

## Enerji Sektöründe Kaya Gazının Rolü

Süleyman KARSLI<sup>1</sup>

**ÖZET:** Enerji konusunda kritik dengelerin görüldüğü günümüzde ABD (Amerika Birleşik Devletleri) enerji sektöründe sürpriz sayılabilecek bir adım atmıştır. Önemli kaya gazı rezervlerine sahip olan ABD, kaya gazını sadece üretmekle kalmayıp aynı zamanda ihraç etmeye de başlamıştır. Bununla beraber kaya gazı potansiyeli bakımından zengin Çin, Hindistan ve Latin Amerika'nın yakın gelecekte ne yapacakları merak konusu olmaya başlamıştır. Bu gelişme iki önemli soruyu beraberinde getirmiştir. Birincisi; AB, Çin ve Türkiye gibi ülkelerin bütçe harcamalarında en önemli yer tutan enerji giderleri, artan kaya gazı üretimiyle makul seviyelere inebilir mi? İkinci olarak; Rusya, Suudi Arabistan gibi enerji gelirleri ile ayakta duran ekonomiler bundan ne ölçüde etkilenir? Bu çalışmada dünya enerji piyasasında gün geçtikçe popülerliğini artıran kaya gazının üretiminden tüketimine kadar ilerleyen proseslerdeki gelişmeler ele alınacaktır. Önümüzdeki günlerde kaya gazı rezervlerinin artmasıyla oluşabilecek ekonomik, ekolojik ve sosyal etkiler geniş yankı bulacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Kaya Gazı, enerji, fosil enerji kaynakları

## The role of Shale Gas in the Energy Sector

**ABSTRACT:** Recent days showed the presence of a critical balance on Energy and the US has taken a surprise step in the energy sector. US with large shale gas reserves, not only produce the shale gas has also begun to export. In parallel with these developments in terms of the rich shale gas potential China, India and Latin America has become close to the wonder of what to do in the future. This development has brought about two important questions. Countries such as China, EU and Turkey that holds the most important place in budget spending energy costs, with increased shale gas production is it down to a reasonable level? How will the Russia, Saudi Arabia and the Gulf states standing with energy revenues as the economy effect? In this study the shale gas which increase its popularity day by day, will be discussed from production to consumption. In the coming days, economic, ecological and social effects connected with increased shale gas reserves will find a wide echo effects.

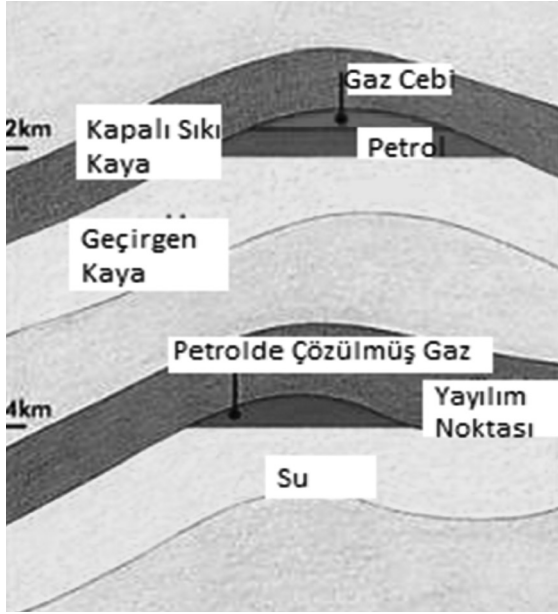
**Keywords:** Shale gas, energy, fossil energy sources

<sup>1</sup> Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji sistemleri, Erzurum, Türkiye  
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Süleyman KARSLI, skarqli@atauni.edu.tr

## GİRİŞ

Kömür, petrol ve doğalgaz gibi kaynaklar konvansiyonel enerji kaynakları olarak bilinmektedir. Bu gibi kaynaklarda yaşanan en büyük sıkıntı uzun vadeli olmaması ve ne zaman son bulacağına tam olarak kestirilemeyeşidir.

