

# Denizin Hareketsiz Kaldığı Gün!..



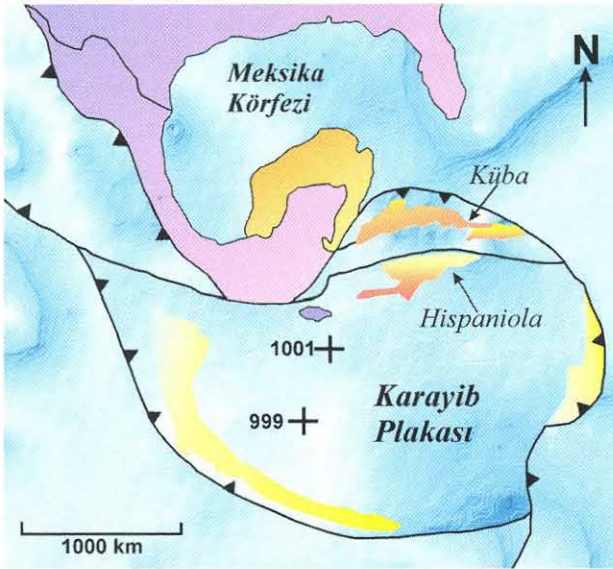
*Derin deniz sedimanlarından çıkartılan 55 milyon yıl yaşındaki fosil foraminiferleri inceleyen bilimadamları, Geç Paleosen Termal Maksimumu (Late Paleocene Thermal Maximum) olarak bilinen bir iklimsel felaket dönemini belgelediler. Okyanussal dolaşım sistemi bu dönemde milyonlarca yıl süren küresel ısınma yüzünden zayıflamış ve neredeyse duracak hale gelmiştir. Soğuk ve oksijence zengin suların özlemini çeken derin deniz yaşamı ise, bu dönemde mahvolmuştur!*

Çeviri: Okan Zimitoğlu  
MTA Genel Müdürlüğü  
okan@mta.gov.tr

**G**ünümüzden 55 milyon yıl önce, Paleosen devrinin sonuna doğru Karayib Denizinde bir gün bir volkan patladı, öyle ki, bu volkanın atmosferin yüksek seviyelerine kadar püskürttüğü küçük partiküller, iklim değiştiren bir güneş şemsiyesi meydana getirmişti. Bu tip olaylar aslında oldukça nadirdir. Ancak söz konusu volkan, sıradan bir volkan değildi; devasa boyutlardaydı ve patladığı an, gezegenin tarihinde sıradan olmayan bir andı. Yeryüzündeki ortam, çok büyük bir değişimin eşiğine bu patlamayla gelmişti!

Deniz jeologları tarafından ileri sürülen yeni bir teoriye göre, Karayib denizindeki volkan püskürmesinin neden olduğu iklimsel değişim, dünyayı bu eşiğin ötesine geçirmiştir. Bu değişim son 10 yılda tanımlanan ve dünya çapında bilinen doğal değişimlerin en dikkat çekicisidir. Yerbilimcilerin kaba tabiriyle, bu olay Geç Paleosen Termal Maksimumu veya LPTM olarak adlandırılmıştır. Geride kalanların ifade ettiği kadarıyla ise inanılmaz bir olaydır. Volkan püskürmesinin başlamış olduğu 60 milyon yıl öncesinde, dünya okyanuslarının dolaşım sistemini zayıflatan uzun süreli küresel ısınma süreci de böylelikle başlamış oldu. Beş milyon yıl süren bu ısınma süreci, yeryüzündeki doğal ortamı zamanla felakete sonuçlanacak olan bir değişime götürmüştür. Daha sonra, Paleosen'in en son dönemlerinde, okyanuslardaki dolaşım sistemi, kalp krizinin okyanussal eşleştiği sayılabilecek bir tecrübe yaşamıştır. Bu tecrübe, okyanussal akıntılarının küresel döngüsünün soğuk ve oksijence zengin suları okyanusların derinliklerine taşınması gibi hayati önemi olan bir işi yapmayı durdurması ile sonuçlanmıştır. Bunun sonucunda ise, okyanus dipleri ısınmış ve durgunlaşmıştır. Bu şok, derin deniz foraminiferlerine ait tüm türlerin yarısından fazlasını da kapsayan denizel organizmaların kitlesel ölümüne sebep olmuştur. Hemen her yerde bulunabilen bu tek hücreli deniz hayvancıkları ailesi, okyanussal besin zincirinin ilk halkalarını oluştururlar. Foraminiferlerin ve diğer canlı türlerinin bu şekilde kitlesel ölümleri, son 90 milyon yılda derin denizlerde meydana gelen en büyük ölüm olayıdır ve daha önce hiçbir olay buna yaklaşamamıştır bile.

