

Gelecekte Petrolün ve Kömürün Yerini Alması Beklenen Yeni Bir Enerji Türü

Kaya Gazı

Kaya gazı doğal gazın kayaçların içine hapsolmuş şeklidir. Doğal gaz kömür ve petrole göre daha az karbon salımına sebep olduğu için daha temiz ve çevreci bir yakıt türü olarak kabul edilir. Daha önceleri çıkarılması yeterince ekonomik olmayan kaya gazının büyük miktarlarda üretimi, sondaj ve hidrolik çatlatma yöntemlerinin geliştirilmesiyle mümkün oldu. Ancak üretim süreçlerinin çevreyle ilgili olarak yol açtığı endişeler, bu yeni enerji türünün gerçekten çevreci bir enerji kaynağı olup olmadığıyla ilgili soruların ortaya çıkmasına neden oluyor.

Bugüne kadar kaya gazından enerji elde edilmesi ABD'ye özgü bir olgu olarak biliniyordu. Çünkü ABD günümüzde ihtiyacı olan doğal gazın yaklaşık üçte birini -kaya gazının 2000'li yıllara kadar doğal gaz arzında önemli bir katkısı yoktu- kaya gazından sağlıyor. 2040 yılında bu oranın %50'ye ulaşması bekleniyor. Yani ABD ileride doğal gaz ihtiyacının tamamını kendi kaynaklarından karşılayabilir. ABD'nin toplam doğal gaz tüketiminin Türkiye'ninkinin yaklaşık 15 katı olduğu

düşünülürse, ABD'nin kaya gazından elde ettiği doğal gaz miktarının Türkiye'nin toplam ihtiyacının 5 katı olduğu görülür.

Doğal gaz yeraltındaki jeolojik yapılarda hapsolmuş organik maddelerin, yüksek sıcaklık ve basınç altında milyonlarca yıl boyunca değişim geçirdikten sonra parçalanarak karbondan ve hidrojen oluşmuş bileşikler olan hidrokarbonlara dönüşmesiyle oluşur. Doğal gaz çoğunlukla metandan oluşsa da daha ağır hidrokarbon bileşikler, örneğin etan, propan, butan içeren bir fosil yakıt türüdür.

