

KÜRESEL ENERJİ PİYASALARINDA KONVANSİYONEL OLMAYAN ÜRETİMİN YÜKSELİŞİ VE ETKİLERİ

YUNUS FURUNCU

KÜRESEL ENERJİ PİYASALARINDA
KONVANSİYONEL OLMAYAN
ÜRETİMİN YÜKSELİŞİ VE ETKİLERİ

COPYRIGHT © 2018

Bu yayının tüm hakları SETA Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı'na aittir. SETA'nın izni olmaksızın yayının tümünün veya bir kısmının elektronik veya mekanik (fotokopi, kayıt ve bilgi depolama, vd.) yollarla basımı, yayımı, çoğaltılması veya dağıtımı yapılamaz. Kaynak göstermek suretiyle alıntı yapılabilir.

SETA Yayınları 102
I. Baskı: 2018
ISBN: 978-975-2459-60-1

Uygulama: Erkan Söğüt
Baskı: Turkuvaz Haberleşme ve Yayıncılık A.Ş., İstanbul

SETA | SİYASET, EKONOMİ VE TOPLUM ARAŞTIRMALARI VAKFI

Nenehatun Cd. No: 66 GOP Çankaya 06700 Ankara TÜRKİYE
Tel: +90 312 551 21 00 | Faks: +90 312 551 21 90
www.setav.org | info@setav.org | @setavakfi

SETA | İstanbul

Defterdar Mh. Savaklar Cd. Ayvansaray Kavşağı No: 41-43
Eyüpsultan İstanbul TÜRKİYE
Tel: +90 212 395 11 00 | Faks: +90 212 395 11 11

SETA | Washington D.C.

1025 Connecticut Avenue, N.W., Suite 1106
Washington D.C., 20036 USA
Tel: 202-223-9885 | Faks: 202-223-6099
www.setadc.org | info@setadc.org | @setadc

SETA | Kahire

21 Fahmi Street Bab al Luq Abdeen Flat No: 19 Cairo EGYPT
Tel: 00202 279 56866 | 00202 279 56985 | @setakahire

KÜRESEL ENERJİ PİYASALARINDA KONVANSİYONEL OLMAYAN ÜRETİMİN YÜKSELİŞİ VE ETKİLERİ

Yunus Furuncu



SETA

SIYASET, EKONOMİ VE TOPLUM ARAŞTIRMALARI VAKFI
FOUNDATION FOR POLITICAL, ECONOMIC AND SOCIAL RESEARCH
مركز الدراسات السياسية والاقتصادية والاجتماعية

İÇİNDEKİLER

TAKDİM | 7

ÖZET | 9

GİRİŞ | 11

KONVANSİYONEL OLMAYAN YÖNTEMLE ENERJİ ÜRETİMİ | 15

KAYA GAZI VE PETROLÜNÜN ENERJİ PİYASALARINDAKİ ROLÜ | 21

ÜRETİM YAPAN ÜLKELER VE EKONOMİLERİNE YANSIMALARI | 31

KONVANSİYONEL OLMAYAN ÜRETİMİN ÖNÜNDEKİ ZORLUKLAR | 45

KONVANSİYONEL OLMAYAN ÜRETİM YÖNTEMİNİN
ÇEVREYE OLAN ETKİLERİ | 49

KAYA GAZI VE PETROLÜNÜN TÜRKİYE ENERJİ PİYASASINA
YANSIMALARI | 53

KÜRESEL ÖLÇEKTE KAYA GAZI VE PETROLÜNÜN ETKİLERİ | 61

SONUÇ VE ÖNERİLER | 65

TAKDİM

Üretim başta olmak üzere insan yaşamının hemen her safhasında kullanılan enerji kaynaklarının bir ülkenin diğerlerine göre rekabet üstünlüğü sağlaması ve ekonomik büyümesini hızlandırmasında büyük etkisinin olduğu bilinen bir gerçektir. Enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesine yönelik hızlanan çalışmaların küresel ekonomi ve uluslararası ilişkilere etkileri son dönemde daha fazla hissedilir hale gelmiştir.

Kaya gazı ve petrolü enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesine yönelik çalışmaların merkezinde yer almaktadır. Dünya enerji politikalarında oyun değiştirici olarak nitelenen kaya gazı ve petrolü enerji piyasalarına yeni oyuncuların girmesini sağlayarak arz-talep denklemini değiştirecek bir potansiyele sahiptir. Kaya gazı ve petrolü üretimin belli ülkelerde yaygınlaşmasıyla birlikte küresel enerji piyasasında kartlar yeniden karılmaya başlanmıştır.

Kaya gazı ve petrolü enerji kaynaklarını çeşitlendirmeye çalışan Türkiye için de kritik önem arz etmektedir. Kesintisiz, makul ve güvenli bir şekilde enerji kaynaklarına ulaşmak Türkiye gibi enerjide büyük ölçüde dışa bağımlı ülkeler açısından hayati bir öneme sahiptir. Tükettiği enerjinin yaklaşık dörtte üçünü dışarıdan ithal eden Türkiye'nin enerjide kendi potansiyellerini etkin ve verimli kullanmasının başta enerji güvenliği ve ülke ekonomisi olmak üzere birçok faydası bulunmaktadır.

Bu rapor daha önce enerji kaynağı olarak değerlendirilemeyen kaya gazı ve petrolünün yatay sondaj ve hidrolik çatlatmayla üretiminin mümkün hale gelmesinin önemli sonuçlarını ortaya çıkarmaktadır. Raporla konvansiyonel olmayan üretimin küresel enerji piyasası ve Türkiye açısından etkileri ve bu yeni teknoloji-

yi kullanan ABD'nin 2017 yılı itibarıyla doğal gazda net ihracatçı konumuna yükselmesi gerçeğinden hareketle kaya gazı ve petrolünün dünü, bugünü ve yarınını analiz ederek aşağıdaki sorulara cevap vermektedir:

- Küresel düzeyde kaya gazı ve petrolü üretiminin etkileri nelerdir?
- Konvansiyonel olmayan üretimin enerji ithal eden ve ihraç eden ülkelere ve bu ülkelerin ekonomilerine etkisi ne olacak?
- Gelecekte kaya gazı ve petrolü enerji piyasalarını nasıl şekillendirecek?
- Konvansiyonel olmayan üretimin artması ve yaygınlaşmasını sağlayan faktörler nelerdir?
- Kaya gazı ve petrolünün oluşturacağı çevresel olumsuzluklar nelerdir?
- Konvansiyonel olmayan üretimin Türkiye ekonomisi ve enerji piyasasına etkileri neler olacaktır?

Teknolojik imkanların ilerlemesi petrol ve doğal gaz olarak değerlendirilen yeni kaynakların kullanılmasını beraberinde getirmiştir. Böylece doğal gaz ve petrolün rezerv ve üretiminde ciddi artışlar sağlanmıştır. Yatay sondaj ve hidrolik çatlatma sayesinde kayaların içinde bulunan rezervlerin çıkarılması enerji ithal ve ihraç eden ülkeler açısından siyasi, ekonomik ve politik sonuçlar ortaya çıkartmakta ve piyasaları yeniden şekillendirmektedir.

Küresel Enerji Piyasalarında Konvansiyonel Olmayan Üretimin Yükselişi ve Etkileri başlıklı bu raporda kaya gazı ve petrolünün değerlendirilmesi için ileri teknoloji geliştiren ve uygulayan ABD'nin doğal gazda artık dışa bağımlı olmaktan kurtulduğu ve petrol ithalatının oldukça azaldığı vurgulanmıştır. Son on yılda üretiminde büyük miktarlara ulaşılan kaya gazı ve petrolü hakkında yapılan çalışmaların yaygınlaşma ve zenginleşmesine katkı sağlayacak olan raporda kaya gazı ve petrolünün dünya ve Türkiye üzerindeki etkileri üzerinde durulmuştur. Bu bağlamda raporda Türkiye'de tespit edilen kaya gazı ve petrolü potansiyelinden yararlanılması için teknik, ekonomik ve çevresel faktörlerin analizi yapılmakla birlikte bu potansiyelin üretime geçirilmesi durumunda Türkiye'nin hem ekonomisi hem de enerji güvenliğinin güçlendirilmesine katkı sağlayacağı belirtilmiştir.

Prof. Dr. Burhanettin Duran
SETA Genel Koordinatörü

ÖZET

Konvansiyonel olmayan yöntemlerle üretilen doğal gaz ve petrolün enerji piyasalarını etkilediği ve bazı paradigmaları değiştirdiği görülmektedir. Hidrolik çatlatma ve yatay sondaj teknikleri ile üretimini hızla artıran ABD büyük bir doğal gaz ve petrol üreticisi haline gelmiştir. Ürettiği doğal gaz ve petrolün yarısını kaya gazı ve petrolünden elde etmeye başlayan ABD'nin 2040 projeksiyonunda üretiminin üçte ikisini kaya gazı ve petrolünden elde edeceği tahmin edilmektedir. Doğal gazda net ihracatçı konumuna yükselen ABD'nin, Katar ve Avustralya'dan sonra dünyanın en büyük üçüncü LNG ihracatçısı olması beklenmektedir. Gazın tedarikçisinin çoğalması ve LNG tankerleriyle uluslararası arenaya çıkması sonucu dünya enerji piyasalarını birbirine yaklaştırarak fiyatları daha sabit ve makul hale getirecektir. Konvansiyonel olmayan yöntemle kaya gazı ve petrolünden yapılan üretim ABD piyasalarını olumlu etkilemiştir. Böylece düşük enerji ve hidrokarbon ham madde fiyatlarından dolayı uluslararası pazarda daha iyi rekabet avantajına sahip olmuştur.

Kaya gazı ve petrol rezervine sahip ülkeler konvansiyonel olmayan yöntemlerle üretimlerini artırdıkları takdirde doğal gaz ve petrol piyasasına yeni oyuncular olarak girerek dünya enerji piyasalarının görünümünü değiştirecektir. Potansiyel kaynağın büyüklüğü, eldeki üretim teknolojisinin seviyesi gibi teknik faktörler ile enerji fiyatları ve işletme maliyetleri gibi ekonomik faktörlerin etkilediği kaya gazı ve petrolünün üretimi çevreye olan tesirleri nedeniyle bazı olumsuzlukları içerisinde barındırmaktadır. Ancak üretimin gerçekleşmesi sonucunda enerji gü-

venliği başta olmak üzere birçok ekonomik yararlarının olduğu görülmektedir. Yılda yaklaşık 50 milyar metreküp doğal gaz ve 40 milyon ton petrol tüketen Türkiye kaya gazı ve petrolü rezervlerini konvansiyonel olmayan yöntemle çıkarması durumunda doğal gazda yüzde 99 ve petrolde yüzde 92 olan ithalat bağımlılığını aşağılara çekebilir. Bu durum enerji üretiminde yerlilik oranını yükselterek enerji güvenliğini artıracak, enerji fiyatları ve buna bağlı olarak elektrik üretim maliyetlerini ve cari açığı düşürecek bir etki yapacaktır. Sonuç olarak Türkiye'nin var olan kaya gazı ve petrol potansiyelini hızla üretime dönüştürmesi birçok etkene bağlı olmakla birlikte üretime geçilmesi durumunda hem enerji güvenliğini hem de ekonomisini sağlam temellere dayandırarak uluslararası rekabet ortamında avantaj sağlayacağı anlaşılmaktadır.

GİRİŞ

İnsanlık tarihi boyunca medeniyetlerin gelişiminde enerji tartışılmaz bir öneme sahip olmuştur. Bu yüzden enerji tüketimi ile ülkelerin gelişmişlik düzeyleri arasındaki ilişki birçok akademik çalışmada incelenmiştir. Üretim için vazgeçilmez bir bileşen olan enerji kaynakları yeryüzünde kısıtlı ve belli başlı ülkelerde bulunmaktadır. Petrol ve doğal gaz gibi enerji kaynakları üretimin ve yaşam konforunun devamı için hala önemli kaynaklar olmaya devam etmektedir. Konvansiyonel olmayan yöntemle doğal gaz ve petrol üretimi bu kaynakların uzun zaman önemini koruyacağını göstermektedir. İleri teknoloji ile çıkarılan kaya gazı ve petrol üretimi ABD’de oldukça yaygınlaşmıştır.

Dünya enerji politikalarında oyun değiştirici olarak nitelenen kaya gazı enerji piyasalarına yeni enerji oyuncularının girmesi ve enerji görünümü haritasını değiştirmesinde önemli bir potansiyele sahiptir. Kaya gazı mevcut doğal gaz rezervlerini yaklaşık yüzde 47 oranında çoğaltmakla birlikte bunun yeni keşiflerle daha da artması öngörülmektedir. Kaya gazı rezervlerine sahip ülkelerin yaygın olarak üretime başlaması halinde küresel enerji görünümünün bugünkünden oldukça farklılaşabileceği ve bu gelişmelerin önemli ekonomik ve jeopolitik sonuçlar doğuracağı beklenmektedir. Bugün birçok ülke sahip olduğu kaya gazı rezervlerinin çıkarılması ve ülke ekonomisine kazandırılmasının planlamasını yapmaktadır. Öyle ki 2035’e kadar doğal gazdaki tüketim artışının yaklaşık yarısının konvansiyonel olmayan doğal gaz kaynaklarından üretileceği tahmin edilmektedir.

Konvansiyonel olmayan yöntemle kaya gazı ve petrol üretimi yeni bir üretim tekniği olduğu için artı ve eksisi ile sürekli gündemde olan bir konudur. AB çevreye karşı olumsuz etkileri olduğu gerekçesiyle bu tekniğe olumlu bakmamaktadır. ABD'de ise kaya gazı ve petrolü için açılan kuyu sayısı yüz binler ile ifade edilmektedir. ABD doğal gaz ve petrol üretiminin yaklaşık yarısını bu kaynaktan temin etmektedir. Kaya gazı ve petrol rezervine sahip olan ABD ve Kanada dışındaki ülkeler ise hidrolik çatlatmanın maliyetli olması, ileri derecede teknoloji gerektirmesi ve çevresel açıdan bazı kaygılarından dolayı potansiyellerini hızlı bir şekilde üretime geçirememişlerdir.

Teknoloji ve yatırım maliyetleri göz önüne alındığında önümüzdeki dönemlerde önemli bir aktör haline gelecek olan kaya gazı enerji denklemini yeniden şekillendirecektir. Kaya gazı üretimi bazı ülkelerde ekonomik olmasıyla birlikte küresel ölçekte hem gaz üretimi hem de rezerv durumunda artış meydana getirmiştir. 60-80 yıl arasında biteceği hesaplanan dünya gaz rezervlerinin kullanım süresi yatay sondaj ve hidrolik çatlatmayla çıkarılabilen kaya gazı sayesinde 100 yıldan daha uzun bir süreye yükselmiştir. Bundan dolayı doğal gazın uzun süre etkili bir enerji kaynağı olacağı ve ileri teknolojiye sahip ülkelerin kendi kaya gazı rezervlerini çıkararak enerji piyasasını etkileyebileceği tahmin edilmektedir.

Kaya gazı ve petrolünün üretiminde öncelikli olarak hem gelişmiş teknolojiye olan ihtiyaç hem de bu teknolojiyi elde etmedeki zorluk üretimin dünya üzerinde sınırlı kalmasına sebep olmuştur. Diğer sebepler arasında ise pahalı oluşu ve çevreye etkisi sayılabilir. Yüksek maliyeti oluşturan temel faktör ise kaya gazı ve petrol içeren kuyuların rezerv miktarlarının diğerlerine göre daha düşük olmasıdır. Bundan dolayı daha fazla kuyu açılması gerekmektedir. Aynı zamanda maliyeti artıran diğer bir konu ileri düzey teknoloji ile yatay sondaj yapılması ve aynı yere ortalama olarak 20 bin metre küp sıvı karışımın pompalanarak çatlatma işleminin gerçekleştirilmesidir. Ayrıca çelik boru ve izole malzeme giderleri de maliyete dahil edilmelidir. İlerleyen teknolojik imkanlar ve üretimin çoğalması sayesinde bu maliyetlerin düşmeye başladığı böylece fazla üretim sonucu ABD enerji fiyatlarının da inişe geçtiği görülmektedir. Kaya gazı ve petrolünün üretiminde en büyük engel olan teknolojik yeterlilik ve maliyetin aşağıya çekilmesi ile konvansiyonel olmayan üretimin artması sağlanmıştır. Diğer bir engel olarak karşımıza çevreye olumsuz etkisi çıkmaktadır. ABD'de yapılan araştırmalarda hidrolik çatlatma yöntemiyle yer altı sularındaki olumsuz etkinin en önemli sebebinin üretim esnasında yeterli önlemlerin alınmamasından kaynaklandığı anlaşılmaktadır.

Teknolojik ilerleme, jeopolitik değişim ve stratejik politika yön değiştirmelerinin –beklenmedik bir şekilde– doğal gaz pazarını yeniden şekillendireceği görölmektedir. Geniş ölçekli Çin, Arjantin ve Meksika gibi ölkelerdeki kaya gazı ile ilgili gelişmeler, gazın taşıma sektörüne LNG formatı ile hızlı bir şekilde giriş yapması ve ABD'nin birkaç seneye kadar büyük bir LNG ihracatçısı olması doğal gaz sektöründeki büyük değişimler olarak karşımıza çıkacaktır. Kaya gazının doğal gaz üretiminin yarısına yaklaşmasıyla net ihracatçı konumuna yükselen ABD, Avrupa ve Asya pazarlarına satışlar yapmaya başlamıştır. Gelecekte AB'nin büyük bir tedarikçisi olan Rusya ve ekonomileri enerji ihracatına bağlı olan Ortadoğu ölkelerinin bu gelişmelerden olumsuz etkileneceği tahmin edilmektedir.

Kaya petrolündeki gelişmelerin kaya gazındaki gelişmeler kadar piyasalarda etkili olamadığı anlaşılmaktadır. Son yıllardaki verilere göre kaya petrolü dünya petrol rezervlerini yüzde 11 civarında artırmış ve dünya petrol üretiminin yaklaşık yüzde 5 oranının kaya petrolünden elde edildiği görölmüştür. 2040 projeksiyonuna bakıldığında kaya gazının doğal gaz içindeki üretim payı yüzde 30 iken kaya petrolünün petrol içindeki payının ise ancak yüzde 10 civarında kalacağı tahmin edilmektedir.

2016'da tükettiği doğal gazın yüzde 99'unu ve petrolün de yüzde 92'sini ithal eden Türkiye'nin kaya gazı ve petrolü potansiyelini değerlendirmesi hem ekonomi hem de enerji güvenliği açısından oldukça önem taşımaktadır. Öncelikle mevcut potansiyelin test sondajlarıyla büyüklüklerinin ölçölmesi ve rezervlerin çıkarılması için teknolojik ekipmanların temin edilmesi gerekmektedir. Kaya gazı ve petrolünün üretimi sırasında yer altı ve yüzey sularının kullanımıyla ilgili yasal düzenlemelerin yapılarak hukuksal altyapının oluşturulması ayrıca önem arz etmektedir.

Türkiye'nin 2002'de 22 milyar metreküp olan doğal gaz tüketimi hızla artarak 2016'da yaklaşık 50 milyar metreküp seviyesine yaklaşmıştır. Enerji fiyatları petrol fiyatlarına aşırı derecede duyarlı olan Türkiye'nin 2012'de 60 milyar dolar olan enerji ithalatı 2016'da enerji fiyatlarının düşmesiyle 27 milyar dolar seviyelerine inmiştir. Ama 2017'de enerji fiyatlarının tekrar yükselmesiyle bu miktarın da artacağı öngörülmektedir. Enerji ithalatının artması cari açığı olumsuz etkilediği bilinen ve çözümlenmesi zor bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye'deki kaya gazı ve petrolü rezervlerinin çıkarılması hem cari açık hem de enerji güvenliğini pozitif etkileyecektir. Ayrıca makul fiyat ile çıkarılan doğal gazın elektrik fiyatlarını düşüreceği böylece Türkiye'nin üretim maliyetlerinin düşmesiyle ihracatının artması ve cari açığın ise azalmasına pozitif etki yapacağı düşünölmektedir.

Türkiyede kaya gazı ve petrolü üretimine başlanması ve üretimin artırılması durumunda yerli doğal gaz ve petrol üretimleri artarak ithalatın azalmasına böylece enerji bağımlılığının düşmesine sebep olacaktır. Buna bağlı olarak da elektrik üretim maliyetlerinin düşmesine etki ederek istihdamın ve GSYH'nin artmasına olumlu katkı yapacağı görülmektedir. Ayrıca cari açık problemine kalıcı çözüm olabileceği ve Türkiye ekonomisinin güçlenmesine de etki edeceği anlaşılmaktadır.

Çalışmamızda kaya gazı ve petrolünün mevcut durumundan yola çıkarak dünya enerji piyasalarına etkileri, konvansiyonel olmayan yöntemlerle kaya gazı ve petrolünün üretimini yapan ülkeler ile bu ülkelerin ekonomik yapılarına etkileri analiz edilmektedir. Ayrıca kaya gazı ve petrolünün Türkiye'deki durumu ve enerji bağımlılığına etkileri, konvansiyonel olmayan üretim teknikleri ve bunlardan kaynaklanan çevresel kaygılar incelenmiştir. Kaya gazı ve petrolünün dünya ve Türkiye enerji piyasalarına etkilerinin analizinin yapıldığı bu çalışmada konvansiyonel olmayan yöntemle yapılan doğal gaz ve petrolün ekonomi ve enerji piyasalarına tesiri detaylı olarak değerlendirilmiştir.

