

Küresel Enerji Krizi; ABD, AB'ye ne satacak? Kaya Gazı (Shale Gas) Nedir?

Elk. Müh. M. Salim Arslanalp
salim.arslanalp@ttmail.com

Doğal gaz olarak bildiğimiz metan gazı kömür, petrol ve doğal gazın ana bileşenidir. Kömür, petrol, doğal gaz gibi kaynaklar konvansiyonel (conventional) enerji kaynakları olarak anılırlar.

Konvansiyonel olmayan (unconventional) enerji kaynakları sınıflamasında yer alan ve ülkemizde kaya gazı olarak da anılan shale gazı, adını içinde bulunduğu tortul kayaç türünden almaktadır.

Shale'li yapılar, silt ve kil gibi küçük boyutlu mineral parçacıklarının yer altında sıkışması sonucu oluşan ince taneli tortullu kayaç çeşitlerinden biridir. Shale'in diğer kayaç türlerinden farkı, kırılğan ve yeraltında ince tabakalar (levha) halinde bulunmasıdır. Petrol ve gazın bu kayaçların içerisinde oluşması 200 seneyi bulmaktadır.

Bir shale tabakasında petrol ve gaz bulunması için, tabakanın gerekli organik madde ve mineral yapısına sahip olması gerekir. Genelde, siyah renkli shale tabakalarında petrol ve gazın olma olasılığı çok yüksektir. Petrol ve doğal gaz oluştuğu ana kayayı terk ederek farklı kayaçlar içerisine yerleşir. Ancak bu göç sırasında oluşan petrol veya doğal gazın bir bölümü ana kayada kalır. Sözü edilen shale gazı (kaya gazı) oluştuğu ana kayayı terk etmeyen ve oluştuğu kayacın gözeneklerinde kalan petrolden elde edilen gazdır.

Jeokimyasal olarak ana kayanın içinden en fazla %15-20 oranında petrol göç edebilir. Bu yaklaşımla, rezerv tespitlerinde halen ana kaya

içinde %80-85 arasında petrol veya ona eş değer gaz olabileceği hesaplanmaktadır.

Yeri gelmişken konvansiyonel olmayan kaynaklar (unconventional gas) arasında kaya gazına ek olarak Kömür Gazı (coal bed methane), kireçtaşı ve kumtaşı gibi sert kayalarda birikmiş gazları (tight gas) sayabiliriz.

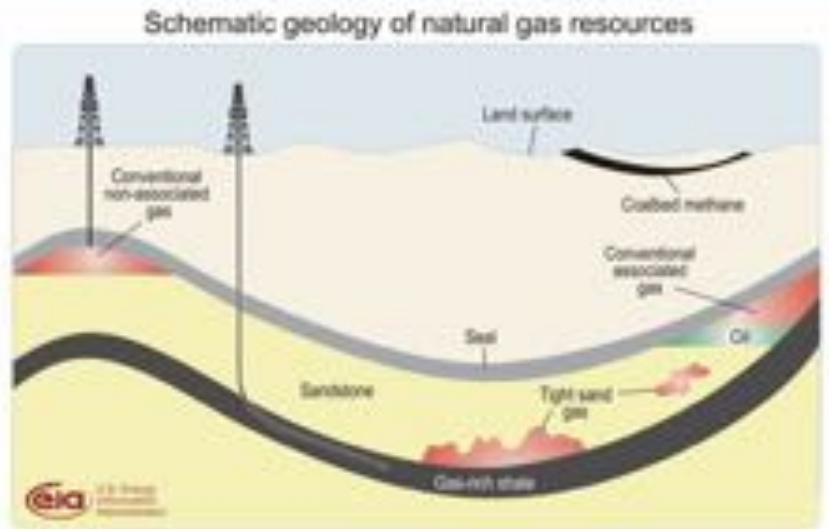
İlk shale gazı üretimi, Amerika Birleşik Devletleri, New York eyaletinde 1821 yılında gerçekleştirilmiştir. 20.yıyılın ortalarından beri jeolojik olarak tanınan shale gazının 1970 yılında endüstriyel ölçekte üretim sağlanmıştır. Konvansiyonel kaynakların maliyetlerine göreceli olarak pahalı olması nedeniyle shale gazı üretimine devam edilmemiş, ancak 2000'li yıllardan sonra shale gazı üretimi ekonomik olmuştur.