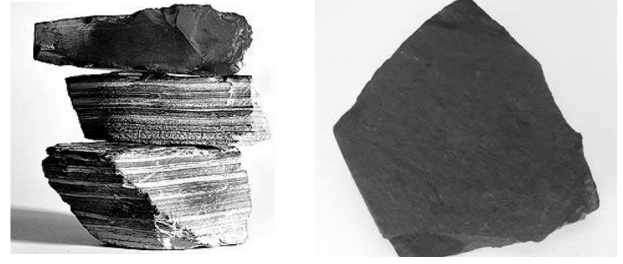
Kaya gazı olarak literatüre giren bu gaz, kil ile kuvars ve kalsit minerallerinden oluşan ince taneli tortul kayaçların küçük gözeneklerinde depolanmış ve yeni bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Petrol ve doğalgaz, oluştuğu ana kayayı terk ederek farklı kayaçlar içerisine yerleşir. Ancak bu yer değişimi sırasında petrol veya doğalgazın bir bölümü ana kayada kalır. Sözü edilen kaya gazı, ana kayayı terk edemeyen ve kayacın gözeneklerinde sıkışıp kalmış olan doğalgazdan oluşmaktadır (Şekil 1). Yani kaya gazının gerek kimyasal gerek fiziksel özellikleri açısından doğal gazdan hiçbir farkı bulunmamaktadır.



Şekil 1. Doğal gaz kaynaklarının şematik görünümü (Anonim, 2015a)

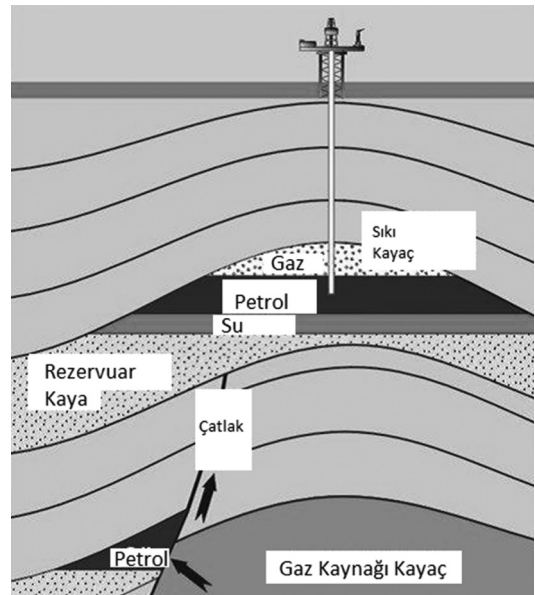
## Kaya Gazının Oluşumu ve Çıkarılması

Kaya gazının diğer çamur taşlarından farkı, kırılğan ve yeraltında ince tabakalar (levha) halinde bulunmasıdır. Petrol ve gazın bu kayaçların içerisinde oluşması 200 seneyi bulmaktadır. Her kaya gazı tabakasında petrol ve gaz bulunmayabilir. Genelde, siyah renkli kaya gazı tabakalarında petrol ve gazın olma olasılığı çok yüksektir (Şekil 2).



Şekil 2. Farklı tiplerde kaya gazı kayaç örnekleri.

İlk kaya gazı, Amerika Birleşik Devletleri, New York eyaletinde 1821 yılında keşfedilmiş ve 1970 yılında endüstriyel ölçekte üretim sağlanmıştır. Günümüzde kaya gazı denildiğinde akla ilk olarak gelen sondaj yöntemi hidrolik çatlama yöntemidir. İlk olarak 1950'li yıllarda ABD'nin Ohio Eyaletinde uygulanmış olduğu bilinen hidrolik çatlama yöntemi günümüzde çok gelişmiştir. Genel olarak "kapan" (trap) adı verilen ve "cap-rock" denilen kayaçlar, rezervuar kayaçlarında bulunan petrol ve gazın yukarı doğru ilerlemesine izin vermez. Gerekli gözeneklilik ve geçirgenlik özelliklerine sahip olan kapanlardan, günümüzde var olan ileri sondaj teknolojisi ile petrol ve doğal gaz, açılan kuyulardan, basınç farkıyla yüksek basınçlı bölgeden alçak basınçlı bölgeye doğru yüzeye yönelir ve bu tür petrol ve doğal gazın klasik metotlarla üretimi gerçekleşir. Jeokimyasal olarak ana kayanın içinden en fazla %20 oranında petrol göç edebilir. Dolayısıyla halen ana kaya içinde %80-85 arasında petrol veya ona eş değer gaz kaldığı tahmin edilmektedir (Şekil 3).

