuruluşuna ilişkin bir fikirdir. Bu fikre göre evren, en önemsizden en önemli ve karmaşık yapıya olana yönelmiş, derece derece birbirine bağlanmış bir dizidir. Çevre merkezci ahlakın doğa tasviri, Varlık Zinciri fikrini yakından çağırır. Bu iki fikrin keştiği en önemli iki noktadan ilkinde, karşılıklı bağımlılık ve süreklilik söz konusudur. Zincirdeki her halka bütün yapıyı sürdürmek için gereklidir; sistemdeki her halka-



Foto. Metin Sener



nin varlığı diğerlerine bağlıdır; daha açık olarak her hal-ka karşılıklı bağımlılık içindedir. İkincisinde (Varlık Zinciri fikrinde), çevre-merkezci anlayışta olduğu gibi, hem canlı hem de cansız varlıklar bütün olarak ele alınır.

"Örgü öyle karmaşıktır ki, düzensizmiş gibi görünür. Fakat yine de sistem kendisinin ileri derecede örgütlenmiş bir yapı olduğunu kanıtlar. Onun işleyişi çeşitli parçaların işbirliğine ve rekabetine bağlıdır."<sup>4</sup> Ekosistemlerin gerek kendiliğinden, gerekse insan etkisiyle değişmesi sonucu, besin zincirinin uzunluğu, halkaların sayısı, birbirine bağlantı biçimleri, başka deyişle enerjinin akış kanalları ve yönü değişir. Sistem bazı değişikliklere kendini uyarlayabilir, fakat değişikliklere uyum sağlayamazsa çöker. İnsanın anlamakta geç kaldığı bu sonuç bugün ivedilikle ele alınmalıdır.

Aydınlanma döneminde ilerleme fikrinin geniş kabul görmesi şartıcı değildir. Çünkü o zaman, bilimin ve teknolojinin getirdikleri gözleri kamaştırarak kadar büyük, buna karşılık gelen zarar ise hissedilemeyecek derecede azdır. Fiziksel çevrede ciddiye alınacak bir bozulma; dünya içindeki canlılarla birlikte bir çok kez yok edilebilecek bir nükleer silah stoku ve kullanımı; teknolojiye sıkı bir bağımlılık, ozon tabakasının yırtılması ve aşırı nüfus artışı gibi sorunlar yoktur. Bugün ise bu sorunlar tüm heybetiyle karşımızdadır. Çevre merkezci görüş bu sorunları ya-

ratan teknolojiyi ve 'ilerleme' fikrini sorgulamaya başlar.

Bilim ve teknoloji insanın doğa üstündeki egemenliğini arttırmıştır. Fakat buna karşılık, çevre kirlenmesi doğanın insanın kontrolünden çıktığını göstermektedir. Sonsuz 'ilerleme' fikri, doğanın ilerlemeye bir sınır koymadığını varsayıyordu. Fakat bütün doğal türlerin ortadan kalkması, fosil yakıtların bitmek üzere olması, kirlenmenin hızla yayılması, ekosistemdeki dengelerin bozulması, tarihsel ilerlemenin bir sınırla karşılaştığını gösterir niteliktedir.

Eğer çevre sorunları insan eylemlerinden kaynaklanıyorsa, bu sorunlara yol açtığı düşünülen insan eylemlerini yasaklayan, varolan sorunları ortadan kaldıracak ve yeni sorunlara yol açmayacak bir ahlak düzeni kurulmalıdır. Sonuç olarak çevre felsefesi alanındaki çalışmaların ahlak sorunları üzerinde odaklanması şartıcı değildir. Kurulmaya çalışılan yeni ahlak düzenleri, insanlara bazı eylemleri yapma veya yapmama konusunda ahlaksal yükümlülükler getirir ve bu yükümlülükler için akla uygun gerekçeler bulmaya çalışır.

Günümüzün, bence en doğru ve gerçeğe en uygun 'değer sıralamasını' Leopold, toprak ahlakı görüşü ile yapmıştır.

## Toprak Ahlakı

Aldo Leopold (1887-1948) çevre ahlakını ekoloji bilgi-

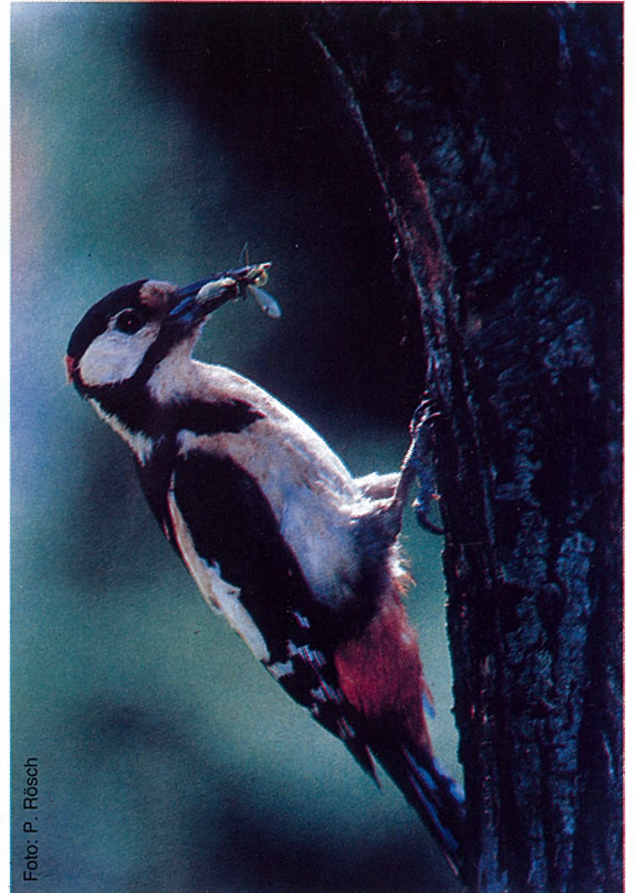


Foto: P. Rösch



sinden çıkararak ilk düşünürdür. Leopold ormancılık eğitimi görmüş ve bütün meslek yaşamı kaynak korumacılığı hizmetlerinde geçmiş bir yazardır. Leopold'un yeni bir ahlak düzenine ihtiyaç duyması, kaynak korumacılığı eğitiminde gözlediği bir eksiklikten kaynaklanmaktadır. Amerika'daki kaynak korumacılığı hareketinde Pinchot'un fikirleri egemendir. Hareket, doğaya insan merkezci ve insan çıkarlarına en yüksek faydayı getirmeyi amaçlayan faydacı düşünüş açısından bakar. Onun için doğa, insan çıkarları için 'akıllıca' kullanılması gereken ekonomik bir kaynaktır. Leopold, yüz yıllık bir propagandaya rağmen kaynak korumacılığında hala bir kaplumbağa hızıyla yol alındığını gözler. Başarısızlığın üstesinden gelmek için, bu gibi durumlarda hep yapıldığı gibi, "daha çok eğitim" dendiğini görür. Leopold, mevcut eğitimin kaynak korumacılığı eğitimini "yasaya uy, oyunu doğru kullan, bir örgüte katıl ve kendi toprağında karlı olan kaynak korumacılığını uygula; hükümet en iyisini yapacaktır biçiminde formüle eder. Ona göre, bu formülün içeriğinde bir şey eksiktir. Bu eğitim, hangi eylemlerin ahlaksal bakımdan doğru ya da yanlış olduğunu tanımlamaz, hiçbir yükümlülük yüklemeyi, hiçbir fedakarlık çağrısında bulunmaz, günün varolan 'değer' düşüncesinde hiçbir değişiklik ima etmez. Bu eğitim ekonomik öz-çıkarın zorladıkları dışında hiçbir yükümlülükten

söz etmez. Böyle bir eğitim ancak ekonomik değeri olan bitki ve hayvan türlerinin ve ekosistemlerin korunmasını talep eder. Yararsız görünen türlerin ise yok edilmesinde hiçbir sakınca görmez, bu türlerin var olma hakkını tanımaz. Böylece ekosistemdeki ticari değeri olmayan fakat ekosistemin sağlıklı işleyişi açısından gerekli olan birçok öge unutulur ve yok edilir. Bu türde yapılan eğitimin sonucu daha az tarımsal toprak, daha az orman ve daha çok sel olmuştur. Yamaçlardaki ormanı kesen ve sığırlarını orada otlatan çiftçi toplumun hala saygı gösterilen bir üyesi olarak yaşamaya devam eder. Kaynak korumacılığı yolu, beyhude olduğu ya da hatta tehlikeli olduğu anlaşılmış olan iyi niyetlerle döşenmiştir. Çünkü, iyi niyetler gerek toprağa gerekse ekonomik toprak kullanımına ilişkin eleştirel bir anlayıştan yoksundur. Leopold geliştirdiği toprak ahlaki düzeni ile kaynak korumacılığı eğitiminde gördüğü bu boşluğu doldurmaya çalışır.

Toplumsal vicdanın insanlardan toprağa doğru genişletilmesi, insanın toprakla ilişkilerinin ahlaki bir sorun haline gelmesidir. Öyle ki toprağa karşı doğru eylemler toplum tarafından kabul edilsin, yanlış eylemler de kınansın; toprak sadece ekonomik bir çerçeveden değil, estetik ve ahlaki açıdan da görülsün. İnsanoğlunun toprağa karşı düşüncesindeki bu değişime ancak düşünsel vurgularında, bağlılıklarında, duygu-





Foto: Reha Bilir



Foto: Gökhan Demirer



larında ve inançlarında içsel bir değişiklik olduğunda mümkündür

Bütün ahlak düzenleri, bireyin bir toplumun üyesi olduğu öncülüne dayandığından, Leopold, topluluğun sınırlarını toprak yüzeyini (soil), suları, bitkileri ve hayvanları ya da hepsi birlikte "toprağı" içerecek biçimde genişletir. Topluluğun sınırlarının genişlemesiyle ahlaki sorumluluğun sınırları da genişler. Leopold'a göre bu genişle(t)me, hem evrimsel bir olasılık, hem de ekolojik bir zorunluluktur. Evrimsel bir olasılıktır; çünkü, çok eski zamanlardan beri ahlaksal değerlendirmeye konu olan ilişkiler alanı sürekli genişletilmiştir. Ahlak topluluğunun sınırları durağan değildir. Sürekli genişleme eğilimindedir. Leopold ahlaki ilişkilerin günümüze kadar olan gelişiminde iki aşama ayırdeder. Birinci aşamada ahlak, bireyler arasındaki ilişkilerle sınırlıdır. İkinci aşamada birey ile toplum arasındaki ilişkilerde ahlakın alanına girer. Bu durumda Toprak Ahlakı evrimsel üçüncü aşamadır. Bu ahlaki evrim, bir bakıma kendini ahlaklı sayan maymundan insana geçiş olarak da görülebilir.

Toprak Ahlakı doğal kaynakların değişikliğe uğratılmasını, işletilmesini ve kullanılmasını (başka bir deyişle insanın doğaya müdahalesini ve kendi amaçları için doğal kaynaklardan yararlanmasını) engellemez. Fakat, diğer üyelerinde sürekli varoluşu ve hiç değilse belli yerlerde doğal bir durumda sürekli varolma hakları olduğunu kabul eder. İnsan olmayan varlıklar da özsel değere

sahiptir. İnsan hem biyotik topluluğun diğer üyelerine ve hem de kendi başına topluluğun bütününe saygı duymalıdır. İnsanın diğer varlıkları "kullanması", araç olarak kullanmaktan ya da sömürmekten çok, birlikte yaşama, işbirliği, yardımlaşma olarak anlaşılır.

Öyle ki 'değer sıralamanızı' yanlış yaparsanız bir sabah kalktığınızda radyodan şöyle bir haber duyabilirsiniz: "Laboratuvar ortamında özenle korunan son Japon da bu sabah hayata veda etmiştir, ve böylece Japonlar dünya üzerinden silinmiştir, sırada Türklerin olduğu tahmin ediliyor." Bugünü yaşayan insana çok uzak gelen bu gerçek, günümüz insanının çevre konusunda hiçbir sorumluluk duymamasına sebep olur. Oysa insan her an çevre ile ilişki içindedir. Nefes aldığınızda sizi saran, hava niyetine ne varsa onu içinize çekersiniz ve birden çevrenin bir parçası sizin bir parçanız halini alır. Bir elma için de aynı şey söz konusu. Elma her şeyini topraktan alır ve siz onu ısırduğunuzda toprağın bir parçası sizin olur. Ve toprağınızda ne varsa, hava da ne varsa sizin tüm vücudunuzda da onlar olur. Peki, bu ne sonuç doğurabilir?

İnsanı yaşlandıran etkinin sadece zaman olduğunu sanır insan, oysa ki bu komik bir yanılgıdır. İnsanı asil yaşlandıran çevre etkileridir. Sürekli çevre ile ilişki içinde bulunan insan vücudu bir kimya fabrikası gibi çalışır, bu fabrikanın doğru çalışmasını da ancak doğru girdiler sağlar. Aksi takdirde ömrü kısalmır. İnsanın ömrünün ölçüsünü çevreyle kurduğu ilişki belirler; yani çevre sorunu bir ölüm kalım meselesidir.

#### Kaynaklar

<sup>1</sup>Burr, N.Y., 1954. The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science, Doubleday Anchor Books, 74-104.

<sup>2</sup>Russel, 1963. Mysticism and Logic, London Unwin Books, 41.

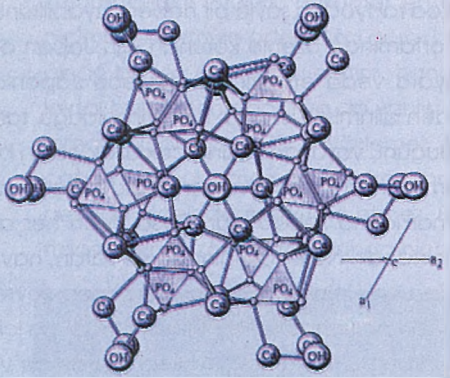
<sup>3</sup>Callicot, 1989. In Defense of the Land Ethics, State univ. Of New York Press, Albany, 131

<sup>4</sup>Aldo Leopold, 1989. A Sand County Almanac, Oxford univ.Press, 216.





# Tıbbi Jeoloji



Hidroksilapatit'in kristal yapısı

*Tüm dünyada yerbilimciler, biyotedaviciler ve halk sağlığı uzmanları arasında tıbbi jeoloji konusunda ortak çalışmalar yapılmaktadır. Böyle ortaklıklar binlerce yıldır insanları rahatsız eden birçok sağlık problemini azaltmak ve hatta yok etmek için birer fırsattır.*

Çeviri: Ali Rıza Çolakoğlu  
MTA Genel Müdürlüğü  
alic@mta.gov.tr

Vücudumuza çevremizden nelerin girdiğini hiç düşünmeden yer, içer ve nefes alırız. Doğal maddelerle olan bu etkileşim çoğumuz için tehlikesiz gibi görünür ve yaşamak için de bunları yapma zorunluluğumuz vardır. Ancak eser element ve minerallerle olan bazı etkileşimler zarar verici, hatta öldürücü olabilmektedir. Bu etkileşimler hızlı gelişen yeni bir alana, yani tıbbi jeolojinin alanına girmektedir. Bu alanın içine yerbilimleri dışında tıp, veterinerlik, halk sağlığı, çevre, tarım ve biyoloji bilimleri girmektedir. Tıbbi jeoloji, jeolojik maddelerin ve süreçlerin insan, hayvan ve bitki sağlığı üzerinde hem iyi, hem de kötü olabilecek sonuçlarını inceler.

Daha geniş anlamda tıbbi jeoloji, minerallerin ve eser elementlerin eksikliği veya fazlalığı, çevrenin teneffüs edilmesi, volkanik püskürmelerdeki mineral tozları, organik bileşenlerin taşınması, şekil değiştirmesi ve miktarı; mikrop ve virüslerin araştırılması konularıyla ilgilidir.

Bu bilgi dalının adı yeni olabilir, fakat jeolojik maddelerin insan sağlığı üzerinde etkileri binlerce yıldır bilinmektedir. Kodiak'da (Alaska) Karluk Arkeoloji sahasında korunmuş olarak bulunan 7000 yıllık bir insan saçında, analiz değerlerinin sağlık belirtileri muhtemelen zaman içerisinde artmış veya eksilmiş olma ihtimaline rağmen civa, kadmiyum ve selenyum miktarları ölçülmüştür. Teneffüs edilmiş kurum-toz taneleri en az 5000 yaşındaki Tyrelean buz adamının korunmuş akciğer dokusunda tespit edilmiştir. Bu kişi, kuvars taneleri içeren ince mineral kristalleri teneffüs ettikten sonra solunumla ilgili hastalıktan rahatsızlanmıştır.

2400 yıl önce Hipokratlar ve Helen yazarları insan hastalıklarının coğrafik dağılımlarını çevresel faktörlere bağlı olarak tanımlamışlardır. İ.Ö. 300 yılında Aristotle madencilerde kurşun zehirlenmelerinden söz etmektedir. Buna karşın kayaçlar ve mineraller binlerce yıl veba, çiçek hastalığı ve humma gibi hastalıkların tedavilerinde kullanılmıştır.

Bilim adamları 300 yıl önce jeolojik maddeler, süreçler ve tedavi koşulları arasındaki bağlantıları incelemeye başladılar. Bununla birlikte birkaç on yıl önce tıbbi jeoloji Amerika Birleşik Devletlerinde bu konuda bazı uzman kişilerin, jeologların haddini aşar bir şekilde tehlikeli olarak hastalık bilimi ile ilgilendiklerini farketmesiyle bazı

açılardan gözden düşmüştür. Şu anda Birleşik Devletler Jeoloji Araştırma Kurumu (USGS) ve Çevresel Sağlık Bilimleri Ulusal Enstitüsü arasında kurulan işbirliği, ayrıca yardım kuruluşlarının birkaç bilim dalı arasında yapılacak araştırmaların önemini anlatan açıklamalara başlamasıyla tıbbi jeoloji bilim dalı tekrar gelişmektedir. Şu anda tüm dünyada yer bilimciler, biyotedaviciler ve halk sağlığı araştırmacıları arasında tıbbi jeoloji konularını çok geniş bir biçimde ele alan bir çok ortak inceleme yapılmaktadır.

Burada tıbbi jeoloji çalışmalarının, minerallerin ve eser elementlerin insan sağlığı üzerindeki etkilerini gösteren üç yeni örneğini sunuyoruz ve bu alanda yer bilimcilerin toplumumuza ilave bir katkı yapması için aynı zamanda bir fırsat yaratıldığının altını çiziyoruz.

## Asbest, Toz ve Mantarlar

Tozlar insan sağlığı problemleriyle uzun bir zamandır bağlantılı olmuştur. Hastalık ile asbest içeren tozlar arasındaki bağlantı buna bir örnektir. Diğer bir örnek ekolojik ve insan sağlığı problemlerine neden olabilecek boyutta, bir okyanusu geçebilecek şekilde tozların taşınabildiğinin anlaşılmasıdır. Örneğin toprak mantarı sporları ve insan tarafından üretilmiş böcek zehiri veya arsenik ve civa ağır metalleri gibi doğal toksinlerin mikrop veya virüs taşıyabileceği USGS'den Gene Shene ve diğerleri tarafından yapılan araştırmalarda ortaya konmuştur.

Analitik tekniklerdeki gelişmeler, aynı zamanda yer bilimcileri, ekolojik bilimleri ve tıbbi bilimler gibi farklı birimler arasında yapılan araştırmalar, tozların yerel ve global ölçekte insan hastalıklarındaki rolü üzerinde yeni bakış açıları sağlamaktadır.

Asbest konusunda yalnız mesafe katedilmemiş, aynı zamanda açıklanamayan bazı soruların yanıtlanmasına katkı sağlanmıştır. Asbesti teneffüs etmek akciğer kanserine ve kötü huylu habise olduğu gibi akciğerde asbestli bir dokuya neden olur. Asbestin bu ve olabilecek potansiyel zararları onlarca yıldır çalışılmakta ve tanımlanmaktadır. 1970 ve 1980'li yıllarda tedavi ve düzenleyici sonuçların çoğu, endüstri ve ticari uygulamalarda yaygın olarak bulunan asbestli maddelerin boyutu ve şekli üzerine olmuştur. Bunlar serpantin minerali olan ve çok yaygın olarak kullanılmış kriptozil ve asbest formundaki çok çeşitli amfibol minerallerinden grunerit, ticari olarak mavimsi asbest olarak bilinen ribekit, antofillit, tremolit ve aktinolitir.

1980'lerde yer bilimciler, tıbbi bilimcilere asbest olarak adlandırılan birden fazla maddenin tanımlanmasında ve farklı asbest maddelerinin aynı düzeyde kanserojen olmadığı konusunda yardımcı oldular. Örneğin, kriptozil asbestlerin amfibol asbestlerden daha az kanserojen olduğunu belirtmişlerdir.

Son bir kaç yılda mineral yataklarında ve kayaçlarda eser olarak bulunan asbestli minerallerin potansiyel sağlık üzerindeki etkileri halkın dikkatine sunulurak



Çin'in Guizhou bölgesinde bir kadın, kömürle yanan sobanın üzerinde biberlerini kurutuyor. Yakın çevreden toplanan kömürler arsenik içermekte; arsenik zehiri biberler vasıtasıyla insanlara geçmektedir.

bilgilendirilmiştir. Örneğin 1999'da The Seattle Post Intelligencer Libby'de (Montana-ABD) oturan halkın sağlık problemleriyle ilişkili olan asbestin bilimsel önemini geniş ulusal medya aracılığıyla dikkat çekerek duyurmuştur. Bölgede, birçok insan amfibollü asbest minerallerine maruz kalarak hastalanmıştır. Bu mineraller Libby'de işlenmiş vermikülit madeninde doğal olarak bulunmaktadır. Daha sonra bu maden işletmesi kapatılmıştır.

Libby'de yakın zamanda yapılan bilimsel araştırmalar sonucunda asbestin sağlık etkileri hakkında açıkta kalan bazı belirsizliklerin altı çizilmiştir. Örneğin, dünya'daki farklı asbest maddelerinin jeolojik oluşumları ne kataloglanmış ne de hastalık oluşumlarında ilgili bilimin sonuçlarıyla ilgilenilmiştir. Bu oluşumlar, insanlara yol yapımı, ocak içi çalışmalar ve doğal bozunmayla açığa çıkan tozlardan kaynaklandığından iyi anlaşılabilmiştir. Mineral bileşimi, vücut içindeki mineral çözünürlüğü, ortaya çıkışı, şekli gibi mineralojik karakteristiklerin rolü her bir asbest mineralinin toksininde rol oynar. Libby amfibollerini rihterit ve vinhit gibi geniş bir yelpazede olan bileşimlere sahiptir. Ayrıca lüfiden iğnemsî kristallere veya dilinim izleri gibi geniş bir çeşitlilik sunan doku türlerine sahiptir.

Tozlar ile insan ve çevre sağlığı arasındaki bağlantıla-





Çocukluk döneminde D vitamini eksikliği nedeniyle belkemiğinin aşırı bükülmesi (iskelet flourisizi) iskeletin bükülmesine neden olabilir.

ra diğer bir örnek de vadi humması ve astım gibi çeşitli hastalıklar ve toprak mantarı arasındaki bağlantıdır. Yine başka bir örnek, 1994'de Northridge depremi ile oluşan heyelanlar ve bunların toz bulutları GD Kaliforniya'da Simi vadisi yakınında oturan halk arasında vadi humması veya toprak mantarının (coccidioidomycosis) oluşmasını başlatmıştır. Heyelan, toprak mantarını (coccidioides immitis) açığa çıkararak vadi hummasına ve toz bulutları içinde insanda mantara sebep olmuştur. Yakın zamanda toprak mantarı (coccidioides immitis) Kaliforniya'nın GB kıyısının dışında deniz samuru topluluğunda bulunmuştur. Bu durum, toprak mantarlarının çevresel etkilere karşı çok geniş etkiye sahip olduğunu gösterir. Devam eden jeolojik araştırmalar, anahtar olabilecek bazı jeolojik belirsizliklerin anlaşılmasına yardım etmektedir. Bunlar; toprak oluşum süreçleri arasındaki etkileşim, iklim ve jeokimyasal karakteristikler ve C. immitis'in zenginleştiği toprağın kaynak kayacının belirlenmesi gibi araştırmalardır.

## Ne Yersen, Onu Yansıtırsın

İnsan iskeleti iki yüzden fazla kemiği ile türümüzü tanımlayan eşsiz bir yapıdır. İskelet kaslar için yapısal bir destektir ve dik durmamızı ve hareket etmemizi sağlar. İki yüzden fazla değişik şekle sahip kemiğin her

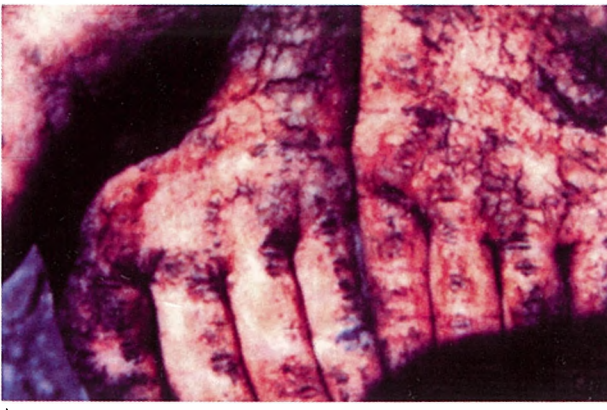
biri besinlerimizi depolar. Vücudumuz yiyecek ve içeceklerimizdeki elementleri kemik dokularında depolar.

Hidroksilapatit  $(Ca)_5(PO_4)_3(OH)$  kemikteki mineraldir. Biyolojik doku için ana sertleştirici ajandır ve özel kristal dokusu sayesinde doğal olarak oluşan elementlerin bulunduğu bir depo olarak görev yapar. İnce taneli apatitik mineralin oluşumu normal bir besinden kolaylıkla sağlanabilen kalsiyum ve fosforun desteğini gerektirir ve iskeletimizin mineralini sürekli kılmak ve kemik dokularını sürekli güçlü tutmak için özel hücreler tarafından parçalanır. Araştırmalar, uygun besin ve egzersizin sağlıklı bir iskelet için gerekli olduğunu göstermiştir.

Bugün daha yaşlı ve daha az aktif kişilerde genellikle kemiklerin bozulması, (osteopoprosis) insanların yiyecek ve içeceklerinde kalsiyum ve D vitamini eklemelerinin ve vücudun hormon dengesi için doğru bir şekilde almalarının gerekliliğini ortaya koymuştur. Gerçekte başka bir çok katyon, hidroksilapatitin kristal yapısında kalsiyumun yerini alır. Bu gerçek, ilginç sağlık karmaşasını beraberinde getirir.

Magnezyum, kalsiyumun yerini alan elementlerden biridir. Apatitik biyominerallerde magnezyum genellikle % 1'den azdır. Bu değer, diğer kayaç reaksiyonlarında apatitlerde bulunan miktara yakındır. Fakat bizim magnezyum için besin gereksinimimiz daha fazladır. Çünkü bir çok metabolik olayların yanında, kemiklerin gelişimi ve bakımı için yardımcı olabilecek anahtar bir elementtir. Kemik mineralinde magnezyum küçük değerdedir. Ancak sürekli tüketilmesi ve kemik dokusuna yeniden girmesi nedeniyle diğer metabolik olaylarda kullanılması mümkün olabilir. Magnezyum seviyesi yetersiz olduğunda kemik içinde bulunan magnezyum kaynağı önemli hale gelebilir.

Stronsiyum, kalsiyum yerine geçen bir diğer elementtir. Doğada stronsiyum konsantrasyonu yüksek ise stronsiyum-apatit gibi  $(Sr, Ca)_5(PO_4)_3(OH)$  ayrı bir apatit minerali oluşur. İnsan sağlığı için gerekli bir element olmasına rağmen, stronsiyum her zaman çok az miktarlarda bulunur. Kemikteki oranı bir kaç ppm'dir. Biyoapatit'de kalsiyumun bir kısmı içine stronsiyumun girmesi ihtimali 1950'lerde New Meksika'da nükleer bomba testi esnasında ulusal bir tartışma yaratmıştır. Ebeveynler nükleer patlamalardan düşen radyoaktif stronsiyum-90 zerrecilerinin, aynı şekilde kalsiyumun yerini alarak çocukların kemiklerine, süt içerek geçmesi sonucu kemik kanserine sebebiyet verme ihtimalinden endişe duydular. Radyoaktif elementin miktarı tüm ülkeden alınan süt örneklerinde çok az olarak tespit edilmiştir (gramda 11 picocuries den az). Stronsiyumun kalsiyumun yerine geçmesinde rol oynayan biyolojik ayırılma faktörü, stronsiyumun bitkiden hayvanlara (inek) olan transferinden sekiz kat ve minerali dokunun sıvı ve çökelmesi arasındaki transferinden de üç kat daha büyüktür. Sütte bulunan çok



İlerlemiş hiperkeratosis. Elleri kaplayan aşırı lezyonlar şiddetli arsenik zehirlenmesinin yaygın bir belirtisidir.

az miktardaki stronsiyum-90 radyoaktif maddesi, biyoapatitte yar alan kalsiyumun bünyesine olan tercihli katılımıyla çocukların kemiklerine çökelmektedir.

Apatit içine katılan iyonlardan biri de florudur. Flor her zaman eser element olarak bulunur. Bazı bölgelerde su da en yüksek değeri 14 ppm kadardır. Bu yüksek konsantrasyon 20. yüzyılın ilk on yılında benekli dişlerin nedeni olarak gösterilmiştir. Buna karşın, jeoloji ve sağlık arasında en önemli bağlantılardan biri olarak, içme suyuna 1 ppm flor ilave edilmesiyle, çocuklarda azalan diş çürümelerini ve diş sağlığı gelişimini gösterebilen çalışmaları kontrol edebilmekteyiz.

"Ne yersen onu yansıtırsın" atasözü çok doğrudur. Eğer sağlıklı kalmak istiyorsak kalsiyum, fosfor, magnezyum ve flor ihtiva eden elementlere ihtiyacımız vardır. Jeologlara göre tüm besinler mineral ve kayalardan elde edilir. Jeologlar ile tıbbi araştırmacıların ortaklaşa geliştirmekte olduğu projeler, jeologlara kişisel ve profesyonel olarak faydalı olacağı gibi, dünya ölçeğinde insan sağlığındaki gelişmelere de katkı sağlayacaktır.

## Kömürden Kırmızı Biberlere

Eser elementlerin zehirleyici etkisine maruz kalmak, çevresel sağlık problemlerinin en yaygın olanlarından biridir. Tüm dünya'da milyonlarca insan arsenik, kurşun, flor, civa, uranyum ve benzeri elementlere maruz kaldıklarından, sağlık problemlerinden şikayet etmektedir. İçme suyundaki aşırı arseniğin sebep olduğu felaket Bangladeş, Batı Bengal, Hindistan ve başka yerlerde manşet haber olmuştur. Bu bölgede yaklaşık 25-75 milyon insan, arsenik nedeniyle zehirlenme riski altındadır.

Çin'in Guizhou bölgesinde soğuk, rutubetli, sonbahar hava koşulları köylüleri, ekin ve kırmızı biberlerini ev içinde kurutmaya zorlamaktadır. Köylüler kırmızı biberlerini geçen yüzyılın ortalarına kadar, sobada odun yakarak bacasız sobanın üstüne asarak kuruttular. Köylülerin ısınma, yemek pişirme ve yiyeceklerini kurutma amacıyla odun kesmelerinin ormanlara zarar vermesi nedeniyle, bölgede çok bol olan kömüre dönüş oldu. Fakat bu bölgedeki kömürler, yüksek konsantrasyonlarda arsenik (35000 ppm) ve diğer eser elementler içermektedir.

Arsenikçe zengin olan bu kömürler üzerinde kurutulmuş kırmızı biberler köylülerin önemli bir besini olmasına rağmen ne yazık ki arseniğin de ana kaynağıdır. Binlerce köylü şu anda arsenik zehirlenmesinden rahatsızdır. Hastalık kimizi renkli çiller (hyperpigmentation), genellikle el ve kollardaki deri üzerinde pul pul soyulan yaralar (hyperkeratosis), Bowen's hastalığı ve squamous hücre habisi (deride kanser öncesi koyu ve sert yara) içeren tipik belirtiler göstermektedir.

Aynı bölgede ev içerisindeki kömürün kullanımı esnasında uçan florun sebep olduğu sağlık problemleri, arseniğin neden olduğu rahatsızlıktan çok daha yaygındır. Guizhou ve çevresinde on milyondan fazla insan florun değişik oluşumlarından dolayı rahatsızdır. Florosiz'in tipik belirtileri diş flourisizi (dental fluorosis) veya diş minesinin flourisizi ve eklem hareketsizliği (osteosclerosis), çarpık bacaklılık, belkemiğiyle ilgili kamburlaşma gibi dış görünüşlere neden olan iskelet flourisizin değişik şekillerini içerir. Çocuklarda beslenme eksikliği ile birleşen flourosiz, kemikte şiddetli bozulmalara neden olabilir.

Guizhou'de fluorosiz ve arsenik zehirlenmesi hastalığının (arsenizm) her ikisi de kömürle yanan soba üzerinde kurutulmuş yiyeceklerden kaynaklanmaktadır. 1989 yılında Baoshan, Zheng ve Ronggui Huang yüksek florlu (>200 ppm) kömür ile yanan bacasız soba üzerinde kurutulmuş ekinler tarafından florun emilmesini kanıtlamışlar ve GB Çin'de aşırı diş ve iskelet fluorosiz'in muhtemel sebebi olduğunu belirtmişlerdir. Problem, biriket yapımı için kullanılan kil kalıplarıyla daha da artmaktadır. Kullanılan kil, karst topografyasına sahip bir arazide kireçtaşı alt tabakasında zenginleşme sonucu oluşmuş bir artık oluşumdur. Bu artık kil oluşumu ortalama 903 ppm flor içermektedir.

Amerika ve Çinli yerbilimciler arsenik ve flora en az derecede maruz kalmaları için cevherleşmiş kömürde elementlerin yanal ve düşey dağılımlarını haritalayarak, mineralleşmiş kömürlerin oluşumlarını gösteren geliştirilmiş modellerle, kömürde flor ve arseniğin farklı oluşumlarının oksitlenme, yanma, tutuşma davranışlarını inceleyerek, çocukların bünyesinde konsantrasyonları belirlemeleri için basit, ucuz arazi test metotları geliştirerek köylülere yardımcı olmaktadır. Guizhou'daki bu durum, yerbilim ve tıp bilim toplulukları arasında bir takım oluşturarak insanları hastalıklardan kurtarmaya yardım edecek bir çok fırsat yaratmaktadır.

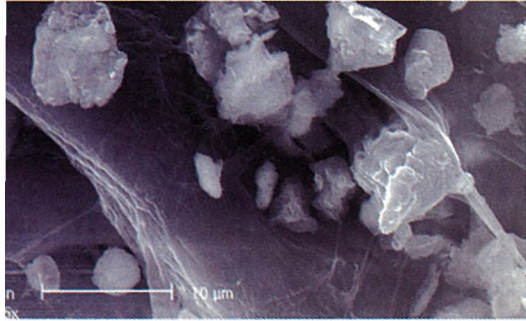
Uzun bir zamandır bilinen, ancak gerektiği gibi faydalanılamayan bir bilim dalı olan tıbbi jeoloji, biyoteknoloji ve çevresel araştırma toplulukları ile ortak çalışmalar yapmak için yerbilimcilere büyük fırsatlar sunmaktadır. Böyle ortaklıklar binlerce yıldır insanları rahatsız eden çevresel sağlık problemlerini yok etmek, azaltmak ve anlaşılmasını sağlamak için büyük potansiyele sahiptir.

### Kaynak

Finkelman, R.B., Skinner, H.C.W., Plumlee, G.S. and Bunnell, J.E., 2001. Medical Geology. Geotimes, November, 20-23.



# Doğa İle Uyum ve Sağlık Sorunları



Sahra firtınalarının Doğu Atlantik üzerine getirdiği tozların (silikon ve alüminyum) mikroskopik görünümü

*Günümüzde milyonlarca insan arsenik, kurşun, flor, cıva, uranyum, silis, magnezyum, talyum, iyot ve benzeri elementlerin azlığı ya da çokluğunun yarattığı etkiler sonucu sağlık sorunları ile boğuşmaktadır. Buna karşın, bazı kayaçlar ve minerallerden binlerce yıl boyunca veba, çiçek ve humma gibi hastalıkların iyileştirilmesinde yararlandığı bilinmektedir.*

**Dursun Bayrak**  
MTA Genel Müdürlüğü  
dursunbay@yahoo.com

**J**eolojik gereçlerin insan sağlığında oluşturduğu etkiler binlerce yıldır bilinmektedir. Kodiak, Alaska'daki Karluk arkeolojik alanından çıkarılmış, 7 bin yıl yaşındaki korunmuş bir insan saçında cıva, kadmiyum ve selenyum yoğunlaşması saptanmıştır. Ancak, geçen zaman boyunca bu değerlerde artma ya da azalma olup olmadığı bilinemediğinden, bu yoğunlaşma düzeyinin oluşturduğu etki kestirilememiştir. Öte yandan, korunmuş akciğer dokusunda kurum parçacıkları saptanmış olan, en azından 5 bin yıl yaşındaki Tirol Buzadamı'nın, kuvars tanelerini de içeren minik kristalleri solmasının ardından, solunum hastalıklarına yakalanmış olması olasıdır. Hipokrat ve diğer eski Yunan yazarları, günümüzden 2 400 yıl önce, çevre etkeninin hastalıkların bölgesel dağılımını belirlediğini yazmışlardır. Aristo ise İÖ 300 yıllarında, madencilerdeki kurşun zehirlenmelerine vurgu yapmıştır. Buna karşın, kayaçlar ve minerallerden binlerce yıl boyunca veba, çiçek ve humma gibi hastalıkların iyileştirilmesinde yararlanılmıştır. Jeolojik maddeler ve süreçler ile sağlık koşulları arasındaki bağlantının bilimsel anlamda araştırılması görece yakın bir dönemde, günümüzden sadece 300 yıl önce başlamıştır.

## Mineral Tozları ve Asbest

İnsanlar yoğun kirlilikle son birkaç yüzyıldır iç içe olmalarına karşın, tüm tarihleri boyunca mineral tozu ile birlikte yaşamışlardır.

Hava akımları topraktaki mineral taneciklerini süpürür ve çok uzak bölgelere kadar taşıyabilir. Kömür tozları, asbest tozu ya da asbest parçacıkları içeren toz, bunlara sadece iki örnektir. Yeryüzünün büyük bölümünde mineral tozlarının yoğunlaşması, insanlardan kaynaklanan kirleticilerden çok daha ciddi boyutlara erişir. Toz, genelde 2.5 mikrometre boyutlu parçacıklardan oluşur ve bu nedenle de kolayca solunabilir. Solunduktan sonra akciğerlere yerleşir. Bir diğer örnek ise tozların, mineral parçacıklarının yanısıra, toprak mantarı sporları türünden patojenleri ve haşarat ilaçları ya da arsenik ve cıva ağır metalleri türünden insan-üretimi olan ya da doğal bulunmuş zehirli maddeleri de uzak alanlara taşıyabilmesidir.

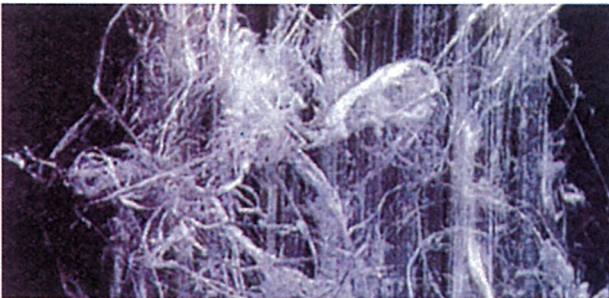
Asbestin öyküsü, aşılmiş sorunların yanında, yanıtlanmamış

soruların varlığını da gözler önüne sermektedir. Asbest deyimi lifsi, yanmayan ve parlamayan, esnek, yüksek gerilme dirençli, ısıya ve kimyasalların çoğuna dayanıklı bir dizi minerali tanımlar. Bu özellikleri nedeniyle 1940-1970 arasında ateşten yalıtma, vinil taban döşeme, boru yalıtımı, fren balatası, çatı kaplama ve ateşe dayanıklı kumaş yapımında yoğun biçimde kullanılmış olup, 1970'lerde maden ve inşaat işçilerinin etkili akciğer hastalıklarından yakınmaları sonucunda araştırma konusu olmuştur. Günümüzde ise Güney Afrika'da yol yapım ve oyun alanlarını döşeme gereci olarak kullanılmaktadır. Yalıtım ve kaplamada kullanılmış olan asbest aşınıp toza dönüştüğünde, bu toz havayı kirletir.

Mikroskobik liflerden oluşan asbest içeren gereçten (gerek asbest kaplama gerecinin aşınmasından ve gerekse lifsi gerecin işletildiği ve işlendiği ocak ve tesislerden) toz olarak yayılıp solunum yoluyla insan bünyesine alındığında soluk borusunda yığılır ya da akciğerlere girerek, akciğer kanseri (akciğer dokusu kanseri) ve kötücül mezoteliyoma'ya (akciğer zarı kanseri) sebep olduğu gibi asbestosise, başka bir deyişle akciğer fibrosisine, hücreler arası lifsi bağdokusu artışına da neden olabilir. Akciğerlerden dışa atılan asbest lifçikleri ağız salgıları yolu ile midede yoğunlaşabilir. Midede yoğunlaşan asbest liflerinin bir bölümü kana karışarak vücudun dokularına yerleşirken bir bölümü de yine boşaltım sistemi yolu ile dışa atılır. Solunum yolu ile alınan asbestin mide, bağırsak, pankreas ve böbrek kanserlerine de yolaştığı saptanmıştır. Asbestin bünyeye bir diğer giriş yolu ise, asbest liflerini içeren suyun içilmesidir. Sudaki asbest lifleri taşıyıcı çimento borulardan kaynaklanabilir. Özellikle sanayi ve ticaretle kullanılan lifsi (asbestiform) minerallerin morfolojisi ve boyutları, sağlığa etkileri anlamında odak noktasını oluşturur. Asbestin bünyeye deri yolu ile girişi de mümkündür.

Asbest lifleri havada buharlaşmaz ve suda çözünmez. Lifler havada çok uzun zaman dilimleri boyunca asılı yük olarak taşınabilir.

Kayaçlarda ya da cevher yataklarında iz bileşenler olarak içeren lifsi minerallerin sağlık üzerindeki olası etkilerine, işletmenin çalışır olduğu dönemde (1963-1990) Libby'de evlerin içindeki havada, tozda, yalıtım gereçlerinde ve bahçe topraklarında tremolit asbestin varlığı



Krizotil Asbest



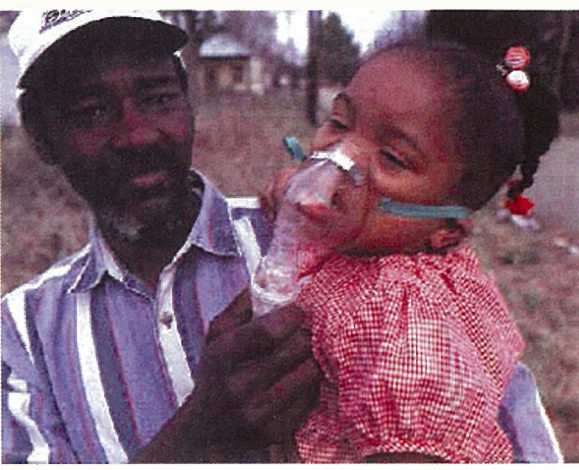
Libby'de (Montana-ABD) W.R. Grace Vermikülit madeni işleme tesisleri. Vermikülit madeni ve işleme tesisinin bulunduğu kasaba başta olmak üzere Montana ve Minnesota'da birçok kişi asbestten etkilenecek hastalanmıştır. Bunun üzerine maden işletmesinin faaliyetine son verilmiştir.

saptanmış ve kentte yaşayanların % 18'inde, işletmede çalışanların ise % 49'unda akciğer asbestosisi olayları gözlenmiştir. Minneapolis'teki tesis yakınında atık olarak yığılmış olan, yoğun asbest içerikli vermicülit yol yapımında ve bahçelerde kullanılmıştır ve yapılan ölçümlerde tremolit içeriğinin tehlike sınırına ulaştığı saptanmıştır. Tesisin 24 çalışanı, asbestin neden olduğu hastalıklar sonucunda yaşamını yitirmiştir.

Yunanistan'da konutlarda kullanılan badanaya öğütülmüş tremolit katılmasının yolaştığı yerel sağlık sorunlarının yanısıra, özellikle İç Anadolu'da Kapadokya bölgesinde lifsi ve gözenekli zeolitleri yoğun biçimde içeren tüflerin içine kazınmış mağaralarda yaşayanlarda akciğer kanseri oranının yüksek oluşu da bir diğer örneği oluşturur. Yine İç Anadolu'da Tuzköy ve Kızılköy (Gülşehir, Nevşehir) ve Karain, Karlık, Karacaören, Sarıhidir ve Boyalı (Ürgüp, Nevşehir) belde ve köylerinde, yöredeki kayalarda bulunan bir zeolit minerali olan erionitten kaynaklanan mezoteliyoma (akciğer kanseri) yüksek oranlara ulaşmış ve sonuçta, bu hastalığın en yüksek düzeyde izlendiği Tuzköy beldesi ve Karain köyünün yerinin değiştirilmesine karar verilmiştir.