Kaya Gazı yeni bir enerji kaynağı mıdır? Dünya Enerji Piyasasındaki yeri nedir?

Kaya Gazı (shale gas) jeolojik anlamda yeni enerji kaynağı olmamakla

birlikte, azalmakta olan petrol tedariki dikkate alındığında, dünya ekonomisini rahatlatacak yeni bir enerji kaynağı olarak görülmektedir. Bu yeni enerji kaynağı, (iddialara göre), gelişmiş ülkelerin Orta Doğu'daki politik istikrarsızlıklara daha az bağımlı olmasını sağlayacak ve petrol, kömür gibi fosil yakıtların ikamesi olarak kullanılacağından, düşük karbon salınımı özelliğiyle, küresel ısınmanın frenlenmesine de katkıda bulunacaktır. Pandemi sonrası gelişmeler ve Rusya -Ukrayna savaşı zaten sürmekte olan Dünya Enerji Savaşlarına başka bir boyut kazandırmıştır. ABD 2010 yılından itibaren sistematik üretim artışıyla (Tablo 1) Kaya Gazını stratejik olarak desteklemiş ve AB ülkelerine Kuzey Atlantik kıyılarında oluşturulacak HUB lar üzerinden sisteme entegre olacak LNG satışını öngörmüştür.

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), konvansiyonel olmayan (unconventional) kaynaklardan elde edilen doğal gazın, 2035 yılına kadar, toplam gaz



arzının %40'ına ulaşacağını ve bunun büyük kısmını kaya gazının oluşturacağını öngörmüştür. Bu öngöründe 2000'li yıllarda gelişmeye başlayan FSRU (Yüzer LNG Depolama ve Gazlaştırma Ünitesine) gemilerin rolü büyüktür: Bu yöntem alıcı ülkeyi sadece FSRU terminali kurarak asıl büyük yatırım olan LNG depolama tesislerini yapmaktan kurtarmaktadır.

Ancak ABD nin Kaya Gazı üretimiyle Petrol Piyasası talepleri senkronize olamadığından ABD de geçtiğimiz yıllarda büyük LNG miktarları için depolama gereksinimi doğmuş ve gaz fiyatları (-) eksi rakamlara düşmüştür, depolama maliyeti gaz fiyatının çok üzerine çıkmıştır.

Shale gazı konusunda en detaylı bilgi ve istatistikler ABD Enerji Enformasyon Ajansı (US Energy Information Agency) tarafından yayınlananlardır. Shale gazı ile ilgili yatak ve rezerv araştırmalarının ne kadar ivme kazandığını EIA'nın 2011 ve 2013 raporlarını karşılaştırdığımızda görebiliriz.

2 yıl içinde ülke sayısı 32'den 41'e, bulunan işlenebilir yatak sayısı 2 kat artmıştır. Bu baş döndürücü hızlı gelişme, tüm çekincelere rağmen shale gazının 2035 yılı hedefine yönelik, birincil enerji kaynakları rezerv ve kapasite kullanım projeksiyonlarında her yıl önemli değişiklikler olacağını habercisidir.

Dünya rezervlerinde ilk sırada olmasına rağmen üretime geçmesi

Figure 1. Map of basins with assessed shale oil and shale gas formations, as of May 2013



en çok zaman alacak ülkelerin başında Çin gelmektedir. Arjantin ve Avustralya da yatırımlar başlamıştır. Kanada üretimde ikinci sıradadır. Avrupa da regülasyonlar ve kamu baskısı sıkıntılıdır, ama sadece yenilenebilirle ihtiyacını karşılama imkanı olmayan eski kıta, nükleer kısıtlama programları dolayısıyla arz/talep dengelerinde darboğazdadır. Doğalgaz ithalatını getirdiği ciddi ekonomik yükler ve politik güvensizlik, direnişin çok sürmeyeceğini işaret etmektedir. Nitekim arama çalışmalarını kısıtlayıcı tekliflere rağmen AB regülasyonları engel getirmemiştir. Burada İngiltere ve Polonya başı çekmektedir. Özellikle Polonya ekonomisini sağlamlaştırmak için shale gazı bir fırsat olarak kullanmaya çalışmaktadır. (Bilindiği üzere Polonya nükleer atık depolamaktan ciddi bir milli gelir elde etmektedir ve bu maddi kaynağın yerine sürdürülebilir bir gelir kapısı açmak istemektedir.)