Okyanussal kalp krizi vurduğunda, yeryüzü bugünkünden çok



Karayib bölgesinin 55 milyon yıl önceki halinin tekrar oluşturulması ve iki ODP lokasyonunun yeni şekli üzerinde gösterilmesi.

daha sıcaktı ve ortalama küresel hava sıcaklığı bugünkünden birkaç derece daha yüksekti. Çünkü kutuplar çok daha sıcaktı, Antarktika kıtasında buzul yoktu ve muhtemelen ormanlarla kaplıydı. Bu kıtayı çevreleyen deniz suyu ise 35°F gibi bir yüzey sıcaklığı ile şimdikinden çok daha sıcaktı. Kriz olayından hemen sonra yeryüzü ısınmaya devam etti ve zaten kızarmış durumda olan yeryüzü, çok yüksek bir küresel sıcaklık örtüsü ile kaplandı.

Australya James Cook Üniversitesinden Gerald Dickens'a göre okyanusların derinlikleri ısınınca deniz tabanından salıverilen metan gazının atmosfere çıkması, yeryüzünün yüksek sıcaklıklara ulaşmasının sebebinin en iyi açıklayan olaydır. LPTM'un okyanussal ve iklimsel değişimleri 10000 yıllık bir pik yapmıştır ki, bu süre jeolojik zaman ölçeğinde sadece bir nabız atışı kadardır. Metan (CH<sub>4</sub>) gazı, karbondioksit gibi yüksek sera etkisi olan bir gazdır. Her bir molekülü, CO<sub>2</sub>'den 10 ila 20 kat daha fazla ısı radyasyon absorblama ve içinde tutarak atmosferi ısıtma yeteneğine sahiptir.

### Birden Ortaya Çıkan Memeliler

Yüksek sıcaklık çok az canlı türüne dokunmamıştır. Isı, karalar üzerinde maksimum değerine ulaştığında, sonradan kendi türlerimizi de verecek olan primatları da kapsayan ve şimdi yeryüzünde egemen olan bir grup modern memeli, en az iki kıtada aniden ilk varlıklarını göstermiştir. Bu dönem, Dickens'ın da dediği gibi, yeryüzü tarihinin belki en büyüleyici zaman aralıklarından birinin başlangıcına denk gelir.

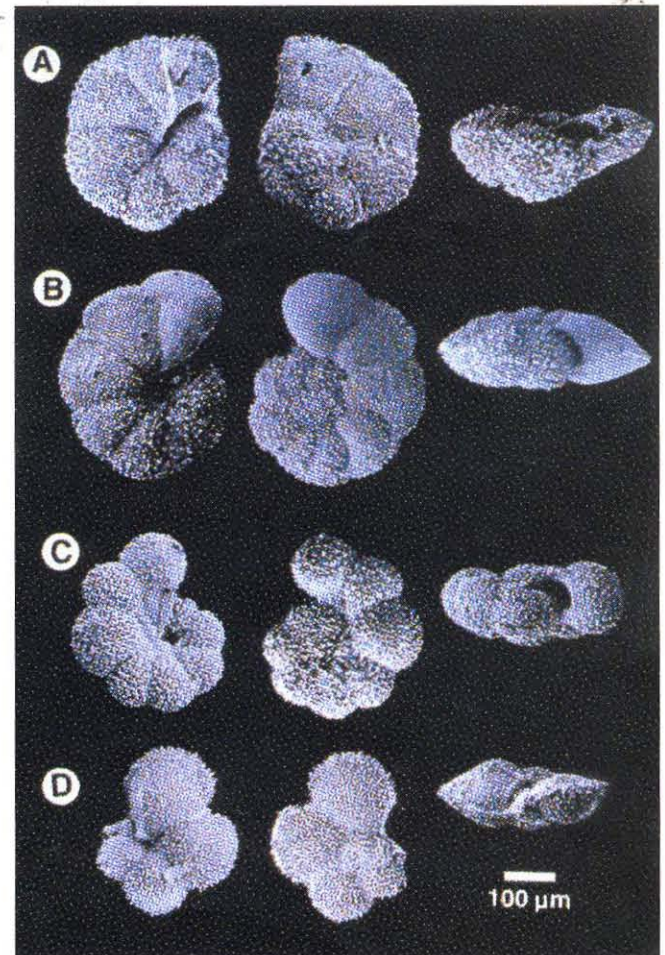
Bu döneme ait olayların araştırılması, milyonlarca yıl önce meydana gelen iklimsel değişimlerin yeniden oluşturulması gibi daha büyük bir uğraşının sadece bir bölümüdür ve bu tip uğraşlar, kısmen de olsa sera gazları ile

iklimi nasıl değiştirebileceğimizi bilme zorunluluğu ile yönlendirilmektedir.

