

# Petrol Fiyatlarının Düşüşünde Shale (Şeyl) Gazın Etkisi, Geleceği ve Türkiye'nin Shale Gaz Potansiyeli

## The Effect of Shale Gas on the Decrease of Oil Prices, Turkey's Shale Gas Potential and Future

Assoc. Prof. Dr. Kamil Uslu (Kavram MYO, Turkey)

### Abstract

In recent years, oil prices have followed a calm course, with a barrel of \$ 50 or less watching. This growth in the developed countries has affected the positive direction. Another important development is the significant improvement in the production techniques of "Rock Gas" (Shale Gas) in USA and rock gas production increased, thus creating a positive cost advantage in energy production. This positive development in the US economy appears to be an important influence on the increase of oil prices. According to estimates made in various countries in the world; It is like 7.299 Trillion Cubic Feet. Most of this reserve is in China. In the coming years, China energy will be able to show itself among the advantaged countries. The US invests in shale gas production technology in partnership with various countries. Turkey Shale has an important potential as a gas reservoir. Especially Southeastern Anatolia Region and Trakya region stand out. Turkey will be able to meet its energy needs and contribute to its economic and social development.

### 1 Giriş

Dünya Petrol fiyatlarında son yıllarda sakin bir seyir takip ederek, bir varil 50 \$ ve altında seyretmektedir. Bu gelişmiş ülkelerdeki büyümenin olumlu yönde etkilemiştir. Diğer önemli bir gelişme ABD de "Şist Gazı" (Shale Gas) veya "kaya gazı" üretim tekniklerinde önemli gelişme ile şist (seyl) gazı üretimi artarak, enerji üretiminde olumlu bir maliyet avantajı oluşturmuştur. ABD' de ekonomisinde bu olumlu gelişme, petrol fiyatlarının artmasında önemli bir etki olarak ortaya çıkmaktadır. Şist gazı, şeyl formasyonu içinde sıkışan doğal gaz olup, hidrolik kırma ile parçalanmış yeraltı şeyl depolanmalarından türemiştir. Şeyl gazının çeşitli endüstrilerde artan popülaritesi, şeyl gazının bir enerji kaynağı olarak, faydaları konusunda giderek artan bir farkındalığı ortaya çıkmıştır.

Dünyada çeşitli ülkelerde yapılan tahminlere göre; 7.299 Trilyon Cubic Feet gibi seviyededir. Bu rezervin büyük bölümü Çin'dedir. Gelecek yıllarda Çin enerji de avantajlı ülkeler arasında kendisini gösterebilecektir. ABD geliştirdiği shale gaz üretim teknolojisi ile çeşitli ülkelerde ortaklıklar şeklinde yatırım yapmaktadır. ABD seyl gaz teknolojide tekel durumunda olduğu için, gaz rezerv potansiyeli olan ülkeleri kendisine bağımlı hale getirerek, seyl gaz fiyatlarının oluşumunu da kontrol edebilecektir.

Türkiye Shale gaz rezervi olarak önemli bir potansiyele sahip olduğu söylenebilir. Özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi ile Trakya Bölgesi öne çıkmaktadır. Türkiye'nin enerji ihtiyacını karşılayabilecek ve ekonomik ve sosyal gelişmesine katkıda bulunabilecektir. Gelecek için alternatif bir enerji kaynağı olan şeyl gaz, önemini artırabilecek potansiyele sahiptir.

### 2 Dünya Ekonomisinin Genel Görünümü ve Petrol ve Doğalgaz Maliyeti

Küresel ekonominin 2016 yılında yüzde 3,1 ile küresel finansal krizden bu yana en düşük oranda büyüyeceği tahmin edilmektedir. Ancak, görünüm üzerinde aşağı yönlü risklerin ağırlığı azalmaktadır. OECD 2017 ve 2018 yıllarındaki ekonomik gelişme hızlandığı öngörülmüştür. Buna göre; OECD ülkelerinde GSYİH büyümesi 2016 yılında % 1,7 iken, 2017 yılında % 2,0 seviyesinde gerçekleşebilecektir. Gelişmekte olan ülke ekonomilerin 2017 yılında % 6,7 ve 2018 yılında % 6,3 olarak gerçekleşebileceği ve büyümeye devam edeceği tahmin edilmektedir. Ayrıca, nüfusu yoğun olan, Asya ülkelerinden Hindistan'ın 2017 yılında % 7,0 oranında büyümesi ile devam eden yapısal reformların desteklenerek 2018 yılında % 7,5 büyümesi beklenilmektedir. Rusya ve Brezilya, ekonomik toparlanma çalışmalarını sürdürmektedirler. Bu ülkelerden Rusya, 2017 yılında % 1,2 ve 2018 yılında da % 0,5 oranında büyümesi hedeflenmektedir. Brezilya, 2017 yılında % 1,4 ve 2018 yılında % 1,5 büyümeleri bekleniyor. Bu durum aşağıdaki Tablo:1 de görülmektedir. Ayrıca, Küresel ticaretteki yavaşlama toparlanmanın önünde bir risk oluşturmaktadır. Küresel kriz öncesindeki son 50 yıllık dönemde yüzde 6,8 büyüyen küresel ticaret kriz sonrası dönemde zayıf yatırımlar ve artan korumacı politikalar ile yarı yarıya yavaşlamıştır (M.B. Yıllık Ekonomik Rapor 2016,s.5).

Küresel olarak, 2017'de sürmekte olan büyüme ivmesi ve beklenen devamı ile şu an beklenen küresel büyüme seviyeleri için yukarı yönlü bir miktar eğilim göstermektedir. Küresel siyasi gelişmeler ve önümüzdeki dönemde para politikası kararları, Merkez Bankalarının parasal teşvik tedbirlerini azaltmaya daha istekli oldukları bir dönemde girilmektedir. Bunun sonucu az dalgalanan hisse senedi ve tahvil piyasalarında görülebilecektir. Ayrıca,

bazı kilit ekonomilerde, borç seviyeleri yüksek kalabilir. Özellikle para piyasaları ABD'de faiz oranlarının kademeli olarak artmasına dikkat edilmeli. Son olarak, emtia fiyatlarında, özellikle de petrol fiyatlarında süregelen istikrar, küresel ekonomik büyümenin sürmekte olan iyileştirmeler için gerekli görülmektedir.

	Dünya	OECD	ABD	Japon	EURO Bölgesi	İNG.	ÇİN	Hin- distan	Bre- zilya	Rusya
2017	3.4	2.0	2.1	1.4	2.0	1.5	6.7	7.0	0.5	1.2
Bir önceki aya göre değişim	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
2018	3.4	2.0	2.2	1.1	1.8	1.4	6.3	7.5	1.5	1.4
Bir önceki aya göre değişim	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0

Note: \* 2017 and 2018 = Forecast.