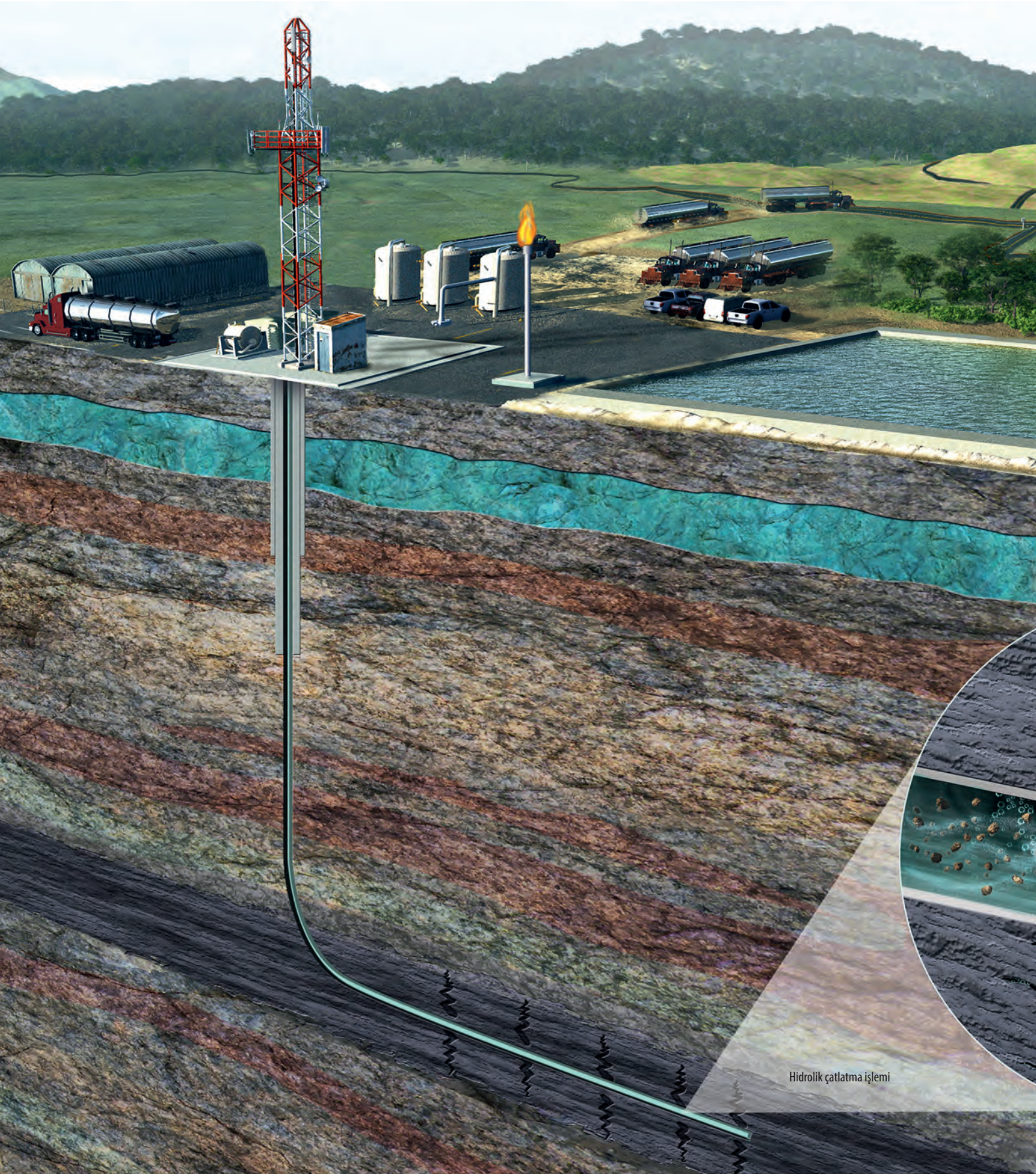
Doğal gazın oluşum sürecinde çevresindeki kayaçların yapısındaki boşluklar (gözenekliliği) ve geçirgenliği -yani bir sıvının ya da gazın kayacın içinden geçebilmesi- önemli rol oynar. Örneğin kumtaşı gözenekliliği ve geçirgenliği yüksek bir kayaç türüdür, bu nedenle doğal gaz ve petrol kumtaşının içinden kolayca geçebilir. Oluşan doğal gaz kayaçların içindeki boşluklar boyunca yüzeye doğru hareket eder. Ancak geçirimsiz bir kayaç tabakasıyla karşılaştığında yeryüzüne ulaşmadan orada birikir.