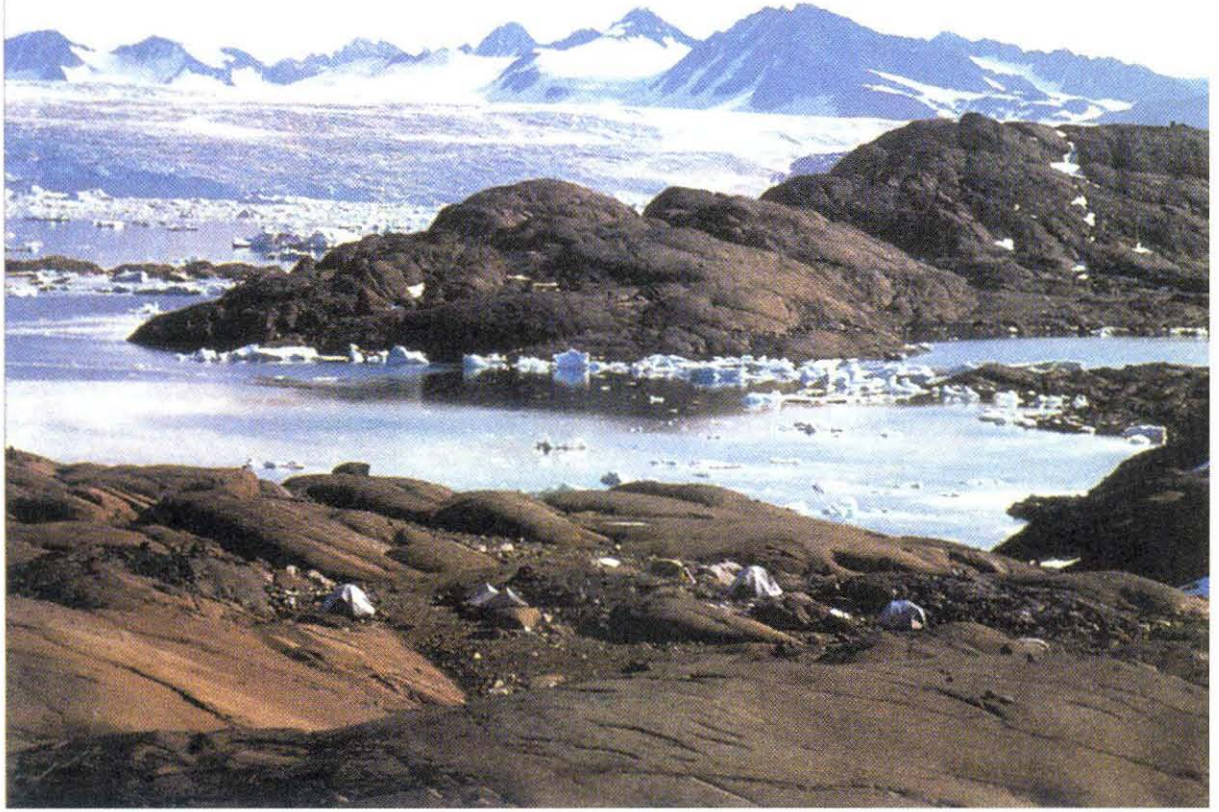
İklim değişikliğinin uzun süreli nedenlerinin ve etkilerinin anlaşılabilmesi için jeolojik iklim kayıtlarının bilinmesi gerekir. Geç Paleosen Termal Maksimumu bu kayıtlardan en güvenilir olanıdır, çünkü şimdikiye kadar belgelenmiş en ani ısınma olayıdır. Deniz tabanı sedimanlarında korunmuş olan bu kayıt, yeryüzündeki çevresel sistemin düşündüğümüz kadar duraylı olamayacağı konusunda bize bir uyarı vermektedir. Yeryüzü zaman içinde değişimlere karşı son derece hassas bir çevresel sistem geliştirir ve bu sistem bir durumdan, felaketler yaratan diğer bir duruma geçebilir.

Küresel ısınma krizine ait belli belirsiz garip bulgular, 1989 yılında ortaya çıkmaya başlamıştı. Ancak inandırıcı veriler 1991 yılında Antarktik deniz tabanına ait taşlaşmış çamur örneklerinden geldi. South California üniversitesinden Kennett ve jeokimyacı Lowell Stott, bu sediman örneklerinde okyanusun ısınmış ve kendi dolaşım sistemini değiştirmiş olduğuna işaret eden kimyasal parmak izlerini buldular.

Kennett ve Stott, izotop olarak adlandırılan ve fosil foraminifer iskeletleri içinde korunmuş olan iki farklı oksijen



LPTM dönemine ait planktonik foraminiferler, Site 865.



