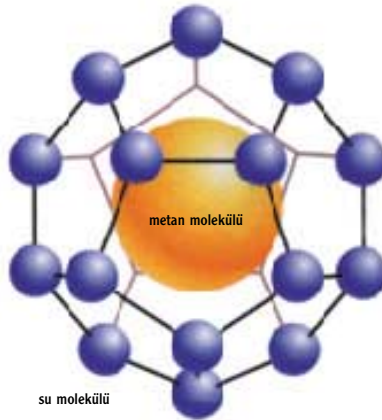


METANHİDRATLAR

GELECEĞİN ENERJİ KAYNAĞI

Enerji tüketimimiz son yıllarda hızla artıyor. 1997 yılında dünyanın yıllık petrol tüketiminin günde 73 milyon varil olduğu hesaplanmıştı. 2020 yılında bu miktarın günde 113 milyon varile ulaşacağı tahmin ediliyor. Petrol ve doğalgaz rezervlerinin sınırlı oluşu da göz önüne alınırsa, yakın bir gelecekte insanlığın yeni bir enerji kıtlığıyla karşı karşıya kalacağı açık. Bu nedenle yeni enerji kaynakları arayışına giren petrol ve doğal gaz endüstrisinin hedeflerinden biri, yeni yeni anlaşılmaya başlanan bir madde; metanhidrat. Yapısı, doğalgaz adıyla da bilinen metan ve katı haldeki sudan oluşan metanhidratlar, permafrost bölgelerde ve okyanus tabanlarındaki kıta sahanlıklarının kenarlarında, yüksek basınç ve düşük sıcaklık koşullarında çok yaygın bir biçimde bulunuyor. Örneğin, ABD Enerji Bakanlığı'ndan uzmanların hesaplarına göre, yeryüzündeki metanhidrat yataklarının yalnızca %1'i bile değerlendirilebilse, bu dünyadaki doğalgaz rezervlerinin toplamından daha fazla enerji sağlayacak.

Araştırmaların bugün geldiği noktada, yeryüzündeki metanhidrat birikimlerinin hacminin, 3 katrilyon m³'le 30 katrilyon m³ arasında olduğu tahmin ediliyor. Ancak, gaz hidratlar sanıldığı kadar bol bulunuyor olsa bile, şimdilik bu kaynaklardan ekonomik ve güvenli bir biçimde metan elde etmenin bir yolu yok. Doğal metanhidratlar, küresel ısınmayla bağlantılı oluşlarıyla



Metanhidratın yapısında, katı haldeki su moleküllerinin içine hapsedilmiş bir metan molekülü bulunur.

da gündemde. Metan, dünya atmosferinin yapısında bulunan belli başlı gazlardan biri. Bataklık bölgelerde, çöp alanlarında organik maddelerin bozunması ve hayvanlarda sindirim sırasında sürekli metan üretiliyor. Petrol ve doğalgaz üretimi sırasında da atmosfere metan salınıyor. Ancak, bu kaynakların hiçbiri küresel iklimi önemli ölçüde etkileyecek miktarda salıma neden olmuyor. Buna karşılık son araştırmalar, doğal metanhidrat birikiminden açığa çıkabilecek metan gazının, küresel iklimi etkileyebilecek düzeylerde olabileceğini gösteriyor. Metanhidratları konu alan araştırmalar, küresel iklim değişimlerinin de daha iyi anlaşılmasını sağlayacak.

Geç Kalan Keşif

Günümüzden yalnızca yirmi yıl kadar önce, metanhidratlar pek bilinmiyordu. Hidrat benzeri kimyasal maddeler, 1800'lü yılların başlarında laboratuvar ortamında keşfedilmiş olsa da, bu maddelerin doğada da var olduğu