**Tablo 1. Ekonomik Büyüme Oranının Revizyonu, 2017-2020 (%)**

**Kaynak:** [http://www.opec.org/opec\\_web/static\\_files\\_project/media/downloads/publications/OPEC%20MOMR%20August%202017.pdf](http://www.opec.org/opec_web/static_files_project/media/downloads/publications/OPEC%20MOMR%20August%202017.pdf) (19.08.2017)

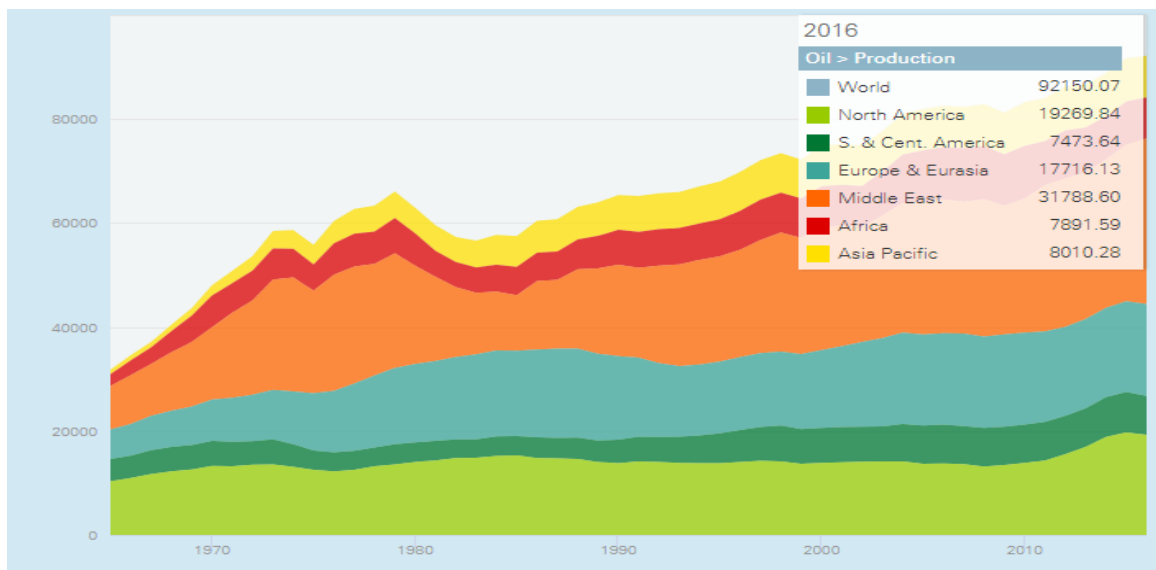
## 2.1 Petrol Üretim Maliyeti

Dünya petrol üretimi, 2016'da sadece 0,4 milyon b / d büyüdü; 2013'ten beri en yavaş büyüme olmuştur Petrol üretiminde; Orta Doğu'da: İran (+700.000 b / gün), Irak (+400.000 b / d) ve Suudi Arabistan (+400.000 b/d) ile 1,7 milyon b / d yükseldi. Ancak, bu Kuzey'deki düşüşlerle (Norveç, İngiltere) büyük ölçüde telafi edildi. Orta Doğu dışındaki üretim 1.3 milyon b/d düştü ve ABD'de (-400.000 b/d), Çin'de (-310.000 b/d), Nijerya(-280,000 b/d). Görüldüğü gibi, İran, Irak ve Sudi Arabistan'da yükselirken, değerlerinde düşmüştür. 2016 yılı ham petrol üretimi aşağıda Tablo 2 de görülmektedir (<http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/oil/oil-production.html> (09.09.2017)). Bu üretimin %35' Ortadoğu'dan elde edilmektedir.

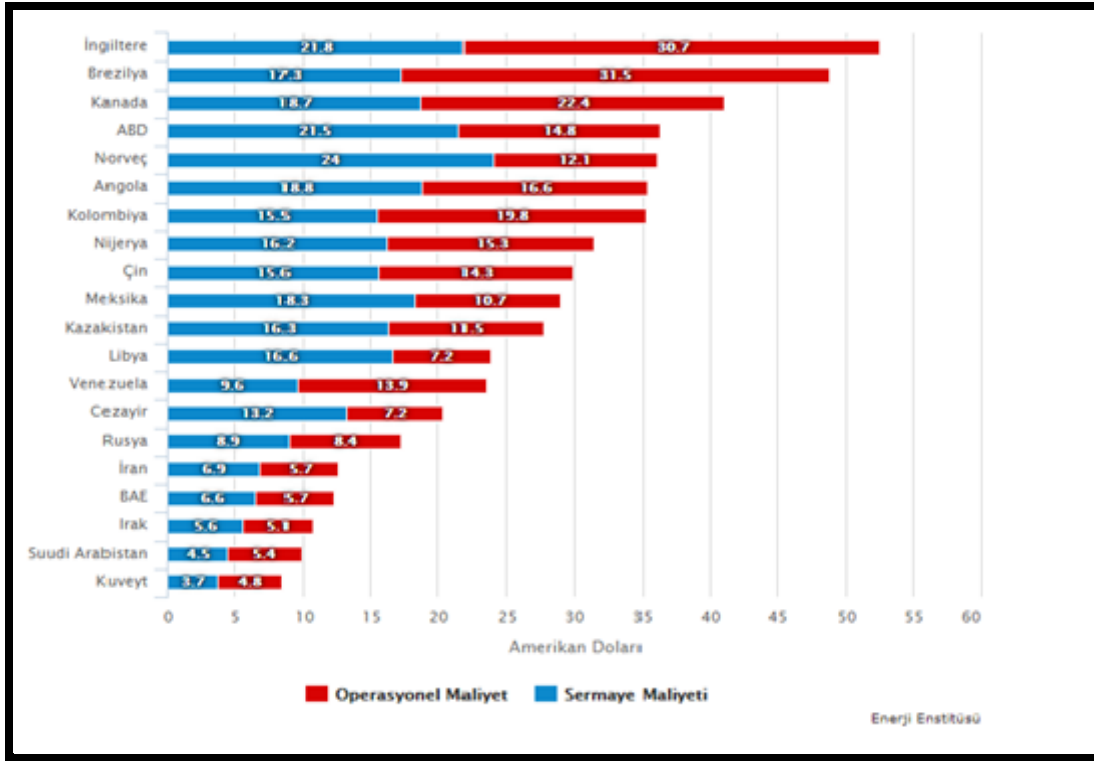
Petrol için dünyadaki esas çatışma, petrol arzının yetersiz, talebinin fazla olmasının yanında petrol üretim maliyetlerinden de kaynaklanmaktadır. Özellikle Ortadoğu'da petrol üreten ülkeler, diğer petrol üreten ülkelere göre, büyük maliyet avantajına sahiptir. Bir varil petrolün operasyon maliyeti ve sermaye maliyeti hesaplanmıştır. Tablo 3'te görüleceği gibi Kuveyt'te operasyon ve sermaye maliyeti en düşük, toplam maliyet 8.5 dolardır. Bu durum Suudi Arabistan için 10 \$, İran için 10.7 \$ iken ABD'de bir varil petrol için sermaye maliyeti 21.5 \$ ve operasyon maliyeti 14.8 \$ dir. Toplam maliyet 36.3 \$ dir. Bu durum İngiltere için operasyon maliyeti en yüksek olmakla birlikte toplam maliyeti 52.5 \$ dir. Diğer Ortadoğu ülkelerine göre büyük bir dezavantaja sahiptir.