Toz ile insan ve çevre sağlığı arasındaki bir diğer ilinti, toprak mantarları ile çöl humması (valley fever ya da coccidioidomycosis) ve astım türünden hastalıklar arasındaki bağda ortaya çıkar. 1994 Northridge depreminin yolaştığı toprak kaymaları ve bundan kaynaklanan toz bulutları, yakındaki Simi Vadisi'nde çöl humması'nın patlamasına neden olmuştur. Toprak kayması, çevreye bu hastalığa yolaçan bir toprak mantarı türü olan *Coccidioides immitis*'in salınmasını ve tozla birlikte solunmasına neden olmuştur. Çok yakınlarda, Kaliforniya güneybatı kıyı açıklarındaki susamuru topluluklarında da bu mantara rastlanmış olması, bu toprak mantarının geniş-erimli etkileri olduğunun göstermektedir. Bu mantarın kurak çöllerdeki varlığı ve dağılımı araştırma konusudur.





Mineral tozları kanser ve solunum yetmezliği gibi birçok hastalığa neden olmaktadır. Dünya ölçeğinde gerekli önlemler alınmazsa, çocuklarımızın geleceği tehlikededir.

Tozun uzak yörelere taşınması ve geniş alanlarda yoğunlaşması kuşkusuz yeni bir olgu değildir. Charles Darwin *Beagle*'daki yolculuğunda, tekne Kuzey Afrika kıyı açıklarında yol almaktayken izlediği yoğun toz yağışından sözeder. Afrika Sahrası'ndaki toz bulutları ve genel kuraklık ile Barbados Adası'nda yığılan toz arasında doğrusal bir bağlantı olasılığı, toz fırtınalarının parçacıkları ve patojen gercisi tüm yerküre çevresine taşıyabildiğine iyi bir örnek gösterilebilir. Gerçekte de Karaibler'de toz parçacıkları, bitki parçacıkları, mikro canlılardan kaynaklanan astım ve diğer solunum hastalıkları bu yoğun toz bulutları nedeniyle yüksek rakamlara ulaşmaktadır. Bu türden toz fırtınalarının yaygın olarak olduğu bir diğer bölge ise Çin çevresidir. Bunun sonucunda, Asya'nın yüksek bölgelerinde pnömokoniosis (akciğerlerde toz yığılması) çok yaygın bir sorundur.

## Cıva

Esailerin, rengi ve akışkanlığı ile *quicksilver* adını verdiği cıva, adını eski Roma haberci tanrısı olan ve göklerde süzülerek uçan Merkür'den alır. Her iki ad da, cıvanın gerek oda sıcaklığında akıcı bulunuşlu tek metal olması ve gerekse hiçbir işleme gerek duyulmaksızın buharlaşarak havayubarına (atmosfere) karışabilen tek gereç olması açılarından uyumlu düşer.

Ancak cıva zehirlidir ve kalıcılığının yanısıra akışkan özelliği, kendisine, denetimi en güç zehirli maddelerden biri olma özelliğini kazandırır. Volkanik süreçler, rüzgar etkinliği, kara ve deniz yüzeylerinden buharlaşma ve fosil yakıtların yakılması nedeniyle oluşan cıva buharını, yıllar boyunca birikecek ve yayılacak olduğu havayubarına salar.

İnsanlar bu metali, sözcüğün tam anlamı ile *yararlı* saymışlar; simyacılar baz metalleri altına dönüştürme sürecinde kullanma çabası içinde olmuşlardır.

Cıva'nın yoğunluğu akışkan durumunda çok az değişir. Bu özelliği ve ayrıca cama yapışmayışı, termometre ve barometre gibi aygıtlarda olağanüstü bir kullanım olanağı sağlar. Dahası, bu metalin elektrik iletkenliği özelliği, devre anahtarı, şalter ve röle yapımında kullanılmasını sağlamıştır. Nükleer reaktörlerde soğutucu işlevi görmesinin yanısıra, buharı aydınlatma lambalarında kullanılır. Metalin kendisi ilaç sanayiinde, mantar öldürücülerde ve diş dolgularında yaygın kullanımdadır.

Yaygın kullanımının bir sonucu olarak bu olağanüstü elementin ortamdaki yoğunlaşması, sanayi devriminin başlangıcından günümüze kadar çarpıcı ölçüde artmış ve bundan insan ve ekosistem çok olumsuz etkilenmiştir. Gerçekten de, cıvanın tüm (elementel, inorganik ve organik) doğal bulunuş biçimleri sağlığı yoğun biçimde etkiler.

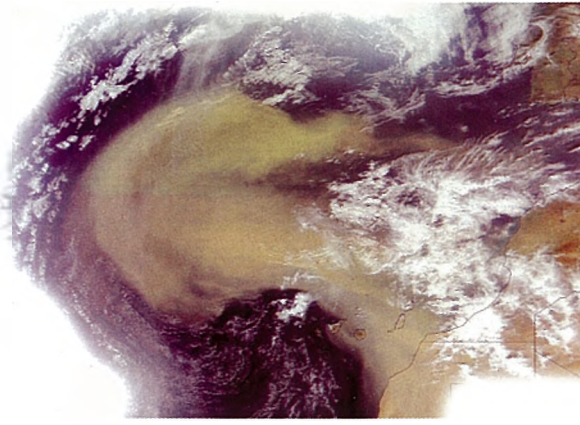
Solunan cıva buharı akciğerlere zarar vermekle birlikte, en zararlı etkileri merkezi sinir sisteminde görülür. Yoğun titreme, sarsıntılar ve garip davranışlar ile kendini gösteren "ileri ölçüde bilinçdışı" sendromu, yolaçtığı en önemli sağlık sorunudur. Kirlenmiş yeraltı suyu, insanların kitlesel bulunuş alanı olan binalara yayılan cıva buharının ana kaynağıdır. Kirlenmiş toprak ya da çökellerden gelen inorganik cıva tuzları besin yolu ile sindirim sistemine girer ve sindirim sisteminde zarara yol açar; ancak, böbreklerdeki etkisi çok daha fazladır.

Cıva-metil, organik cıva bileşiklerinin en önde gelenidir. Bu bileşik, sulak ya da bataklık alanlar türünden düşük oksijen içerikli ortamlarda bol bulunan, oksijensiz ortam bakterileri ile birleştiğinde tüm bulunuş biçimlerinin en zehirlisini oluşturur. Hava ve suda kolayca yayılarak besin zinciri içinde yoğunlaşır. Örneğin, düzenli olarak cıva içeren balıklar ile beslenenlerde zaman içinde zehirlenmeler görülebilir, beyin ve sinir hücrelerini öldürebilir. Bu nedenle de, yüklü kadınların, doğum yapabilecek yaşta kadınların, emziren kadınların ve küçük çocukların köpekbalığı, kılıçbalığı, *king mackerel* ve *riffish* türünden, yüksek düzeyde cıva metil içeren balıkları yememeleri gerektiği özellikle önerilmektedir.

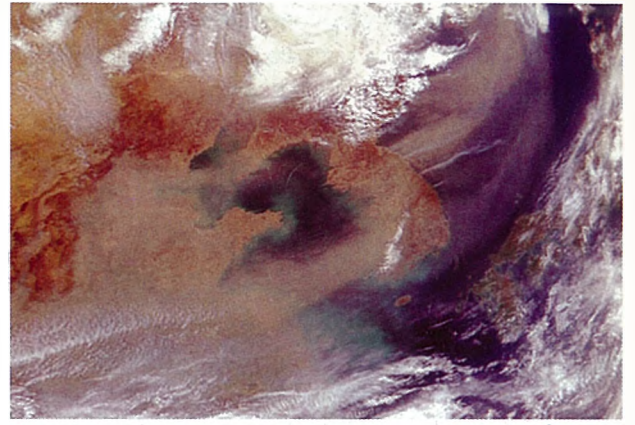
İsveç'te, genel fiziksel yorgunluktan yakınanların çoğunun metal diş dolguları taşıdığı saptanmış ve vücudun bu metale tepki geliştirdiği öngörüsü, diş dolgu karışımı çıkarıldığında plazmadaki ve kırmızı kan hücrelerindeki cıva içeriğinin azaldığının saptanması ile doğrulanmıştır.

## Arsenik

Günümüzün sıcak tartışma konularından birisi de, arseniğin içme suyunda doğal olarak bulunuşudur ve çok küçük miktarda, başka bir deyişle yaklaşık 5 000



26 Şubat 2000 tarihinde NASA tarafından alınan uydu görüntüsü. Batı Sahra bölgesinden (Afrika) kalkan toz bulutları batıya doğru hareket etmekte; Kanarya Adaları ve Atlas Okyanusu'nu geçerek Amerika kıtasının kuzeyini tehdit etmektedir.



Afrika'dan sonra ikinci önemli toz kaynağı Çin'dir. Nisan 2001 tarihine ait bu uydu görüntüsüne göre, Çin'in KD'sunda oluşan fırtınalarda tozlar doğuya doğru hareket etmekte; Pasifik'in kuzeyini geçerek ABD'nin kuzey bölgelerine ve Kanada'ya ulaşmaktadır.

ton suda bir çay kaşığı ölçüsünde varlığının sorun yaratabileceği düşünülmekte ve içme suyundaki arseniğin prostat ve akciğer kanserlerine yolaçtığı dile getirilmektedir. Bu bağlamda da içme suyundaki arsenik içeriğinin en çok 10 ppb düzeyinde olması gerektiği önerisi tartışmaya açılmıştır. Günümüzde içme suyundaki arsenik içeriğini 3 ppb düzeyine düşürebilmeye yeterli teknoloji olmasına karşın, sudan tümüyle atılması konusu araştırılmamıştır. İçme suyundaki arsenik içeriğinin 10 ppb düzeyine düşürülmesinin, prostat ve akciğer kanserlerinden yıllık ölümleri % 7-33 oranında azaltacağı öngörülmektedir. Bir diğer sav ise 3 ppb içeriğinin bu hastalıklara yakalanma olasılığını binde bire, 10 ppb içeriğinin ise yaklaşık binde üçe düşürebileceğidir. Bilindiği gibi bu düzey 1975 yılında 50 ppb olarak saptanmıştı.

Arsenik zehirlenmesinin belirtileri ve semptomları bireylerde, topluluk gruplarında ve coğrafi yörelerde değişiklik sergiler. Bunun da ötesinde günümüzde diğer etkenlerden kaynaklanan kanser ile arseniğin neden olduğu kanseri birbirinden ayırabilecek bir yöntemin varlığı sözkonusu değildir.

Arsenik yer kabuğunda yaygındır. Bir görüşe göre yeraltısuyundaki arseniğin ana kaynağı, bozunmuş kayalar ve topraktaki minerallerin ve cevherlerin çözünmesidir. Volkanizma ve orman yangınları da havayubarına arsenik salabilir. Arsenik, boya, kumaş boyaları, metaller, ilaçlar, sabun ve yarı iletkenler türünden sanayi ürünleri üretiminde kullanılır. Ahşap koruyucular sanayide arsenik kullanımının en büyük bölümünü oluşturur. Bunun yanında tarım, madencilik ve ergitme de, arsenik kullanımını artırıcı alanlardır.

Bir örnek olarak, bölgede içme sularının ileri düzeyde arsenik içermesi nedeniyle, Bangladeş ve Batı Bengal yörelerinde 25 ile 75 milyon insanın, arsenosise yakalanma riski ile karşı karşıya olduğu belirtilmektedir.

İnorganik arsenik doğada değişik biçimlerde bulunabilir. Ancak yeraltısuyundaki en yaygın bulunuşu üç-de-

ğerlikli arsenit ya da beş-değerlikli arsenat biçimindedir ve ev-filtrelerinin klorlama işleminden geçirilmiş sudaki beş-değerlikli arsenatı yok edebileceği önerilmektedir.

Avrupa'da ve özellikle Çekoslovakya'da yüksek arsenik içerikli (900-1500 ppm düzeyinde) kömürleri yakıt olarak kullanan tesislerden emisyon sonucunda bu tesisler çevresinde arsenik zehirlenmelerine bağlanan işitme yitiminden söz etmek gerekir.

## Radon

1879 yılında, Friedrich Dorn'un radonu buluşundan 21 yıl önce, Çekoslovakya Erz Dağları'ndaki madenciler tozun neden olduğu düşünülen solunum rahatsızlıkları sonucunda yaşamlarını yitirmekteydiler. Radyoaktiflik olgusu daha iyi kavrandığında, çalışmalar uranyum madencilerinde odaklandı. Uranyum ve toryum milyarlarca yıllık yarılanma-ömrü sergiler ve bozduklarında radyum izotopunu üretirler. Radyum ise radona bozunur ve radonun yarılanma ömrü sadece 3.8 gündür. Radonun duraylı kurşun izotopuna parçalanması evresinde dört  $\alpha$ -parçacığı üretilir. Solunduğunda ya da içe çekildiğinde, toz ve dumanla birlikte taşınan radyoaktif çekirdekler akciğerlerin hücre duvarlarına yapıştıklarında bu  $\alpha$ -parçacıklarını yayarlar. Madencilerde akciğer kanseri oranının yüksek oluşu, biriken radon etkisi ve sigara dumanına bağlanmaktadır.

Ancak, maden işletmelerindeki ölçüye ulaşmasa da konutlardaki radon kirlenmesi de, akciğer kanserine yolaçmaktadır. İsveç'te topraktaki radon yoğunlaşması arttıkça, çocuklarda kan kanseri olasılığının arttığı saptanmıştır.

## Kömür

Çin'de Guizhou bölgesinde soğuk ve nemli güz iklimi, bölgede yaşayan üreticilerin kırmızı biber ve mısırları ev içinde kurutmaları zorunluluğunu yaratır. Mısırlar ve



biberler, geçen yüzyıl ortalarına değin odun yakılan bacasız sobaların üzerinde asılarak kurutulur. Bölgede odun kaynaklarının çok azalması nedeniyle, yakın dönemlerde ısıtma, pişirme ve kurutma için kömüre dönülmüştür. Ancak bölgedeki mineral çözeltileri 35 000 ppm'e ulaşan arsenik ve diğer iz elementlerin, bu kömürlerde ileri ölçüde yoğunlaşmasına neden olmuştur. Arsenik içeriği yoğun kömür yakıtı ile kurutulan kırmızı biber, yöredeki ana besin kaynaklarından birisidir ve dahası, insan vücudunda biriken arseniğin ana kaynağıdır. Yapılan ölçümlerde, kurutulmamış biberlerdeki arsenik içeriği <1 ppm iken, kurutulma sonrasında bu değer 500 ppm düzeyini aştığı görülmüştür. Yörede binlerce insanda arsenik zehirlenmesi ve bunun karakteristik semptomları izlenmektedir. Hiperpigmentasyon (deride kırmızı beneklerin oluşması), hiperkeratosis (özellikle ellerde ve ayaklarda deride pul pul soyulan yaralar), Bowen hastalığı (deride koyu renkli, kanser-habercisi yaralar) ve kanser, karakteristik olarak bulgulan semptomlardır.

## Flor

Guizhou (Çin) ve çevresinde on milyonu aşkın insan değişik biçimlerdeki florosisin yakınındadır. Bu semptomlar arasında dişlerde florosis (diş minesinin beneklenmesi) ya da değişik biçimlerdeki iskelet florosisi (osteoklerosis ya da eklemlerin sınırlı hareket edebilmesi, çarpık bacaklar, yürüken dizlerin birbirine değmesi ve omurgada eğrilik) sayılabilir. Florosisin beslenme yetersizliği ile birlikte gelişimi ise çocuklarda yoğun kemik deformasyonlarına neden olur. 1989'da yapılan bir çalışmada bacasız sobalarda yakılan kömür sonucunda 200 ppm'i aşan flor düzeyi saptanmıştır. Kömürdeki flor içeriği asıl olarak, kömür briketleri yapmakta yapıştırıcı gereç olarak kullanılan kilden gelir. Kil, yöredeki karst topoğrafyasını oluşturan kireçtaşlarının yoğun biçimde yıkanması sonucunda kalan kalıntı gereçtir ve bu kalıntı içindeki flor yoğunlaşması 903 ppm gibi çok yüksek düzeylere erişir. Buna karşın, florun bünyeye gerekli düzeyde alınması ise özellikle diş sorunlarını giderici bir işlev taşır. İçme sularına 1 ppm düzeyinde flor katılmasının, özellikle çocuklarda diş sağlığını korumada ve diş çürümelerini önlemede çok etkili olduğu da izlenmiştir.

## Organik Bileşenler

Romanya, Bulgaristan, ve eski Yugoslavya'da tanımlandığı 1956 yılından günümüze yüz binden fazla insanın ölümüne yolaçan öldürücü bir böbrek hastalığı olan Balkan Endemik Nefropati hastalığı ile Balkanlardaki en genç ve kimyasal açıdan en reaktif olan Pliyosen yaşlı linyit yataklarının dağılımı arasında-

ki ilinti saptanmış ve hastalığın, bu yataklar ile dokunaktaki yeraltısuyunun kullanımı ile bünyeye giren organik bileşenlerden kaynaklandığı belirlenmiştir. Yöredeki köylerde içilen ve kullanılan yeraltısuyunun polisiklik aromatik hidrokarbonlar türünden organik kimyasalları çok bol içerdiği ve bir bölümü kanser yapıcı olarak bilinen bu hidrokarbonların bu hastalığın nedeni olduğu dile getirilmiştir. Ülkemizde de Pliyosen yaşlı linyit yataklarının yüzeye yakın oluşu ve bu yataklar çevresindeki yeraltısularının yoğun kullanımı nedeniyle bu hastalığın varlığının ve yaygınlık derecesinin araştırılması gereklidir kanımızca.

Kömür yakan tesislerde bacalara filtre takılması, baca çıkıklarını solumadan kaynaklanan kanser riskini milyonda bire düşürür. Buna karşın, ev içi kömür yakışta selenyum ve civa zehirlenmeleri gözlenme olasılığı yüksektir. Ötesinde, kömür yakma sonucunda berilyumun hareketlilik kazanması sonucunda, kömür yakan tesisler çevresinde, örneğin Çekoslovakya'da, bağışıklık sisteminde anormallikler saptanmıştır.

## Talyum

Çin'de, Guizhou Bölgesi'nde kronik talyum zehirlenmesi saptanmıştır. Bu olgunun nedeninin bölgede civa ve talyum içeriği yoğun maden yataklarının cürufu üzerinde yetiştirilen besinler olduğu düşünülmektedir. Talyum zehirlenmesinin birincil göstergesi saç dökülmesidir. Ancak çok sınırlı sayıda izlenmiş olsa da görme yitimi de bu zehirlenmeye bağlanmaktadır.

## Bakır

Zambia bakır kuşağını aşan akarsularda yaşayan canlılarda zehirleyicilerin artışı ve bu sularla beslenen topraklarda yaşayan Maputoland insanlarında cüceliğin ve eklem hastalıklarının artışı sözkonusudur.

Ürdün'de yüzlerce yıl önceki bir işletmenin çalışanlarının iskeletlerinde bakır yoğunlaşması saptanmıştır. Bu, günümüzde de yöredeki canlılarda bakırın biyogışıma biçiminde süregiden bir süreçtir.

## Silis

Kristalleşmiş SiO<sub>2</sub> doğada kuvars, tridimit, kristobalit, koesit, stishovit, kalsedon, kum ve diatomit biçimlerinde bulunur. Günlük yaşamımızda karşılaştığımız ve kuvars, granit, kumtaşı, kum ya da kilden yapılmış olan gereçler ile tuğla, seramik, yol yapım gereci, beton, zımpara kağıdı, döküm kalıpları, su filtreleri, diş macunu, kağıt ve sanayi girdileri türünden gereçler bir SiO<sub>2</sub> formunu içermektedirler.

Kristalleşmiş silikanın solunmasının akciğer dokularını zedelediği ve silikosise yolaçtığı geçmişten günümüze bilinen bir olgudur. İlk kez 1930 yılında 'madenci astımı' olarak tanımlanan hastalığın nedeninin bu gereç olduğunun ayırıcına varılmıştır.



Solda: Boston'da (ABD) bir konserve fabrikasında kılıç balığı kesilerek işleniyor. FDA'nın uyarısına göre, özellikle hamile kadınların yüksek oranda cıva içeren bu balıkları yememeleri gerekiyor.  
Sağda: San Francisco Körfezi'nde olta ile balık tutuluyor. Oysa bilimsel araştırmalara göre, burada yakalanan balıklarda limitlerin üzerinde cıva, DDT, PCBs ve toksit maddeler bulunmaktadır.

İsveç'te yürütülen araştırmalarda, kristalen silikanın solunmasının kanserojen özellik taşıyabildiği vurgulanmış ve bu bazda, maden işletmelerinde, taşocaklarında ve seramik fabrikalarında çalışanların çoğunda akciğer kanseri riskinin yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Silikosisin akciğer kanserine dönüşme olasılığı günümüzde de araştırma konusudur.

Yapılan araştırmalarda, kristalen silikanın sadece yeni öğütüldüğünde ve kristal yapısı bozulduğunda kanserojen nitelikte olabildiği ve bu nedenle de ağırlıklı olarak taşocakları çalışanlarını etkileyebildiği, buna karşın toz atık alanları ve kumsallarda çok da etkili olmadığı sonucuna varılmıştır.

## Magnezyum ve İçme Suyu

Özellikle yüksek süt verimli ineklerde Mg azlığının sıklıkla kas kasılmaları ve kalp hastalıklarının oluşumuna yol açtığı uzun bir dönemdir bilinmektedir. Bu canlılarda bazen kas kasılmaları, bazen inme (felç) ve bazen de ani kalp krizi ölümleri izlenmektedir. Bu hastalıkların birçok nedeni olduğu düşünülmeye karşın, Mg azlığının en önemli etken olduğu tartışmasız benimsenmiştir.

İnsanlarda ise kalp hastalıkları ile Mg ilintisi bir ölçüde farklıdır ve idrar oluşumu için gereken en az değerlerin üç katına ulaşan bir Mg alınması yönünde bir beslenme rejimi önerilmektedir. "Su öyküsü"nde, insanlardaki kalp hastalıklarının yaşam alanındaki suyun sertliği ile doğrudan bir ilişkisinin olduğu açıktır. Bu, örneğin en sert sular da bile Mg içeriğinin düşük olduğu İngiltere örneğinde izlendiği gibi, tüm ülkeler için geçerli değildir. Magnezyum gerçekte kalbi koruyacak tüm özellikleri taşıyan bir unsurdur. Olağan sessiz kalp ritmini sağlar. Zehirleyici etmenler ya da diğer gerilim yaratıcı nedenlerle kalp atışları hızlandığında, Mg bu etkiyi giderir.

## Kaynaklar

Arango, I. ve diğ., [http://gsa.confex.com/gsa/2001AM/finalprogram/abstract\\_18557.htm](http://gsa.confex.com/gsa/2001AM/finalprogram/abstract_18557.htm)

Atabey, E., 2000. İnsan Sağlığını Tehdit Eden Zeolitli Kayalar, Tuzköy-Karain (Nevşehir), MTA Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni, s 2000/1-2-3-4, s 7, Ankara

Berger, A. R., Sellinus, O. ve Skinner, C., Medical Geology-An Emerging Discipline, Episodes, c 24, s 1, 43-44.

Çelik, M., Karakaya, N. ve Nalbantçılar, T., 1997; Interrelationship Between Water Quality, Volcanoclastics and Public Health around Doğanbey, Konya-Turkey, Proceedings of the Int. Symp. On Geology and Environment, 1-5 Eylül 1997, İstanbul, 425-430.

Earth Materials and Public Earth, Kasım 2001; Geotimes, c 46, s 11, 33.

Finkelman, R. B. ve diğ., [http://gsa.confex.com/gsa/2001AM/finalprogram/abstract\\_22979.htm](http://gsa.confex.com/gsa/2001AM/finalprogram/abstract_22979.htm)

Finkelman, R. B. ve diğ., Kasım 2001; Medical Geology, Geotimes, c 46, s 11, 20-23.

Finkelman, R. B. ve Palmer, Curtis A., Eylül 1997; Coal Quality and Human Health, Proceedings of the Int. Symp. On Geology and Environment içinde, 1-5 Eylül 1997, İstanbul, 421-423.

Folk, R. L. ve diğ., [http://gsa.confex.com/gsa/2001AM/finalprogram/abstract\\_22500.htm](http://gsa.confex.com/gsa/2001AM/finalprogram/abstract_22500.htm)

Geomed 2001-Medical Geology, The African Perspective, 2001; Episodes, c 24, s 4, December 2001, 208-210.

<http://home.swipnet.se/medical>

<http://vm.cfsan.fda.gov/~mow/chap36.html>

<http://vm.cfsan.fda.gov/~mow/chap38.html>

<http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/phs9004.html>

Prospero, J. M., Kasım 2001. African Dust in America, Geotimes, c 46, s 11, 24-27.

Toprak, S., 1993; Düşük Dereceli Kömür Yatakları ve Balkan Endemik Nefropati Arasındaki İlişki (çeviri), Jeoloji Mühendisliği Dergisi, s 42, 106-7.

Yu, W. H. ve diğ., [http://gsa.confex.com/gsa/2001AM/finalprogram/abstract\\_13681.htm](http://gsa.confex.com/gsa/2001AM/finalprogram/abstract_13681.htm)



# Sera Etkisi Yapan Gazlar ve Küresel Isınma



*İklim sistemi içinde vazgeçilmez bir öneme sahip olan sera gazları atmosferde doğal süreçlerle belirli oranlarda bulunmaktadır. Ancak, bu gazların oranı arttıkça, bütün canlılar için olumsuz sonuçlar doğuran küresel ısınma meydana gelmektedir. Yeryüzündeki her çeşit ekosistemde olduğu gibi, atmosferde de doğanın kurduğu mükemmel denge bozulduğunda sonuçları oldukça tehlikeli olmaktadır.*

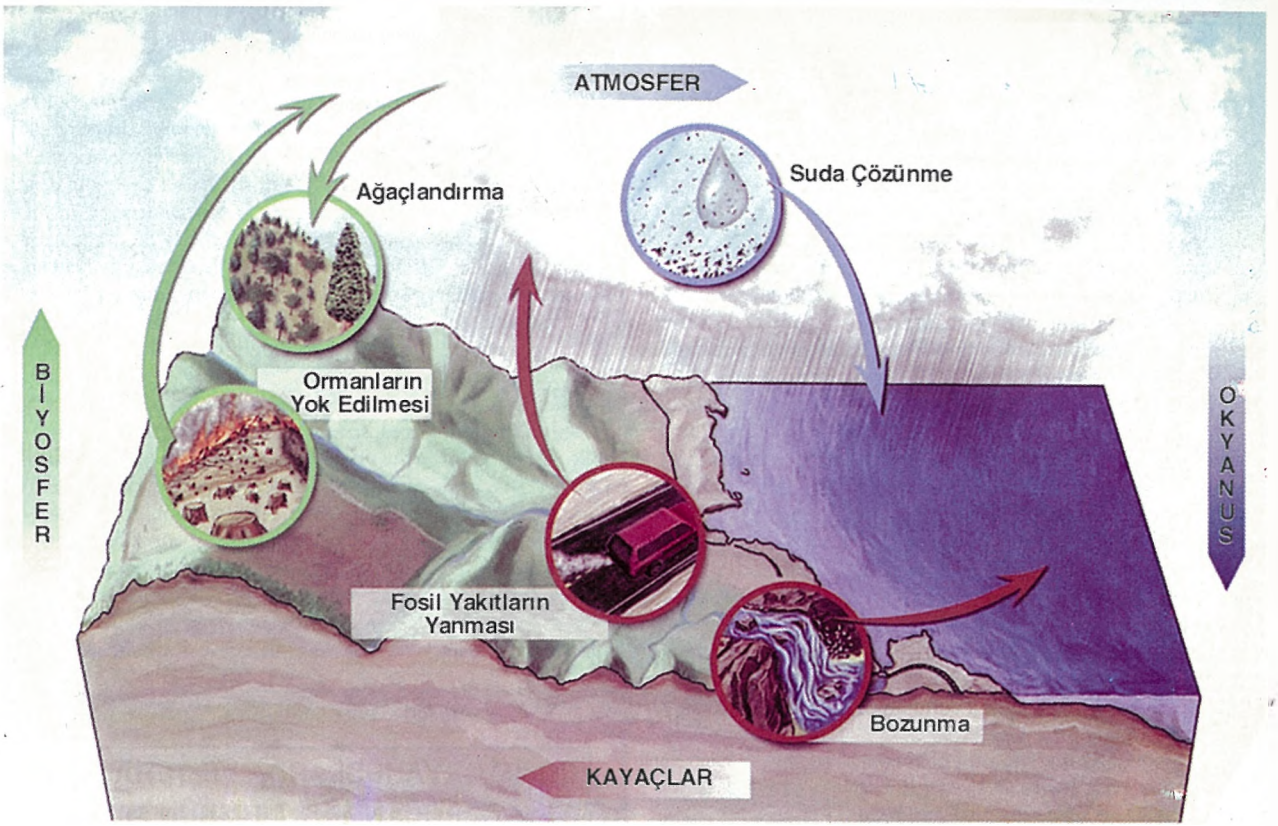
Ahmet Apaydın  
DSİ V. Bölge Müdürlüğü  
apaydinahm@isnet.net.tr

**D**ünyadaki nüfus artışı ile birlikte fosil yakıtların aşırı kullanımı, sanayileşme, ormanların yok edilmesi gibi olumsuzluklar, atmosferin doğal bileşimini etkilemektedir. Petrol ve doğalgaz tesisleri, termik santraller ve taşıtlardan çıkan gazlar atmosfere verilmekte ve bu gazlar atmosferin kimyasal ve fiziksel yapısını değiştirmektedir. Sera gazları olarak bilinen bu gazlar karbondioksit, metan, nitrik oksitler, diazotmonoksit gibi gazlardır.

Aslında sera gazları atmosferde belirli oranlarda bulunurlar ve iklim sistemi içinde vazgeçilmez bir öneme sahiptirler. Güneşten gelen radyasyon atmosferi geçerek yeryüzüne ulaşır. Yer tarafından tutulan güneş radyasyonu daha sonra yer radyasyonu olarak atmosfere geri döner. Atmosfere bırakılan radyasyonun bir kısmı sera gazları (su buharı başta olmak üzere, karbondioksit, metan, ozon, aerosoller vb.) tarafından tutulur. Yani sera gazları, yer yüzünden geri yansıtılan enerjinin bir kısmını bir sera gibi atmosferde tutar. Bu doğal sera etkisi olmasaydı yeryüzünün sıcaklığı bugünkünden çok daha düşük olurdu ve hayat mümkün olmazdı. Uzmanlar, atmosferin ısınmasında baş rol oynayan sera gazlarının bulunmaması durumunda yeryüzü sıcaklığının bugünküne göre yaklaşık 30 °C daha soğuk olacağını belirtmektedirler. Kısacası, dünyamız sera gazları sayesinde yaşanabilir sıcaklıktadır.

Ancak, sera gazlarının atmosferdeki oranı arttıkça, bütün canlılar için olumsuz sonuçlar doğuran küresel ısınma meydana gelmektedir. Yeryüzündeki her çeşit ekosistemde olduğu gibi, atmosferde de doğanın kurduğu mükemmel denge bozulduğunda sonuçları da oldukça tehlikeli olmaktadır.

Atmosferdeki ısınma ve iklim değişiklikleri nedeniyle son yıllarda çevreci gruplar, hükümetler ve belirli sektörler atmosfere yayılan zararlı gazları azaltmak için çaba harcamaya başladılar. Bunun için enerjinin verimli bir şekilde kullanılması ve rüzgar veya güneş enerjisi gibi alternatif enerji kaynaklarının kullanılması önerilmektedir. Ancak şurası bir gerçektir ki, kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlar ucuzluğu ve bolluğu ile 21. yüzyılın ve belki de daha



Dünyadaki C döngüsü

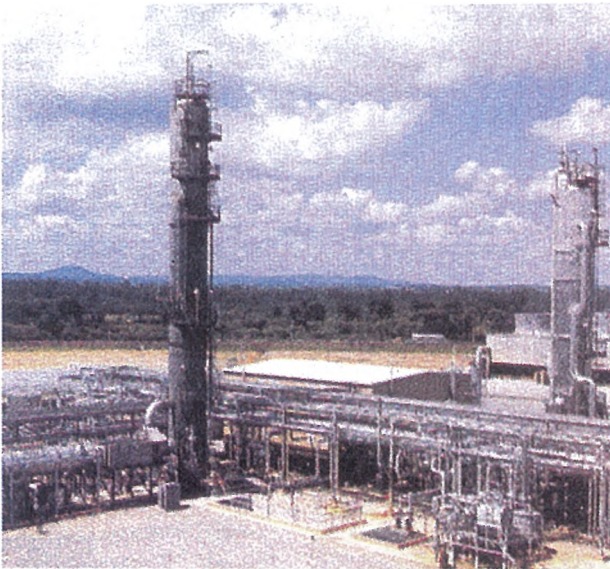
ötesinin enerji kaynağı olmaya devam edecektir. Aslında fosil yakıtların tükenmesi konusundaki kaygılar 100 yıldır dile getirilmektedir; ancak arama ve üretim teknolojilerinin gelişmesi ile uzun süre kullanılabilir rezervlerin bulunduğu da bir gerçektir. İlginçtir ki 1992 yılında Rio de Janeiro'da yapılan ve atmosfere salınan gazların azaltılması kararının alındığı uluslararası zirvede, fosil yakıtlara olan ihtiyacın arttığı vurgulanmıştır. Ancak, karbondioksit

başta olmak üzere sera etkisine yol açan gaz emisyonlarını dünya ölçeğinde azaltmaya yönelik çabalar sürmektedir. Son yıllarda üzerinde çalışılan ve tüm ülkelerin imzalamasıyla hayata geçirilmeye çalışılacak olan *Kyoto İklim Sözleşmesi*'nde, karbondioksit başta olmak üzere sera etkisi yapan gaz emisyonlarının 2010 yılında 1990'dakine göre % 5.2 oranında azaltılması hedeflenmektedir. Ancak sözleşmeyi ABD başta olmak üzere Rusya ve Japonya gibi bazı kilit ülkelerin henüz imzalamaya yanaşmaması nedeniyle, sorun çözülememiş haliyle önümüzde durmaktadır.

Aslında fosil yakıtların kullanımına hemen son verilse bile, bugüne kadar atmosfere verilen gazların zararlı etkisi epey bir süre daha devam edecektir. Çünkü atmosferde kalan gazların normal değerlere inmesi ve iklimin geri dönüşü oldukça yavaş olacaktır.

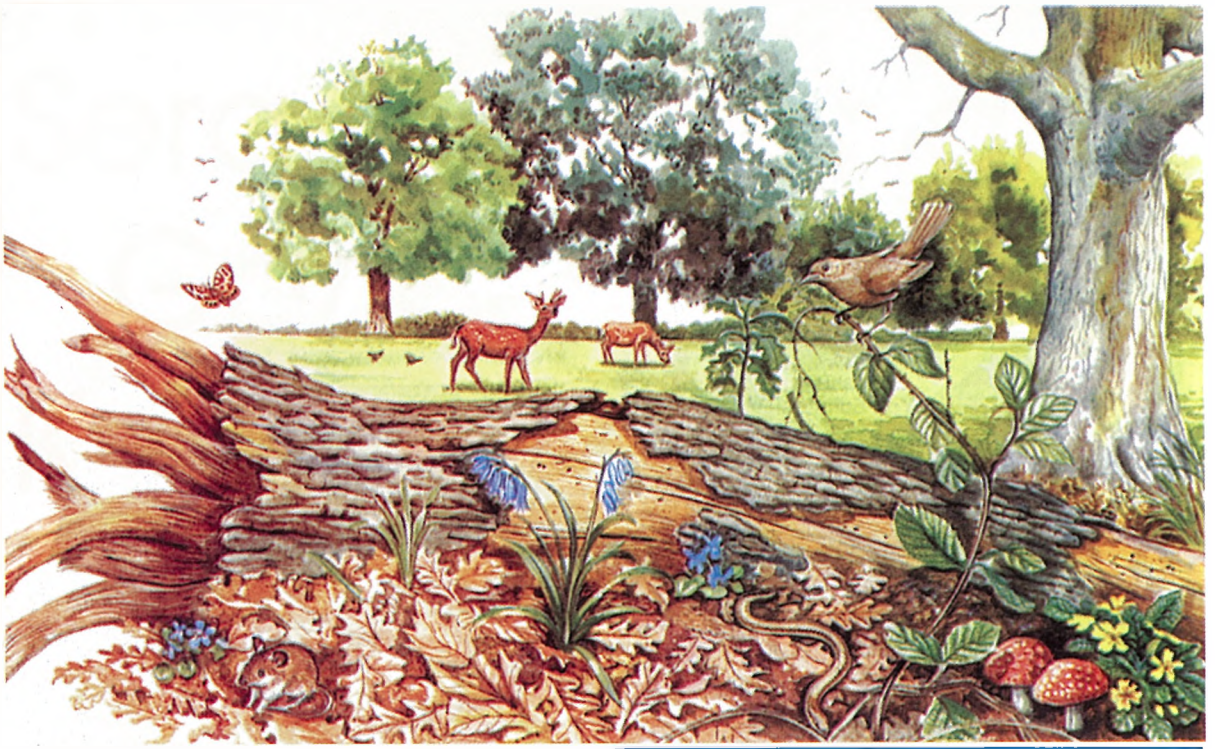
### Sera Gazları ve Özellikleri

Sera etkisi yapan gazlardan biri olan metanın atmosferde çoğalmasına neden olan kaynakların başında bitkilerin çürümesi ve yakılması, kömür madenciliği ve çiftlik hayvanları gelir. Yapılan araştırmalar, atmosfere bırakılan metan gazının % 40-70'inin insan kaynaklı olduğunu göstermektedir. Atmosferdeki metan derişimi karbondioksit derişiminden daha az olmasına rağmen, metan gazının kızılötesi radyasyonu tutma kapasitesi daha faz-



Sanayide kullanılması amacıyla CO<sub>2</sub> gazının diğer bileşenlerden ayrılarak toplandığı tesis (Shady Point, Oklahoma-ABD)





İklimdeki ısınma ile ekosistemlerdeki koşullar değişeceğinden, canlıların bir kısmı yeni koşullara ayak uyduramayacaklardır.

ladır.

Atmosferdeki su buharı, doğal sera etkisinin % 75'ini oluşturan en önemli gazdır ve ana kaynağı da okyanuslardan olan buharlaşmadır.

Karbondioksit, atmosferin yapısında doğal olarak bulunan bir bileşen olmasına rağmen, insan aktiviteleri de karbondioksit miktarında önemli artışa neden olmaktadır. Atmosferdeki karbondioksit seviyesinin zaman içindeki değişimi, buz tabakalarının analizi yapılarak incelenmiştir.

Diğer sera gazları ise azot oksit, ozon ve klorofloro-karbonlar (CFC) dir. Azot oksit, topraktan tarımsal işlemler ile, okyanuslardan ve bitkiler ve fosil yakıtların yanması ile ortaya çıkar.

Ozon, atmosferin bütün katmanlarında çeşitli miktarlarda bulunmakla birlikte troposferde az miktarda bulunur. Bugün atmosferde büyük oranlarda bulunmayan kloroflorokarbonların ısı tutma kapasiteleri karbondioksitten 15 bin kat daha büyüktür.

## Küresel Isınma ve Olumsuz Etkileri

Uzmanlar, 18. yüzyılın ortalarından itibaren gazların atmosferdeki miktarında ciddi artışlar olduğunu belirtmektedirler. Endüstri devriminin başlangıcından bu yana atmosferdeki karbondioksit oranı % 30 oranında artmıştır (280 ppm'den 370 ppm'e), metan oranı iki katına çıkmıştır ve nitrik oksit oranı % 15 artmıştır.

## CO<sub>2</sub>'İN OKYANUSLARDA VE YERALTINDA DEPOLANMASI MÜMKÜN MÜ?

Bilimsel tahminlere göre bitkiler 600 gigaton, toprak ise 1600 gigaton CO<sub>2</sub>'i tutmaktadır. Ancak artan gaz emisyonuna karşı yeni bir tutucuya ihtiyaç vardır. Bu konuda uzmanlar yaklaşık on yıldır başka bir seçenek üzerinde çalışmaktadır. Bu çalışmalar, fabrika ve enerji santralleri gibi gaz üreten tesislerden gazların toplanarak okyanuslara veya yer altına pompalanması konusundadır.

### Yeni Bir Yaklaşım

Sleipner petrol ve doğalgaz sahası Kuzey denizinin ortalarında, Norveç sahilinden yaklaşık 240 km açıktadır. Burada haftada 20 bin ton CO<sub>2</sub>, deniz tabanından 100 m aşağıda bulunan kumtaşı tabakalarına enjekte edilmektedir. 1996 yılının Ekim ayında başlayan bu işlem aslında oldukça risklidir.

Dünyanın diğer bölgelerindeki doğalgaz sahalarındaki gibi, buradaki kimyasal tesis de oldukça fazla miktarda CO<sub>2</sub> üretmektedir. Uzmanlar buradan çıkan gazı atmosfere vermek yerine, sıkıştırarak Utsira Formasyonu olarak bilinen 200 m kalınlığındaki kumtaşları içerisinde vermeyi düşündüler. Bu formasyon içerisinde tuzlu deniz suyu bulunmaktadır. Tesislerden 1999 yılında 1 milyon ton CO<sub>2</sub> enjekte edilmiştir. Aslında bu rakam Norveç gibi küçük bir ülkenin atmosfere verdiği toplam CO<sub>2</sub> miktarının sadece % 3'üdür. Ancak bilinen ilk proje olmasıyla oldukça önemlidir.

Pompalama tesisleri ve kuyularıyla birlikte tesisin kuruluş maliyeti yaklaşık 80 milyon dolardır. Ancak 1 milyon ton gaz atmosfere verilmiş olsaydı 1996-1999 yılları arasında 50 milyon dolar harcanacaktı.

Dünyanın başka bölgelerinde de benzer projeler üzerinde çalışmalar yürütülmektedir. Güney Çin Denizindeki Natuna sahasında % 71 oranında CO<sub>2</sub> içeren doğalgaz bulunmaktadır. Burada gerekli dönüşüm ve ek tesisler yapıldığında, fazla CO<sub>2</sub>'in yer altına verilmesi mümkün olabilecektir. CO<sub>2</sub> gazının yer altına verilmesi ile ilgili çalışmalar Avustralya'daki Gorgon ve Norveç'teki Snøhvit doğalgaz sahalarında ve Alaska'daki North Slope petrol sahalarında yürütülmektedir. Bütün projeler gelişme aşamasındadır.

Bilindiği gibi, üretimde doğalgazın CO<sub>2</sub>'den arındırılması gerekmektedir. Bunun için de iki seçenek vardır: Ya doğrudan atmosfere verilecek, ya da yer altında bir yerde depolanacaktır. Dileğimiz, elektrik santralleri de dahil olmak üzere, dünyadaki bütün kimyasal, petrol ve doğalgaz tesislerinde CO<sub>2</sub> gazının atmosfere verilmeyerek güvenli bir yerde depolanmasıdır.



### Yer Altında mı, Su altında mı?

CO<sub>2</sub> gazının yer altına pompalanması petrol ve doğalgaz çıkarmanın tersi bir işlemdir. Aslında bütün petrol sahalarında bu işlem yapılmaktadır. Petrolün akıcılığını ve dolayısıyla kuyu verimini arttırmak amacıyla kuyularla rezervuara CO<sub>2</sub> gazı pompalanmaktadır. Tuzlu gözenekli formasyonlar, işletilerek terk edilmiş kömür, petrol ve doğalgaz rezervuarları, yer altı mağaraları ve tuz domları gibi jeolojik formasyonlar, binlerce gigaton CO<sub>2</sub>'i depolayacak kapasitededir.

Jeolojik formasyonların zararlı gazların depolanması konusunda ümit vermesinin yanında, okyanuslar antropojenik CO<sub>2</sub> rezervuarı olmalarıyla önemli başka bir seçenektir. Okyanus suyunda çözünmüş halde 40 bin gigaton (atmosferde 750 gigaton) karbon bulunduğu tahmin edilmektedir. Ancak kapasitenin çok daha fazla olduğu bilinmektedir. Eğer endüstri çağı öncesinde atmosferdeki CO<sub>2</sub>'in iki katı okyanuslara verilmiş olsaydı, okyanus suyundaki CO<sub>2</sub> artışı % 2'den daha az olacaktı. Aslında yavaş işlese de, doğal süreçlerle atmosferdeki bugünkü CO<sub>2</sub> yüzlerce yılda okyanuslara dönecektir. Ancak, gazın okyanusa doğrudan verilmesi bu süreci hızlandıracaktır.

Okyanuslarda gaz depolamanın başarılı olabilmesi için CO<sub>2</sub>'in suda termoklin (okyanus yüzeyinden 100-1000 m aşağıda bulunan ve sıcaklığın hızlı bir şekilde azaldığı dip zonu) altına verilmesi gerekmektedir. Alttaki soğuk ve yoğun su, üstteki termokline doğru oldukça yavaş hareket eder. Bu nedenle, termoklin altındaki gazlı suyun yüzeydeki su ile karışması ve gazın atmosfere dönüşü yüzyıllar alır. Dolayısıyla CO<sub>2</sub> gazı ne kadar derine enjekte edilirse okyanus yüzeyine ve oradan da atmosfere ulaşması o kadar uzun zaman alır.