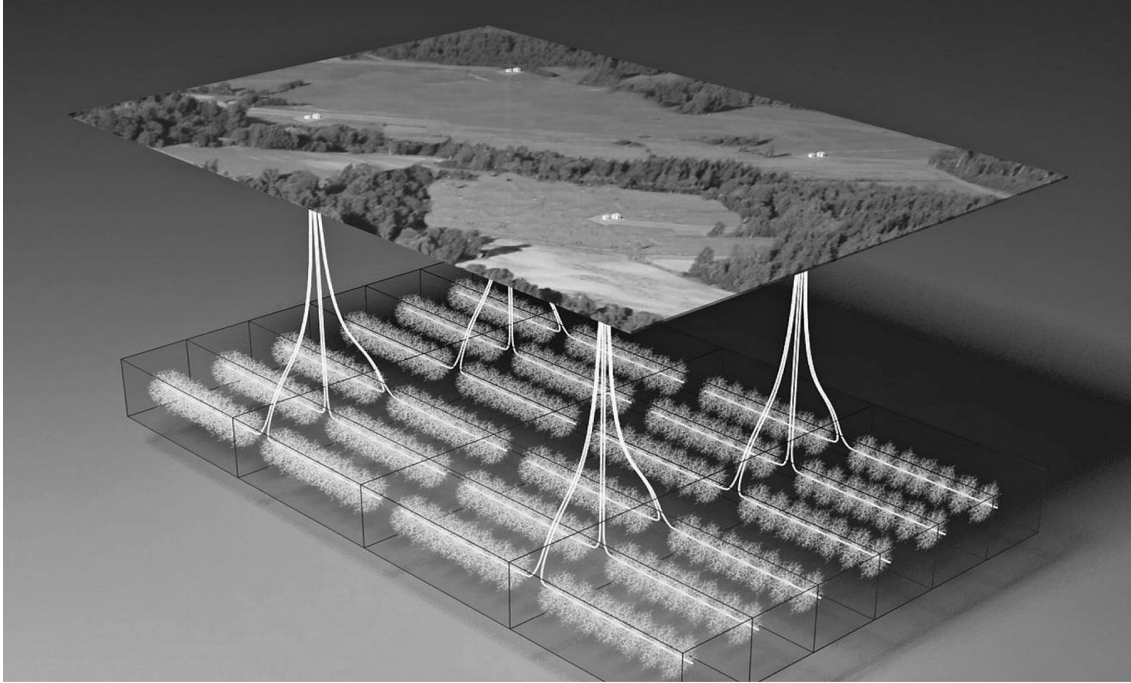


Şekil 3. Kaya gazı kaynaklarının şematik görünümü (Anonim, 2015a)

Kaya gazı rezervleri, açılan dik sondaj kuyuları sayesinde uzun vadeli ve yüksek maliyetli çalışmalarla tespit edilebilir. Belirlenen seviyelerde yapılan yatay sondajlarda, yüksek basınçlı, %99 oranında kum ve su karışımı kullanılarak dikey çatlaklar oluşturulmakta ve böylece petrol ve doğalgazın kuyuya akışı sağlanmaktadır. Yüksek basınçlı su, yeraltı su kaynaklarının kirlenmemesi için çelik boruların içinden kilometrelerce aşağıya doğru, gaz içeren katmanın içine enjekte edilmektedir. Kullanılan suya belli oranda kimyasal maddeler katılmaktadır. Karışımdaki kum, çatlakları açık tutmak ve akışı devam ettirmek amacıyla kullanılmaktadır.

Çalışmalar sonucunda belirlenen tek bir noktada 20-30 adet yatay kuyu açılabilir. Kaya gazının çıkarılması kaya petrolüne göre daha kolay ve daha az maliyetli bir işlem olduğu bilinmektedir ve petrolün çıkarılması için daha karmaşık kimyasallar kullanılmaktadır. Hidrolik çatlama amacıyla kullanılan çatlama sıvısı % 97.5 oranında su, % 2.5 oranında

ise ince kum ve bazı kimyasallardan oluşur. Bu sıvı kuyuların içine çok büyük bir basınçla verilir. Böylece kaya gazının bulunduğu bölgede çatlaklar ve kılcal damarlar oluşturulur. Çatlama sıvısındaki ince taneli kum açılan çatlakların içine girer. Hidrolik çatlama işleminin sonunda basınç kaldırıldığında bu madde ince çatlakları açık tutarak kaya gazının toplanmasını ve kuyuya doğru akışını sağlar. Bu sıvı içindeki bazı kimyasallar ise bu çatlama işleminin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlamaktadır. Çatlama sıvısı içinde kullanılan kimyasalların cinsi ve miktarı jeolojik formasyona, sondaj derinliğine ve kayaç özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Çatlama sıvısında genellikle akışkanlaştırıcı ve biyosit kullanılır. Diğer kimyasallar ise jeolojik formasyona bağlı olarak nadiren kullanılmaktadır (Berggren et al., 2012). Çatlama sıvısı hidrolik çatlama sonrasında kuyu içindeki basınç düşürülerek dışarıya alınır. Böylece kuyudan gaz üretimi başlar. Geriye alınan suyun bir bölümü arıtılır ve tekrar kullanılır (Şekil 4).