Körfez Bölgesinde Katar petrol maliyeti yönünden Suudi Arabistan'a benzer bir nitelik arz eder. Katar'ın gayrisafi yurtiçi hasılası 2016 yılında 152,5 milyar dolardır. Katar'ın elde ettiği bu gelirin çoğu doğalgaz ve petrol ihracatından kaynaklanmaktadır. Kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla 2016 da 59.114 dolardır. Böylelikle satınalma gücü yüksek olan Katar, elde ettiği gelirlerle bazı bölge ülkeleri ve AB tarafından tehdit edilmektedir. Bunun en büyük nedeni nüfusuna göre elde ettiği petrol ve doğalgaz gelirlerinin yüksek olması ile bu gelirlerin nasıl eriteleceğidir.

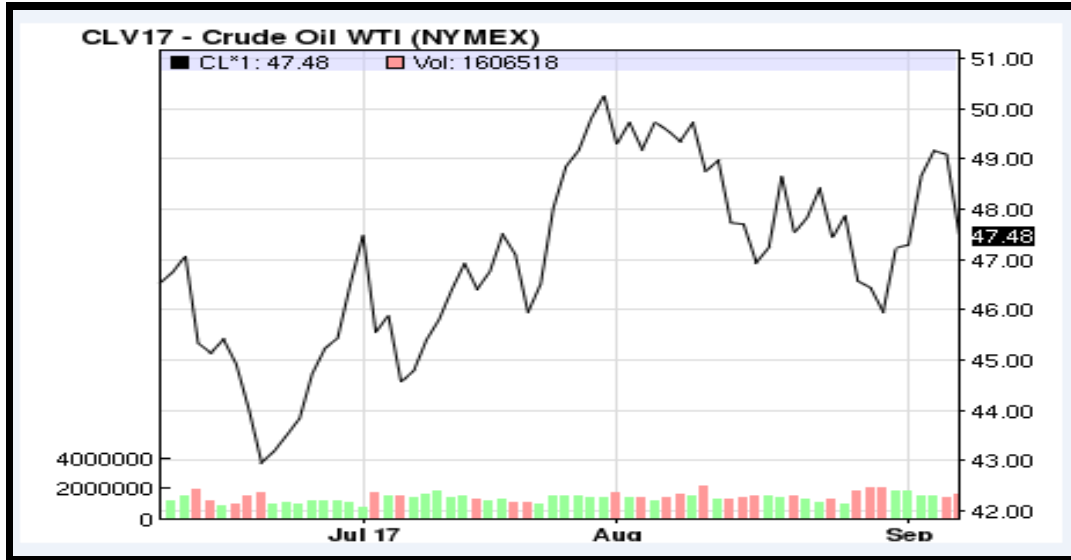
(<https://www.google.com.tr/search?q=qatar+gdp&oq=qatar+gdp+&aqs=chrome..69i57.7037j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8> (09.09.2017))



**Tablo 2. 2016 Dünya Petrol Üretimi Kaynak:** <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/oil/oil-production.html> (09.09.2017)

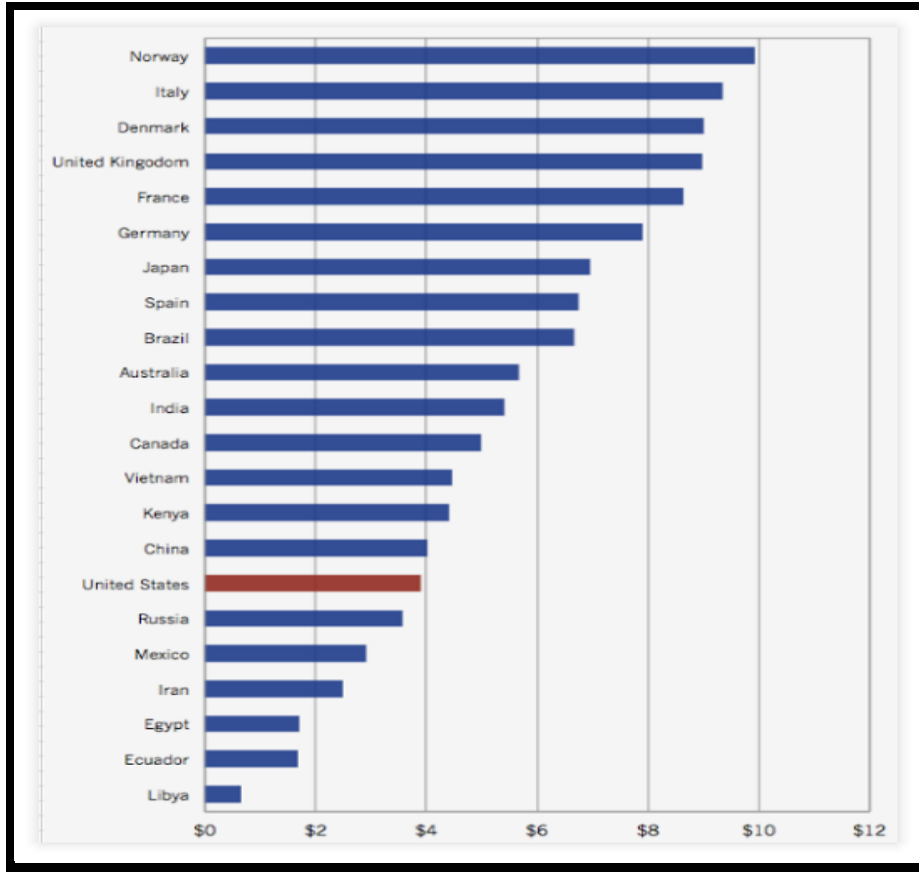


**Tablo 3. Ülkelere Göre Petrol Üretim Maliyeti** *Kaynak:* <http://enerjiinstitusu.com/2016/04/13/ulkelere-gore-petrol-uretim-maliyetleri-2016/> (15.08.2017)



**Tablo 4. Günlük Ham Petrol Fiyatları** *Kaynak:* <http://www.nasdaq.com/markets/crude-oil.aspx> (09.09.2017)

Son yıllarda ham petrol fiyatları genellikle, varil başına 50 Doların altında seyretmektedir. Son aylarda ABD, Teksas Ham petrol fiyatı 47 \$ civarındadır. Dünya ham petrol fiyatlarının düşmesinin en büyük nedeni petrolün enerji olarak kullanılmasından çok, türev olarak kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Özellikle ABD’de Shale (Şeyl) gazı üretimi artarak enerji üretiminde kullanılmaktadır. Gün geçtikçe ABD gaz üretimini arttırmaya devam etmektedir.