CO<sub>2</sub> gazının okyanuslara verilmesi fikri ilk olarak 1977'de Avustralya'lı Cesare Marchetti tarafından ortaya atılmıştır. Bugün düşünülen seçenekler, okyanus tabanına boru hattı döşenerek veya hareketli bir gemiye bağlı olan borunun buz kütleleri yardımıyla okyanus derinliklerine indirilmesi yoluyla CO<sub>2</sub> gazının pompalanması şeklindedir.

### Ne kadar Güvenli?

CO<sub>2</sub> gazının okyanuslara ve jeolojik formasyonlar içine pompalanması teknolojik olarak mümkün olsa da, çevre için ne gibi sonuçlar doğuracağı iyi değerlendirilmelidir. Ancak şu da bir gerçektir ki, CO<sub>2</sub>'in bu yöntemlerle depolanması, geçmişte ve günümüzde yapıldığı gibi doğrudan atmosfere verilmesinden daha az risk taşımaktadır. Ancak yer altı depolamasında formasyonun uzun süreli dayanıklılığı (örneğin depremler risk taşımaktadır) önemlidir. Çünkü yer altında depolanan gazın ani olarak atmosfere dönmesi, o yöredeki canlılar için bir felakete neden olacaktır. Ancak, doğal CO<sub>2</sub> gazının yer altında milyonlarca yıldır kalabilmiş olması (örneğin, Colorado'daki McElmo domu) yer altı depolamasının güvenli olduğu yönündeki en önemli göstergedir.

Okyanus depolamasında risk daha fazladır. En önemlisi, okyanus suyunun asiditesi ile ilgilidir. Okyanus suyunun pH'ı 8 civarındadır. CO<sub>2</sub> enjekte edildiğinde, enjeksiyon bölgesinde pH 5-7 düzeyine düşecektir. Yani su asidikleşecektir. Asiditedeki büyük değişimler, okyanusta yaşayan zooplanktonlar ve bakteriler gibi organizmalar için zararlı olacaktır. Gazın okyanusların en az orta derinliklerine sulu çözelti oluşturacak şekilde verilmesi bu riski azaltacaktır.

Önümüzdeki yıllarda okyanuslarda güvenli olarak ne kadar CO<sub>2</sub> depolanabileceği konusunda araştırmalar yapılmaya başlanmıştır. Örneğin, ABD, Japonya, İsviçre, Norveç, Kanada ve Avustralya'lı araştırmacıların oluşturduğu bir ekip, 2001 yazında Hawaii'deki Kona sahillerinde okyanusta CO<sub>2</sub> depolamasının teknik fizibilitesi ve çevresel etkisi üzerine bir araştırma başlatmıştır. Bu ekip, okyanusun 800 m derinliklerine CO<sub>2</sub> pompalayarak, atmosfere dönen CO<sub>2</sub> miktarı, okyanus suyunun pH'ı ve sudaki çözünmüş inorganik CO<sub>2</sub> artışını sürekli olarak kaydetmeyi planlamıştır. Elde edilecek verilerin değerlendirilmesi ile, yöntemin çevresel etkileri daha somut bir şekilde analiz edilecektir.

### Maliyeti ve Zorlukları

Atmospere salınan toplam CO<sub>2</sub>'in üçte biri elektrik santrallerinden kaynaklanmaktadır. Her santraldan CO<sub>2</sub> gazının yer altına veya okyanuslara verilmesi pek ekonomik olmamaktadır. Mantıklı çözüm, emisyonları azaltmaktır. Bu işlemin maliyeti oldukça yüksek olsa da gelişen teknoloji ile bu maliyet azalma eğilimindedir.

Enjekte edilecek CO<sub>2</sub>'in santrallarda ilave olarak kurulacak tesislerde bir dizi işlemden geçirilmesi gerekmektedir. Bunun için de enerji harcanması zorunludur. Bugünkü teknoloji ile CO<sub>2</sub>'in santrallardan yer altına veya okyanuslara pompalanmak üzere elde edilmesi elektrik üretim maliyetini % 50-100 oranında arttırmaktadır. Ancak depolama, elektrik iletim ve dağıtım maliyetini etkilemediğinden, bu maliyet artışı % 30-50 düzeyine inmektedir. Yeni araştırmalarla maliyet artışının daha alt seviyelere indirilmesi mümkün görülmektedir.



Ormanlar atmosferdeki CO<sub>2</sub>'i depolar ve küresel ısınmayı geciktirir.

Bu artışlar atmosferin ısıyı hapsedme kapasitesini yükseltmektedir. Son birkaç yüzyıldaki bu artışın nedeni, taşıtlarda kullanılan akaryakıtlar, ev ve işyerlerinde ısıtma amaçlı kullanılan yakıtlar ve fosil yakıtlı enerji santralleridir. Eğer gerekli önlemler alınmazsa, 2100 yılında atmosferdeki karbondioksit oranının bugünkünden % 30 - % 150 oranında daha yüksek olacağı tahmin edilmektedir.

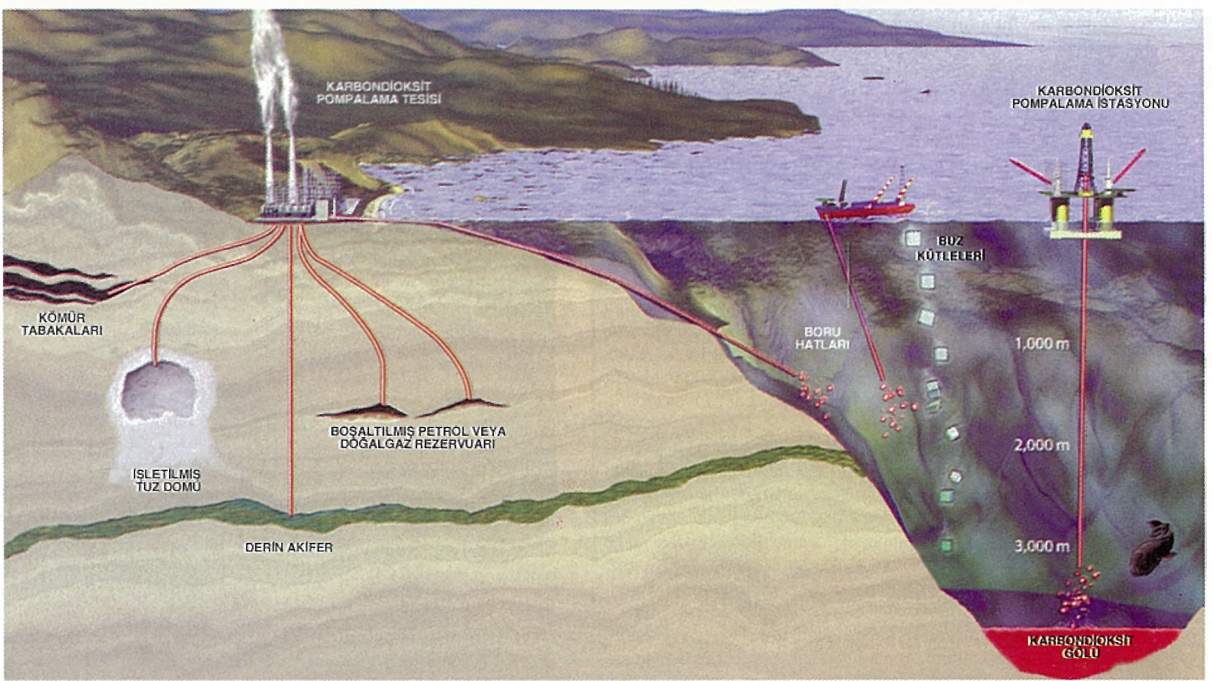
19. yüzyılın son yıllarından bu yana yeryüzü sıcaklığı belli bir oranda artış göstermiştir. 20. yüzyılın en sıcak 10 yılı yüzyılın son 15 yılında yaşanmıştır. Kuzey yarıküredeki kar örtüsü ve Kuzey Buz Denizi'nde yüzen buz miktarı azalmıştır. Tüm dünyada deniz seviyesi son yüzyılda 10 ila 20 cm yükselmiştir ve kara üzerinde yoğunlaşma % 1 oranında artarken dünyanın birçok bölgesinde ani ve aşırı yağışlar sıklaşmıştır.

Küresel ısınma nedeniyle doğan ve doğabilecek olumsuzluklar aşağıda genel olarak açıklanmıştır.

### İnsan Sağlığı Tehdit Altındadır

İklim değişimi doğrudan insan sağlığını etkileyecektir. Küresel ısınmanın kalp, solunum yolu ve diğer bazı hastalıklara sebep olacağı düşünüldüğü gibi sürekli sıcak hava, seller, fırtınalar ve diğer ekstrem hava olaylarından psikolojik rahatsızlıklar, hastalıklar ve ölümler meydana getirebileceği kabul edilmektedir.





CO<sub>2</sub>'in okyanus ve yer altında depolanmasını gösteren model resim

İklim değişikliğinin ekolojik sistemleri ve doğal kaynakları değiştireceği, insan sağlığını etkileyeceği, sosyal ve ekonomik değişikliklere neden olacağı tahmin edilmektedir. Bu değişimler böcekler, su ve diğer etkenler tarafından bulaştırılan hastalıkların çoğalacağını göstermektedir.

Sıcak hava, böcekler ve diğer hastalık taşıyıcıların yayılmasına imkan tanımaktadır. Bu durumda organizmaların yüksek enlem ve boylamlara yayılması mümkün olabilecektir. Örneğin, dünyada her yıl iki milyon insanın ölümüyle sonuçlanan 300 milyon malya salgını meydana gelmektedir. Dünya nüfusunun



Küresel ısınma su kaynaklarını etkileyecektir.

yaklaşık % 45'i malya geçiren sineklerin bulunduğu iklim bölgelerinde yaşamaktadır. Modeller bu oranın önümüzdeki yüzyılın yarısına kadar % 60'a çıkacağını tahmin etmektedir.

Sıcak havalar, su kaynaklarında azalma ve bunun sonucu olarak kolera gibi hastalıkların yayılmasına; gıda üretimindeki bölgesel azalmalar nedeniyle açlık ve yetersiz beslenme gibi olumsuzluklara neden olmaktadır. Bütün bu olumsuz koşullar, uzun vadede özellikle çocuklar için önemli sağlık sorunları doğuracaktır. Astım, alerjik hastalıklar ve kalp-solunum yolu hastalıklarının görüme sıklığı ile iklim değişikliği arasında kuvvetli bir ilişki kurulmaktadır.

Kırsal alanlarda doğal kaynakların verimliliğindeki gerileme, kırsal alandan kente göçü hızlandırır. Kentlerde barınma, su, beslenme ve sağlık hizmetlerinde eksiklikler insanları olumsuz yönde etkileyecektir.

### Biyolojik Çeşitlilik Zarar Görecektir

Önümüzdeki 100 yıl içerisinde 1-2 °C ısınma, bugün orta enlemlerdeki sıcaklığın kutupsal enlemlere doğru hareket etmesine neden olacaktır. Bu durumda ekosistemlerin coğrafik dağılımı değişecek, türlerin çoğu yeni şartlara yeterince hızlı uyum sağlayamayıp yok olacaktır.

Yapılan çalışmalar, küresel ortalama sıcaklıkta 1°C yükselmenin ormanların kompozisyonunu ve fonksiyonunu etkileyebileceğini göstermektedir. 21. yüzyıl için yapılan iklim değişikliği senaryoları, en önemli etkinin dünyadaki ormanların üçte birinin tür kompozisyo-



## CO<sub>2</sub> DEPOLAMADA BAŞKA BİR YÖNTEM: AĞAÇLANDIRMA

Bilindiği gibi, ağaçlar atmosferi kirleten ve küresel ısınmaya neden olan CO<sub>2</sub> gazını depolayarak havayı temizlemektedir. Yani ormanlar çok iyi bir karbon depolayıcısı işlevi görmektedir. Bu nedenle, fosil yakıtların kullanımını kontrol altına alacak gaz emisyonlarını azaltma veya gazları yer altında veya okyanuslarda depolama gibi projelerin yanında, daha kolay ve ucuz olan yöntem, etkin ve kararlı bir şekilde ağaçlandırmaya önem vermektedir.

KontROLSÜZ bir şekilde ağaç kesiminin yanında, ülkemizde ve dünyanın birçok bölgesinde son yıllarda ağaçlandırma çalışmalarına hız verilmiştir. Örneğin, Guatemala'da 10 yılı aşkın bir süredir planlı bir ağaçlandırma kampanyası sürdürülmektedir. Hükümet ve çeşitli kuruluşlar büyük bir ağaçlandırma kampanyası başlatarak, ormansız alanları ağaçlandırma, mevcut ormanları sıklaştırma ve tarımsal bitkileri çoğaltma faaliyeti içine girerek, bir ölçüde Kyoto Sözleşmesine destek vermektedirler.

ABD menşeyli AES adlı elektronik firması, CO<sub>2</sub> emisyonunu azaltmak amacıyla Guatemala'da 1988 yılında ilk ormanlaştırma projesine öncülük etti. AES firması aynı zamanda Connecticut'ta (Guatemala) yeni bir termik santral kuruyordu. Çalışacağı 40 yıllık sürede, bu tesisin atmosfere tahminen 52 milyon ton CO<sub>2</sub> salacağı hesaplanıyordu.

AES firması, Dünya Rezervler Enstitüsü (World Resources Institute-WRI) ve bir hayır kuruluşu olan CARE ile işbirliği yaparak piyango çekilişlerini de kapsayan çeşitli teşvik kampanyaları ile tarımsal ağaçlandırmalar ve orman yangınlarını söndürme ekiplerini eğitim çalışmaları yaptı. WRI'nin hesaplamalarına göre, bu proje ile dikilen ağaçlarla 58 milyon ton CO<sub>2</sub> gazı depolanacaktır.

Günümüzde buna benzer projeler ABD, Norveç, Brezilya, Malezya, Rusya ve Avustralya'da milyonlarca hektar arazide uygulanmaktadır. Türkiye'de Orman Bakanlığına bağlı kamu kuruluşları, belediyeler ve TEMA vakfının öncülüğünde ağaçlandırma çalışmalarına son yıllarda hız verildiği görülmektedir.

Yapılan tahminlere göre, dünyadaki ormanların tamamı neredeyse 1 milyon ton karbonu depolayabilmektedir. Ancak hesaplamalara göre, 1 yılda atmosfere verilen CO<sub>2</sub> emisyonunu depolayabilmek için, her yıl Hindistan büyüklüğündeki bir alanın ormanlaştırılması gerekmektedir. Tabii ki ağaçlandırma, sabır isteyen uzun soluklu bir faaliyettir. Özellikle bozkır bölgelerde doğal yaşamı canlandırma açısından da son derece faydalıdır. Ancak insan eliyle yapılan ağaçlandırmanın bazı sakıncaları da yok değildir. Örneğin, doğal biyolojik çeşitlilik bozulmakta ve ortamda yaşayan hayvanlar rahatsız edilerek başka bölgelere göç etmeye zorlanmaktadır. Bu nedenle ağaçlandırma faaliyetleri mutlaka konunun uzmanlarının kontrolünde, mevcut ekosisteme zarar vermeden, bilinçli bir şekilde yapılmalıdır.



Deniz seviyesinin yükselmesiyle sahil bölgeleri su altında kalacaktır.

nunda değişme olacağını göstermektedir. Ayrıca hastalık, yangın gibi sıcaklığın yükselmesine bağlı etkiler de görülecektir.

Küresel ısınma sonucu, ekosistemler ve türler yüksek kottara doğru yer değiştirmeye başlayacak, tarım, turizm, kerestecilik ve diğer ekonomik faaliyetler bu durumdan olumsuz etkilenecek, gelişmekte olan birçok ülkede yerli halkın beslenme ve yakıt kaynakları azalacak veya yok olacaktır.

### Deniz Sahilli Ülkeler Olumsuz Etkilenecektir

Geçtiğimiz 100 yılda deniz seviyesi ortalama 10-20 cm yükselmiştir. Bu olayın 1860 yılından beri alt atmosfer ortalama sıcaklığının 0.3-0.6 °C yükselmesi ile çok yakın ilişkisi vardır. Modeller, deniz seviyesinin 2100 yılına kadar 15-95 cm yükseleceğini göstermektedir. Ayrıca deniz seviyesindeki yükselmenin olumsuz etkisi bölgeden bölgeye farklı olacaktır.

Kıyı bölgeleri ve küçük adalar tehlike altındadır. Bugünkü koruma şartlarında deniz seviyesinin 1 m yükselmesi ile Uruguay'ın % 0.05'i, Mısır'ın % 1'i, Hollanda'nın % 6'sı ve Bangladeş'in % 17.5'nun sular altında kalacağı tahmin edilmektedir.

### Su Kaynakları Olumsuz Etkilenecektir

Küresel ısınma sonucu bazı bölgelerde yağış artarken bazı bölgelerde azalacaktır. Yağışta meydana gelecek herhangi bir değişim yüzey nemliliği, yüzey yansıtma katsayısı ve bitki örtüsünü etkileyecektir. Bu da buharlaşma-ferlemeyi ve bulut oluşumunu ve dolayısıyla yağışı tekrar etkileyecektir.

İklim konusundaki birçok model, sağanakların şiddetini arttıracaklarını öngörmektedir. Bu da, yer yüzeyine düşen yağışın toprakta süzülmesinin azalarak, sellerin artacağını göstermektedir. Böylece akarsuların akış rejimi düzensizleşecek, yeraltısularının beslenmesi azalacaktır.

Ayrıca suların sıcaklığında ve termal yapısındaki değişimler organizmaların hayatta kalmasını ve büyümesini, dolayısıyla ekosistemlerdeki canlıların çoğalmasında olumsuz etkileyecektir.

### Kaynaklar

Herzok, H., Eliasson, B., Kaarstad, O., 2000. Capturing Greenhouse Gases, Scientific American, February, 54-61.

Huber, H., 2001. Global Climate Change, Geotimes, December, 9-14.

Grosser Weltatlas: Ansiklopedik Büyük Dünya Atlası. Hürriyet yayınları

<http://www.epa.gov/globalwarming/>

<http://www.meto.gov.uk/sec5/CR-div/Brochure97/>

[www.abb.com/](http://www.abb.com/)

[www.ieagreen.org.uk/](http://www.ieagreen.org.uk/)

[www.fe.doe.gov/](http://www.fe.doe.gov/)



# Yaşamın Kaynağı

# Su



*Su konusundaki çalışmalar, dünya su kaynaklarının yarısının ileri derecede kirlendiğini ve insanlığın yakın bir gelecekte bu günden çok daha ciddi boyutlarda su sıkıntısı ile karşı karşıya geleceğini belirtiyor. Buna rağmen, insanlık kendi geleceğini (tabii ki, diğer canlıların da) kendisi karartıyor.*

Adem Öney  
DSİ V. Bölge Müdürlüğü

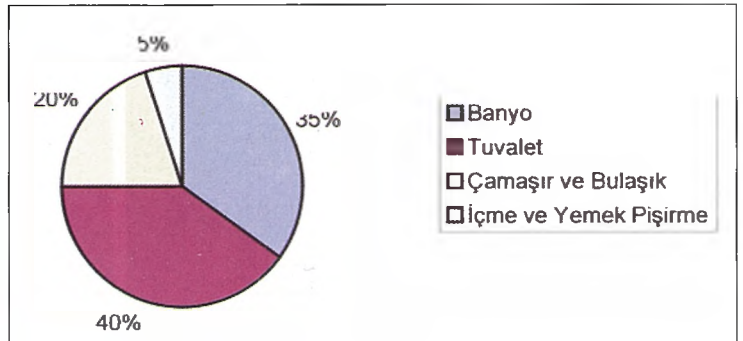
**S**u! Yaşamın kaynağı, vazgeçilmez varlığımız. Bir damlasına bile paha biçilemeyen hazinemiz. İki atom hidrojen ile bir atom oksijenin birlikteliği ile oluşan harika madde. Dünyanın mavi rengi...

Tarih boyunca toplumların gözdesi, vazgeçilemezi. Varlığı cenetler yaratan, yokluğu kasıp kavuran...

Düşünsenize! Bir yaz günü sıcaktan kavrulmuşsunuz, susuzluktan dudaklarınız kurumuş. Bardak, bardak, kana kana içiyorsunuz buz gibi suyu. Bu zevki size başka ne verebilir? Veya çok çalışıp yorulmuşsunuz, terden sırlıslıksınız. İlik bir duşa ne dersiniz? Ya da arazide çalışıyorsunuz, dağ, tepe demeden kilometrelerce yürümüşünüz. Ayaklarınız iyice yorulmuş, kapalı kalmaktan bunalmış. Bir akarsu kenarında oturup, ayaklarınızı serin suya bırakıyorsunuz. Suyun huzur veren sesiyle bir "ohh" diyorsunuz ki, her şeye bedel.

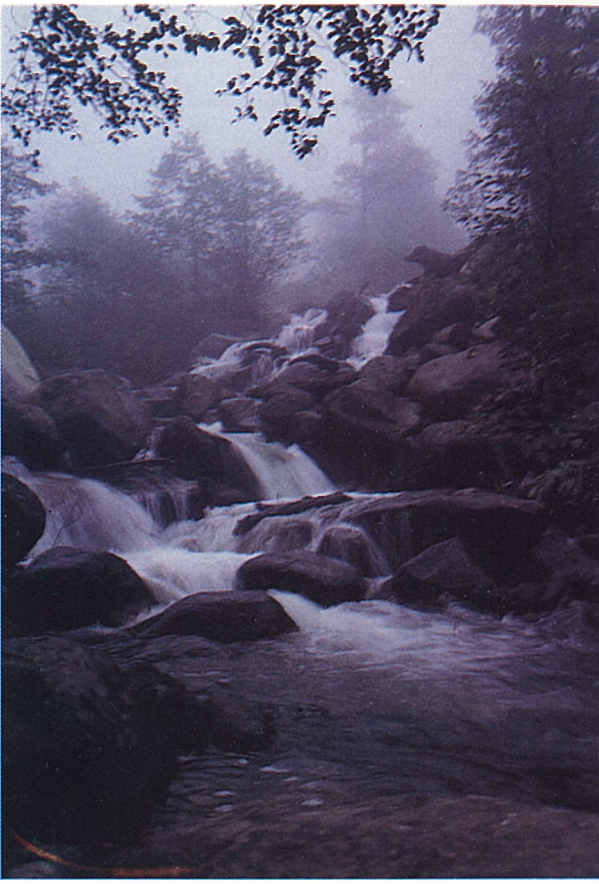
Ya yokluğunda çektiğiniz ızdırıp? Örneğin, evinizde birkaç gündür sularınız akmıyorsa veya sık sık kesiliyorsa, günlük yaşamınız altüst olmuyor mu? 21. yüzyıl Türkiye'sinde hala evlerinde su olmayan insanların bulunmasına, taşıma suyla temizlik yapan, yemek pişiren kadınların çilesine ne demeli? Daha da ileri gidersek, dünyanın kurak bölgelerinde sağlıklı ve yeterli sudan yoksun milyonlarca insanın dramı? Düşündükçe içiniz kararıyor, değil mi?

Peki, canlı yaşamı için bu denli önemli olan suyun değerini yerince biliyor muyuz? Su kaynaklarını koruma ve su tasarrufu konusunda ne kadar bilinçliyiz? Birey, toplum ve hükümetler ölçeğinde



Evlerde günlük su kullanımı





ne kadar çaba gösteriyoruz? Çocuklarımıza suyun önemini ve koruma bilincini ne ölçüde aktarabiliyoruz? Eğitim-öğretim programlarımızda bu konuya yer veriliyor mu?

Su konusundaki çalışmalar, dünya su kaynaklarının yarısının ileri derecede kirlendiğini ve insanlığın yakın bir gelecekte bu günden çok daha ciddi boyutlarda su sıkıntısı ile karşı karşıya geleceğini belirtiyor. Buna rağmen, insanlık kendi geleceğini (tabii ki, diğer canlıların da) kendisi karartıyor.

Aslında su kaynaklarının karşı karşıya olduğu en büyük sorun kirlilik olsa da, kirlenmenin haricinde, bölgeler arası dengesizlikler, su kaynaklarına müdahale ile ekolojik dengenin bozulması, suyun verimli kullanılmamasından doğan kayıplar gibi sorunlar da çözüm beklemektedir.

Bugün dünyada yararlanılan suyun büyük bir kısmı sulamada kullanılıyor. 1978 yılında dünya ölçeğinde kişi başına sulanan alan en yüksek değere ulaştı, o yıldan sonra bu oran gittikçe azaldı. 1999 yılı itibarıyla bu azalma % 5'tir. Ayrıca, sulanan alanların yaklaşık beşte biri tuzlanma nedeniyle zarar görmüş durumda.

Dünya tahıl üretiminde ağırlığı olan Hindistan, Pakistan, ABD, Kuzey Afrika, orta Doğu ve Arap Yarımadası'nda sulama sorunları bulunmaktadır. Bu sorunlar gelecekte dünya gıda ihtiyacının karşılanmasını zorlaştıracaktır.



## Su Tasarrufu İçin Pratik Öneriler

- Musluklarınızdan aşırı tazyikle akan suyun basıncını, vanalarınızı biraz kısarak azaltın. Çünkü özellikle çocuklar, muslukları fazla açarak su tüketimini arttırmaktadırlar.
- Duş alırken mümkün olduğunca hızlı davranın ve suyu boşa akıtmayın.
- Klozetiniz tek hamlede temizlenmiyorsa, veya fazla miktarda dolduktan sonra ancak boşalıyorsa (kısmen tıkanmış da olabilir) vakit geçirmeden tamir ettirin.
- Diş fırçalarsanız veya traş olurken musluğu açık bırakarak suyu boşa akıtmayın. Aslında, musluğu akıtmak yerine, bir bardak su, dişlerinizi temizlemeye yeter de artar bile.
- Sıcak su akıtmak amacıyla banyo veya mutfağınızdaki musluğu açtığınızda bir süre soğuk su akar. Sıcak su gelene kadar, suyu boşa akıtmak yerine, bir kaba doldurun. Bu suyu daha sonra temizlik vb. işlerde, çiçeklerinizi sulamada kullanabilirsiniz.
- Elde çamaşır yıkarken çamaşırınızı musluktan akan su ile durulamak yerine, önce su doldurulmuş leğene batırarak durulayın. Musluk suyunu son durulamada kullanın.
- Musluğunuzdan içilebilir su akıyorsa, özellikle yazın içme suyu almak amacıyla bardağı doldurmadan önce ılık suyu bir süre boşa akıtmayın, bir kaba doldurun. Ya da buzdolaplarınızda soğuk su bulundurun.
- Musluklarınız seyrek damlalarla da olsa su akıtıyorsa, vakit geçirmeden tamir edin. Unutmayın ki, "Damlaya damlaya göl olur" sözü burada da geçerlidir.
- Bahçenizi rüzgar ve sıcaklığın az olduğu sabah veya gece saatlerinde sulayın. Fıskiyelerin bahçe ve çim alanları dışında yol veya başka alanları sulamasına izin vermeyin. Bahçenizin yeterince sulandığından eminensiz, üşenmeden suyu kapatın.
- Kendi mekanınız dışında herhangi bir yerde açık bir musluk görürseniz hemen kapatın. Patlamış bir su borusuna rastlarsanız, vakit geçirmeden yetkililere haber verin.





Nepal'de çamaşır yıkayan kızlar

Ayrıca, dünya ölçeğinde suyun verimli bir şekilde kullanılmaması nedeniyle sulamada çok büyük kayıplar olmaktadır.

Sulama projelerinin çoğalması ve yaygınlaşmasıyla dünya gıda üretiminde artış kaydedilirken, bazı ciddi çevre sorunları yaratılmaktadır.

ABD, Yeni Zelanda, Avustralya, Pakistan, Tayland, Nijer, Çad, Tanzanya, Hindistan, Vietnam ve İtalya başta olmak üzere birçok ülkede tarımsal sulama ve drenaj projeleri ile kentleşme nedeniyle sulak alanlarda ortalama olarak % 50 oranında su kaybı meydana geldi. Akarsuların sulamada kullanılmasıyla bazı akarsular kurudu veya debileri çok azaldı. Örneğin, Çin'de Sarınehir, Pakistan'da Indus, Güney Asya'da

Ganj, ABD'de Colorado nehirleri bunlardan bazılarıdır. Ayrıca birçok bölgede ekolojik denge bozuldu, biyolojik çeşitlilik zarar gördü (balık türlerinin azalması vb.).

Su kaynakları kısıtlı olan bölgelerde nüfus artışı daha fazladır. Bu bölgelerde bugün yaşayan yaklaşık 500 milyon nüfusun 2025 yılında 3 milyara ulaşacağı tahmin ediliyor. Bu durum, buralarda yaşayan insanların gelecekte büyük bir susuzluk ve açlıkla karşı karşıya kalacağını gösteriyor.

Su kaynaklarının verimli kullanımı ve korunması konusunda dünya ölçeğindeki girişimler yaklaşık 20 yıldır sürüyor. Bunlardan en önemli Birleşmiş Milletler Örgütü'nün 1993 yılında aldığı bir kararla her yıl 22 Mart gününün Dünya Su Günü (World Water Day) olarak kutlanmaya başlanmasıdır. Böyle bir organizasyondaki amaç, suyun önemini vurgulayarak, insanlığın karşı karşıya olduğu küresel su krizine dikkatleri çekmektir.

Dünya su günü kutlamaları 1993 yılından beri bir-



Bangladeş'te tulumba ile kuyudan su çeken kadın



Nepal'de su satıcısı kadın



Tayland'da çatıya yağın yağmurun biriktirilmesiyle su elde edilmesi



## Bunları Biliyor musunuz?

- ▶ Dünyanın 379 milyon km<sup>2</sup> olan yüzey alanının yaklaşık dörtte üçü sularla kaplıdır.
- ▶ Dünyadaki suyun % 97.5 gibi çok büyük bir kısmı tuzlu su; geri kalanı tatlı sudur. Tatlı suların büyük bir kısmını buzullar oluşturur. Yenilenebilir ve kullanılabilir su, tatlı suların sadece % 0.26'sıdır.
- ▶ Vücut ağırlığımızın üçte ikisi sudur.
- ▶ Sağlıklı bir yaşam için günde 1-3 litre su içmeliyiz.
- ▶ Yiyecek ve içeceklerle vücudumuza aldığımız suyun bir kısmını nefes verirken buhar olarak dışarı atarız.
- ▶ Denizanasının % 95'i, karpuzun % 97'si sudur.
- ▶ Bazı kara hayvanları, örneğin amfibiler üremek için yumurtalarını suya bırakırlar. Bazı hayvanlar ise çok az su içerler. Örneğin; çöl sıçanları hemen hemen hiç su içmeyip, su ihtiyaçlarını yedikleri bitkiler ve tohumlardan karşılarlar.
- ▶ Yeşil bitkiler fotosentez yaparken bünyelerindeki suyu dışarı verirler.
- ▶ Dünyada kullanılan suyun üçte ikisi sulamada kullanılmaktadır.
- ▶ Dünyada üretilen gıdanın % 40'ı sulanan arazilerden elde edilmektedir.
- ▶ 1998 verilerine göre, su kaynakları kısıtlı olan ülkelere Ürdün, tahıl ihtiyacının % 91'ini, İsrail % 87'sini, Libya % 85'ini, Suudi Arabistan % 50'sini ithal etmektedir.
- ▶ Hindistan, İsrail, Ürdün, İspanya ve ABD'de damlama sulama ile % 30-% 70 oranında su tasarrufu ve % 20-% 90 oranında verim artışı sağlanmaktadır.

- ▶ İsrail, atık sularının % 65'ini arıtarak sulama, sanayi ve içme suyu olarak tekrar kullanmaktadır.
- ▶ Dünya nüfusunun yaklaşık yarısı su ihtiyacını yeraltısularından karşılamaktadır. Kırsal kesimde bu oran % 80 civarındadır.
- ▶ Mexico City'de kuyularla çekim sonucu, yeraltısuyu tablası aşırı bir şekilde alçalarak, zeminde çökmelere neden olmuştur. Arizona bölgesinde yeraltısuyu tablasındaki alçalmadan meydana gelen çökme ve zemin hareketleriyle evler, karayolu ve demir yolları zarar görmektedir. Çin Ulusal Çevre Koruma Ajansı'na göre, Çin'deki 45 kent, yeraltısuyu seviyesindeki alçalmadan kaynaklanan zemin çökmesi problemleriyle yaşamaktadır.
- ▶ Filipinler'in başkenti Manila'da aşırı miktarda çekim nedeniyle yeraltı suyu seviyesinin 50-80 m alçalmasıyla deniz suyu girişi kıyıda 5 km içerilere kadar ulaşmıştır. Hindistan'ın Madras kentinde deniz suyu girişi 10 km mesafeye ulaşarak tatlı yeraltısularını kullanılamaz hale getirmiştir.
- ▶ Dünyada 1 milyarın fazla insan, temiz içme suyundan; 2.5 milyar insan yeterli ve sağlıklı kanalizasyon sisteminden yoksundur.
- ▶ Dünyada bugün bilinen hastalıkların yarısı su ile ilgilidir.
- ▶ Dünyada her gün 10 binden fazla çocuk, suyla ilgili hastalıklardan hayatını kaybetmektedir.



çok ülkede yapılmaktadır. Bu ülkelerde yerel ve ulusal ölçekte yapılan etkinliklerle suyun hem ihtiyaç, hem de sağlık açısından önemi vurgulanarak, hükümetler, medya ve özellikle eğitim çağındaki çocuklar olmak üzere halkın tamamı su kaynaklarının korunması ve su tasarrufu konusunda bilinçlendirilmeye çalışılmaktadır.

Dünya Su Günü etkinliklerinde her yıl su ile ilgili değişik bir konu işlenmektedir. 1994 yılından 2002 yılına kadar işlenen konu başlıkları sırasıyla *Su kaynaklarını önemsemek herkesin işi*, *Kadın ve su*, *Susamış şehirler için su*, *Dünyadaki su acaba yeterli mi*, *Yeraltısuyu: Görünmeyen kaynak*, *Herkes mantsapta yaşıyor*, *21. yüzyıl için su*, *Su ve sağlık*, *Gelişme için su*'dur. 2003 yılının konusu ise *Su ve hastalıklar* olacaktır.

Ülkemizde *Dünya Su Günü* kutlamaları DSİ Genel Müdürlüğü'nün organizatörlüğünde yapılmaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde daha etkin bir şekilde kutlanan Dünya Su Günü etkinliklerinde şu faaliyetler yapılmaktadır:

- Gazetelerde konu ile ilgili yazılar yazılır.
- Resmi kurumlar dergi, broşür vb. yayınlar çıkarır ve dağıtır.
- Su kaynakları ile ilgili TV ve radyo programları yapılır.
- Okullarda konferanslar verilir ve değişik eğitim programları uygulanır.
- Fotoğraf ve afiş yarışmaları yapılır.
- Su konusunda seminerler, sempozyumlar düzenlenir.

### Kaynaklar

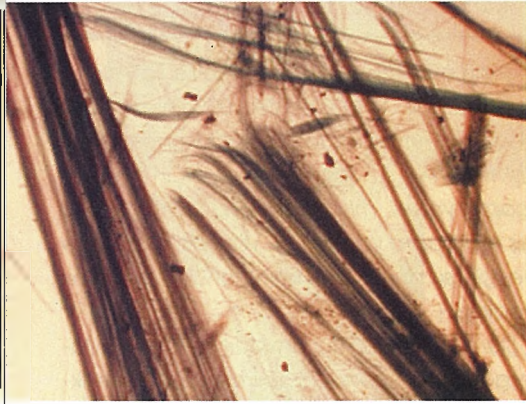
DSİ 2001. Dünya Su Günü Broşürü. DSİ Genel Müdürlüğü, Ank.  
[www.geocities.com/RainForest/7575/#bath](http://www.geocities.com/RainForest/7575/#bath)  
[www.worldwatch.org](http://www.worldwatch.org)  
<http://seaworld.org/Water/wafer.html>  
<http://waterday2002.iaea.org/English/Index.html>  
<http://www.irc.nl/products/advocacy/www/>  
<http://cobalt.sopac.org.fj/Secretariat/Units/Wru/world.html>

*Alfayazısız fotoğraflar JMO 53. Kurultay Fotoğraf Yarışması'ndan alınmıştır.*



# Asbest

## Gerçekten Tehlikeli mi?



*19. yüzyılın sonlarından itibaren fiziksel ve kimyasal özelliklerinden dolayı birçok üründe kullandığımız asbeste olan korkumuz, acaba gerçekten zararlı olduğu için mi, yoksa onu tanımadan kullanarak zararlı hale getirdiğimizden mi?*

**Erman Özsayın**  
HÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
eoosayin@hacettepe.edu.tr

### Asbest nedir?

**Y**unanca'da yenilemez, yıkılamaz anlamına gelen "asbestos" kelimesinden türeyen asbest, lifsi kristal yapısına sahip magnezyum silikat, kalsiyum-magnezyum silikat, demir-magnezyum silikat veya kompleks sodyum-demir silikat bileşimindeki mineral grubuna verilen isimdir. Asbest piyasa amyant olarak da bilinmektedir. Asbest mineralleri lifsi kristal yapısında olduğu için ateşe ve ısıya karşı son derece dayanıklıdır. Bu nedenle yüzyıllardır endüstri, yapı ve birçok tüketim maddelerinde kullanılmıştır.

Asbest mineralleri bazik ve ultrabazik kayalarda bulunur. Lifler kayaç içinde damarlar veya bazen tabakalar halinde, çoğu zaman ise kayacı ağ şeklinde sarar durumdadır.

### Asbest Çeşitleri

Asbesti, amfibol ve serpantin asbestler olmak üzere iki grupta toplamak mümkündür. Başlıca asbest mineralleri krizofil, amosit, krokidolit, antofillit, tremolit ve aktinolit asbestlerdir. Bunlardan yalnızca serpantin grubuna ait krizofil ile amfibol grubuna ait amosit ve krokidolit geniş anlamda ticari öneme sahiptir.

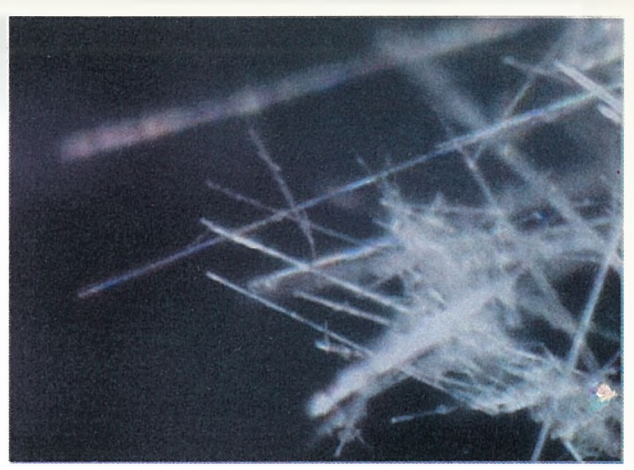
Krizofil ya da beyaz asbest, dünyanın asbest tüketiminin % 98'ini oluşturur. Liflerinin çekme gerilmesine ve alkalilere karşı olan dayanıklılığı ve ayrıca çok esnek ve bükülebilir olmasıyla karakteristiktir. Asbestler içinde kopmaya ve asitlere karşı en dayanıklı olan krokidolittir. Halen bazı ülkelerde, özel uygulamalarda mavi asbest olarak da bilinen krokidolitin kullanımı devam etmektedir. Kahverengi asbest olarak da bilinen Amosit tamamen bükülebilir ve sığağa karşı son derece dayanıklı ancak gücü asit ve alkalilere karşı hassas olan bir mineraldir.

### Asbestin Kullanım Alanları

Arkeolojik çalışmalar, asbest kullanımının M.Ö. 500 yıllarına kadar gittiğini göstermektedir. Tarih öncesi Fin seramiklerinde, lamba fitillerinde, Yunan ve Roma uygarlıkları dönemlerinde çeşitli asbest lifleri kullanılmıştır. Yunan ve Mısır tarihinin ilk devirlerinde de asbeste rastlanmıştır. Hatta Çin medeniyetinin ilk çağlarında hasır ve



Krizotil asbest lifleri



Aktinolit

keçelerde dokuma amaçlı asbest kullanılmıştır. 18. yüzyılda kalıcı olmalarını sağlamak için bazı eserler asbestten yapılmış kağıtlara basılmıştır. Ancak asbest yataklarının ticari boyutlarda işletilmesi 19. yüzyıla rastlamakta, 20. yüzyılın ilk yarısından itibaren ise bu mineraller yaygın şekilde endüstride kullanılmaya başlanmışlardır.

Asbest minerali, lifsi yapısından dolayı çimento ürünlerine katıldığında beton içinde çelik kafese benzer şekilde özel bağlayıcılık niteliğine sahiptir ve bu nedenle betonun mukavemetini arttırmaktadır. Elektriğe ve ısıya karşı yalıtkanlığı, ateşe karşı yüksek dayanıklılığı, asbestin tüketim alanlarını belirleyen başlıca teknolojik özelliklerindendir. Tüm bu niteliklerinden dolayı asbest, üç binden fazla endüstriyel ürünün yapımında belli oranlarda kullanılmaktadır. Basınca dayanıklı borular, iç ve dış cephe malzemeleri, tavan kaplama levhaları, fren balataları, çeşitli contalar, özel filtreler ve kağıt ürünleri asbestin kullanıldığı başlıca alanlardır. Kimya, ilaç, plastik, boya, şeker, ve uzay sanayiinde de kullanılmaktadır.

Asbest lifleri, lif uzunluklarına göre satışa sunulmakta ve buna bağlı olarak da kullanım alanları değişmektedir. Lif boyları uzun olan asbestler tekstil asbesti olarak adlandırılırlar ve izolasyon malzemesi olarak kullanılırlar.

Lif boyu daha kısa olan asbestlere ise toz asbest adı verilir ve çimento levhalarının üretiminde kullanılmaktadır.

Bugün dünya krizotil üretiminin % 90'ı krizotille güçlendirilmiş çimento yapımında kullanılmaktadır. Asbestli çimento, Portland çimentolu suya yaklaşık %10-%15 oranında krizotil lifi eklenmesi ile elde edilir. Bu, çimento çekme gerilmesinde çok iyi, sıkışmada ise mükemmel verim sağlar.

Günümüz kullanımının aksine, eski ürünlerde daha çok kromidolit ve amosit düşük yoğunluklu yalıtım malzemesi olarak kullanılmıştır. Ancak bu asbestler çok tozlu olmalarından, kimyasal yapılarından, düz ve iğnemsî şekillerinden dolayı sağlık açısından oldukça tehlikelidir ve artık kullanılmamaktadır. Bu lifler, akciğer dokularında onarılması çok güç hastalıklara ve hatta kansere yol açmaktadır.

Krizotil asbestler, amfibol türevlerine göre daha az tehlikelidir. İpeksi dokusu ve kıvrık lifleri ile serpantin asbesti havada daha az asılı halde kalır. Akciğerlerde tutunamaz. İnsanın bağışıklık sistemi bu liflerin üstesinden gelebilir.



Asbest doğada sık rastlanan bir mineraldir.





Asbestsiz fren sistemleri en az asbestli olanlar kadar uzun ömürlü ve güvenilir olmalıdır.

Asbest işleyen fabrikalarda daha güvenli üretim şekilleri ile bu tür yerlerde çalışan işçilerin artık kanser veya mezotelioma gibi hastalıklara uğramaları engellenmiştir. Kullanılan toz bastırma sistemleri, temizleme, vakumlama, ıslatma ve düşük devirli aletler bu tür alanlardaki asbestin olumsuz etkilerini ortadan kaldırmaktadır.

Bunun yanı sıra, daha önceden yapılmış asbestli yapıları ortadan kaldırmak, onlarla yaşamaktan daha büyük tehlikelere yol açmaktadır. Örneğin bu tür bir binanın yıkılması sonucu ortaya çıkacak toz miktarı, bu evlerin kullanımı esnasındaki tehlikeden binlerce kat daha fazladır. Ayrıca otomobil fren balatalarında asbestin artık kullanılmaması, balatalarının çabuk yıpranmasına buna bağlı olarak da frenleme etkisinin azalmasına neden olmaktadır.

Türkiye'de asbest, 1993 yılında Resmi Gazete'de yayınlanarak yürürlüğe giren bir tebliğ ile hayvanların barındığı yerler dahil olmak üzere kullanılması yasaklanmıştır. Resmi Gazete'de bu tebliğ aynen şu şekildedir: "Asbest, ilaç, hayvan ilacı ve bunların katkı maddeleri ile aynı yapılarda kullanılamaz. Piyasa denetlemede bu yönetmelikte belirtilenlerin yerine getirilmediğinin anlaşılması durumunda üretici ve ara işletmecinin ikametgahının veya işyerinin bulunduğu

## Krizotil Asbesti Sanıldığı Kadar Zararlı mı?

Bu konu üzerine bir grup uzmanın yapmış olduğu Uluslararası Kimyasal Güvenlik Programı raporunda, liflerin kullanımıyla yapılmış yapıların diğer normal yapıların sahip oldukları risklerden daha fazla bir risk taşımadıkları belirtilmektedir. Ayrıca inşaat esnasında yapılacak bazı emisyon kontrolleriyle, bu aşamada meydana gelebilecek problemlerde ortadan kaldırılabilmektedir.