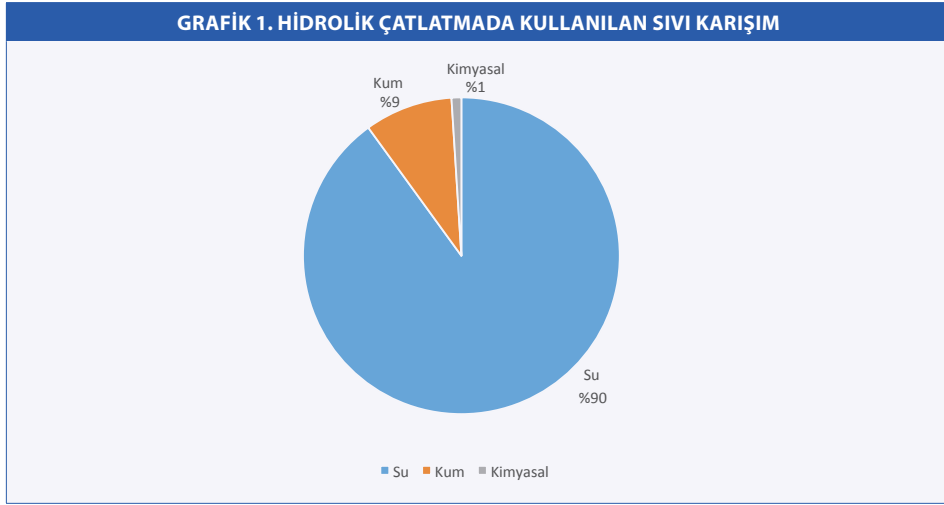
KONVANSİYONEL OLMAYAN YÖNTEMLE ENERJİ ÜRETİMİ

Petrol ve doğal gaz üretiminde gelişen teknoloji ile birlikte farklı üretim yöntemleri ortaya çıkmış ve daha önce değerlendirilemeyen kaya gazı ve petrolü gibi kaynaklardan enerji üretimi gerçekleştirilmiştir. Çeşitli minerallerden oluşan tortul kayacın küçük gözeneklerinde bulunan kaya gazı ve petrolü uzun zaman alan evreler sonucu oluşurlar. Okyanus diplerinde biriken tortular zamanla basınç ve sıcaklığa maruz kalarak organik maddeye dönüşür. Yer katmanının belirli derinliğinde bulunan organik madde yeryüzüne çıkarken kaya katmanından dolayı geçemez ve orada birikir. Böylece oradaki hidrokarbonlar gaz ve petrol rezervlerini oluşturur. Konvansiyonel petrol ve doğal gaz üretimi geçirimsiz kaya tabakalarının altında rastlanan ve hidrokarbonların biriktiği yer altı rezervuarlarına inen kuyular açılarak gerçekleştirilmektedir. Konvansiyonel olmayan üretim yöntemleri ise şeyl (shale) ve sıkı kumtaşı (tight sandstone) gibi çökelti kayalarının gözeneklerinde hapsolmuş hidrokarbonların yatay sondaj ve hidrolik çatlatma teknikleriyle yüzeye çıkarılmasını içermektedir.¹

1940'tan itibaren endüstride kullanılmaya başlanan yatay sondaj sayesinde petrol ve gaz üretiminde rönesans yaşayan ABD'de Uluslararası Enerji Ajansı'nın (EIA) verilerine göre konvansiyonel olmayan yöntemle yaklaşık 20 trilyon metre-

1. Henry D. Jacoby, Francis M. O'Sullivan ve Sergey Paltseva, "The Influence of Shale Gas on U.S. Energy and Environmental Policy", *IAEE*, Cilt: 1, Sayı: 1, (2012), s. 38; Özgür Demirtaş, "Enerji Piyasasındaki Son Gelişmeler ve Kaya (Şeyl) Gazı", İş Bankası İktisadi Araştırmalar Bölümü, (Haziran 2013), s. 12, https://ekonomi.isbank.com.tr/userfiles/pdf/ar_06_2013.pdf, (Erişim tarihi: 1 Eylül 2017).

küp doğal gaz ve 15 milyar varil petrol üretimi gerçekleştirilmiştir.² Son yıllarda yatay sondaj teknolojisinin geliştirilmesi ve hidrolik çatlatma metoduyla kaya gazı ve petrolünün üretimi hızla artmıştır. Yerin kilometrelerce altındaki kayaçların içindeki kaya gazı ve petrolünün bu metotla çıkarılması petrol fiyatlarının artması sonucu hızla yaygınlaşmıştır. Bu teknolojik imkanın sadece bazı ülkelerin elinde bulunması ve çevreye olan olumsuz etkisi nedeniyle üretimin ABD ve Kanada dışında diğer ülkelere yayılmasının yavaş kaldığı görülmüştür.



Kaynak: Charlez, "An Introduction To Shale Oil & Gas".

Grafik 1'de oranları görüldüğü gibi ortalama bir kuyuda yaklaşık 1,5-2 bin ton kum, 10-20 bin metreküp deniz suyu veya kalitesi düşük su ve karışımın yüzde 0,5-1,0 oranında kimyasallar yer almaktadır.³ Kimyasallar kayaç türüne göre seçilmekte olup viskositeyi artırmak, bakterileri yok edip korozyonu önlemek için kullanılmaktadır. Kullanılan kum ise kayalardaki çatlakları açık tutar ve gazın kuyuya akışını sağlamaktadır.

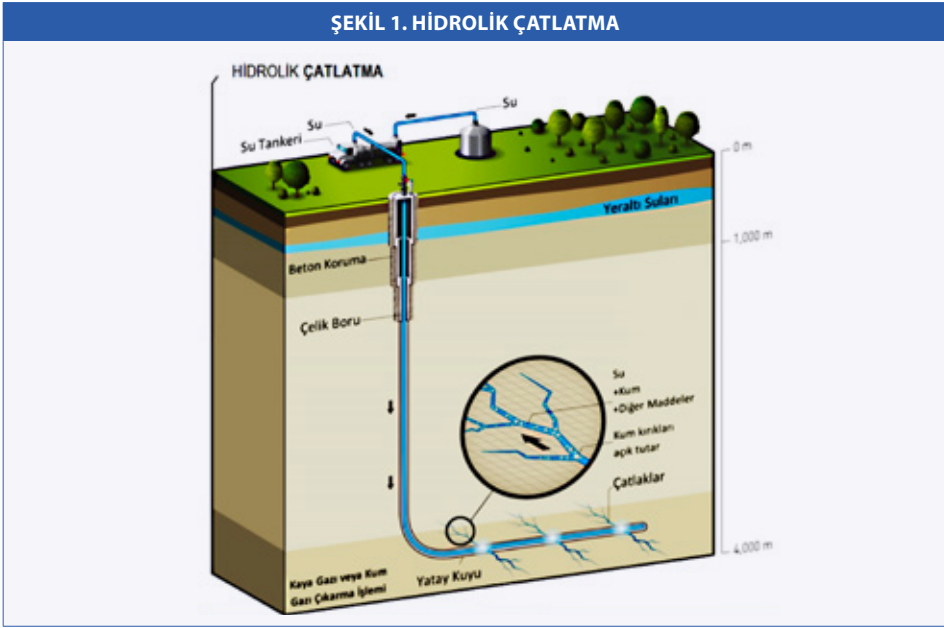
Kaya gazı ve petrolü üretiminde su oldukça önemlidir. ABD'deki gibi büyük oranlarda üretim yapıldığı ve yıllık 20 bin kuyu açıldığı düşünülürse hidrolik çatlatma için 450 milyar litre su kullanımı hesaplanır. Bu oran ABD'de kullanılan su miktarının yalnızca yüzde 3'üne denk gelmektedir.⁴ Diğer enerji kaynaklarıyla

2. "Hydraulic Fracturing: Technology and Practices Addressing Hydraulic Fracturing and Completions", National Petroleum Council, 15 Eylül 2011, https://www.npc.org/Prudent_Development-Topic_Papers/2-29_Hydro_Fract_Technology_Paper.pdf, (Erişim tarihi: 18 Mayıs 2017).

3. Philippe Charlez, "An Introduction to Shale Oil & Gas", IOGP, <http://www.iogp.org/wp-content/uploads/2016/10/An-introduction-to-shale-oil-and-gas-Jul2015-1.pdf>, (Erişim tarihi: 11 Kasım 2017).

4. "Fueling North America's Energy Future", IHS CERA, <http://www.anga.us/media/content/F7CEF91B-C242-11F8265AC0573BFC90D8/files/ihs%20cera%20fueling%20the%20future.pdf>, (Erişim tarihi: 17 Kasım 2017).

karşılaştırıldığında kaya gazının kömürden daha az su tükettiği görülmektedir. ABD'deki Marcellus Havzası'nda 1 MMBTU⁵ (million british thermal units) enerji için kaya gazı üretiminde 4,92 litre su harcanırken kömürden elde edilen her 1 MMBTU için 7,5-30 litre arasında su kullanımı olduğu belirtilmektedir.⁶ Kaya gazı üretiminde kullanılan suyun büyük bir bölümü geri dönüştürülebilmektedir. Örneğin ABD'deki Marcellus Havzası'nda kullanılan suyun yüzde 90'ından fazlası geri dönüştürülmektedir.⁷



Kaynak: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hidrolik_%C3%87atlatma_Jeolojik.png, (Erişim tarihi: 15 Eylül 2017).

Şekil 1'de görüldüğü gibi kaya gazı üretiminde kullanılan konvansiyonel olmayan yöntem ile –yani 2,5-3 kilometrelik dikey sondaj sonrası 1-1,5 kilometrelik yatay sondaj ve hidrolik çatlatma sonucu– kaya gazı ve petrolü üretimi yapılmaktadır. Sıvı karışımı kuyuların içine çok büyük bir basınçla verilir. Böylece kaya gazının bulunduğu bölgelerde çatlaklar oluşur. Basıncı sıvıdaki ince taneli kum açılan çatlakların içine girer. Hidrolik çatlatma işleminin sonunda basınç kaldı-

5. İngiliz Isı Birimi (BTU): Bir litre suyun sıcaklık derecesini bir Fahrenheit derecesi artırmak için gerekli ısı miktarıdır.

6. Snehal Desai, Aaron Johnson ve Kimberly Kupiecki, "Water Use in Marcellus Well Deep Shale Gas Exploration", Chesapeake Energy, http://www.chk.com/media/educational-library/fact-sheets/marcellus/marcellus_water_use_fact_sheet.pdf, (Erişim tarihi: 28 Eylül 2017).

7. Snehal Desai, Aaron Johnson ve Kimberly Kupiecki, "A New Sustainability Challenge: Water Management in Unconventional Shale Oil & Gas Operations", DOW, (Şubat 2014), s. 6, http://msdssearch.dow.com/Published-LiteratureDOWCOM/dh_08f8/0901b803808f8f95.pdf?filepath=liquidseps/pdfs/noreg/177-03526.pdf&fromPage=GetDoc, (Erişim tarihi: 30 Eylül 2017).

rıldığında bu madde ince çatlakları açık tutarak kaya gazının toplanmasını ve kuyuya doğru akışını sağlar. Bu işlemde yüksek miktarda su kullanılması sebebiyle suyun az olduğu bölgelerde farklı alternatif akışkanlar kullanılır. Bu sıvı içindeki bazı kimyasallar ise çatlatma işleminin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesini temin eder. Sıvı içinde kullanılan kimyasalların cinsi ve miktarı jeolojik yapı, sondaj derinliği ve kayaç özelliklerine göre değişir.⁸

Ortalama bir sondajda yaklaşık bin 350 ton demir ve çimento kullanılmaktadır. Her bir çelik gövde sızdırmaz bir şekilde çimento ile kaplanır. Çimento, çeliğin değişen katmanları binlerce metre derinliğinde petrol ve gazı tutan tabakaya geçecek şekilde dizayn edilir.⁹ 2000’li yıllardan önce kaya gazı çıkarılması ve işlenmesi ekonomik olmadığı için yaygınlaşmamıştır. Kaya gazının üretimi yatay sondaj ve hidrolik çatlatma teknolojilerindeki ilerleme ve doğal gaz fiyatlarının artmasıyla birlikte ekonomik olarak mümkün hale gelmiştir.

TABLO 1. HİDROLİK ÇATLATMA İLE İLGİLİ ABD’DEKİ YASAL DÜZENLEMELER

Yıl	Aksiyon	Birim	Açıklama
1974	Güvenli İçme Suyu Yasası	US EPA (ABD Çevre Koruma Ajansı)	Yasa ulusal içme sularının teminini düzenlemektedir.
2003	US APA ile Firmalar Arasında Mutabakat Muhtırası	US EPA	Firmalar hidrolik çatlatma sıvısında yakıt kullanmayacaklar.
2004	Kömür Yataklı Metanlarda Hidrolik Çatlatmanın Yer Altı Sularına Etkisi Değerlendirilmesi	US EPA	Araştırma yer altı sularına hidrolik çatlatmanın etkisini değerlendirerek minimum düzeyde tehdit olduğunu ortaya çıkardı.
2005	Enerji Politika Kanunu	Temsilciler Meclisi	Güvenli İçme Suyu Yasası’ndaki hidrolik çatlatmada kullanılacak sıvıları açıklığa kavuşturdu.
2009	Hidrolik Çatlatma Sorumluluğu ve Kimyasal Farkındalık Kanunu	Kongre	Kanun hidrolik çatlatma sıvısının katkı maddelerini açıkladı.
2010	Wyoming Doğal Gaz ve Petrol Düzenlemesi	Wyoming Eyaleti	Hidrolik çatlatma sıvısındaki bütün kimyasalları belirledi.
2010	Eyaletler Düzenlemesi	Eyaletler	Birçok eyalet hidrolik çatlatma sıvısındaki kimyasalları belirledi.

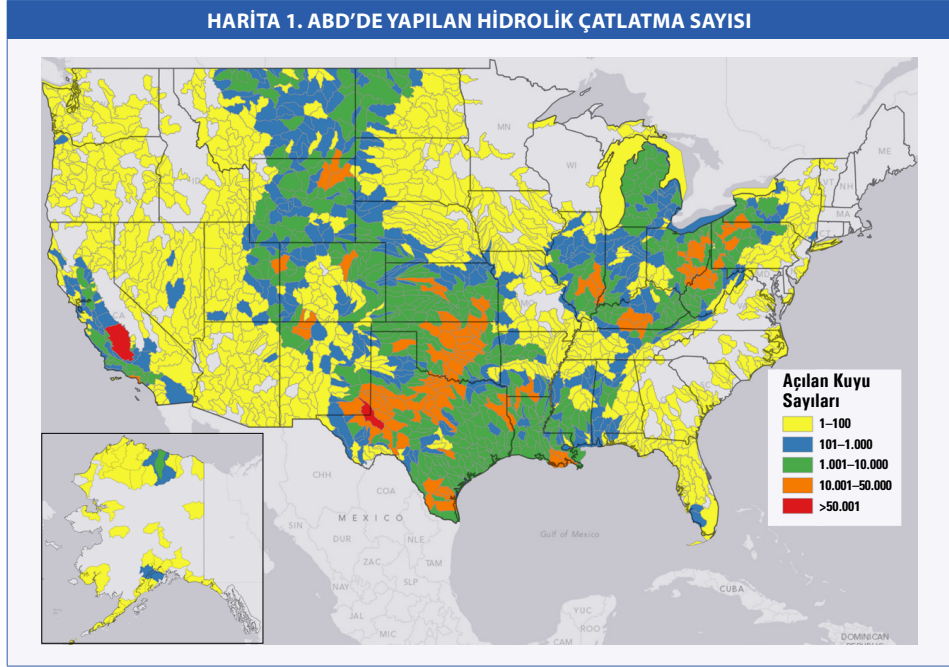
Kaynak: “Hydraulic Fracturing: Technology and Practices Addressing Hydraulic Fracturing and Completions”, s. 11.

ABD’de hidrolik çatlatma çok fazla yaygın olduğu için ülke genelinde oluşturulan bir yasal düzenleme olduğu görülmektedir. Kaya gazı ve petrolünün üretiminde en büyük engellerden biri hidrolik çatlatma sıvısının yüzey ve yer altı

8. Cenk Sevim, “Kaya (Şeyl) Gazının Uluslararası Enerji Politikalarına Etkileri”, *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, Cilt 5, Sayı: 1, (2014).

9. “Hydraulic Fracturing Unlocking America’s Natural Gas Resources”, Hydraulic Fracturing, <http://www.hydraulicfracturing.com/#/?-section=energy-and-opportunity>, (Erişim tarihi: 4 Aralık 2017).

sularını kirletmesidir. Bu yüzden kullanılacak kimyasallar ve miktarlarının yasal düzenlemeyle kontrol altına alınması gerekmektedir. ABD bu yasal düzenlemeyi yaparak üretimin yapıldığı kuyularda kontrollerini gerçekleştirmektedir.



Kaynak: "Water Quality Studied in Areas of Unconventional Oil and Gas Development, Including Areas Where Hydraulic Fracturing Techniques are Used, in the United States", USGS, (Nisan 2012), https://pubs.usgs.gov/fs/2012/3049/FS12-3049_508.pdf, (Erişim tarihi: 25 Eylül 2017).

Harita 1'den anlaşıldığı gibi ABD'de işlem yapılan kuyu sayısının dağılımına baktığımız zaman bazı bölgelerde yoğun bir şekilde kuyuların açıldığı görülmektedir. ABD'de 150 yıllık petrol üretim tarihinde yaklaşık 4 milyon sondaj yapıldığı ve bu sondaj kuyularından yaklaşık 2 milyonundan hidrolik çatlatma yöntemiyle petrol ve doğal gaz çıkarıldığı belirtilmiştir. Şu anda ise yapılan sondajların yüzde 95'inde hidrolik çatlatma teknolojisi kullanılarak ABD'nin petrol ve doğal gaz üretiminin yarısı gerçekleştirilmektedir.

Eldeki üretim teknolojisinin seviyesi, altyapı olanakları (çıkacak gazın taşınması için gerekli boru hatları vs.), gaz ihtiva eden her kayanın birbirine benzermemesi gibi etkenler kaya gazı ve petrolünün üretimini etkileyen önemli teknik faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır. Konvansiyonel olmayan yöntemle kaya gazı ve petrolünden üretim yapılabilmesi için teknolojik yeterlilik ve altyapının uygun hale gelmesi gerekmektedir.¹⁰

10. "Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: Turkey", EIA, (Eylül 2015), https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/Turkey_2013.pdf, s. 4, (Erişim tarihi: 2 Eylül 2017).

Teknik olarak belirlenen kapasite doğal gaz ve petrol fiyatları ve işletme maliyetleri dikkate alınmadan mevcut teknoloji ile çıkarılabilen miktarları göstermektedir. Kanıtlanmış rezerv ile teknik olarak çıkarılabilecek rezerv arasında fark olduğunu iyi bilmek gerekir. Teknik olarak çıkarılacak rezerv bugünün koşullarındaki çıkarma masraflarından bağımsız olarak değerlendirilmektedir. Enerji kaynağının miktarı ve durumunun tam olarak bilinmesi için test üretimine başlanması gerekmektedir. Kaya gazı ve petrolünün çıkarılmasına sondaj masrafları, kazılan kuyulardan elde edilen ortama miktar, gaz ve petrol üretimi için alınan fiyatlara bağlı olarak karar verilmektedir.¹¹

11. "Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: Turkey", s. 3.

KAYA GAZI VE PETROLÜNÜN ENERJİ PİYASALARINDAKİ ROLÜ

Dünya doğal gaz üretiminde 2016'daki 3 trilyon 613 milyar metreküpten 2040'ta 5 trilyon 720 milyar metreküpe çıkılarak yaklaşık yüzde 62 oranında artış sağlanacağı hesaplanmaktadır. Bunu sağlayan en önemli etken ise kaya gazı üretimindeki artıştır. 2015'te 435 milyar metreküp olan kaya gazı üretiminin 2040'ta yaklaşık dört kat artarak 1 trilyon 730 milyar metreküpe ulaşacağı öngörülmektedir.¹²

Doğal Gaz Üreticileri	Miktar (Milyon Ton)	Dünya Üretimindeki Oranı (Yüzde)
ABD	749	20,73
Rusya	644	17,82
İran	190	5,26
Kanada	174	4,82
Katar	165	4,57
Çin	137	3,79
Norveç	121	3,35
Cezayir	92	2,55
Suudi Arabistan	90	2,49
Avustralya	88	2,44
Dünyanın Geri Kalanı	1.163	32,19
Dünya Toplamı	3.613	100,00

Kaynak: "Key World Energy Statistics 2017", EIA, <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2017.pdf>, s. 15, (Erişim tarihi: 22 Ekim 2017).

12. "Shale Gas Production Drives World Natural Gas Production Growth", EIA, 15 Ağustos 2016, <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=27512>, (Erişim tarihi: 2 Eylül 2017).

Tablo 2’de görüldüğü gibi doğal gaz üretimi bakımından ilk on ülke dünya üretiminin yaklaşık yüzde 70’lik bölümünü gerçekleştirmektedir. Kaya gazı ise doğal gaz üreten ülke sayısı ve miktarını çoğaltacağından enerji güvenliğini artırıcı etki yapacağı anlaşılmaktadır. Bu durum doğal gaz ithal eden ülkeler açısından baktığımızda arz güvenliği ve fiyat bağlamından olumlu bir gelişme olarak değerlendirilirken doğal gaz ihracatı yapan ülkeler açısından ise özellikle fiyata olan etkisinden dolayı kaya gazının olumsuz etkisi olacağı öngörülmektedir.