Kaya Gazı nasıl çıkarılır? Çıkarma yöntemi doğal gazdan çok farklı mıdır?

Shale gazının üretiminin 2000'li yıllar sonrası artmaya başlaması doğrudan gaz çıkarımıyla ilgili teknolojileri geliştirme süreciyle ilgilidir. Doğal gaz gibi dikey kuyu açma yöntemi yeterli olmamaktadır. Tortul kayaların gözeneklerine sıkışmış gazın pek az bir bölümü kuyuya ulaştığından, aynı yerleşimde yan yana çok miktarda kuyu açmak gerekmekte ve yüksek maliyet dolayısıyla üretim rekabetçi olamamaktadır. Politik risk faktörleri hesaba katılsa dahi bu yöntem ekonomik olarak uygulanabilir çıkmamıştır.

Shale gazı hydraulic fracking (hidrolik çatlatma) teknolojisi geliştirildikten sonra ekonomik olarak üretilmeye başlanmıştır.

Bu yöntemde önce kuyu açılarak gaz tortuluna erişilir ve kaya katmanı boyunca yatay delmeye geçilir. Yatay delme uzunlukları 3000 metreleri bulabilmektedir. Yatay deliğe gazı toplayacak delikli bir boru yerleştirilir (perforated collector). Sıra gazı delinen tortulun içindeki gözeneklerden kovmaya gelmiştir. Bu işlem için, yöntemde de adını veren, yüksek basınçlı su kullanılır. İçin de %10 oranında kum ve %0,5 oranında kimyasal katkı bulunan yüksek basınçlı su kuyu giri-

AEI report coverage	2011 Report	2013 Report
Number of countries	32	41
Number of basins	48	95
Number of formations	69	137
Technically recoverable resources, including U.S.		
Shale gas (trillion cubic feet)	6,622	7,299
Shale / tight oil (billion barrels)	32	345

şinden borulara basılır. Yatay borunun deliklerinden çıkan suyla tortula uygulanan basınç kayayı çatlamaya başlar. Gözeneklerde sıkışmış gaz açığa çıkar ve en yakın kaçış noktası olan kolektörün içinde toplanarak yeryüzüne çıkar. Kullanılan su kirlenmiştir ve arıtılmak üzere yeryüzündeki depolama havuzlarında toplanır. Bu basit anlatımın tipik bir görseli aşağıda verilmiştir.

Hydraulic Fracking yöntemi şu anda üretimde kullanılan tek yöntemdir. Firmalar arasında uygulama, katkı oranları, basınç, arıtma yöntemleri farklılıklar göstermektedir. Konu yeni olduğu için sonuçlar üzerinden yapılan araştırmalarla regülasyonlar yenilenmekte ve tedbirler artmaktadır. **Kaya Gazı kullanımı ile ilgili çekinceler nelerden kaynaklanmaktadır?**

Şüphesiz shale gazının ABD'deki başarı hikayesi, "enerji sarmalı" içinde bulunan tüm dünya ülkelerini acil ve acele değerlendirmeler yapmaya yönlendirmiştir. Bu telaşın teknoloji üreten, birincil (upstream) ve ikincil (downstream) küresel oyuncuları da iştahlandırmıştır. Yatak aramaları, rezerv tespitleri, sondajlar hızla büyümektedir. Ancak başarı hikayesine paralel olarak uygulamalarla pratik bilgiler, bilimsel gözlemler arttıkça "bu madalyonun da iki yüzü" olduğu netleşmiştir. Artık tartışmalar çevresel etki üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Burada sorun gazın değil, gazı çıkarma yönteminin etkileridir.

Bu yöntemin sakıncaları üç temel başlıkta toplanmaktadır:

- Sismik hareketliliğin tetiklenmesi (seismic impact)
- Su kaynakları yönetimi (water resource management)
- Kuyu sızıntıları kirliliği (well integrity)

Deprem riskleri, çatlatma sırasında ve gazın deşarjıyla birlikte yapısal buzulukluğa uğrayan kaya katmalarının hareketlenmesine bağlı olarak artmaktadır. Bu nedenle işletilecek bölgenin deprem riskleri açısından çok iyi etüd edilmesi gerekmektedir. 2,5 ila 3 şiddetinde sismik hareketlere ABD, İngiltere de rastlanmıştır. Bunlara ilişkin raporlar literatürde yer almaktadır. Büyük bir potansiyeli olan Avustralya, öncülüklerde yaşanmış deneyimleri dikkate alarak ciddi araştırmalar yürütmektedir(*).