Şekil 4. Kaya gazı üretimi ve hidrolik çatlama (Anonim, 2015b)

Kaya gazı üretiminde su, hem düşey sondaj ile kuyunun delinmesinde, hem de hidrolik çatlama sıvısı için kullanılır. Kuyunun delinmesi sırasında bir miktar suya ihtiyaç olsa da suyun %90'ı hidrolik çatlama için kullanılmaktadır. Kaya gazı çıkartma işleminde kullanılacak olan su miktarı kuyunun uzunluğuna,

kayanın özelliklerine ve çatlama işlemi sayısına bağlı olarak değişir. Kullanılan suyun miktarı yatay sondajın uzunluğu, sondaj derinliği ve kuyu sayısı arttıkça artar. Yatay sondaj uzunluğu gelişen teknoloji ile bugün 2000 metreye çıkmıştır. Kaya gazı üretimi için bir yerleşim planı ile enjeksiyon ve üretim kuyuları

açılır. Bu kuyuların üretim ömrünün formasyona göre değişerek 5- 15 sene arasında olacağı ileri sürülmektedir. Birleşmiş Milletler Çevre Programı UNEP'e göre ortalama bir kuyunun işletme süresi boyunca su ihtiyacının 11 000-30 000 m<sup>3</sup> arasında olacağı belirtilmektedir (Anonim, 2011a). Ortalama 20 000 m<sup>3</sup> olarak kabul edilirse her kuyu için 25x50 m ebadında ve 2 m derinliğinde olimpik bir havuzun suyu kadar su kullanıldığı söylenebilir. Birim enerji üretimi için farklı enerji kaynaklarının çıkartılması ve işlenmesinde kullanılan su miktarı kaya gazında, klasik doğal gazından daha fazladır. Ancak fuel-oil, kömür ve biyodizel gibi yakıtlardan daha azdır. Kaya gazı üretiminde kullanılacak olan suyun talebi sürekli olacağı için özellikle kurak dönemlerde ve yaz aylarında diğer sektörel kullanımların artmasıyla beraber sıkıntı yaşanma ihtimali artmaktadır.

Kuyulardan geri gelen çatlama sıvısı mineral ve acı suları da içinde barındırır. Bu suyun % 30 - 70'i orijinal çatlama sıvısıdır. Buna ilave olarak doğal formasyon suları da bu suyla karışarak dışarı çıkar. Geri dönen suların kalitesi de kuyu yerlerine ve derinliğe göre değişken olup bunlar ancak çeşitli seviyelerde arıtmaya tabi tutularak ve temiz su ilave edilerek kullanılabilir. Geri dönüş suyunun içerisinde yüksek miktarda sodyum, kalsiyum, magnezyum bulunur. Bu nedenle tekrar kullanılmadan veya atık olarak biriktirilmeden önce arıtılmalıdır. Özellikle suyun arıtma maliyetinin yüksek olması nedeniyle hidrolik çatlama su ihtiyacını en aza indirecek yeni teknolojiler üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar su yerine sıvı propan, karbondioksit, nitrojen gazı kullanma ve herhangi bir sıvı olmadan ses dalgaları ile çatlama gibi alternatifler üzerine yoğunlaşmıştır. Amerika'da geri dönüş suyu ve üretimde çıkan formasyon suyu kuyu bölgesinde kurulan bir arıtma sisteminde, bölgedeki yerel yönetimlerin arıtma sisteminde ya da özel bir arıtma tesisinde arıtılmaktadır. Ancak arıtma ihtiyacı duyulan atık suyun miktarı ve belediye arıtma tesislerinin bu suların arıtılması için uygun teknik özellikte olmaması ABD'nin bazı bölgelerinde tartışma yaratmıştır.

### **Hidrolik Çatlamadan Doğabilecek Riskler**

Kaya gazı içerisinde hidrolik çatlama (hydraulic fracturing) ile gaz çıkışının sağlanması ve bu