## Asbestli Havayı Soluduğumuzda Ne Olur?

Asbest tozları diğer toz partikülleri gibi bulunduğu akciğerdeki küçük hava kanallarına girmeden önce durdurulmaya çalışılır. Örneğin, tozlu bir odaya girdiğimizde öksürürüz. Öksürmekle, mükusta toplanmış olan bizi rahatsız edici maddeleri çıkartmaya çalışırız. Ancak, asbest lifleri son derece küçük ve ince olduklarından birçok alveoli adı verilen akciğerlerdeki hava kanallarına geçer. Bu lifler akciğerlere girince vücudun savunma mekanizması devreye girer ve lifleri parçalayarak vücuttan atmaya çalışır. Her lif ayrı bir kütle olarak parçadaki kıymık tanesi gibidir. Bu lifler vücuda girdiklerinde hareket edebilirler. Bunun nedeni tam olarak anlaşılammakla birlikte, çok küçük ve keskin olmalarına ve dokudan kolayca geçebilmelerine bağlıdır. Bünyemiz bunları atmaya ya da parçalamaya çalıştıkça bu keskin liflerde iltihaplanmalar oluşmaya başlar. Tüm müdahalelere rağmen birçok lif, potansiyel hastalık oluşturucu ajan olarak akciğerlerde kalır. Bu iltihaplanmalar zamanla birçok değişik asbest hastalıklarının başlangıcını oluşturur.

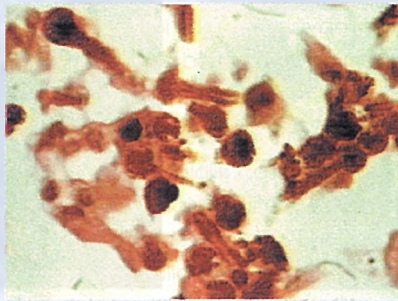
Savunma sistemimiz akciğerlerimize giren asbest liflerini bir protein tabakasıyla kaplayarak yabancı kütleler oluşturur. Bu kütlelere asbest kütleleri denir. Bu asbest kütlelerinin bulunması kişinin asbestle ilgili bir hastalığa yakalandığı anlamına gelmez, ancak olası bir hastalığa karşı bir belirti olarak kabul edilebilir. Akciğerlerde birçok asbest türü birikebilmesine rağmen, amosit ve krokidolit, krizolitinin aksine birleşerek büyüyebilir. Krizolitinin böyle olumsuz bir etki oluşturamamasının sebebi liflerinin kıvrık olması ve kırılabilirliği nedeniyle akciğerlere kadar ulaşamamasıdır. Ulaşsa bile vücudumuz bu lifleri kırarak, birkaç ay içinde kolayca atabilmektedir.

Asbestle ilgili birçok hastalık mevcuttur. Mezotelioma akciğerlerin dışında, kaburgaların iç kısmında zar şeklinde bir tabaka oluşturan kanser türüdür. Semptomları kısa soluk alıp verme, halsizlik, kilo kaybı, iştahsızlık, göğüs ağrıları, sürekli öksürük ve yutkunma zorluğudur. Bu belirtilerin sebebi göğüs duvarı ile akciğerler arasında sıvı birikmesidir.

Asbestosis hastalığı, akciğere girmiş olan asbest liflerinin burayı tahrip etmesi ve iltihaplandırması sonucu oluşur. Bünyemiz bu lifleri nötralize etmeye çalışırken küçük hava kanallarının yanında fibrosis ya da yara dokusu denilen kütleler gelişir. Burada meydana gelen yara ve kalınlaşma, kan hücreleri ve alveoller arasındaki oksijen ve karbondioksit alışverişini engeller. Sonuç olarak akciğerler eskisi kadar iyi çalışamaz hale gelir.

Acaba tüm asbestler kanser oluşturmada mıdır? Bu sorunun cevabı henüz verilememiştir. Ancak asbest tozu solumuş kişilerde akciğer kanseri daha fazla gözlenmiştir. Burada sigara faktörü devreye girmektedir. Bilindiği gibi sigara akciğer kanserine yol açan birincil etkidir. 1985 yılında yayınlanan "Surgeon General" raporlarına göre, asbest sektöründe çalışan ve sigara içenlerin kanser olma olasılığı içmeyenlere göre 17 kat daha fazladır.

Asbestle ilişkili tüm bu hastalıklar tıbbi testlerle tespit edilebilmektedir. Bir kişinin uzun süre asbest solumuş olması, asbest hastalığına yakalandığı anlamına gelmez. Ancak belli aralıklarla gerekli kontrol ve testleri yaptırılmalıdır. Bu hastalıklarla ilgili tedavi yöntemleri ise kemoterapi, ilaç bazlı terapiler, radyasyon terapisi ve cerrahi müdahale olarak uygulanmaktadır.



Akciğer dokusuna saplanmış asbest lifleri





Asbest ısıya dayanıklı malzeme üretiminde de kullanılır.

yerin mülki idare amiri, çevre kanununun öngördüğü idari cezayı verme yetkisine sahiptir."

### Asbest Yerine Ne Kullanabiliriz?

Asbestin yerine kullanılabileceği düşünülen mineraller: Atapuljit, biyotit, grafit, muskovit, serpantin, silika, talk, vermikülit ve vollastonittir. Bu minerallerin çoğu asbestten daha ucuzdur ve kolayca elde edilebilmektedir. Ayrıca bu minerallerin kanserojen bir etkisi de yoktur. Ancak bu minerallerin hiçbiri tam olarak asbestin yerini tutamamaktadır.

Bazı uygulamalarda asbest yerine cam elyafı, mineral yünü ve seramik liflerini içeren sentetik-inorganik ikame maddeleri kullanılmaktadır. Cam lifi ve mineral yünü asbestten daha pahalı olmasına rağmen, ticari üretimi yaygındır ve bulunması kolaydır. Bazı vakalar, seramik lifleri, cam elyafı ve mineral yününün de fibrojenik özelliğinden dolayı kanserojen etkiler yapabileceğini göstermiştir.

Asbest minerallerini başka maddelerle yer değiştirme çabaları kesin sonuç vermemiştir. Bu maddeler asbestin kullandığı alanlarda tam manasıyla etkili olamamıştır. Değişik hammaddelerle yapılan ürünlerin dayanıklılığı ve ömrü konusunda imalatçıların tereddütleri bulunmaktadır. Bu sorunlara rağmen, eğilim; asbest yerine geçebilecek maddeleri kullanma yönündedir. Çünkü, imalatçılar asbest içermeyen maddelerin üretilmesi için baskı altında tutulmaktadır.

Çoğu durumlarda yüksek maliyet ve düşük performans, asbestsiz ürünlere gösterilen taleple dengelenmektedir. Ayrıca bazı ikame maddeleri de asbestte olduğu gibi sağlık yönünden tartışma konusudur. Asbest içermeyen ürünlere pazarlarda gözlenen talep gelecekte daha da artacaktır. Bununla birlikte asbestin yerine kullanılabilecek ikame maddeleri çeşitlilik gösterse de bu maddelerden hiçbiri maliyet ve kullanım açısından şimdilik asbestle yarışamaz.

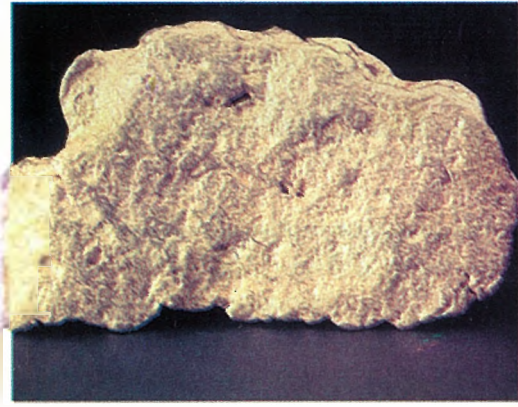
Ancak tüm bu özelliklerine rağmen sağlık için tehlike oluşturan asbest asla bir insan hayatına karşı tercih edilemez. Fakat asbeste de tamamen sırt çevirip onun teknolojik üstünlüklerinden vazgeçmek yerine, güvenli alanlarda kullanılabilirliği ve ona alternatif olabilecek başka ürünler üzerinde araştırmalar yapılmalıdır.

#### Kaynaklar

- Çelik, M., Karakaya, N., 1998. Sistematik Mineraloji. Bizim Büro Basımevi, Ankara, 434 s.
- Monroe, J.S., Wicander, R., 1998. Physical Geology, 3rd edition, Wadsworth Publ. Comp., 663 s.
- Press, F., Siever, R., 1998. Understanding Earth, 2nd edition, W. H. Freeman and Comp., New York, 682 s.
- <http://www.mining-eng.org.tr/www/7.BYKP/ekutup96/o480/asbest/asbest.htm>
- <http://www.asbestos-kazan.com/Asbestos/whatis.shtml>
- <http://www.asbestos-institute.ca/crg/mod1/1-1.html>
- <http://geology.about.com>



# Siyanürle Altın İşletmeciliği ve Halk Sağlığı



*Siyanür, altın işletmeciliğinde insan ve çevre için tehlikeli olan tek kimyasal değil. Siyanürden kaynaklanan tehlikeden daha da önemlisi, siyanürle altın işletme sürecinin doğal dengede bulunan birçok mineralin parçalanması, kompleksleşmesi, daha tepkir duruma geçerek ortalığa salınması, ya da buna neden olacak şekilde büyük hacimlerle depolanması olduğu yeni yeni görülmeye ve araştırılmaya başlandı.*

**Tahir Öngür**  
JMO Altın Çalışma Grubu Üyesi

**D**ünyanın hemen her yerinde altın işletmeciliğinin gerekliliği ya da sakıncaları tartışılıyor. Bu tartışmaların bir yanında işletmeye konu olan yörelerde yaşayanlar, bazı bilim insanları ve sivil toplum kuruluşları; karşı yanında işletmeciler, yine bazı bilim insanları, bazı siyasetçiler, birçok medyacı, az da olsa bazı sivil toplum örgütleri yer alıyor. İşletmelerin çevre sorunları yaratma etkisi, dünya ekonomisinde altının bir meta olarak değeri vb. konular bir yana bırakıldığında, tartışmaların çoğunlukla insan sağlığı, daha doğrusu siyanürün zararları çevresinde yoğunlaştığı görülüyor. Bu, bütün dünyada olduğu gibi ülkemizde de böyle.

Bir yandan, dikkatler siyanürün zehirleyici etkisine, çoğu zaman toplu kıyımlarda-toplu intiharlarda kullanılmış olmasının toplumsal bellekte bıraktığı olumsuz izlenime de çağrışımlar yapılarak, çekiliyor. Bu tür işletmelerde, ne yazık ki, sık sık kazara siyanürlü akışkanların çevreye yayılışı ile hayvan ve bitki topluluklarına verilen zararlar göz önüne getiriliyor; siyanürün insan sağlığına kısa sürede ya da ağır ağır gelişen öldürücü etkisi tartışılıyor. Bir yandan da, zehirlenmeyle ölümler içinde siyanürün yok mertebesinde görüldüğü istatistikler, siyanürün doğada hızla parçalanıyor oluşu, toplumsal yaşamımızda bir çok başka kaynaktan doğaya altın işletmecilerinin saldığından daha çok siyanür salınışı vb. olgular, karşı tezler olarak ileri sürülüyor.

Oysa, siyanür bu tür işletmelerde kullanılan biricik kimyasal değil ve siyanürün yarattığı doğrudan etkileme riskinden daha önemli tehlikenin, siyanürle altın işletme sürecinin doğal dengede bulunan birçok mineralin parçalanması, kompleksleşmesi, daha tepkir duruma geçerek ortalığa salınması ya da buna açık bir biçimde büyük hacimlerle depolanması olduğu yeni yeni görülmeye ve araştırılmaya başlandı.

Elbette bu konuya daha çok eğilmeye başlanması, yaşanan olumsuzlukların etkisi ile oluyor. Siyanür ile altın işletmelerinin (daha önceden biliniyor olsa da) kütleli ve yaygın biçimde ortaya çıkması 1980'lerde oldu. Bu işletmelerin bazılarının çevreye olumsuz etkileri 80'lerin ortalarında yaşanmaya başladı. 80'lerin sonlarına

doğru büyük işletmeler için gelişmiş ülkeler yerine geri kalmış ülkelerin seçilmeye başlandığı görüldü. 90'larda çevre ile uyumlu işletmeler öne çıkmaya başladı. Altın işletmelerinde çevre ve halk sağlığını gözeten işletmecilik ve kimyasal kullanımı doğrultusunda kurallar, standartlar ve kodlar şimdilerde hazırlanıp yayılıyor. Bunların neler olduğu da yeni yeni ortaya çıkmaya başladı.

1940'a kadar siyanürle işlem yapılmış olduğu bilinen ve 1974'ten bu yana terkedilmiş olan Kıbrıs Lefke'deki CMC Madeni ile ilgili bir araştırma başlattığına değinen Dr Enver Bildir, "Bu konuda henüz sonuçlanmamış bir çalışmam var. İşe giriş numaralarına göre sıralanan 30 Kasım 1963 tarihli Karadağ yer altı madencileri listesini ele alan bu çalışma, henüz daha işin başında olmasına rağmen ürütücü gerçeği gözler önüne sermektedir. Listedeki 1 numaralı isim Ali Kayırmazde akciğer kanserinden ölmüş, 2 numaralı işçi Hüdaferdi Kasım ise kan kanserinden. İlk 15 işçiden ölüm nedenlerini bulabildiğim 10 işçinin 6'sı kanserden ölmüş. Kanser illetinden kırılan sadece madenciler olmadılar. Dört bir tarafı maden atıkları ile kirlenilen Lefke'de yaşayan insanların tümü bu kirlilikten etkilenmiş ve etkilenmeye devam ediyor. Lefke Belediyesi 2000 yılı ölüm kayıtlarına göre bölgede ölümlerin yarısı kanser kaynaklı." bilgisini veriyor.

Dünyanın değişik yerlerinde, siyanür kullanılarak yapılan altın işletmelerinin insan sağlığına olan olumsuz etkileri üzerine çok sayıda çalışma yapılmış. Örneğin, Kanada Ontario Eyaleti'ndeki altın işletmelerinde çalışanlar üzerinde, bir kamu kuruluşu olan "Workers Compensation Board" için yapılmış üç ayrı araştırmanın<sup>2</sup> sonuçlarına göre bu maden işletmelerinde çalışanların akciğer kanserinden ölme riskinin, aynı bölgede madende çalışmayanlara göre % 40 daha yüksek olduğu (SMR 140), mide kanseri için böyle bir ilişkinin kurulamadığı, artan kanser riskinin yeraltında çalışanlarda ve ayrıca sigara içenlerde daha yüksek olduğu, bu risk artışının arsenik ya da radon gibi kanser yapıcı kimyasallardan mı yoksa silisli tozların solunmasından mı kaynaklandığına ilişkin güvenilir veri bulunamadığı bildirilmektedir.

Altın madenleri çalışanları arasında akciğer kanserinden ölme riskinin yüksekliği başka araştırmalarla da belirlenmiştir. Yine örneğin, Avustralya'da 14 yıl süre ile 1974



Kuars içinde altın kristalleri

madenci üzerinde yapılan çalışmada<sup>3</sup> SMR=140; Güney Afrikalı 3971 madenci üzerinde 9 yıl süre için yapılan çalışmada<sup>4</sup> SMR=161; ABD Güney Dakota'da Lead Madeni'nde<sup>5</sup> 14 yıl için SMR=370; Sovyetler Birliği'nde 27 yıl için<sup>6</sup> RR=7.9 gibi yüksek riskler bulunmuştur.

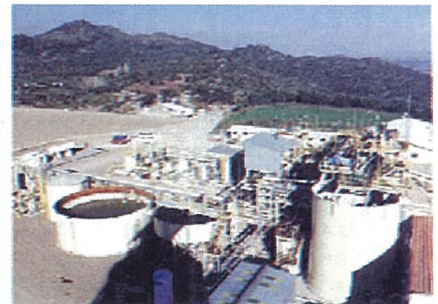
Daha sonra 2000 Ocak ayı sonundaki kaza ile gündeme gelen Romanya Baia Mare bölgesindeki madencilik çevreye yaydığı kurşun, arsenik ve sülfürden ötürü, madencilik yaygın olduğu Marumares lindeki iş hastalıklarının ülke ortalamasının iki katı olduğu; 1996'da 248 çalışanın zehirlendiği ve bunların yarısının Baia Mare'den olduğu; örneğin Phoenix işletmesi çalışanlarının % 52'sinin kronik hasta oldukları da bildiriliyordu<sup>7</sup>.

Bunlardan ötürü de tıp çevreleri geçmişte, siyanür kullanılarak altın işletmeciliği tartışmalarına etkili bir biçimde katıldı, bugün de katılmayı sürdürüyor.

Çevre İçin Hekimler Derneği, 13 Temmuz 2000'de yayınladığı ve Bergama-Ovacık işletmesine ilişkin TÜBİTAK Raporu'nu hazırlayanları kınadığı bir basın bülteninde<sup>8</sup> "Siyanür büyük miktarlarda alındığı takdirde koma ve ölüme neden olan çok zehirli bir maddedir. Uzun süre ve hissedilemeyecek kadar düşük miktarlarda siyanüre maruz kalan kişilerde ise kan bozuklukları, kalp ağrısı, baş ağrısı, solunum güçlükleri, kusma, tiroid bezinde büyüme, yürüme bozuklukları, görme ve işitme bozuklukları ve sinir sistemiyle ilgili bozukluklara rastlanabilir. Siyanür dışında çevreyi kirliletecek ağır metallerin de başta



Yığın liçi ile altın işletmesi



Bergama-Ovacık'ta tank liçi ile altın işleme tesisi



kanser olmak üzere pek çok sağlık sorununa neden oldukları bilinmektedir." görüşünü açıklamaktadır.

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Fethi Doğan da İzmir'de düzenlenen bir sempozyumda sunduğu bildirisinde<sup>9</sup> Bergama-Ovacık Altın Madeni'nin kanser insidansını kaçınılmaz olarak artırıcı ve birçok sistemik hastalığın doğmasına sebep olucu mekanizmasını tartışmıştır.

TÜBİTAK Raporu, yayınlandıktan sonra sağlık disiplinleri arasında da çok tartışıldı. Türk Tabipler Birliği, TTB (2001)<sup>10</sup> de yayınladığı "Bergama Raporu"nda, TÜBİTAK Raporu'nu hazırlayanların arasında hiç hekim bulunmamasına karşın, siyanür ve atıklarının insan sağlığına etkisi konusunda ayrıntılı değerlendirmeler yapıldığına dikkat çekildi. TÜBİTAK Raporu'nda, "siyanürün vücutta birikim göstermediği ve kanserojen olmadığı vurgulanmakta, yüksek dozda alınması durumunda yaratacağı toksik etkilerden bahsedilmekte, ancak uzun süre düşük doza maruz kalmakla yol açabileceği çok sayıda sağlık sorunundan raporun hiçbir yerinde söz edilmemektedir. Hatta Prof Orhon, kronik toksisitesi ile ilgili bilgi olmadığını bile söylemektedir. Oysa, siyanüre uzun süre düşük doz maruziyet, yani bu tesisin siyanür açısından yaratabileceği asıl önemli sorun, literatürde yeterince tartışılmıştır." Bu uzun süreli düşük dozda maruziyete aslında, siyanür uzmanı olarak tanınan, yayınlarına bu işletmeleri savunanların sık

başvurduğu Mudder<sup>11</sup> de; siyanür konusundaki bilinmeyenler ve yalanlara muhalif tavır ile dikkat çeken Moran<sup>12</sup> da değiniyor.

TTB'nin ayrıntılı eleştirisi raporu yayınlandıktan sonra bu kez, Türk Toksikoloji Derneği Başkanı Prof Dr Ali Esat Karakaya tarafından bir karşı rapor<sup>13</sup> hazırlandı ve yayınlandı.

Prof. Karakaya'nın Raporu'nda da (2001), hem TÜBİTAK ve hem de TTB Raporları ele alınıp kıyaslandı. Karakaya'nın Raporu'ndaki bu kıyaslamanın TÜBİTAK Raporu'na ilişkin övgülerine aşağıda ayrıca değinmek üzere şimdilik yalnızca TTB Raporu eleştirisine değinelim. Karakaya, TTB Raporu'nu öncelikle yazarlarının toksikolog olmayışlarından ötürü yerden yere vuruyor. Bu arada, aralarında bir pratisyen hekim bile bulunmayan bir kurulumun hazırladığı TÜBİTAK Raporu'nun, hem de hukukçu yazarın elinden çıkmış olan halk sağlığı değerlendirmelerini ise yere göğe koymuyor. Karakaya, yukarıya alıntılanan risk kavramı üzerine değerlendirmelere pek değinmiyor. Değinmiyor ama, günlük alınabilecek siyanür miktarı ile ilgili eşik değer kavramı ve bunun belirlenişi ile ilgili ayrıntılı bilgiler verip, TTB Raporu'nun yazarlarını karacahillikle suçluyor. Zaten daha raporunun başında TTB Raporu'nun iki yazarının akademik yetersizlikleriyle ilgili olarak yaptığı araştırmanın sonuçlarını okuyucusuna sunuyor. Son derece düzgün ve etkileyici anlatımı,

## "İNSAN SAĞLIĞINI ETKİLEYEBİLECEK UNSURLAR KONUSUNDA TÜRK TABİPLERİ BİRLİĞİ GÖRÜŞÜ"

### Başlıklı Rapordan

.. "Risk, zarar görme olasılığı olarak tanımlanabilir. Çevresel kirleticilere bağlı olarak ortaya çıkan riskler, kirleticiler maddenin insan sağlığı ve doğa üzerinde yarattığı potansiyel tehlike ile insanın ve toplumun bu maddeyle karşılaşma olasılığının birlikte göz önünde bulundurulmasıyla değerlendirilebilir. Risk kavramı tehlike kavramıyla karşılaştırılmamalıdır. Risk, bir tehlikenin gerçekleşme olasılığının toplumsal düzeyde niceliksel olarak ifade edilmesidir.

Sıfır risk diye bir şey söz konusu değildir. Yani tehlike yaratan bir etken, toplumla karşılaşma şansı olduğu sürece risk oluşturur ve ancak riskin (etkenin yarattığı tehlike düzeyine ve bu karşılaşma şansının az ya da çok olmasına bağlı olarak) az ya da çok olmasından söz edilebilir. Buradan yola çıkılarak da toplumda kabul edilebilecek risk düzeyinden söz edilebilir. Bu düzey Batı ülkelerinde genellikle milyonda bir düzeyinin altıdır.

Sıfır riskin söz konusu olmadığı göz önünde bulundurularak her zaman koruma ilkesi (önlem ilkesi) işletilmelidir. Yani toplum üzerinde sağlık yönünden tehlike yaratan bir etkenin yaratacağı risk, etkene maruziyet olasılığı mümkün olan en düşük düzeye dek azaltılarak (olası ise maruziyet tümüyle ortadan kaldırılarak) en düşük düzeye çekilmelidir.

Öte yandan tehlikesiz olarak bilinen bir çok maddenin sağlık üzerinde zararlı etkisi olabileceği de unutulmamalıdır. Toksikitesi zayıf ve maruziyet olasılığı düşük bir maddenin zararlı etkilerini ortaya koymak son derece zordur. Bir etkenin zararlı etkisi esas olarak epidemiyolojik araştırmalarla ortaya konur. Ancak risk değerlendirmesinin birinci

aşaması olan tehlikeli etkenin saptanması çok uzun zaman alabilir. Örneğin kanserojen olduğundan şüphe edilen bir maddenin etkisini görmek için 5-15 yıl beklemek gerekir.

Riski yüksek maddelerin sağlık üzerinde zararlı etkileri gerek mesleki maruziyetler nedeniyle, gerekse kazalardan sonra yapılan araştırmalarla ortaya konmuştur. Günümüzde çevresel risklerin ortaya konulmasında zaman seri analizleri ve ekolojik araştırma yöntemleri de kullanılmaktadır. Hayvan deneyleri de zararlı etkiyi ortaya koymak için kullanılan bir diğer yöntemdir.

Çevreye bağlı risklerin değerlendirilmesinde düşük dozlara bağlı risklerin saptanması da güçlükler gösterir. Ayrıca maruziyetin tanımlanmasında kişisel faktörler de çevresel faktörler kadar önem taşır. Aynı dozda maruziyetin oluşturacağı sonuç yaş ve cinsiyete göre büyük farklar gösterebilir. Çocuklar, yaşlılar, hamileler gibi özel risk grupları tanımlanır.

Bu arada maruziyetin birikici olması, yani kümülatif maruziyet de önem taşır. Çok düşük bir düzeyde kirleticieye çok uzun yıllar boyunca maruz kalmak, bazen daha yüksek dozda ama çok kısa süreli maruziyetlere göre çok daha ciddi bir risk oluşturabilir. Maruziyetin kaynağından insanda toksik etki oluşmasına kadar geçilen ve incelenmesi gereken çok sayıda etap vardır. Bunlar arasında kaynağın kendisi, ortamda taşınması, başka maddelere dönüşümü, çevrede birikimi, vücut tarafından alınabilecek doz miktarı, temas şekli, alınan doz miktarı, biyolojik olarak etkili doz miktarı, hastalığın erken belirtileri ve hastalığın ortaya çıkması sayılabilir.

bilimsel sunum teknik ve biçimine uygunluğu ve yüksek nitelikli görünümü ile, etkileyici bir metin, Karakaya'nın Raporu. Ancak, satır araları dikkatle okunduğunda birçok önemli hususun kıyısından dolaştığı görülüyor. İsrarla, her kimyasalın belli bir dozdan sonra zehirleyici olabileceği ve bu nedenle bunun varlığına değil miktarına bakılması gerektiği yönünde okuyucusunu uyaran Toksikoloji Derneği Başkanı, bütün değinmelerini Bergama'daki atık barajına gönderilecek atığın sıvı fazındaki bileşenlerin miktarlarına yapıyor. Katı fazdaki bileşenleri hiç gündeme getirmiyor. Atık barajında sonsuza kadar bekletilecek olan katı ve sıvı fazların etkileşimi olasılığını irdelemiyor. Uzman hekimlerin halk sağlığı konusunda değerlendirme yapmalarını, toksikolog değiller diye bir türlü içine sindiremiyor ama, TÜBİTAK Raporu'ndaki mühendislik değerlendirmelerini, "çoğunluğu konularında uluslararası düzeyde tanınmış bilim adamlarından oluşan komisyon, bilimsel metodolojiyi uygulayarak elde ettiği verileri değerlendirmiş ve karar verici organlara yol gösterici ve kamuoyunu aydınlatıcı net bir sonuca varmıştır" diyerek niteleme konusunda kendisini yetkin görebiliyor. Kısacası, Karakaya (2001)'nin raporunda yalnızca sıvı fazdaki atığın içindeki siyanürün hangi dozlarda olumsuz etkisinin olabileceği üzerinde duruluyor. Başka bir sakınca tartışılmıyor. Yazar için, gerek doğal ve gerekse denge koşulları değiştirilmiş ortamlarda çeşitli bileşenlerin işletme ve depolama koşullarındaki tepkimeleri, kimyasal deği-

şim süreçleri ve bunların insan sağlığına yönelik olarak yaratılabileceği toksik etkiler ve riskler, üzerinde durulacak konular değil. O yalnızca, belirlenmiş resmi limit değeri cetvelleri ve işletmecinin yaptığı bazı analizlerin sonuçları ile yetiniyor.

Bu tartışma sürerken, dünyada değişik yerlerde insanların zehirlenmesi, ölmesi sürüyor.

Çarpıcı bir örnek de ülkemizden verilebilir. Bu tür tartışmalar gündeme geldiğinde sık sık örneklenen ve siyanürle işlem yolu ile cevher kazanılan önemli bir işletme var. Kütahya'da Gümüşköy İşletmesi. Bunun yanında ise bir köy, Dulkadirli. En az 800 yıllık geçmiş olduğu adından bile anlaşılabilir ve 1986 yılında Etibank'ın Kütahya'ya 35 km uzaklıkta Gümüşköy'de KRUPP Firması ile ortak kurduğu siyanürle gümüş işletmesi ve atık barajı açıldığında 62 haneli 293 nüfuslu Dulkadirli köyünde yaşayanlar, 1993 yılında 12 haneye, şimdi ise 2 hanede 6 kişiye düşmüş durumdadır. Eskişehir Anadolu Üniversitesi Tıp Fakültesi Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı'ndan Prof Necla Özdemir'in bir yazısında<sup>14</sup>, o dönemde köyde yaz aylarında ortalama 200, kış aylarında da 100-130 kişinin yaşadığı not ediliyor. Prof Özdemir'in bulgularına göre, Tavşanlı Kaymakamlığı Köy'ün nüfusunun 1980'de 190, 1985'te 209 ve 1990 yılında da 189 kişi olduğunu bildirmiş. Yazının yazılmasından önceki son on yılda köy nüfusuna kayıtlı olan ve Muhtarlık tarafından köyde yaşadığı bildirilen 56 kişinin öldüğü belirlenmiş. Ölenlerin

Çevresel kirleticilerin oluşturduğu sağlık riskleri, bu tanım ve ölçütlerden de anlaşılabilir gibi, son derece fazla sayıda faktörle ilişkili ve karmaşık bir konudur. Kirlenici maddeler için tanımlanan eşik değerler, riskin varlığı ya da yokluğunun ortaya konması için tek başlarına hiç bir anlam taşımazlar.

Eşik değer genellikle herhangi bir işlem sonucu ortaya çıkan, ya da doğada kendiliğinden bulunan kirleticilerin ortamda bulunan ve toplum için (ya da çeşitli insan toplulukları için) zararlı olmayacağı varsayılan miktarını gösterir. Eşik değerler toplum için ya da işyeri ortamı için değişiklikler gösterir. Genellikle zaman içinde maruziyetin yarattığı sağlık sorunlarının daha iyi tanımlanması ve maruziyeti azaltıcı önlemlerin gelişmesiyle de eşik değerler düşürülür. Çeşitli ülkelerde çeşitli kirlenici için çok farklı eşik değerler verilmesi de bu değerlerin bilimsel olarak saptanmış ve risk oluşturmayan bir düzey olmaktan çok, ekonomik ve benzeri nedenlerle saptanan ve değiştirilen, yani çevre sağlığından çok çevre yönetimi disipliniyle ilgilendiren bir düzey olduğunu düşündürür.

Ayrıca günümüzde insan sağlığı ve çevre ile ilgili ileride risk oluşturulan pek çok maddenin, özellikle de kanserojen, mutajen ve teratojen etkilere sahip maddelerin eşik değeri "0" olarak kabul edilmeye başlanmıştır. Radyasyon bunların içinde en iyi bilinen örnektir.

Kısaca bir kirlenicinin eşik değeri, yani ortamda izin verilen en yüksek bulunma miktarı o düzeyin bütünüyle güvenli olduğunu ve hiç bir risk oluşturmadığını değil, sadece bu düzeyin hiç bir şekilde aşılması gerektiğini gösterir. Kaldı ki yukarıda da belirtmeye çalıştığımız gibi maruz kalan düzey maruziyetin yaratacağı riskin saptanmasında göz önünde bulundurulacak faktörlerden sadece bir tanesidir. Risk değerlendirilmesinde bu bilimsel ilkelerden hareket edilmesi zorunludur."

#### **Siyanür ve Diğer Kimyasal Atıkların İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri**

Bergama-Ovacık altın madeni cevher içeriğinde altın ve gümüş dışında şu elementler bulunmaktadır: Arsenik, Antimon, Bakır, Cıva, Çinko, Kadmium, Krom, Kurşun, Kükürt. Atık bileşimi de bu maddeler ve bunla-

ra ek olarak demir ve siyanürden oluşmaktadır. Halk sağlığı uzmanları, kamuoyunda çok konuşulan siyanürün yanı sıra ağır metallerin oluşturacağı riskler üzerinde de durmaktadır

**1. Siyanür:** Siyanür, hidrojen siyanür (HCN), sodyum siyanür (NaCN) ve potasyum siyanür (KCN) gibi bileşikler halinde ya da serbest olarak bulunur. HCN, renksiz bir gazdır, keskin ve bayıltıcı, bademe benzer bir kokusu vardır. Beyaz katı maddeler olan sodyum ve potasyum siyanür ise nemli havada aynı keskin kokuyu yayar. Havada daha çok gaz formunda hidrojen siyanür olarak bulunan siyanür küçük miktarda ince toz partikülleri olarak da bulunabilir. HCN havada 1-3 yılda yanar. Su yüzeyinde bulunan siyanür de HCN formuna dönüşür ve buharlaşır. Siyanür yüksek konsantrasyonlarda toprak mikroorganizmaları için toksiktir ve toprak yoluyla yeraltı sularına geçebilir. Siyanür havadan, içme sularından, toprağa geçen cilt yoluyla ve siyanür bulaşmış yiyeceklerin yenmesi yoluyla vücuda alınabilir. Solunum yoluyla alınan siyanür kaynakları arasında sigara içimi, yangın dumanının solunması ve siyanür içeren atıkların depolandığı atık depolama alanlarının yakınındaki havanın solunması sayılabilir. Siyanür kullanılan işyerlerinde çalışan işçiler de siyanüre maruz kalma yönünden risk altındadırlar.

Solunum yoluyla alınan yüksek miktarda siyanür insan için son derece zararlıdır, kısa sürede beyin ve kalbi etkileyerek koma ve ölüme neden olur.

Düşük düzeyde siyanüre uzun süre maruz kalma sonunda solunum güçlükleri, kalp ağrısı, kusma, kan değişiklikleri, baş ağrısı ve tiroid bezinde büyüme ortaya çıkabilir. Besinlerle alınan yüksek miktarlardaki siyanür de yine solunum darlığı ve derin nefes alıp verme, konvülsiyon, bilinç kaybı ve ölüme sonuçlanır. Kanda siyanür düzeyi yüksek olan kişilerde ayrıca el ve ayak parmaklarında zayıflama, yürüme güçlüğü, görmede bozukluk, sağırılık, tiroid bez fonksiyonlarında azalma görülebilir. Cilde siyanür teması iritasyon ve yaralar açılmasına neden olur. İnsanda gösterilememele birlikte hayvan deneylerinde siyanürün doğumsal bozukluklara ne-



yakınlarının sözlü bildirimleri, ellerinde var olan hastane belgelerine göre ölüm nedenleri olarak belirlenen hastalıkların dökümü oldukça çarpıcı: 22 kişi çeşitli kanser türlerinden, 12 kişi kanser dışı hastalıklardan ve 22 kişi de belirlenemeyen nedenlerle ölmüş. 22 kanser ölümünden 18'i erkek ve 4'ü kadın. Bunların 10'u akciğer; 4'ü cilt; 1'i yemek borusu; 2'si mesane; 1'i beyin tümörü; 1'i prostat; 1'i tiroid ve 2'si ise yerleşimi belirlenemeyen kanser türlerinden ölmüş. Kanser dışı 12 ölüm için kafa içi kanama, kronik akciğer hastalığı, kalp enfarktüsü, vb hastalıklar belirlenmiş. İnceleme sırasında köyde akciğer kanseri olduğu öğrenilen 10 kişinin bütünü erkek. Bunlardan 5'i hastane belgeleri ile, biri de o sıradaki sağlık taramasında teşhis edilmiş. 10 akciğer kanserli hastanın 9'unun kronik sigara içici, bir bölümünün de bölgedeki maden arama çalışmalarında galerilerde çalıştığı saptanmış.

Prof Özdemir'in çalışması sırasında köyde yapılan sağlık taramasında, 26 cilt bozukluğu; 67 tam ya da tama yakın diş kaybı; 23 gastroentestinal distress bulgusu; 12 hipertansiyon/ arterioskopik kalp hastalığı; 13 normalden büyük tiroid bezi; 8 kişide KOAH; 9 periferik damar hastalığı; 3 kalp kapak hastalığı; 5 kadında adet bozukluğu; 1 akciğer kanseri; 1 cilt kanseri kaygısı; ... saptanmış.

Yaygın ve solunum yolları dışındaki organlarda da karşılaşılan kanser ölümleri<sup>15</sup> ve terk nedeni ile boşalan

köydeki sorunun nedeninin siyanür ile ilgili olmadığı savunulup, bu köye 10 km uzaktaki bir kaynaktan sağlanan sudaki arsenik içeriğinin 0.67 mg/l (ABD standartları 0.01mg/l ve dünya standartları 0.05 mg/l) oluşu ile açıklanmaktadır<sup>16</sup>. Bu saptama Prof Özdemir'in çalışması sırasında alınan örneklerin MTA Enstitüsü'nde yapılan analizlere dayanılarak yapılmış. Prof Özdemir, sudaki arsenik ve konut sivalarındaki kuvars tozunun dışında anlamlı bir kanser yapıcı etkenin görülemediğini söylüyor. Köyün su kaynağı daha sonra değiştirilmiş ve köylüler de sivalarında kuvars tozu kullanmaz olmuşlar(!).

Ne var ki, bu arseniğin etkisini neden yüzyıllarca göstermeyip de, gümüş cevherinin siyanürle işletilmesini beklediğinin açıklanmasına yanaşan pek yok. Oysa, kanser yapıcı yani çok iyi bilinen inorganik arseniğin altın işletmeleri çevresindeki yeraltısuyu ve havada asılı parçacıklarda nasıl zenginleştiği yakın zamanda yapılan birçok sempozyum ve workshopta<sup>17</sup> sunulan çok sayıda bildiri ile örnekleniyor.

Inorganik arsenik doğada özellikle arsenopirit minerali şeklinde ve çok yaygın bulunuyor. Bu ise oldukça duraylı; pek çok çözücüden etkilenmiyor; ortamın asitliği ya da bazikliği onu parçalayamıyor. Bir tek zafı var, nitrik asitle hızla çözülüyor.

Açık ortamlarda kullanılan siyanürün ise, ortam çok bazik değilse HCN şeklinde hızla atmosfere

den olabildiği ve üreme sisteminin etkilendiği gösterilmiştir.

Siyanürün insan ya da hayvanlar için kanserojen olduğuna dair bir bulgu yoktur.

Siyanür kan ve idrarda bazı tahlil yöntemleriyle saptanabilir. Ancak kısa sürede vücuttan uzaklaştırılabilmesi nedeniyle bu tahlillerin maruziyetten kısa bir süre sonra yapılması gerekir.

EPA'ya göre içme suyunda litrede 0,2 mg'ın (0,2 mg/l) üzerinde siyanür bulunamaz.

**2. Arsenik:** Doğada çok az miktarda bulunan arsenik genellikle oksijen, klor ve kükürtle bileşik halde bulunur. Bitki ve hayvanlarda ise karbon ve hidrojenle bileşik yapar. Çoğu arsenik bileşiğinin özel bir tadı ve kokusu yoktur. Çevrede bulunan arsenik buharlaşmaz, çoğu arsenik bileşiği suda çözünür, arsenik bulaşmış maddelerin yanmasıyla havaya karışabilir, havadan yere inerek birikebilir, parçalanmaz, ancak bir türden diğere dönüşebilir. Solunum ve sindirim yollarıyla vücuda alınabilir.

Inorganik arsenik insanlar için çok zehirli olup organik arsenik daha az zararlıdır. Besinlerde ve sudaki yüksek miktarda (60 ppm) arsenik öldürücü olabilir. Arsenik sinir sistemi, mide-barsak ve cilt dokularına zarar verir. Yüksek miktarlarda solunması akciğer ve solunum yollarında yaralara neden olabilir.

Düşük düzeylerde arseniğe maruz kalmak bulantı, kusma ve ishale, kırmızı ve beyaz kan hücrelerinin yapımında düşmeye, kalp ritminde bozulmaya, kan damarlarında patolojilere, el ve ayaklarda iğ-nelenme ve karıncalanma hissedilmesine neden olabilir. Uzun süre maruziyet durumunda ciltte kararmaya, el ve ayaklarda ve gövdede siğil ve kabarmaların olmasına neden olabilir. Doğrudan cilt teması kızarma ve şişmelere neden olabilir.

Arsenik bilinen bir kanserojendir. İnorganik arseniğin solunması akciğer kanserine, besin yoluyla alınması ise cilt, mesane, böbrek,

karaciğer ve akciğer kanserine neden olabilir.

Yüksek düzeyde maruziyet durumunda idrarda saptanabilir, ancak maruziyetten kısa bir süre sonra tahlil yapılması gerekir. Ancak maruziyetten sonraki 6-12 ay boyunca saç ve tırnakta saptanabilir. Ancak bu testler düşük düzeyde maruziyetlerde anlamlı değildir ve olası bir sağlık etkisi konusunda fikir vermez. EPA'nın içme suyu için verdiği en üst sınır 0,05 ppm'dir, ancak bu düzey ileride düşürülebilir."

..."Hekimler insan sağlığını doğrudan ilgilendiren konularını yanı sıra çevreyi etkileyebilecek her türlü risk ve olası sonuçlarıyla da ilgilienirler.Doğanın dengesinin bozulması insan sağlığını da etkileyen sonuçlar doğurur. Bu yöntemde kullanılan siyanür, çevre ve insan sağlığı için ileri derecede toksiktir.

Cevherde altın ve gümüşün yanı sıra bulunan arsenik ve ağır metallerin atık bileşiminde büyük miktarlarda bulunması çevrede yaşayan insanların sağlığını doğrudan tehdit edebilecektir.

Bir insan hakkı olan çevre hakkı, gelecekte olabilecekleri de içerir. Uluslararası çevre hukuku metinlerinde de "risk" ve "olasılık" kavramları ele alınmaktadır. Çağdaş halk sağlığı anlayışında insanların hasta olmalarını beklemek yerine önlem almak ve olası riskleri ortadan kaldırmak geçerlidir. Kullanılacak bir yöntemin ya da maddenin insan sağlığı açısından risk oluşturması ve hastalık yapabilme olasılığının bulunması o yöntem veya maddenin kullanılmamasını gerektirir.

... insan sağlığını tehdit etme olasılığı bulunan ağır metallerle zehirlenme, uzun yıllar boyu yavaş bir süreçte gerçekleşebilir. Bu tür çevre sağlığı sorunlarına yol açan ağır metal vb. etkenlere bağlı kanser gibi hastalıkların oluşması bir anda olmaz ve ne tür etkiler oluştuğunu ölçmek çok zordur. Bu nedenle insan sağlığına zararı önceden bilinen madde veya yöntemlerin daha ilk başta ortamda olmaması koruyucu hekimlik açısından en doğru olanıdır."



salındığı ve yarılanma ömrünün de laboratuvar deney sonuçlarına göre, 9 ay dolayında olduğunun bulunduğu bildiriliyor. Bu gaz ya doğada ultraviyole ışınının etkisi ile yavaş yavaş, ya da Bergama'daki tesisde kurulan gibi siyanür giderme tesislerinde hızla parçalandığında amonyak ve nitrit salınıyor doğaya. İşte, Gümüşköy yöresinde o güne değin duraylı kalabilmiş olan arsenopiritin artık hızla çözünüp arseniğini çevreye salabilmesi için saldırgan kimyasallar, nitrik asite dönüşebilen gazlar!

Son birkaç yıl içinde kanser yapıcı arseniğin doğada serbest kalmasında altın işletmeciliği; özellikle de, siyanürün parçalanması sonunda çevre atmosferde azot oksitlerin çoğalması ve yağışlar sonunda, doğada çok duraylı olan arsenopiriti parçalayan nitrik asitin zenginleşmesine neden oluşu konusuna daha çok ilgi gösterilmeye başlandığı görülüyor. USGS'in su kalitesine ilişkin çalışmaları kapsamında bir de Arsenik Çalışma Grubu var. Bu grubun web sayfasında<sup>18</sup> da; Avrupa Komisyonu'nun "Orta ve Doğu Avrupa'da Arseniğe Maruziyet ve Kanser Riski" üzerine başlattığı projede de<sup>19</sup>, BM Dünya Sağlık Örgütü'nün konuya ilişkin olarak başlattığı çalışmalarda da<sup>20</sup>, başkalarında da artık kanser yapıcı yanı ile çok sakınılan arseniğin doğaya yayılmasının örnekleri arasında maden ve özellikle altın işletmelerinin çevresi de öne çıkmaya başladı. Son üç yıl içinde bu konuda yapılan workshop ve sempozyumlara sunulan bildirilerin içinde altın madenlerinin çevrelerine ilişkin olanların oranı oldukça büyük. Bazı şeyler yeni yeni ortaya çıkıyor!

Yargı kararlarına karşı, deneme üretiminin sürdürüldüğü Ovacık Normandy altın işletmesinin çevresinde de, daha şimdiden olumsuz etkiler görülmeye başlandığına ilişkin haberler dolaşmaya başladı bile. Ovacık ve Çamköy'de geride kalan yıl hiç arı kalmadığı, bütün büyükbaş hayvan doğumlarının ölü ya da sakat olduğu, işletmenin bekçi köpeklerinin topluca öldüğü yolundaki bu söylentiler, ciddi bir araştırmayı gerektirir gibi değil mi?

Bunlar, açıkça bu tür işletmelerden kaynaklanan ya da öyle olduğu düşünülen sağlık sorunlarının yalnızca doğrudan ya da dolaylı olarak siyanüre bağlanabile-

ceklerinin bir bölümü. Çevreye salınan silisli tozlar, ağır metaller ve bunları azdıran asit maden drenajına ilişkin halk sağlığı sorunları da ayrıca tartışılabilir.