**Tablo 5. Çeşitli Ülkelerde Galon Başı Gaz Maliyeti (1 Galon=3.78 kg) Kaynak:**

<http://theinformationdiet.blogspot.com.tr/2012/08/cost-of-gallon-of-gas-per-country.html> (09.09.2017)

## 2.2 Gaz Üretim Maliyeti

Gaz üretim maliyetlerinin yukarıdaki Tablo 5'e göre en çok Norveç'te 10 dolar olarak görülürken ABD'de gaz üretim maliyeti yaklaşık 4 dolardır. En düşük maliyet ise Libya'da 2 dolar olarak görülmektedir.

## 2.3 Enerji Talebi

Ülkelerin enerji talebindeki değişimler, kısa dönemde; tercih ettiği enerji türüne, enerji fiyatına ve iklime göre değişiklik göstermektedir. Uzun dönemli değişimler ise; ülkelerin enerji ile ilgili sorunların çözüm sürecine bazı durumlar gözetilir. Bunlar; artan gelir ve nüfusun enerji ihtiyacının artması, enerji piyasasının dinamiklerinin gelişmekte olan ülkelere bağlı olarak değişim göstermesidir. Dünyanın enerji ihtiyacının çoğunun fosil yakıtlardan karşılanması ve fosil yakıt kaynak rezervlerinin sınırlı olması, dünyanın yoksul bölgelerinin enerjiye ulaşımında hala olumsuzluklar yaşanmaktadır. Bunlar, enerji talebine ilişkin tüm senaryolarda ortak olan temel enerji eğilimlerine de bağlıdır.

	2014	Yeni Politikalar Senaryosu		Mevcut Politikalar Senaryosu		450 Senaryo	
		2025	2040	2025	2040	2025	2040
Kömür	3.926	3.955	4.140	4.361	5.327	3.175	2.000
Petrol	4.266	4.577	4.775	4.751	5.402	4.169	3.326
Doğal Gaz	2.893	3.390	4.313	3.508	4.718	3.292	3.301
Nükleer	662	888	1.181	865	1.032	960	1.590
Hidro	335	420	536	414	515	429	593
Biyoenerji *	1.421	1.633	1.883	1.619	1.834	1.733	2.310
Diğer Yenilenebilir	181	478	1.037	420	809	596	1.759
<b>Toplam</b>	<b>13.684</b>	<b>15.340</b>	<b>17.866</b>	<b>15.937</b>	<b>19.636</b>	<b>14.355</b>	<b>14.878</b>
<b>TBET içindeki fosil yakıt payı (%)</b>	<b>81</b>	<b>78</b>	<b>74</b>	<b>79</b>	<b>79</b>	<b>74</b>	<b>58</b>
<b>CO<sub>2</sub> Emisyonları (Gt)</b>	<b>32,2</b>	<b>33,6</b>	<b>36,3</b>	<b>36,0</b>	<b>43,7</b>	<b>28,9</b>	<b>18,4</b>

\* Geleneksel ve modern biyokütle kullanımlarını içerir.

TBET: Toplam birincil enerji talebi

Kaynak: Uluslararası Enerji Ajansı, World Energy Outlook (WEO) 2016

**Tablo 6. Dünya Birincil Enerji Talebi (milyon ton petrol eşdeğeri – mtpce)**

### 3 Shale (Şeyl) Gaz Tanımı ve Tarihi

Şist gazı, şeyl formasyonu içinde sıkışan doğal gaz olup, hidrolik kırma ile parçalanmış yeraltı şeyl depolanmalarından türemiştir. Şeyl gazının çeşitli endüstrilerde artan popüleritesi, şeyl gazının bir enerji kaynağı olarak, faydaları konusunda giderek artan bir farkındalığı ortaya çıkmıştır. Şeyl gazı, kömüre kıyasla daha az karbon içeriği üretir. Bu nedenle, enerji kaynağı olarak kömür ve ham petrole bağlı olan birçok ülke için daha temiz bir enerji seçeneği olarak tercih edebilir. Şeyl gazının rekabetçi piyasada pazarının büyümesini destekleyen fiyat temel faktördür. Ancak şeyl gazı şu anda sadece ABD, Kanada ve Çin'de üretilmektedir. Şist gazının çıkarılmasında hidrolik kırma yöntemi su kıtlığı yaratabilir; Dolayısıyla, Arjantin ve Fransa gibi bazı ülkelerin hükümetleri, ülkenin bazı bölgelerinde hidrolik kırma sürecini yasaklamışlardır.

#### 3.1 Shale Gaz Tanımı

Şeyl (Shale) gazı, şeyl kaya tabakasından çıkarılan alışılmamış doğal gaz olarak bilinir. Son birkaç on yıl içinde en umut verici enerji kaynaklarından biri olarak ortaya çıkmıştır. Dünyanın dört bir yanındaki büyük şeyl gazı rezervlerinin bulunmasıyla birlikte, ABD'de bir "şeyl devrimi" başlamıştır (Jiyao Gao, Chang He and Fengqi, You Shale Gas Process and Supply Chain Optimization, Advances in Energy Systems Engineering, Switzerland,2017,s.21). Stratejik MRC'ye göre, küresel Shale Gas Market 2015 yılında 68,5 milyar dolar olarak hesaplanmıştır. 2022 yılında 132,4 milyar dolara ulaşması için % 9,8'lik bir CAGR'de büyümesi bekleniyor. Teknolojik ilerlemelerle birlikte devam eden araştırma-geliştirme ve şeytan talebinin artması gibi faktörler Gazın değişik sektörlerde bulunması, tüm dünyadaki önemli miktarda şeyl rezervinin piyasa büyümesini olumlu şekilde etkilemektedir. Bununla birlikte, üretimde yüksek maliyet ve şeyl gazı üretimi sırasında metan emisyonlarıyla ilgili endişeler pazarın büyümesini sınırlar. Şeyl, önemli miktarda kömürün enerji kaynağı olarak yerini alabileceği gibi, Çin, Polonya, Arjantin ve Cezayir gibi ülkelerdeki şeyl rezervlerinin önemli bir kısmı şirketlerin şist gaz pazarına girme fırsatı sağlayacaktır.