1960'lı yıllarda anlaşıldı. Doğal metanhidratlar ilk kez 1960'larda Sibiryadaki doğalgaz rezervlerinde gözlemlendi. İlk alan araştırmalarıysa 1970'li yıllarda başladı. Son otuz yıldır kutup bölgelerinde ve okyanus tabanlarında yapılan birçok araştırmada, doğal metanhidratların, uygun basınç ve sıcaklık koşulları varsa büyük miktarlarda bulunabileceği anlaşıldı. Peki, madem metanhidrat doğada böylesine yaygın, neden bu kadar geç keşfedildi? Bunun en önemli nedeni, petrol ve gaz çıkarmak için üreticilerin öncelikle ılıman ya da tropikal iklimlerdeki karalarda bulunan "kolay" kaynaklara yönelmiş olmalarıydı. Denizlerdeyse, daha çok sığ sulardaki rezervler tercih ediliyordu. Metanhidratların en çok rastlandığı permafrost bölgelerde ve derin sulardaki sondajlarsa çok yakın bir zamanda başladı. Son zamanlarda metanhidratlara artan ilgi, yeryüzündeki birikimlerinin, kömür, petrol ve doğalgaz rezervlerinin tümünün toplamından çok daha fazla olmasından kaynaklanıyor. Bugün birçok ülkede, özellikle de Japonya gibi kendi fosil yakıt kaynakları bulunmayan ülkelerde, metanhidratlar üzerine araştırma-geliştirme programları bulunuyor.

Gaz hidratlar, birbirine bağlanarak ağ oluşturmuş katı haldeki "evsahibi" moleküllerle, kimyasal bir bağ olmaksızın bunların içine hapsolmuş uygun büyüklükteki "konuk" moleküllerden oluşur. Metanhidratın yapısında da, katı haldeki su moleküllerinin içine hapsolmuş bir metan molekülü bulunur. Yeryüzündeki metanhidrat birikimlerinin çoğunun kaynağı, okyanus tabanındaki organik maddelerin çürümesi sırasında ortaya çıkan metan gazı. Bu tür hidratlar, çürüyen bu maddelerin fazla ve çökelti oluşumunun hızlı olduğu yerlerde yoğun olarak bulunuyor. Yeryüzündeki metanhidrat birikimlerinin bir bölümü de, yerkabuğundaki kırılmaların manto tabakasından gelen metanın deniz tabanına çıkmasına izin verdiği bölgelerde, uygun basınç ve sıcaklık koşullarına bağlı olarak oluşmuş.

Son yıllarda doğal metanhidrat birikimlerinin hangi koşullarda oluştuğunun, yapılarının ve özelliklerinin anlaşılmasında önemli ilerlemeler kaydedilmiş olsa da, aslında bu alan daha



Metanhidratlarda Yaşam

Doğal metanhidratlar, günümüzün bazı ilginç biyolojik sorularının yanıtlarını da taşıyor. Çok yakın bir zamana kadar, okyanusların derin bölgelerinde deniz tabanına güneş ışığı girmemesi ve oksijensizlik nedeniyle buralarda yaşam olmadığı sanılıyordu. Son yılların en ilginç keşiflerinden biri, yeryüzünün derinliklerinde oksijen ve güneş ışığından yoksun yerlerde yaşayan ve gaz hidratlara uyum sağlamış canlıların bulunması oldu. 1997 yılında, Meksika Körfezi'nin tabanındaki doğal metanhidrat yığınlarında, hidratlardaki metanı besin olarak kullanan or-

ganizmalar bulundu. Metan yiyen ve tüp solucanlarıyla midye gibi canlılarla simbiyotik bir ilişki içinde yaşayan bakteriler bulundu. Bu bakterilerle beslenen canlıların da, burada yaşayan başka canlılara, denizyıldızı ve yengeç gibi ziyaretçilere besin oluşturduğu görüldü. Araştırmacıların en ilginç keşiflerinden biri de, besinlerini metanhidrat birikimlerinden yavaş yavaş salıyan metandan sağlanan "buz solucanları"nın bulunması oldu. Metanhidratlar üzerinde çalışan araştırmacıların bir çabası da bu yaşam topluluklarını incelemek ve korumak.