TABLO 3. DÜNYA DOĞAL GAZ İHRACATI (2016)		
Doğal Gaz Üreticileri	Miktar (Milyon Ton)	Dünya İhracat Oranı (Yüzde)
Rusya	205	23,59
Katar	117	13,46
Norveç	115	13,23
Kanada	61	7,02
Cezayir	54	6,21
Türkmenistan	53	6,10
Avustralya	41	4,72
Endonezya	34	3,91
Malezya	24	2,76
Nijerya	23	2,65
Dünyanın Geri Kalanı	142	16,34
Dünya Toplamı	869	100,00

Kaynak: "Key World Energy Statistics 2017", EIA, s. 15.

Doğal gaz ihracatı açısından ilk on ülkenin dünya doğal gaz ticaretinin yaklaşık yüzde 85’lik bölümünü gerçekleştirdiği Tablo 3’te görülmektedir. Doğal gaz ticaretinin belli ülkelerin tekelinde olduğu anlaşılmaktadır. Dünyada üretilen doğal gazın yalnızca yüzde 24’ü ticarete konu olmakta, yüzde 76’sı ise üretilen ülke tarafından tüketilmektedir. Kaya gazı ile birlikte piyasaya yeni oyuncular gireceği için doğal gaz rekabetinde artış olacağı düşünülmektedir. LNG tankerleriyle uluslararası piyasalara ulaşacak doğal gazın piyasaları birbirine yaklaştıracığı ve bölgesel fiyat farklılıklarının da ya azalacağı veya ortadan kalkacağı öngörülmektedir. Böylece boru hattıyla doğal gaz ithal eden ülkelerin belirledikleri fiyatlar arasındaki farklılıkların azalacağı düşünülmektedir. Boru hatlarıyla gelen doğal gazın kesilmesi nedeniyle LNG tankerleriyle doğal gaz taşımacılığı alternatif tedarik kanalı olarak işlev görmektedir. Bu durumun doğal gazın enerji piyasaları açısından sürekli, makul ve güvenli bir enerji kaynağı olmasına etki edeceği anlaşılmaktadır.

Doğal gaz üretimi yapan ilk on ülke dünya üretiminin yaklaşık yüzde 70’lik bölümünü oluştururken doğal gaz ticaretini yapan ilk on ülke de doğal gaz ticaretinin

yaklaşık yüzde 85 oranıyla büyük bir kısmını gerçekleştirmektedir. Dünyada daha yaygın bir görüntü oluşturan kaya gazı sayesinde yeni oyuncuların piyasaya girmesinin bu ülkelerin doğal gaz piyasalarındaki etkilerini zayıflatacağı düşünülmektedir.¹³

TABLO 4. DÜNYA KAYA GAZI REZERLERİ (TRİLYON METREKÜP)	
Çin	31,6
Arjantin	22,7
Cezayir	20,0
ABD	17,6
Kanada	16,2
Meksika	15,4
Avustralya	12,2
Güney Afrika	11
Rusya	8,1
Brezilya	6,9
Dünya Toplamı	214

Kaynak: EIA

En fazla kaya gazı rezervine sahip on ülke içerisinde Çin, Arjantin, Brezilya ve Güney Afrika gibi doğal gaz ithal eden ülkeler olduğu Tablo 4'te görülmektedir. Doğal gaz ithalatına bağımlı olup ciddi miktarda kaya gazı rezervi olan ülkeler olarak Fransa, Polonya, Türkiye, Ukrayna, Güney Afrika, Fas ve Şili gibi ülkeler sayılabilir.¹⁴ Kaya gazı rezervleri doğal gazın rezerv miktarını artırmakla kalmayacak aynı zamanda bu piyasaya ciddi kaya gazı rezervi olan yeni oyuncuların girmesini de sağlayacaktır.

TABLO 5. 2011 VE 2013 YILLARINDA KAYA GAZI VE PETROLÜNÜN REZERV DURUMU		
	2011	2013
Ülke Sayısı	32	41
Havza Sayısı	48	95
Shale Gaz (Trilyon Metreküp)	187	207
Kaya Petrolü (Milyar Varil)	32	345

Kaynak: EIA

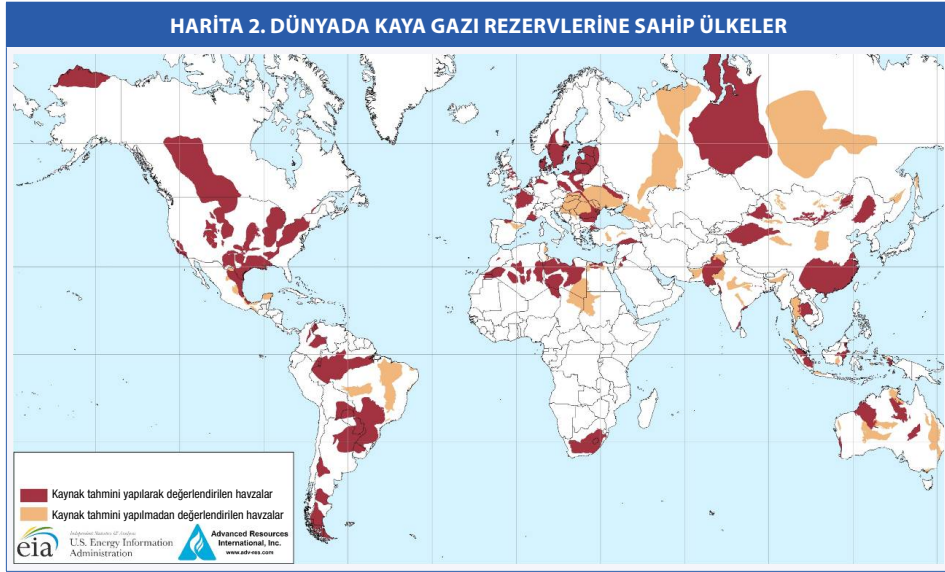
Dünya doğal gaz rezervlerinin –kaya gazı rezervleri hariç tutulduğunda– yaklaşık 186 trilyon metreküpe ulaştığı ve kaya gazı rezervleri ile birlikte yüzde 47 oranında arttığı ifade edilmektedir. Bu artış en çok Çin, ABD, Kanada, Avustralya gibi ülkelerin kaya gazı rezervlerinden kaynaklanmaktadır. Dünya petrol

13. Richard Newell, "Shale Gas and the Outlook for U.S. Natural Gas Markets and Global Gas Resources", ABD Dışişleri Bakanlığı, <http://photos.state.gov/libraries/usoeed/19452/pdfs/DrNewell-EIA-Administrator-Shale-Gas-Presentation-June212011.pdf>, (Erişim tarihi: 3 Eylül 2017).

14. Newell, "Shale Gas and the Outlook for U.S. Natural Gas Markets and Global Gas Resources".

rezervinin ise kaya petrolünün rezervleri hariç yaklaşık 1,7 trilyon varil olduğu hesaplanmaktadır.¹⁵ Kaya petrolü dünya petrol rezervlerini yüzde 11 oranında artırmıştır.¹⁶ Tablo 5'e bakıldığında kaya gazı ve petrolü rezervlerinin yeni keşifler ile birlikte arttığı görülmektedir. Aslında buradan rezerv miktarının sabit olmadığı ve yeni keşiflerle birlikte sürekli değişeceği anlaşılmaktadır.

Konvansiyonel olmayan gaz tedarikçileri dünya tedarikçi haritasını değiştirme potansiyeline sahiptir. ABD gelişmiş teknoloji kullanmasıyla artan üretimi sonucunda daha makul fiyat ve güvenli doğal gaz tedarikine kavuşmuştur. Dünya Enerji Konseyi'nde (World Enerj Council–WEC) bulunan yetkililer kaya gazı rezervlerinin doğal gazın enerji fiyatlarının makul ve çevreye duyarlı sürdürülebilir enerji geleceğine geçişte kritik bir öneme sahip olacağı görüşünde birleşmeye başlamışlardır. Global pazardaki tedarikçi yapısının değişimi, konvansiyonel olmayan yöntemlerle çıkarılan doğal gaz, artan şeffaflık ve rekabet durumu pazarın yeniden şekillenmesinin önemli sonuçları olarak karşımıza çıkmaktadır.



Kaynak: EIA

ABD, Kanada, Çin, Avustralya, Libya, Cezayir, Arjantin ve Brezilya gibi ülkelerde kaya gazı rezervi olduğu Harita 2'de görülmektedir. Türkiye'nin de içinde bulunduğu Fransa, Polonya, Ukrayna, Güney Afrika, Tunus ve Şili gibi ülkelerin –doğal gaz ithalatına bağımlı olmakla birlikte– ciddi miktarda kaya gazı rezervine

15. "Shale Oil and Shale Gas Resources are Globally Abundant", EIA, (2014), <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=14431>, (Erişim tarihi: 15 Eylül 2017).

16. Paul Reig, Tianyi Luo ve Jonathan N. Proctor, "Global Shale Gas Development: Water Availability and Business Risks", s. 2, https://www.wri.org/sites/default/files/wri14_report_shalegas.pdf, (Erişim tarihi: 8 Eylül 2017).

sahip oldukları anlaşılmaktadır. Kaya gazı rezervleri olan bu ülkelerin üretime geçme olasılıklarının artması ise dünya enerji fiyatlarının durumu, ABD’de geliştirilen konvansiyonel olmayan yöntemle üretime olanak sağlayan teknolojiyi transfer etmedeki hızları ve kaya gazı üretimi sırasında oluşan çevresel risklere karşı alacakları tedbirlere göre değişiklik gösterecektir.¹⁷

2014’te sadece dört ülkede (ABD, Kanada, Çin ve Arjantin) ticari anlamda kaya gazı üretimi yapılmıştır. 2015’te Cezayir, Avustralya, Polonya, Meksika ve Rusya kendi kaya gazı rezervlerini keşfetmeye başlamışlardır.¹⁸ 2040’ta kaya gazı üretiminin oldukça yaygınlaşacağı ve dünya doğal gaz üretiminin üçte birini karşılayacak derecede önemli bir enerji kaynağı olacağı tahmin edilmektedir.

TABLO 6. KONVANSİYONEL OLMAYAN YÖNTEMLE ÜRETİLEN DOĞAL GAZIN 2040 PROJEKSİYONU (MİLYAR METREKÜP)						
	2012	2020	2025	2030	2035	2040
OECD Amerika Kıtası	561	736	821	889	971	1.048
ABD	470	598	677	711	753	787
Kanada	93	108	139	156	178	198
Meksika	0	3	8	23	40	62
OECD Avrupa	0	14	48	93	130	156
Kuzey Avrupa	0	14	45	85	116	139
Güney Avrupa	0	0	3	6	8	8
Kuzeybatı Avrupa	0	0	0	0	0	0
Türkiye ve İsrail	0	0	0	3	6	6
OECD Asya	8	31	48	65	88	113
Avustralya ve Yeni Zelanda	8	31	48	65	88	113
Toplam OECD	569	782	918	1.048	1.189	1.317
Rusya	11	11	17	40	85	142
Çin	42	116	218	297	365	416
Hindistan	0	3	6	8	11	14
Ortadoğu	0	0	0	6	17	31
Afrika	0	0	23	31	79	119
OECD Dışı Toplam	59	156	317	487	731	971
Dünya Toplam	629	937	1.235	1.535	1.920	2.288

Kaynak: “International Energy Outlook 2016”, EIA.

17. Newell, “Shale Gas and the Outlook for U.S. Natural Gas Markets and Global Gas Resources”.

18. “International Energy Outlook 2016”, EIA, [https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484\(2016\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2016).pdf), s. 21, (Erişim tarihi: 3 Eylül 2017).

2012’de konvansiyonel olmayan yöntemle üretilen doğal gaz miktarı yaklaşık 629 milyar metreküp iken 2040 projeksiyonunda yaklaşık dört kat artarak 2 trilyon 288 milyar metreküpe yükseleceği Tablo 6’da görülmektedir. Konvansiyonel olmayan yöntemle yapılan üretimin büyük bir bölümü kaya gazından kaynaklanmaktadır. 2040 projeksiyonuna bakıldığında ABD ve Çin’in üretim toplamları dünya üretim toplamının yarısından fazlası olduğu görülmektedir. Ayrıca ABD’nin konvansiyonel olmayan üretim yöntemiyle çıkarılan doğal gazın 2040’ta üçte birini tek başına gerçekleştireceği öngörülmektedir. 2012’de OECD dışındaki ülkelerde üretim çok az miktardayken 2040’a kadar hızla artmakta ve toplam üretimin yarısına yaklaşmakta olduğu görülmektedir. OECD dışındaki ülkelerdeki artışın 2020’den sonra fazla olması ise teknoloji gerektiren üretim ekipmanlarının yaygınlaşacağı ve kaya gazı üretim maliyetlerinin düşeceğinin bir sonucu olarak yorumlanmaktadır.

Kaya gazının doğal gaz üretimindeki artışından dolayı 2017’de ABD’nin 1950’li yıllardan beri ilk defa net gaz ihracatçısı olması beklenmektedir. ABD’nin 2040’a kadar doğal gaz üretimini 1 trilyon 50 milyar metreküpe çıkaracağı ve bunun yaklaşık üçte ikisini kaya gazından elde edeceği EIA tarafından hazırlanan 2040 projeksiyonunda belirtilmektedir.¹⁹ Bu üretimin yüzde 18’lik kısmını yani 210 milyar metreküplük bölümünü ise ABD’nin ihraç edeceği tahmin edilmektedir. ABD’deki bu değişimin sadece kendisini değil aynı zamanda dünya enerji piyasalarını da etkileyeceği öngörülmektedir.²⁰

Potansiyel kaynağın büyüklüğü, mali rejim, jeolojik yapı, ülkenin işletme imkanları, konvansiyonel olmayan servis sektörü, gaz ve petrol dağıtım ağı, konvansiyonel rekabet durumu ve yetişmiş iş gücü gibi faktörler konvansiyonel olmayan yöntemle doğal gaz çıkarmak için etkili başlıklar olarak karşımıza çıkmaktadır. Birkaç yıl önce konvansiyonel olmayan gaza olan yatırımın devam etmesi için varil başı maliyetin 100 dolar olması düşünülürken Kuzey Amerika’da işletme verimliliği ve teknolojik yenilikle maliyetler oldukça düşmüş olduğundan söz konusu fiyatın altındaki maliyetlerde de üretim devam etmektedir.²¹

Çin, Avustralya, Arjantin gibi ülkelerde kaya gazı üretim miktarı az olmakla birlikte yakın gelecekte bu ülkelerin de ABD gibi kendi üretim miktarlarını ar-

19. “Annual Energy Outlook 2017 with Projections to 2050”, EIA, 5 Ocak 2017, [https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/0383\(2017\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/0383(2017).pdf), s. 58, (Erişim tarihi: 10 Eylül 2017).

20. “Most Natural Gas Production Growth is Expected to Come from Shale Gas and Tight Oil Plays”, EIA, 7 Haziran 2016, <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=26552>, (Erişim tarihi: 18 Eylül 2017).

21. *World Energy Resources Unconventional Gas, A Global Phenomenon*, (World Energy Council, Londra: 2016), s. 7-16, https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/02/Unconventional-gas-a-global-phenomenon-World-Energy-Resources_-Full-report-.pdf, (Erişim tarihi: 11 Eylül 2017).

tırmaları beklenmektedir. Kaya gazı devriminden sonra ABD piyasalarının büyük ve hızlı değişim yaşadığını gören diğer rezerv sahibi ülkelerin bu yarışa dahil olmaları kaçınılmazdır. Kaya gazı ciddi miktarda doğal gazın arz-talep oranını değiştirmiş ve doğal gaz piyasasına yeni oyuncuların girmesini sağlamıştır. Bu durumdan doğal gaz enerji piyasalarının derinden etkilendiği söylenebilir.

Kaya gazının enerji piyasalarında oluşturacağı küresel etkiler tedarikçi sayısı ve miktarı, enerji haritası, ticaret yolları ve arz-talep dengelerinin değişimleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Ekonomik gücünü çıkardığı petrol ve gaz gibi geleneksel yöntemlerle ürettiği enerji kaynaklarından alan ülkelerin ekonomik anlamda zarar görecekları belirtilmektedir. Kaya gazı rezervlerinin faaliyete geçmesiyle konvansiyonel yöntemlerle doğal gaz üretimi yapan ülkelerin ellerinde bulundukları fiyat belirleme ve baskı kurma gücünün zayıflayacağı anlaşılmaktadır.²²

2010'dan itibaren hızla artan ABD kaya petrolü üretimi 2015'te toplam üretimin yüzde 50'sine ulaşarak günlük 4,9 milyon varile ulaşmıştır. ABD'nin 2030'a kadar kaya petrolü üretimini artırmaya devam edeceği öngörülmektedir. Eğer teknolojik ilerleme ve kaynak tahmininde iyimser tablo devam ederse 2035 projeksiyonunda ABD'nin petrol üretimini günlük 11 milyon varile çıkaracağı tahmin edilmektedir. ABD'de yaygın olan üretim sonucu kaya petrolünden elde edilen üretimin ülke içinde üçte iki oranında olacağı belirtilmektedir.²³

TABLO 7. DÜNYA PETROL ÜRETİMİ (2016)		
Petrol Üreticileri	Miktar (Milyon Ton)	Dünya Üretimindeki Oranı (Yüzde)
Suudi Arabistan	583	13,49
Rusya	546	12,64
ABD	537	12,43
Kanada	220	5,09
İran	200	4,63
Çin	200	4,63
Irak	191	4,42
BAE	182	4,21
Kuveyt	159	3,68
Brezilya	135	3,12
Dünyanın Geri Kalanı	1.368	31,66
Dünya Toplamı	4.321	100,00

Kaynak: "2017 Key World Energy Statistics", EIA, s. 13.

22. James Daniel Arthur, Brian K. Bohm ve David Cornue, "Environmental Considerations of Modern Shale Developments", Paper No. SPE 122931, Proceedings of the SPE Annual Technical Meeting, 4-7 Ekim 2009, New Orleans, LA.; Keith P. Shine, "The Global Warming Potential-The Need for an Interdisciplinary Retrial", *Climatic Change*, Cilt: 96, Sayı: 4, (2009), s. 467-472.

23. "Key World Energy Statistics 2017".

2016'daki verilere göre petrol üretimi yapan ilk on ülke dünya üretiminin yaklaşık yüzde 70'ini gerçekleştirmektedir (Tablo 7). Dünyanın geri kalan ülkelerinin ise yaklaşık olarak yüzde 30'luk bölümü ürettikleri görülmektedir. Buradan petrol üretiminin dünyanın bazı ülkelerinin elinde olduğu anlaşılmaktadır. Bazı ülkeler ihracat gelirlerinin büyük bir bölümünü petrol gelirlerinden elde ederken bazı ülkelerin ise ithalatlarında petrol giderleri önemli yer tutmaktadır. Petroldeki fiyat değişiminin bu ülkeler açısından son derece önemli etkilerinin olduğu görülmektedir.

TABLO 8. PETROL İHRACATI YAPAN İLK ON ÜLKE (2016)		
Ülkeler	Miktar (Milyon Ton)	İhracattaki Oranı (Yüzde)
Suudi Arabistan	369	18,52
Rusya	243	12,20
Irak	148	7,43
BAE	125	6,28
Kanada	116	5,82
Nijerya	104	5,22
Kuveyt	100	5,02
Venezuela	98	4,92
Angola	86	4,32
İran	64	3,21
Dünyanın Geri Kalanı	539	27,06
Dünya Toplamı	1.992	100,00

Kaynak: "2017 Key World Energy Statistics", EIA, s. 13.

2016'da petrol ihracatı yapan ilk on ülke dünya petrol ithalatının yaklaşık dörtte üçünü yaparken diğerlerinin toplam oranının yaklaşık olarak dörtte bir düzeyinde olduğu Tablo 8'de görülmektedir. Petrol ticaretinin belli başlı ülkelerin elinde olduğunun görüldüğü tablolarda bu ülkelerin ürettikleri petrolün yaklaşık yüzde 54'lük bölümünü kendilerinin tükettiği böylece uluslararası pazara üretilenin yarısından fazlasının çıkmadığı anlaşılmaktadır. Petrolde tedarikçi ülke sayısının az olması, petrol ihraç eden ülkelerde kaos ve çatışma olasılığın yüksek olması ve günlük yaşamda en çok kullanılan enerji kaynaklarından biri olması petrolün üretimini ve fiyatını hassas hale getirmektedir. Üretim ve modern yaşamın sürdürülebilirliği için temel ihtiyaç olan petrolün talepten daha az üretilmesi sonucu fiyatlar artmaktayken talebin üretimin altında kalması durumunda ise petrol fiyatları düşmektedir. İleri teknoloji ile çıkarılabilen kaya petrolünün bu duruma etkisi olsa bile oldukça sınırlı kalacağı düşünülmektedir.

TABLO 9. KAYA PETROLÜ REZERVLERİ (MİLYAR VARİL)	
ABD	75
Rusya	58
Çin	32
Arjantin	27
Libya	26
Avustralya	18
Venezuela	13
Meksika	13
Pakistan	9
Kanada	9
Dünya Toplamı	345

Kaynak: "Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: Turkey".

Kaya petrolü rezervlerinin yaklaşık 345 milyar varil olduğu (Tablo 9) ve bu miktarın dünya petrol rezervlerini yüzde 11 oranında artırdığı hesaplanmaktadır.²⁴ Kaya petrolü üretimine geçen ülkeler içinde konvansiyonel yöntemle üretim yapan ABD ve Kanada gibi ülkelerin olduğu görülmektedir. Bu ülkelerde petrol endüstrisi geliştiği için konvansiyonel olmayan yöntemle üretim yapılmasının daha kolay olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum ülkenin işletme imkanları, konvansiyonel olmayan servis sektörü, gaz ve petrol dağıtım ağı, konvansiyonel rekabet durumu ve yetişmiş iş gücü gibi faktörlerin önemini vurgulamaktadır. Bu alanlarda bilgi birikimi ve teknolojik imkanları fazla olan ülkelerin potansiyellerini değerlendirerek üretime geçmeye başladıkları görülmektedir.