Herhalde, bütün bu yaşananlar konusunda yer bilimcilerin de, halk sağlığı uzmanlarının da, toksikologların da söyleyecek bir şeyleri olmalı. Toksikolojinin de, sonunda insan sağlığının korunmasına hizmeti amaçlayan bir bilim dalı olduğu ve olması gerekenin toksikologlar ile halk sağlığı uzmanlarının birlikte saha araştırmalarına girişmesinin, yayınlanmış cetveller ile şirketlerin yaptırdığı analizleri kıyaslamaktan daha bilimsel olacağını düşünmek ve bunu beklemek herkesin hakkı.

#### Kaynaklar

<sup>1</sup>Bildir, E., 2001. CMC'nin Altın Madenleri, Lefke'nin Siyanürü Geçmişinden.... Lefke Gazetesi, sayı 9.

<sup>2</sup><http://www.canoshweb.org/odp/html/apr.1987.htm>

<sup>3</sup>Armstrong, B.K., Mc Nulty, J.C., Levitt, L.J., et.al., 1979. Mortality in Gold and Coal Miners in Western Australia with Special Reference to Lung Cancer, British Journal of Industrial Medicine, vol.36, 199-205.

<sup>4</sup>Wyndham, C.H., Bezuidenhout, B.N., Greenacre, M.J., et.al., 1986. Mortality of Middle Aged White South African Gold Miners, British Journal of Industrial Medicine, vol.93, 677-684.

<sup>5</sup>Brown, D.P., Kaplan, S.D., et.al., 1984. Retrospective Cohort Mortality Study of Underground Gold Mine Workers, in: Proceedings of the Third NCI/EPA/NIOSH Collaborative Workshop: Progress on Joint Environmental and Occupational Cancer Studies, 7-55.

<sup>6</sup>Katsnelson, B.A. and Makronosova, K.A., 1979. Non-Fibrous Mineral Dusts and Malignant Tumors: an Epidemiological Study of Mortality, Journal of Occupational Medicine, v.21, n.1, 15-20.

<sup>7</sup>Nadisan, I., et.al., 2001. Flajelul Poluare la Baia Mare, Eventimental AURUL, Vasile Gordis University Press, 1-167.

<sup>8</sup><http://www.ekotopya.org/bergama/cevhek.htm>

<sup>9</sup>Doğan, F., 2000. Siyanürü Altın Madencilikinin Halk Sağlığı Etkileri Vaka İncelemesi: Bergama-Ovacık Örneği, <http://cevrehekim.org.tr/raporlar/konfkitp.htm>

<sup>10</sup>TTB Bergama Raporu, 2001.

<sup>11</sup>Mudder, T.T. and Botz, M.S., 2001. A Global Perspective of Cyanide, Minerals Resource Forum web sayfası (UNEP).

<sup>12</sup>Moran, R., 2001. More Cyanide Uncertainties, MPC Issue Paper 3

<sup>13</sup>Karakaya, A.E., Haziran 2001. Siyanür Liç Yöntemi Kullanılarak Yapılan Altın Madencilik Konusunda Hazırlanan Tübitak ve Türk Tabipleri Birliği Raporlarının Toksikoloji Yönünden İncelenmesi, Ankara.

<sup>14</sup>Anadolu Üniv. Tıp Fak. Göğüs Hast. Anabilim Dalı'nın SSBY Kanser Savaş Daire Başkanlığı'na 27.04.1994 tarihli yazısı.

<sup>15</sup>Anadolu Üniversitesi Tıp Fakültesi, 1993. Dulkadir Köyü Sağlık Taraması Sonuçları, Göğüs Hastalıkları Ana Bilim Dalı, Rapor no 93-59

<sup>16</sup>Oyğur, V., 2000. Altın Madencilikinde Siyanür Kullanımı, Jeoloji Mühendisliği, 24 (1), 111-127.

<sup>17</sup>KTH-DHAKA University Seminar on Groundwater Arsenic Contamination in the Bengal Delta Plains of Bangladesh, 1999. Occasional Paper 4, Australian Minerals&Energy Environment Foundation; USGS Arsenic Studies Group (<http://www.brr.cr.usgs.gov/usgs/Arsenic/index.htm>); vb.

<sup>18</sup><http://www.brr.cr.usgs.gov/usgs/Arsenic/index.htm>

<sup>19</sup><http://www.icconsultants.co.uk/expascan.html>

<sup>20</sup><http://www.who.int/>



# Bir Çevre Kabusu Daha! Kum-Çakıl Ocakları

Ülkemizde özellikle son 15-20 yıllık dönemde aşırı nüfus artışı, kentlere göç ve sanayileşmenin sonucu olarak birçok çevre sorunu yaşanıyor. Para kazanma hırsı, sorumluluk ve çevre bilincinin gelişmemiş olmasına bir de denetimsizlik eklenince, bu sorunlar giderek yaygınlaşıyor ve derinleşiyor.

İnşaat sektörüne malzeme sağlamak amacıyla faaliyet gösteren kum-çakıl ocakları, son yıllardaki çevre tahribatının değişik bir boyutu. Bu ocakların akarsu yataklarında yaptığı tahribatlar yetmiş gibi, yatak dışına çıkılarak yapılan kazılarla tarım alanlarımız ve akiferlerimiz makinelerle kemirilerek ortadan kaldırılıyor. Kazan-Mürted ovası (Ankara), Düzce ve Sakarya ovası, Boğaçay ve kolları (Antalya) bu olumsuzlukların yaşandığı bölgelerden yalnızca bir kaçı.

Özellikle, büyük kentlerimizde ve geçtiğimiz yıllarda depremler yaşayan Düzce-İstanbul-Yalova arasındaki bölgede, deprem konutları ve altyapısı için kum-çakıl ve stabilize malzemeye acil olarak ihtiyaç duyulduğu herkes tarafından bilinmektedir. Ancak "kaşu ya payım derken, göz çıkarırcasına", insanları konut sahibi ederken, kum-çakıl işletmelerinin akarsu yataklarımızı ve verimli ovalarımızı

*"Üçbin yıllık geçmişinin hesabını yapamayan insan; gününbirlik yaşayan insandır" demiş, Goethe. Peki, ya üç yıl sonrasının bile hesabını yapamayan?*

Ahmet Aker, Ahmet Apaydın  
DSİ V. Bölge Müdürlüğü  
apaydinahm@isnet.net.tr



Açığa çıkan yeraltısuyu içerisinde sallama kepçelerle yapılan derin kazılar



Verimli tarım alanlarımız kemirilerek yok ediliyor.

tahrip etmesine göz mü yummalıyız? Yıkılan binaların yerine, ne tür malzeme kullanılırsa kullanılsın, yenisini inşa etmek mümkündür. Ancak, milyonlarca yılda oluşan yüzlerce, binlerce dönüm verimli tarım toprağını ve milyonlarca metreküp gözenekli akifer malzemeyi hangi güç geri getirebilir?

Şunu unutmayalım ki, inşaat sektörü için gerekli olan malzemeyi, verimli tarım alanlarını ve altındaki akiferleri kemirerek yok etmeden elde etmek mümkündür. İhtiyaç, her yıl yağışlı aylarda taze malzeme getiren akarsu yataklarından ve taş ocaklarından kırma taş elde ederek karşılanabilir. Ne yazık ki, doğuracağı olumsuz sonuçları hiç düşünmeden, işin kolayına kaçarak elimizdekileri bir an önce tüketme hastalığımız burada da görülmüyor.



Derin ve geniş kazılarla ortaya çıkan yeraltısuyu gölü

## Kum-Çakıl Ocağı İşletme İzinleri ve Faaliyetleri

Kum-çakıl ocağı işletme izinleri (ruhsat) valiliklere bağlı Özel İdare Müdürlükleri tarafından verilir. Herhangi bir yerde kum-çakıl ocağı işletme talebi olduğunda, arazinin mülkiyet sorunu talep sahibi tarafından çözüldükten sonra, İl Özel İdare Müdürlüğüne başvurulur. İl Özel İdare Müdürlüğü DSİ, TCK, Köy Hizmetleri, Tarım Bakanlığı, Orman Bölge Müdürlüğü, Sağlık Müdürlüğü gibi bir çok kuruluşun görüşünü alır; alınan görüşler doğrultusunda talep sahibinden ÇED Raporu istenir. Talep sahibi tarafından hazırlattırılan ÇED raporları Çevre Bakanlığınca onaylanır.

Kum-çakıl ocağının hangi koşullarda (derinlik, genişlik vb.) işletileceği, işletme süresi ve ocak terk edilirken ne tür rehabilitasyon çalışmalarının yapılması gerektiği ÇED raporu ve ruhsat alınırken işletme sahibi tarafından imzalanmış taahhütnamede belirtiliyor. Ne yazık ki, istenen ve taahhüt edilen koşullara ocak sahipleri tarafından uyulmuyor. Yeterli denetim mekanizmasının oluşturulmaması ve işleminin yanında, yöredeki halktan da bir baskı gelmiyorsa, ruhsatta belirtilen sahanın dışına çıkılıyor ve izin verildikten daha derin kazılar yapılıyor. Bunların yanı sıra, işe yaramayan pasaz malzeme çevreye gelişigüzel saçılıyor veya öbek öbek yığılıyor. Ocaklar terk edilirken de yatak düzeltme, kıyılarda tahkimat gibi hiçbir





Kazılarla açığa çıkan yeraltısuyu göllerinin içine ve civarına hertürlü kirleniciyi taşıyan inşaat artığı ve çöpler dökülüyor.

rehabilitasyon çalışması yapılmıyor.

Ayrıca, çalışma izinleri bittiği ve süre uzatımına izin verilmediği halde ocak sahipleri ocak yerlerini terketmeyip, kaçak olarak malzeme alımına devam ediyorlar. Hatta hiç ruhsat almadan kum-çakıl ocağı işletenlere bile sık sık rastlıyoruz.



Kazan (Ankara) yakınlarında Ankara'ya içme suyu sağlayan sondaj kuyusunun hemen dibinde yapılan kazılarla ortaya çıkan görüntü

### Nasıl Çalışıyorlar?

Akarsu yatağı içinde yapılan kazılarda önce doğal zeminden 3-5 m aşağıda olan yeraltısuyu tablasına kadar inilip, daha sonra malzeme alımına sallama kepçelerle su içinde devam ediliyor. Oluşan yeraltısuyu gölcüğü içinde malzemenin yıkanarak alınması ocak sahibinin tercih ettiği bir durumdur. Kazılar derinleştirilip, genişletildikçe, yeraltısuyu gölleri de büyüyüp, derinleşiyor. Daha sonra, elek üstü kaba taneli malzeme ile göl çevresinde veya göl içerisinde bir platform oluşturulup, bu platform kullanılarak sallama kepçelerle daha derinlere iniliyor.

Çok sayıda kum-çakıl ocağının derin ve geniş alanlara yayılan kazılarıyla, yeraltısuyu tablası alçalıyor; böylece kazının daha da derinlere indirilmesi sağlanıyor.

Sallama kepçelerle daha derine inilerek malzeme alınması güçleştiğinde veya daha derinde istenen nitelikte malzeme kalmadığında kazı alanı genişletilerek doğal akarsu yatağı dışına çıkılıyor; kazılara tarım alanlarında devam ediliyor.

### Kum-Çakıl Ocaklarının Çevreye Zararları

Kum-çakıl ocaklarının neden olduğu zararlar sadece tarım alanları ve akiferlerin yok edilmesi ile sınırlı değil elbet! Akarsu yataklarının gelişigüzel kazılarak akış rejiminin bozulması ve yatak güzergahının





İçören Köyü (Kazan-Ankara) yakınında, akarsu yatağı dışında alüvyon akiferin kazılması sonucu, civarda bulunan ve Ankara'ya içme suyu sağlayan kuyuların iletim borularının açığa çıkması. Borular, ocak işletmecisi tarafından dikilen demir direklerle şimdilik ayakta durabiliyor.

değiştirilmesi ile suda ve su kenarlarında yaşayan her türlü canlıların yaşama şansı da yok ediliyor.

Sallama kepçelerin ve dozerlerin işgal ettiği, elek tesisinden siltili bulanık suların yatağa verildiği sularla balıklar nasıl yaşasın? Doğal yataklar kenarındaki canlı kıyı örtüsünü, otları, çalılıkları, ağaçları yok ederseniz oralara kuşlar neden gelsin?

Akarsu yataklarımızı doğal bitki örtüsü, bütün canlılar için besin zinciri, havza özellikleri, estetiği; kısacası ekosistemiyle bir bütün olarak değerlendirerek korumamız gerektiğini aslında hemen hepimiz biliyoruz. Hatta daha klasik bir deyimle, çevresel değerlerimizin atalarımızdan bize miras olarak kalmadığını; çocuklarımıza sağlam teslim etmemiz gereken bir emanet olduğunu da bal gibi biliyoruz. Ne yazık ki bunlar sadece söylemde, lafta kalıyor.

Lafı kalmasaydı, Kazan ovasında binlerce dönüm verimli tarım arazisi ve nükleer felaketlerde bile nispeten temiz kalabilen akiferler yok edilir miydi? Çevre bilinci gelişmiş olsaydı, Kızılırmak ve Sakarya boylarında vahşice kemirilen malzemenin ardında devasa çukurlar oluşur muydu? Hiçbir emniyet tedbiri alınmayan bu su dolu çukurlarda hayvanlar, hatta insanlar can verir miydi? Aşırı para kazanma hırsı olmasaydı, yatağı allak bullak edilen Ankara'daki Ova Çayı nereye akacağını şaşırır mıydı? Yeterli ve sistemli bir denetim işleseydi, akarsu boylarımızı balıklar, kurbağalar, kuşlar terk eder miydi?

## Neler Yapılmalı?

Kum çakıl ocaklarının çevreye verdiği zararları en aza indirmek için, görüş sorulan kurumlardan herhangi birinin olumsuz görüşü olması halinde, işletme izni verilmemeli veya ruhsat süresi uzatılmamalıdır.

İşletme süresince ve bitiminde, yeterli denetimler yapılmalı; izin verilen sınırların ve koşulların dışına çıktığı belirtilen işletmelerin ruhsatı iptal edilerek, faaliyetine son verilmeli; yasal olarak gerekli cezalar verilmelidir. Ayrıca, izinsiz malzeme alımı mutlaka önlenmelidir.

Terkedilen ocak yerlerinde rehabilitasyon çalışmaları yaptırılarak, akarsu yatağının ve çevresinin mümkün olduğu kadar düzenlenmesi sağlanmalıdır.

Burada en büyük sorun yeterli denetimin işlememesidir. ÇED raporlarını onaylayan Çevre Bakanlığı ve ruhsatları veren valilikler yetkilerini kullanarak bu konuya ciddi bir şekilde eğilmelidirler.

Çevreci sivil toplum örgütleri ve meslek örgütleri (odalar vb.) konuya yeterli ilgiyi ve duyarlılığı göstermelidirler.

Ayrıca, kum-çakıl ocaklarının tahribatından en fazla zarar gören yöre insanları, çocuklarının geleceğini düşünerek gereken tepkiyi göstermeli, baskı unsuru oluşturmalıdır.

Aksi halde akiferlerimiz ve verimli tarım topraklarımız yok edilmeye, akarsuların akış rejimleri bozularak kıyı erozyonu ve taşkınlar meydana gelmeye, akarsu vadilerimizdeki yaban hayatı yok edilmeye, ovalarımızın doğal güzelliği bozulmaya devam edecektir.



# Tafonomi Nedir?

## Tanımı ve Önemi

**J**eolojik zamanlarda yaşayan ve öldükten sonra sedimanter kayaçlar içinde korunarak günümüze kadar ulaşan fosilleşmiş canlı kalıntıları ve izleri, araştırmacılara geçmişe ilişkin önemli bilgiler vermektedir. Özellikle canlınin içinde yaşadığı ortam ve diğer canlılarla ilişkisi, öldüğü yerden taşınıp taşınmadığı gibi bilgiler araştırılmaktadır. Asıl sorun, organik kalıntıların sedimanlar içine nasıl girdikleri ve gömüldükten sonraki akıbeti ile ilgilidir. İşte bu noktada Tafonomi bilimi devreye girmektedir.

Tafonomi, genellikle paleontolojinin bir alt disiplini olarak tanımlanmakta ve paleoekolojik araştırmalarda önem kazanmaktadır. Tafonomi gerçek anlamıyla gömü kuralları anlamına gelir. Dahası, organik maddelerin biyosferden litosfere veya jeolojik kayıtlara geçişindeki tüm ayrıntılar üzerine çalışır. Bu tanım Yunancada Taphos (gömme) ve Nomos (yasa) sözcüklerini birleştiren Rus paleontolog I.A.Efremov (1940) tarafından yapılmıştır.

Tafonomi bilimi; paleontoloji, arkeoloji, zooarkeoloji, paleobotanik, prehistorya, jeoloji, ve jeoarkeoloji çalışmalarında önem



Ölümünden 3 gün sonra filin cesedi



Ölümünden 3 hafta sonra filin cesedi



Ölümünden 1 yıl sonra filden geriye kalan iskelet parçaları



Ölümünden 2 yıl sonra filden kalan iskelet malzemeleri

Konkoidal kırıklara sahip uyluk kemikleri

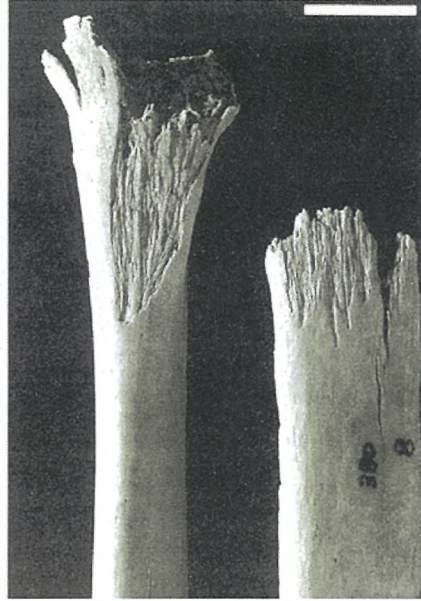
*Tafonomi, organik maddelerin biyosferden litosfere veya jeolojik kayıtlara geçişindeki tüm ayrıntılar üzerine çalışır. Tafonomik analizlerde canlılar hakkındaki en iyi bilgiler kemikten alınmaktadır. Ancak canlınin ölümünden sonra geçirdiği birçok kimyasal ve fiziksel değişiklik analizleri güçleştirmektedir.*

Elif Öndoğan  
Jeoloji Mühendisleri Odası  
elifondogan@mynet.com





Taş aletle kırılmış Tibia parçası  
(Balta izleri belirgin)



Genç bir dirsek kemiğinde (solda) ve daha yaşlı bir kaburga kemiğinde (sağda) soyulma



Kemiklerde taş aletlerle oluşan darbe izleri

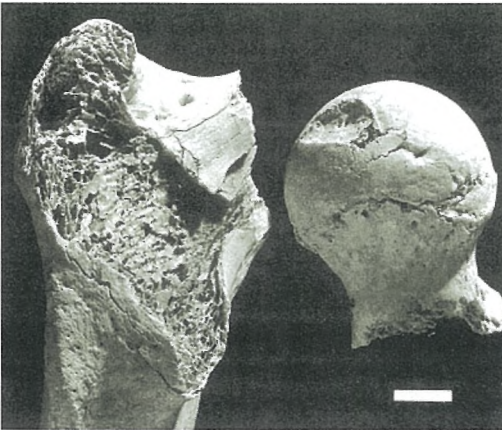
kazanmaktadır. Tafonomik çalışmalar için eldeki materyal, bu sayılan bilim dallarının ilgi alanına göre farklılık sunmaktadır. Elimizdeki materyalin gömülme ve sonrasında başından geçen tafonomik süreçlerin analizleri bize oldukça önemli ipuçları vermektedir. Çünkü tafonomi, topluluğu olumlu ve olumsuz etkileyen olayların ayrıntılı bilgisini içermektedir. Bu durumda tafonomik analizin ilk amacı, eski toplulukların ortaya konması için türlerin nispi çokluklarının doğru tahminlerini yapabilmektir. Bu noktada tafonominin asıl odağı, ölümü ve fosilleşmeyi birbirinden ayıran olaylardır ve bu olayların geçmişten beri süregelen etkileridir.

Tafonomik analizlerde canlılar hakkındaki en iyi bilgiler kemikten alınmaktadır. Kemiğin yapısı (hayvan ya da insana ait) başından geçebilecek doğal ve yapay olayları yansıtmaya elverişlidir. Buna karşın dişler, yapıları nedeniyle, kemiklere oranla tafonomik izlerin hepsini taşımazlar.

İyi bir sonuç, bulunan materyalin iyi korunmasına da bağlıdır. Toprak altına bir kez gömülmüş olan organizmanın fosilleşebilmesi için kimyasal koşulların uygun olması gerekir. Sonuçta, vücudun tüm parçaları aynı oranda fosilleşmeyebilir veya korunmayabilir. Genelde kemiklerin en iyi korunduğu ortam, yeraltı suyu tablasının derinde olduğu ve iyi drene olmuş alanlar ve nötr ya da çok az alkali (pH'ı 7'den biraz fazla) topraklar ve ılıman bölgelerdir. Uygun koşullarda kemik birkaç bin yıl içinde tamamen fosilleşir. Kum, silt, çakıl gibi yeni şekillenmiş çökeltilerde fosilleşme reaksiyonu hızlı gelişir. Denizel tortullar, tatlı su tortulları, bataklıklar, sel tabanları, nehir, delta, göller, volkan külleri, buzullar ve mağaralar özellikle uygun fosilleşme ortamlarıdır.

## Tafonomik Ajanlar ve Tafonomik Analiz

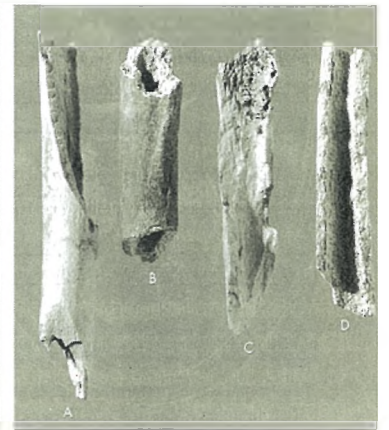
Canlılar üzerindeki bazı biyolojik bilgilerin kaydedil-



Boşluklu (süngerimsi) kemiklerde darbe ile ezilmeler

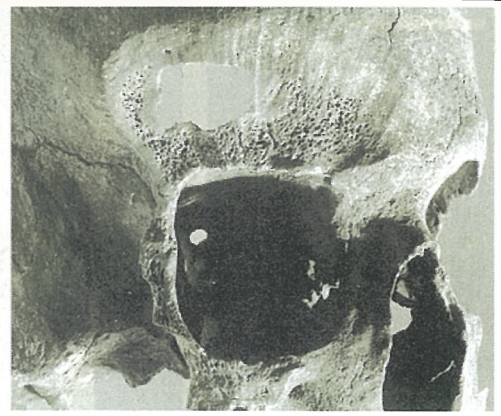


Kemiklerde yanma sonucu renk değişimi, kırılmalar ve yarılmalar



İnsan uyluk kemiğinde yeni (B ve D) ve eski (A ve C) kırıklar





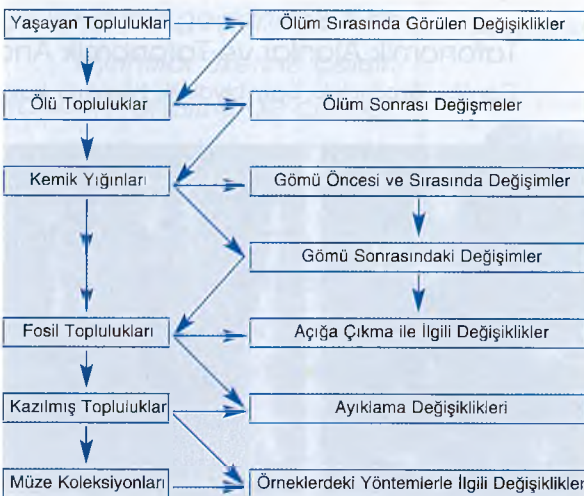
Hayvanların kemirerek iz bıraktığı insan iskeleti parçaları

mesi tafonomik süreçler boyunca gerçekleşmektedir. Tafonomik analizlerin özellikle kemikler üzerinde iyi sonuç verdiğini daha önce belirtmiştik. Ölümden sonra biyolojik, kimyasal ve fiziksel etmenler kemikler üzerinde çok fazla morfolojik değişikliklere yol açar. Ölüm sonrası modifikasyon hem tek tek kemikleri, hem de bir bütün olarak iskeleti değiştirir. Kemiklerin alttere olmasına neden olan bazı süreçleri anlamak, çeşitli yorumları yapabilmek için öncelikle gereklidir.

Kemiklerde ölüm öncesi ve sonrasına bağlı olarak gelişen kırıklar; düşme veya herhangi bir nedenle alınan darbe sonucu oluşan kırıklardır. Ölüm sonrasında ise çok çeşitli etkenler söz konusudur. Ölen canlı mezara konurken bir kaza sonucu, gömüldükten sonra üzerine binen ağırlıkla, hayvan veya insanın çiğnemesiyle, kemiklerin geçmiş dönemlerde alet olarak kullanılmasıyla, mağaralarda kaya düşmesi sonucu, arkeolojik kazılar sırasında dikkatsizlikten, kazıdan çıkarılan kemiklerin taşınması sırasında veya laboratuvar çalışmaları yapılırken kırılmalara olabilir. Bunların

dışında, yağmur ve güneş gibi dış etmenlere maruz kalma, toprak asiditesi, permeabilite, nem, sıcaklık, mikroorganizma, zemin koşullarındaki değişiklikler, soğuk iklimlerde donma-çözünme etkisi, su ve rüzgarla taşınma gibi olaylar kemiklerde bazı değişimlere neden olmaktadır. Ayrıca doğal yangınlar ve ölü yakma sonucunda da tahribatlar olabilmektedir.

Tafonomik ajanlara baktığımızda, incelenen malzeme üzerine etki eden faktörlerin şartlara bağlı olarak farklılık kazandığını görmekteyiz. Bu sorunlardan en önemlisi materyalin iyi ve bütün olarak korunması; diğeri ise yaşadığı yerde fosilleşip fosilleşmemesine bağlı olarak taşınıp taşınmadığı ile ilgilidir. Bu anlamda tafonomik problemler şu sorularla ifade edilebilir: "Malzemenin kaynağı nedir? Yukarıda sözü edilen faktörler, kalıntının bileşimini nasıl değiştirmiştir?" Fiziksel çevrenin veya fosil kalıntılarının bulunduğu tortu ve fosil kalıntılarının özelliği nasıldır? Sonuç olarak, yapılan araştırma; tortunun analizi ve fosillerin tafonomik analizi şeklinde iki bölüme ayrılabilir. Burada tortusal



Tafonomik değişimin sırası: Yaşayan hayvan topluluklarından (sol üst) müze koleksiyonlarını (sol alt) oluşturan fosil kalıntılara, her aşamadaki değişiklikler şeklin sağ tarafında gösterilmiştir (Andrew&Cook, 1985).

#### Fosiller ile Sedimanlarda Meydana Gelen Değişmeler ve Bunlar Arasındaki Etkileşimler

İşlem/Süreç	Değişimin Tipi	Örnek
Fiziksel/Mekanik Aktivite	Tortul hareketi ve fiziksel değişiklikler Kemik hareketi ve değişiklikler Tortuldaki kimyasal değişiklikler	Yer hareketi-sel baskını Rüzgar erozyonu Sıcaktan çatlama, biçim değişiminde ısı ve baskı
Kimyasal Aktivite	Kemik ve tortulda fiziksel bozulma Kemik ve tortula minerallerin dolması Tortul çözülmesi ve kimyasal hava koşulları etkisi	Kristal büyümesi Diyajenez, fosilleşme Kalker çözülmesi
Biyolojik Aktivite	Çevredeki fiziksel değişiklik Çevredeki kimyasal değişiklik Kemiklerin değişime uğraması ve toplanması	Hayvan yuvaları, kök oluşumu Biyolojik hava koşulları etkisi Toprak oluşumu Yırtıcılık, ayakla üzerinde basma Sindirim



## Tafonomi'nin Tarihsel Gelişimi

Özellikle hayvansal kalıntıların araştırılmasında 1930'lu yıllarda yeni bir disipline ihtiyaç duyulmuştur. Biostratinomy olarak isimlendirilen bu disiplinin amacı, organik materyalin sediman içine gömülmesi sonucu bu tabakadaki organik kalıntıların üç boyutlu düzen içinde açıklanması ve bunların birbirleri ile ilişkilerinin incelenmesidir. Gömülmüş organizma kalıntılarının durumları ve özelliklerinin açıklanması paleontologlar için önemlidir. Çalışılan karasal hayvan ve bitki kalıntılarının genellikle canlıların yaşadıkları bölgede gömülmedikleri ortaya çıkmıştır. Bu problemle ilgili olarak karasal omurgalılarda J.A. Efremov'un dikkate değer çalışmaları olmuştur. 1940 yılında Rus paleontolog J.A.Efremov, paleontolojinin yeni bir branşını önermiş ve bu disiplin Tafonomi (Taphonomy) olarak adlandırılmıştır. Bu yeni disiplinin konusu Efremov (1940) tarafından şöyle açıklanmıştır:

*"Bilimin bu dalının yani Tafonominin önemli problemi, hayvan kalıntılarının biyosferden litosfere geçişinin tüm ayrıntıları ile araştırılmasıdır. Bu araştırmalardaki ilerleme organizmanın biyosferin farklı kısımlarından geçişi, fosilleşmesi ve de litosferin bir parçası olmasıdır. Bu biyosferden litosfere geçiş olayında, sonuç olarak birçok jeolojik ve biyolojik olgular söz konusudur."*

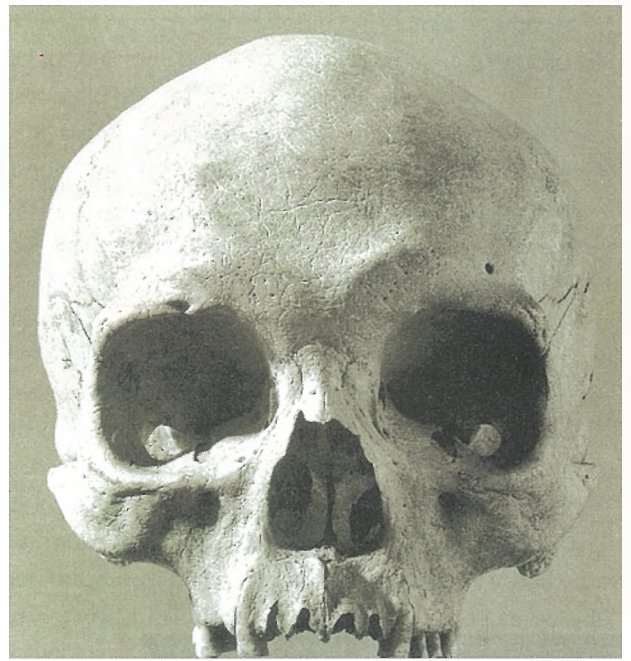
Her ne kadar, bu alan 60 yıl kadar önce Efremov tarafından isimlendirilmiş olsa da, fosil kayıtların doğruluğu ve fosilleşme üzerine araştırmalar uzun bir tarihe sahiptir. Alman araştırmacılar Abel, Wasmund, Weigelt ve Richter, 20. yüzyılın ilk otuz yılında bu alanın temeli atmışlardır. Tafonomi, hem sıradan hem de alışılmamış fosil çökelmelerini, günümüz çevrelerinde de işleyen ölüm sonrası olaylar niteliğinde yorumlar.

Behrensmeier ve Kidwell'e göre, Efremov'un açıkça ifade edilen tafonomi anlayışının, sonraları omurgalı paleontolojisinde önemli etkisi olmasına rağmen, korunma ile ilgili farklı araştırmaları tek bir alanda birleştirmeyi başaramamıştır.

1950 ve 1960'lı yıllarda, Amerika'daki en etkili tafonomik bildiriler, paleoekolojik bilgilerdeki ölüm sonrası toplulukları açıklar niteliktedir. Tafonomi, paleoekolojik araştırmalar için, önceden gerekli olan bir alan olmaya başladı ve paleoekoloji ile de çok yakından bağlantılıydı.

1970'lerin başlarında Almanya'da Tübingen Üniversitesi'nde, Seilacher'in grubu, paleoekolojiyi de içine alan geniş tafonomik araştırmalar yapmaya başlamışlardır. Aynı dönemlerde Amerika'da tafonomiye karşı ilginin artması ve stratigrafik, sedimantolojik ve aktüalistik yaklaşımları kapsamı, Almanya'da başlayan çalışmaların etkisi sonucudur. 1970'li yıllarda tafonomi, Brain, Behrensmeier ve Hill'in insan evriminin paleoekolojik yapısını ve insan olmayanların kemik değişikliği konusundaki araştırmalarıyla, paleoantropoloji ve arkeolojiyi de içine almıştır. Arkeolojik çalışmalarda tafonominin uygulanması, son yapılan yorumların, ilk insan davranışı ve kaynaklardan yararlanması göz önünde bulundurulurak tekrar düşünülmesi önerilmiştir.

Günümüzde ise tafonomi çalışmaları, gelişerek ve önemini kaybetmeden sürdürülmektedir.



Kafatasındaki bitki kökü izleri

aktivite, tortu birikimi veya dağılımını sağlarken, tafonomik aktivite, canlı kalıntıların birikmesi ve dağılımı arasındaki farkı belirler. Son olarak zaman, hem tortuların hem de fosillerin incelenmesine bir boyut daha katar.

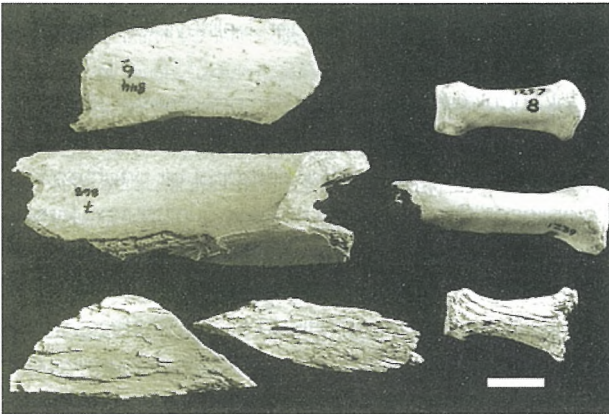
### Sonuç;

Bir canlınin jeolojik zamanlarda ölmesiyle başlayıp, gömülmesiyle devam eden ve günümüze kadar bir çok etkene maruz kalıp, tekrar bir şekilde yeryüzüne çıkmasıyla son bulan bu süreçler dizisi keşfedilmeyi beklemektedir. Bu kapsamda, tafonomi farklı amaçlarla da olsa, kendi alanında çalışan bilim insanları için önem ifade etmektedir. Geçmiş temsil eden kalıntılar bir daha var olmayacaktır ve elimize geçen kalıntılar da oldukça sınırlıdır. Yapılan çalışmalar, bu izleri mümkün olduğunca tüm ayrıntıları ile incelemeyi ve tahrip etmemeyi gerektirir. Diğer disiplinlerle ortaklaşa yapılan tafonomi çalışmaları ile, çalışılan konuda hatalar en aza indirilecektir.

Dünyada önemi yeni yeni kavranmaya başlayan tafonomi bilim dalı, ülkemizde ise keşfedilmeyi beklemektedir.

### Kaynaklar

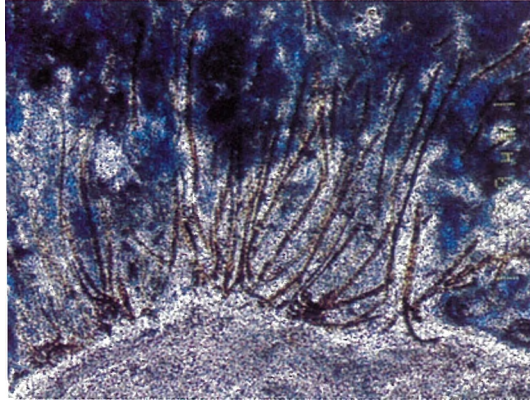
- Ersoy, A., 2000. Paleoekolojik Araştırmalarda Tafonominin Önemi, AÜDTCF Dergisi, c.40, n.3-4, 93-103.
- Andrews, P., 1992. The Basis For Taphonomic Research On Vertebrate Fossils, Editorial Complutense, 33-43.
- Lyman, R., L., 1980. Cambridge Manuals in Archaeology Vertebrate Taphonomy, 1-11.
- Phillip, c., 2001. Anritropoloji İnsan Çeşitliliğine Bir Bakış, 173-172
- White, T.M.D., Faleng, P. A., Human Ostoolosy,



Kemiklerde bozunma ve yanma sonucu oluşan renk değişimi ve yapraklanmaya benzer yarılmalar



# Mikroplar Her Yerde



Opalimsi silisin üzerinde kabuk oluşturarak çökelmekte olduğu dikine büyüyen Calothrix (mavi-yeşil alg topluluğu) örtüsünün normal ışıkta ince-kesitteki görüntüsü

*Oldukça geniş ve çeşitli mikrop topluluklarından oluşan biyolojik sistemler, buldukları ortamların ekolojik yapısına iyi uyum sağlayabildikleri gibi, ortamın çevresel koşullarını da belirleyebilmektedirler. Mikropların yaşam döngülerinin ve çevreleriyle ilişkilerinin incelenmesi, yerküre ve yerbilimleri hakkındaki bilgilerimizi arttıracak yeni araştırma alanlarıdır.*

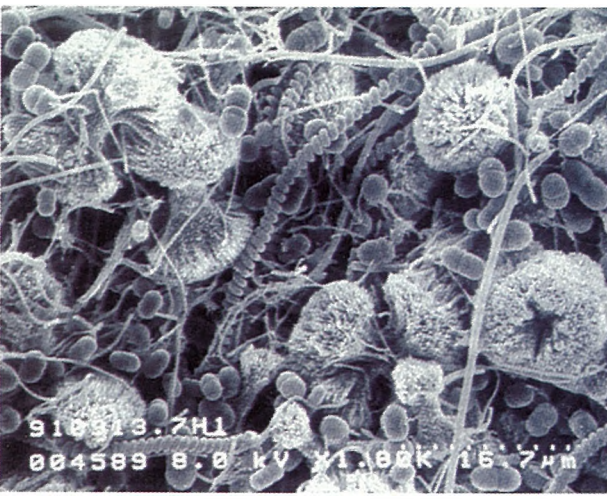
Çeviri: C. Serdar Bayarı

HÜ Jeoloji (Hidrojeoloji) Mühendisliği Bölümü

Jeologlar dünyaya bakış açılarını mikropları da içerecek biçimde değiştiriyorlar. Geçtiğimiz birkaç on yıl içerisinde dünyadaki ilk canlıların yaşı hakkındaki tartışmalar 2.2 milyar yaşındaki Ediacara faunasından 3.55 milyar yıl kadar değişti. Günümüzde ise başta Mars olmak üzere diğer gezegenlerin de geçmişin derinliklerinde değişik yaşam biçimlerini barındırmış olabileceği düşünülüyor. Mikropların, Antarktika'dan çöller, granitlerin 3 km'ye varan derinlikteki çatlaklarına kadar değişik ortamlarda yaşayabildikleri; ayrıca oluşmakta olan kıta kenarlarındaki çok sayıda canlı barındıran hidrotermal bacalarda gıda zincirinin temelini oluşturdukları da biliniyor. Mikropların yaşam döngülerinin ve çevreleriyle ilişkilerinin incelenmesi, yerküre ve yerbilimleri hakkındaki bilgilerimizi arttıracak, tamamıyla yeni araştırma alanları olarak ortaya çıkıyor.

Bu yaşam biçimlerinin her yerde var olması, mikropların yerkürenin oksijenli atmosferinin oluşturulmasında ve onları içeren mineral ve kayalardaki kimyasal elementlerin çoğunun dağılım ve kompozisyonunun belirlenmesinde temel rol oynamalarının mümkün olduğunu gösteriyor. Gerçekte yerküre, mikropların faaliyetlerinin izlerini, biz yer bilimcilerin daha önce sandığımızdan çok daha fazla oranda taşımaktadır. Bu başlıca kader belirleyiciler hakkında önemli soruları sormaya yeni başlıyoruz.

Mikroplar çok küçük (en büyükleri bir kaç nanometre,  $10^{-12}$ m) olmalarına karşın sayıca çok fazla olmaları nedeniyle muazzam bağıl yüzey alanına sahiptirler. Bu canlılar herhangi bir ortamda bazen tehlikeli olabilecek derecede aşırı nüfus yoğunluğuna ulaşabilecek biçimde besin kullanma ve üreme için gerekli tüm biyolojik mekanizmalara sahiptirler. Mikropların yaşayabildiği yer,  $113^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar sıcak, suyun donma derecesi altında soğuk, ya da yer yüzeyinin kilometrelerce derinliklerinde bir ortam olabilir. Günümüze değin tanımlanan ve hala tanımlanacak çok sayıda mikrobun olması, bizleri bu canlıların inorganik dünyamızın temel yapıtaşları olan



Mammoth Sıcaksu Kaynakları, Tellow Stone Ulusal Parkı'nda aragonit çökelten sülfürlü kaynaklarından alınan bir örnekte siyanobakteri (çn. Cyanobacteria: mavi-yeşil alg) topluluğunun elektron mikroskop fotoğrafı. Mavi-yeşil alg türleri: *Spirulina* (helezonumsu iplikçikler), *Oscillatoria* (daha büyük, düz iplikçikler), *Synechococcus* (büyük topaklar). Aragonitler iri topaklar üzerinde toplanmış, küçük iğne şekilli kristaller olarak görülmektedir. Ölçek fotoğraf üzerinde belirtilmiştir.

minerallerin oluşumundaki ve değişimindeki rollerini sorgulamaya itiyor.

Biyolojik ve inorganik alanlar arasındaki bu çarpıcı ilişkiye artarak yönelen ilgi, 1997 yılındaki Ulusal Jeoloji Kongrelerinden sonra düzenlenen iki ayrı kısa kursta da dile getirildi.

Mayıs ayında Kanada Mineraloji Topluluğu, Kanada Jeoloji Kurumu'nun Ottawa'daki toplantıları kapsamında "Biyolojik Mineral Etkileşimleri" adlı bir kısa kurs düzenledi. Amerika Mineraloji Topluluğu ise Ekim ayında Amerika Jeoloji Topluluğu'nun Salt Lake'deki kongresi öncesinde "Jeomikrobiyoloji, Mikroplar ve Mineraller Arası Etkileşimler" adlı bir kurs gerçekleştirdi.

Bu toplantılarda sunulan raporlarda mikropların "yaşayan" dünyasını anlamamız için gerekli kavram ve mekanizmalar gözden geçirildi. Toplantılardan elde edilen bilgiler, asitli maden drenaj suları, metal biyoekstraksiyonu, küresel iklim ve iklim değişimi gibi güncel konuların yanısıra, mineral yüzeyleri, su-kayaç etkileşimi, elementel ve mineralojik birikim ve çözünme, kimyasal taşınım hızları ve tortuların yaşı gibi jeolojik araştırma konularında araştırma yapanlara kuşkusuz büyük katkı sağlayacaktır.

Oldukça geniş ve çeşitli mikrop topluluklarından oluşan biyolojik sistemler, buldukları ortamların ekolojik yapısına büyük uyum sağlayabildikleri gibi, bu ortamların çevresel koşullarının değişmesine de neden olabilmekte, buldukları ortamın çevresel koşullarını belirleyebilmektedirler.

Mikroplar olmaksızın herhangi bir ortam steril ya da

kimyasal açıdan daha doğru bir terimle "inorganik" tir. Böyle bir ortamı bulmak oldukça zordur; çünkü buzul karotlarında bile mikroplara rastlanmaktadır.

Çevrelerindeki unsurlardan besinleri elde etme konusundaki yeteneklerinden dolayı, mikroplar karbon, azot, oksijen ve hidrojenin biyolojik moleküllere (proteinler, polisakkaridler, lipidler, nükleik asitler) dönüştürülmesi için gerekli enerjinin mevcut olduğu her ortamda bulunabilirler.

Günümüzde artık pek çok mikrobun organları ve hücre duvarları için gerekli olan biyomoleküllerin inşasında gereksindikleri enerjiyi birleşik tepkimelerden (coupled reactions, örneğin  $Fe^{2+}$ 'nin  $Fe^{3+}$ 'e,  $CO_2$ 'in  $HCO_3^-$ 'e,  $HS^-$ 'in  $FeS$ 'e dönüşmesi) elde ettikleri bilinmektedir. Örneğin, muko (çn. sümüksü) polisakkarid hücre duvarı mikrobun ortamdaki bir yüzey üzerine tutunmasını ve bu yolla çevresindeki çözültiden çoğunlukla seçimli bir şekilde katyonları bünyesine almasını sağlamaktadır.

Bu durum, bir tür diyajenez olan dehidratasyon (kuruma) sonucunda zayıf biçimde kristalleşmiş mineral-organik molekül karışımının bir inorganik bileşiğe dönüşmesi ve zamanla saptanabilir bir mineral fazının oluşması ile sonuçlanabilmektedir. Böylelikle örneğin ferrihidrit ( $Fe(OH)$ ) zamanla götite dönüşebilir. Diğer yandan, mikropların metabolik aktiviteleri ile üretilen karbondioksit  $HCO_3^-$  şeklinde çözültiye geçebilir ve kalsiyum ile kompleks oluşturarak  $CaCO_3$ 'ün üç polimorfundan birisini oluşturabilir.