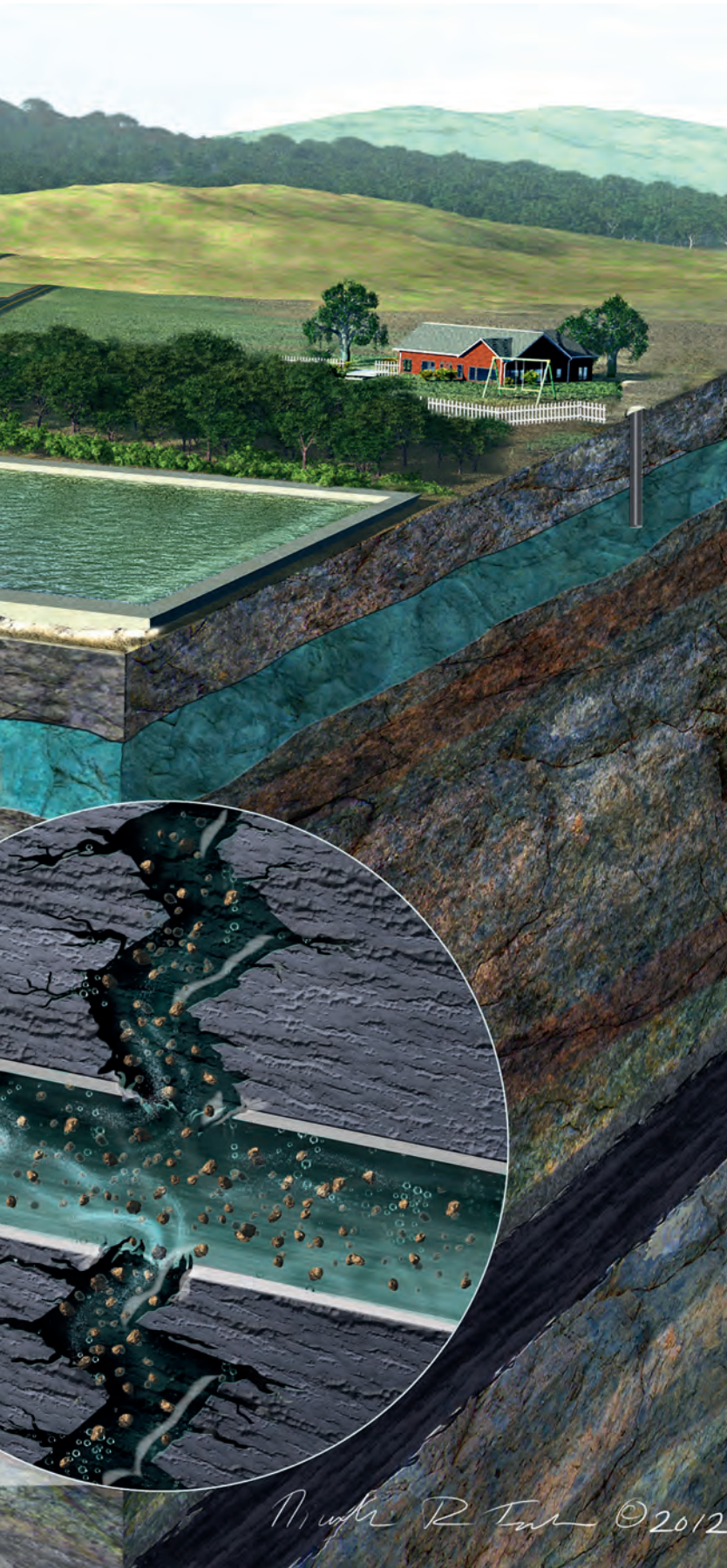
Gerçekten Yeterince Verimli ve Çevreci mi?

Doğal gaz yeraltında bilinen bu birikme türü dışında farklı şekillerde de bulunabilir. Kömür yataklarında oluşan doğal gazın ve kristal haldeki su moleküllerinde hapsolmuş metan gazının da (metan hidrat) aralarında bulunduğu alternatif doğal gaz kaynaklarından biri de kaya gazıdır.

Kaya gazı bir tortul kayaç türü olan şeylin yapısındaki gözeneklerde hapsolmuş bir doğal gaz çeşididir. Kolayca parçalanabilen, ince katmanlar halindeki şeylin yapısındaki boşluk oranı yüksek olmasına rağmen geçirgenliği düşüktür. Bir kayaçın yapısındaki boşluk oranı yüksekken geçirgenliğinin neden düşük olduğu sorusu akla gelebilir. Geçirgenlik malzemenin yapısındaki boşlukların büyüklüğü, boşlukların birbiri ile bağlantısı ve malzemenin yapısıyla ilişkilidir. Birbiri ile teması aynı düzeyde olan boşlukların boyutu büyükse geçirgenlik yüksek, küçükse düşüktür. Ancak boşluk oranı yüksek olsa da boşlukların birbiri ile teması yoksa kayaç geçirgen olmayabilir.