Yatay sondaj ve hidrolik kırma, şeyl gazı dünya çapında yaygın olarak kullanılmaktadır. Şeyl gaz üretimi sonucunda konutlarda da uygulanabilmesi için büyüme göstermesi beklenmektedir. Kuzey Amerika küresel şeyl gazı üretimini yönlendirmektedir. Aynı zamanda ABD'li küresel firmalar, şeyl gaz pazarı için en yüksek geliri elde etmektedirler. Şeyl gaz arzı için Asya, Pasifik, Avrupa, Çin, Cezayir ve Endonezya gibi ülkelerde kullanılmayan rezervler büyük potansiyele sahiptirler.

Küresel Shale Gas piyasasındaki kilit oyuncuların bazıları; Maran Gas Maritime Inc, Anadarko Petroleum Corporation, Antero Resources, BHP Billiton Limited, Cabot Oil & Gas, Chesapeake Energy Corporation, Devon Energy, Encana Corporation, Exxon Mobil Corporation, PetroChina, Reliance Industries Limited, Royal Dutch Shell, Sinopec, SM Enerji, Statoil, Talisman Energy Inc, Toplam SA, Baker Hughes A.Ş., ConcoPhillips Co, FTS International, Inc, Birleşik Petrol Sahası Hizmetleri A.Ş., CONSOL Enerji, BNK Petrol Ürünleri Inc ve Schlumberger Limited.

#### 3.2 Shale (Şeyl) Gazın Özellikleri

**Doğal gaz terimi** genel olarak Petrol (petrol, petrol içeren) jeolojik oluşumlardır. Doğal gaz genellikle yüksek oranlarda metan, (tek karbonlu bir hidrokarbon bileşiği, (CH<sub>4</sub>) ve daha yüksek molekül ağırlığı genelde kadar olan yüksek parafinler (C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>) küçük miktarlarda altı karbon atomu da mevcuttur.. Doğal gazın hidrokarbon bileşikleri yanıcıdır. Karbon dioksit, azot ve helyum gibi yanıcı olmayan hidrokarbon içermeyen bileşenler, çoğunlukla azınlıkta bulunur ve kirletici maddeler olarak kabul edilir (James G. Speight, **Shale Gas Production Processes**, Boston, New York, London, ..., 2013, s.1). **Pentan ve benzen ve toluen dahil yüksek moleküler ağırlıklı hidrokarbonlar.**

İsim	Formülü	Hacim %
Metan	CH <sub>4</sub>	>85
Etan	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	3-8
Propan	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1-5
Butan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1-2
Pentane <sup>+</sup>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	1-5
Karbon dioksit	CO <sub>2</sub>	1-2
Hidrojen sülfid	H <sub>2</sub> S	1-2
Nitrojen	N <sub>2</sub>	1-5
Helyum	H <sub>2</sub>	<0.5

**Tablo 7. Doğalgazın Bileşenleri Pentane<sup>+</sup> : Pentan ve Benzen ve Toluene Dahil Yüksek Moleküler Ağırlıklı Hidrokarbonlar. Kaynak: James G. Speight, a.g.e., s.2**

Şeyl (Shale) oluşumları ve silttaş oluşumları, Dünya'nın kabuğunda kayalarda en çok sedimanterler şeklinde bulunur. Petrol jeolojisinde, organik şeyl oluşumları, kaynak kayaları ve petrolü ve gazları yakalayan sızdırmayan kayaçlardır. Rezervuar mühendisliğinde, şeyl oluşumları akışı engeller. Sondajda, sıklıkla rezervuar kumlarına kıyasla daha büyük şeyl hacimleri ile karşılaşırlar. Sismik araştırmalarda, şeyt oluşumları genellikle diğer kayalarla

etkileşime girer ve sismik reflektörleri oluştururlar. Geleneksel gaz rezervuarlarında, petrol ve gaz oldukça hareketlidir ve geçirgen bir kaya üzerine sıkışana kadar yüzdürme özelliği (bunlar aynı formasyondaki sudan daha hafif olmasından dolayısıyla yükselir) nedeniyle geçirgen formasyon boyunca kolayca hareket ederler (James G. Speight, a.g.e., s.7). Şist gazı, genellikle şist oluşumlarından üretilen doğal gazdır. Hem rezervuar hem de doğal gaz için kaynak kayaları olarak işlev görür. Kimyasal makyaj açısından, şeyl gazı genellikle kuru bir gazdır. Başta metan (% 60 -% 95 v / v), ancak bazı oluşumlar da yağ gaz da oluşabilir.

#### **Doğal Gaz Çevrim Tablosu**

1 cubic foot (cf) = 1000 Btu
1 Ccf = 100 cubic feet = 1 therm = 100,000 Btu
1 Mcf = 1000 cubic feet = 1 MM Btu
1 MMc = 1 million cubic feet = 10,000 MM Btu
1 Bcf = 1 billion cubic feet = 1x10 <sup>9</sup> ft <sup>3</sup> = 1 million MM Btu
1 Tcf = 1 trillion cubic feet = 1x10 <sup>12</sup> ft <sup>3</sup>

### **3.3 Shale (Şeyl) Gazın Tarihi**

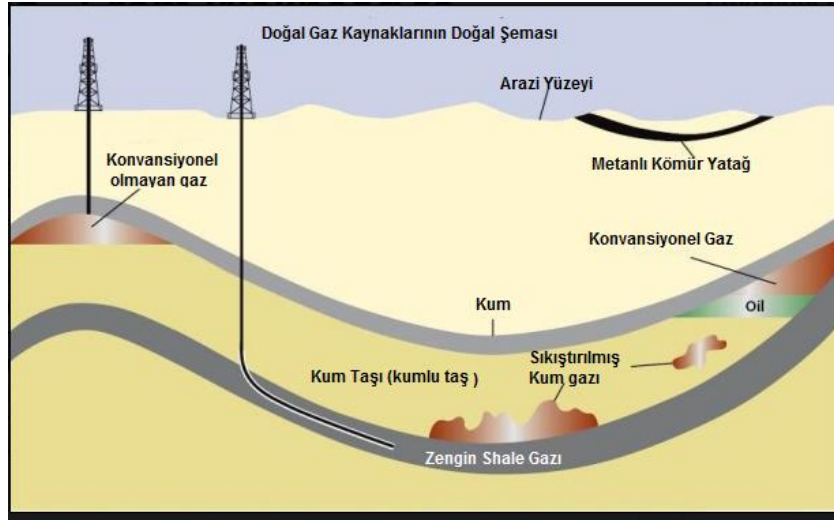
Şeyl gazı tarihi ABD'de ilk defa 1850 yılı ve sonrasına rastlar. New York'u avukat alan, George Bissell "kayayağı" adıyla bilinen bir maddenin bulunduğunu ve öneminin artacağını söylemişti ve gelecekteki hayalini kurmaktadır. Kayayağı denmesinin nedeni, söz konusu maddenin bitkisel yağlardan ayırt edici özelliğe sahip olmasıdır. Daha sonraları, Albay adıyla bilinen, Edwin L. Drake, Pensilvanya Townsend'de ilk kayayağı keşfini yapmıştır. 1866 – 1876 kurulan petrol endüstrisi de olumsuzluklar yaşamıştır (Daniyel Yergin, 1991, s.17-25).