Bu tür mineral oluşum tepkimeleri mikroskopik ölçekte de olsa milyarlarca kez tekrarlandıklarında, sonuçta sedimanter çökellerin oluşmasını sağlayabilmektedir. Diğer yandan, başka mikrop türleri minerallerdeki elementleri özümleyerek kullanabilirler. Bu şekildeki mineral çözünmeleri farklı minerallerin oluşumu ile sonuçlanabilir. Bu durum, örneğin indirgen ortamda siyah şeyllerin içindeki pirit kristallerinin oluşumu ile sonuçlanabilmektedir.

Günümüzde, mikropların varlığını ve çevreye olan etkilerini belirlemek amacıyla kullanılabileceğimiz bazı temel bilgilere sahibiz:

- Mikroplar çoğunlukla kullandıkları elementin izotopları arasında seçim yaparak daha hafif kütleli izotopunu bünyelerine almaktadırlar. (çn. Bir elementin hafif kütleli izotopunu içeren kimyasal tepkimeler, termodinamik olarak daha düşük enerjiye gereksinim duyarlar. Mikroplar bu nedenle  $^{13}C$  yerine  $^{12}C$ 'yi,  $^{34}S$  yerine  $^{32}S$ 'yi kullanmayı yeğlemektedirler). Bu durumda, aynı elementin ağır izotopları ortamda oluşan minerallerde yoğunlaşmaktadır.
- Mikroplar organik bileşenleri parçalayarak geri dö-





Boulder Çayı ve Kuzey Kaliforniya'daki Iron Dağ'ının diğer dereleri asitli maden drenaj suları ile kirlenmektedir. Bu durum, pirit gibi sülfür minerallerinin çözünmesi ve oksitlenmesinden kaynaklanmaktadır. Mikroorganizmalar sülfid çözünme ve oksidasyonunu hızlandırarak asitli maden drenaj suyu miktarını arttırmaktadırlar.

nüştürürler ve bu moleküller çökeltme ile ortamda hızlı bir biçimde birikmedikçe, mikroplar tarafından yok edilirler, parçalanırlar ya da bozunma yoluyla tepkimelere dirençli daha basit moleküllere dönüştürülürler. Sonuçta ortamda kalan kimyasal bileşikler, ne tür mikrop türlerinin veya alt gruplarının bu süreçte etkili olduğunun belirteçleridirler.

- Mikropların üreme, büyüme ve temel yapısal - genetik materyallerini üretmeleri, bizlerin normal olarak jeokimyasal tepkimelerde beklediğimizin tersi yönde gerçekleşir (çn. Normal olarak, özellikle yüze yakın jeokimyasal tepkimeler, termodinamik olarak serbest enerjinin en düşük düzeye ulaşacağı yönde gerçekleşir. Mikroplardan, insana kadar tüm canlıların metabolik faaliyetleri ise diğer kimyasalların enerjilerinin toplanması yoluyla kendilerinin kullanabileceği serbest enerjinin artırılması yönünde ilerler).
- Mikroplar bir ya da daha fazla mineralin oluşmasına neden olacak biçimde çok farklı türdeki elementleri bünyelerinde biriktirdiklerinden, bu elementlerin ortamda normalin üzerinde jeokimyasal derişime sahip olmalarına neden olurlar. Bu tür birikimler olasılıkla belli mikrop türlerine özgü bazı özel mukoprotein molekülleri ile ilişkilidir.

Öte yandan, mikrobiyoloji konusunda bilmediklerimiz, yeni araştırmaların da ufkunu açmaktadır. Yüksek çözünürlüklü mikroskopi ve mikrop üretme (çn. kuluçka) tekniklerinin kullanılmasıyla birlikte, pek çok mikrop topluluklarının yapısı, bileşimi ve davranışları konusundaki çalışmalar sonucunda ciltler dolusu bilginin üretilmesi beklenmektedir. Beklenen odur ki, araştırmacılar her türlü jeolojik ortamda üremiş çeşitli mikrop türlerini kapsayan ciltler dolusu bilgi üreteceklerdir. Bu bakımdan, Woese Aile Ağacı (bakınız ilgili şekil) bu tür araştırmalar için olası başlama noktalarını göstermektedir.

Öte yandan, yerbilimciler olarak bizler de geniş boyutlu bakış açımıza katkıda bulunacak çalışmalar yapmak durumundayız. Bu ağacı nasıl ele almamız, Yerküre'ye bakış açımız ile nasıl bağdaştırmamız gerektiği konusunda dikkatle düşünmeliyiz. Mikroplar hakkında öğrendiğimiz bilgiler ve bu bilgilerin bilimsel soruların yanıtlanmasında kullanılması, yerbilimleri ile ilgili, örneğin oksijen içeren atmosferin ve maden yataklarının oluşumu gibi çok çeşitli soruların tartışılmasına katkıda bulunacaktır.

Çeşitli karmaşık tepkimeler içeren biyolojik sistemlerin de dikkate alınması, sedimanların çökmesine





Louise Cosca Bölgesel Parkı (Georges Kasabası-Madison/ABD). Akarsuda manganey oksitle kaplanmış, siyah renkli iri çakıllar. Manganey oksit hidrok-sitler *Leptothrix discophora* gibi hücre duvarı iplikçikleri (holdfast) ile iri çakıllar üzerine tutunan bakteriler tarafından çöktürülmektedir.

ve bunların taşındıkları yeni ortamlardaki tepkilerine ilişkin düşüncelerimizi etkileyecektir. Minerallerin jeolojik dönemler boyunca farklı iklim koşullarında var olmuş mikroplar ve ekosistemler ile birlikte değerlendirilmesi yeni düşünceler geliştirmemizi sağlayacak, önümüze yeni araştırma konuları getirecektir.

Biyoloji ve yer bilimlerindeki araştırma yaklaşımlarının, moleküler biyoloji ile jeokimyanın, mikrobiyoloji ile paleontolojinin birlikte ele alınması bilimin farklı dünyalarını bir araya getirecektir. Bu araştırmalardan elde edilecek sonuçların uzun süreli gözlemlerimizle karşılaştırılarak sorgulanması, küresel ölçekte yeni modeller oluşturmamıza ve mevcut modelleri daha geliştirmemize yardımcı olacaktır.

Mikropların insanlar açısından önemi yeni bir konu değildir. Her şeyden önce, üzümün fermentasyonla şaraba dönüşmesi, unun mayalanması yoluyla ekmek yapımı pek çok ilkel toplumlarda da bilinmekteydi. Günümüz endüstrisinde, petrol döküntülerinin mikroplarla toplanması gibi, çevremizi temiz tutmaya ya da yeşil bir çevre yaratmaya yönelik daha etkili ve ekonomik olarak daha uygulanabilir bir yol olan mikrobiyal mekanizmaların kullanılması için yatırım yapılmaktadır.

Mikroplarla yadsınamayacak kadar yakın ilişkilerimiz vardır. Mikroplar, bizlerle karşılıklı fayda ilişkisi içinde olan

canlılardır (çn. Symbiont: kendisine ve konak olduğu canlıya fayda sağlayan canlı). Sindirim sistemimizin bitkisel ve hayvansal kökenli mikropları olmasaydı, yetkin makineler olarak, aldığımız gıdalardan faydalanmamız, gereksindiğimiz enerjiyi üretmemiz mümkün olamazdı.

Jeolojik dünyada mikropların rolü konusundaki araştırmalarımız henüz çocukluk çağında bulunmaktadır. Ancak şu kesindir ki, bu araştırmalar sorularımızın yanıtlanmasına yönelik yeni ve cesaret verici bir dünya sunmaktadır.

#### Kaynak

Catherine, H., Skinner, W., Banfield, J. F., 1997. Microbes All Around. *Geotimes*, 42, 8, 16-19.

#### Ek Okuma Kaynakları

Pentecost, A., Bayan, C.S., Yeşertener, C., 1997. Phototrophic microorganisms of the Pamukkale Travertine, Turkey: Their Distribution and Influence on Travertine Deposition, *Geomicrobiology Journal*, 14, 269-283.

Bayan, C.S., Kurttaş, T., 1997. Algae: An important Agent in Deposition of Karstic Travertines: Observations on Natural Bridge Yerköprü Travertines, Aladağlar, Eastern Taurids, Turkey, *Karst Waters & Environmental Impacts*, (Günay & Johnson, eds.), A.A. Balkema Rotterdam, 269-279.



# Altından Daha Değerli Bir Baharat Çiçeği Safran

**D**ünyanın en pahalı baharatı olan safran, mutfaklara Orta Doğu'nun bir armağanıdır ve bugün çoğunlukla İspanya'nın "mağrur çiğdem"lerinden (çn. ayrıca Çin, Hindistan ve çevresinden) elde edilmektedir.

"Safran mağrur bir çiçektir" diye başlıyor bir yaşlı İspanyol bu pembe çiçekli bereket için. "Gün doğumuyla doğar ve gün batımıyla ölür." Her yıl Ekim ayında birkaç haftalığına İspanya'nın La Mancha bölgesinde bu kibirlî çiğdem, telaş içinde, çiçeklerinin ömrüne yetişebilecek bir hızla hasat edilir.

Çoğu kez ons başına altın fiyatlarıyla rekabet içinde olan safran, dünyanın en değerli baharatıdır. Bir poundluk küçük küçük lifleri (sonbahar çiğdemi, *Crocus sativus*'un stıgması ya da dışı organları) şu sıralarda 2000 \$'ın oldukça üstündedir. İspanyolların "kırmızı altın" dedikleri bu küçük liflere talep öylesine fazladır ki yetiştirilenlerin tamamının satılacağı kesindir.

La Mancha adını, Arapça'da güneşin kavurduğu toprak anlamına gelen al-Manshah'dan almaktadır; fakat her sonbaharda çiğdemler açtığında onların kurumuş, toprak rengindeki tarlaları pembeden menekşeye, lavantaya değişen tonlarda bir renk denizi haline gelir. Burası, Don Quixote'un vatanı; hala büyük ölçüde endüstri çağının elinin değmediği bir yerdir. Altın rengi tepeleri, bağlar ve zeytin bahçeleriyle çizgilenmiş, değirmenler ve toprak çanakların rengindeki tozlu kasabalarla noktalanmıştır. Miguel de Cervantes romantik ve halüsinasyonlar içindeki şövalyesinin dolaşıp gezindiği yerler olarak, bu tepeleri ve Castilla ovasını seçmişti.

Burada, özellikle Consuegra kasabasında, Don Quixote efsanesi tüm tazeliğiyle yaşatılıyor. Kayalık bir tepenin üzerine oturtulmuş, kasabanın gökyüzüne hakim bir on ikinci yüzyıl şatosu, sisli bir akşamüstünde altı yel değirmeniyle gerçekten de devleri andırıyor.

La Mancha'ya safran hasadını görmek için geldim. Consuegra, İspanya'nın önemli safran yetiştiren kasabalarından biridir. Ekim'in ortalarındayız. Hasat işi zirvesinde olmalı ama açmış çiçeklerden hiç bir iz yok. Tarlalar kuru ve kahverengi.

İspanya'da işçiler tarafından giyilen parlak mavi tulumlu bir çiftçi, boş bir toprak görünümünde olan bir yeri fırmığı ile eşeliyor. Aslında görüldüğü gibi değil. Nieves Gutierrez, çiğdemlerini

*Altın fiyatlarıyla rekabet içinde olan safran, dünyanın en değerli baharatıdır. İber yarımadasına M.Ö. 10. yüzyılda Araplar tarafından getirilmesinden yüzlerce yıl önce, safran İran'da önemli ve lüks bir maddeydi ve aynı zamanda Asya'daki Baharat Yolu'nun çok değerli ürünüydü. Eski Fenikeliler safran keklerini, tanrıça Astarte'ye adarlardı. Cleopatra da safranı kozmetiklerinde kullanırdı.*

Çeviri: Ayça Mazman  
ODTÜ Felsefe Bölümü Öğrencisi

havalandırıyor. Gelecek iki hafta içinde yıllık gelirinin önemli bir miktarını (belki de yüzde yirmisini) elde edecek. Consuegra'daki dörtyüz safran üreticisinin tipik bir örneği. Alışılmadık soğğun ve geciken yağmurların, hasadı etkilediğini söylüyor, ancak "çiğdemler yakında açacak" diyor..

Haklı da çıkıyor. Birkaç gün sonra aynı topraklar pembe bir ova haline geldi. Hatta parlak mavi gökyüzündeki bulutlar bile aşağıdaki tarlaların rengini yansıtıyor gibi.

Bu kadar pahalı olmasının nedenlerinden biri, safranın bin yıldır olduğu gibi, elle ekilip harmanlanıyor olması. Her sabah şafak vakti bu çorak İspanyol yaylasının en yoksul insanları olan çiftçiler ve aileleri, çürük kamyonlar, traktörler, motosikletler, bisikletlerle ya da yaya olarak tarlalara üşüşürler. Bu erkekler, kadınlar ve çocuklar baley andıran bir ritimle yere eğilip, küçük çiçekleri kopararak bellerinde asılı duran hasır sepetlere doldururlar. Bu yorucu sahne, defalarca ve günlerce tekrarlanır; çünkü tam açmış bir çiçek haline geldiği saatler içinde toplanmazsa, bu mağrur çiğdem solar ve stigmaları değersiz hale gelir.

Toledo'dan Albacete'ye kadar uzanan bu düz, açık çalılık alan; zengin, iyi su emen, kumlu ya da balçıklı toprağı ve yeterli yağmurları olan ılıman iklimiyle çiğdem ekimi için en elverişli koşulları sunar. Her dört yılda bir çiçeğin soğanları kazılıp çıkarılır, temizlenir, ayrılır ve sonra bir başka alana düzenli bir biçimde ekilir ve boşaltılmış olan toprak on yıllığına nadasa bırakılır. Sadece 5000 feet kare ya da o civarda olan, duvarlara, tepelere, binalara bitişik ve çoğu kez başka ürünlerin ekildiği tarlaları kesen küçük alanlara celemenes adı verilir. Her celemine aşığı yukarı 1 Pound kadar safran verir.

Ekim, çapalama, hasat, stigmaların çıkarılması ve kavrulması hep elle yapılır. İki hafta süren hasat, soyulma ve kavurma herkesi meşgul eder. Caddeler, zeytin bahçeleri ve bağlar terk edilir. Yaşamsal gereksinimleri sağlamak için daha çok ek ödül olan safrandan elde edilen gelir, bir televizyon ya da yeni bir fırın almak için kullanılır. Dayanıklı olduğu için safran, kötü günlerde satılmak üzere veya daha iyi bir fiyat için saklanabilir.

Çiğdemi eken ve toplayanlar toprağı kiralarlar ya da toprak sahibi olabilirler. Eğilmekten ağrıyan beller ve Castilla'nın acımasız güneşinden yanmış yüzlere rağmen Consuegrailar neşeleri azalmadan, birbirlerine karşıdan karşıya seslenerek ya da her geçeni selamlayarak çiğdemleri toplarlar. Öğlenden sonra geç saatlerde, toplanıp temizlenen tarlalar hemen ertesi gün sabah tekrar lavanta ile kaplanmış olur. İşlemlerden geçirildikten sonra ürün, zamanın eskitemediği yerel örgüt, komisyoncular, büyük kent üreticileri ve ihracatçılar aracılığıyla pazarlanır.

Safran, İberya yarımadasına milattan önce onuncu yüzyılda istilacı Araplar tarafından getirilmiş. "Azafrán"



safranın İspanyolcası, Arapça olan "za'farán" dan gelir. İspanya dördüncü yüzyıldan beri safran ihraç etmektedir; dünya üretiminin yüzde yetmiş ile şu anda safran pazarını kontrol etmektedir.

İberya yarımadasında görülmesinden yüzlerce yıl önce safran İran'da önemli ve lüks bir maddeydi ve aynı zamanda Asya'daki baharat yolunda da bir o kadar değerli bir üründü. Eski Fenikeliler safran keklerini tanrıça Astarte'ye adarları. Ayrıca Mısır mumyalarında küçük stigma parçacıkları bulunmuştur. Cleopatra da safranı kozmetiklerinde kullanırdı.

Homer, Pliny, Hippocrates, Chaucher ve Shakespeare safrandan söz etmiştir. Orta çağlarda Britanyalı III. Edward, Essex çiftçilerine çiğdem çiçeğini tanıtmıştır ve çok geçmeden Safran Walden'da bu küçük çiçeği ekenler "croker" olarak adlandırıldı. Safran uzunca bir süredir Britanyalılar arasına popülerdir. Francis Bacon, "safranın tatlılarda ve et suyunda özgürce kullanımı İngilizlere neşeli bir şekilde sunuldu" diyerek bu konudaki gözlemlerini ifade etmiştir. Amerika'da, 1838'de yayınlanmış olan Medical Companion daha da ileri gitmiş ve "küçük dozlarda alındığı zaman ruhu canlandırır ama büyük miktarda kullanılırsa ölçüsüz neşe yaratır" iddiasında bulunmuştur.

Tat verici, sindirimi kolaylaştırıcı, boya, yatıştırıcı, içki-den kaynaklanan baş ağrısını giderici, keyif verici ve hatıta afrodisyak olarak çeşitli şekillerde yüceltilen safran; günümüzde yaygın biçimde yemek pişirmede kullanılır. En büyük tüketicisi olan Araplar, safranı kuzu etini, tavuğı ve pirinçli yemekleri tatlandırmada kullanırlar. Fransızların bouillabaisse ve İtalyanların risottosu için çok büyük önem taşır. İspanya'da safranın en popüler kullanımı pirinç, chorizo, taze deniz ürünleri ve tavuğun mükemmel birleşiminden oluşan paelladır. Dünya mutfaklarının kesişme noktası olan Amerika Birleşik Devletleri, Suudi



Arabistan ve Kuveyt'ten sonra en çok safran ithal eden ülkedir.

"Tadinin esrarengiz olması yanında, safran bir yemeğe özel durumlara özgü bir ruh verir" diyor Hindistanlı aktris ve gurme ustası Madhur Jaffrey. "Ben safrani aroması ve rengi için kullanırım; aroması bana sabırsız bir tatlılık verir, rengi ise Hindistan'da uğurlu olarak düşünülür".

Consuegra'nın kadınları safrani çorbalarında, pirinçli yemeklerinde ve güveçte kullanırlar ama yerel lokantalarda onu bulamazsınız. Toledo'daki Hostal del Cardenal'ın mal sahibi José Gonzales Martin, safranin Castilla mutfağına özgü olmadığına ısrarcıdır ve her durumda çok pahalı olduğunu söylemektedir.

Madrid'de LaGamella restoranının sahibi olan ve aslen Decatur Illinois'dan gelen Amerikalı şef Richard Stephens safranin yenilikçi kullanıcısıdır. "İspanyollar çok gelenekçi, genellikle paella gibi çok iyi bildikleri yemekler dışında safran kullanmak onlara uygun düşmüyor" diyor. "Oysa safran herşeyin daha lezzetli olmasını sağlıyor". Safrani briochesinde ve soğuk beyaz fasulye salatasında kullanıyor. Stephens ayrıca taze safran lifleri katılmış, nefis tereyağı sosu üzerine dökülmüş somon balığı da hazırlamaktadır. "Arada büyük kalite farkı var" diye uyarıyor ve devam ediyor: "Safran alırken çok dikkatliyimdir. Eğer kahverengimsi veya ucuz ise büyük bir ihtimalle bayat, kötü paketlenmiş ya da karıştırılmıştır".

Ucuz safran diye bir şey yoktur, bu yüzden çoğu kez içine başka maddeler katılmıştır (kadife çiçeği, safran yaprağı, hatta balmumu parçacıkları ve melas gibi). Dünyanın ikinci en büyük üreticisi Kaşmir, safrani başka maddelerle karıştırarak satanlarla ilgili bilgi verenlere 101 rupilik para ödülü koymuştur. Onbeşinci yüzyıl Almanya'sında bazı safran karıştırıcıları kazığa bağlanıp yakılmışlar, diğerlerinin başı kesilmiş ve birkaç tanesi canlı olarak gömülmüştü.

Safrani ünlü bir satıcıdan almak gerçek birşey aldığınızı güven altına almanın en iyi yoludur. Rengi ayırt edicidir; koyu parlak kırmızı ve kokusu sert, hafifçe keskin ve güzel olarak tanımlanır. Gerçek safran küçük kavonazlarda ve şişelerde satılır ve genellikle gözden uzak, tezgah altında, arka odalarda, hatta kasalarda saklanır. Macy'de 0.08 ons ya da 0.25 gramı 3.50 \$'dır; yiyecek başı kullanılacak miktara bağlı olarak, bir pudring için 1 \$, bir bouillabaisse için 2 \$ ve pilava benzeyen bir Hint yemeği olan ve baharatlı etten yapılan bir biryani için 3 \$ ödemeniz gerekir. Manhattandan kökenli gıda ithalatçısı ve dağıtıcısı Dean&DeLuca için safran alan Philip Teverow, safranin hemen her mutfağın lezzetini arttırdığına inanıyor. Teverow, 1987'de İspanya'da elde edilen ürünün daha önceki yıllara göre düşük olmasından dolayı, fiyatın bu sene iki katından daha fazla olabileceğini düşünüyor.

Safranın kalitesi, büyük ölçüde nerede yetiştirildiğine ve nasıl işlem gördüğüne bağlıdır. Küçük Membriilla'da, bir grup kadın, çalışkan Leonardo Alvarez'in kiremitli evinde çalı çırpı ateşinin önündeki uzun tahta masanın etrafında otururlar. Oda yüzbinlerce çiğdem çiçeğinden gelen kokuyla mis gibi kokar. Pazarlama kasabası olan Manzanares'in yakınındaki bu bölgedir ki İspanya'daki tüm safranin standardını oluşturan en iyi Mancha selecto buradan elde edilir.

Kadınlar, menekşe rengi yaprakları becerikli elleriyle geriye doğru açar ve her çiçekten üç değerli kırmızı stigmayı çıkararak küçük tabaklara koyarlar. Hassas liflere zarar vermeden çıkarmak büyük beceri ister. Çiçekler masa boyunca yığıldığı için kadınların ayakları ve hatta bacakları, atılan çiçeklere gömülür. Toplamak gibi soymak da çiğdemler solmadan önce yapılmalıdır. Birkaç adamla birlikte bu kadınlar hasat boyunca bazen sandalyelerinde arasına kısa süreli uyuklamalarla geceler boyu çalışırlar. Buradaki kumlu toprağın zengin olmasına ve büyük miktarda çiçek üretilmesine rağmen, bir pound kurumuş safran stigmaları elde etmek için 70000'den 100000'e kadar çiçek gerekmektedir ki, en hızlı işçi bile günde bir kaç onz ayıklayabilir.

Genç, yaşlı, orta yaşlı bu değerli işçiler, Leonardo ve karısı Anna'nın akrabaları ve arkadaşlarıdır. Dedi-kodu yaparlar, öyküler anlatırlar, birbirleriyle şakalaşırlar ve ağrıyan sırtlardan, uyuşmuş bacaklardan şikayet ederler. Ücretleri safranladır; bu yüzden bütün tabaklar dikkatle işaretlenir: Catalina, Dolores, Josefa, Eliza, Juanna, Gema, Marie-Carmen. Leonardo, içindekileri titizlikle dörde böler ve her kadın emeğinin karşılığı olarak bu ürünün dörtte birini alır.

Aynı zamanda şarap, tahıl ve kavun yetiştiren bu 7000 nüfuslu kasaba için safran, önemli bir üründür. "Her yıl iki binden üç bin pounda kadar safran Membriilla'dan gönderilir" diyor Leonardo. "Bu, ekonomi için oldukça önemlidir; özellikle toplayan ve ayıklayanlar için. İyi para kazanmıyoruz. Paranın çoğu komisyonculara ve üreticilere gidiyor. Özellikle son birkaç yıl, çok az paraya çok iş yaptık".

Çok zor olduğu için dört oğlunun bu iş çizgisinde kendisini izlemelerini istememesine rağmen Leonardo'nun geleceğe ilişkin umutları var. Önceki kooperatif oluşturma teşebbüsleri başarılı olmamış. "Eğitimsizdik ve herkese güveniyorduk, fakat bir şarap kooperatif burda başarılı oldu ve İspanya'nın Avrupa Ortak Pazarı'na girişi tarıma yardımcı olacak" diye açıklıyor Leonardo.

Safrana gösterdiği özenle gurur duyuyor. Onun işçileri, başka yerlerde üzerinde bırakılan stigmaların dibindeki küçük beyaz parçacığı, ağırlığı arttırmasına rağmen çıkarıyorlar. Leonardo bir önceki günkü



ürünü aromasını mahvettiğini söylediği bütan ocağı üzerinde değil, daha çok mangal kömürü üzerinde dikkatli bir biçimde kavurur. Sonra kurumuş stigmaları alıcılara dağıtılmak üzere plastik torbalar içinde paketler.

Hasadın sonuna geldiğinde Leonardo, ailesi ve arkadaşları bitkin düşerler. Saffron Membrilla'daki hayatın sadece bir parçası olmasına rağmen, ona olan görülmemiş talep nesiller boyu kasabalı delikanlıların ve genç kızların büyük şehire gitmede isteksiz olmalarına sebep olan bir birlik duygusu ve bağlılık yaratmıştır. Orada kalmaya ve aile kurmaya yönelmişlerdir.

Ekimin son pazarı Saffron Rose festivalidir ve bölgedeki tüm insanlar Consuegra'da toplanır. Geçmişe bir selamlama olarak, hükümet tarafından sembolik bir miktar unu öğütmek için yeniden inşa edilmiş olan yeldeğirmeni, Dulcinea törenin kraliçesi seçilirken ve Don Quixote ve Sancho Panza tüm kostümleri içinde azametle yürürken, tüm heybetiyle dönmeye devam eder. İspanya'nın dört bir yanından gelen dansçılar, şarkıcılar ve müzisyenler halk dansları ve sevilen eski şarkılar eşliğinde eğlenirken, resmi geçitler ve yarışmalar yapılır.

Ancak saffron endüstrisine büyük bir değişim geliyor olabilir. La Mancha'da yetiştirilen en iyi saffranın çoğu, ülkesine yılda 20 milyon \$'dan fazla para getiren bir ürünün üretiminde devrim yapmayı uman ciddi bir işadami tarafından satın alınıyor. İspanya'daki General Saffron şirketinin yöneticisi olan Fernando P. Morillo Casals sadece zengin, gerçek kırmızı ve odun ya da mangal kömürü üzerinde kavrulmuş en iyi stigmaları kabul ediyor. Morillo aynı zamanda bir saffron üreticisi.

Aynı asil Don Quixote'da olduğu gibi, Morillo ve şirketin başkanı Augustin Escadón da bazen yeldeğirmenleriyle savaşıyor gibiler. General Saffron şirketi, toprağı, kullanılan gübreleri, soğanın bizzat kendini, kavurma ve paketleme sistemlerini geliştirmek, hastalıklarla mücadele etmek ve iyileştirilmiş stigmalaradaki ideal nem oranını belirlemek için araştırma ve geliştirme çalışmalarına 5 milyon \$'dan fazla para yatırdı. Ancak şirketin programının en çelişkili yanı bu endüstrinin eski tekniklerini makineleştirme çabası.

General Saffron şirketinin, saffron ülkesinin orta yerindeki araştırma merkezinde bir Cumartesi öğleden sonra, şirketin yeni saffron hasat makineleri tarafından toplanması eleştirilen binlerce celemine, alışılmadık yoğunlukta bir yağmur yüzünden yerle bir oldu. Bu hasat makineleri yumuşak çamurda çalışamaz. Islak toprakta ölmekte olan saffron lifleriyle yitirilen küçük bir servet, Morillo, Escadón ve ziraat mühendisi takımını korkutmakta ama sarsmamaktadır. "Binlerce yıl boyunca, saffranı veya tarımını geliştirmek için hiçbir şey yapılmadı" diyor Morillo. "Teknoloji olmadan, daha az paraya mükemmel saffron üretemeyiz. Daha henüz tam başaramadık, fakat hemen hemen... Bu işe yarayacak".

Şirketin depolarında, becerikli bir dizi şerit, kompresör ve kesici kullanan makineler, stigmaları ayıklamak konusunda oldukça iyi iş çıkarıyorlar. Daha da mükemmelleştirildiğinde, bu tip hasat ve ayırma makineleri, bireysel saffron üreticilerinin kârlarını tehlikeye sokacaklar mı? "Neden tehlikeye soksunlar ki?" diye itiraz ediyor Escadón. "Saffron için İspanya'nın karşılayamayacağından daha çok talep var. Biz alabildiğimiz kadar satın alacağız. Makinelerimiz sayesinde daha geniş alanlarda tarım yapılabilecek ve köylülerimiz daha çok para kazanacak".

Bu yağmurlu cumartesiden sonra, yağmurda sırtıslıklanmış Leonard e Alvarez ve oğulları, hala ıslanmış çiçeklerden kırmızı stigmaları çıkartmak için var gücüyle çalışan kadınlara, pembe çiçeklerle dolu sepetleri ardarda taşıyorlar. Leonardo ve onun Membrilla'daki arkadaşları Morillo'ya saygı duymalarına rağmen, makineleşme hayali La Mancha'da herkesin düşlerine bir ağırlık çökmesine sebep olmaktadır. "Makineler yağmurda çalışamazlar... fakat biz yapabiliriz" diyor Leonardo yüzünde yorgun bir tebessümle. Ve böylece bu hasat sırasında ve bu yağmurlu gecede, Membrilla'nın saffran toplayıcıları makineye karşı bir zafer kazanmış oldular.

Kaynak

Ward, D. T. R., 1988. "Flowers are a Mine for a Spice More Precious Than Gold." Smithsonian Magazine, August, 104-111.



# Fosil Kanıtlarda Ani Yok Oluş: Kretase/Tersiyer Geçişinde Ne Oldu?



*Jeolojik zamanın yaklaşık 175 milyon yıllık Mesozoyik sistemini betimleyen canlıların büyük bir kısmı, 65 milyon yıl önce Kretase devri sonunda yok olmuştu. Peki, ne olmuştu da, o dönemde yaşayan tüm canlıların % 49.9'u tamamen yeryüzünden silinmiş ve Tersiyer devrine atlayamamıştı?*

Nurdan İnan  
MÜ Jeoloji Müh. Bölümü, Mersin  
ninan@mersin.edu.tr

**J**eoloji tarihinin son 600 milyon yıllık döneminde, fosil kanıtları global ölçekte kayda değer 17 toplu yok oluşa işaret eder. Bu yok oluşlardan çok kapsamlı olan iki tanesi jeolojik zamanın üç ana sisteminin oluşturulmasına dayanak olmuştur.

Jeolojik zamanın 360 milyon yıllık birinci sistemini (Paleozoyik) betimleyen canlıların büyük kısmı, 240 milyon yıl önce Permiyen devri sonunda yok olmuştur. Tek kıta (Pangea) ve tek okyanusdan (Panthalassa), kuzey kıtaları (Eurasia), güney kıtaları (Gondwana) ve arada Tetis denizinin açılması gibi global olayların geliştiği bu dönemde, yeni dünya düzenine ayak uyduramayan canlıların yok olması olağan karşılanmıştır.

Jeolojik zamanın 175 milyon yıllık ikinci sistemini (Mesozoyik) betimleyen canlıların büyük kısmı, 65 milyon yıl önce **Kretase** devri sonunda yok olmuştur. Bu dönemde global anlamda kıta hareketliliği yoktur. Yerküre coğrafyası hemen hemen günümüzdekine yakın şekillenmiştir. Avustralya kıtası Antarktika'dan koparak kuzeye ilerleyecektir, Madagaskar Afrika kıtasından kopacaktır gibi, görel olarak ufak tefek rötuşlar kalmıştır... O halde ne olmuştur da, o dönemde yaşayan tüm canlıların % 49.9'u tamamen yeryüzünden silinerek **Tersiyer** devrine atlayamamıştır?

K/T geçişindeki bu toplu yok olma olayının çözüm bekleyen 3 problemi mevcuttur: Yok olmanın süresi, seçmeli yok olma ve tektonik mekanizma.

Yok oluşu açıklamak için öne sürülen kuramlardan hiçbiri bu üç problemi birden çözememiştir. Teorilerin çoğu, hemen her coğrafyada birey ve tür bazında yaygın olarak bulunan Dinozor'ların yok oluşunu açıklamaya yönelmiş, olay bütünlüğünü kaybetmiş, bir grup canlı için anlamlı olabilen senaryo, diğer gruba uymamıştır.



K/T geçişinde tüm dinozorlar yok olurken bazı küçük memelliler, kuşlar ve böcekler, artan yaşam alanlarına paralel olarak sonraki dönemlerde çeşitlenerek çoğaldılar.

## Yok Olmaya İlişkin Kuramlar

Jeoloji tarihi boyunca canlıların yok olmaları ve bir sonraki döneme geçememelerini açıklayan birçok görüş ortaya atıldı. Bir kısmı ciddi kanıtlar ileri süren yok olma kuramlarından yaygın olarak bilinenleri şunlardır:

- Bir ya da birkaç meteoritin yeryuvarına çarpması (*Çarpma Kuramı*)
- Volkanik faaliyetlerin artması, buna bağlı olarak asit yağmurları, okyanus yüzeyinde pH artması ve alkalinite de değişimlere bağlı olarak ozon tabakasının tükenmesi (*Yoğun Püskürük Volkanik Hareketler Kuramı*)
- Canlıların, K/T geçişinde iklimde beliren soğumaya uyum sağlayamamaları
- Atmosferdeki  $O_2$  /  $CO_2$  oranlarının değişmesi
- İklimde beliren ani soğuma ve buna bağlı olarak bitki örtüsünün azalması sonucu, beslenme yetersizliği nedeniyle önce otçul dinozorların, daha sonra da onlarla beslenen etçil dinozorların yok olması
- Dev boyutlarda ve sayısal çokluğa ulaşmış dinozorların rekabeti
- Alkoid içeren bitkilerin çoğalması ve bunları yiyen dinozorların zehirlenerek ölmesi

- $28^\circ C$ 'nin altında dişi dinozorların oluşamaması, sadece erkek dinozorların bulunması nedeniyle üremenin durması
- Aşırı irileşen dinozorların çiftleşememeleri
- Dinozor yumurtası ile beslenen küçük memellilerin yaygınlaşması ile yumurtaların tüketilmesi sonucu, üremenin ve çoğalmanın sağlanamaması

K/T geçişindeki toplu yok olmayı açıklamaya çalışan kuramlardan en çok kabul görenleri, Alvarez ve arkadaşlarının savundukları "Çarpma Kuramı" (1980) ile Officer ve Drake'in savundukları "Yoğun Püskürük Volkanik Hareketler" (1985) kuramı olmuştur.

Officer ve Drake (1985), Condrite ve Kilauea volkanının atmosfere fırlattığı toz parçacıklarından toplanan örneklerin As, Sb ve Ir içeriklerini, K/T sınır killlerinden yaptıkları analizlerle karşılaştırmışlar ve yok olmanın nedeninin manto kaynaklı olduğunu ileri sürmüşlerdir. Volkanik faaliyetlerin artmasıyla asit yağmurları oluşmuş, asit yağmurları okyanus yüzeyinde pH'ın artmasına neden olmuş ve alkalinite deki değişimlere bağlı olarak ozon tabakası tükenmiştir. Bu kuramda, K/T geçişindeki fauna-flora yok oluşunun yüz bin yıl ya da daha uzun bir zaman aralığında gerçekleştiği savunulmuştur.





Deniz kestanelerinden *Ananchytes* cinsinin tüm türleri K/T geçişinde tamamen yok oldu



Tek yaşayan mercanlardan *Cyclolites ellipticus lamarck* ve tüm diğer türleri, K/T geçişinde tamamen yok oldu

Alvarez ve arkadaşlarının (1980) ileri sürdükleri "Çarpma Kuramı", 1984 ve 1987'de yapılan çalışmalarla geliştirilerek, bugün en fazla tutulan ve yaklaşık 150 yapı ile en fazla kanıtı olan kuram olmuştur.

K/T sınır çökellerinde gözlenen, yüksek platinyum grubu elementleri konsantrasyonundaki yükseklik, hem "Çarpma Kuramının" doğmasına neden olmuş, hem de bu kuramın kanıtı olarak gösterilmiştir. Böyle-sine yüksek platinyum grubu elementlerine ancak

göktaşlarında rastlanır. Dolayısıyla, 6-14 km çapında bir meteoritin yeryüvarına çarpması, bu çarpma sonucunda bölgedeki kayalar parçalarının stratosfere saçılmasıyla oluşan toz tabakasının kalın bir bulut gibi yeryüzünü sarması, güneş ışınlarının yeryüzüne ulaşmasını engellemesi, sıcaklığın sera etkisiyle yükselmesi önce bitkilerin, sonra bitkiyle beslenen otçulların, daha sonra da otçullarla beslenen etçillerin yok oluşunun nedeni olarak gösterilmiştir. Bu kuram, K/T geçişindeki fauna-flora yok oluşunun ani olduğunu ileri sürer.



Officer ve Drake'in görüşüne göre, volkanlardan çıkan gazlar atmosferde küresel ısınmaya neden olmuş; bunun sonucunda yaşanan iklim değişiklikleriyle canlıların birçoğu yokolmuştur.

### Kanıtlar Neler?

"Yeryüzünün Jeolojik ve Biyolojik Gelişiminde Çarpma Proseslerinin Rolü" başlıklı uluslararası workshop, jeolojik zaman sınırlarında yok olmalar ve bu yok olmalarda çarpma etkisinin araştırıldığı çalışmaları toparlamak amacıyla, 1992 yılından itibaren her yıl farklı bir ülkede yapılmaktadır. Bu toplantılarda, yok olma kanıtları ve çarpma kanıtları ayrı ayrı değerlendirilerek birbirleriyle ilişkileri ortaya konmaya çalışılmaktadır.

### Çarpma Kanıtları

İç çap/dış çap oranlarının 1/4-1/6 olduğu ve asteroid çarpmasına ilişkin izlerin (fosil çukurlar, tahrip olmuş koniler, pümistaşı, oluşukları vb.) gözleendiği kraterler (Hırvatistan'da Gorski Kotar bölgesi, Avusturya-Tirol'de Köfels bölgesi, Brezilya'da, Serra da Cangalha bölgesindeki kraterler gibi), büyük ölçekli çarpma kanıtlarıdır. Ayrıca granitik kayalarda oluşan mineralojik alterasyon, petrofiziksel, petrokimyasal, petrografik özelliklerle, yoğunluk, gözeneklilik gibi fiziksel parametre değişimlerinin de kullanıldığı metamorfizma, jeofizik, jeokimya, petromagnetizma, magnetik spineller, Civa, İridyum, Nikel, Kobalt, Krom, Çinko, Bakır, Arsenik ve Antimon gibi evrende bol bulunmalarına kar-



Göktaşı yağmuru



Bir göktaşının yerkabuğundaki izi

şın, dünyada tükenmiş Platinyum grubu metallerde görülen anomaliler, ignimbritler, zeolitler ve kil minerallerinde ani stres seviyelerine-ışaret eden doku ve mikro yapılarla, saatte 72 bin km hızla çarpmış olabileceği hesaplanan meteoridin, çarpma ile buharlaşma ve gaz olarak oluşan grafit bulutundan soğuma sonucu milimetrik boyda ve farklı kristal yapıda oluşan elmaslar da çarpma kanıtları olarak ortaya konmuşlardır.

## Yok Olma Kanıtları

K/T sınırında, Ammonit'ler, Bryozoa'lar, Pelecypod'lar ve Brachiopod'larda yok olma 1-10 milyon yılda dereceli azalma şeklindedir. K/T sınırında yavaş yavaş veya dereceli azalma yerine, Dinozor ve Foraminifer'lerde olduğu gibi eş zamanlarda ve ani olarak oluşan kesilmeler daha geçerlidir. Ve, olayların aniden oluşu çok önemlidir.

K/T geçişinde bazı grupların cins sayısında önemli düşüşler, bazılarında tamamen yok olmalar kaydedilirken, bazı grupların cins sayıları aynen korunmuş, bazı grupların cins sayılarında ise artışlar olmuştur. Örneğin, planktonik foraminiferlerin yok olma öncesindeki cins sayısı 18 iken, yok olmadan sonra 3, Kokholit'lerin ise, 43 iken, 4 ol-



Meteor düşerken T. rex'in canlandırılması

muştur. Diatome ve Radiolaria gibi grupların cins sayısı, sırasıyla 63=63 ve 10=10 olarak aynen korunmuştur. Dinoflagellata ve Kalkerli Alg'ler bazı gruplarda 57'den 43'e, 41'den 35'e gibi küçük azalmalar olmuştur. Memeli'ler, karasal bitkiler ve Reptilia'lar gibi bazı gruplarda ise, cins sayısında 22'den 25'e, 12'den 16'ya ve 16'dan 18'e gibi artışlar olmuştur.

Sonuçta, genelleme yaparsak, K/T geçişinde Foraminifer'lerin % 83'ü, Kokholit'lerin % 91'i, Ammonit ve Belemnit'lerle, Dinozor'ların tamamı, Amphibia'ların % 99'u yok oldular.

## Neden Seçildiler?

K/T geçişindeki toplu yok olma olaylarının nedeni üzerindeki araştırmalar süredursun, yanıt bekleyen sorulardan en önemlisi de, yok olmanın neden seçmeli olduğudur. Morfolojik özellikleri, yaşama ortamları ve yaşam şekilleri hemen hemen aynı olan benzer gruplardan bazıları tamamen ortadan kalkarken, diğerleri hiçbir şey olmamışçasına yollarına devam etmişlerdir. Örneğin, dinozorların tamamı yok olurken, onlar gibi Reptilia sınıfına ait olup, aynı dönemde yaşamaya başlayan timsahlara hiçbir şey olmamıştır. Timsahlar, 200 milyon yıldır hiçbir morfolojik değişim göstermeksizin yaşamaktadırlar.

O halde, bir kısım canlıların yok olmasına neden olan faktörler, neden diğerleri için etkili olamamıştır?

### Kaynaklar

Alvarez, L.W., Alvarez,W., Asaro,F. and Michel, H.V., 1980. Extraterrestrial Cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction, Science, 208,1095-1108.

Alvarez, L.W., 1987. Mass Extinctions Caused by a Large Bolide Impacts. Physics Today, 40/7,24-33.

Alvarez, W., Kauffman, E.G., Surlyk, L.W., Alvarez, L.W., Asaro,F. and Michel, H.V., 1984. Impact Theory of Mass Extinctions and the Invertebrate Fossil Record, Science, vol.223,1135-1141.

Officer, C.B. and Drake, C.L., 1985. Terminal Cretaceous Events. Science, 227,1161-1167.



# Süstaşları Nasıl Tanımlanır?



Üzerinde granit bulunan Yunan Tacı

*Günümüzün gelişmiş teknolojisi ile öylesine mükemmel sentetik ve taklit süstaşları üretilir ki, gerçek süstaşlarını tanımlamak ve taklitlerinden ayırmak için donanımlı bir süstaşı tanımlama laboratuvarına gereksinim vardır.*

Çiğdem Lüle Whipp  
AÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
c-lule@hotmail.com

**M**ücevherler bütün göz alıcılığıyla rengarenk, parlak, etrafa ışıklar saçan yüzlerce taşla işlenmişlerdi. Yalnız mücevherler mi? Başka objeler de vardı muhteşem taşlarla bezenmiş, mektup açacakları, çay takımları, aynalar, çerçeveler... Sergideki her bir parça altın ve gümüş işçiliğindeki incelik, tasarımlarındaki estetik ile çok özel olmalıydı. Kuyumculuk sanatından anlayan ya da estetik anlayışı gelişmiş deneyimli gözler için bu objelerin değeri aşıkardı. Peki ya taşlar? Her biri servet değerinde görünüyordu ama gerçekten öyle miydi? Taşların gerçek olup olmadıkları bir bakışta anlaşılabilir miydi?

Yukarıda dramatize edilen durum, bir sergide ya da bir müzede bir ziyaretçi tarafından rahatlıkla yaşanabilir. Örnekteki gibi, basit bir gözlemlenmeye başlanan sorular çeşitlendirilirse ciddi bir tartışma konusu haline gelir

İnsanoğlunun taşlarla birlikteliğine genel bir bakış, bu tarz soruların aslında hep varolduğunun işaretidir. O, taş devrinde kendini korumak ve avlamak için mızrak ucu yaptığı çakmaktaşı ile basit bir kap oyacağı ya da dokumacılıkta kullanacağı ağırşak için seçeceği kireçtaşını binlerce yıl önce biliyordu. Eski Mısır'da 5000 yıl önce kutsal sayılan lapis lazulinin çok uzaklardan, Afganistan'dan çıkarıldığını da biliyordu ... Bu kadar değerli bir taşı kobaltla renklendirilmiş seramik boncuklarla taklit etmekte de gecikmedi! Antik Romalı kuyumcular sitrinin ametistten çok daha nadir bir taş olduğunu keşfettiklerinde, ametisti ısıtarak sitrinden farksız bir malzeme elde etmeyi bile başardılar. Elmasın göz alıcı parlaklığı, ona benze-



(soldan sağa) mavi safir, renksiz safir, pembe safir, sarı safir, berrak safir, efflatun safir

yen pek çok şeffaf mineral, hatta camla taklit edildi. Eski Romalı doğa bilimci Pliny, süstaşlarından ve onların taklitlerinden nasıl ayrılacağından söz eden bir cilt eklemiştir, ciltler dolusu Doğa Tarihi serisine...