Kuzey Atlantik Magmatik Provansinin Görönland'daki yüzeylenmeleri. Resmin ön ve orta kesimlerinde 55.5 milyon yıl yaşındaki Skaergaard gabroyik sokulumu görülmektedir. Bu sokulumun bu dönemde dünya ikliminde önemli değişimlere neden olan bazaltik akıntılarla eş zamanlı olduğuna inanılır. Sokulumun gerisinde görülen buzul ise Kangerdlugssuaq Fiyordu'dur. Buzulun arkasındaki dağlar ise yaklaşık 50 milyon yıl yaşındaki Kap Evard Holm gabroyik sokulumunun zirveleridir.

jen formunun miktarlarındaki farklılığı analiz etmişlerdir. Küçük deniz hayvancıkları akıntılar ile sürüklendikçe, kendilerini çevreleyen ortamdan daha fazla "hafif  $^{16}\text{O}$ " ve daha az "ağır  $^{18}\text{O}$ " izotopunu, su ısındıkça bünyelerine alırlar. Bu tip bir değişimin delilleri foraminifer iskeletlerinde korunmuştur. Foraminiferler sıcak sularda  $^{16}\text{O}$  izotopunu absorbe etmeyi tercih ederler, çünkü bu izotopun atomları,  $^{18}\text{O}$  izotopu atomlarından daha hızlı titreşir. Fizikçiler, su ısındıkça foraminiferlerin daha hızlı titreşen atomları daha kolay absorbe ettiklerine dikkat çekerler. Foraminiferler ölünce, bunların iskeletleri okyanus diplerine çöker ve deniz tabanı çamurunu oluşturmak üzere yığılırlar. Bu sedimanlar zamanla derine gömülerek, basınç altında taşlaşınca, böylece geçmişteki su sıcaklığının kayıtlarını içeren oksijen izotopları da hapsolmuş olur. Bilimadamları bu kayıtlara deniz tabanına sondaj yapıp, sediman karotları alarak ulaşabilirler.

Kennett ve Stott'un Antarktik sularından toplamış oldukları 55 milyon yıl yaşındaki foraminiferler; Paleosen kapanmadan hemen önce, dip sularının  $50^\circ\text{F}$  sıcaklığa sahip olduğunu ve bugün donma noktasına yakın olan değerlerden çok daha sıcak olduğunu göstermiştir. Daha sonradan birşeyler bu suların sıcak-

lığını muhtemelen 10000 yıldan daha kısa bir sürede  $20^\circ\text{F}$  arttırmıştır. Bu süre zarfında yüzey suları da bir şekilde  $57^\circ\text{F}$ 'dan  $70^\circ\text{F}$ 'a kadar artan bir sıcaklığa ulaştılar. Bu noktada taban ve yüzey suları neredeyse birbirine yakın bir sıcaklıktaydı ve asıl şok edici olan şey de budur. Birkaç istisna dışında, okyanus suları her zaman katmanlıdır ve sıcak su üstte, soğuk su ise altta bulunur.

Yaz aylarında gölde yüzdüğünde, yüzey sularının derinlerde insanı uyuşturacak kadar soğuk olan dip suyuna göre oldukça sıcak olduğu fark edilir. Güzün göl suları, sıcak ve soğuk seviyeler karışınca altüst olur. Fakat bunun okyanusta gerçekleşebileceği düşünülmemektedir. Örneğin, bugün Karayib denizinde yüzey suyu sıcaklığı ortalama  $81^\circ\text{F}$  iken, yüzeyin yarım mil altında sadece  $40\text{-}45^\circ\text{F}$  sıcaklık vardır. Bu farklılık su katmanlarını duraylı tutar.

Kennett ve Stott'un elde ettikleri deliller, okyanuslardaki sıcak ve soğuk su seviyelerinin Paleosen'in sonunda aynı sıcaklığa ulaşınca karışmış olabileceklerini göstermiştir. Kennett'e göre okyanus tıpkı bir göl gibi alt üst olmuştur. Derin suların ısınarak bu tür bir altüst olma olayına sebep olması, muhtemelen yüzeyin 6000 feet aşağısında meydana gelmiştir. Kennett ve

Stott, bu derin ısınma olayının küresel okyanussal dolaşımında çok büyük bir değişimin, belki de sanal bir durak-samanın sonucunda meydana geldiğini ileri sürmüştür.

## Okyanussal Dolaşım Sistemi

Takip eden yıllarda, bilimadamları Kennett ve Stott tarafından keşfedilmiş olan değişim modelinin Antraktika'nın dışında, dünyanın diğer okyanuslarında da tekrarlanmış olduğunu ve karaların birdenbire ısındığını onaylamışlardır. Örneğin, oksijen izotop verileri, başlangıçta sebebi belli olmayan bir şekilde okyanus diplerinde meydana gelen ısınmanın, daha ileri bir ısınmaya ve küresel okyanus-atmosfer sıcaklıklarında hızlı bir sıçramaya neden olduğu sonucunu desteklemektedir.

Ancak okyanuslardaki dolaşım sisteminin değişmesine sebep olabilen şeyin ne olduğu bilimadamlarınca hala merak konusuydu? Kutup bölgeleri ile tropikal bölgeler arasındaki sıcaklık farklılıkları, büyük ölçekli okyanussal dolaşım sistemini güçlendirir. Doğa her zaman bu tip farklılıkları silmeye çalışır. Su, havanın taşıyabileceğinden daha fazla ısı taşıyabildiği için, okyanus akıntıları, ısının yeniden dağıtılabilmesinde oldukça etkili bir araç görevi görürler.