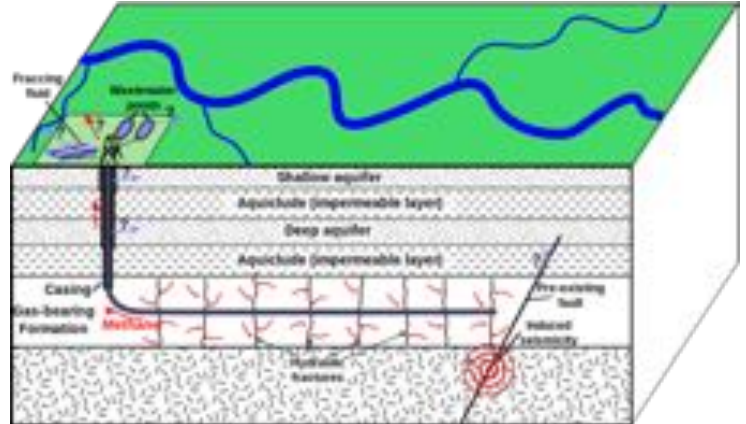
Madalyonun ikinci yüzünü kaplayan en önemli resim yeraltı su kaynaklarıdır. Her işletme bölgesinde hidrolik çatlatma için gerekli su, açılan su kuyu(lar)sundan temin edilmektedir. Bu kuyular genellikle yer kabuğuna yakın su kaynaklarına inmektedir. Hidrolik çatlatma çok büyük miktarda su kullanmaktadır. Kullanılan su çatlakların açık kalması için %10 seviyesinde kum ve kayaların çürütme işlemi için % 0,5 seviyesinde kimyasal

katkı malzemesiyle karıştırılmaktadır. Çatlatma sonrası bu suyun %30 ila %70'i geri dönmektedir. Ancak geri dönen ve arıtılan su doğaya deşarj edilmektedir. İşte çevresel etki riskleri bu prosesin her aşamasında mevcuttur.

• Çekilen su yeraltı temiz su kaynaklarını tüketmektedir. Bugün ABD de bile birçok işletme bölgesinde su rezervlerinde stres vardır. Bu gün ince hesaplar yapılan Orta Doğu, Avustralya gibi kurak bölgelerde sistem doğanın "birincil" yaşam kaynağına ne olacağı meçhuldür.

• İçine kimyasal katkı koyulan suyun %30 ila %70'i yeraltında kalmaktadır. Kimyasallarla ilgili çok büyük tartışma vardır. Oran çok küçük diyenlere karşı çevre uzmanı kuruluş ve devlet komisyonları iç açıcı olmayan raporlar yayınlamaktadır. Çünkü katkılı su çatlatma işlemi sonrası derin yeraltı sularına karışmaktadır ve kirlenmektedir. Bu suların kirlilik oranı shale gazı kuyu sayısı ile birlikte artmaktadır.

• Yeryüzüne alınan sular çoğu zaman kimyasal katkıların yanı sıra, kayalardan farklı maddeleri de barındırmakta ve özellikle radon gazı gibi radyoaktif elementleri taşımaktadır. İşte arıtma ne kadar özenle yapılırsa yapılsın bazı kimyasallar ve radyoaktif elementler su ile birlikte doğaya deşarj edilmekte veya re-enjekte edildiği



rezervleri kirlenmektedir.

Bu sayıların her biri reel su kaybidir, ayrıca temiz su kaynaklarının tüketilmesidir. Karbon emisyonunu azaltma savıyla desteklenen shale gazı kullanımı, daha çıkarılırken küresel ısınmanın yol açtığı kuraklığa tuz biber ekmekte, var olanı da riske atmaktadır.

Risk analizleri ve yaşanan deneyimler sonucu ABD de içlerinde New York, North Carolina, Texas, Tulsa gibi şehirlerin bulunduğu 100'den fazla yerel yönetim fracking metoduyla shale gazı üretimini yasaklamıştır. ABD senatosunda muhalif grup kimyasallarla ilgili önemli bir rapor yayınlamıştır(**). Avrupa da Almanya, Bulgaristan, Fransa, İsviçre, dünya da Güney Afrika, Güney Avustralya, Kanada Québec eyaletin de yasaklar gelmiştir.