Süstaşlarının tanımlanmasında, o günlerde katettiği mesafe hiç de küçümsenmeyecek olan klasik mineralojik tanımlama yöntemleri, 19. yy. sonlarında bazı değerli taşların birebir sentetiklerinin yapılmasıyla kifayetsiz kaldı. Günümüz gelişmiş teknolojisi öylesine mükemmel sentetik ve taklit süstaşları üretir ki, bunları tanımlamak için süstaş tanımlama laboratuvarının olanaklarından yararlanmak kaçınılmaz olmuştur.

Gemolojinin mineralojiden doğan bir disiplin olduğunu hiçbir zaman unutmamak gerekir. Peki neden klasik mineralojik ya da petrografik tanımlama yöntemleri süstaşlarının tanımlanmasında yetersiz kalır? Bu sorunun en kısa cevabı, süstaşları üzerinde (tabii ki işlenmiş olanlar) çizme sertliği deneyi kadar basit bir testin bile zarar verici olduğu için yapılamayacağıdır. Klasik yöntemlerin başında gelen ince kesit almak, XRD için örneği toz haline getirmek gemolojide cinayete eşdeğerdır. Takı içine yerleştirilmiş bir taşın yakut olduğunu anlamak ya da arkeolojik bir kazıda çıkarılmış bir boncuğun granat olup olmadığına bakmak için klasik yöntemlerden çok daha farklı, çok daha spesifik çalışmalara gerek vardır. Bu tür testlerde deneyimli bir kuyumcuya güvenmek herhalde pek de bilimsel olmaz.

Yüksek teknolojinin getirdiği çeşitlilik, bilimsel olmayı da şart kılar. Modern insan, belki Eski Roma'da ısıtılmış ametistlerin sitrin olarak satılmasına gülümseyerek bakabilir; ama binlerce parça süstaş ile çalışılacak bir mücevher firmasının kullanacağı tüm malzemenin aslında mükemmel üretilmiş sentetikler olduğunu bilmemesine aynı sempati ile yaklaşmayabilir. Sentetik süstaşlarının üretimine yüzyıldan daha uzun bir zaman önce başlandığı düşünülürse, anneannelerden kalmış mücevherlere bile şüphyle bakmak gerekmez mi?



Değerli taşları tayin etmede kullanılan 10 kat büyütme büyüteç ve çeşitli değerli taşlar



## Süstaşlarını Tanımlamada Kullanılan Aletler ve Yöntemler

Gemolojik tanımlama yöntemleri temel fizik kurallarına dayanır. Mineralojik ve petrografik incelemelerde kullanılan tanımlama yöntemleri de esas alınarak basit optik aletler geliştirilmiştir. Bu sayede süstaşları işlenmiş haldeyken; hatta takıya yerleştirilmişken bile tanımlanabilir.

Bir jeologun üçüncü gözü olarak isimlendirilen on büyütme *lup*, gemolojide de aynı öneme sahiptir. *Lup* yardımıyla özellikle taşın işlenme kalitesi belirlenebilmektedir. Parlatma işleminden geriye kalmış izler taşın sertliği hakkında bilgi verirken, yüzeye kadar ulaşmış hava kabarcıkları, o kadarlık bir büyütme ile bile, taşın aslında güzelce işlenmiş bir cam parçası olduğunu hemen söyleyiverir!

Süstaşı test laboratuvarında mutlaka bulunması gereken önemli aletlerden diğer ikisi, *binoküler mikroskop* ve *optik ışık kaynağıdır*. Işık kaynağının en önemli özelliği, beyaz ışık vermesidir. Çünkü yapay sarı ışık ya da floresan

ışık, tanım-

lamamda

çok ciddi

sorunlara

yol açabilmek-

tedir. Mikroskop ve

ışık kaynağı birikteliği, süstaşının

kimliği ve geçmişi hakkında do-

yurucu bilgiler vermektedir. Tur-

kuvaz, malahit, lapis lazuli gibi

opak süstaşları *üstten aydınlatma*

*tekniki* ile ayrıntılı incelenebilirken,

diğer tüm şeffaf taşlar *alttan aydın-*

*latma tekniği* ile tanımlanabilir.

Kapanım çalışmaları gemolojide son yıllarda büyük önem kazanmıştır. *Kapanımlar*, sentetik, doğal, işlem görmüş ve taklit taşların ayırımında parmak izi kadar tanımlayıcıdır.

Karatı binlerce dolar eden çok kaliteli ve iri işlenmiş bir doğal safiri

göz önü-

ne alalım:

Doğal

da milyonlarca yılda

büyümüş bu mineral

ne kadar kusursuz

olursa olsun, yine

de bazı safsızlık-

lar, kristal hata-

ları ya da renk

zonlanmaları

içerecektir.

Sentetikler de

doğal olanlar-

la aynı özellik-

lere sahiptir.

Dolayısıyla la-

boratuvarda

doğal safiri oluş-

turan bileşenler,

aynı basınç ve sı-

caklık şartlarına ta-

bi tutulduklarından,

sentetik safirin doğal

safirden ışık kırma indisi,

özgül ağırlık gibi temek fi-

ziksel özelliklerle ayrılması

mümkün değildir. Peki ya mikros-

kop ile? Mikroskop yardımıyla doğal

safirdaki trigonal kristal yüzeylerine paralel, kö-

şeli renk zonlanmaları görülebilirken, sentetik safirde

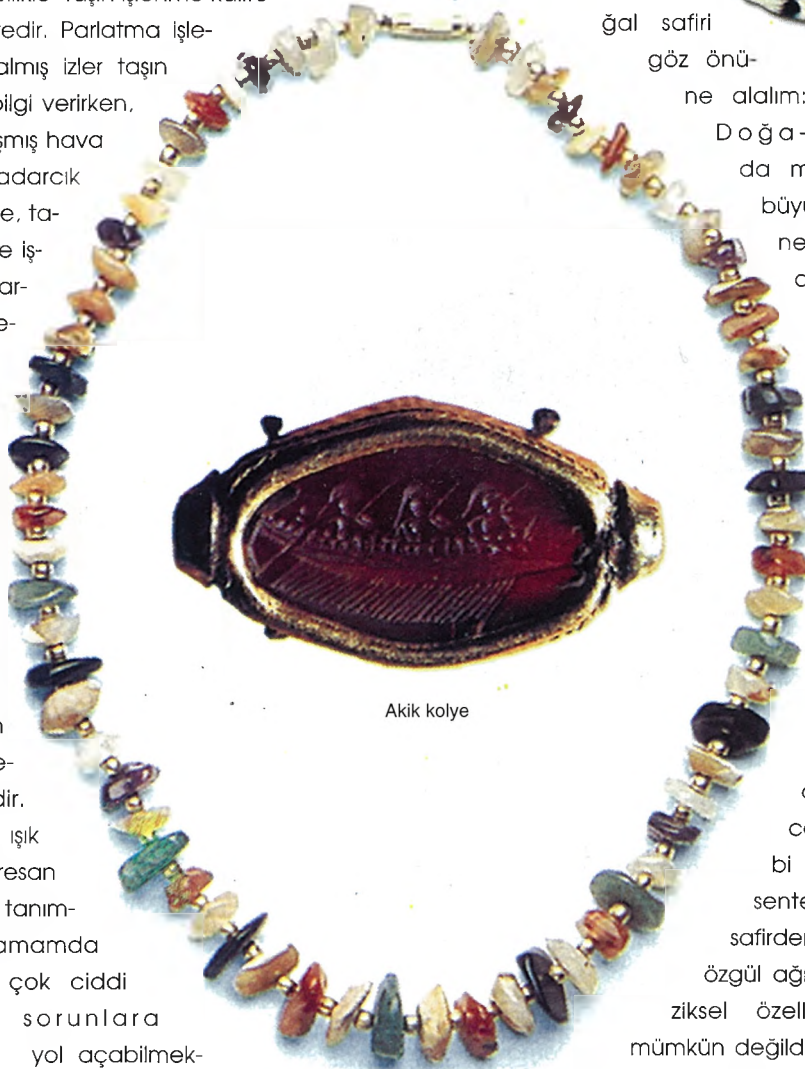
ancak hızlı gelişimin getirdiği yuvarlaklaşmış büyüme

çizgileri izlenebilir.

Küçük ve çok kullanışlı bir alet olan *spektroskop*, fiber optiğin yoğun ışığı ile birleşince bir süstaşını hangi elementin renklediğini bir fotoğraf gibi sergiler. Uy-



Ortasında işlenmiş spinel bulunan Britanya Kraliyet tacı



Akik kolye



Zümrüt, yakut ve elmaslarla süsü 16. yüzyıl sonuna ait mineli altın kolye

gun ışıklandırma, renkli bir süstaşı spektroskop ile incelenirse *absorbsiyon spektrumu* ya da *emilim tayfı* adı verilen karakteristik bir bant sergilemektedir.

Işık kırma indisini ölçmek için geliştirilmiş temel bir gemoloji aleti de *refraktometredir*. Ancak deneyimli bir gemolog için yalnızca ışık kırma indisini değil, mineralin optik karakterini, optik işaretini, çift kırmasını, hatta dispersiyonunu bile verebilir. Pleokroizma renklerini belirlemek için ise *dikroskop* kullanılmaktadır. Küçük bir tüp içine yerleştirilmiş bir kalsit romboederi yardımıyla, süstaşından yansıtılan ışın, pleokroizma renklerine ayrılır ve göze iki küçük pencereden iki ayrı renk halinde görünür.

Minerallerin floresans özelliklerini belirlemek amacıyla da en yaygın olarak *ultraviyole* lamba kullanılmaktadır. İzotrop malzemelerin anizotrop minerallerden ayrılması için ise *polariskop* kullanılır. Polariskop basitçe birbirine dik yerleştirilmiş iki polarizan filtreden oluşur.

Ağır sıvılar, değerli taş tayininde kullanılan diğer bir malzemedir. Bunlar, yüksek özgül ağırlığa ve ışık kırma indisine sahip sıvılardır. Genellikle dörtlü set halinde, küçük koyu renkli şişelerde saklanarak göreceli bir özgül ağırlık tesbiti sağlarlar. En yaygın kullanılanları *bromofom*, *monobromonaftalin* ve *metileniodiddir*.

Gemolojide başta polarizan filtre olmak üzere çeşitli filtreler kullanılır. Bunlardan en önemlisi *Chelase Filtresi* adı verilen ve yalnız-



Zümrüt



Labrodorit

ca kırmızı ışığı geçiren yeşil bir filtredir. İlk kez, zümrütlerin diğer yeşil süstaşlarından ayrılmasında kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Çünkü Cr ile renklendirilen tün süstaşları bu filtre altında kırmızı gözükmemekte-

dirler. Filtre, aynı zamanda Co ile renklendirilmiş malzemeleri pembe göstermesiyle de bilinir.

Yukarıda tanımlanan hiçbir gemoloji tanımlama aleti için



örnek hazırlığına gerek yoktur.

Aletler çeşitlendirilebilir, laboratuvarlar daha kapsamlı hale getirilebilir. Bu testletin tamamı uygulanarak genel özellikler belirlenir. Genel özelliklerin birlikteliği, her süstaşı için bir kimlik kartı gibidir. Her disiplinde olduğu gibi, gemolojide de tanımlamalarda kullanılan testler dikkatle ve hata payı gözönüne alınarak yapılmaktadır. Ancak burada sözü edilen aletler ucuz ve kolaylıkla taşınabilir olmalarına ek olarak, "örneğe zarar vermeme" ilkesine hizmet ettiklerinden çok etkilidirler.

#### Kaynaklar

Symes, R.F., 2002. Taşların Dünyası (Çev. G. Seyitoğlu), TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 64 s.



# Geç Miyosen'e Ait Bir Omurgalı Fosil Yatağı Çorakyerler



Çorakyerler'de (Çankırı) kazı çalışmaları

*İnsanın eski atalarından bazıları  
7-8 milyon yıl önce  
Çorakyerler'de yaşıyorlardı.  
Milyonlarca yıldır gömülü olan  
kalıntılar, hassas çekiç  
darbeleriyle gün yüzüne çıkarıldı.  
Doğanın bu kutsal mirası  
üzerindeki son bütünsel  
çalışmalar, Geç Miyosen  
dönemde Anadolu'nun  
hominoid evrimindeki gizemini  
aydınlığa kavuşturacak.*

Ayla Sevim

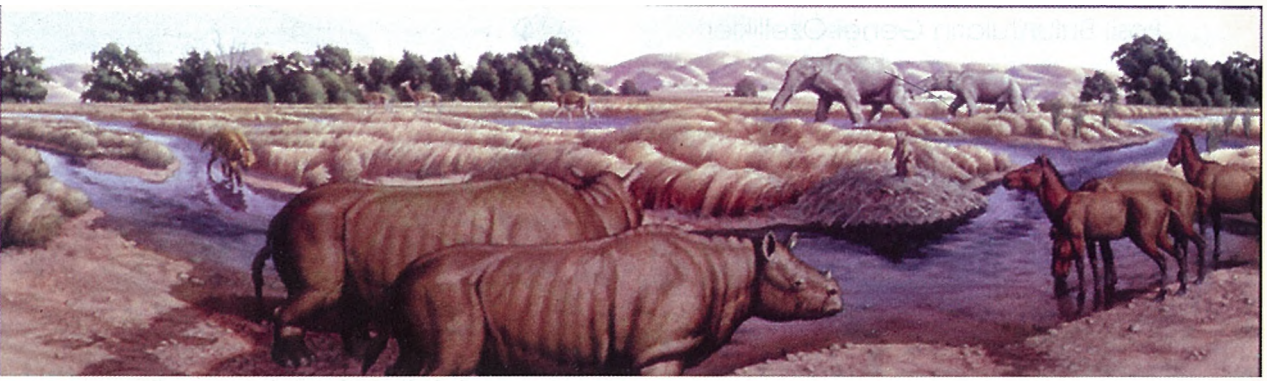
AÜ DTCF Fizik ve Paleoantropoloji Bölümü  
asevim@humanity.ankara.edu.tr

Orta Anadolu'da, Çankırı-Yapraklı yolu üzerinde, Çankırı şehir merkezinden yaklaşık 4-5 km uzaklıkta, Fatih Mahallesi'nde yer alan Çorakyerler omurgalı fosil yatağının denizden yüksekliği 738-746 m arasındadır. Burası ilk kez 1970'li yıllarda MTA Genel Müdürlüğü ve Alman Linyit Araştırmaları ekibi tarafından yapılan çalışmalar sırasında keşfedilmiştir. Türkiye Omurgalı Fosil Yatakları Projesi kapsamında belirlenen<sup>1</sup> çok sayıdaki Geç Miyosen omurgalı fosil yataklarından biri olan Çorakyerler lokalitesi oldukça zengin bir fauna içermektedir. Bu fauna içerisinde primat (maymun takımı) açısından çok önemli olan hominoidea (insanimsi) ailesine ilişkin bir fosilin bulunması Çorakyerler lokalitesini daha da önemli kılmaktadır. Buna rağmen, çeşitli ailelere ait çok sayıda iyi korunmuş fosil buluntuların ele geçtiği bu yatağın önemli bir bölümü, 1996 yılında yapımına başlanılan bir yurt inşaatı nedeniyle tamamen tahrip edilmiştir.

Kazı çalışmalarına başlanan ilk yıllarda, Çorakyerler ile ilgili diğer yayınlardan yola çıkarak<sup>2-3</sup> bu lokalitenin 9-10 milyon yıllık olduğu belirtilmişti<sup>4-5</sup>. Ancak beş yıldır devam eden çalışmalardan elde edilen faunanın değerlendirilmesi sonucunda, buradan ele geçen büyük ve küçük omurgalı fosillerin korelasyonu lokalite 7-8 milyon yıla tarihlendirilmiştir. Bununla birlikte, kesin bir sonuç alanabilmesi için radyometrik tarihlendirmelere ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak bugüne kadar yapılabilen araştırmalarda radyometrik tarihlendirme için henüz gerekli volkanik malzemeye ulaşılamamıştır. Kazı çalışmaları büyük bir hızla devam etmektedir ve bundan sonraki araştırmalarda bu tür tarihlendirmeye yönelik çalışmalara ağırlık verilecektir.

Fosil içeriği bakımından oldukça özgün bir konuma sahip bu lokalitedeki çalışmalara ivedilikle başlanmıştır. Bunun temel nedenlerinden birisi, lokalitenin ortasından geçen yol üzerinde yapılan genişletme çalışmalarının günbe gün alanı yok etmesidir. Bu nedenle çalışma planı, öncelikle lokaliteyi koruma altına almak, daha sonra kazı çalışmalarına başlamak şeklinde olmuştur.

Bölgede gerçekleştirilen sedimentolojik araştırmalara göre kazı yeri ve yakın çevresinde yüzeylenen yaklaşık 50 m kalınlıktaki çökel istif genel olarak ince çakıltı, kumtaşı, silt ve kiltası ara katmanlı

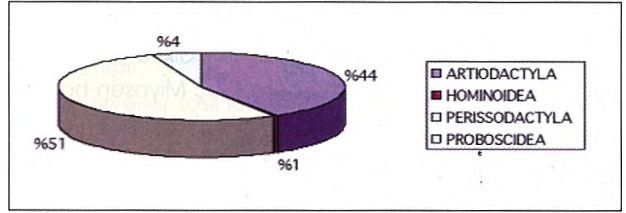


Çorakyerler faunasını ve ortamını gösteren temsili resim

kırmızı çamurtaşlarından oluşmaktadır. Çakıltaşları, kumtaşları ve silttaşları yanal olarak sınırlı yayımlı, aşındırıcı veya düz tabanlı merceksi yataklar olarak bulunmaktadır. Kilitaşları yeşil renkli olup masif bir görünüm sunmaktadır. Yaygın olarak bulunan kırmızı çamurtaşları ise genel olarak kalın tablamsı geometrilik masif çökel kütleler olarak izlenmektedir. Bu çamurtaşları, yörede kalın bir çökel istif oluşturan karasal evaporit çökelleri ile ara katmanlı olarak bulunmaktadır.

Hominoid (insanimsi) fosilli kırmızı çamurtaşı çökellerinin genel sedimanter özellikleri, kurak/yarı kurak bir karasal ortamda, taşkınlar sırasında asılı gereç olarak taşınan çamurların durularak çökmesi ve çamurlu moloz akmaları ile taşınan çakıllı çamurlu çökellerin hızlı bir şekilde depolanması sonucu oluşan çökeli mi yansıtmaktadır. Çökellerde gastropodaların bulunması sulu ortamsal koşulların varlığını göstermektedir. Podojenik karbonat nodülleri, çökelleme ortamında topraklaşma sürecinin de

etkin olarak gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Tüm bu veriler, Çorakyerler’de taşkınlarla bağlı olarak zaman zaman geçici sığ su ortam koşulları ile karakterize edilen bir taşkın ovasının varlığını göstermektedir. Çamur akması çökellerinin yaygın olarak bulunmaları taşkın ovasının olasılıkla alüvyon yelpazelerinin ırakça kesimlerinde yer almış olabileceğini ortaya koymaktadır. Podojenik karbonatlar yanı sıra, kırmızı çamurtaşları arasında bulunan jipsler kurak, yarı kurak ortam koşullarının varlığını yansıtmaktadır.



Çorakyerler buluntularının üst ailelere göre dağılımı

## Hominoidlerin Kökenleri ve Dağılımları

Miyosen dönem yaklaşık olarak 24-5 milyon yıl arasında 20 milyon yıl boyunca sürmüştür. Bu dönemde Avrasya kara parçalarının kaymalarıyla şekillenerek Alp-Himalaya Dağları ortaya çıkmış ve Tetis denizi şekillerek Akdeniz, Karadeniz ve Hazar denizleri oluşmaya başlamıştır. Erken Miyosen fosil kayıtlarında (24-16 myö), ilk ilkel Eski Dünya Maymunları ve apeler Doğu Afrika’da ortaya çıkar. Güney Afrika’da yaşayan birkaç maymun türü dışında diğer kıtalarda yüksek primatlara ait fosiller bulunamamıştır. Bu dönemde Tetis Denizi, Avrasya ve Afrika kara memelileri arasında coğrafik bir bariyer oluşturmuştur. Erken Miyosen Afrika faunasında maymunların oldukça nadir bulunmasına karşın, ilkel apeler oldukça çeşitlenmiş ve bol sayıya ulaşmışlardır. Ancak bu durum Orta Miyosen’in başlangıcında (16-10 myö) değişmeye başlamıştır. Maymunlar hızla çoğalırken, apelerin oranında azalma meydana gelmiştir. Orta Miyosen’in hominoid (insanimsi) evrimi açısından en önemli özelliklerinden biri, Afrika primatlarının (maymunlarının) Avrasya’ya göçmesidir. Bu göç üzerindeki en önemli faktörler, değişen ekolojik ve coğrafik koşullardır. Tetis denizinin geri çekilmesi, Afrika ile Avrasya arasında bir kara köprüsünün kurulmasını sağlamış ve böylece kara memelilerinin Afrika’dan Asya’ya göçleri gerçekleşmiştir. Batı Avrupa’da Miyosen dönem hominoidleri ilk olarak 16 milyon yıl önce görülmeye başlanmıştır. Çorakyerler lokalitesinin de içinde bulunduğu Geç Miyosen’de Afrika faunasında hominoidler son derece az bulunurken, aynı dönemde Avrasya hominoid faunası çeşitlenmiştir<sup>7</sup>.

Genel olarak bakıldığında, Avrasya ve Avrupa faunasını etkileyen 4 önemli faktör vardır. Erken Senozoyik’te Afrika’nın Kuzey Yarımküre ile bağlantısı Tetis denizi nedeniyle kopmuştur. Miyosen’de Arabistan levhası,

Afrika’dan Kızıl Deniz Rifti ile ayrılmıştır. Orta Miyosen’de, 18-14 milyon yılları arasında Afro-Arabistan levhasının Avrasya’ya yaklaşması Zagros ve Kafkas Daplarının oluşmasına neden olmuştur<sup>7</sup>.

Orta Miyosen’de, Afro-Arabistan levhasının Avrasya’ya çarpmasını izleyen süreçte, Arabistan vasıtasıyla Afrika ve Avrasya arasında bir kara köprüsü kurulmuştur. Bu da Afrika memelilerinin Avrasya’ya yayılmalarını sağlamıştır. Bu dönemde Avrasya’da hominoidler ilk kez ortaya çıkmışlardır. Fosil kayıtlardan anlaşıldığı kadarıyla, bu periyotta, açık alanlı ormanlık araziler oluşmaya başlamıştır. Yaklaşık 15-8 myö Tetis denizi geri çekilmeye başlayarak Akdeniz, Karadeniz ve Hazar Denizi’ni oluşturmuş ve açık alanlar genişlemiştir. Tektonizma nedeniyle coğrafyada ve ekolojide meydana gelen bu değişimler doğal olarak hominoidlerin habitatlarını da etkilemiştir ve bu canlıların yaşam alanlarının küçülmesine neden olmuştur. 7-8 milyon yıl önce, Güney Doğu Asya’nın tropikal ve yarı tropikal iklim koşullarında yaşamını sürdüren hominoidler dışında, Avrasya’da hominoidlere rastlanmaz<sup>7</sup>.

Primatları da kapsayan Afrika memelilerinin Asya’ya yayılımı, tektonizma ve deniz seviyesinde meydana gelen değişimlere göre şekillenmiştir. Göç muhtemelen Afrika, Suudi Arabistan ve İran/İrak arasında oluşan kara köprüsü üzerinden Günaybatı Asya’ya doğru gerçekleşmiştir. Anadolu, Afrika ve Avrasya arasında bir geçiş bölgesi olarak, hominoid (insanimsi) evrimi açısından son derece önemlidir. Türkiye’de bulunan Orta ve Geç Miyosen hominoidlerine ait fosiller, bize hominoidlerin Afrika’dan Asya’ya yayılmaları ve daha sonra tekrar güneye çekilmeleri konusunda önemli ipuçları sağlamaktadır.

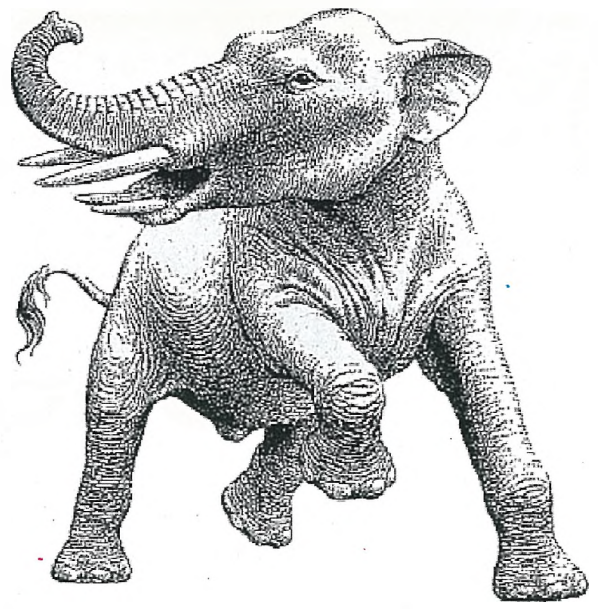


## Fosil Buluntuların Genel Özellikleri

Çankırı-Çorum havzasında zengin fosil yataklarından biri olan Çorakyerler'de ele geçen fosillerin büyük bir kısmını uzun kemikler oluştururken, mandibula (altçene), maksilla (üstçene) ve kafatası kemikleri de bol miktarda bulunmuştur. Şimdiye kadar yapılan kazılardan cins ve tür tayini yapılabilecek düzeyde 450 fosil ele geçmiştir. Bu fosillerin genel olarak % 51'ini Perissodactylalar (Tektırnaklılar), % 44'ünü Artiodactylalar (Çifttırnaklılar), % 5'ini Proboscideanlar (Hortumlular) ve % 1'ini de Hominioidler (İnsanımsılar) oluşturmaktadır. Bütün bu buluntular içerisinde dünyada nadir rastlanan Hominioid fosillerinin bu lokaliteden ilk kez ele geçmesi önemli ve sevindiricidir. Primat (maymun) buluntuları açısından Türkiye'de birisi Geç Miyosen ve diğeri Orta Miyosen olmak üzere üç lokalite vardı.

Çorakyerler omurgalı fosil lokalitesinde Gazella ve Plaeoreas gibi ungulatların bulunması, bu yörenin açık arazi ve otlak bir alan olduğunun göstergesidir. Buranın paleoekolojik koşulları da göz önüne alındığında, ilk analizlere göre Avrasya'da bilinen çoğu Geç Miyosen hominoid lokalitelerinden daha genç bir lokalite olduğu anlaşılmaktadır. Ele geçen buluntunun morfolojik özellikleri dikkate alındığında Çorakyerler fosilinin Avrasya Geç Miyosen hominoidleri ile Afrika Erken Miyo-Pliyosen hominoidleri arasında yer aldığını söylemek mümkündür. Çorakyerler fosil lokalitesinden ele geçen bu buluntu Doğu Akdeniz ve Doğu Afrika hominoidlerinin evrimi ve paleocoğrafyasına ilişkin bilgiler vermesi açısından büyük önem taşımaktadır. Ancak fosil ve lokalite üzerindeki incelemeler devam etmektedir.

Lokaliteden ele geçen Proboscidea (Hortumlular) üst ailesine ait buluntular tek bir türle temsil edilmektedir ve Choerolophodon pentelici olarak tanımlanmıştır. Bu türe ait az sayıda tanımlanabilir buluntu vardır. Bu nedenle morfolojik özellikleri henüz tam olarak ta-



Çorakyerler'de yaşadığı düşünülen bir Proboscidea'nın temsili resmi tanımlanmamakla birlikte bu türün temsilcileri MN11-MN12 zonlarından ele geçen fosillere benzer bir morfoloji sergilemektedir.

Çorakyerler'de Rhinocerotidae (Gergedangiller) ailesi için iki türden söz edilebilir. Bunlardan biri Chiloterium sp., diğeri Rhinocerotinae indet'tir. Bu fosiller morfolojik açıdan Grabeniki, Samos ve Garkın'dan ele geçen Chiloterium kowalevskii'den farklı özelliklere sahiptir.

Equidae (Atgiller) ailesini temsil eden iki tür ele geçmiştir. Tür tanımı yapılmamakla birlikte ilk aşamada birisi daha iri forma sahip Hipparion sp. A, diğeri narin yapılı Hipparion sp. B olarak tanımlanmıştır.

Suidae'ler (Domuzgiller) tek bir tür ile temsil edilmektedir ve bu tür Microstonyx major cf M major erymanthius olarak isimlendirilmiştir. Burada daha önce yapılan çalışmalarda, Suid fosilleri, Listrodon splendens ve Listriodontinae indet olarak tanımlanmıştır<sup>2,3</sup>. Ancak son buluntular üzerindeki detaylı incelemeler

## Türkiye Hominoid Fosil Yatakları

Ülkemizde şimdiye kadar bilinen hominoid fosillerinden biri, 1974 yılında MTA paleontologları tarafından İbrahim Tekkaya başkanlığında gerçekleştirilen Ankara ili Kalecik ilçesi Çandır omurgalı fosil yatağı kazılarında bulunmuştur. Griphopithecus alpani olarak isimlendirilen bu fosil Orta Miyosen döneme tarihlendirilmiştir (15 milyon yıl öncesi). Bu alandaki kazı çalışmaları daha sonraki yıllarda A.Ü. DTCF öğretim üyelerinden Prof. Dr. E. Güleç tarafından 1989-1998 yılları arasında sürdürülmüştür.

İkinci hominoid (insanımsı) fosili Bursa ili Mustafa Kemal Paşa ilçesi Paşalar lokalitesinden 1977 yılında Adrews ve Tobien tarafından bulunmuştur. Çandır fosili ile aynı genus (cins) ve tür içerisinde sınıflandırılan bu fosil (Griphopithecus alpani) de Orta Miyosen döneme (15 milyon yıl öncesi) tarihlendirilmiştir. Paşalar'da 1984 yılında Prof. Dr. B. Alpagut başkanlığında yeniden başlayan kazı çalışmaları halen devam etmektedir.

Hominoid fosillerinin ele geçtiği üçüncü lokalite, Ankara ili Kazan ilçesi'nde yer alan Sinaptepe lokalitesidir. Bu lokalitede ilk primat fosili 1965 yılında Prof. Dr. Fikret Ozansoy tarafından bulunmuştur. Geç Miyosen döneme tarihlendirilen bu (9,9 myö) fosil buluntu Ankarapithecus metai olarak isimlendirilmiştir. Sinaptepe'deki kazı çalışmaları Anadolu Medeniyetleri Müzesi Müdürü başkanlığında ve Prof. Dr. B. Alpagut bilimsel başkanlığında devam etmektedir.

Tüm bu primat fosillerinin bulunmasından 35 yıl sonra Çorakyerler'den bilinenlerden farklı yeni bir hominoid genusunun elde edilmesiyle bilinen primat lokalitesi sayısı dörde çıkmıştır. Çorakyerler'den ilk olarak ekibimiz tarafından bulunan hominoid, bilinenlerden farklı bir morfoloji sergilemektedir ve üzerindeki çalışmalar karşılaştırmalı olarak halen devam etmektedir. Bu fosilin tanımlanmasından sonra Anadolu'nun dünya primat (maymun) evrimindeki tarihsel rolü ve konumu yeniden değerlendirilecektir.



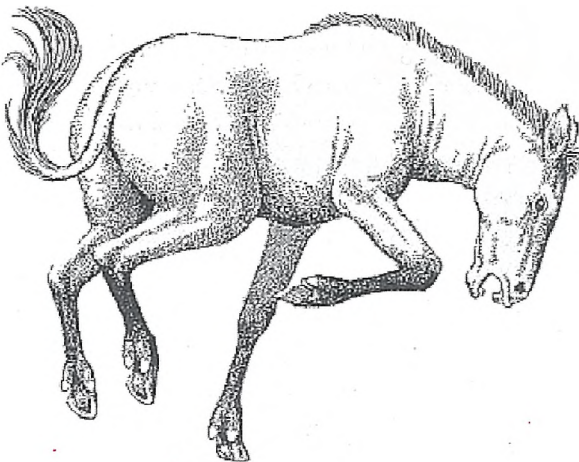
Çorakyerler'de bulunan Tragoportax (bir tür keçi) fosili

soncunda Çorakyerler suidleri *Microstonyx major* cf *M major erymanthus* olarak değerlendirilmiştir.

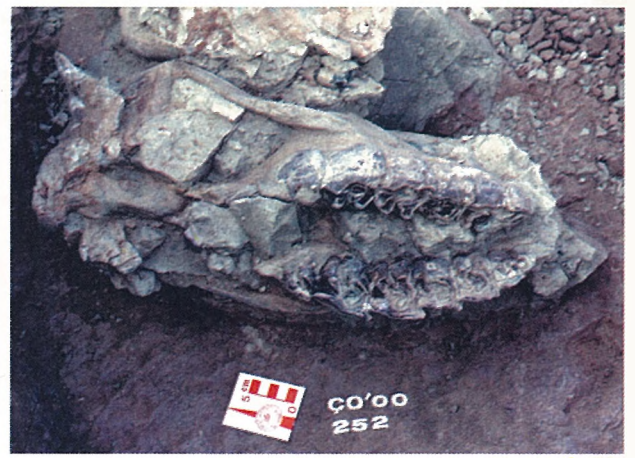
Giraffidae (Zürafagiller) ailesi yine tek bir türle temsil edilmektedir. *Paleotragus* cf *P. Quadricornis* olarak isimlendirilen bu tür çok geniş occipital creste (ardkafa kemiğinde transvers çıkıntı) ve kısa boynuza sahiptir.

Bu lokalitede en çok türle temsil edilen aile Bovidae'dir (Öküzgiller). Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda yedi farklı türle karşılaşılmıştır: Batı Avrupa'nın MN12 ve MN13 zonlarında bilinen *Tragoportax gaudryi*, *Cf Prostrepsiceros* sp.; daha spiral boynuzlara sahip ve diğer bazı özellikleriyle Kemiklitepe fosillerine benzese de bütünüyle değerlendirildiğinde daha ilkel olan *Paleoreas* cf *P. elegans*, *Gazella* sp.; *Paleoreas*lar kadar yaygın olan ve Makedonya ile Orta Anadolu'nun MN11/MN12 zonunda, çağdaş diğer lokalitelerinden de bilinen *Oioseros rothi*, *Protoryx* sp. (*Protoryx*'in boynuz ve diş fosilleri çok parçalı olduğu için detaylı tür tayini yapılamamıştır); *Plesiadax* sp. Kayadibi ve Garkın fosillerini anımsatmaktadır, bu canlıya ait bazı dişler buluntular arasındadır, fakat henüz tür tayini yapılamamıştır.

Bunların yanısıra yıkılan toprak örneklerinden elde edilen küçük omurgalı fosiller ile ilgili olarak yapılan ilk



Equidae ailesinden Hipparion cinsinin temsili resmi



Çorakyerler'den Rhinocerotidae (gergedangiller) ailesine ait bir fosil

çalışma sonuçlarına göre: *Byzantinia* cf. *Pikermiensis*, *Cricetidae* gen. et. indet (*Allocrietus*), *Pseudomomys* cf. *Latidens*, *Muridae* gen.et.sp. indet, *Rodent* indet, fosilleri belirlenmiştir. Bu buluntular, MN11-MN12 zonlarından ele geçen fosillerin özelliklerini taşımaktadır.

Çorakyerler lokalitesi için belkide en önemli olanı 2000 kazı sezonunda bulunan, bilinenlerden farklı özellikler gösteren ve bu nedenle farklı bir cinse ait olduğu düşünülen hominoid (insanimsi) fosildir. Bu buluntu ile ilgili çalışmalar halen devam ettiği için henüz cins ve tür ismi verilmemiştir.

Çorakyerler fosil lokalitesinde şimdiye kadar yapılan çalışmalar sonucunda faunal çeşitlilik hemen hemen belirlenmiş durumdadır. Kazı alanının ortamsal yorumu yeniden gözden geçirilmektedir. Faunal korelasyon ile yapılan tarihlendirmeye göre lokalite 7-8 milyon yıl yaşındadır. Faunanın Türkiye ve komşu ülkelerdeki Töliyen fosilleriyle benzerlik gösterdiği saptanmıştır. Ele geçen hominoid fosilinin primat evrimindeki bazı karanlık noktaları aydınlatacağını düşünüyoruz. İleride yapılacak çalışmalarda, lokalitenin kesin tarihi belirlenerek çevrede başka lokaliteler olup olmadığı araştırılacaktır.

#### Kaynaklar

- <sup>1</sup>Güleç, E., Saraç, G., 1993. "Türkiye Omurgalı Fosil Yataklarının Araştırılması Projesi", MTA Yayınları, Ankara.
- <sup>2</sup>Sickenberg, O., 1975. "Geologisches Jahrbuch (Regionale Geologie Ausland)", Reihe B, Heft 15, Hannover.
- <sup>3</sup>Şen, Ş., Seyito, G., Karadenizli, L., Kazancı, N., Varol, B., Araz, H., 1998. "Mammalian Biocronology of Neogene Deposits and its Correlation with the Lithostratigraphy in the Çankırı-Çorum Basin, Central Anatolia, Turkey". *Eclogae Geologicae Helveticae* 91 (3), 307-320.
- <sup>4</sup>Sevim, A., Kiper, Y., 2000. "1998 Yılı Çankırı-Çorakyerler (Elekçlerdi) Kazısı", 21. Kazı Sonuçları Toplantısı I. Cilt (24-28 Mayıs 1999 Ankara). Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Ankara.
- <sup>5</sup>Sevim, A., Kiper, Y., 2001. "1999 Yılı Çankırı/Çorakyerler Kazısı", 21. Kazı Sonuçları Toplantısı I. Cilt (24-28 Mayıs 1999 Ankara), Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Ankara.
- <sup>6</sup>Ünay, E., 2002. "Çorakyerler Lokalitesi Küçük Memeli Faunası Başlatılmamış Araştırma Sonuçları".
- <sup>7</sup>Conroy, G.C., 1990. "Primate Evolution", W.W Norton Company, New York.



# Neolitik Dönem Cilalı Taş Baltalarında Arkeometri Çalışmaları ve Trakya'dan Bir Örnek



"Arkeoloji ile jeoloji, ondokuzuncu yüzyıl aydınlanmasının ikiz kardeşleridir. Antika düşkünlüğünü arkeolojiye dönüştüren jeoloji olmuştur. Arkeoloji ise, jeoloji ile tarih arasındaki halkayı oluşturur."

Charles Keith Maisels

Kenan Erol  
HÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
kerol@hacettepe.edu.tr

Onur Özbek  
Fransız Anadolu Araştırmaları Enstitüsü  
ozbekonur@altern.org

İnsanlık tarihinin üç milyon yıl öncesine kadar uzandığı tahmin edilmektedir. Yaklaşık iki buçuk milyon yıl önce de taş aletler kullanılmaya başlamıştır. Özellikle son bir milyon yıldır, insanlık ve onun geliştirdiği ürünler hızlı bir gelişme göstermiştir. Dördüncü jeolojik zaman olan Holosen'le birlikte, günümüzden yaklaşık 12500 yıl önce, dünya iklimi ve coğrafyası bugünkü haline yaklaşılmaya başlamıştır. Son buzul dönemi olan Pleistosen'in sona ermesiyle insanın yaşaması için gerekli şartlar oluşmuştur. Yazının bulunmasına, yani yaklaşık 5000 yıl öncesine kadar geçen zamana tarihcileri (Prehistorik) dönemler adı verilmiştir. Tarih öncesi dönemlerden olan Neolitik dönem yaklaşık MÖ 10000-5000 yılları arasındaki bölümü kapsamaktadır. Neolitik dönemle birlikte insanlar yerleşik hayata geçmeye başlamışlardır. Yine, ilk tarım ve hayvancılık denemeleri de bu döneme rastlamaktadır. İnsanın avcı-toplayıcılıktan tarım ve hayvan evcilleştirmeye ya da yetiştiriciliğe geçmesi bir devrim olarak değerlendirilmektedir. Neolitik döneme ilk kez Türkiye-İrak-İran-Filistin topraklarını da içine alan Yakındoğu'da rastlanmaktadır. Bu dönemle birlikte özellikle taş malzeme endüstrisi de büyük gelişmelere sahne olmuştur (Braidwood, 1975). Daha önceki devirlerde görülmeyen, taş malzemenin özellikle de taş baltaların cilalanması, parlatılması gerçekleştirilmiştir. Cilalı taş baltalarda görülen bu değişimler, insanlığın yeni bir çevreye ve yaşam koşullarına uyum sağlayabilmesi, yaşamını sürdürebilmesi için gereklidir. Bu nedenle tarih öncesi insan, yiyecek elde etmek ve silah olarak kullanmak için daha iyi taş alet yapmaya yöneldi.

Cilalı taş baltalarının sadece yapım teknolojisinde değil, yapıldığı malzeme de bir seçicilik ve tek tiplilik göze çarpar. İnsanlık tarihi, tarih öncesi dönemler ve taş malzemeler buraya kadar arkeoloji biliminin uğraşı alanındadır. Ancak taş endüstrisinde, özellikle de cilalı taş baltalarının, bunların yapımında kullanılan malzemenin türü, kökeni, yaşı ve kaynağı gibi soruların yanıtını arkeoloji tek başına bulamamaktadır. Bu soruların çözümünde diğer bilim dalları devreye girmektedir.



Burunen (Tekirdağ) Neolitik Yerleşim Bölgesi'nde bulunmuş cilalı taş baltalarından örnekler

*Arkeometri*, özellikle son 20 yılda, bazı arkeolojik sorunların çözümünde, disiplinler arası bir platformda diğer bilimlerden yararlanarak yer almaktadır. Bu bilim dallarından biri de jeolojidir. Arkeolojik örneklerde jeoloji bilimi yardımı ile, köken, yaş, kaynak bölge, yapım teknolojisi ve olası taşınma yolları gibi konulara açıklama getirilebilir. Günümüzde arkeometri de kendi içinde alt kollara ayrılmaktadır. Bunlardan biri olan *petroarkeoloji* ile, arkeolojik malzeme mineralojik, petrografik ve dokusal özellikleri yardımıyla kayaca isim verilmekte, kaynak kayacı ve bölgesi saptanabilmektedir.

Tarih öncesi döneme ait taş aletler üzerindeki, petrografik çalışmalar 1800'lü yıllarda başlamıştır. Özellikle İngiliz ve Fransız araştırmacılar bu çalışmalara öncülük etmişlerdir. Avrupa'da I.Dünya Savaşı'ndan sonra bu türden çalışmalar hızlanmıştır. Örneğin, Thomas, 1920'le-

rin başında, İngiltere'de Neolitik dönem Stonehenge anıtlarında kökensel amaçlı petrografik incelemeler yapmıştır. Bu devasa taşların nerelerden taşındıklarını bulmayı amaçlayan çalışmalar ilginç bulgular sağlamıştır. Günümüzde ise Avrupa müzelerinde ve üniversitelerinde petrografik incelemesi yapılmamış örnek çok azdır.

Türkiye'de ilk arkeometrik çalışmalar yabancı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmiştir. Fransız arkeolog Demangel, 1920'li yıllarda ve daha sonra da Alman Schliemann, Gelibolu'da bu türden çalışmalar yapmışlardır. Arkeolojik materyallerle ilgili kayaç isimlendirmesinden gidilerek petrografik incelemeler yapmışlardır. Yirminci yüzyılın başlarından itibaren de incekesit ve diğer teknikler (X-RD, X-RF, SEM ve benzeri çalışmalar) kullanılmaya başlanmıştır. Fakat günümüzde Türkiye'de arkeolojik örnekler üzerinde yapılan petrografik çalışmalar Avrupa ile karşılaştırıldığında son derece kısıtlıdır. Birkaç araştırmacı tarafından ve sayılı bölgede arkeometri çalışmaları yapılmaktadır. Bunun pek çok nedeni vardır. Belki de en önemli nedeni, arkeolojik örneklerin müzecilik açısından zarar görmesi endişesidir. Ancak günümüz teknolojisi bu soruna da çözüm getirmektedir. Yurtdışındaki çalışmalarda arkeolojik örnekler zarar vermeden, arkeolojik eserin içinde açılan küçük (0.8-1.0 mm) karotlar yardımı ile parça alınmakta ve incelemeler yapılabilmektedir. Eserin yüzeyi de mulaj adı verilen bir teknikle kapatılarak özgünlüğü müzede sergilenecek biçimde korunmaktadır.