esnada çok az da olsa bazı kimyasallar içeren su kullanılması, kaya gazı üretiminde çevre sorunlarını gündeme getirmiştir. ABD'de hidrolik çatlama sırasında kullanılan suyun yer altı suyuna olumsuz etkisini araştıran birçok çalışma yapılmıştır. Kaya gazı üretiminde yeraltı suyunun kirletilmesi bir iddia olarak gündemdedir. Bunun için bir gözlem kuyusu sistemi kurulmakta ve işletme başlamadan önce tespit edilen yeraltı suyunun özelliklerinde değişme olup olmadığı sürekli olarak yapılan ölçümlerle izlenmektedir. ABD'de MIT (Massachusetts Teknoloji Enstitüsü) 2011 yılında yapılan bir araştırmada, kaya gazı eldesinin çevresel etkilerinin yönetilebilir düzeyde olduğu sonucuna varılmıştır. MIT tarafından 2011 yılında yayınlanan raporda son 10 yılda hidrolik çatlama uygulanan 20 000 kuyuda tespit edilen sorunlar incelenmiştir. Bu incelemede sadece 43 ciddi su kirliliği olayına rastlanmıştır. Bu 43 vakanın 21'inde yeraltı suyunun gaz ve hidrolik çatlama sıvısı ile kirlendiği, 15'inde şantiye çevresinde yüzeyde kirlilik olduğu, 4'ünde su çekimi ve hava kirliliği sorunlarının ortaya çıktığı diğer 3'ünde ise atık toplama sorunlarının bulunduğu görülmüştür. MIT tarafından hazırlanan raporda 20 000 kuyudan çok büyük bir bölümünde hiçbir soruna rastlanmamasının olumlu bir sonuç olduğu belirtilmiştir. Ancak aynı raporda "bu konudaki riskin büyük olduğu ve sadece birkaç kuyudaki hatalı işletmenin bile ciddi çevre sorunları yaratabileceğine dikkat edilmesi gerektiği" de ifade edilmiştir (Anonim, 2011b). Çünkü Kuzeydoğu Pensilvanya ve New York' da yer alan Marcellus ve Utica Kaya Gazı formasyonlarındaki akiferlerde yapılan araştırmalarda sistematik olarak içme suyunda Kaya Gazı çekimi ile ilgili metan karışımı bulunmuştur (Osborn et al., 2011).

Kaya gazı üretiminde farklı ülkeler farklı bölgesel jeolojik karakteristiklere ve özgün kayaç tabakası özelliklerine sahip olmalarından dolayı su konusunda da farklı sorunlarla karşılaşmaktadır. ABD'deki deneyimler kaya gazına yapılacak su tahsisinin kurak dönemlere göre planlanmasının önemli olduğunu ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra bölgedeki su kaynaklarıyla ve doğal çevreyle ilgili sürekli kalite gözlemi yapılmasının gereği de görülmüştür. Kaya gazı için kullanılan su bazı bölgelerde çiftçilerle gaz üreticilerini karşı karşıya getirmiştir.



Öte yandan üretim gerçekleştiren firmalar da kullandıkları sondaj ve hidrolik çatlama tekniklerini sürekli olarak geliştirmeye çalışmakta olup bu durum da kuyu başına verimliliğin artmasına ve maliyetlerin kontrol edilmesine katkıda bulunmaktadır. Çevresel tahribat ihtimali ile ilgili kaya gazı endüstrisine yöneltilen başlıca eleştiriler ise şu şekildedir:

- Hidrolik çatlama kullanılan sıvı.
- Yeraltı su kaynaklarını kirletebilecek tehlikeli kimyasal maddeler içermesi.
- Kuyuların çelik ve beton kaplamalarının düzgün yapılamaması.
- Yeraltı suyuna gaz karışması.
- Gazın yeryüzüne çıkartılması esnasında yaşanabilecek doğalgaz kaçakları.
- Karbondioksitten çok daha fazla sera gazı etkisi içeren metanın atmosfere salınmasına neden olması.
- Hidrolik çatlama sonrasında yüzeye dönen atık sular.

- Tuz ve radyoaktif maddelerle kirlenmiş durumda olup yer üstü su kaynakları ve doğal yaşam için zararlı olabilmesi.

- Kullanılan yüksek miktarda su, kıt su kaynaklarını tüketmesi.

Öte yandan, hidrolik çatlama sıvılarının doğrudan çatlaklar yoluyla yeraltı su akiferlerine karışma ihtimali çok düşüktür.

Zira yeraltı su tablaları yerin en fazla 300 metre derinliğinde bulunmakta olup hidrolik çatlama yapılan kaya formasyonları yerin en az 2 500 metre altında gerçekleştirilmektedir.