24. Reig, Luo ve Proctor, "Global Shale Gas Development: Water Availability and Business Risks", s. 2.

ÜRETİM YAPAN ÜLKELER VE EKONOMİLERİNE YANSIMALARI

ABD başta olmak üzere Kanada, Arjantin, Rusya ve Çin gibi ülkelerde kaya gazı ve petrolü üretimi açısından önemli gelişmeler meydana gelmiştir. Konvansiyonel olmayan yöntemle yapılan doğal gaz ve petrol üretiminin enerji piyasalarındaki oranının hızla arttığı görülmektedir.

ABD 2016'da yaklaşık 749 milyar metreküp doğal gaz üretimi yapmıştır. Dünyada en fazla üretim yapan ABD yeryüzündeki tüm üretimin yüzde 20,73'ünü tek başına gerçekleştirmiştir. Ürettiği gazın tamamına yakını tüketen ABD'nin 2040'a kadar doğal gaz üretimini 1,05 trilyon metreküpe çıkaracağı ve bunun yaklaşık üçte ikisini kaya gazından elde edeceği EIA tarafından hazırlanan 2040 projeksiyonunda görülmektedir.²⁵ Bu üretimin yüzde 18'lik kısmı yani 210 milyar metreküplük bölümünün –ABD'nin tüketiminden fazla olduğu– için ihraç edileceği anlaşılmaktadır. Hidrolik çatlatma ve yatay sondaj teknolojileriyle kaya gazı rezervlerini hızlı bir şekilde üretime dönüştüren ABD gibi ülkelerin piyasalara yeni oyuncular olarak gireceği ve arz miktarını artıracığı tahmin edilmektedir.

ABD'de kaya gazı üretiminden kaynaklı yerli tedarikçi fazlalığı ithalat oranının hızla düşmesine, ihracatın da artarak devam etmesine ve elektrik üretiminde kömürün etkisinin azalarak doğal gazın etkisinin çoğalmasına sebep olmuştur. Doğal gaz tüketim oranı toplam enerji kaynakları içinde yüzde 23'ten 29'a yükselmiştir. 2014'te ABD'nin yedi kaya gazı havzasındaki gaz üretimi 461

25. "Annual Energy Outlook 2017 with Projections to 2050", s. 58.

milyar metreküp ile kendi doğal gaz üretiminin yüzde 49'una ve dünya doğal gaz üretiminin ise yüzde 10'undan fazlasına denk gelmiştir. ABD'deki bu gelişmeler 2016'da kaya gazının etkisinin LNG tankerleriyle Asya ve Avrupa pazarlarına girmesiyle daha fazla artmıştır.²⁶

2016'da ABD'nin günlük 8,9 milyon varil petrolden 2018'de 9,3 milyon varile çıkacağı öngörülmektedir. Bu artışın büyük bölümünde kaya petrolünün rolü olduğu anlaşılmaktadır.²⁷ ABD 2016'da günlük 4,25 milyon varillik üretimi konvansiyonel olmayan yöntem ile üretilen kaya petrolünden elde etmiştir. Bu miktar ABD ham petrol üretiminin yüzde 48'ine tekabül etmektedir. EIA'ya göre kaynak ve teknolojik imkanlarının iyi olması durumunda 2035 projeksiyonunda ABD'nin günlük 11 milyon varil petrol üreteceği görülmektedir. ABD'nin bu üretiminin yüzde 66'sını kaya petrolünden gerçekleştireceği tahmin edilmektedir.

Kaya petrolünden elde edilecek üretiminin ABD'de 2040'ta günlük 7,08 milyon varile ulaşacağı hesaplanmaktadır. Öncelikle bu hedefin tutması petrol fiyatları, yeni teknoloji ve kaynakların yeterliliği gibi önemli hususlara bağlı bulunmaktadır.²⁸ Konvansiyonel olmayan yöntemlerle ABD'nin kendi enerji tüketimini karşılamakta oldukça başarılı olduğu görülmektedir. Yatay sondaj teknolojisini geliştiren ABD örneği teknolojik ilerlemenin enerji sektörünü ne kadar çok etkileyeceğini gözler önüne sermektedir.

Çin 600'den fazla kaya gazı kuyusu açmış ve 2015'te yaklaşık 5 milyar metreküp doğal gazı konvansiyonel olmayan metotlar ile üretmiştir. EIA'nın tahminine göre dünyanın en fazla kaya gazı rezervi 36,1 trilyon metreküp ile Çin'de bulunmaktadır.²⁹ EIA'nın hazırladığı 2040 projeksiyonuna göre Çin'de tüketilen doğal gazın yüzde 40'ının kaya gazından elde edileceği hesaplanmaktadır.³⁰ Böylece Çin, ABD'den sonra dünyada en fazla kaya gazından üretim yapan ülke olacaktır.³¹

26. "2015: Monthly Natural Gas Gross Withdrawals, Average of Monthly Production", EIA, s. 17.

27. Danya Murali, "Major U.S. Tight Oil-Producing States Expected to Drive Production Gains Through 2018", EIA, 31 Ocak 2018, <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=29752>, (Erişim tarihi: 10 Ocak 2018).

28. Danya Murali ve Faouzi Aloulou, "Future U.S. Tight Oil and Shale Gas Production Depends on Resources, Technology, Markets", EIA, 22 Ağustos 2016, <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=27612>, (Erişim tarihi: 10 Ocak 2018).

29. "The Information Center of Metallurgical Industry of P.R.China. Summary and Outlook of Chinese Shale Gas Exploitation in 2014", mmi.gov.cn, 24 Temmuz 2014, <http://www.mmi.gov.cn/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=195&id=907234>, MMI, (Erişim tarihi: 6 Eylül 2017).

30. "Shale Gas Production Drives World Natural Gas Production Growth".

31. "International Energy Outlook 2017", EIA, 14 Eylül 2017, s. 56, [https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484\(2017\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/0484(2017).pdf), (Erişim tarihi: 20 Eylül 2017).

Büyük bir potansiyele sahip olan Çin'de kaya gazının çıkarılması –basınç, derinlik, kil yapısı ve dağlık alanların çok olması gibi jeolojik durumlar göz önüne alındığında– ABD'ye kıyasla daha maliyetlidir. ABD'de 4-6 dolar/mcf (thousand cubic feet) olan çıkarma maliyeti Çin'in sert koşullarından dolayı 6-10 dolar/mcf olarak hesaplanmaktadır. Bu durumda Çin'in kaya gazını çıkarmasının ABD'ye oranla yaklaşık yüzde 50-100 daha maliyetli olduğu görülmektedir. Ayrıca Çin'in su kaynaklarının az olmasının da kaya gazı çıkarılmasını olumsuz yönde etkileyeceği düşünülmektedir. Bundan dolayı Çin'in kaya gazını ABD gibi hızlı bir şekilde çıkarmaya başlaması ve gaz devrimi gerçekleştirmesinin zaman alacağı tahmin edilmektedir. Çin'in artan hava kirliliği ve karbon emisyonlarından dolayı doğal gazı daha fazla kullanmak ve enerji ithalatını azaltmak istemesi gibi nedenlerden dolayı az miktarda da olsa kaya gazı üretimine başladığı görülmektedir.³²

TABLO 10. ÇİN'İN SICHUAN HAVZASI'NDAKİ KAYA GAZI KUYUSUNUN MALİYETİ (MİLYON DOLAR)		
İşlem Adı	Maliyet	Toplam Maliyet İçindeki Oranı (Yüzde)
Sondaj	5,3	46,09
Hidrolik Çatlatma	3,9	33,91
Çelik Boru	1,2	10,43
Sondaj İşçiliği	0,9	7,83
Hidrolik Çatlatma İşçiliği	0,2	1,74
Toplam	11,5	100

Kaynak: "National Petroleum Corporation's Economics and Technology Research Institute at the Third IEA Unconventional Gas Forum in Chengdu", China, (Nisan 2015).

Çin'deki kaya gazı üretiminin önündeki en büyük engellerden biri kaya gazının maliyeti olmuştur. Tablo 10'da görüldüğü gibi 2013'te kaya gazı kuyusunun ortalama maliyeti 14,8 milyon iken 2015'te yüzde 23 düşüşle 11,4 milyona düşürülmüştür.³³ Yakın gelecekte bu düşüşün devam edeceği ama ABD'deki maliyetlerle aynı olmayacağı belirtilmektedir. ABD'deki maliyetlere yaklaşılmasının zor olmasının sebepleri arasında Çin'in dağlık arazi koşulları ve ABD'deki kadar su olmayışı gibi nedenler sıralanabilir.

Yaklaşık 32 milyar varil kaya petrolü rezervi olduğu tahmin edilen Çin 2016'da günlük 4 milyon varil üretim gerçekleştirmiştir. 2015'te dünya petrolünün yaklaşık yüzde 16'sını ithal eden Çin'in büyük bir enerji ithalatçısı

32. Sergey Paltsev, Francis O'Sullivan ve Qudisia Ejaz, "Shale Gas in China: Can We Expect a 'Revolution?"; Massachusetts Institute of Technology, s. 16, <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/6387.pdf>, (Erişim tarihi: 4 Eylül 2017).

33. "World Shale Resource Assessments", EIA, 24 Eylül 2015, <http://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/>, (Erişim tarihi: 1 Eylül 2017).

olduğu bilinmektedir. Konvansiyonel olmayan yöntemle rezervlerin çıkarılmasında Çin'de su kaynaklarının az bulunması önemli bir problem olarak durmaktadır. Kaya petrolü üretim tecrübesine sahip olmayan Çin için dağlık ve derinlerde bulunan kaya petrolünü çıkarmak hem maliyetli hem de birçok zorluklukları içermektedir. Kaya petrolü üretimi Çin'de henüz gerçekleşmemiş olsa da yakın gelecekte teknolojik imkanların artmasıyla birlikte üretim yapılacağı öngörülmektedir.³⁴

2016'da 174 milyar metreküp doğal gaz üretimi gerçekleştiren Kanada dünya doğal gaz üretiminin yüzde 4,82'sini üretmiştir. Çıkardığı doğal gazın yaklaşık 61 milyarlık kısmını ihraç eden ülke dünya doğal gaz ticaretinde yüzde 7'lik oranıyla dördüncü sırada bulunmaktadır.³⁵ 16,2 trilyon metreküp kaya gazı rezervi bulunan Kanada, ABD'den sonra en fazla kaya gazı üreten ülke konumundadır. 2008'de kaya gazı üretimine başlayan Kanada 2015'te yaklaşık 40 milyar metreküplük doğal gazı konvansiyonel olmayan yöntemle üretmiştir. (Bu miktar Türkiye'nin yıllık tükettiği doğal gazın yüzde 80'inden fazlasına tekabül etmektedir.) 2040'ta ise Kanada'nın kaya gazı üretiminin artarak devam edeceği ve üreteceği gazın yüzde 30 oranına ulaşacağı tahmin edilmektedir.³⁶

2016'da 220 milyon ton petrol üreten Kanada yüzde 5,09 oranıyla dünya petrol üretiminde dördüncü sırada bulunmaktadır. 116 milyon ton petrol ihraç eden ülke yüzde 5,82 oranıyla dünya beşincisidir.³⁷ Konvansiyon olmayan yöntemle yapılan üretimde önemli ilerlemeler kaydeden Kanada'nın 2040'ta kaya petrolü üretimini oldukça artıracığı öngörülmektedir. 2014'te günlük olarak kaya petrolünden 450 bin varil üretim yapan Kanada'nın üretimi 2016'da günlük 360 bin varile düşmüştür. 2020'ye kadar kaya petrol üretimindeki düşüşün petrol fiyatlarından dolayı devam edeceği, 2040'ta ise fiyatların yükselmesiyle artış olacağı tahmin edilmektedir. 2040'ta kaya petrolünden günlük üretimin 760 bin varil olacağı belirtilmektedir.³⁸

Avustralya 2016'da ürettiği 88 milyar metreküp doğal gaz ile (dünya toplam üretiminin yüzde 2,44'lük oranıyla) ilk onda yer almaktadır. Ürettiği doğal gazın 41 milyar metreküpünü ihraç eden ülke dünya doğal gaz ticaretinin

34. Lutz Kilian, "The Impact of the Shale Oil Revolution on U.S. Oil and Gasoline Prices", University of Michigan, 23 Mayıs 2016, http://www-personal.umich.edu/~lkilian/leep_2015_109_final.pdf, (Erişim tarihi: 13 Ekim 2017)

35. "Key World Energy Statistics 2017", s. 15.

36. "Shale Gas Production Drives World Natural Gas Production Growth".

37. "Key World Energy Statistics 2017", s. 15.

38. Faouzi Aloulou, "World Tight Oil Production to More than Double from 2015 to 2040", EIA, 12 Ağustos 2016, <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=27492>, (Erişim tarihi: 14 Ekim 2017).

yaklaşık yüzde 4,72 oranını gerçekleştirmiştir.³⁹ Avustralya'da yaklaşık 12,2 trilyon metreküp olduğu tahmin edilen kaya gazı rezervi 2014'te çıkarılmaya başlanmıştır. 2020'de ihracat kapasitesini 36,6 milyar metreküpten 86,5 milyara çıkaracak olan Avustralya LNG ihracatında dünyanın sayılı ülkelerinden biri olacaktır.⁴⁰

Arjantin'in 2006'dan 2014'e kadar sürekli doğal gaz üretimi düşmüş ve doğal gaz ihraç eden ülke konumundan doğal gaz ithal eden ülke konumuna gerilemiştir. 2015'te doğal gaz üretimi kaya gazı sayesinde artmıştır. Arjantin kaya gazından elde edilen miktarı artırarak ithalatı azaltmayı amaçlamıştır. 2008'den itibaren doğal gaz ithalatına başlayan Arjantin tükettiği gazın yüzde 23'ünü 2015'te ithal etmeye başlamıştır. Arjantin LNG ile ithal ettiği doğal gazı 2022'de kaya gazından üreteceği doğal gaz üretimindeki artış nedeniyle durdurmayı planlamaktadır.⁴¹

Arjantin 2015'te 0,7 milyar metreküp kaya gazı üretimi gerçekleştirmiştir. Özel ve hidrolik çatlatma ekipmanlarının yetersizliğinden kaynaklanan problemin çözüme kavuşmasıyla 2040'ta Arjantin ürettiği doğal gazın yüzde 75'ini kaya gazından çıkarmayı hedeflemektedir.⁴²

Sondaj maliyetleri Arjantin'de sürekli düşmekle birlikte devletin ulusal petrol şirketi YPF'nin (Yacimientos Petroliferos Fiscales) hedeflediği maliyetlerden oldukça yüksek seviyede olduğu görülmektedir. ABD'deki Eagle Ford sahasıyla aynı özelliğe sahip olan Vaca Muerta havzasında sondaj maliyeti 11,2 milyon dolar iken ABD'de 6,5-7,8 milyon dolar arasındadır.⁴³ Arjantin'de kaya gazından doğal gaz üretme maliyetlerinin ABD maliyetlerine yaklaşması durumunda üretiminin hızla artacağı öngörülmektedir.

27 milyar varil kaya petrolü bulunan Arjantin rezerv bakımından dördüncü sırada yer almaktadır. Ticari olarak kaya petrolü üretimine başlayan Arjantin 2015'te günlük 30 bin varil üretim gerçekleştirmiştir. Chevron firmasının Arjantin'deki üretime katılmasıyla kaya petrolü üretiminin artacağı ve 2040'ta yaklaşık olarak günlük 690 bin varil olacağı hesaplanmaktadır.⁴⁴

39. "Key World Energy Statistics 2017", s. 15.

40. *World Energy Resources Unconventional Gas, A Global Phenomenon*.

41. Jesse Esparza, Faouzi Aloulou ve Andrew Estes, "Argentina Seeking Increased Natural Gas Production from Shale Resources to Reduce Imports", EIA, 10 Şubat 2017, <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=29912>, (Erişim tarihi: 12 Ekim 2017).

42. "Shale Gas Production Drives World Natural Gas Production Growth".

43. Esparza, Aloulou ve Estes, "Argentina Seeking Increased Natural Gas Production from Shale Resources to Reduce Imports".

44. Aloulou, "World Tight Oil Production to More than Double from 2015 to 2040".

2016'da 546 milyon ton üretim yapan Rusya dünya petrol üretiminin yüzde 12,6'sını gerçekleştirmektedir. 243 milyon tonunu ihraç eden Rusya dünya petrol ihracatının yüzde 12,2'sini yapmaktadır. Hem petrol üretimi hem de ihracatında dünya ikincisi olan Rusya enerji kaynakları bakımından en zengin ülkelerden birisidir.⁴⁵ Kaya petrolü rezervi yaklaşık 75 trilyon olan Rusya'nın kaya petrolü üretimi ABD ve AB'nin teknoloji ve finansman yaptırımlarından dolayı olumsuz yönde etkilenmiştir. Kaya petrolü üretiminde nihai hedefini 1,5 milyon varil olarak gerçekleştirmeyi planlayan Rusya 2030'da günlük 400 bin varile ulaşmak için çalışmaktadır.

2016'da doğal gaz üretimi 92 milyar metreküp olan Cezayir doğal gaz üretiminde dünya üretim toplamının yüzde 2,55'lik bölümünü tek başına gerçekleştirerek dünya sekizincisi olmuştur. Ürettiği doğal gazın 54 milyar metreküplük bölümünü ihraç ederek dünya enerji ticaretinin yüzde 6,21'lik bölümünü gerçekleştiren Cezayir dünyada beşinci konumundadır.⁴⁶ Cezayir'in yirmi yıllık kaya gazı geliştirme ve üretim projesine başladığı belirtilmektedir. 2020'de ticari olarak başlayacak kaya gazı üretiminin 2040'ta Cezayir'in doğal gaz üretiminin üçte birini gerçekleştireceği tahmin edilmektedir.⁴⁷

2040'a kadar dünyadaki doğal gaz üretiminin yüzde 30'luk kısmının kaya gazından elde edileceği hesaplanmaktadır.⁴⁸ Suudi Arabistan'ın 2020 itibarıyla önemli bir gaz üreticisi olmayı hedeflediği belirtilmektedir. Ülkede su miktarı az olduğu için hidrolik çatlatmada CO₂ (karbondioksit) kullanılmaya başlanmıştır. Böylece Suudi Arabistan'ın kaya gazı üretiminde kullanılan su sarfiyatını yüzde 30 oranında düşürdüğü görülmüştür.⁴⁹

Rusya, Meksika, Kolombiya ve Avustralya'nın ticari olarak 2015'te kaya petrolü üretimine başlamamış olmalarına rağmen 2040'ta dünya kaya petrol üretiminin yüzde 18'lik bölümünü yani 1,8 milyon varil günlük üretimini gerçekleştirmeleri öngörülmektedir. 2040'ta kaya petrolünden yapılan üretimin yaklaşık günlük 10,36 milyon varil olarak gerçekleşeceği hesaplanmaktadır.⁵⁰ Kaya petrolü üretim artışının hızlı olmamasının nedenleri arasında petrol fiyatlarının düşüklüğü ve teknolojik olarak ekipmanların kaya petrolü rezervi bulunan ülkelerde yaygınlaşmaması gösterilmektedir.

45. "Key World Energy Statistics 2017", s. 15.

46. "Key World Energy Statistics 2017", s. 15.

47. "Shale Gas Production Drives World Natural Gas Production Growth".

48. "2014: World Energy Outlook 2014".

49. *World Energy Resources Unconventional Gas, A Global Phenomenon*, s. 23.

50. Aloulou, "World Tight Oil Production to More than Double from 2015 to 2040".

En fazla kaya gazı rezervine sahip olan Çin'de teknik ve jeolojik nedenlerle kaya gazı üretimi istenilen seviyeye ulaşmamıştır. Avrupa'da yasal düzenlemeler ve çevre odaklı endişelerden dolayı pek fazla ivme alamasa da kaya gazı üretimi dünya gündemine girmiş ve dünya enerji piyasalarını etkilemeye başlamıştır. Araştırma ve üretim faaliyetlerinin Çin, Avustralya ve Arjantin gibi ülkelerde ilerlemesi Kuzey Amerika dışında konvansiyonel olmayan bu üretimin yakın gelecekte gelişeceğini göstermektedir.⁵¹ Kaya gazı rezervleri olan ülkelerin üretimlerini dünya enerji fiyatlarının yükselmesi, konvansiyonel olmayan üretimde kullanılan ileri teknolojiyi yaygınlaştırmaları ve çevresel risk faktörlerine bağlı olarak artıracığı düşünülmektedir.