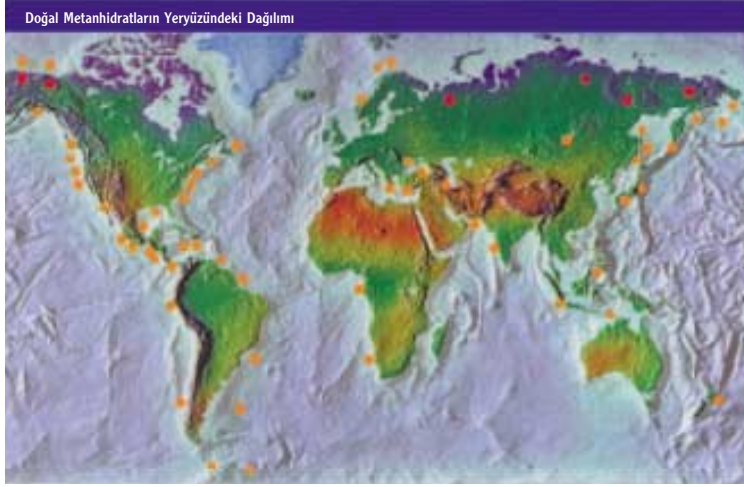
çok yeni sayılır. Metanhidratlardan enerji kaynağı olarak yararlanma aşamasına gelinebilmesi için, öncelikle bu birikimlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri konusundaki temel soruların yanıtlanması gerekiyor. Dünyanın birçok bölgesinde doğal metanhidratların varlığı, yalnızca bölgenin jeofiziksel yapısının araştırılması ya da çö-



kelti örneklerinin jeofiziksel incelenmesi gibi dolaylı yollardan anlaşılmış. Ancak, kapsamlı araştırmalar yapılan birçok bölge de var. Metanhidrat araştırmalarının yoğun olarak yürütüldüğü bölgelerden biri, Kuzey Amerika kıtasının kutba yakın bölgeleri. En iyi bilinen ve üzerinde en çok araştırma yapılan metanhidrat birikimlerinden biriyse, yine Kuzey Amerika'nın doğu kıyılarında bulunan Blake Sırtı. Burası, 1970'li yıllardan bu yana düzenli olarak incelendiği için, yeryüzünün başka bölgelerindeki metanhidrat araştırmalarında kullanılacak araçların ve yöntemlerin "ince ayarlarının" yapılması açısından büyük önem taşıyor. Metanhidrat araştırmaları açısından önem taşıyan üçüncü bölge, Meksika Körfezi. Burayı öteki bölgelerden

ayıran özellik, petrol ve doğalgaz çıkarma çalışmalarının çok yoğun olması. Metanhidrat birikimlerinden çözülen metanın petrol platformları, boru hatları ve öteki araçlar için tehlike oluşturması, buradaki araştırmaların önemini artırıyor. Metanhidratların enerji kaynağı olarak potansiyelini sınamak üzere ilk kez 1999 yılında, Japonya'nın Nankai bölgesinde kazılar yapıldı. Burasının, doğal metanhidratlardan ticari metan üretimi yapılacak ilk yer olması bekleniyor. Sonradan, Pasifik Okyanusu kıyılarında, Nankai bölgesinin özelliklerini taşıyan yeni bir bölge belirlendi. Oregon yakınlarındaki bu bölge, bilimsel araştırmalar açısından Dünya'nın en önemli metanhidrat yatağı olarak kabul ediliyor.

Doğal metanhidratları içeren çökeltiler okyanus tabanları ve kutuplar gibi yaşam açısından elverişsiz koşullarda bulunduğundan, çıkarılmaları ve laboratuvar araştırmaları için sak-



lanmaları güç. Araştırmacılar, doğal metanhidrat birikimlerini ve özelliklerini belirleyebilmek için, özel olarak geliştirilmiş çeşitli teknolojilerden yararlanıyorlar. Sonar araştırmalarıyla, deniz tabanındaki çökmeler, kaymalar, kabartılar gibi farklı yüzey şekilleri taranarak, deniz tabanının yüzeyine yakın yerlerde metanhidrat bulunup bulunmadığını belirten ilk ipuçları toplanıyor. Araştırmacıların deniz tabanının iç yapısını görüntülemek için başvurdukları yöntemse, sismik incelemeler. Sismik yansıma incelemeleri, okyanusların derinliklerinde