Yatay sondaj boyunca oluşan çatlaklar yukarı doğru dikey olarak en fazla 200 metre uzanmakta olup en sığ derinlikteki hidrolik çatlama operasyonlarında bile yeraltı su kaynakları ile çatlakların en üst noktası arasında 1-2 kilometre kalınlığında geçirimsiz kaya tabakaları bulunmaktadır. Bütün bunlar göz önünde bulundurularak kaya gazı üretiminde tanık olunan avantaj ve dezavantajlar Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Kaya gazı avantaj ve dezavantajları

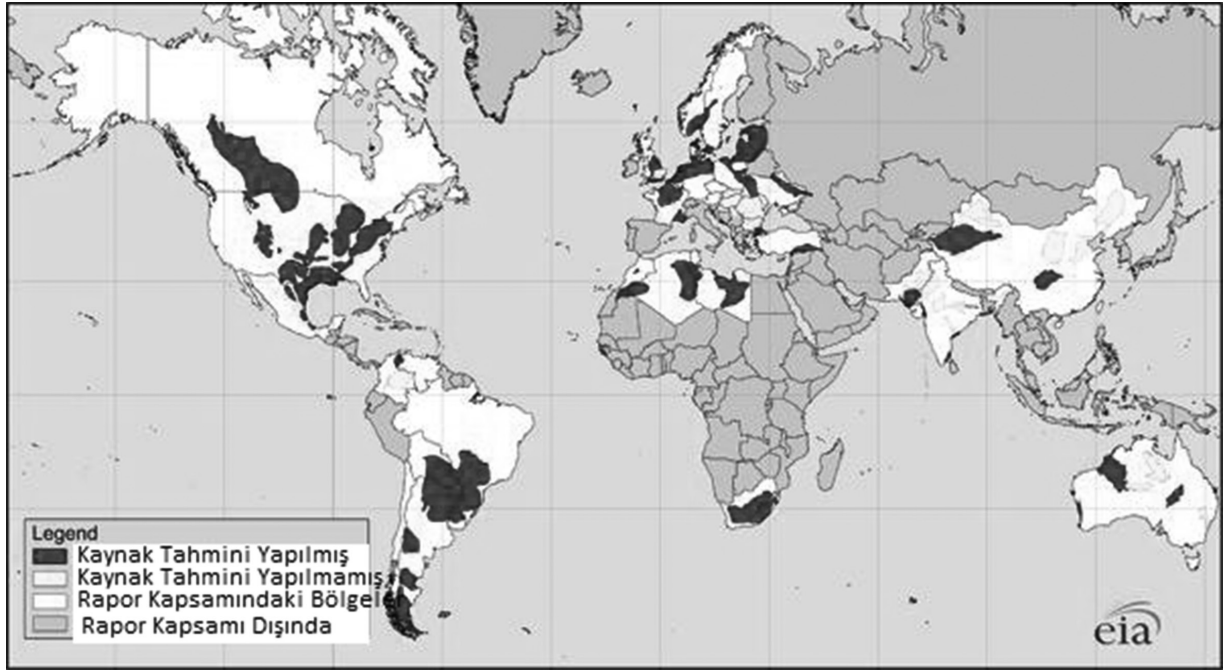
Avantajlar	Dezavantajlar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gaz bolluğu sebebiyle gaz fiyatlarında düşüş.</li> <li>• Gaz rezerv miktarının artması.</li> <li>• İthalat ve enerji bağımlılığının azalması</li> <li>• Enterkonekte ve dinamik piyasanın oluşması.</li> <li>• Yeni iş alanlarının oluşması.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fosil yakıt kullanımının devamı.</li> <li>• Yer altı suyu kirlenme ihtimali.</li> <li>• Deprem oluşum riskleri.</li> <li>• Emisyon salınımı.</li> <li>• Çevresel ve toplumsal tepkiler.</li> </ul>

### Kaya Gazının dünyadaki etkileri

Kaya gazı rezervlerinin tespiti için yeterli ön çalışma henüz yapılmayan Avrupa kıtasında Polonya ve Birleşik Krallık, ciddi atılımlara başlamıştır. Birliğin önemli gaz rezervlerine sahip ülkelerinden Fransa’da ise kaya gazının çıkarılma yöntemi hidrolik çatlama yasaklanmış durumdadır. Hollanda, Bulgaristan ve Fransa gibi ülkelerde yasaklamayı sağlayan etken, çevreci örgütlerin yoğun propagandasını yaptığı içme suyunun kirlenmesi ve tabii dengenin bozulması konusu olmuştur. 2007’de imzalanan Lizbon Anlaşmasına göre AB içinde yer alan ülkeler enerji politikalarında serbest bırakılmıştır (Anonim, 2007).

Birliğin yoğun şekilde üzerinde çalıştığı kaya gazı ile ilgili alınacak kararlarda enerji lobilerinin her zamanki gibi ciddi rol oynaması beklenirken, ortak karar için iki yıldan önce bir beklentiye girilmesi zor görünmektedir. AB’de bir kaya gazı devrimi beklenmemektedir. Birliğin çevre, iklim ve enerji komiserleri arasında da farklı yaklaşımlar mevcuttur.