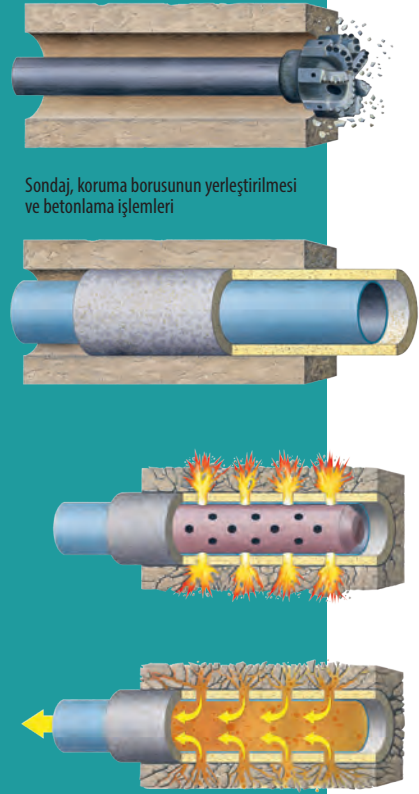
Geçirgenliğinin düşük olması nedeniyle şeylin içinde oluşan doğal gaz geçirgenliği daha yüksek kayaçlara doğru hareket edemez ve oluştuğu kayacın içindeki çok küçük gözeneklerde hapsolür. Bu nedenle kaya gazından enerji etme sürecinin maliyeti doğal gaza göre daha yüksektir. Ayrıca doğal gazın yer altından çıkarılmasında kullanılan dikey sondaj yöntemi kaya gazının eldesi için yeterince verimli bir yöntem değildir. Ancak 2000'li yılların başından itibaren doğal gaz fiyatlarının artması, yatay sondaj ve hidrolik çatlatma teknolojilerinin gelişmesi kaya gazının alternatif bir enerji kaynağı olarak kullanılmasına imkân sağladı. >>>





Kaya gazı çıkarılırken dikey ve yatay sondaj yöntemleri bir arada uygulanır. Yeraltı sularının kirlenmesini önlemek için işlemin ilk aşamasında uygulanan dikey sondajın derinliğinin, en az içme suyunun sağlandığı yeraltı su tabakasının altına ulaşması gerekir. Sondaj yapıldıktan sonra yeraltı sularını korumak için sondajla açılan kuyuya çelik koruma borusu yerleştirilir ve borunun etrafındaki boşluk beton ile doldurulur. Yeraltı sularını korumak için bu işlem kuyunun yüzüne yakın olan kısımda birkaç kez tekrarlanır ve çok katmanlı bir koruma tabakası oluşturulur. Sondaj derine indikçe koruyucu katmanların sayısı azalır. Kaya gazı yatağının bulunduğu derinliğe ulaşıldığında sondaja yatay olarak devam edilir. Yatay kısımda açılan boşluğa da çelik koruma borusu yerleştirilir ve etrafı beton ile kaplanır.

Sondaj tamamlandıktan sonra delik açma mermileri kullanılarak yatay borularda delikler oluşturulur. Daha sonra kayalarda çatlaklar oluşturmak için borulara hidrolik çatlatma sıvısı adı verilen bir sıvı pompalanır. Hidrolik çatlatma sıvısı %98-99,5 oranında sudan ve kumdan oluşur. Küçük ve sert yapısıyla kum, oluşan çatlakların açık kalmasını sağlar. Hidrolik çatlatma sıvısı boruların korozyona uğramasını engelleyen, borularda farklı tür tortuların oluşmasını önleyen ve boru ile hidrolik sıvısı arasındaki sürtünmeyi azaltan kimyasal katkı maddeleri içerebilir.



Sondaj, koruma borusunun yerleştirilmesi ve betonlama işlemleri

Çelik koruma borusunda ve betonda delik açma mermisi ile delikler açılarak hidrolik çatlatma sıvısının kayalara ulaşması sağlanıyor.

Kaynaktan mümkün olan en yüksek miktarda kaya gazı çıkarılabilmesi için yatay sondaj bölgesindeki çatlatma işlemi birçok kez tekrar edilebilir.

Oluşan çatlaklar sayesinde kayacın yapısındaki gözeneklerde hapsolmuş doğal gaz hidrolik çatlatma sıvısına geçer. Hidrolik çatlatma sıvısıyla birlikte yüzeye çıkan doğal gaz ayrılarak depolanır. Hidrolik çatlatma sıvısının yüzeye geri dönen kısmının miktarı, sondaj bölgesinin özelliklerine göre değişir. Yeraltında kalan kısmı ise kayalar tarafından soğurulur.



Ancak sondaj ve hidrolik çatlatma işleminin depremleri tetikleme ihtimali, çatlatma işlemi sonucunda hidrolik çatlatma sıvısının yeraltı sularına karışma tehlikesi ve yüze geri dönen atık suyun oluşturduğu kirlilik kaya gazının çevreci bir enerji kaynağı olup olmadığıyla ilgili soruların ortaya çıkmasına neden oluyor.