Jeologlar, büyük miktarlarda doğal gazın, bazı şeyl formasyonlarında, çamur, kil ve organik madde birikintilerinden oluşan sedimenter bir kaya içerisinde sıkışmıştır. Zamanla, organik madde parçalanır, metan molekülleri olarak da bilinir. Doğal gaz olarak. Bu doğal gazın bir kısmı milyonlarca yılda diğer oluşumlara göç ederken, çoğu şehale kaya kaynağında kalmaktadır. ABD'deki şist oluşumları, ticari doğal gaz üretiminin en erken yıllarından beri, küçük fakat sürekli hacimlerde doğal gaz üretmek üzere geliştirmiştir. ABD'de ilk üreten shale (şeyl) gaz kuyusu, 1821'de Fredonia, New York'un Devonian kasabası yakınlarında yapıldı (Modern Shale Gas Development in the United States: An Update, April 2009 s.19, <https://www.netl.doe.gov/File%20Library/Research/Oil-Gas/shale-gas-primer-update-2013.pdf> (19.08.2017)).

Shale(Şeyl)'nin ilk alan ölçekli gelişimi 1920'lerde Kentucky'deki Ohio Shale's Big Sandy Field'ıydı. 1930'lara gelindiğinde, Michigan'daki Antrim Shale'den gelen gaz, ılımlı bir gelişme yaşıyordu. Ancak, Antrim'in gelişimi 1980'li yıllara kadarda hızla genişlemeye başladı (şu anda toplamda yaklaşık 9,000 kuyuya ulaşmıştır). Bununla birlikte, şeyl formasyonlarından gaz üretmeye yönelik bu erken çabaların çoğunluğu, geleneksel rezervuar kayalarına uygulanan sondajlardı. 1980'lerde Mitchell Energy, Fort Worth, Teksas çevresindeki Barnett Shale'i geliştirme girişimleri başlatmıştır. 1990'ların ortalarında Mitchell, Barnett'teki hidrolik kırma teknikleriyle ve daha sınırlı derecede yatay sondaj konusunda deney yapılmıştır. 1997'de Mitchell mühendislerinden Barnett, daha düşük maliyetli, düşük viskoziteli "basınçlı su" ile kırma uygulanabileceğini öğrendi ve iyi sonuçlar almıştır. Tekniklerdeki gelişmeler sayesinde, 2000'li yıllarda Barnett gaz çıkarımında bu sayede hızlanmıştır (Modern Shale Gas Development in the United States: An Update, September, 2013, s.19).

Jeolojik Şeyl gazı, genellikle doğal gaz için rezervuar ve kaynak olarak işlev gören şeyl formasyonlarından üretilen bir doğal gazdır. Şeyl gazı, kimyasal yapısına bakılırsa, tipik olarak metan (% 90 veya daha fazla metan) içeren kuru bir gaz olmasına rağmen, bazı oluşumlarda ıslak gaz olarak da üretilir. Antrim ve New Albany oluşumları tipik olarak su ve gaz üretimi yapıldı (Modern Shale Gas Development in the United States: An Update, April 2009 s.14, <https://www.netl.doe.gov/File%20Library/Research/Oil-Gas/shale-gas-primer-update-2013.pdf> (19.08.2017)). Gaz, organik açıdan zengin şeyl oluşumları olup, daha önce yalnızca geleneksel kaya gazı gelişiminin stratigrafik olarak ilişkili, kumtaşı ve karbonat rezervuarlarında biriken gaz için kaynak kayalar ile geçelerde olduğu düşünülmüştür. Şeyl ağırlıklı olarak, konsolide kil boyutunu oluşan bir tortul kaya parçacıklarıdır. Bu çok ince taneli tortulların çökmesi sırasında, bitki ve hayvan kaynaklı organik artıklar şeklinde organik madde birikimi de olabilir (Modern Shale Gas Development in the United States: An Update, April 2009 s.14).

#### 4 Shale (Şeyl) Gazın Üretim Yöntemi



**Şekil 1. Doğalgaz veya Kaya (Shale) Gazının Görünümü Kaynak:**

<http://petrolyte.blogspot.com.tr/2012/01/natural-gas-from-wellhead-to-burner-tip.html> (18.08.2017)

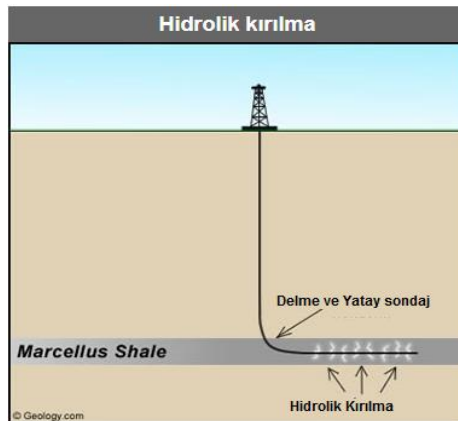
Doğalgaz, yerden çıkarılması ve kullanılacak son varış yerine kadar karmaşık bir işlemdir. Doğalgaz endüstrisinin ürünlerini yerden çıkartılmaları, evlerde ve endüstride kullanılan doğal gazla dönüştürmelerini sağlayan süreçlere genel bir bakışı sunar. **Şiyl gazı** önemli miktarda doğal gaz birikimi içeren ve benzer jeolojik ve coğrafi özelliklere sahip olan **şeyl** formasyonları olan "**şeytaşlarda**" bulunur. ABD'de Texas'taki Barnett Shale'de on yıl süren bir üretim gerçekleştirildi. Barnett Shale'in geliştirilmesiyle elde edilen tecrübe ve bilgiler, şist gazının ülke çapında etkinliğini artırmıştır.