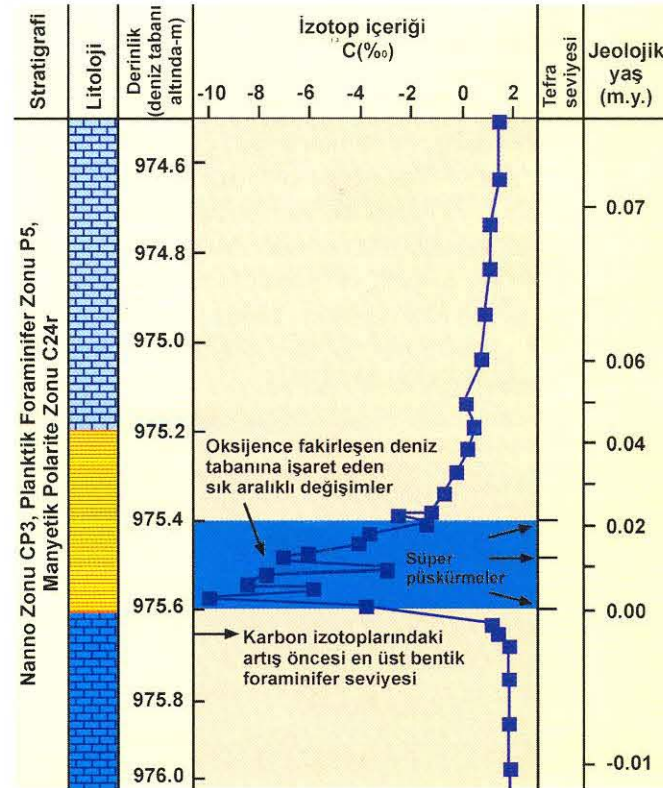
Söz konusu akıntılar, oksijence zengin kanı tüm vücutta dağıtan dolaşım sistemine benzer olan ve termohalin (ısı tuzu) dolaşım olarak adlandırılan bir sisteme kendi içinde organize olurlar. Okyanussal dolaşım sistemi ısıyı kutuplara doğru taşır ve soğuk, oksijence zengin sular da böylece derinlere ulaşır. Bu sistem suyu hızlıca dağıtmaz. Örneğin, Kuzey Atlantik'teki suyun orta Pasifiğe ulaşması 1500 yıl alır. Ancak her saniye dünyadaki nehirlerin tümünden 20 kat daha fazla su taşınır. Okyanussal dolaşım sisteminin bir bölümü boyunca, tropikal akıntılardan gelen ve kuzeye, yüksek enlemlere doğru hareket eden sıcak yüzey sularından atmosfere buharlaşma ile ısı verince, bu suların tuzluluğu artar. Böylece sular daha soğuk, daha tuzlu ve daha yoğun bir hale gelir. Yoğunlaşan soğuk sular gömülerek güneye doğru akmaya başlarlar ve daha sıcak suları da içine alarak okyanussal dolaşım sistemini desteklerler. Böylelikle, daha derin seviyelerden akmaya başlayan akıntılar, okyanus diplerinin soğuk ve yoğun sularını beslerler. En nihayetinde ise, derinlerde dkan sular tropikal bölgelerde yavaşça yüzeye doğru süzülürler. Bu bölgelerde güneş tarafından ısıtıldıktan sonra tekrar kuzeye doğru hareket ederek, yeni bir döngüye başlarlar.

Bugün dolaşım sistemi oldukça güçlüdür. Fakat Paleosen döneminin bitişinden önce başlayan beş milyon yıllık küresel ısınma dönemi, Kuzey Atlantik bölgesinde meydana gelen patlamalı bir volkanizmanın sonucudur. North Carolina Üniversitesinden deniz jeoloğu Timothy

Bralower'a göre bu patlama okyanussal dolaşım sistemini ağırlaştırarak zayıflatmıştır.

Bilgisayar modellemeleri, yeryüzü iklimi ısındığında, sıcaklık artışının yüksek enlemlerde tropikal ve subtropikal bölgelere göre daha fazla olacağını göstermiştir. Günümüzden 60 ila 55 milyon yıl öncesi arasında meydana gelen ısınma olayının bu şekilde olabileceğini ise foraminiferlerden elde edilen deliller göstermiştir. Sonuç olarak, kutuplar ve tropikal bölgeler arasındaki sıcaklık farklılığının azaldığı sonucuna varılmıştır. Bu olay daha sonra okyanussal dolaşım sisteminde ana arterlerin sertleşmesi gibi bir etkiye sebep olacaktır.

Daha sonra Paleosen'in sonuna doğru kalp krizi gelir. Bilimadamları tropikal bölgelerdeki sıcak yüzey sularının kuzeydeki yüksek enlem bölgelerine doğru akmayı durdurduğunu tahmin etmektedir. Bu teoriye göre sıcak yüzey suları doğrudan dibe batmaya başlamışlar ve dipleri soğuk su yerine sıcak su ile besleyen bir süreci başlatarak, Dünya okyanusları boyunca yayılmışlardır. Bu olay dünya çevresindeki dip sularının neden ısınmış olduğunu açıklamaktadır. Sıcak su, soğuk sudan daha az oksijen tuttuğu için derin deniz organizmaları boğulmaya başlamışlardır ki, bu olay da kitlesel foraminifer ölümlerini açıklamaktadır.