Hidrolik çatlatma ve yatay sondaj yöntemleri sayesinde üretimin yaygınlaşması kaya gazının ekonomiye etkisini artırmıştır. Düşük doğal gaz fiyatları ve buna bağlı olarak elektrik üretiminde doğal gazın kömürden daha fazla kullanılmaya başlanması kömür fiyatlarını etkilemiştir. Kaya gazından doğal gaz üretimiyle bol miktardaki gazın enerji güvenliğini artırdığı ve enerji fiyatlarını düşürdüğü anlaşılmıştır. Kısa süre içinde iş sahalarının artmasıyla kaya gazı üretiminin gerçekleştiği yerlerde istihdam artışını da beraberinde getirdiği görülmüştür.⁵²

ABD'deki kaya gazı devriminin etkisi uluslararası boyuta ulaşmış ve dünya ticaretinde kendini hissettirmeye başlamıştır. Elektrik üretiminde kömürün yerini kaya gazının almasıyla ABD kömürleri Avrupa'ya ihraç edilmeye başlanmıştır. Bu durum kömür fiyatlarının düşmesine neden olmuştur. ABD'nin ihtiyacından fazla doğal gaz üretmesi sonucu büyük bir LNG ihracatçısı olması beklenmektedir. Birçok ülke sahip olduğu kaya gazı rezervlerinin ekonomik potansiyelini ölçmektedir. Kaya gazındaki üretim miktarının artması ve fazla olan doğal gazın LNG tankerleriyle uluslararası piyasalara çıkması sonucu farklı ve çok sayıdaki tedarikçiden dolayı doğal gaz piyasasında bölgesel değil uluslararası enerji fiyatları oluşacaktır. Kaya gazının bol miktarda olması sonucu enerji fiyatlarını düşüreceği ve bu durumun üretim maliyetlerine olumlu yansıtacağı öngörülmektedir.⁵³

ABD'de hızlı üretim artışı sonrası doğal gaz fiyatları 2 dolar/MBtu seviyesine kadar düşmüş olup bu durum yalnızca gaz elde edilen (sıvı hidrokarbon çıkartılmayan) birçok projenin ekonomik olmaktan çıkmasına neden olmuştur. Ancak

51. *World Energy Resources Unconventional Gas, A Global Phenomenon*, s. 4.

52. Charles F. Mason, Lucija A. Muehlenbachs ve Sheila M. Olmstead, "The Economics of Shale Gas Development", *Resources for the Future*, (Kasım 2014), <http://www.rff.org/files/sharepoint/WorkImages/Download/RFF-DP-14-42.pdf>, s. 21, (Erişim tarihi: 5 Ekim 2017).

53. *The Economic Impact on UK Energy Policy of Shale Gas and Oil*, (House of Lords, Londra: 2014), <https://publications.parliament.uk/pa/ld201314/ldselect/ldeconaf/172/172.pdf>, (Erişim tarihi: 17 Eylül 2017).

buna rağmen ABD’de kaya gazı üretimindeki artışın devam ettiği gözlenmektedir. Bu durum ilk bakışta çelişkili görünse de birkaç faktör bir arada değerlendirildiğinde anlaşılabilir. 54

- 2010 ve 2011 yıllarındaki yoğun kuyu açma çalışmalarının ardından birçok projede ilk yatırım maliyetlerine halihazırda katlanılmış olduğundan bu kuyularda üretime devam edilmektedir.
- Bazı yatırımcılar açısından ise önceki yüksek fiyatlardan belirlenen satış sözleşmeleri devam etmektedir.
- NGL (doğal gaz sıvıları; etan, propan, bütan) içeren projeler bu fiyat seviyelerinde bile ekonomik olmayı sürdürmekte ve petrole endeksli yüksek NGL fiyatlarından sağlanan karlılık doğal gazın piyasa fiyatını önemsiz kılacak derecede yüksek olmaktadır.⁵⁴

NGL yaklaşık 40 dolar/varil değerinde olup kuyudan yüzde 40 oranında NGL ve yüzde 60 oranında doğal gaz elde edilmesi durumunda doğal gaz fiyatı 1 dolar/MBtu olsa bile proje ekonomik olmaya devam etmektedir. Yüzde 50 ve daha fazla oranda NGL içeren kuyular içinse doğal gaz fiyatı önemini yitirmektedir. Bu nedenle mevcut durumda yalnızca gaz içeren kuyulara yatırımlar durmuş olup yeni açılan kuyularda NGL ve doğal gaz birlikte çıkarılmaktadır.⁵⁵

2015’te Japonya’nın LNG fiyatı yüzde 56 düşüş ile 16,03 dolar/mmBtu, Almanya’nın sınır fiyatı yüzde 55,6 düşüş ile 5,81 dolar/mmBtu, AB ortalama LNG ithalat fiyatı yüzde 62 düşüş ile 6,10 dolar/mmBtu, Henry Hub doğal gaz fiyatı ise yüzde 55,2 düşüş ile 1,92 dolar/mmBtu olarak gerçekleşmiştir.⁵⁶ Bu durumun nedeni petrol fiyatlarına endeksli olarak doğal gazın petrol ile birlikte düşmesidir. Kaya gazı üretiminden dolayı ABD piyasalarında bol miktarda doğal gaz bulunması en ucuz fiyatın bu ülkede oluşmasını sağlamıştır. Enerji fiyatlarının düşmesiyle birlikte üretim maliyetleri azalmış ve karbon endüstrisi için ucuz ham madde temini ABD ekonomisini uluslararası pazarda daha rekabetçi konuma yükseltmiştir. ABD’nin ürettiği doğal gazı LNG tankerleriyle uluslararası pazarlara satmaya başlamasının enerji fiyatlarını düşürerek enerji ithal eden ülkelerin ekonomilerine olumlu, enerji ihraç eden ülkelerin ekonomilerine ise olumsuz etki yapacağı anlaşılmaktadır.

54. Demirtaş, “Enerji Piyasasındaki Son Gelişmeler ve Kaya (Şeyl) Gazı”.

55. Demirtaş, “Enerji Piyasasındaki Son Gelişmeler ve Kaya (Şeyl) Gazı”, s. 12.

56. “Ham Petrol ve Doğal gaz Sektör Raporu”, Türkiye Petrolleri, (Mayıs 2016), http://www.enerji.gov.tr/File/?-path=ROOT%2F1%2FDocuments%2FSekt%C3%B6r%20Raporu%2FTP_HAM_PETROL-DOGAL_GAZ_SEKTOR_RAPORU__2015.pdf, (Erişim tarihi: 14 Eylül 2017).

ABD’de üretimi artan doğal gazın fiyatı hızla düşmeye devam etmiş ve ticari akışı tersine çevirerek bölgesel düzeyden uluslararası düzeye etki etmeye başlamıştır. ABD’nin 129 milyar metre-küp boru hatlarıyla ve yaklaşık 22 milyar metre-küp de LNG olarak 2017’de ithal ettiği doğal gazın fiyatı 2007’den sonra hızlı bir şekilde düşerek Avrupa ve Japonya’nın ithal fiyatlarının çok altına inmiştir.⁵⁷ Bu durum şu üç değişimi işaret etmektedir:

- Gaz rekabetine girildiği
- Küresel ölçekte tüketiciler için gaz pazarlık gücünün arttığı
- Akışkanlıkların çoğaldığı⁵⁸

Hindistan en büyük gaz tedarikçisi olan Katar ile LNG fiyatlarını yeniden müzakere etmeye çalışmaktadır.⁵⁹ Tedarikçi ve tüketici arasında meydana gelen bu etkileşimden dolayı tüketiciler doğal gazı daha güvenli, sabit ve makul bir enerji kaynağı görmeye başlamışlardır. Uluslararası alanda daha fazla tedarikçinin olması pazarların da birbirine aynı şekilde bağlı olmasını sağlayarak geleceğe yönelik fiyat belirsizliğini ortadan kaldıracak ve yatırım risklerini azaltacaktır.⁶⁰

Konvansiyonel olmayan yöntemle kaya gazından doğal gaz üretimini artıran ABD dünyada en fazla doğal gaz üreten ülke konumuna yükselmiştir. Piyasada doğal gazın fazla olmasıyla birlikte fiyatlar düşmüş ve elektrik enerjisi üretiminde hiç olmadığı kadar fazla doğal gaz kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca fazla hidro-karbon üretimi ham madde fiyatlarının düşmesine sebep olmuştur. 2000’li yıllarda kesintilere giden petro-kimya, plastik, demir-çelik gibi endüstriler hızlı bir şekilde toparlanmaya başlamıştır. Böylece kaya gazı üretiminin ABD ekonomisine büyük bir faydasının olduğu anlaşılmaktadır.⁶¹

Kaya gazının ABD ekonomisine iki şekilde etki ettiği görülmektedir: Birincisi yenilenebilir elektrik üretiminin hızlı büyümesine olumsuz etki ederek kömür santrallerinin çalışmasını durdurmuştur. İkincisi ise emisyon fiyatlarına olan etkisidir.⁶² Doğal gaz fiyatlarının düşmesiyle ABD piyasasına kömür ile elektrik üretimi daha maliyetli hale gelmiş ve piyasadaki kömürler Avrupa’ya ihraç edilmeye başlanmıştır. Böylece kaya gazı üretiminden dünya kömür fiyatlarının da

57. “2015: US Natural Gas Imports by Country”, EIA, (2015).

58. *World Energy Resources Unconventional Gas, A Global Phenomenon*, s. 11.

59. “April 2015: India Seeks to Renegotiate Major LNG Contract with Qatar”, The Economist Intelligence Unit.

60. *World Energy Resources Unconventional Gas, A Global Phenomenon*, s. 14.

61. “From a Diamond Drill Bit to a Renaissance in American Manufacturing”, Energy Research and Development Administration, https://energy.gov/sites/prod/files/2017/07/f35/Shale%20Revolution%20Infographic_FNL.pdf, (Erişim tarihi: 12 Eylül 2017).

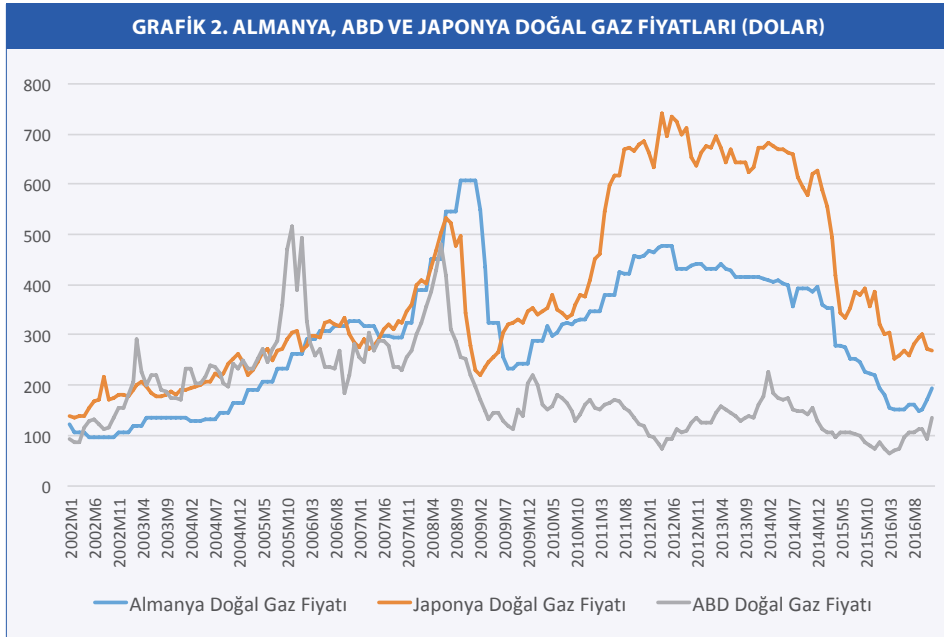
62. Jacoby, O’Sullivan ve Paltseva, “The Influence of Shale Gas on U.S. Energy and Environmental Policy”.

etkilendiği görülmektedir. Dünya tüketiminde etkin olarak kullanılan enerji kaynaklarından birinin fiyat değişiminin diğer enerji kaynaklarının kullanım oranı ve fiyatını etkilediği anlaşılmaktadır.

Kaya gazı üretiminin gerçekleşmediği senaryoya göre doğal gaz fiyatlarının 2050'de şimdiki fiyatının beş katına çıkacağı öngörülmektedir. Kaya gazı üretiminin devam etmesi durumunda ise elektrik fiyatlarının 2030'da yüzde 5 ve 2045'te yüzde 10 düşüş kaydedeceği tahmin edilmektedir. Ayrıca kaya gazı üretiminin istihdam üzerinde olumlu etkisinin olduğu ifade edilmektedir. ABD ekonomisine kaya gazının 2015'te yaklaşık 750 bin kişilik yeni istihdam sağladığı belirtilmektedir.⁶³

Konvansiyonel olmayan yöntemle üretilen kaya gazının ABD ekonomisine belli başlı konularda olumlu etkileri olmuştur. Bunlar şöyle sıralanabilir:

- Düşük enerji fiyatları
- Arz güvenliği
- Ekstra iş sahaları
- Vergi gelirlerindeki artış
- Daha rekabetçi üretim temeli
- Yabancı yatırım



Kaynak: IMF, http://www.imf.org/external/np/res/commod/External_Data.xls, (Erişim tarihi: 18 Eylül 2017).

63. Vicki Ekstrom, "A Shale Gas Revolution", MIT Energy Initiative, 3 Ocak 2012, <http://energy.mit.edu/news/a-shale-gas-revolution>, (Erişim tarihi: 10 Eylül 2017).

Grafik 2'den anlaşıldığı gibi 2008'den sonra ABD'de doğal gaz fiyatları hızla düşerek Almanya ve Japonya'daki fiyatların altına inmiştir. Buradaki düşüşün ana sebebinin kaya gazı üretiminden elde edilen doğal gaz oranındaki yükseliş olduğu görülmektedir. Doğal gaz fiyatlarındaki bu düşüş ile petro-kimya, demir-çelik, çimento, alüminyum gibi enerji yoğun endüstriler için ABD'de uygun bir ortam oluşmuştur.

2035'te fiyatların kaya gazından dolayı yüzde 10 düşeceği ve ABD'nin GSYH'sine 2010'da 77 milyar dolar, 2035'te üçe katlanarak yaklaşık 230 milyar dolar katkı sağlayacağı belirtilmektedir. Ayrıca yirmi beş yıl içerisinde yaklaşık 930 milyar dolar vergi geliri elde edilmesi beklenmektedir. Düşük gaz fiyatlarından dolayı ABD'nin 2017'de yerli üretim oranını uluslararası pazarda yüzde 2,9 oranında artıracığı ve bunun 2035'te yüzde 4,5 olarak gerçekleşeceği tahmin edilmektedir.⁶⁴ Başka bir araştırmada ise Uluslararası Para Fonu (IMF) gaz fiyatlarının düşük olmasından dolayı ABD'nin üretim malları ihracatında yüzde 6 oranında bir artışın olduğunu belirtmiştir.⁶⁵

IHS raporunda belirtildiğine göre 2015'te doğal gazda meydana gelen üretim artışının genel olarak ekonomiye 1,9 milyon istihdam getirisi olmuş ve kaya gazının ABD piyasalarına etkisiyle ortama olarak 1.337 dolar her ABD'li ailenin cebinde kalmıştır. Ortaya çıkan yeni taşıma hatlarında yaklaşık 347 bin kişi istihdam edilmiştir. Kimya, demir-çelik ve rafine gibi enerji yoğun sektörlerde maliyetlerin düşüşü ekonomiye olumlu yansımıştır.⁶⁶

Analistler kaya gazının AB'yi etkileyecek büyük bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu etkinin makroekonomik olarak birçok yararları olduğunun altı çizilmektedir. Kaya gazı enerji fiyatlarını düşüreceği ve daha düşük fiyatla enerji alınacağı için GSYH, istihdam ve vergi gelirlerini artırıcı etki yapacağı belirtilmektedir. AB ekonomisine 2020-2050 arasında GSYH'ye 1,7-3,8 trilyon dolar, 600 bin ila 1,1 milyon istihdam sağlayacağı ve vergi gelirinde 23 milyar dolar artışa sebep olacağı araştırmalar sonucu ortaya konulmuştur.⁶⁷

AB'de kaya gazı üretiminin başlaması ve gelişmesinin ekonomiye büyük yararlarının olacağını ileri süren raporlar yayımlanmıştır. Kaya gazı üretimi-

64. "Shale Gale Will Also Blow in Lower Natural Gas, Electricity Costs, and Boost Tax Revenue", IHS Markit, 6 Aralık 2011, <http://news.ihsmarkit.com/press-release/energy-power/shale-gas-supports-more-600000-american-jobs-today-2015-shale-gas-predict>, (Erişim tarihi: 10 Eylül 2017).

65. *World Economic Outlook October 2014: Legacies, Clouds, Uncertainties*, (IMF, Washington: 2014), <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2014/02>, (Erişim tarihi: 15 Eylül 2017).

66. "Hydraulic Fracturing Unlocking America's Natural Gas Resources".

67. "Macroeconomic Effects of European Shale Gas Production, (International Association of Oil and Gas Producers)", PÖYRY, (Kasım 2013), http://www.poyry.co.uk/sites/poyry.co.uk/files/public_report_ogp_v5_0.pdf, (Erişim tarihi: 3 Eylül 2017).

nin doğal gaz satış fiyatlarını yüzde 6-14 arasında düşürerek yıllık 12-28 milyar dolar arasında tasarruf sağlayacağı öngörülmektedir. Elektrik fiyatlarına yansımalarının ise yüzde 3-8 arasında olacağı ve 765 milyar dolar ile 1,7 trilyon dolar arasında tasarruf sağlayacağı belirtilmiştir. Ayrıca 2035'te AB'nin yüzde 89 olan doğal gaz bağımlılığını yüzde 78-62 oranına düşüreceği ifade edilmiştir. Böylece AB'nin 484 milyar dolar ile 1,1 trilyon dolar arasında ekonomik olarak yarar sağlayacağı hesaplanmıştır.⁶⁸ Türkiye gibi enerjide ithalat bağımlısı olan AB'nin kaya gazı rezervlerini üretime dönüştürmesi sonucu ekonomik olarak fayda sağlayacağı anlaşılmaktadır.

2035 projeksiyonunda dünya kaya petrolü üretiminin günlük 11 milyon varile çıkacağı, 2040'ta ise günlük 14 milyon varile ulaşarak dünya petrol üretiminin yaklaşık yüzde 12'sini karşılayacağı öngörülmektedir. Daha düşük petrol fiyatları küresel ekonominin gelecekteki gelişimine etki etmektedir. 1970'lerde petrol fiyatları yükseldiğinde büyük petrol ithalatçı ülkelerin ekonomilerini negatif etkileyerek durgunlaştırmıştır. Enerji fiyatlarının ekonomilere etki etmesinin çeşitli sebepleri vardır: Birincisi enerjinin sermaye ve iş gücüyle birlikte çıktı üretmesinden dolayı enerjideki fiyat değişimi çıktı üzerine etki etmektedir. İkincisi ülkelerin enerji ithalatçısı ve ihracatçısı olmasından dolayı enerjinin fiyat değişimi ithal eden ülkeler için negatif, enerji ihraç eden ülkeler için de pozitif etki etmektedir. Son olarak petrol fiyatları direkt ve indirekt tüketici fiyatlarına bağlıdır. Düşük petrol fiyatları özellikle net enerji ithal eden ekonomiler için tüketici harcamalarını artırıcı etki yapmaktadır.⁶⁹

Konvansiyonel olmayan yöntemle üretilen petrolün artmasıyla üretim sektöründe ürünlerin maliyetlerinin düşürülmesi açısından önemli etkileri olmakla beraber plastik ve gübre gibi sanayilere ucuz ham madde teminindeki etkisinden dolayı da oldukça önemlidir. Ülkelerin uluslararası pazarda daha rekabetçi olmasına olanak sağlayan enerji fiyatlarındaki düşüşün birçok iş koluna doğrudan ve dolaylı etki ettiği görülmektedir.⁷⁰

Kaya petrolü üretiminin yaygınlaşmasıyla dünya petrol fiyatlarının yaklaşık yüzde 25-40 arasında bir düşüş yaşayacağı öngörülmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) 2040'ta petrol fiyatlarının 100-83 dolar arası olacağını tahmin et-

68. "Macroeconomic Effects of European Shale Gas Production, (International Association of Oil and Gas Producers)".

69. "Shale Oil: The Next Energy Revolution", PWC, (Şubat 2013), <https://www.pwc.in/assets/pdfs/publications/2013/shale-oil-report.pdf>, s. 12, (Erişim tarihi: 15 Ekim 2017).

70. "America's New Energy Future: The Unconventional Oil & Gas Revolution and the U.S. Economy", https://www.globalenergyinstitute.org/sites/default/files/file-tool/ihs_two_pager.pdf, (Erişim tarihi: 28 Ekim 2017).

mektedir. Petrol fiyatındaki düşüşün ülkelerin GDP'sine önemli katkısının olacağı belirtilmiştir. IEA'nın senaryosuna göre ABD ekonomisine yüzde 2,9-4,7 arasında katkı sağlayacağı görülmektedir.⁷¹

TABLO 11. ABD'DE KAYA GAZI VE PETROLÜNDEN OLUŞAN EKONOMİK GELİŞİM			
	2012	2020	2025
İstihdam (Milyon)	2,1	3,3	3,9
GDP (Milyar Dolar)	284	468	533
Vergi Gelirleri (Milyar Dolar)	74	126	138
Artan Hanehalkı Harcanabilir Gelir (Dolar)	1.200	2.700	3.500

Kaynak: "America's New Energy Future: The Unconventional Oil & Gas Revolution and the U.S. Economy", Enstitute for 21st Century Energy, https://www.globalenergyinstitute.org/sites/default/files/file-tool/ihs_two_pager.pdf, (Erişim tarihi: 15 Ekim 2017).

Kaya gazı ve petrolünün ABD'deki üretimi 2012'de GSYH'ye 284 milyar dolar etki ederken bu miktarın 2025'te 533 milyar dolara çıkacağı öngörülmektedir. Tüketici harcamalarına etki edecek olan kaya gazı ve petrolü üretiminin 2025'te artarak 3 bin 500 dolara yükseleceği anlaşılmaktadır (Tablo 11). Vergi gelirleri ve istihdamda da artışa yol açacak olan kaya gazı ve petrol üretiminin ABD ekonomisi üzerinde hissedilir bir etkisi olacağı tahmin edilmektedir.