##### 4.1 Yatay Sondaj

Shale (Şeyl) da doğal bir gazdır. Şeyl gazı genellikle yerin 7000 metre derinliklerde gaz, sisit taşı ("**şeyltaşlarda**") kayalarında bulunur. Geliştirilen yeni teknik ve teknolojilerle birlikte sondaj yapılmaktadır. Teknik olarak şeyl gazının çıkarılması sırasında, yatay sondajla açılan kuyudan şist (Şeyl) gazı üretmek için iki büyük sondaj tekniği kullanılır. Yatay Sondaj, üretim formunun derinliklerinde sıkışan gaza daha fazla erişim sağlamak için kullanılır. İlk olarak, hedeflenen kaya oluşumuna dikey kuyu açılır. Arzulanan derinlikte, matkap ucu, hazneyi yatay olarak uzayan bir kuyu oluşturacak şekilde döndürülerek, kuyuyu, üreten şeyllerin daha fazlasını ortaya çıkarır.

##### 4.2 Hidrolik Kırılma

Hidrolik kırılma, (genelde "fracking" veya "hydrofracking" veya "hydrofrac zone" olarak adlandırılır), kayada çatlaklar (kırıklar) açılarak ve şeytaş oluşumlarında sıkışan hidrokarbonların kilidini açmak için suyun, kimyasalların ve kumun (sandstone) kuyunun içine pompalanır. Pompalanan su ve kimyasallar, doğal gazın Şeyl'dan kuyuya akmak için yatay delme yapılır. Bu delme, hidrolik basınç ve hepsi birlikte kullanıldığında, hidrolik kırma oluşur. Sonra kuyuya kum basınçla aktarılır. Hidrolik kırılma ile çatlayan sist kayalardan gaz akışı sağlanır. Kum, hidrolik basınçla çatlayan kayaların arasına girerek gazın sürekli akışı sağlanır. Hidrolik kırılma ile üretilen gaz şist gazıdır. Elde edilen gaz, makul maliyetle atması sağlanır. Bu teknikler olmasa doğal gaz kuyuya hızla akmaz ve **şeyltaşlardan** ticari miktarlarda üretilemez.

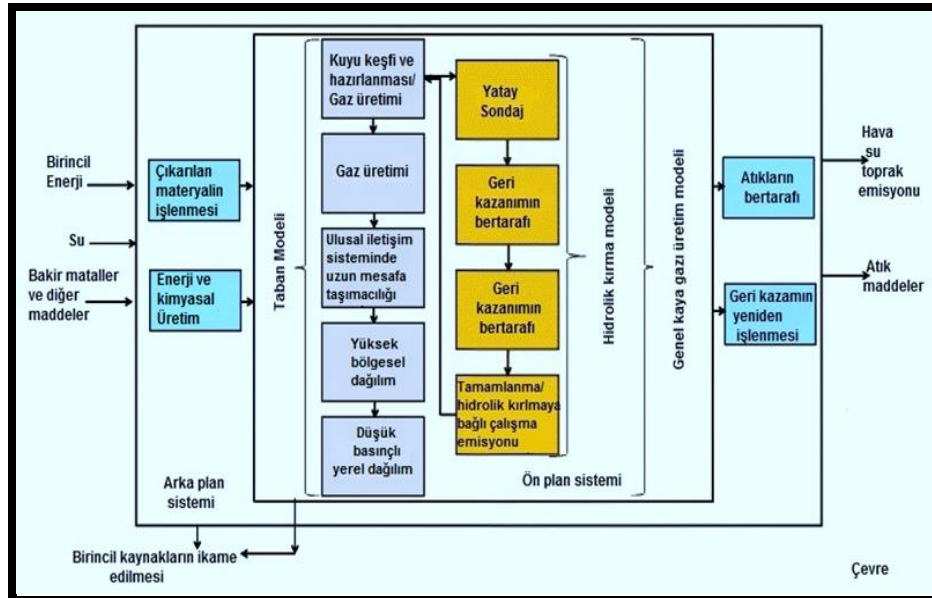


**Şekil 2. Hidrolik Kırılma Kaynak:** <http://geology.com/energy/shale-gas/> (18.08.2017)

Gaz rezervuarları konvansiyonel veya alışılmamış olarak şu şekilde sınıflandırılır: (Modern Shale Gas Development in the United States: An Update, April 2009 s.15).

- **Geleneksel Hazneler** – Geleneksel (Konvansiyonel) gaz rezervuarlarındaki kuyular, kuyu deliğine akışı sağlayan birbirine bağlı gözenek alanlarındaki gaz içeren kum ve karbonatlardan (kireç taşları ve dolomitler) üretilirler. Bir sünger gibi, gözeneklerdeki gaz geçirgen hale getiren daha küçük gözenekler yoluyla bir gözenekten diğerine geçebilir ve rezervuardan akar. Geleneksel doğal gaz rezervuarlarında, kumtaşı, gazın çoğunlukla organik açıdan zengin daha gözenekli ve geçirgen şeyllerden haznelere akar.
- **Geleneksel Olmayan Hazneler** - Sıra dışı rezervuarlardaki kuyular, sık kumlar, kömürleşmeler, kömür ve şeyl gibi düşük geçirgenlik (sıkı) oluşumlardan kaynaklanmaktadır. Alışılmamış (Geleneksel olmayan) gaz rezervuarlarında, gaz genellikle rezervuar kaya kaynağından kaynaklanmaktadır (sıkı kumtaşı gaz ve kömürleşmenin istisnası vardır). Bundan dolayı, kaya oluşumların geçirgenliğinin düşük olması nedeniyle rezervuarı ilave geçirgenliği oluşturmak için teşvik etmek genellikle gereklidir. Bir rezervuarın hidrolik kırılması gaz şeylleri için tercih edilen yönetim uygulamalarıdır. Geleneksel olmayan üç temel tip hazne arasındaki farklar:
  - ✓ **Sıkı Gaz** - Kuyular, bölgesel düşük gözenekli kumtaşlarından ve kömürleşmiş rezervuarları (haznelerde), doğal gaz, rezervuarın dışından tedarik edilir (şekillenebilir) ve zamanla (milyonlarca yıl) rezervuara göç eder. Bu kuyuların birçoğu yatay olarak delinmiş ve çoğu üretimi güçlendirmek için hidrolik olarak kırılmış veya çatlatılmıştır.
  - ✓ **Kömür Yataklı Doğalgaz (Coal Bed Natural Gas (CBNG))** – Doğal gaz, kömürün, yer altındaki termojenik değişim etkileri ile oluşur. Oluşan doğal gaz kuyularında birikirken, gazın yanı sıra su da sıklıkla rastlanır. Bazı yatay olarak delinmiş CBNG kuyularında hidrolik kırma ile görüşür. Bununla birlikte, bazı CBNG rezervuarları ayrıca yeraltı içme suyu kaynaklarıdır ve bu nedenle hidrolik kırma kısıtlamalar olabilmektedir. CBNG oyukları çoğunlukla sığdır çünkü kömür matrisi aşırı miktardaki kalınlık baskısı altında gözenekliliği muhafaza etme gücüne sahip değildir.
  - ✓ **Shale (Şeyl) Gazı** - Kuyular, aynı zamanda düşük geçirgenlikli şeyl formasyonlarından doğal gazın kaynağıdır. Doğal gaz hacimleri, şeyl içindeki yerel bir büyük gözenek sisteminde (kırık gözeneklilik) depolanabilir veya şeyllerin küçük gözenekleri içinde depolanabilir. Şeyl içerisindeki mineraller, organik madde içinde emilebilir. Kuyular dikey veya yatay olarak delinebilir ve üretimi teşvik etmek için çoğu hidrolik olarak kırılabilir. Şeyleli gaz kuyuları, derinlik, üretim hızı ve sondaj açısından diğer konvansiyonel (geleneksel) ve alışılmamış kuyulara benzer de olabilir.