geniş alanların en hızlı ve doğru biçimde değerlendirilmesine yarıyor. Aşağıda gerçekten neler olduğunu anlamak ve sismik çalışmaları uyumlandırabilmek için bilim adamlarının çökelti örnekleri toplaması da gerekiyor. Hidrat çökeltilerinden örnek toplamak için en çok kullanılan yöntem "piston coring". Bu yöntemde, içi boş özel bir boru deniz

tabanına daldırılarak çökelti örneği alınıyor. Çökelti örneklerinin alınacağı yeri kesin olarak belirlemek için, sualtı araçlarına monte edilmiş özel görüntüleme aygıtlarından da yararlanılıyor. Kimi zaman bu şekilde "sağlam" örnekler elde etmek mümkün oluyor. Ancak genellikle, boru gemiye çekilirken, basınç ve sıcaklık değişimi nedeniyle metanhidrat çözünerek metan ve suya dönüşüyor. Bu nedenle araştırmacılar, ellerinde kalanların jeokimyasal yapısını inceleyerek, aşağıdaki hidrat birikiminin yapısını ve miktarını belirlemeye çalışıyorlar.

Meteor Araştırma Gemisi Karadeniz'deydi

Denizlerdeki metanhidrat çökeltileri konusunda çok yönlü bilgi toplama yönelik araştırma programları yeni yeni oluşturulmaya başlandı. Bu araştırma programlarının en önemlilerinden biri de, Almanya'nın Kiel kentindeki Christian-Albrecht Üniversitesi'nin Deniz Bilimleri Araştırma Merkezi'nce (GEOMAR) yürütülüyor. GEOMAR araştırmacıları, 2 Ocak - 1 Şubat 2002 tarihleri arasında, deniz tabanındaki metanhidrat çökeltilerini incelemek üzere Meteor araştırma gemisiyle Karadeniz'deydi. MARGASH araştırma gezisinin amacı, Karadeniz'deki metanhidrat çökeltilerini ve bu çökeltilerin dinamiklerini daha iyi anlamaktır.

Son 30 yılda Karadeniz'de Rus bilim adamlarınca düzenlenen birçok araştırma, deniz tabanının yüzeyine yakın yerlerde büyük metanhidrat birikimleri olduğunu ortaya koymuştu. Ayrıca birçok bölgede metan sızmaları olduğu da biliniyordu. Bunların, sürekli değişiklik gösteren ve tepkimeye oldukça hazır metan depoları olduğu, hatırı sayılır uzaklıklardan bile çevreyi etkiledikleri sanılıyor. METEOR araştırma gemisiyle Karadeniz'e gelen araştırmacıların bir ay süren incelemeleri de, Karadeniz'deki metanhidrat çökeltilerinin

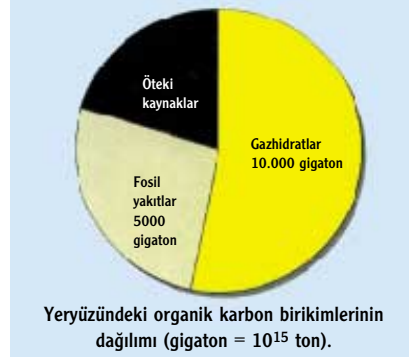
dağılımı, yapısı ve özellikleriyle, buldukları çevreyle etkileşimlerini konu alıyordu. GEOMAR araştırmacıları, yeryüzünün benzer özel-

likteki öteki bölgelerine bakarak, Karadeniz'de deniz tabanında metanhidrat birikimlerinin çıkma olasılığını tahmin ediyorlardı.