Çevre konusunda şüphelerin giderilmesi ve kamuoyunun ikna edilmesi hayati önem taşımaktadır. Şekil 5’te kısa adı EIA (Environmental Impact Assessment) olan uluslararası çevre etkisi değerlendirme kuruluşuna ait dünyada keşfedilmiş tahmini gaz rezervleri gösterilmiştir.



Şekil 5. Tahmini kaya gazı rezerv alanları (Anonim, 2015a)

Türkiye’de de kaya gazı konusunda gerek yerli gerek yabancı yatırımcı şirketler tarafından bir takım çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmaların 2015 yılının sonunda netlik kazanması beklenmektedir.

Dünyada kaya gazı rezervleri konusunda henüz çok yüzeysel bilgiler bulunmaktadır. Bu bağlamda deneme sondajlarla doğru rezerv tahminlerinin yapılması gerekmektedir. Kaya gazı dünyada enerji tartışmalarının ana maddelerinden olmaya devam edecek gibi görünmektedir.

## SONUÇ

Kaya gazı günümüzde enerji sektöründe bir oyun değiştirici olarak görülmektedir. ABD’de de kaya gazı üretimi 2000 yılında sıfıra yakın bir değerdeyken 2011 yılında ülkedeki doğal gaz tüketiminin % 30’una ulaşmıştır. Önümüzdeki dönemde bu değer % 50’ye ulaşacağı öngörülmektedir (Anonim, 2015b). Gelecekte enerji politikalarının oluşturulmasında önemli bir rol oynayacak olan kaynak bölgelerden bir tanesi de Antarktika’dır. Günümüzde Antarktika’nın zengin petrol ve doğal gaz kaynaklarına ev sahipliği yaptığına inanılmaktadır. Antarktika’da ki petrol rezervlerinin şimdiye kadar ispatlanmış petrol rezervlerinin % 25’ini oluşturduğu öngörülmektedir (Anonim, 2015b).

Mevcut dünya kaya gazı rezervi 456 trilyon m<sup>3</sup> (Rogner, 1997) iken üretilebilir Kaya Gazı 180 trilyon m<sup>3</sup> olarak tahmin edilmektedir. Amerika, 2020 yılında gaz ihtiyacının 3 te 2’sini (46 Milyar Metreküp) geleneksel olmayan gazlardan karşılamayı planlamaktadır. Amerika’da günde 1,8 milyar m<sup>3</sup> gaz üretilmektedir (Anonim, 2015b). Bunun %25’i yani günde yaklaşık 450 milyon m<sup>3</sup>’ü kaya gazlardan yeni modern yöntemlerle üretilmektedir. 2011 yılında, Dünya genelinde bu tarz açılan 15 467 kuyunun, 15 417 adedi yani %99.7’si Kuzey Amerika’da açılmıştır. 2009 yılı verilerine göre; Kuzey Amerika’da kaya gaz üretimi günlük 250 milyon m<sup>3</sup> dür (Anonim, 2015b). Bu miktar günümüzde 450 milyon m<sup>3</sup> dür. Özellikle Kuzey Amerika’da bu üretim miktarının, önümüzdeki yıllarda hızla artış göstereceği ve ABD’nin gaz ihracatçısı konumuna geleceği öngörülmektedir.

Texas eyaletinde 1981 yılında George T. Mitchell tarafından uygulanan kaya gazı üretim yöntemi zaman içerisinde geliştirilerek bugün konvansiyonel doğal gaz üretimi maliyetleri ile rekabet edecek düzeye gelmiştir. Gaz içeren kaya tabakalarında hidrolik çatlama yöntemiyle oluşturulan çatlaklardan sağlanan gaz miktarında her bir kuyudan 20-30 yıl üretim yapılabilecek teknolojiye ulaşılmıştır. Kaya gazı üretiminde önemli birikime ve teknolojiye sahip olan Amerika’nın aynı zamanda büyük kaya