999 numaralı lokasyonda (Kolombiya Baseni) tesbit edilen LPTM dönemi ortamsal değişimleri. Şeklin sol tarafında biyostratigrafi, magnetostratigrafi ve LPTM kıtaşının konumu gösterilmektedir. <sup>13</sup>C izotop oranlarında artışların olduğu dönemdeki süper püskürmeler dikkat çekicidir. Ancak bentik foraminifer türlerinin yok olduğu seviye çözünme yüzünden maskelenmiştir.

## Karbon Oranlarının Artışı

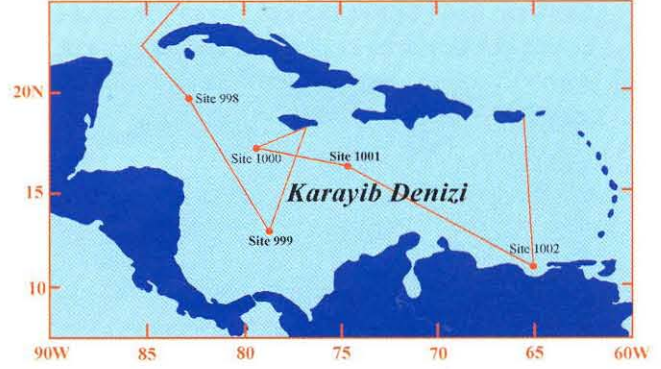
Buraya kadar yapılan açıklamalar derli-toplu açıklamalardır. Ancak sıcak yüzey suları neden derinlere gömülmüştü ve dip sularının ısınması neden daha fazla bir ısınmaya neden olmuştu? Karot örneklerinden elde edilen bir diğer delil, bu son soruya olası bir açıklama getirmiştir. Bu delil, foraminiferlerin metabolizma esnasında bünyelerine almış oldukları karbon izotoplarının miktarlarındaki bağıl değişimdir. Deniz tabanı sedimanlarındaki işaretler aslında oldukça açıktır. Tüm dünyadaki dip suları ısınca foraminiferlerdeki  $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$  oranı ani bir artış göstermiştir. Yani,  $^{12}\text{C}$  bakımından zengin ancak  $^{13}\text{C}$  bakımından fakir olan birşey, açıkça okyanuslara karışmış olmalıdır!

Birkaç yıl önce Cook Üniversitesinden Jerry Dickens ve meslektaşları Michigan Üniversitesinden James O'Neil, söz konusu durum karşısında şimdye kadar yapılmış en iyi açıklamayı ileri sürmüşlerdir. Dickens 1994 yazında laboratuvarında metanhidrat oluşturuyordu, bu madde suyun çok küçük moleküler kafeslerinde hapsolmuş metandan oluşan katı bir maddeydi. Metan, bataklıklarda, doğal gazlarda ve çoğu hayvanın sindirim faaliyetleri sonucunda oluşan bir karbon-hidrojen bileşiğidir. Laboratuvar deneylerinde artan sıcaklığın katı hidrati eriterek metan gazını serbestleştirdiği çok bariz bir şekilde Dickens tarafından gözlenmiştir. Ancak laboratuvar koşullarında gerçekleşen olaylar ile karbon izotoplarındaki değişim arasındaki bağlantı hemen ortaya çıkmamıştır.

1994 yılının sonlarına doğru Dickens'ın bir bar ortamında Jim O'Neil ile yaptığı bir sohbet esnasında, O'Neil konuyu LPTM esnasındaki karbon izotop değişimlerine getirmiş ve bunun jeokimyadaki en garip şeylerden birisi olduğunu kendince vurgulamıştır. Ancak O'Neil bütün bu  $^{12}\text{C}$  izotoplarını üreten şeyin ne olabileceğini merak etmekteydi. Dickens'ın "sadece



LPTM kilaşının (47-49 cm arası) hemen altındaki kalın mavimsi-grimsi kül seviyesi (57-61 cm arası), Site 1001 (aşağı Nikaragua Sirtı). Kilaşının hemen üzerindeki kıvılcaklı kül seviyesi dikkat çekicidir.



ODP (Okyanus Sondaj Programı) 165. ayak gemi rotası ve bu rota üzerinde 999 ve 1001 numaralı sondaj lokasyonlarının yerleri.

hidratlar" demesiyle, herşeyin bir anda zihinde canlandığı o nadir anlardan birisi yaşanmış oldu.