2035'te petrol üretiminde toplam yüzde 28'lik bir artış olacağı ve bunun büyük bir kısmının da kaya petrolünden meydana geleceği öngörülmektedir. Küresel ölçekte 2035'te günlük 14 milyon varil kaya petrolünden hasıl edilecek bu üretimin toplam içinde yüzde 12'ye tekabül edeceği ifade edilmektedir. Bu gelişmenin ise petrol fiyatlarını aşağı çekeceği belirtilmektedir. ABD'deki EIA'ya göre petrol fiyatları 2035'te 137 dolar olarak hesaplanmıştır. Bu rakam kaya petrolünün üretiminin artmasıyla iki farklı senaryoda 33 veya 50 dolarlık bir düşüş oluşturabileceğini göstermektedir. Bu ise petrol ithalatı yapan ekonomiler için olumlu iken petrol satışlarına bağlı ekonomiler için olumsuz bir durum olacaktır. Bu düşüşlerin GSYH üzerinde yüzde 2,3-3,7 oranında etkisi olacağı belirtilmektedir. Bu etkinin ekonomik değer olarak yıllık 1,7-2,7 trilyon dolar arasında bir etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bu da yıllık olarak ortalama kişi başına gelirden 230-370 dolar arasında bir artışa beraberinde getirecektir.⁷²

Konvansiyonel olmayan yöntemle üretilen petrolün etkisiyle oluşacak fiyat düşüşü enerji ithalatı yapan Japonya, Türkiye gibi ülkelere olumlu yansırken enerji ihraç eden Rusya, Suudi Arabistan gibi ülkelere de olumsuz yansacaktır. Enerji

71. "Shale Oil: The Next Energy Revolution".

72. "Shale Oil: The Next Energy Revolution".

ithal eden Hindistan ve Japonya GSYH'lerine yüzde 4-7 arasında önemsenecek düzeyde katkı yapacak olan kaya petrolünün enerji ithalatı yapan diğer ülkelere de yüzde 2-5 arasında bir etkisi olacağından söz edilmektedir.⁷³

Kaya petrolü üretiminin artması sonucu enerji fiyatları düşeceği için doğrudan ve dolaylı olarak hanehalkı tüketimine etki edeceği görülmektedir. Kaya petrolünün yüksek ve düşük olduğu senaryolara göre 2035'te hanehalkı harcamaları üzerinde Japonya'da yüzde 7-11, ABD'de yüzde 4-6 ve Avrupa bölgesinde ise yüzde 3-5 oranında etkili olacağı tahmin edilmektedir. Konvansiyonel olmayan yöntemle üretilen kaya petrolü enerji ithalatı yapan ülkelerin enerji için ödedikleri miktarı düşürmektedir. Bu düşüşün tüketicinin harcamalarını artırıcı bir etki yaptığı görülmektedir.⁷⁴

73. "Shale Oil: The Next Energy Revolution".

74. "Shale Oil: The Next Energy Revolution".

KONVANSİYONEL OLMAYAN ÜRETİMİN ÖNÜNDEKİ ZORLUKLAR

Kaya gazının Kuzey Amerika dışında ticari açıdan üretime geçmesinde bazı zorluklar olduğu görülmektedir. ABD'deki başarıya rağmen kaya gazı rezervi bulunan ülkelerdeki ilerleme oldukça düşük seviyede kalmıştır. Konvansiyonel üretim metoduna göre oldukça fazla risk taşıdığı tecrübe edilmiştir. ABD'nin kaya gazı geliştirme başarısının bir yol haritası veya bir kriter olarak kabul edilmesi diğer ülkelerin farklı olanak ve sistemlerinden dolayı makul görünmemektedir. Avrupadaki bazı ülkeler ABD'deki kaya gazı devrimini Rusya'ya olan bağımlılığın azaltılması olarak değerlendiren kucaklamışlardır. Fakat karşılaşılan zorluklar nedeniyle konvansiyonel olmayan gaz kaynaklarından üretim yapmanın zaman alacağı anlaşılmıştır.⁷⁵

Konvansiyonel olmayan yöntemle kaya gazı ve petrol üretiminin ABD'de yaygınlaşmasında bazı faktörlerin etkili olduğu görülmektedir:⁷⁶

- ABD'de kaya gazı ve petrol üretiminde arazi sahibine tanınan haklar sayesinde birçok zorluklar aşılmaktadır. Fakat dünyada devletin sahip olduğu haklar daha ağır basmakta ve bunlar üretime geçilmesini zorlaştırmaktadır.
- ABD'de kaya gazı ve petrol üretimi ekonomik teşvikler ve endüstri kapasitesi sonucu kendiliğinden gelişmiş ve belli süre almıştır.⁷⁷

75. Juan Roberto Lozano-Maya, "Looking Through the Prism of Shale Gas Development: Towards a Holistic Framework for Analysis", *Energy Research & Social Science*, Cilt: 20, (Ekim 2016), s. 63-72.

76. Terence J. Centner ve Laura Kathryn O'Connell, "Unfinished Business in the Regulation of Shale Gas Production in the United States", *Science Total Environment*, Cilt: 476-477, (Nisan 2014).

77. Roberto F. Aguilera ve Marian Radetzki, "The Shale Revolution: Global Gas and Oil Markets Under Transformation", *Mineral Economics*, Cilt: 26, Sayı: 3, (2014), s. 75-84.

- Son olarak da kanun, düzenleme ve politikaların çeşitlilik göstermesinden dolayı ABD'nin takip ettiği kaya gazı ve petrolünün başarısı olarak gösterilecek tek bir yol bulunmamaktadır.

Bu saydığımız nedenlerden dolayı ABD'de üretimin artması sonucu devrime yol açan gelişmelerin diğer ülkelerde meydana gelmesi bu kadar hızlı olmamıştır. Potansiyeli olan ülkelerin kaya gazı ve petrolü üretiminin artırılmasında ülkelerin kendi özel durumlarının önemli etkilerinin de olduğu görülmektedir.

Konvansiyonel olmayan yöntemle doğal gaz ve petrol üretiminde sermaye sahipleri, petrol ve gaz endüstrileri, hükümet, yerel yönetimler, STK'lar ve halk arasında farklı –bazen de karşıt– görüşler bulunmaktadır.⁷⁸ Bu farklı görüşlerin büyük bir bölümünün yeterince konu hakkında bilgi sahibi olunmamasından kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Bu yüzden kaya gazı ve petrolünün üretimi, sağlayacağı faydalar ve çevreye etkileri hakkında görüş alışverişi ve bilgilendirme önemli bir yere sahiptir.

Konvansiyonel olmayan yöntemle üretim yapmanın ekonomik olarak birtakım zorlukları bulunmaktadır. Pazar talebi, kar elde etmek için en düşük fiyat, sermayeye ulaşım ve devlet desteği şeklinde sıralanan başlıklar kaya gazı ve petrolü üretiminin hızlanmasında önemli ön koşullar olarak karşımıza çıkmaktadır. Konvansiyonel olmayan yöntemle doğal gaz ve petrol üretiminin hızlandırılmasının yönetim, doğal kaynaklara ulaşım ve endüstri kapasitesine sıkı sıkıya bağlı olduğu görülmektedir (Tablo 12).

TABLO 12. KAYA GAZI GELİŞİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE GENEL ÇERÇEVE	
Alanlar	Faktörler
Yönetim/İdare	Kaya gazı gelişiminde politik çerçeve
	Kurumsal yapı
	Ortakların yükümlülükleri
Doğal Kaynaklara Ulaşım	Kaya gazına ulaşım
	Su kaynaklarına ulaşım
Endüstri Kapasitesi	Teknolojik ve işletme kapasitesi
	Saha servis ve ekipmanlarının kullanılabilirliği
	Üretim, depolama, taşımacılık ve gaz pazarı için yeterli altyapıya sahip olunması
	İşletme, çevre ve sosyal risklerin minimize edilmesi

Kaynak: Pathways to Shale Gas Development in Asia-Pacific, (Asia Pacific Energy Research Centre, Tokyo: 2015).

78. Lozano-Maya, "Looking Through the Prism of Shale Gas Development: Towards a Holistic Framework for Analysis", s. 65.

Kaya gazı ve petrolünün varlığını bilmesine rağmen onu çıkaracak teknolojiden yoksun olduğu için birçok ülke konvansiyonel olmayan yöntemle istediği üretimi gerçekleştirememiştir. ABD’de gelişip olgunlaşan üretim faktörlerinden bazılarının diğer ülkelerde tam olarak olgunlaşmadığı anlaşılmaktadır. Konvansiyonel olmayan yöntemle çıkarılan doğal gaz ve petrolün ABD’de gelişmesinde önemli rol oynayan faktörler şu şekilde sıralanabilir.⁷⁹

- Kaya gazı ve petrolün rezerv durumu
- Finansal ve teknik kapasite
- Hükümet desteği
- Endüstri kapasitesi
- Yeterli altyapı
- Uygun düzenlemeler
- Ekonomik teşvikler
- Özel maden mülkiyeti
- Girişimcilik

Konvansiyonel olmayan yöntemlerle kaya gazı ve petrolü rezervlerini hızlı bir şekilde üretim aşamasına geçiremeyen ülkelerde bu faktörlerin gelişmediği veya olgunlaşmadığı görülmektedir. Ülkeden ülkeye bu faktörlerin gelişimi ve olgunlaşması farklılık göstermektedir. Ayrıca ülkenin koşulları haricinde düşük seviyedeki enerji fiyatlarının da kaya gazı ve petrolünün üretimini etkilediği düşünülmektedir. Kaya gazı ve petrolü üretiminin yaygınlaşmasındaki yavaşlamanın en önemli nedeni ise çevresel açıdan getirmiş olduğu olumsuz etkilerden kaynaklanmaktadır. Buna binaen üretim esnasında çevresel risklerin de iyi yönetilmesi son derece önem arz etmektedir.

79. *Pathways to Shale Gas Development in Asia-Pacific*, (Asia Pacific Energy Research Centre, Tokyo: 2015), s. 65, http://aperc.ieej.or.jp/file/2015/11/25/Pathways_to_Shale_Gas_20151124.pdf, (Erişim tarihi: 28 Kasım 2017).

KONVANSİYONEL OLMAYAN ÜRETİM YÖNTEMİNİN ÇEVREYE OLAN ETKİLERİ

Konvansiyonel olmayan üretim yöntemiyle ilgili gündeme gelen hidrolik çatlatma sırasında kullanılan kimyasalların yer altı ve yüzey sularına karışma olasılığı ve sondaj sonrası oluşan boşluklardan dolayı yapay deprem riski kaya gazı ve petrolünün yaygınlaşmasını olumsuz yönde etkileyen önemli konular olmuştur. Bundan dolayı üretim sırasında güvenliğin artırılması ve çevresel riskleri düşürecek tedbirler alınması gerekmektedir. Kaya gazı ve petrolünün üretimi konvansiyonel olan üretim metotlarından daha karmaşıktır. Atık ve su yönetimi, hava kirliliği, trafik, gürültü, toz gibi konulardaki risklerin iyi analiz edilmesi ve bu riskleri düşürmek için önlemler alınması gerekmektedir. Burada yasaları ortaya koyan yönetim, toplum ve endüstri çalışanları ortak olarak problemlerin çözümüne yönelik çalışmalı ve hukuksal düzenlemeler ortaya koymalıdır.⁸⁰

Konvansiyonel olmayan yöntemle yapılan üretim aşamasında negatif dışsallıklar ortaya çıkmaktadır. Kaya gazı üretiminde kullanılan suların akarsu veya nehirlere atılması, çimento ve koruyucu malzemelerin yetersizliğinden dolayı çevresel su kalitesi ve yer altı içme sularına etkisi, erozyon ve çökmeler meydana gelmesi çevresel açıdan sayılabilecek olumsuzluklar olarak karşımıza çıkmaktadır. Kaya gazı ve petrolü üretiminin su kaynaklarına etkisinin işletme hatalarından kaynaklandığını gösteren bazı araştırmalar bulunmaktadır.⁸¹

80. *World Energy Resources Unconventional Gas, A Global Phenomenon*, s. 34.

81. Mason, Muehlenbachs ve Olmstead, "The Economics of Shale Gas Development".

ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) 2011’de ABD’nin Wyoming eyaletinde sığ ve derin yer altı sularında kirlilik olduğu ve bu kirliliğe kaya gazı ve petrolü üretimi sırasında yapılan sondaj ve hidrolik çatlatma işlemlerinin neden olduğunu gösteren bir rapor yayımlamıştır. Ancak EPA bu yayımlanan rapordan iki yıl sonra zararlı kimyasalların derin bölgelerden sığ alanlarındaki yer altı sularına karışmasıyla ilgili kanıtların yeterli olmaması nedeniyle incelemeleri durdurmuştur. Sondaj işlemleri yapıldıktan sonra yapılan koruma borusu etrafındaki –sağlamlaştırma işlemlerindeki yetersizlikler nedeniyle oluşan– sızıntıların yer altı sularındaki kirliliğin temel sebebi olduğu belirtilmiştir.⁸² Kaya gazı ve petrolü üretim alanında yapılan işlemlerin kurallara uygun yapılması ve iyi kontrol edilmesi durumunda çevreye verilen zararların ortadan kalktığı veya azaldığı görülmektedir.

Massachusetts Institute of Technology (MIT) tarafından 2011’de yayımlanan raporda son on yılda hidrolik çatlatma uygulanan 20 bin kuyudan sadece 43’ünde ciddi su kirliliği olayına rastlandığı belirtilmiştir. Bu 43 vakanın 20’sinde yer altı suyunun gaz ve hidrolik çatlatma sıvısı ile kirlendiği, 14’ünün şantiye çevresinde yüzeyde kirlilik oluştuğu, 3’ünde su çekimi ve hava kirliliği sorunlarının ortaya çıktığı ve diğer 2’sinin ise delinme sorunlarının bulunduğu belirlenmiştir.⁸³ Kaya gazı ve petrolünün üretiminin yer altı sularını kirletmediğini ispatlayan çalışmalar da bulunmaktadır. Kaya gazı ve petrolü üretiminin yer altı sularına gaz karıştırdığı iddiasıyla yapılan incelemelerde sulara bulunan gazın su kaynaklarının içinden geçtiği kömür yataklarına bağlı olduğu ve kaya gazı üretimiyle ilgisi bulunmadığı ortaya konulmuştur. Sadece Pennsylvania’da bir kuyuda meydana gelen problemden dolayı içme sularına doğal gaz karıştığı belirtilmiştir.⁸⁴

Konvansiyonel olmayan yöntemle üretilen doğal gaz ve petrol üretiminde üzerinde hassasiyetle durulan konuların başında gelen suların temizliği bazı önlemlerle çözülmektedir. Örneğin kuyulardan geri alınan suyun açık havuzlarda biriktirilmesi yerine kapalı birikim alanları geliştirilmesi veya çatlatma sıvısı kullanılmadan çatlatma yöntemleri bulunmaya çalışılmaktadır. Ayrıca su kaybını önlemek amacıyla –Pensilvanya Marcellus şeyl sahasında olduğu gibi– geri alınan

82. Bruce Gellerman ve Ann Murray, “Disposal of Fracking Wastewater Polluting PA Rivers”, PRI’s Environmental News Magazine (Public Radio International).

83. “The Future of The Natural Gas”, MIT, (2011), http://www.mit.edu/~jparsons/publications/NaturalGas_Report_Final.pdf, (Erişim tarihi: 5 Eylül 2017).

84. Stephen R. Larter ve Ian M. Head, “Oil Sands And Heavy Oil: Origin and Exploration”, *Elements*, Cilt: 10, Sayı: 4, (2014), s. 277-283.

suların büyük kısmı depo alanlarında gerekli arındırma veya temizleme aşamalarından geçtikten sonra yeniden kullanılmaktadır.⁸⁵

Gerek doğal gazın diğer fosil yakıtlara oranla daha temiz ve verimli bir enerji kaynağı olması gerekse üretim maliyetlerinin görece düşüklüğü dikkate alındığında çevre ile ilgili uygun mevzuatın düzenlenmesi ve sektörün titizlikle denetlenmesi gerekmektedir. Böylece kaya gazı üretiminin kayda değer bir çevresel tahribat yaratmayacağı aksine kömür ve nükleer gibi daha riskli ve çevreye zararlı yakıt türlerine alternatif oluşturarak çevresel açıdan uzun vadede olumlu sonuçlar doğuracağı düşünülmektedir.⁸⁶

ABD Jeoloji Araştırmaları Kurumu (United States Geological Survey-USGS) tarafından ülkedeki 116 kuyuda yapılan araştırmada konvansiyonel olmayan yöntemle çıkarılan kaya gazı ve petrolünün yer altı sularını etkilemediği ortaya konulmuştur. Yer altı sularında federal standart olarak kabul edilen içme sularında litrede 5 mikrogramdan daha az seviyede benzin ve 10 mikrogramdan daha az metan bulunmuştur. Bu araştırmadan kaya gazı ve petrolü üretiminin söylenildiği gibi yer altı sularını etkilemediği anlaşılmaktadır.⁸⁷

Sondaj operasyonlarında en etkileyici belgelenmiş kaza olarak evlere gelen sulara metan karışması gösterilmektedir. Bu durumun ortaya çıkmasında üç önemli faktörün olduğu belirtilmiştir: İlki üretim esnasındaki kaplamanın yetersiz çimentolanması, ikinci olarak hidrolik çatlatmaya devam edilirken muhafazanın yetersiz çimentolanması ve son olarak da sondaj yapılan boşluğun üretim bittikten sonra düzgün kapatılmaması olarak sıralanmaktadır.⁸⁸ Görüldüğü gibi konvansiyonel olmayan üretim yöntemiyle yapılan çalışmalarda genelde çalışanların ihmalinden dolayı yer altı ve yüzey sularına zarar verildiği anlaşılmaktadır. Bu yüzden üretim alanlarının denetlenmesi ve yer altı sularından belli aralıkla numune alınarak kontrol edilmesi önem arz etmektedir.

85. Nazan Yalçın Erik, "Şeyl Gazı (Kaya Gazı) ve Çevresel Etkileri", *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, Cilt: 37, Sayı: 4, (2016), s. 13.

86. Erik, "Şeyl Gazı (Kaya Gazı) ve Çevresel Etkileri", s. 13.

87. Peter B. McMahon vd., "Methane and Benzene in Drinking-Water Wells Overlying the Eagle Ford, Fayetteville, and Haynesville Shale Hydrocarbon Production Areas", *Environmental Science & Technology*, Cilt: 51, Sayı: 12, (2017).

88. "Impacts of Shale Gas and Shale Oil Extraction on The Environment and on Human Health", Avrupa Parlamentosu, (2011), s. 28, <https://europeecologie.eu/IMG/pdf/shale-gas-pe-464-425-final.pdf>, (Erişim tarihi: 1 Eylül 2017).

TABLO 13. ENERJİ ÜRETİMİ KAYNAKLI CO2 EMİSYONU (MİLYON TON)						
	2006	2007	2008	2009	2010	2035
ABD	5.915	6.016	5.835	5.427	5.610	5.162
Çin	5.817	6.184	6.721	7.205	8.321	12.897
AB-27	4.292	4.305	4.262	3.894	3.948	3.434
Hindistan	1.283	1.368	1.474	1.623	1.696	4.320
Toplam	17.319	17.830	18.225	18.149	19.575	25.813
Dünya	28.885	29.590	30.318	29.778	31.780	43.320
Dünya (Yüzde)	59,96	60,26	60,11	60,95	61,60	59,59

Kaynak: Ajay Gambhir, "Will We Meet The Copenhagen Emission Targets?", Climate Home News, 22 Kasım 2012, <http://www.climatechangenews.com/2012/11/24/will-we-meet-the-copenhagen-emission-targets>, (Erişim tarihi: 9 Eylül 2017).

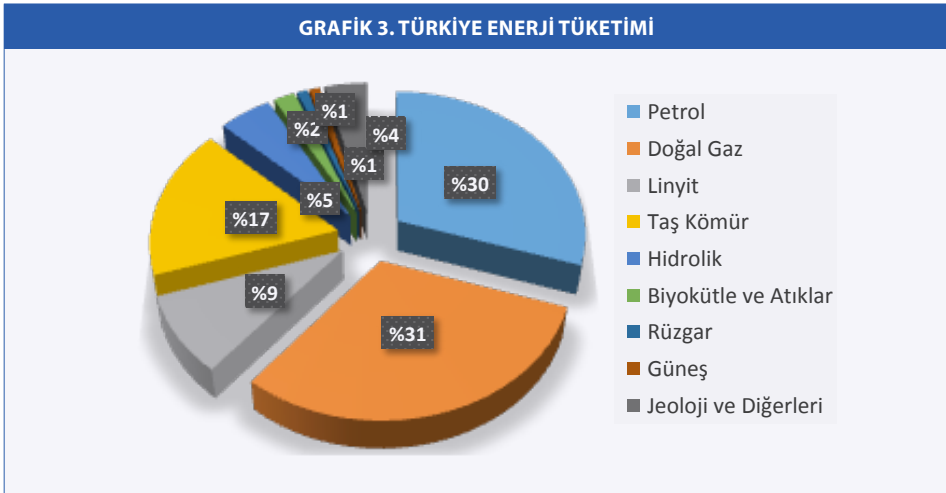
Konvansiyonel olmayan yöntemle üretilen doğal gazın elektrik üretiminde kullanılması sonucu kömürden elektrik üretimine göre yüzde 60 oranında daha az emisyon ürettiği ifade edilmektedir.⁸⁹ ABD'de CO2 emisyonlarının gerilemesindeki en büyük etkenlerden birisinin kaya gazı üretimine bağlı olarak üretilen doğal gazın elektrik üretiminde kömür kullanımını azaltması gösterilmektedir.⁹⁰ Tablo 13'ten anlaşıldığı gibi Çin'in emisyonlarının 2035'te 2010'a göre yüzde 100'den fazla artacağı görülmektedir. Emisyon artışının azaltılması için Çin'in sahip olduğu kaya gazı üretimini hızlandırması gerekmektedir. Dünya emisyonlarının azaltılmasında kömür yerine elektrik üretiminde doğal gazın tercih edilmesinin önemli bir yeri vardır. Kaya gazı üretiminin artmasıyla dünyada daha çok doğal gaz kullanılması sonucu emisyonların düşeceği düşünülmektedir.