gazı potansiyeline sahip olması dünyada enerji dengelerini önemli ölçüde etkilemiştir. Amerika ve Kanada'nın kaya gazı üretimini artırması, doğal gaz üretiminde etkin olan ülkelerin ekonomik durumunu olumsuz etkileyecektir. Kaya gazı potansiyeli konusunda Amerika ve Kanada dışında yeterli bilgiler bulunmamaktadır, ancak önümüzdeki beş yıl içinde tüm dünyada yeni rezervler belirleneceğinden küresel enerji denklemi değişecektir. Bugünkü potansiyelleri dikkate alındığında Polonya, Almanya, İsveç, Fransa, Çin ve Hindistan'da önemli rezervler beklenmektedir. Amerika'dan sonra Avrupa, Çin ve Hindistan'da da üretime geçilmesi ile doğal gaz arz kaynaklarında büyük artış olacağı ve dolayısıyla doğal gaz fiyatlarının düşeceği öngörülmektedir. Çin'in önemli kaya gazı potansiyeline sahip olması, ülkede doğal gaz kullanımının artması ile atmosfere salınan karbon emisyonlarının azalmasına neden olacaktır. Bu olgu dikkate alınarak Amerika ile Çin arasında bir mutabakat imzalanmış ve Çin'e kaya gazı üretimi konusunda her türlü teknik desteğin verilmesi kararlaştırılmıştır. Günümüzde sahip oldukları zengin doğal gaz yatakları nedeniyle uluslararası ilişkilerde yaşanan tekelleşmeler enerji kaynak çeşitliliği ile azalacaktır.

Şu anda Amerika'da üretilebilir kaya gazı rezervinin, yaklaşık 100 - 150 yıl kadar, dışarıdan gaz ithal etmeden kendi gaz ihtiyacını karşılayabilecek kapasitede olduğu bilinmektedir. 2020 yılında Amerika'nın toplam doğal gaz ihtiyacının yaklaşık yarısının kaya gazından sağlanacağı tahmin edilmektedir. Böylece 5-10 yıllık bir süre içerisinde doğal gaz fiyatlarının yaklaşık %50 düşeceği ve Rusya doğal gazına bağımlılığın önemli ölçüde azalacağı tahmin edilmektedir.

Amerika'da gün geçtikçe artan kaya gazı üretimi ve kaya gazı üretim teknolojilerinin çevresel ve ekonomik açıdan olumlu gelişmeleri sayesinde bazı ülkelerde özellikle Avrupa'da da kaya gazı aramaları başlamıştır. 2022 yılına kadar tüm nükleer enerji santrallerini kapatma kararı alan Almanya, hidrolik kırma yöntemiyle kaya gazı çıkarmaya izin vermeye yönelik bir adım atmıştır. Almanya topraklarında 2 trilyon 300 milyar m<sup>3</sup> kaya gazı bulunduğu tahmin edilmektedir. Fransa'da ise, yer altı sularına verebileceği kirlilik sebebiyle, kaya gazı üretimi bazı çevreci sivil toplum kuruluşları tarafından engellenmek istenmektedir. Yapılan son çalışmalarda,

hidrolik çatlamada kullanılan kimyasal madde içerikli basınçlı su basmak yerine, "sıvılaştırılmış propan" kullanılmasının, hem kirliliği minimize edeceği, hem de yüksek orandaki su kullanımını ortadan kaldıracağı düşünülmektedir.

İlerleyen günlerde kaya gazının dünyada nasıl bir etki yapacağını hep birlikte göreceğiz. Görünüşe göre enerji ithalatına büyük miktarlarda harcama yapan ülkeler kaya gazı rezerv arama çalışmalarına hız verecek gibi tutum sergilemektedir. Kaya gazı ile beraber enerji piyasasında yeni aktörler, yeni fırsatlar ve istihdam olanakları doğacağı aşikârdır.

## KAYNAKLAR

- Anonim, 2007. <http://tr.wikipedia.org>, Avrupa Birliği (Erişim tarihi 10.05.2015)
- Anonim, 2015a. <http://www.eia.gov/>, Shale Gas. U.S. Energy Information Administration, (Erişim tarihi 15.05.2015)
- Anonim, 2015b. <http://www.hazar.org/>, Kaya Gazı (Erişim tarihi 10.05.2015)
- Anonim, 2011a Shale Gas. Birleşmiş Milletler Çevre Programı . (UNEP) (Erişim tarihi 10.05.2015)
- Anonim, 2011b. Shale well. Massachusetts Institute of Technology (MIT) Report (Erişim tarihi 10.05.2015)
- Berggren WA, Alegret L, Aubry MP, Cramer BS, Dupuis C, Goolaerts S, Kent DV, King C, Knox RWOB, Obaidalla N, Ortiz S, Ouda KAK, Abdel-Sabour A, Salem R, Senosy MM, Soliman MF, Soliman A, 2012. The Dababiya Corehole, Upper Nile Valley, Egypt: Preliminary Results. 105 (1): 161-168.
- Osborn SG, Vengosh A, Warner NR, Jackson RB, 2011. Methane contamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 108(20): 8172-8176
- Rogner HH, 1997. An assessment of world hydrocarbon resources. Annual Review of Energy and the Environment, 22:217-262