Metanhidratlardan Yararlanmak

Doğal metanhidratların yapısında bulunan metanı çıkarmak amacıyla, tek başına ya da birlikte kullanılabilen üç farklı yöntemden yararlanılabileceği tahmin ediliyor. Bu yöntemler temelde, metanhidrat birikimlerindeki sıcaklık ve basınca müdahale ederek metan gazını serbest bırakacak değişimler yaratmaya dayanıyor. Metanhidrat birikimindeki basıncı azaltmak, kullanılabilir yöntemlerden ilki. Yüksek basınç, gaz hidratlardaki suyun donma noktasını yükseltiyor, yani 0 derecenin üzerinde de var olmalarını sağlıyor. Araştırmacılar, hidrat birikimlerinde yapılacak sondajların, basıncın azalmasına neden olacağı için buzların erimesini ve metanın serbest kalmasını sağlayacağını düşünüyorlar. Metanhidrat birikiminde sıcaklığı arttırmaksa, kullanılabilir bir başka yöntem. Bunun için, yüzeyden buhar enjeksiyonu yapmak ya da hidratların altına sıcak sıvılar salmak gibi uygulamalar ilk akla gelenler. Başvurulabilecek yöntemlerin üçüncüsüyse, metanhidrat birikimine kimyasal maddeler



enjekte etmek. Bilim adamları, tıpkı yollara dökülen tuzun buzları eritmesi gibi kimyasal maddelerle metanhidrat birikimindeki buzları eritmeyi düşünüyorlar. Ancak, hangi yöntem kullanılırsa kullanılsın, metanhidratların yapısındaki buzları eritmenin nasıl bir sonuç vereceğini önceden kestirmek güç. Çalışma yapılan yerin çevresindeki gazın dengesini bozmak, patlamalara ya da toprak kaymalarına neden olabilir.

Öte yandan, doğal metanhidratlardaki gazın çıkarılmasıyla ilgili belki en önemli sorun, bu birikimlerin geniş alanlara yayılmış olmasına karşın, yoğunluğunun az olması. İkinci bir engelse, doğal metanhidrat birikimlerinin bulunduğu çökeltilerin özellikle

rinden kaynaklanıyor. Dünyadaki hidrat kaynaklarının çoğu, 500-700 metreden derin sularda, kıta sahanlıklarının kıyısındaki çökeltilerde bulunuyor. Çökeltiler, çok büyük miktarlarda su ve hidrat içermelerine karşın, ince parçacıklardan oluştuğu ve homojen özellikte olduklarından gaz ve sıvıların kaçmasına izin verecek geçirgenlikte olmuyorlar. Permafrost bölgelerde yapılacak kazılarda bu güçlüğü yenmek için yapay yollarla çökeltilerin geçirgenliği artırılabilir. Ancak, yumuşak, deforme olmaya yatkın okyanus tabanlarında bu yöntemi kullanmak mümkün değil. Sonuç olarak, denizlerde hidrat üretimi, büyük bir olasılıkla, en azından ilk başlarda, karalarda ve Japonya'daki Nankai Çukuru ya da Kuzey Amerika'daki Cascadia Sınırı gibi, daha heterojen ve kaba taneli çökeltilerin bulunduğu, tektonik açıdan etkin kıta sahanlıklarında gerçekleşecek gibi görünüyor.

Metanhidratlar ve İklim

Küresel ısınma eğiliminin büyük önem kazandığı günümüzde, enerji kaynakları konusundaki herhangi bir tartışmada fosil yakıt kullanımının kü-



Araştırma ekibinin başkanı Gerhard Bohrmann'ın Bilim ve Teknik'e verdiği bilgilere göre, şimdilik Karadeniz'deki metanhidrat birikimlerinin miktarı konusunda bir tahminde bulunabilmek güç. Ancak, Karadeniz'deki metanhidrat birikimlerinin deniz tabanının yüzeyine yakın yerlerde bulunması burayı hidrat araştırmaları açısından ideal kılıyor. Bohrmann, Ka-

radeniz'de inceledikleri çamur yanardağlarının hemen hepsinde, metanhidrat birikimlerine rastladıklarını belirtiyor. Bunların arasında özellikle Dvurechenskii adlı çamur yanardağının çok etken olduğu ve metan saldığı görülmüş. Araştırmacılar çamur yanardağlarının, metanhidratlar metan salımı arasında önemli bir köprü oluşturduğunu düşünüyorlar.