Yeraltı sularının kirlenmesinin temel sebeplerinin, yeraltına gönderilen ve bir kısmı kayaçlar tarafından süğürülen hidrolik çatlatma sıvısının içindeki kimyasal maddeler ve açığa çıkan doğal gaz olduğu düşünülüyor.

ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) 2011 yılında ABD'nin Wyoming eyaletinin Pavillion kasabesindeki sığ ve derin yeraltı sularında kirlilik tespit edildiğini ve kirliliğin kaya gazı üretimindeki sondaj ve hidrolik çatlatma sürecinden kaynaklandığını gösteren bir taslak rapor yayımlamıştı. Ancak EPA tartışmalı bu rapordan iki yıl sonra, zararlı kimyasalların derin bölgelerden sığ bölgelerdeki yeraltı sularına geçişiyle ilgili kanıtların yeterli olmaması nedeniyle incelemeleri durdurdu. Duke Üniversitesi'nden Rob Jackson koruma borusu etrafındaki sağlamlaştırma işlemlerindeki yetersizlikler nedeniyle oluşan sızıntıların yeraltı sularındaki kirliliğin temel sebebi olduğunu söylüyor.

Özellikle sığ bölgelerde, içme suyu elde edilen yeraltı sularındaki kirlenme bu sürecin doğru uygulanmasıyla engellenebilir. Ayrıca çatlatma işlemi uygulanan derinlik ile içme suyunun elde edildiği yeraltı suyunun derinliği arasındaki mesafenin büyük olması, zararlı kimyasal maddelerin içme suyuna karışmasını zorlaştırır.

Ancak kaya gazı çıkarılan bölgelerde, içme sularındaki hidrokarbon miktarının normalin üstünde olduğunu gösteren çalışmalar var. Profesör Rob Jackson ve arkadaşları *Proceedings of the National Academy of Sciences* dergisinde yayımlanan çalışmalarında Pennsylvania ve New York'taki kaya gazı oluşum bölgelerindeki içme sularında, başta metan olmak üzere farklı hidrokarbon bileşiklerini tespit etti. Ancak metanın kayaçlardan doğal yollarla mı salındığı yoksa çatlatma işlemi sonucu mu yeraltı sularına karıştığı tam olarak bilinmiyor.

İngiltere'deki Durham Üniversitesi'nden araştırmacılar ise hidrolik çatlatma işleminin depremler üzerindeki etkisini inceledi. Araştırmada muhtemel nedenleri insan kaynaklı faaliyetler (örneğin madencilik, jeotermal sondaj, kaya gazının çıkarılması esnasında uygulanan hidrolik çatlatma) olan ve büyüklüğü 1,0-7,9 arasında değişen 198 deprem incelendi. Araştırmacılar fay bölgelerindeki sıvı basıncını artırdığı için hidrolik çatlatma işleminin depremlere neden olabildiğini, ancak bu depremlerin büyüklüğünün (çalışmada incelenen depremler arasında hidrolik çatlatma işleminin sebep olduğu en büyük deprem 3,8 büyüklüğündeydi) insan kaynaklı başka faaliyetlerin tetiklediği depremlere göre çok daha düşük olduğunu yani bu işlemin büyük depremlere sebep olmadığını belirtiyor.

Bugün dünya toplam enerji ihtiyacının %80'ini fosil yakıtlardan sağlıyor. Ancak diğer fosil yakıtlara göre daha az sera gazı salımına sebep olan doğal gazın enerji arzına katkısı kömür ve petrole göre daha düşük. Kaya gazının da aralarında bulunduğu alternatif doğal gaz kaynaklarının, toplam doğal gaz rezervlerinden elde edilen enerji miktarının artmasını sağlayacağı, kömür ve petrole alternatif enerji kaynakları olabileceği düşünülüyor. Toplam enerji ihtiyacının %70'ini kömürden karşılayan ve dünyanın atmosfere en çok karbondioksit salan ülkesi olan Çin'in en yüksek kaya gazı rezervine sahip olan ülke de olması Dünyanın geleceği için büyük bir avantaj olarak kabul edilebilir.