Tüm ülkelerde durumun ciddiyetini anlayan kurumlar yöntemle ilgili know-how olarak kısmen gizlenen noktaların şeffaflaşması ve kamuoyu bilgilenebilmesi için Aarhus Konvansiyonu ve AB nin REACH protokolü şartlarını zorlamaktadır.

İşte bu açıdan bakıldığında 2013-2035 projeksiyonlarının gerçekleşmesinin alternatif yöntem arayışlarının başarısına da bağlı olduğunu söylemek yanlış olmaz.

Türkiye'de kaya gazı var mı? Rezerv kapasiteleri çalışılmış mıdır ?

Türkiye'de uzun yıllardan beri shale gazı ve bitümlü şist olarak anılan oluşumlarda shale oil olduğu bilinmektedir. Bir enerji şirketinin yöneticiliğini yaptığım 2005 yılında ABD Raytheon Firması bitümlü şisti petrol olarak çıkarmak için geliştirdiği teknolojinin bölgesel patentini satmak üzere özel sektörde uzun süre temaslarda bulunmuştu. Daha sonra Trakya'daki doğal gaz yatakları yanında shale gazı yatakları da olduğu belirlendi. Net bir

kapasite çalışması olmasa dahi, Diyarbakır ve Trakya bölgelerinde uluslararası olarak kesinleşmiş yatakları, Tuz Gölü ve Sivas havzalarında da shale gazı oluşumları biliniyor.

Ancak yapılan çeşitli sempozyumlardaki kapasite değerleri konusunda dünya henüz temkinli davranıyor. Ticari anlamda fizibilitenin pozitif olmasının yeterli olmadığına altını çizdikten sonra, en gelişmiş ülkeler çevresel etkilere bu denli konservatif yaklaşırken geleceğimizi 200 milyar USD olarak hesap edilen shale gazı rezervine bağlamak için henüz çok erken. Öncelikle her köşesi birinci derece sismik aktivite içinde olan, sanıldığına aksine su zengini olmayan ve hidrolojisi küresel ısınmadan çok etkilenmiş olan Türkiye nin bugün den yarıya uygulamaya geçemeyeceği, yeni teknolojileri bekleyenler arasında olması gerektiği de aşikar. Tabii kaynak tespitleri ve hazırlıklara devam edileceği ve şartların zorlanacağı da kesin gibi.

Son söz?

Shale gazı doğal gaz kullanımınla eşdeğer avantajları sağlamaktadır. Bu nedenle sera gazlarının azaltılmasına katkıda bulunacağı ve düşük yatırım maliyetli tesislerde temiz olarak tüketileceği kesindir. Bununla birlikte tamamen bilinen halihazır üretim yönteminden kaynaklanan bir paradoks söz konusudur. Kısa vadeli kazanımlara karşı, uzun vadede geri dönülemez çevresel zararlar.

Bu paradoksun ortadan kalkması gazın çıkarılması için çevre dostu bir yöntem bulunmasına bağlıdır. Bu olmadığı sürece ancak bazı bölgesel



riskler alınarak üretim yapılabilecektir.

Görüldüğü gibi ne ülke yönetimleri, ne de küresel enerji piyasası oyuncuları shale gazın peşini bırakmayacaklardır. Özellikle BUGÜN yazımının başlığı olan ABD AB'ye ne satacak sorusuna shale gaz (kaya gazından elde edilmiş LNG) diyebiliriz.

2015 yılında AB Konseyi bünyesinde kurulan ECEEE (European Council for an Energy Efficient Economy), programına 2030 yılına kadar (üstü kapalı) Rusya'ya olan doğal gaz LNG Depolama terminalleriyle ABD ve KANADA gazını, AKDENİZ havzasında halihazırda var olan LNG terminallerinin kapasitelerini artırarak KATAR, MISIR, CEZAYİR, FAS, TUNUS, LİBYA ile gaz ticaret hacmini büyütürken Rusya ve Asya gazına olan bağımlılığı azaltma kararı almıştır.

Bu öngörü beklenenden erken gerçekleşince, KUZEY ATLANTİK gazını kullanmak için FSRU tesislerini bir an önce bitirmek için başta Almanya olmak üzere yarış başlamıştır.

(*) *Potential Geological Risks Associated with Shale Gas Production in Australia-www.acola.org.au*

(**) *CHEMICALS USED IN HYDRAULIC FRACTURING--HOUSE OF REPRESENTATIVES COMMITTEE ON ENERGY AND COMMERCE APRIL 2011,*