Araştırma ekibinde, Almanya, Fransa, Ukrayna ve Rusya'dan jeofizikçiler, jeokimyacılar, biyologlar, denizbilimciler ve meteorologlar bulunuyor. Karadeniz'deki araştırma gezisi, deniz dibinde oksijensiz ortamda yaşayan canlıların incelenmesini ve metanhidrat çökeltileriyle atmosferdeki metan arasındaki ilişkinin araştırılmasını da kapsıyordu.

Gerhard Bohrmann, Karadeniz'deki metanhidrat çökeltilerinin ve çevreyle ilişkilerinin



tam olarak anlaşılabilmesi için, daha pek çok araştırma gezisi düzenlenmesi gerektiğini belirtiyor. GEOMAR araştırmacıları ileride Karadeniz'in Türk sularında kalan bölgelerinde düzenleyecekleri araştırma gezilerinde ülkemizden araştırmacılarla işbirliği yapmayı planlıyorlar.

resel iklime etkilerinin göz ardı edilmesi olanaksız. Peki, gaz hidratlarla, sera gazlarına bağlı küresel ısınma arasında ne gibi bir bağlantı var? Aslında gaz hidratların enerji kaynağı olarak kullanımı, enerji tasarrufuna duyulan gereksinimi ortadan kaldıracaktır. Bir birim enerji elde etmek için yakılan metan, aynı enerjiyi elde etmek için yakılan petrol ve kömüre göre çok daha az karbondioksit çıkarıyor. Öte yandan, karbondioksitin etkisiyle karşılaştırıldığında, metanın sera gazı olarak etkisi çok daha fazla. Yani, gaz hidratlardaki metan gazının kaza sonucu ya da planlanmış olarak salımının, küresel iklim üzerinde önemli etkileri olabilir. Birçokları, derin sulardaki insan etkinlikleri küçük ölçekli ve yerel metan salımlarına neden olsa bile, bunların küresel iklime etkisinin göz ardı edilebilecek oranda olacağını düşünüyor. Ancak, çökeltilerin kimyasal değişimi (bozunma), erozyon, çökme ve deniz tabanının yükselmesi, küresel sıcaklık döngüleri ve deniz seviyelerindeki değişimler gibi, sürüp giden doğal süreçlerin deniz tabanındaki sıcaklık ve basınç özellikleri üzerindeki etkilerini göz ardı etmemek gerekiyor. Küresel sıcaklıklardaki küçük bir artış ya da basınçtaki küçük bir azalma, metanhidratların dengesini bozabilir ve serbest kalacak metan gazı, küresel iklimde önemli değişimlere yol açabilir. Doğal metanhidrat birikimindeki metanın, atmosferdeki metan miktarının 3000 katı kadar olduğu hesaplanmış. Ancak, hangi jeolojik ya da atmosferik süreçlerin çökeltilerdeki metan dengesini etkileyebileceği ve atmosfere metan salımına neden olacağı konusunda henüz yeterli bilgi bulunmuyor. Örneğin, kıta sahanlıklarında deniz seviyelerindeki düşüşlerin neden olduğu kaymalar sonucu atmosfere metan salınabileceği düşünülüyor. Öte yandan, deniz seviyelerinin yükselmesi nedeniyle kutup bölgelerindeki çökeltilerin ısınması da atmosfere metan salımına neden olabilir. Bugün araştırmalar, yeryüzündeki metanhidrat birikintilerinin değişim içinde olduğunu, çevrede sürüp giden doğal değişimlere karşılık olarak metan soğurup saldıgını gösteriyor.