Kaya gazı rezervlerine yönelik araştırmalar her geçen gün hızlanıyor. ABD Enerji Enformasyon Kurumu (EIA) Haziran 2013'te yayımladığı raporda 41 ülkedeki 137 farklı kaya gazı oluşumuna ait değer-

lendirmeye sonuçlarını yayımladı (2011'de yayımlanan bir önceki rapora göre incelenen rezervlerin sayısı yaklaşık iki kat artmış). Ayrıntılı jeolojik incelemelerine yer verilen raporda, kaya gazının çıkarılmasının teknik olarak mümkün olduğu oluşumların yanı sıra riskli oluşumlara ait veriler de yer alıyor. Aralarında Türkiye'nin de bulunduğu birçok ülke kaya gazı rezervlerine yönelik araştırma faaliyetlerine başlasa da günümüzde sadece ABD ve Kanada kaya gazından önemli miktarda enerji elde ediyor. Kuzey Amerika ülkeleri dışında kaya gazından ticari olarak enerji elde eden tek ülke olan Çin ise toplam doğal gaz üretiminin sadece %1'ini kaya gazından sağlıyor.

Kaya gazı Türkiye'nin enerji ihtiyacı için umut verici bir kaynak. Toplam enerji ihtiyacının yaklaşık üçte birini doğal gazdan sağlayan Türkiye'nin, doğal gaz üretimi toplam tüketiminin ancak %1,4'ünü karşılıyor. EIA'nın son raporunda Türkiye'nin çıkarılabilir kaya gazı rezervlerinin kapasitesinin 680 milyar metreküp (doğal gaz rezervlerinin kapasitesinin 10 katından fazla) olduğu tahmin ediliyor. 2013 yılındaki doğal gaz tüketimimizin yaklaşık 45 milyar metreküp olduğu düşünülürse bu rakamın önemi anlaşılabilir. Türkiye'deki kaya gazı rezervleri Güneydoğu Anadolu havzasında (Dadaş) ve Trakya havzasında (Hamitabat) bulunuyor. Sivas ve Tuz Gölü havzalarında da kaya gazı oluşumlarının bulunduğu belirlense de bu bölgelerdeki kaynakların kapasitesiyle ilgili herhangi bir tahmin yapılmamış.

Sera gazı salımına katkısının daha az olduğu ve kullanılabilir durumdaki kaynaklarının kapasitesi dikkate alındığında, kaya gazı kömür ve petrole alternatif bir enerji kaynağı olabilir. Üretimleri zor olduğu için kaya gazı ve alternatif diğer doğal gaz kaynaklarının maliyetleri doğal gazla göre daha yüksek. Ancak doğal gaz kaynaklarının kapasitesini artırdığı için doğal gaz fiyatlarının düşmesine neden oluyorlar. Bilimsel çalışmalar kaya gazı üretimindeki sondaj ve hidrolik çatlatma süreçlerinin muhtemel zararlarının etkisinin az olduğunu, ancak tamamıyla görmezden gelinemeyeceğini gösteriyor.

Kaynaklar

- U.S. Energy Information Administration (EIA), *Annual Energy Outlook 2013 with Projections to 2040* (2013); [http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383\(2013\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383(2013).pdf)
- U.S. Energy Information Administration (EIA), *Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: An Assessment of 137 Shale Formations in 41 Countries Outside the United States* (2013); <http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/fullreport.pdf>
- The International Energy Agency (IEA), *2012 Key World Energy STATISTICS* (2012) <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/kwes.pdf>
- The International Energy Agency (IEA), *Golden Rules for a Golden Age of Gas World Energy Outlook Special Report on Unconventional Gas* (2012) http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebsite/2012/goldenrules/weo2012_goldenrulesreport.pdf
- <http://www.eia.gov/countries/>
- http://www.eia.gov/totalenergy/data/annual/peccs_diagram.cfm
- Stephen G. Osborn ve ark., "Methane contamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Cilt 108, Sayı 20, s. 8172-8176, 2011.
- Richard Davies ve ark., "Induced seismicity and hydraulic fracturing for the recovery of hydrocarbons", *Marine and Petroleum Geology*, Cilt 45, s. 171-185, 2013.
- <http://www.epa.gov/safewater/uic/pdfs/hfresearchstudyfs.pdf>