Bu bağlamda, Neolitik döneme ait cilalı taş baltaların petrografik olarak incelemesi, arkeolojik anlamda önemli sonuçlar verebilmektedir. Günümüzden binlerce



Baltaların cilalanmasını gösteren temsili resim





Alt sol: Balta taslağı (ham hali)  
Sağ : Cilalandıktan sonraki hali  
Üst : Ahşap balta sapı

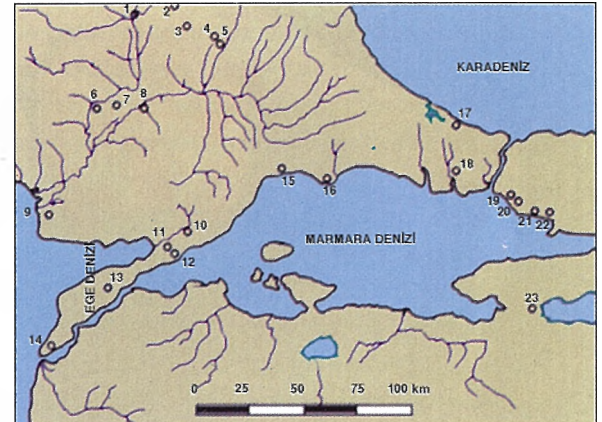
yıl önce yaşamış bu toplulukların sosyal yaşamlarına ait önemli ipuçları hakkında bilgi sahibi olabilmekteyiz. Cilalı taş baltalar sadece toplulukların gelişmesinde bir etken olarak kalmamış, aynı zamanda bu toplulukları birbirinden ayıran sosyal bir öge de olmuştur. Taş baltanın yapıldığı malzemenin bilinmesi ve bunun kaynağının tespiti ile baltaların; dolayısı ile de o dönem insanının olası ticaret serüveni de belirlenebilmektedir. Böylece bu topluluklar arasında gerçekleşen temas ve etkileşimler de tespit edilebilmektedir.

Neolitik dönem insanı, cilalı taş baltalarının yapımında kullandığı kayaların sert ve sağlam olmasına özen göstermiştir. Bu özellikler daha çok ince taneli ve yoğunluğu fazla olan kayalarda bulunmaktadır. Bunlar da çoğunlukla bazik magmatik kayalar ve bunların düşük dereceli metamorfik eşlenikleridir. Genellikle metamorfik yönlenme göstermeyen ince taneli lifsi ve iğnemsî minerallerin birbirlerine kenetlenmesi ile oluşan metabazik kayalar en çok kullanılanlardır. Ayrıca taş malzemeler genellikle hemen kaynak bölgesi ve yakınında işlenmekte ve oradan başka bölgelere yayılmaktadır. Cilalı taş endüstrisinde kullanılan metabazitler arkeologlar tarafından, genel

olarak renklerinden dolayı yeşil kayalar olarak adlandırılırlar. Avrupa Alpler'inde cilalı taş balta yapımında kullanılan en yaygın kayalar, eklojit, jadeit, nefrit ve serpantiniterdir. Görüldüğü gibi taş endüstrisinde kullanılan kayalar rastgele seçilmemekte, belirli bazı jeolojik kriterlere dikkat edilmektedir. Dolayısı ile, günümüzde bu toplulukları anlayabilmek için, kullanılan malzemenin doğru tanımlanması önemlidir. Ayrıca burada önemli bir nokta da arkeometri çalışmalarında kayaç tanımlamalarının bir jeolog tarafından yapılması ihtiyacıdır. Ülkemizde özellikle ilk yıllarda yapılan çalışmalarda, kayaç adlandırmalarında büyük karmaşalar yaşanmış hatta yanlış tanımlamalara gidilmiştir. Bu durum, jeoloji ile arkeoloji arasında terimsel farklılıkların doğmasına neden olmuştur. Bunun gibi aksaklıkların yaşanmaması için, çalışmaların bir eşgüdüm içinde çok disiplinli olarak gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

### Güneybatı Trakya'dan Bir Örnek

TSAP (Thrace Stone-Axe Project) çalışmaları kapsamında, 1998 yılından itibaren Trakya'daki Neolitik ve Erken Kalkolitik döneme ait yerleşim alanlarından toplanan ve cilalı taş endüstrisi ürünü olan çok sayıda parça incelenmiştir. Baltalar ve diğer taş malzemelerde petrografik ve dokusal incelemeler yapılmış, malzemeler tanımlanarak köken kayacı ve kaynak bölgesi tespit edilmiştir. Bu arkeometri çalışmasında Tekirdağ iline bağlı Şarköy yakınlarında tespit edilen üç arkeolojik yerleşim bölgesinden (Buruneren, Yartarla, Fenerkaradutlar) toplanan örnekler ve bölge kayaları petrografik özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır.



1.Çardakaltı 2.Yağcılı 3.Tepeyanı 4.Aşağıpınar 5.Kanlıgeçit 6.Altıtaş 7.Karakumluk 8.Maslıdere 9.Hocaçeşme 10.Yartarla 11.Hamaylıtarla 12.Fenerkaradutlar 13.Kaynarca 14.Karaağaçtepe 15.Menekşeçatağı 16.Toptepe 17.Ağaçlı 18.Yarımburgaz 19.İçerenköy 20.Fikirtepe 21.Pendik 22.Tuzla 23.İlpinar

Marmara Bölgesi'nde Neolitik yerleşim alanları



Taş baltanın kullanımını gösteren temsili resim

Anadolu, Neolitik dönem açısından oldukça zengin ve ayrıcalıklı özellikler taşımaktadır ve uzun yıllardır kapsamlı araştırmalara sahne olmuştur. Trakya bölgesi neolitik ise yeni yeni çalışılmaya başlanmış, ancak incelemeler arttıkça önemi giderek artan bir bölge olmuştur. Bölgede yapılan arkeolojik çalışmaların diğer verilerle desteklenmesi açısından, bu türden çalışmalara da önem verilmesi gerekmektedir. Yapılan bu araştırma ile, Güneybatı Trakya'da Neolitik dönem yerleşim alanlarından toplanan arkeolojik örnekler ile bölgede yüzeylenen Yeniköy Karışığı'na ait kayaçlar mineralojik-petrografik ve dokusal özellikleri bakımından karşılaştırılmış ve benzerlikleri ortaya konmuştur. Ayrıca Trakya'nın diğer bazı kesimlerinden gelen örnekler de çalışma kapsamına alınıp, incelenmiştir. Sonuç olarak, cilalı taş balta yapımında kullanılan arkeolojik malzemenin kaynak bölgesinin GB Trakya ve kullanılan kayaçların da Yeniköy Karışığı'na ait

metamorfik kayaçlar olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuca varılırken Trakya'nın ve yakın çevresinin genel jeolojik özellikleri de dikkate alınmış ve bu baltalara kaynak olacak nitelikte başka kayaçlar bulunamamıştır. Ayrıca sadece jeolojik özellikleri değil, balta tipolojisi gibi arkeolojik faktörler de değerlendirilmiştir. Ayrıca TSAP çalışması kapsamında sadece GB Trakya değil, Trakya'nın diğer bölgelerindeki sit alanlarından (Edirne'de Altıağaç ve Hocaçeşme; Kırklareli'de, Aşağıpınar ve Tepeyanı) gelen örnekler de petrografik olarak incelenmiş ve bölge kayaçlarıyla olan ilişkileri ortaya konmuştur.

Neolitik dönem insanının yaşamına ilişkin bilgileri ulaşmanın bir yolu da, onun kullandığı malzemeleri incelemek ve önemini ortaya koymaktır. Bu bakımdan Neolitik dönem için karakteristik bir malzeme olan cilalı taş baltalarda hem arkeolojik hem de jeolojik araştırmalar yapmak gerekmektedir. Prehistorik insanın, neden o malzemeyi seçtiği petrografik incelemelerle belirlenebilir.

Anadolu'da pek çok Neolitik yerleşim yeri bilinmektedir. Trakya Bölgesi'nde ise Neolitik döneme ait çalışmalar son yıllarda hız kazanmış ve bazı yeni yerleşim bölgeleri bulunmuştur. Uygarlığın başlangıç bölgesinin Yakınoğu olduğu genel bir kabul olarak görülmektedir. Bu bağlamda, tarihöncesi insanın Avrupa'ya Anadolu üzerinden ve Trakya'yı kullanarak geçtiğini ve Trakya'nın bir köprü görevi gördüğünü söyleyebiliriz. Bu nedenle Trakya'daki arkeolojik bilgilerin jeoloji ve diğer bilim dalları tarafından desteklenmesi ve bölgenin tarihöncesi geçmişinin açığa çıkarılması gerekmektedir. Jeolojinin genel yasalarından olan ve James Hutton'ın yaklaşık 200 yıl önce söylediği "günümüz geçmişin anahtarıdır" sözünün arkeometrik çalışmalarda da önemi ortaya çıkmaktadır.

#### Kaynaklar

- Braidwood, R.J., 1975. Tarihöncesi İnsan, Arkeoloji ve Sanat Yayınları (Çev. Bigi Altınok), Kanaat Matbaası, 278s., İstanbul.
- Erol, K., 2001. Şarköy Kuzeyi-Bolayır Arasındaki Metamorfitterin Mineralojik ve Petrografik İncelenmesi, HÜ Yüksek Mühendislik Tezi, 83s., (yayınlanmamış)
- Maisels, C.K., 1999. Uygarlığın Doğuşu -Yakınoğu'da Avcılık ve Toplayıcılıktan; Tarıma, Kentlere ve Devlete Geçiş-, (Çev. Alaeddin Şenel), İmge Kitabevi Yayınları, 639s., Ankara.
- Özbek, O., 2000. A Prehistoric Stone axe Production Site in Turkish Thrace: Hamaylıtarla., Documenta Prehistorica XXVII. Proceedings of the 7th International Neolithic Seminar, University of Ljubljana.
- Özbek, O. and Erol, K., 2001. Etude Petrographique des Haches Polles du Hamaylıtarla et Fenerkaradutlar (Turquie): Anatolia Antiqua IX, p. 1-7, De Boccard, Paris.
- Petrequin, P. and Jeunesse, C., 1995. La Hache De Pierre, Editions Errance, Paris.



# Korumaya Değer Doğal Bir Kum Dili

## Orhaniye Kızkumu



*Orhaniye Kız Kumu ve benzeri oluşumların hurafelerle değil de, doğal süreçlerle oluştuğunun halk tarafından bilinmesi ve benimsenmesi, acaba onların değerini azaltır mı?*

Eşref Atabey  
MTA Jeoloji Etütleri Dairesi

Orhaniye, Datça (Muğla) karayolunun Hisarönü mevkiinden Bozburun yoluna sapılarak gidildiğinde, Marmaris'ten 25 km sonra Hisarönü Körfezi'nin güney ucunda yer alır. Orhaniye nüfusu az, doğal güzelliği harika bir yerdir. Yöreyle tatile gelenlerin uğrak yerlerinden biridir. Günlük yat ve tekne gezisi yapanların programlarında Orhaniye'yi ziyaret etmek mutlaka vardır. Burayı önemli kılan da, kendine has özelliği olan Kızkumu'dur.

Kızkumu, Keçibük mevkiinden güneye, denizin içine doğru dil şeklinde ilerlemiş kum ve çakıldan ibaret bir kumdildir. Kum dili radyolitik, çört ve kireçtaşı kum ve çakıllardan oluşmuştur. Çakıllar sivri uçlu, köşeli, çok az yuvarlaklaşmış, kahverengi, sarı, kırmızımsı renklindedir. Bu kumdili, denizin içinde bir sığlık şeklindedir. Burayı ziyaret eden yüzlerce-binlerce insan kumdili üzerinde yürümektedir. Bu oluşum, *denizin içindeki kum yolu* diye anılmaktadır. İlk anda, denizin içinde bir yere basmadan yürünüyormuş izlenimini vermektedir.

İnsanlar yıllar boyunca denizin içinde böyle bir kum yolunun nasıl oluştuğuna ilişkin yorumlar yapmışlar, konuyu bilimsefiktan uzak, kendi mantık çerçevelerinde bir yere oturtmaya çalışmışlardır. Bir söylentiye göre, kıyıda oyun oynayan kız çocuklarının düşmanlardan korunmak için eteklerindeki kumları denize dökmesiyle; bir söylentiye göre de birbirlerine sevgi ile bağlı iki gencin kavuşabilmeleeri için denizde kendiliğinden kumdan bir yol oluşmuştur.

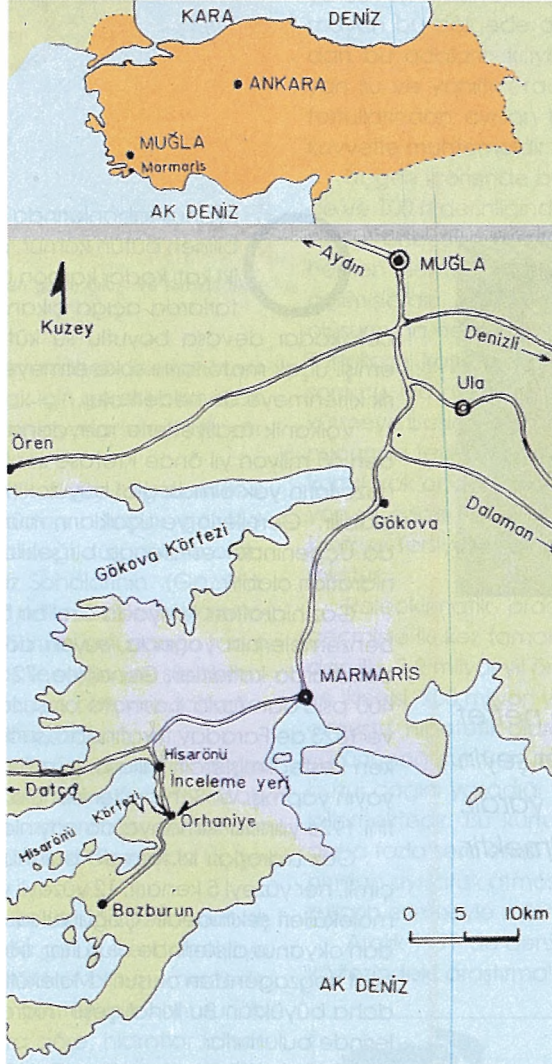
Kum dili, Orhaniye koyunun kuzeyindeki Kayabaşı tepe burnu batı ucundan güneye doğru uzanmaktadır. Uzunluğu yaklaşık olarak 375 m, genişliği 5-15 m'dir. Deniz yüzeyinin 20-50 cm altında olan kum dilinin uç kısmına yakın bölgede deniz suyu derinliği 7.5 m, setin gerisindeki lagünün derinliği ise 2 m'dir. Kale Adası ile set arasında kalan denizin Kale adasına yakın kısmı 20 m, sete yakın kısımdaki deniz suyu derinliği de 13 m'dir. Orhaniye'nin üzerinde konumlandığı deltayı doğu-batı doğrultusunda bölen derelerin denizle irtibatlı olan kısımlar dalyan şeklinde gelişmiştir. Kum dili ile kara arasında bulunan lagünde durgun olan su derinliği ortalama 2 m'dir. Lagünün tabanı siltli ve çamurlu olup, karniş, saz, otlarla kaplanmıştır. Dere ağızlarına yakın bölümlerinde ise kum adacıkları oluşmaktadır.





Akarsularla taşınan malzeme dalgaların da etkisiyle denizin 250 m açığına kadar ilerlemektedir. Bu yörede Hisarönü Körfezindeki hakim dalga yönü kuzeybatıdan güneydoğuya doğru ve kıyıda etkili olmaktadır. Hisarönü Körfezinden Orhaniye yönüne doğru hareket eden dalgalar kıyıyı dik yönde değil de, açığı yapacak şekilde, verevine gelmektedir. Bu şekilde kıyıyı verevine yalayan dalgalar, kıyıda gelen çakıl ve kumu geriye, güneydoğu yönünde itmekte ve yaymakta; bu şekilde kumdilinin oluşmasını sağlamaktadır. Kumun kıyıdan 250 m açığa kadar taşınmasının nedeni, dalgaların Kayabaşı tepenin burun kısmında kırılması suretiyle, ancak burunun ucundan itibaren güneye doğru etkili olmasındandır. Kayabaşı Tepesi'nin burun kısmından itibaren kıyıya kadar dalga etkisi olmadığından, dereler tarafından getirilen malzeme kolayca açığa taşınmakta, ve kum dili ile kara arasında bir lagün oluşmasına neden olmaktadır.

Orhaniye Kız kumunun oluşumu konusundaki bilimsel açıklamaların dışındaki yorumlar, onu gizemli hale getirmekte ve böylece insanların merakını arttırmaktadır. Bilimsel açıklamasının benimsenmesiyle belki de insanlara bu kadar ilginç gelmeyecektir. Ancak, Kız kumu ve benzeri oluşumların hurafelerle değil de, doğal süreçlerle oluştuğunun halk tarafından bilinmesi ve benimsenmesi, onların değerini kuş-



Orhaniye Kızkumu'nun oluşumu

kusuz daha da arttıracak ve koruma bilincinin gelişmesine yardımcı olacaktır.

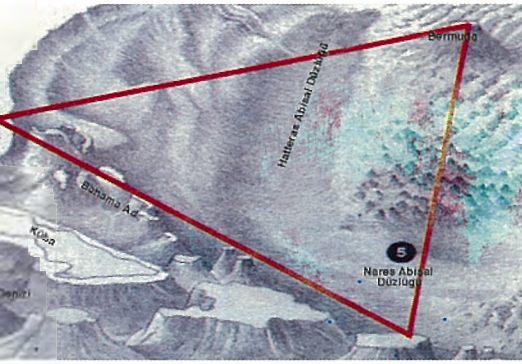
1963 yılında basılan 1/25000 ölçekli topoğrafik haritada Kız kumu kara olarak gösterilmiştir. Eğer o zamanlar denizaltı kayası olarak gösterilmesi gerekirdi. Ama şu anda kum dili tamamen denizin 20-50 cm altında bir sığlık konumundadır. Daha önce su üstünde olan kum dilinin orijinal özelliğini yitirerek bugün su altında kalmasının en önemli nedeni, insanların yaptığı tahribattır. Özellikle yaz aylarında, günde binlerce insanın bu kum dili üzerinde yürümesi aşırı derecede tahribata yol açmakta ve kum dilinin oluşması engellenmektedir. Ancak insan tahribatının az olduğu kış aylarında kum dili biraz gelişebilmektedir.

Günümüzde deniz seviyesinden 20-50 cm derinde bulunan kum dili, bu tahribat devam ettikçe sığlık özelliğini kaybedecektir. Bu nedenle, Kız kumunun tahribatı önlenmeli, koruma altına alınmalıdır. Hiç olmazsa, Ekim-Nisan ayları arasındaki kum dili üzerinde ziyaretçilerin kum dilinin oluşumuna yardımcı olması amacıyla ilave kum dökülerek, dalgaların seti oluşturmasına yardımcı olunmalıdır. Orhaniye Kız kumu jeolojik miras olarak değerlendirilmeli, jeolojik sit alanı ilan edilerek koruma altına alınmalıdır.

Çünkü, doğanın bize sunduğu güzellikleri yaşatmak için onları korumak zorundayız.



# Doğalgaz Hidratları ve Bermuda Şeytan Üçgeni'nin Gizemi



*Bilim; sırdan, gizemden nefret eder. Evrendeki her şeyin mantıklı bir açıklaması vardır. Marifet, onu keşfedebilmektir.*

Çeviri: Nilsun Okan  
JEMAS LTD. ŞTİ.  
nilsunokan@yahoo.com

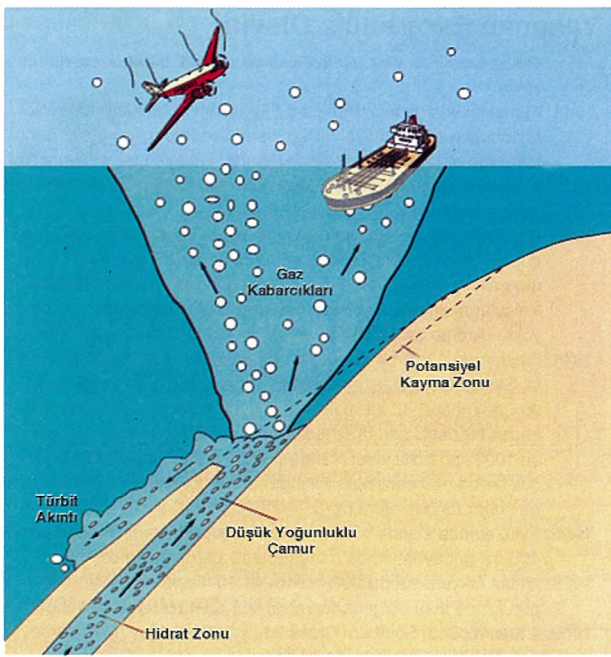
**O**kyanus tabanlarında oluşan doğalgaz hidratlarında, bilinen bütün kömür, petrol ve doğalgaz yataklarının iki katı kadar karbon bulunur. Buralardan büyük miktarlarda açığa çıkan gazlar, gemileri alabora edecek kadar devasa boyutlu su kütlelerini oluşturduğu gibi, hava emişli uçak motorlarını şoke etmeye yetecek kadar lokal atmosferik kirlenmeye de neden olur.

Volkanik faaliyetlerle meydana gelen gaz çıkışları, günümüzden 65 milyon yıl önce Kretase sonlarında meydana gelen ve dinozorların yok olması gibi büyük kitlesel ölümlere de neden olmuş olabilir. Gemilerin ve uçakların mürettebat ve yolcuları ile Bermuda Üçgeninde esrarengiz bir şekilde yok olmalarının nedeni, gaz hidratları olabilir.

Gaz hidratları, kimyada özel bir bileşik grubudur. Hidratlar, buza benzemelerinin yanında, suyun donma derecesinin üstündeki sıcaklıklarda katıdır. Genellikle, 72 °F'nin altındaki sıcaklıklarda ve 400 psia'dan fazla basınçta oluşurlar. 1812'de Sir Humphrey Davy ve 1823'de Faraday tarafından, sudaki kloru sıvılaştırmaya çalışırken keşfedilmişlerdir. Villard, gaz hidratları konusunda kapsamlı bir yayın yapmış; W. Schroeder ise "Gaz Hidratlarının Tarihi" başlıklı eserini 1926 yılında Almanya'da yayınlamıştır.

Gaz hidratları iki formda bulunurlar. Birincisi, dodekahedral biçimli, her yüzeyi 5 kenarlı, 12 yüzeyli ve propandan daha küçük gaz molekülleri şeklindedir. Çoğunlukla metan içeren biyojenik gazlardan okyanus diplerinde oluşurlar. İkinci yapısal biçim, 12 pentagon ve 4 hegzagondan oluşur. Molekülleri pentandan küçük, etandan daha büyüktür. Bu ikinci çeşit hidratlar genellikle gaz üretim tesislerinde bulunurlar.

1945'de, Michigan Üniversitesi Kimya Mühendisliği profesörlerinden Donald Katz, "Doğalgazlardaki Hidrat Oluşum Koşullarının Önceden Tahmini" başlıklı bir makale yayınladı. Makalede, değişik gaz gravitelerinde hidrat oluşumu ile sonuçlanan farklı sıcaklık değerlerine karşı ne kadar basıncın gerekli olduğunu gösteren abaklar sunulmaktadır. Bu abaklar, gaz işleme ve depolama tesislerinin tasarımında veya kuyulardaki hidrat oluşumunun teşhisinde oldukça kullanışlıdır. Abaklar kullanılarak tesis tasarımında hidrat oluşumuna neden olan basınç ve sıcaklık kombinasyonlarından kaçınılabilir. Aynı zamanda, doğalgaz kuyularındaki düşük akış koşulları da kuyunun donması veya rezervuar potansiyeli ile doğru olarak



Duraysız hidratin bozulması sonucu oluşan gazın çıkışı ve türbidit akıntının başlaması

ilişkilendirilebilir. Bu abaklar, üretim mühendislerine kuyuda hidrat oluşumundan kaçınmak için gerekli olan maksimum çekim (Üretim) miktarlarının ayarlanmasında yardımcı olurlar.

Rusların donmuş gaz sahaları (katı gaz hidratları) ile ilgili keşiflerini 1970 yılında duyurmalarına kadar, gaz hidratlarının bu kadar yaygın olabileceği düşünülüyordu. Bu tarihlerde Katz, "Donmuş Gaz Sahalarının (Gaz Hidratları) Bulunabileceği Derinlikler" adlı makalesini yayınladı. Katz, her ne kadar gaz hidratlarının bulunduğu tabakaların soğuk bölgelerde bulunabileceğinden şüphelense de, makalesinde gaz hidratlarının okyanus tabanlarında bulunabileceğinden söz etmiyordu.

Doğu Pasifik'ten Batı Atlantik Okyanusuna doğru açılmış olan 6 kuyuda, 5000 m derinlik ve 2-19 °C sıcaklıklar arasında hidrat yataklarına rastlanmıştır. Bunlardan en ilgi çekici olanı, Blake Düzlüğündeki (Bermuda Üçgeni) 533 numaralı kuyudur.

Blake sırtlarında açılan sondajlarla hidrat zonuun altında birkaç yüz metre kalınlığında gaz içeren tabakaya rastlanmışsa da, gaz akımının miktarı bilinmemektedir. Buralardan doğalgaz elde etme yöntemleri konusunda birkaç makale yazılmıştır. Bunlara göre, hidratlar içinde 1018 m<sup>3</sup> doğal gaz kapanlanmıştır. Bu miktar, bugün bilinen kömür, petrol ve doğal gaz yataklarındaki karbon miktarının iki katına eşittir. ABD'nin yıllık kullanımının yılda 20 ton3 olduğu düşünülürse, bu rezervin tüm dünyaya uzun bir süre yeteceği görülüyor. Ancak gaz hidratlarından doğalgaz elde etmek için henüz gelişmiş teknikler yoktur.

Günümüzde bazı araştırmacılar, Norveç ile Spitzbergen arasında, Barents Denizi'nde 1250 m derinlikte bir çamur volkanı saptadılar. 1 km çapı olan bu volkana Hakon Mosby adını verdiler. Araştırmacıların buradaki gözlemleri şöyledir: Tortullar arasından çıkan gaz, hidrata dönüş-

mekte, buz ya da kar şeklinde Hakon Mosby volkanının yamaçlarından aşağıya doğru akmaktadır. Böylece volkanın çevresinde metanhidrat tabakaları oluşmaktadır. Hakon Mosby volkanının patlaması, Bermuda Üçgeni'nin açıklanmasına bazı deliller sunabilir.

Bermuda Üçgeni, Miami (ABD), Bermuda ve San Juan (Porto Rico) arasını birleştiren çizgilerin içinde kalan alandır. Kristof Colomb'dan beri bu alanda sıcak sular ve su domlarının bulunduğu rapor edilmektedir. 1963 yılında bir Pan Amerikan uçağının mürettebatı, Bermuda Üçgeni üzerinde uçarken, bir havaalanı büyüklüğünde kaynayan bir su domu gördüklerini bildirmişlerdi. 2. Dünya Savaşı sırasında bazı gemi radarları hiç ada bulunmayan bu bölgede adalar saptadıklarını, fakat sonradan bu adaların kaybolduklarını bildirmişlerdir. Kaynayan su ve yanıltıcı radar görüntülerinin, derin okyanus tortullarından ayrılan büyük gaz kütlelerine ait olduğu kuvvetle muhtemeldir.

Üçgen içerisinde bulunan kraterler 1000 ft genişliğinde ve 100 ft derinliğindedir. Bölgedeki büyük kanallar, 18 bin yıl öncesine tarihlendirilmektedir. Başka bir deyişle, hemen hemen son buzul çağıının son dönemlerinde açılmışlardır. Alaska'nın kuzey kıyıları, hidrat zonlarının oluşumuna neden olan su altı heyelanlarına bir kanıttır. Tortulların kaymasıyla, üstteki çamur örtünün kalkması sonucu, hidrat kapanından kurtulan gaz, su içinde püskürmeye başlar. Yerküre ölçeğinde jeofizik faaliyetler sonucunda tetiklenmeyle bir anda tortul örtünün altından kurtularak ortaya çıkan büyük gaz patlamaları, 250 milyon yıl önce Permien sonunda ve 65 milyon yıl önce Kretase-Tersiyer sınırında, kitlesel yok olmalara neden olmuştur.

Paleoklimatik araştırmalar göstermiştir ki, yerküre geçmişte iki kez tamamen buzlarla kaplanmıştı. Bunlardan ilki, 2.2 milyar yıl önce erken Proterozoyik dönemde ve ikincisi 700 milyon yıl önce geç Paleozoyik dönemde olmuştu. Hipotetik olarak buz, güneş ısısını yansıtır ve yeryüzünü soğutur. Bununla beraber yerkürenin en az iki kez buzul çağını yaşadığı ve buz etkisinden kurtulduğu da bilinmektedir. Bu kurtuluş, yeryüzünde CO<sub>2</sub>'den 30 kat daha fazla sera etkisi yapan metan gazının deniz tabanından ayrılarak atmosfere karışması ve sera etkisiyle buzulların erimesiyle mümkün olabilmektedir.

Aralık 1997'de deniz biyologu Charles Fisher, Meksika körfezindeki araştırmaları sırasında 1800 m derinlikte so-



Okyanus tortullarında bilinen veya tahmin edilen gaz hidrat bölgelerini gösteren harita



## Bermuda Şeytan Üçgeninde Yaşanan Esrareniz Olaylar

Bermuda Üçgeninin gizemi, gaz hidratları ile kısmen açıklanmıştır. Ancak, Vincent H. Gaddis tarafından derlenen ve aşağıda sıralanan ilginç olayları bu teori tam olarak açıklayamamaktadır.

- 1840: Havana'ya (Küba) gitmekte olan Rosalie adlı bir Fransız gemisi, okyanusta alabora olmuş bir şekilde bulundu. Gemide hayatta kalan tek canlı, kafes içindeki yaralı bir kanarya idi.
- 1854: Bella adlı gemi, Batı Indie bölgesinde sürüklenmiş bir durumda bulundu. İçinde mürettebat yoktu.
- 1955: Azorlar'ın (Azores) 600 mil güneybatısında James B. Chester adlı gemi alabora olmuştu. Filikalar yerli yerinde asılı olarak duruyordu. Gemideki erzak ve yük zarar görmemişti.
- 1981: Azorların batısında terk edilmiş bir gemi bulundu. Geminin hız ölçeri (log) ve rota çizelgesi kayıptı. Ellen Austin adlı kurtarma gemisinden bir ekip, gemiye çıktı. Bu sırada çıkan bir fırtına yüzünden iki gemi birbirinden uzaklaştı. Gemiler tekrar birbirine yaştığında kurtarma ekibinin ortadan kaybolduğu görüldü. Bunun üzerine gemiye ikinci bir kurtarma ekibi çıktı. Çok geçmeden bir fırtına daha çıktı ve gemiler birbirinden tekrar uzaklaştılar. Ancak Ellen Austin gemisi aynı bölgeye geldiğinde, esrareniz gemi ve kurtarma ekibinden eser yoktu.
- 1902: 3 Ekim günü bir Alman yelkenli gemisi Küba'dan Şili'ye doğru yola koyuldu. 20 gün sonra, mendireği kısmen kopmuş ve terk edilmiş olarak bulundu. Hava raporlarına göre o bölgede sadece hafif bir rüzgar esiyordu.
- 1921: 31 Ocak günü, Carroll A. Deering adlı gemi, Cape Hatteras'da karaya oturmuş olarak bulundu. Gemide hayatta sadece iki kişi kalmıştı.
- 1940: Şubat ayında ABD sahil güvenlik ekipleri, Mobile'in 200 mil güneyinde Gloria Colite adlı yatı terk edilmiş olarak buldular. Deniz

oldukça sakindi, yani gemiyi alabora edecek bir anormal durum yoktu.

- 1944: Kübalı bir yük gemisi (Rubicon) Florida'nın doğu sahillerinde sürüklenirken donanmaya ait bir gemi tarafından görüldü. Sahil kurtarma ekipleri gemiye vardıklarında, yaşayan tek canlının bir köpek olduğunu gördüler. Filikalardan biri kayıptı ve geminin ön kısmında kopmuş bir halat sallanıyordu.
- 1946: City Belle adlı gemi Dominik Cumhuriyeti'nden Turks Adalarına doğru 22 yolcusuyla 2 Aralık günü demir aldı. 3 gün sonra gemi terk edilmiş olarak Miami'nin 300 mil güneydoğusunda bulundu. Yolcuların eşyaları gemide duruyordu. Ancak filikalar yerinde yoktu. Arama çalışmalarından bir sonuç alınmadı.
- 1948: Uluslararası ünlü bir jokey olan Al Snyder, iki arkadaşı ile birlikte Sandy Key körfezinde balık tutmak için 5 Mart günü Miami'den yola çıktı. Filika ile sığı sularda balık tutmak istiyorlardı, ancak bir daha geri dönmediler. Arama için 50 uçak, 100 gemi ve 1000'den fazla insan seferber oldu. Filika, adı bilinmeyen küçük bir adamın sahilinde bulundu, ancak içindikiler kayıptı. Daha sonra da bulunamadı.
- 1955: Eylül ayında Connemara adlı New Yorklu bir yat, Bermuda'nın 400 mil güneybatısında mürettebatsız olarak bulundu.
- 1969: Atlas Okyanusunda 30 Haziran ile 10 Temmuz arasındaki 12 gün içinde aynı bölgede terk edilmiş 5 adet tekneye rastlandı.
- 1969: 4 Kasım günü, Southern Cross adlı yat, Cope May (New Jersey) açıklarında esrareniz bir şekilde alabora oldu.
- 1971: Luck Edur adlı balıkçı teknesi, 31 Ekim günü Sahil Güvenlik ekipleri tarafından New Jersey sahillerinde terk edilmiş olarak bulundu. Hava mükemmeldi. Filikaların tamamı da gemide duruyordu.

ğuk ve karanlık sularda bir "kurtçuk duvarıyla" yüz yüze geldi. Bu yaratıklar deniz tabanı üstündeki buz tepeleri üzerinde kıvrılarak oynuyorlardı. Bunlar yer altındaki, metanhidrat yataklarındaki kurtçukları andırıyorlardı. Bazı bilim adamlarına göre, bu 1-2 inç boyundaki kurtçuklar, sarı ve beyaz buz tepelikleri üzerinde bakterileri yiyerek çok uzun yaşamaktadırlar. Bazılarına göre ise, doğrudan doğruya hidratlar içindeki metanı yiyerek beslenirler. Bu kurtçuklar donmuş malzeme içinde 6 ft'ten daha geniş tüneller açabilirler. Bunların oyma yetenekleri oldukça gelişmiştir. Jeologların görüşüne göre, hidratlarda bulunan metan, 160 ft kalınlığında bir zon kaplar. Hidratlar sert kayaçmış gibi görünmelerine rağmen zayıf ve duraysızdırlar. Oyucu kurtçukların neden olduğu basınç, sıcaklık veya yapısal bütünlükte değişmelerle, hidratlar eriyerek üstlerindeki deniz tabanının aniden harekete geçerek daha derinlerdeki boşluklara kaymasına neden olur. Sera etkisi yaratan metanın kabarcıklar halinde atmosfere yükselmesiyle küresel ısınma meydana gelir.

1840 yılından bu yana Bermuda Üçgeninde yaklaşık 140 gemi ve uçağın kaybolduğu bilinmektedir. Texas A&M sondaj gemisinin Blake düzlüğünde hidratlarda yaptığı sondajlardan sonra Exxon'dan Dr. Richard Melder AAPG bülteninde yayınlanan makalelerinde şöyle yazıyor: "Birlikmiş olan hidrat yığışmaları aniden kırıldığında, gaz çok hızlı bir şekilde dip çamurlarını geçerek yukarı doğru çıkar. Büyük miktardaki gaz, çok çok küçük baloncuklar halinde suyun üstüne doğru ani olarak hareket ederek fişkirir. Eğer gazın çıkışı çok hızlı olursa, bir patlama meydana gelecek ve bunun deniz yüzeyindeki etkileri de, yüzeyin içe doğ-

ru çekilmesi şeklinde olacaktır. Bu ise yüzeyde aşırı çalkalanmaya ve suda köpürmeye neden olacaktır. Bu sırada tesadüfen orada bulunan bir tekne, dengesini kaybederek süratle batacağıdır. Eğer gaz çıkışı çok fazla ise, bu kez serbest kalan gaz okyanus yüzeyine de çıkacaktır. Bu sırada alçak uçuş yapan bir uçak eğer o bölgeden geçiyorsa gaz yoğunlaşması nedeniyle motoru gücünü kaybedecek ve uçak okyanusa düşecektir".

Dr. Melder bu varsayımını Texas A&M'de bir dalga tankı kullanarak kanıtlamıştır. Bermuda üçgeninde kaybolan tankerlere benzeyen bir gemi maketini, bu tank içinde yüzdürmüş, tankın dibine yerleştirdiği bir eksozdan gaz vererek, varsayımındaki ortamı yaratmış ve gemi maketi adeta bir taş parçası gibi batmıştır.

Asırlar boyunca doğa, bütün ipuçları apaçık ortada olan gizemlerini çözebilmemiz için bize pek çok olanak tanımıştır. Bermuda üçgeninin bu gizemi, okyanus altında bulunan ve insanlık için bir nimet olan doğal gaz yataklarının varlığını, konuşmadan söyleyen bir ipucu olamaz mı? Deniz altındaki metanhidrat yataklarının ortaya çıkartılmasının yolunu bilim adamları bulamazlar mı? Mühendisler, orada bulunan metanın kendi kendine çıkması yerine, kontrol altında ve güvenli bir şekilde üretilmesini planlayamazlar mı? Yoksa, bu çok zengin kaynak, onu biz nimet edinmeden bir kurtçuk ordusu tarafından yenip tüketilecek mi?

### Kaynak

Gruy, H.J., 1998. Natural Gas Hydrates and the Mystery of the Bermuda Triangle. Harts's Petroleum Engineer International, March, 71-79.

# MAVİ GEZEĞEN DERGİSİ YAYINA KABUL KOŞULLARI

## AMAÇ

MAVİ GEZEĞEN dergisi Türkiye'de yerbilimleri konusunda gerek duyulan popüler bilimsel iletişimi sağlamak ve yer bilimcileri bu konuda özendirme amacıyla JMO tarafından yayınlanmaktadır.

## NİTELİK

MAVİ GEZEĞEN'de yayınlanmak üzere gönderilecek yazılar, yer bilimlerinin herhangi bir dalında veya diğer bilimlerle ilişkili olduğu alanlarda, ayrıca yer bilimlerinin toplumsal konulara değindiği noktalarda, konuyu kuramsal, uygulamalı, kavramsal veya tarihsel açıdan ele alan özgün yazı, çeviri, derleme veya haber niteliğinde olmalıdır.

## YAZILARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YAYINA KABUL EDİLMESİ

MAVİ GEZEĞEN'e ulaşan yazılar öncelikle konu, sunum ve yayın kuralları açısından incelenir ve gerekli görüldüğünde bir veya daha fazla danışmana gönderilir. Danışman(lar)ın önerileri doğrultusunda yazının doğrudan, az veya önemli ölçüde düzeltilmesi koşuluyla yayınlanmasına veya reddine yayın kurulunca karar verilir ve sonuç yazara bildirilir.

Gönderilen yazılar, MAVİ GEZEĞEN'de yayınlanışın veya yayınlanmamasın, yazarlara iade edilmez.

## YAZIM KURALLARI

1. Yazım dili Türkçedir.
2. MAVİ GEZEĞEN, başta yer bilimciler olmak üzere okuma arzusunda olan herkese yönelik bir dergi olduğundan, yazım dili sade ve açık olmalıdır. Okuyucunun anlamasını güçleştirecek teknik ayrıntılardan ve ağır dilden olabildiğince kaçınılmalıdır.
3. Metin, A4 boyutunda (21x29.7cm) kağıtlara bilgisayarda, 1.5 satır aralıklı ve 12 punto Times New Roman veya benzeri bir karakterle yazılmalıdır. Yazılar (resim ve şekiller hariç) altı (6) sayfayı geçmemelidir. Sayfa kenarlarında 3'er cm boşluk bırakılmalı ve sayfalar numaralandırılmalıdır.
4. Yazılar en az üçte bir oranında (tercihen renkli) resim ve şekil içermelidir. Resimlerin asılları (bilgisayar ortamına aktarılmadan) gönderilmelidir. Şekiller ise uygun çizim programları aracılığıyla bilgisayar ortamına aktarılmış olmalıdır. Resim ve şekiller numaralandırılarak metnin sonuna, değinilen belgelerden sonra, alt yazılarıyla birlikte ayrı olarak sunulmalıdır.
5. Otuz kelimeyi geçmeyen ve yazı hakkında fikir veren çarpıcı bir kaç cümle "spot" başlığı altında yazının girişine eklenmelidir.
6. Çevirilerde kaynak (sayfa numaraları da dahil olmak üzere) açık olarak belirtilmelidir.
7. Dipnotlar, dizgi işlemi sırasında güçlüklerle

neden olduğundan çok gerekli durumlar dışında kullanılmamalıdır. Eğer dipnot kullanılacaksa, yıldız(\*) işareti ile gösterilmeli ve mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır.

8. Yazar isimleri ve çalıştıkları/öğrenim gördükleri yer ve unvanları ve varsa e-posta adresleri belirtilmelidir.

9. Değinilen belgeler aşağıdaki formata uygun olmalıdır.

Sürelî yayınlar ve bildirimler için:

Kremier, A. and Arnould, M., 2000. World Bank's Role in Reducing Impacts of Disasters. Natural Hazards Review, 1(1), 37-42.

(Yazar ad(lar)ı, Tarih. Makalenin başlığı. Sürelî Yayının Adı (kısaltılmamış), Cilt No (Sayı No), sayfa aralığı.)

Altay, C. ve Sav, H., 1991. Kuzey Anadolu Fay Zonunda Sürekli Krip Ölçümleri. 44. Türkiye Jeoloji Kurultayı, T. Ercan (ed.), TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Ankara, 77-84.

(Yazar ad(lar)ı, Tarih. Bildirinin başlığı. Sempozyum veya Kongrenin Adı, Editör(ler) (varsa), Yayıncı, Cilt/Sayı No. (birden fazla ciltten oluşuyorsa), Düzenlendiği Yerin Adı, sayfa aralığı.)

Kitaplar

Ketin, İ. ve Canitez, N., 1972. Yapısal Jeoloji. İTÜ Matbaası, İstanbul, 520s.

(Yazar ad(lar)ı, Tarih. Kitabın Adı (ilk harfleri büyük). Yayınevi, Basıldığı Şehrin Adı, sayfa sayısı.)

Raporlar ve Tezler

Kutlu, R., 1955. Kars 32/1 ve 32/2. Çıdır 15/4 Paftalarının Jeolojik Etüdüne Dair Rapor. MTA Derleme No: 6785, 32s (yayımlanmamış).

Vicil, M., 1982. Gümüşküy (Kütahya) Aktepe Pb-Zn-Sb-Ag Cevherleşmesi. Ege Üniversitesi Yerbilimleri Fakültesi, İzmir, Doktora tezi, 283s (yayımlanmamış).

(Yazar ad(lar)ı, Tarih. Raporun veya Tezin Başlığı. Kuruluşun veya Üniversitenin Adı, Arşiv No. (varsa), sayfa sayısı (yayımlanıp, yayılmadığı).)

## MAKALELERİN YAYIN KURULUNA GÖNDERİLMESİ

MAVİ GEZEĞEN'in, yayına kabul koşullarında belirtilen ilkelere uygun olarak hazırlanmış yazılar, üç (3) kağıt kopya ve MS Word formatında diskete kaydedilmiş olarak resim ve şekilleriyle birlikte aşağıdaki adrese gönderilmelidir.

## MAVİ GEZEĞEN YAYIN KURULU

TMMOB

Jeoloji Mühendisleri Odası

PK 464, Yenışehir

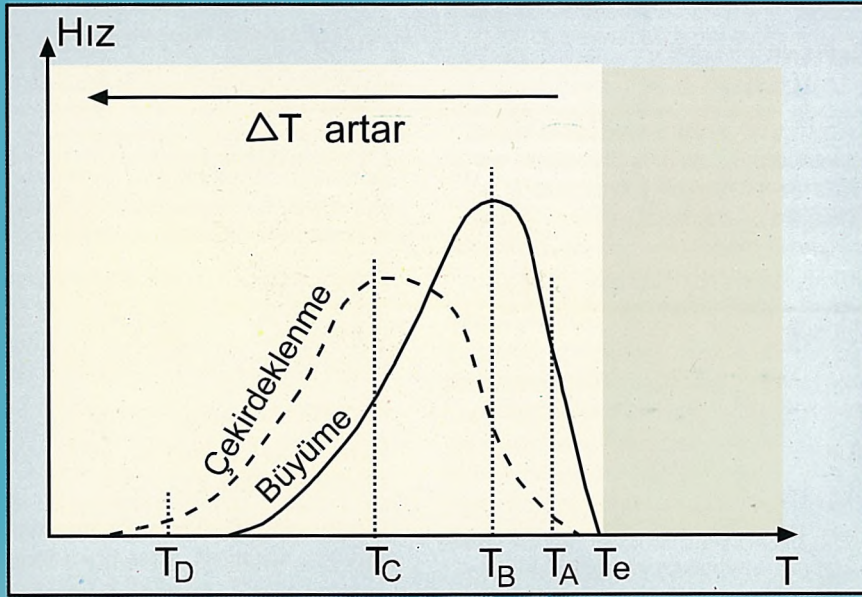
06444, Ankara / TÜRKİYE

Tel: +90 312 432 30 85 / +90 312 434 36 01





# MAGMATİK PETROJENEZ



Editörler

Durmuş BOZTUĞ

Nazmi OTLU

LİSANS ÜSTÜ YAZ OKULU  
AKÇAKOCA-DÜZCE

7-12 HAZİRAN 2001

TMMOB



JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI YAYINLARI: 61