89. Suzanne McCarron, "Focus On Technology: Hydraulic Fracturing", Energy Factor, 3 Ekim 2016, <https://energyfactor.exxonmobil.com/perspectives/focus-technology-hydraulic-fracturing>, (Erişim tarihi: 5 Eylül 2017).

90. "Monthly Energy Review", EIA, (Ağustos 2017), <https://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/pdf/mer.pdf>, (Erişim tarihi: 10 Eylül 2017).

KAYA GAZI VE PETROLÜNÜN TÜRKİYE ENERJİ PİYASASINA YANSIMALARI

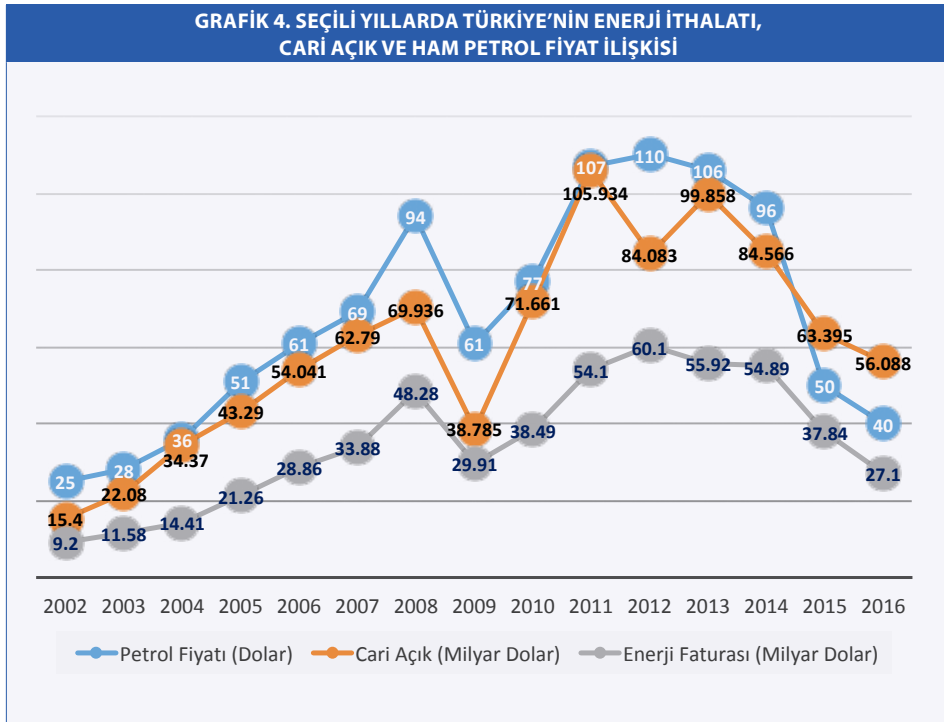
Türkiye yaklaşık 40 milyon ton petrol ve 50 milyar metreküp doğal gaz tüketimi gerçekleştirmektedir. 2002-2016 yılları arasında ham petrol tüketimine bakıldığında ham petrol tüketimi yaklaşık yüzde 5,7 artarken doğal gaz tüketimi ise 2002'ye kıyasla 2016'da 2,7 kat artmıştır. Türkiye'de 2016 sonu itibarıyla 17,9 milyon varil ham petrol ve 381,6 milyon metreküp doğal gaz üretimi gerçekleştirilmiştir.⁹¹



Kaynak: "Statistical World Review of Energy", BP, (Haziran 2016).

91. "Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü", Enerji Bakanlığı, Sayı: 15, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Enerji-ve-Tabii-Kaynaklar-Gorunumleri>, (Erişim tarihi: 15 Eylül 2017).

2016'da Türkiye'nin enerji tüketiminin yüzde 31 doğal gaz, yüzde 30 petrol ve yüzde 26 kömür ağırlıklı olduğu Grafik 3'ten anlaşılmaktadır. Türkiye enerji kaynaklarını yaklaşık yüzde 75 oranında ithal etmektedir. Doğal gazda ithalat bağımlılığı yüzde 99, petrolde ise yüzde 92 seviyelerindedir.⁹² Enerjide yüksek oranda dışa bağımlı olmasının Türkiye ekonomisine birçok olumsuz etkileri olmaktadır. Dünya enerji fiyatlarının artmasıyla ağır bir enerji faturası ödemek zorunda olan Türkiye'nin aynı zamanda ithalat-ihracat arasındaki makas da açılmaktadır.⁹³ Bu durum Türkiye ekonomisinin güçlenmesi ve büyümesinde en büyük engellerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır.



Kaynak: ETKB, TÜİK

Grafik 4'te görüldüğü gibi enerji maddeleri ithalatı 2012'de 60 milyar dolara ulaşmış, daha sonraki yıllarda ise sürekli gerilemiştir. Bu gerileme 2014'te de sürmüş ve enerji ham maddeleri ithalatı petrol fiyatlarındaki yüksek oranlı düşüş ve doğal gaz fiyatlarındaki gerilemenin de etkisiyle 2015'te Türkiye için çok daha düşük tutarda bir ithalat söz konusu olmuştur. 2015'te enerji faturası daha da geri-

92. 2016 Yılı Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu, EPDK, <http://www.epdk.org.tr/TR/Dokumanlar/Dogalgaz/YayinlarRaporlar/Yillik>, (Erişim tarihi: 12 Eylül 2017).

93. "Türkiye Enerji Görünümü", TMMOB, https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/gonderi_dosya_ekleri/TURKIYE%20ENERJİ%20GORUNUMU_2017_%2825.03%29.pdf, (Erişim tarihi: 10 Eylül 2017).

lemiştir ve 37,8 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. 2016'da ise petrol fiyatlarındaki düşüş devam ettiği için enerji ithalatına ödenen miktar da azalarak 27,1 milyar dolar olmuştur.

Türkiye'nin enerji fiyatlarına bağlı olarak ödediği tutar da değişmektedir. Bu durumda enerji fiyatları artışlarından etkilenmemesi için Türkiye'nin kendi enerji kaynaklarına yönelmesi gerekmektedir. Linyit, barajlar ve ilerleme kaydedilen rüzgar ve güneş enerji kaynakları bu durumda Türkiye enerjisinin can simitleridir. Son zamanlardaki konvansiyonel olmayan yöntemlerle üretilen doğal gaz ve petroldeki olumlu gelişmelerin Türkiye'nin enerji bağımlılığı ve cari açığına olumlu katkı yapacağı görülmektedir. Ayrıca Türkiye'de kaya gazı ve petrolünden yapılan üretim yüksek olan bağımlılık oranını düşürecek ve cari açığın azalmasına olumlu yansıtacaktır.

Petrol fiyatları ile cari açığın yükselişi ve düşüşünün Grafik 4'te birbirine paralel olarak gittiği görülmektedir. Enerji fiyatlarındaki aşırı yükselme Türkiye ekonomisine büyük yük getirmektedir. Türkiye ekonomisini daha sağlam temellere dayandırmak için enerji ithalatının makul seviyelere indirilmesi gerekmektedir. Enerji Bakanlığının takip ettiği yerli ve milli enerji politikasının enerjide yerli üretim oranını artıracak ve enerji ithalatını düşürecek nitelikte olduğu görülmektedir. Türkiye'deki kaya gazı ve petrolü potansiyelinin üretime geçirilmesi bu politikaya uygun olmakla birlikte yerli üretimi artırıp enerji ithalatını azaltacak ve ülkenin cari açığına olumlu katkı yapacak bir potansiyele sahiptir.

Türkiye'de Trakya Bölgesi'ndeki Hamitabat ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki Dadaş civarında 670 milyar metreküp kaya gazı rezervi olduğu ve bunun da bugünkü tüketim ile yaklaşık on beş yıla denk geldiği hesaplanmaktadır. Türkiye'nin ilk kaya gazı kuyuları Diyarbakır'ın Silvan ilçesine bağlı Sarıbuğday ve Bağdere köylerinde açılmıştır. Dadaş bölgesindeki kaya gazının yaklaşık 2 bin 750 metre derinlikte ve tabaka kalınlığının ise 90-300 metre arasında olduğu belirtilmiştir. Trakya Bölgesi'ndeki kaya gazı rezervinin ise yaklaşık 4 bin 500 metre derinlikte olduğu tespit edilmiştir.⁹⁴

Güneydoğu Anadolu ve Trakya havzalarında kaya gazı ve petrolü araştırmaları Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) ve diğer petrol şirketleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Harita 3'ten anlaşıldığı gibi Türkiye'nin aynı zamanda Sivas ve Tuz Gölü havzalarında da kaya gazına sahip olduğu belirtilmekle birlikte bu havzalardaki rezerv durumu ile ilgili bilgiler oldukça kısıtlıdır.⁹⁵

94. "Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: Turkey".

95. "Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: Turkey", s. XXVI-1.



Kaynak: "EIA/ARI World Shale Gas and Shale Oil Resource Assessment", Advanced Resources International, (Haziran 2013), https://www.adv-res.com/pdf/A_EIA_ARI_2013%20World%20Shale%20Gas%20and%20Shale%20Oil%20Resource%20Assessment.pdf, (Erişim tarihi: 10 Eylül 2017).

Rezervlerin gerçek miktarlarının tam olarak bilinmiyor olmasına rağmen birçok raporda Türkiye'nin on beş yıllık doğal gaz tüketimine denk rezervi olduğu belirtilmektedir. Türkiye'nin yer altında bulunan kaya gazı potansiyelinin ülkenin doğal gaz bağımlılığını tamamen sonlandıracak miktarda bulunmadığı ancak ithalat oranını düşürecek nitelikte olduğu görülmektedir. Kaya gazı üretiminin Türkiye'nin yüzde 99 olan doğal gaz ithalat oranını yüzde 50-60 düzeylerine indirmesi bile yerli üretim açısından son derece önemlidir. Bu durum Rusya ve İran doğal gazlarına olan bağımlılığı azaltması ve enerji güvenliğini artırması bakımından oldukça önem taşımaktadır.

EIA'nın yayımlanmış olduğu raporda Türkiye'de yaklaşık 650 milyon ton kaya petrolü rezervi olduğu belirtilmektedir. Bu miktar Türkiye'nin –bugünkü kullanım ile– yaklaşık yirmi beş yıllık petrol tüketimine tekabül etmektedir. Petrol bağımlılığı yüzde 92 olan Türkiye'nin kaya petrolü rezervinden üretim gerçekleştirmesi durumunda yüksek bağımlılık oranını yüzde 50'lere çekmesi yerli üretim oranının artırılması ve enerji güvenliğini açısından önem teşkil etmektedir.⁹⁶

Türkiye'de konvansiyonel olmayan yöntemle doğal gaz ve petrol çıkarılmasında oldukça önemli faktörler bulunmaktadır. Bu faktörler başlıca teknik, ekonomik ve çevresel olarak üçe ayrılmaktadır:⁹⁷

96. "Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: Turkey".

97. *World Energy Resources Unconventional Gas, A Global Phenomenon*, s. 7-16; "Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: Turkey", s. 4.

Teknik Faktörler

- Potansiyel kaynağın büyüklüğü
- Eldeki üretim teknolojisinin seviyesi
- Jeolojik yapı
- Ülkenin işletme imkanları
- Konvansiyonel olmayan servis sektörü
- Gaz ve petrol dağıtım ağı
- Konvansiyonel rekabet durumu
- Yetişmiş iş gücü

Ekonomik Faktörler

- Gaz ve petrol fiyatları
- Sermaye maliyetleri
- İşletme maliyetleri

Çevresel Faktörler

- Yer altı sularının kirlenmesi
- Yüzey sularının kirlenmesi
- Hava kirliliği
- Yapay depremler
- Trafik
- Gürültü

Bu faktörlerin Türkiye’de olgunlaşması ve kaya gazı ve petrolünün çıkarılmasının zaman alacağı anlaşılmaktadır. Ayrıca kaya gazı ve petrolünün üretimi çevresel açıdan birçok olumsuzluğu barındırdığı için bu konuya özen gösterilmesi ve sıkı bir denetime tabi tutulması kamuoyunun olumlu yaklaşımı açısından oldukça önemli bir husustur.

Tükettiği enerjinin dörtte üçünü ithal eden Türkiye bu durumdan kurtulmak için yerli üretim oranını artırmanın yollarını aramaktadır. Yılda yaklaşık 50 milyar metreküp doğal gaz tüketen Türkiye kaya gazı rezervinden dolayı yüzde 99 olan ithalat oranını aşağılara çekebilir. Bu durum ithalat giderlerini azaltacak ve cari açığını düşürücü bir etki yapacaktır. Aynı zamanda doğal gaz fiyatlarının düşmesiyle elektrik üretiminde doğal gaz kaynak kullanımının yüzde 50’ye yakın

olmasından dolayı elektrik üretim maliyetlerinin düşüşünü beraberinde getirecektir. Bu durumun ülke ekonomisine olumlu katkı yapacağı ve uluslararası rekabet ortamında Türkiye'ye avantaj sağlayacağı öngörülmektedir.

Kaya gazı ve petrolünün üretiminde kullanılan teknolojiyi Türkiye'nin elde etmesi ve rezervlerini çıkarması durumunda bunun ülke ekonomisi ve enerji piyasalarına önemli etkileri olacaktır. Kaya gazı rezervlerinin üretime geçmesiyle birlikte gaz rekabetine girildiği, küresel ölçekte tüketiciler için doğal gaz pazarlık gücünün arttığı ve akışkanlıkların çoğalmakta olduğu görülmektedir.⁹⁸ Doğal gaz ithal eden ülkeler tedarikçileri ile LNG fiyatlarını yeniden müzakere etmeye başlamışlardır.⁹⁹ Bu durumun Türkiye gibi doğal gaz ithal eden ülkelere olumlu yansdığı anlaşılmaktadır.

LNG tankerleriyle uluslararası piyasalara ulaşacak olan doğal gazın piyasaları birbirine yaklaştıracığı, bölgesel fiyat farklılıklarını azaltacağı veya ortadan kaldıracığı öngörülmektedir. Böylece boru hattıyla doğal gaz ithal eden ülkelerin belirledikleri fiyatlar arasındaki farklılıkların küçüleceği düşünülmektedir. Türkiye'nin boru hattıyla ithal ettiği doğal gazın da bu durumdan olumlu yönde etkilenmeyeceği tahmin edilmektedir. Ayrıca boru hatlarıyla gelen doğal gazın kesilmesine karşı LNG tankerleriyle doğal gaz taşımacılığının alternatif olması ise doğal gazın enerji piyasaları açısından sürekli, makul ve güvenli bir enerji kaynağı olmasına etki edecektir. Türkiye'nin yapmış olduğu LNG terminalleri boru hatlarıyla gelen doğal gazın kesilmesine karşı sistemin sigortası durumundadır.

Kaya gazı üretiminin çoğalması büyük bir doğal gaz ithalatçısı olan Türkiye'nin mevcut anlaşmalardaki fiyatlarını aşağı çekecektir. Böylece tüketiciler doğal gazı daha güvenli, sabit ve makul bir enerji kaynağı olarak görmeye başlayacaklardır. Uluslararası alanda daha fazla tedarikçinin olması pazarların birbirine aynı doğrultuda bağlı olmasını ve petrol fiyatı gibi doğal gaz fiyatının da görece sabit hale gelmesini sağlayacaktır. Bu gelişmeler doğal gaz ithal eden ülkeler için olumlu gelişmeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye'nin ithal ettiği doğal gaz fiyatlarının ülkelere göre farklılık arzettiği dikkate alındığında LNG taşımacılığı sayesinde piyasaların birbirine yaklaşmasıyla birlikte fiyatların ülkelere göre büyük farklılıklar göstermeyeceği ve mevcut fiyat farklılıklarının Türkiye lehine ortadan kalkacağı tahmin edilmektedir.¹⁰⁰

ABD'nin kaya gazı devrimi sonrası ucuzlayan doğal gazdan daha fazla elektrik üretimine yönelmesi sonucu ülkeden Avrupa'ya daha fazla kömür ihracatı gerçek-

98. *World Energy Resources Unconventional Gas, A Global Phenomenon*, s. 11.

99. "April 2015: India Seeks to Renegotiate Major LNG Contract with Qatar".

100. *World Energy Resources Unconventional Gas, A Global Phenomenon*, s. 14.

leşmiştir. Bu durum kömür fiyatları üzerinde aşağı yönde baskı oluşturmuştur.¹⁰¹ Bu örnekte olduğu gibi kaya gazı üretimi uluslararası arenada etkili olmaya başlamış ve enerji ithal eden ülkelerin enerji ödemelerini düşürmüştür. Tedarikçi sayısı ve arz miktarındaki artış enerji fiyatlarını düşüreceği için kaya gazı ve petrolü üretiminin Türkiye dışında yaygınlaşması durumunda bile fiyatları aşağı çekeceği ve Türkiye'nin enerji ithalatına olumlu yansıtacağı anlaşılmaktadır. Konvansiyonel olmayan yöntemlerle doğal gaz ve petrol üretiminin Türkiye'de yapılmasının ülke ekonomisine aşağıda sıralanan birçok ekonomik faydaları olacaktır:

- Daha düşük enerji fiyatları
- Arz güvenliği
- Enerji ithalatının azalması
- Cari açığın kapanması
- Ekstra iş sahaları
- Vergi gelirlerindeki artış
- Daha rekabetçi üretim temeli
- Yabancı yatırım

101. *The Economic Impact on UK Energy Policy of Shale Gas and Oil.*

KÜRESEL ÖLÇEKTE KAYA GAZI VE PETROLÜNÜN ETKİLERİ

Kaya gazı ve petrolü rezervlerine sahip ülkelerin yaygın olarak üretime başlaması halinde küresel enerji görünümünün bugünkünden oldukça farklılaşacağı ve bu gelişmelerin önemli ekonomik ve jeopolitik sonuçları olacağı düşünülmektedir. Bugün birçok devlet sahip olduğu kaya gazı rezervlerinin çıkarılması ve ülke ekonomisine kazandırılmasının planlamasını yapmaktadır. Öyle ki 2035'e kadar doğal gazdaki tüketim artışının yaklaşık yarısının konvansiyonel olmayan doğal gaz kaynaklarından üretileceği ifade edilmektedir. 2035'te kaya petrolünden elde edilen miktarın günlük 14 milyon varile çıkacağı tahmin edilmektedir. Buradan kaya gazı ve petrolünün yakın gelecekte öneminin artacağı ve enerji piyasalarını değiştirecek bir etkisinin olacağı anlaşılmaktadır.

Kaya gazı üretimindeki artıştan dolayı 2017'de ABD'nin net doğal gaz ihracatçısı olması beklenmektedir.¹⁰² Yapımı 2019'da bitecek olan LNG projesiyle ABD'nin ihracat kapasitesi yıllık yaklaşık 63 milyar metreküpe çıkacaktır. ABD dünya kapasitesinin yüzde 20'sine sahip olacak, Katar ve Avustralya'dan sonra en büyük üçüncü ihracatçı kapasitesine ulaşacaktır. Böylece Kuzey Amerika dünya enerji piyasalarına büyük bir oyuncu olarak girecek ve piyasa yeniden şekillenecektir.¹⁰³ Dünya ihracat kapasitesinin beşte birini elinde bulunduracak olan

102. "Annual Energy Outlook 2015", EIA.

103. "GAS 2017 Analysis and Forecasts to 2022", IEA, <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/MarketReportSeriesGas2017ExecutiveSummaryEnglish.pdf>, (Erişim tarihi: 6 Eylül 2017).

ABD'nin ürettiği doğal gazdan tüketiminden fazlasını ihraç edeceği ve bundan da dünya enerji fiyatlarının etkileneceği tahmin edilmektedir.

ABD'nin kaya gazından ürettiği doğal gazı ihraç etmeye başlaması Asya'daki konumunu güçlendirirken Ortadoğu ve OPEC'in enerji alanındaki gücünü ise azaltacağı öngörülmektedir. Örneğin Japonya'nın doğal gaz ihtiyacının yüzde 20'sini ABD'den ithal etmesi ile Asya Pasifik'teki ortaklarının enerji güvenliğinin artması ve Washington'un burada daha güçlü bir konuma gelebileceği düşünülmektedir.¹⁰⁴ ABD'nin kaya petrolünden daha fazla üretim yapması OPEC'in petrol fiyatları üzerindeki etkisini azaltacağı gibi aynı zamanda Suudi Arabistan'ın geleneksel rolünü de zayıflatacağı tahmin edilmektedir.