Dickens çoğu deniz tabanı sedimanlarının metan hidratlarca zengin olduğunu hatırladı. Metan,  $^{12}\text{C}$  izotopu bakımından inanılmaz zengindir. Bakteriler için organik materyalin metana dönüştürülmesi ve hafif  $^{12}\text{C}$  izotopunun absorbe edilmesi, ağır  $^{13}\text{C}$  izotopunun absorbe edilmesine göre daha az enerji gerektirir. Yapılan hesaplamalar, deniz suyu sedimanlarının sıcak suların derin akışları ile ısıtılması sonucunda, yaklaşık 1000 ila 2000 gigaton (milyar ton) etkili sera gazının salverildiğini desteklemektedir. Bu sonuçlama, foraminifer iskeletlerinde dünya çapında gözlenen karbon izotopu değişimlerinin sebebini açıklamada yeterli olmuştur. Metan atmosfere baloncuklar şeklinde ulaştığında, daha fazla ısınmaya ve dolayısıyla bir sıcaklık sıçramasına sebep olmuş veya en azından katkıda bulunmuştur.

## Kül Parfesi

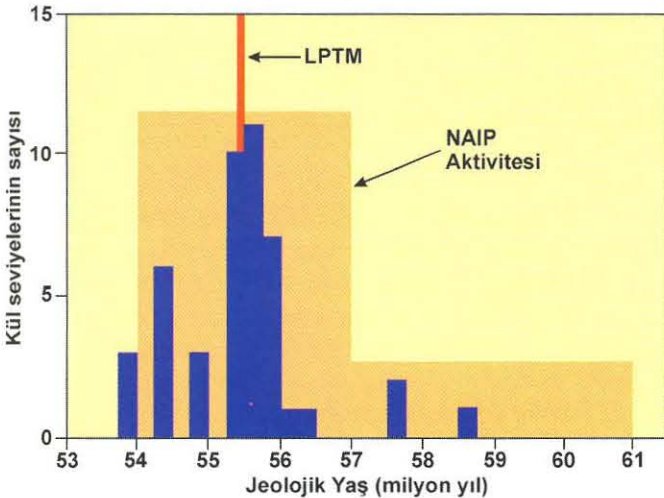
LPTM konusunda açıklanamamış çoğu nokta önemli bir tanesi dışında birbirine bağlanmış gözükmektedir. Sıcak tropikal suların derinlere gömülmesine sebep olan ve okyanus-iklim sistemini değişimin eşliğine iten bu kalp krizi benzeri olayı ilk olarak başlatan şey neydi?

1996 yılının başlarında, JOIDES Resolution isimli gemi Okyanus Sondaj Programı kapsamında kiralanaarak işe koyuldu. 300 foot uzunluğundaki silindirik tüpler içindeki deniz tabanı sedimanları haftalarca yüzeye analiz için çekildi. Ne yazık ki bu karotların büyük bir bölümü dikkate değer değildi. Ancak birgün, bilimadamları renkli bir sürprize karşılaştılar. Altı ve üstü gri sedimanlardan oluşan, ortası kırmızı, yeşil ve mavimsi seviyelerden oluşan bir volkan külü parfesi ortaya çıkmıştı. Bralower'a göre bu karotun ve diğerlerinin analiz sonuçları, Karayib volkanının tepesini 55 milyon yıl önce uçurduğuna işaret etmektedir. Kül seviyesinin hemen üstündeki sedimanlar, okyanussal kalp krizinin

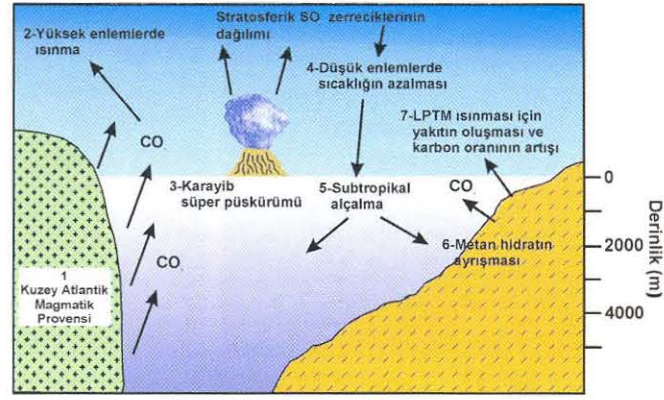
ve ani iklimsel hararetin kimyasal izlerini ve kitlesel ölüm-lerin delillerini taşıyordu. Bu saptamaya göre önce volkanın patladığı ve bunun sonucunda da LPTM'yi tetiklediği anlamı çıkartılıyordu.

Ancak volkanik patlamaların genellikle iklimsel soğumalara sebep olduğu bilinir. Dolayısıyla patlamanın küresel ısınma ile nasıl ilişkili olabileceği sorusu akla gelmektedir. Volkanlar atmosferin yüksek seviyelerine sülfat zerreciklerini fırlatıp, güneş ışığını engelleyerek iklimi soğuturlar. Filipinlerdeki Mount Pinatubo volkanı, 1991 yılında patladığı zaman zerrecikleri üç haftada yeryüzünü çevrelemiş ve sadece iki ayda gezegen yüzeyinin %42'sini kaplamıştı. Zerreciklerin şemsiye etkisi ortalama küresel sıcaklığı 1°F düşürmüştür ve en fazla soğuma, alçak enlemlerdeki okyanuslar üzerinde gerçekleşmiştir.