Metan gazının, geçmiş jeolojik zamanlarda iklim özelliklerini belirlemede önemli rol oynadığı biliniyor. Örneğin, günümüzden yaklaşık 65-55 milyon yıl önce, Paleosen dönemde hidratlardan büyük oranda metan açığa çıkmış ve bu gazların birikmesi Geç Paleosen dönemde iklimin ısınmasına neden olmuştu. Bütün bu olayları neyin tetiklediği henüz tam olarak bilinmediğinden, yeniden ortaya çıkıp çıkmayacakları tahmin edilemiyor. Ancak, doğal yollarla gerçekleşen metan salımı, günümüzde de sürüp giden bir süreç. Araştırmalara göre, bu salımın yıllık miktarı konusundaki tahminler, 10^{11} 'le 10^{14} gram arasında değişiyor. Ancak bu tahminler, petrol rezervlerinden kaynaklanan metan salımını bile dikkate almadan, yalnızca bakterilerce salınan metan miktarına dayanıyor. Araştırmacılara göre, metanhidrat çökeltilerinin bulunduğu kıta sahanlıklarının kenarlarındaki metan salımı da ölçülebilecek olsa, bu miktar çok daha büyük olacak.

Geçmiş buzul çağlarının kalıntılarıyla gezegenimizin Grönland ve Antarktika'daki buz tabakasına hapsedilmiş, eski atmosferine ait örneklerin kimyasal inceleme sonuçları, Dünya'nın küresel ikliminin geçmiş dönemlerden bu yana sürekli olarak büyük değişimler geçirdiğini gösteriyor. Birçok araştırmacıya göre bunlar, Dünya'nın ekseninin yörünge düzlemine olan açıdaki periyodik değişimlerden kaynaklanmıştı. Öte yandan, buzul örneklerinde yapılan incelemeler, bu değişimler sırasında atmosferdeki karbondioksit ve metan oranlarının da değişimlerden geçtiğini gösteriyor. Buzul dönemlerinin baş-

langıcında, atmosferdeki karbondioksit ve metan oranı yavaş yavaş azalıyor ve yaklaşık olarak bu dönemlerin bitişine gelen zamanlarda hızlı bir artış gösteriyordu. Birçok araştırmacıya göre, Dünya atmosferinin geçirdiği bu değişimler, doğal metanhidratlardaki metan gazının salımıyla ilgiliydi.

Doğal metanhidrat çökeltilerindeki metan gerçekten 21. yüzyılın enerji kaynağı olacak mı? Metanhidratın yaygın bir biçimde bulunması,

enerji kaynaklarıyla ilgili uluslararası güç dengelerini zorlayacağı ve bugün enerji kaynakları açısından başkalarına bağımlı durumdaki ülkelerin, kendilerine yetecek kaynaklara kavuşmasını sağlayacağı benziyor. Metanhidratların miktarı konusundaki tahminler gerçekten de şaşkınlık verici ölçeklerde. Ancak, en azından yakın bir gelecekte, bu kaynakların rezerve dönüştürülemeyeceği, yani ekonomik açıdan verimli bir biçimde çıkarılamayacağı da ortada. Metanhidratlardan gaz üretimi yapmak için ilk çalışmalar, permafrost bölgelerdeki birikimlerde gerçekleştirilecek. Hidrat birikimlerinin çok küçük bir bölümü bu bölgelerde bulunsa da, bu birikimler hidratların farklı üretim yöntemlerine nasıl tepki vereceğini anlamak açısından önem taşıyor. Aslında, metanhidratlardan gaz elde etmek konusundaki asıl zorluk, kaynakların büyük miktarının, çökeltilere yayılmış olması. Petrol ve doğalgaz kaynaklarında olduğu gibi, üretimin ekonomik açıdan verimli olması için, öncelikle yeryüzünde metanhidrat derişiminin yüksek olduğu bölgelerin belirlenmesi gerekiyor. Bunun için de öncelikle gelişmiş sismik ve öteki uzaktan görüntüleme yöntemlerine gereksinim duyuluyor. Araştırmacılar, doğal metanhidratlardan enerji kaynağı olarak yararlanmanın yollarını bulmanın yanı sıra, metanhidratların küresel iklimle bağlantısını da ortaya çıkarmaya çalışıyorlar.

Aslı Zülâl

Kaynaklar:
<http://www.gashydrate.de/>
<http://woodshole.er.usgs.gov/>
<http://www.netl.doe.gov/>