Rusya ve Ortadoğu'da bulunan büyük petrol ve gaz ihraç eden ülkelerin doğal gaz ve petrole dayalı ekonomilerini kaya gazı ve petrolündeki gelişmeler etkileyecek potansiyele sahiptir. Konvansiyonel olmayan yöntemlerle kaya gazı ve petrolü üretiminin ABD'de artarak devam etmesi durumunun OPEC'in enerji piyasalarındaki etkisini azaltacağı öngörülmektedir. Kaya gazı ve petrolü etkisinin Ortadoğu'da yayılması net olmamakla birlikte gerçekleşmesi durumunda –petrolün varil başı satışının 85 dolar olması gerektiği– Suudi Arabistan ve diğer Körfez ülkelerinin bütçe dengelerini olumsuz etkileyeceği tahmin edilmektedir.¹⁰⁵ Ülkelerin ekonomik büyüme ortalamalarının düştüğü ve enerji tüketimlerinin azaldığı dönemlerde oluşan 85 dolar varil başı petrol fiyatı bu ülkelerin ekonomik olarak zor durumda kalmalarına neden olmuştur.

AB'nin ise doğal gazda Rusya'ya olan bağımlılığının kaya gazı üretiminin yaygınlaşmasıyla düşeceği anlaşılmaktadır. Rusya'nın elindeki doğal gazı bir silah gibi kullanması ve Avrupadaki birçok ülkeyi baskı altına almasını zayıflatacak derecede AB'de kaya gazı potansiyeli bulunmaktadır. Enerji kaynakları alanında Rusya'nın etkisini zayıflatacak olan kaya gazının ileri teknolojiyi kullanabilen ülkelerin elinde güçlü bir silah olacağı öngörülmektedir.

Konvansiyonel olmayan yöntemle üretilen doğal gaz ve petrolün yaygınlaşması ve ABD'nin enerji alanında kendi kendine yetebilmesi durumunda Washington dış politikada yeni fikirler ortaya atabilecektir. ABD'nin enerjide kendi kendine yetmesi dış politika seçeneklerinde daha esnek davranmasına imkan verse bile enerji kaynakları üzerindeki tutumunu değiştirmeyeceği öngörülmektedir.

104. Robert A. Manning, *The Asian Energy Factor*, (Palgrave, New York: 2000).

105. Tamsin Carlisle, "Saudi Arabia Needs \$85/b Brent to Balance Budget as Oil Output Falls: Jadwa", S&P Global Platts, 24 Aralık 2013, <http://www.platts.com/latest-news/oil/dubai/saudi-arabia-needs-85b-brent-to-balance-budget-21992779>, (Erişim tarihi: 18 Eylül 2017).

Kaya gazı ve petrolü üretiminin artması ve yaygınlaşmasının küresel boyutta birçok durumu değiştireceği tahmin edilmektedir.¹⁰⁶

- Global enerji pazarını üretim ve rezerv miktarlarındaki artışlarla etkileyecek olan kaya gazı ve petrolü fosil yakıtın yaşam süresini uzatmıştır. Arz-talep dengesinin değişmesine etki eden kaya gazı ve petrolünün piyasaya yeni oyuncuların girmesi sonucu küresel enerji haritasını yeniden şekillendireceği tahmin edilmektedir.
- Kaya gazı üretiminin artması ve uluslararası piyasaya daha çok doğal gaz çıkması sonucu bölgeselden uluslararası fiyata geçilmesi, akışkanlıkların artması, doğal gaz rekabetine doğru gidilmesi, fiyatların daha şeffaf ve belli olması gibi etkilerin doğal gaz piyasalarını birbirine daha çok yakınlaştıracığı anlaşılmaktadır.
- ABD enerji güvenliğini ve uluslararası stratejik görünümü dramatik şekilde değiştirmiştir. Kaya gazında net ihracatçı olan ABD'nin petrol ithalatı da düşmeye devam etmektedir. Kaya gazı ve petrolü sayesinde arz-talep dengesinin değiştiği görülmektedir. Petrol ihraç ve ithal eden ülkelerin bu durumdan etkilendiği anlaşılmaktadır.
- Kaya gazı ve petrol rezervlerinin geniş yer tuttuğu Kanada, ABD, Meksika, Arjantin, Brezilya petrol ve gaz üretimi için yeni çekim merkezi oluşturacak potansiyele sahip olması Batı Yarımküre'nin enerji üretiminde ön plana çıkabileceğini göstermektedir. Ayrıca büyük kaya gazı ve petrol rezervi olan Çin'in de küresel pazarda oldukça etkin olacağı düşünülmektedir. Bu durumda jeopolitik bir değişimin meydana geleceği tahmin edilmektedir.
- Doğal gaz fiyatlarındaki düşüşten dolayı ABD'de kömür santralleri üretimlerini durdurmuş ve doğal gaz santralleri elektrik üretiminde daha çok tercih edilmeye başlanmıştır. Bu durumda ABD piyasasındaki fazla kömürler AB'ye ihraç edilmiştir. Böylece uluslararası pazarda kömür fiyatları düşmüştür. Sonuç olarak dünya tüketiminde etkin olarak kullanılan enerji kaynaklarından birindeki fiyat değişiminin diğer enerji kaynaklarının kullanım oranını ve fiyatını etkilediği görülmektedir.
- ABD'de kaya gazı üretiminin artması sonucu enerji fiyatları düşmüştür. Ayrıca fazla hidrokarbon üretimi ham madde fiyatlarının düşmesine se-

106. Robert A. Manning, *Shale Revolution and the New Geopolitics of Energy*, (Atlantic Council, Washington: 2014); *World Energy Resources Unconventional Gas, A Global Phenomenon*, s. 11.

bep olmuştur. 2000’li yıllarda kesintilere giden petro-kimya, plastik, demir-çelik gibi endüstriler toparlanmaya başlamış ve ABD ekonomisi uluslararası pazarda daha fazla rekabet avantajı yakalamıştır.

Küresel düzeyde kaya gazı ve petrolünün uzun dönemde küresel ekonomileri şekillendireceği, enerji güvenliği, bağımsızlığı ve yeterliliğini artıracak potansiyele sahip olduğu belirtilmektedir. Bölgesel ve uluslararası düzeyde çevreye olan etkileri bu potansiyelin kullanıma girmesinde en büyük engel olarak karşımıza çıkmaktadır.¹⁰⁷

Teknolojik ilerleme, jeopolitik değişim ve stratejik politika değişikliklerinin beklenmeyen bir şekilde doğal gaz pazarını yeniden şekillendireceği görülmektedir. Geniş ölçekli Çin, Arjantin ve Meksika gibi ülkelerdeki kaya gazı gelişmeleri, doğal gazın LNG tankerleriyle uluslararası pazara çıkması ve ABD’nin birkaç seneye kadar büyük bir LNG ihracatçısı olması doğal gaz sektöründeki büyük değişimler olarak karşımıza çıkacaktır. Kaya gazının doğal gaz üretiminin yarısına yaklaşmasıyla net ihracatçı konumuna yükselen ABD, Avrupa ve Asya pazarlarına satışlar yapmaya başlamıştır. Yakın gelecekte AB’nin en büyük tedarikçisi olan Rusya’nın bu gelişmelerden olumsuz etkileneceği tahmin edilmektedir.

Dünyada üretilen petrolün yüzde 46’sı uluslararası ticarete konu olurken doğal gaz için bu oran yüzde 24 civarındadır. Dünya petrol ve doğal gaz üretiminin üçte ikisini sıralamadaki ilk on ülkenin yaptığı bir ortamda kaya gazı mevcut rezervleri yüzde 47, kaya petrolü ise yüzde 11 civarında artırmıştır. Kaya gazı ve petrolünün hem rezervlerin miktarlarını artırması hem de yeni oyuncuların piyasaya çıkmasında büyük etkisinin olduğu görülmektedir.

Kaya petrolündeki gelişmelerin kaya gazındaki gelişmeler kadar piyasalarda etkili olamadığı anlaşılmaktadır. Kaya petrolü dünya petrol rezervlerini yüzde 11 civarında artırmış ve dünya petrol üretiminin yaklaşık yüzde 5’i kaya petrolünden üretilmeye başlanmıştır. Kaya gazı ise dünya doğal gaz rezervlerini yüzde 47 civarında artırmıştır. 2040 projeksiyonuna bakıldığında kaya gazının doğal gaz içindeki üretim payı yüzde 30 iken kaya petrolünün petrol içindeki payının yüzde 10 civarında kalacağı öngörülmektedir.

107. “Shale Oil: The Next Energy Revolution”, s. 17.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Konvansiyonel olmayan yöntemle üretilen doğal gaz ve petrolün ekonomilere nasıl olumlu etki yaptığını görmek için ABD'deki üretimlere ve sonrasındaki gelişmelere bakmak gerekir. Hidrolik çatlatma tekniği ile üretimin hızla arttığı ABD büyük bir doğal gaz üreticisi haline gelmiştir. Tükettiği doğal gazın yarısını konvansiyonel olmayan yöntemle üretmeye başlamış ve 2040 projeksiyonunda bir trilyon metreküpten fazla doğal gazın üçte ikisini bu yöntemle üreteceği hesaplanmıştır. Tükettiğinden fazlasını üretecek olmasıyla doğal gazda net ihracatçı konumuna yükselen ABD'nin büyük bir LNG ihracatçısı olması beklenmektedir. Böylece kaya gazı üretimiyle uluslararası piyasalarda tedarikçi sayısı ve arz miktarı artmış olacaktır. Bu durumda ABD'nin hem enerji fiyatlarının düşmesini sağlayacağı hem ülkesinde üretilen fazla doğal gazın uluslararası pazara çıkmasıyla dünya enerji fiyatlarını da etkileyeceği tahmin edilmektedir.

Dünya üzerinde kısıtlı ve belli başlı ülkelerde bulunan petrol ve doğal gaz kaynaklarının dünya ekonomisi ve yaşam kalitesi için en fazla ihtiyaç duyulan kaynaklar olmaya devam edeceği görülmüştür. Daha geniş bir coğrafyaya yayılmış olan kaya gazı ve petrolünün rezervleri fosil yakıtların uzun yıllar etkili bir enerji kaynağı olmasını sağlayacaktır. Dünyadaki mevcut rezervleri kaya gazının yüzde 47 ve kaya petrolünün de yüzde 11 civarında artırması konvansiyonel olmayan yöntemle çıkarılan enerji kaynaklarının dünya piyasaları açısından ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Konvansiyonel olmayan yöntemle üretilen bu rezervlerin çıkarılması enerji piyasaları açısından son derece önemlidir.

ABD’de yeni arama ve üretim teknolojilerinin gelişmesi ulaşılmaması zor olan kaya gazı ve petrolü rezervlerinden konvansiyonel olmayan yöntemler ile üretim yapılmasına olanak sağlamış ve bu durumun enerji piyasalarına olumlu yansımaları görülmüştür. ABD’deki konvansiyonel olmayan yöntemle kaya gazı ve petrolü üretimindeki gelişmeler yıllar almış olsa da enerji yoğun sektörlere ucuz ham madde temin ettiği için ülke ekonomisine büyük katkı sağlamıştır. Kaya gazı üretim maliyetlerinin düşmesiyle ABD’de doğal gaz ve enerji fiyatları bundan olumlu etkilenmiştir. Bu durum ABD ekonomisini daha rekabetçi bir konuma yükseltmiştir. Fazla hidrokarbon üretimi ham madde fiyatlarının düşmesini beraberinde getirmiştir. 2000 sonrasında düşüşe geçen petrokimya, demir-çelik, çimento, plastik gibi sanayi sektörleri hızla toparlanmıştır. Ayrıca kaya gazı üretimi istihdamı artırmış ve GSYH’yi olumlu etkilenmiştir.

ABD’nin enerji piyasalarını derinden etkileyen kaya gazının dünya enerji piyasalarını da yerinden oynatacak potansiyeli olduğu görülmüştür. Enerji haritasını yeniden şekillendiren kaya gazı uluslararası rekabeti artıracak bir güce sahiptir. Doğal gaz tedarikçisinin çoğalması ve LNG tankerleriyle uluslararası arenaya çıkmasının dünya enerji piyasasının birbirine yakınlaşmasına ve fiyatların daha makul, güvenilir ve sabit olmasına olanak sağlayacağı anlaşılmıştır. Bu sayede doğal gaz alım anlaşmalarındaki fiyatların uluslararası petrol fiyatları gibi sabitlenmesi ve bölgesel fiyat farklarının ortadan kalkması mümkün olacaktır. Sadece LNG’nin ulaşım maliyetlerinin bazı farklılıklara yol açabileceği öngörülmektedir.

ABD’nin konvansiyonel olmayan üretim yönteminde başarılı olduğu görülmüştür. Kaya gazı ve petrolünün üretiminin artması ABD’de ileri teknolojiye mümkün hale gelmiştir. Yatay sondaj ve hidrolik çatlatma teknolojilerinin geliştirilmesiyle enerji sektörünün derinden etkilendiği anlaşılmıştır. Buradan yatay sondaj ve hidrolik çatlatma gibi yeni teknolojik imkanların enerji kaynaklarının rezerv durumlarını ve üretimlerini önemli ölçüde etkilediği görülmüştür.

Çin, Arjantin, Cezayir gibi ülkelerin kaya gazı üretiminde ilerleme kaydetmeleri durumunda kaya gazının etkisi uluslararası arenada daha hissedilir olacaktır. En büyük kaya gazı rezervine sahip olan Çin’in konvansiyonel olmayan yöntemle büyük bir enerji üreticisi olması ve ABD’nin enerji ihraç etmesi enerji piyasalarını etkileyecek gelişmeler olarak karşımıza çıkmaktadır. Rusya doğal gazının ve Ortadoğu enerji kaynaklarının etkisinin zamanla azalması, doğal gaz ve petrol fiyatlarının kalıcı olarak düşük seviyelerde seyretmesi durumunda bundan Rusya ve Ortadoğu’da bulunan ihracatçı ülkeler olumsuz etkilenirken doğal gaz ve petrol ithalatı yapan ülkelerin ise olumlu etkileneceği tahmin edilmektedir.

Uluslararası piyasalarda etkisini hissettiren kaya gazı ve petrolünün dünya enerji haritasını değiştirecek potansiyele sahip olduğu görülmüştür. Rezervi olan ülkelerin hızla üretime geçmesinin zaman alacağı ve bu etkinin 2030'dan sonra daha hissedilir olacağı tahmin edilmektedir. Aynı şekilde Türkiye'de kaya gazı ve petrolü rezervlerinin üretime geçmesi birçok faktöre bağlı olmakla birlikte henüz başlangıç aşamasındadır. Dünya enerji fiyatları, ülkelerin konvansiyonel olmayan sektörlerinin gelişimi ve kaya gazı üretiminin çevreye etkileri gibi konuların kaya gazı ve petrolü üretiminin artması ve yaygınlaşmasında etkisinin olduğu anlaşılmıştır.

Türkiye'deki kaya gazının üretilmesinin teknik ve ekonomik olarak bazı faktörlerden etkilendiği görülmüştür. Teknik olarak eldeki üretim teknolojisinin seviyesi, altyapı olanakları, gaz ihtiva eden her kayanın birbirine benzememesi gibi etkenler kaya gazı üretimini etkileyen önemli unsurlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Ekonomik olarak ise yer altındaki kaya gazının çıkarılmasını doğal gaz ve petrol fiyatları, sermaye ve işletme maliyetleri gibi faktörlerin etkilediği anlaşılmıştır. Ayrıca yüzey ve yer altı sularını etkileyen çevresel faktörlerin de dikkate alınmasının üretimin sağlıklı ve çevreye karşı duyarlı yapılabilmesi açısından önemli olduğu görülmüştür.

Türkiye'de kaya gazı ve petrolü üretiminde yer altı ve yüzey sularının güvenliği ve deprem riski gibi konularda gerekli yasal düzenlemelerin hazırlanması arama ve üretimde atılması gereken adımlar arasındadır. Yer altı ve yüzey suları ile ilgili ABD'de üretim yapılan birçok kuyuda araştırma yapılmıştır. Kaya gazı üretiminin yer altı sularına olumsuz etki yaptığını belirten araştırmalar olmakla birlikte olumsuz etkisi olmadığını belirten araştırmalar da mevcuttur. Yer altı sularına olumsuz etkisi olduğunu tespit eden araştırmalarda bu durumun sondajda kullanılan çimentonun yetersizliği gibi birtakım önlemlerin alınmamasından kaynaklandığı vurgulanmıştır. Yapılacak yasal düzenlemeyle Türkiye'de konvansiyonel olmayan yöntemle yapılan üretim esnasında gerekli tedbirlerin alınmasının önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Kaya gazı ve petrolü hakkındaki ABD'nin yapmış olduğu düzenlemeleri ayrıca endüstri ve çevre gruplarıyla yapılan iş birliği tecrübe ve önerilerini birikime dönüştürmek için oluşturulacak araştırma grubunun çevresel kaygıları minimize edecek önlemlerin alınmasında Türkiye'ye önemli katkılarının olacağı anlaşılmaktadır. Araştırma grubunun hidrolik çatlamanın oluşturacağı zararlar hakkında Enerji Bakanlığına raporlar hazırlamasının kaya gazı ve petrolü üretiminde sürecin sağlıklı ilerlemesine katkı sunacağı görülmektedir.

Türkiye'nin enerji bağımlılığının yüksek olması bütçe dengelerini olumsuz etkilemektedir. Enerji fiyatlarının yükselmesi sonucu cari açık hızla artmakta tam tersi durumda ise düşmektedir. Türkiye'nin makul fiyatlarla yerli kaynaklarının tüketilmesi vizyonunu ortaya koyan Enerji Bakanlığı enerji tüketiminde yerlilik oranını artırmaya çalışmaktadır. Türkiye'de potansiyeli bulunan kaya gazı ve petrolü üretiminin yerli kaynak kullanımının artırılması ve dışa bağımlılığın azaltılmasında etkisinin olacağı anlaşılmıştır. Bu potansiyelin üretime geçirilmesinde teknik, ekonomik ve çevresel faktörlerin son derece önemli olduğu bilinmektedir. Türkiye konvansiyonel olmayan yöntemle kaya gazı ve petrolü üretiminin başlangıç aşamasında olsa da teknolojik imkanların ilerlemesi ve üretim maliyetlerinin düşmesiyle bu alanda ilerleme kaydedeceği düşünülmektedir.

İthal enerji kaynaklarına olan bağımlılığı azaltmak ve talep edilen enerji miktarını öz kaynakları kullanarak karşılamak amacıyla oluşturulan Milli Enerji ve Maden Politikası açısından kaya gazı ve petrolünün değerlendirilmesinin önemli olduğu anlaşılmaktadır. EIA'nın verilerine göre Türkiye'de var olan kaya gazı ve petrolü potansiyeli hem yerli üretim oranını artıracak hem de enerji fiyatlarındaki yükselişin ülke ekonomisine olumsuz etkisini düşürecektir. Türkiye'nin enerji ithalatını düşürecek olan konvansiyonel olmayan yöntemle üretilen doğal gaz ve petrolün cari açığın azalması ve ülkenin enerji güvenliğini artırarak ekonomisinin daha sağlam temeller üzerinde yükselmesinde büyük etkisinin olacağı anlaşılmıştır.

YUNUS FURUNCU

Viyana Ekonomi Üniversitesi'nde lisansını tamamlayan Yunus Furuncu aynı üniversitede "Türkiye'de Bankacılık ve İstanbul'da Bankaların Dağılımı" başlıklı teziyle 2009'da yüksek lisans eğitimini bitirdi. 2012-2016 yılları arasında Düzce Üniversitesi'nde "Türkiye'nin Enerji Bağımlılığı" başlıklı teze doktorasını alan Furuncu, SETA Enerji Araştırmaları Direktörlüğü'nde araştırmacı olarak çalışmaktadır.

KÜRESEL ENERJİ PİYASALARINDA KONVANSİYONEL OLMAYAN ÜRETİMİN YÜKSELİŞİ VE ETKİLERİ

YUNUS FURUNCU

Konvansiyonel olmayan yöntemlerle üretilen doğal gaz ve petrolün enerji piyasalarını etkilediği ve bazı paradigmaları değiştirdiği anlaşılmaktadır. Doğal gaz tedarikçilerinin çoğalması ve LNG tankerleriyle uluslararası arenaya çıkmaları dünya enerji piyasalarını birbirine yaklaştırarak fiyatları daha sabit ve makul hale getirecektir. Kaya gazı ve petrolü rezervine sahip ülkeler konvansiyonel olmayan yöntemlerle üretimlerini artırdıkları takdirde doğal gaz ve petrol piyasasına yeni oyuncular olarak girerek dünya enerji piyasalarının görünümünü değiştirecektir. Potansiyel kaynağın büyüklüğü, eldeki üretim teknolojisinin seviyesi gibi teknik faktörler ile enerji fiyatları ve işletme maliyetleri gibi ekonomik faktörlerin etkilediği kaya gazı ve petrolünün üretimi çevreye olan tesirleri nedeniyle bazı olumsuzlukları içerisinde barındırmaktadır. Ancak üretimin gerçekleşmesi sonucunda enerji güvenliği başta olmak üzere birçok ekonomik yararlarının olduğu da görülmektedir.

Bu raporda kaya gazı ve petrolünün mevcut durumundan yola çıkarak dünya enerji piyasalarına etkileri, konvansiyonel olmayan yöntemlerle kaya gazı ve petrolü üretimini yapan ülkeler ile bu ülkelerin ekonomik yapılarına tesirleri analiz edilmiştir. Ayrıca kaya gazı ve petrolünün Türkiye'deki durumu ve enerji bağımlılığına etkileri, konvansiyonel olmayan üretim teknikleri ve bunlardan kaynaklanan çevresel kaygılar incelenmiştir. Kaya gazı ve petrolünün dünya ve Türkiye enerji piyasalarına tesirinin analizinin yapıldığı bu raporda konvansiyonel olmayan yöntemle üretilen doğal gaz ve petrolün ekonomi ve enerji piyasalarına etkisi de detaylı olarak değerlendirilmiştir.