Karayib volkanının Pinatubo'dan birkaç bin kat daha fazla zerreciği atmosfere fırlattığı tahmin edilmektedir ve bu şimdiye kadar tarihte bilinen en büyük patlamadan daha büyüktür. Kül seviyelerinin kalınlığı esas alınarak, volkanın 10 milyar tondan daha fazla sülfat zerreciğini atmosfere fırlattığı tahmin edilmektedir. Pinatubo volkanı gibi Karayib volkanı da alçak enlemlerde yer alır. Dolayısıyla sebep olduğu soğuma olayı da alçak enlemlerdeki okyanuslar üzerinde etkili olmuş, olası en büyük soğuma olayıdır. Bu soğuma olayı, dünyayı bir değişimin eşğine getirmiştir. Uzun süreli ısınma yüzünden zaten ağırlaşmış olan okyanussal dolaşım ile, tropikal bölgelerdeki sıcak yüzey suları kutuplara doğru bu dönemde son derece yavaş bir şekilde çekilebiliyordu. Püskürmeden sonra, tropikal yüzey sularının biraz soğuması, tropikal bölgeler ile yüksek enlemler arasındaki sıcaklık farklılığını azaltmıştır. Bu olay okyanuslarda dolaşımı sağlayan kuvveti daha fazla zayıflatmıştır. Bu şekilde Bralower'in hipo-



1001 numaralı sondaj lokasyonunda rastlanılan ve Üst Paleosen'den Alt Eosen'e kadar olan 0.25 milyon yıllık artışta, tefra seviyelerinin sıklığını gösteren grafik. Frekans histogramları arasındaki boşluklar hiçbir tefra seviyesinin alınmadığı zaman aralıklarına karşılık gelmektedir. Kuzey Atlantik Magmatik Provensi (NAIP) faaliyetlerine ait zaman aralığı da aynı grafik üzerinde gösterilmiştir.



Geç Paleosen Termal Maksimumu dönemi için önerilen senaryoyu gösteren basitleştirilmiş şekil. Kuzey Atlantik Magmatik Provensinin (NAIP) (1) faaliyetleri, yüksek enlemlerde yoğunlaşan bir küresel ısınmaya neden olur (2). Karayib süper püskürmeleri (3) alçak enlemlerdeki ısınmayı daha da artırır (4). Nispeten yoğun olan subtropikal yüzey suları aşağılara çıkmaya başlar (5). Bu ılık sular, yamaç sedimanlarındaki metan hidratin ayrışmasına neden olur (6) ve LPTM ısınması için yakıt görevi gören bu olay, aynı zamanda karbon izotop oranlarında da artışa neden olur (7).

tezine göre daha fazla soğuyan ve daha yoğun hale gelen yüzey suları, kuzeye doğru akmak yerine oldukları yerde dibe batmaya başlamışlardır. Buna rağmen su, hala büyük miktarlarda ısı taşımaktaydı. Böylece okyanus diplerini ısıtmış ve metanhidratı eriterek, milyarlarca tonluk sera gazının baloncuklar şeklinde atmosfere yükselmesine izin vermiş ve zaten sıcak olan iklimin iyice hararetlenmesine sebep olmuştur.

Bralower'a göre, tropikal bölgelerde yer alan bir volkanın küresel ısınmanın başlangıcından hemen önce patlamış olması bir rastlantı olamazdı. Ancak diğer bilimadamları bundan emin değildi. Kennett volkanların her zaman püskürdüğüne işaret ederken, Dickens böyle bir patlamanın küresel ısınmayı tetiklemiş olabileceğine inanmıyordu. Ona göre okyanus-iklim sistemi basitçe uzun süreli ısınma yüzünden eşik atlamıştı.

Şüphelilik bilimin hatalı fikirleri defetmesine nasıl yarsa, Bralower'in hipotezi de eninde sonunda bir şekilde çürütülecektir. Ancak O, Dickens, Kennett ve diğerleri LPTM'den hayati dersler alınabileceği konusunda hemfikirler. Ancak alınan dersler küresel ısınmanın insanlığı bir şekilde 55 milyon yıl önce meydana gelen böyle hayretverici olayların tekrarına götüreceği anlamına gelmez. Günümüzde, kutuplar ile tropikal bölgeler arasında büyük bir sıcaklık farklılığı vardır. Bu farklılık bizi bu tip bir kargaşanın kendine özgü alametlerinden korur. Fakat yine de bizim geçmiştekine benzer bu tip sıkıntılardan tamamen sıyrılmamızı tam olarak sağlayamaz.

#### Kaynak

Tom YULSMAN'ın "The Day The Sea Stood Still" Ancient Eruptions, Global Warming and Mass Death (part I and II) başlıklı makalesinden sadeleştirilerek çevrilmiştir. GEOTIMES, February 1999/March, 1999