Shale (Şeyl) gazının üretimi aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil 3. Shale (Şeyl) Gazın Üretim Aşamaları

### 4.3 Şeyl Gazı, Konvansiyonel Gaz

Geleneksel doğal gaz rezervuarları, organik açıdan zengin bir kaynak formasyondan geçirimsiz bir rezervuar kayacından, yeryüzüne doğru göç ettiğinde oluşturulur. Orada geçirimsiz kaya tabakası üzerine örtülür. Buna karşılık, şeyl gazı kaynakları, organik açıdan zengin şeyl kaynağı olan kaya içerisinde oluşur. Şeylin düşük

geçirgenliği, gazın daha geçirgen rezervuar kayalarına göç etmesini büyük ölçüde engeller. Yatay delme ve hidrolik kırılma olmaksızın, şeyl gaz üretimi ekonomik açıdan mümkün olmayacaktır.

## 5 Şeyl Gazın Geliştirilmesinde Çevresel Riskler

### 5.1 Çevresel Riskler

Son yıllarda Şeyl(Şeyl) gazı kaynaklarının hızla gelişmesi, ABD enerji pazarlarını - enerji fiyatlarını ve karbondioksit emisyonlarını düşürerek - dramatik biçimde etkiledi. Kömürün ve petrole bağımlılığı azaltmak için uygun düşük bir karbonlu enerji kaynağı sunulabilir. Ancak, Şeyl gazın gelişimi bir dizi yerel çevresel sorunla bağlantılı olup, bazı bölgelerde gaz üretiminin durdurulma tehdidinde olan toplumsal bir tepki oluşmaktadır. Özellikle, hidrolik çatlaklar çok tartışılmalara odaklanmıştır. Bunlar; şeyl gazının çıkarılmasında en önemli çevresel risklerin, hatalı kuyu yapımından kaynaklanan gaz göçüğü ve yer altı suları kirlenmesini içeren geleneksel kara gazı ile benzerlik göstermektedir, Püskürmeler, yer üstü sızıntılar, sondaj ve hidrolik kırılma sırasında kullanılan atık su ve kimyasalların dökülmesi şeklinde sıralanabilir (Mark Zobacka, Savaş Kitaseib, Bradford Copithorne, Şist Gazının Geliştirilmesinde Çevresel Risklerin Ele Alınması, <http://blogs.worldwatch.org/revolt/wp-content/uploads/2010/07/Environmental-Risks-Paper-July-2010-FOR-PRINT.pdf> (19.08.2017).

Şeyl gazının geliştirilmesiyle ilişkili yukarıda belirtilen riskleri en aza indirebilecek birçok yeni teknoloji uygulamaları, bazı şirketler tarafından geliştirilmektedir. Doğalgaz endüstrisi, şeyl gazı geliştirme ile ilişkili çevresel riskleri ve etkileri azaltabilmesi için yenilikçi teknoloji uygulamalarını geliştirmek için devlet kurumları, çevre örgütleri ve yerel topluluklarla birlikte çalışabilmelidir.

### 5.2 Şeyl Doğalgaz Çıkarımı

Jeologlar, büyük miktarlarda doğal gazın, bazı şeytan formasyonlarında, çamur, çamur, kil ve organik madde birikintilerinden oluşan sedimenter bir kaya içerisinde sıkışıklarının farkındadırlar. Zamanla, organik madde parçalanır, metan molekülleri olarak da bilinir. Doğal gazın bir kısmı milyonlarca yılda diğer oluşumlara göç ederken, çoğu şehale kaya kaynağında kalmaktadır. ABD'deki şist oluşumları, ticari doğal gaz üretiminin en erken yıllarından beri, küçük fakat sürekli hacimlerde doğalgaz üretmek üzere geliştirildi. ABD'de ilk üreten şhale (şeyl) gaz kuyusu, 1821'de Fredonia, New York'un Devonian kasabası yakınlarında yapıldı (Modern Shale Gas Development in the United States: An Update, April 2009 s.19, <https://www.netl.doe.gov/File%20Library/Research/Oil-Gas/shale-gas-primer-update-2013.pdf> (19.08.2017).

## 6 Küresel Şeyl Rezervleri ve Gaz Piyasası

### 6.1 Küresel Gaz Rezervleri

ABD Enerji Enformasyon İdaresi (USEIA), 41 ülkedeki teknik olarak geri kazanılabilir şeyl gaz kaynakları tahminlerini güncellemiştir. Seyl gaz bir doğalgazdır. Bu ülkelerdeki gazlar, mevcut teknoloji ile üretilebilecek durumdadırlar. Yukarıda belirtilen ülkelerin, zemin koşulları, jeoloji, sondaj işlemleri, üretilen gaz hacimleri veya piyasa fiyatlarıyla ilişkili maliyetlere şimdilik bağlı değildir.

2013 USEIA raporunda, 206 trilyon metre küp (tcm) seviyesinde şeyl gazı ile eşdeğer olarak, 7,200 trilyon kübik feet (tcf) 'nin teknik olarak toparlanabilir olduğu tahmin edilmektedir. Bu, 6.839 tf (194tcm) doğalgaz için mevcut küresel tahminlerden ve yıllık 124 tcf'lik (3.5tcm) ile yıllık küresel gaz üretiminin 58 katından daha büyüktür. (<https://www.ice.org.uk/knowledge-and-resources/briefing-sheet/shale-gas> (21.08.2017).

Sıra	Ülkeler	Şeyl Gaz (Shale Gas)	
		trillion cubic feet (tcf)	trillion cubic metres (tcm)
1	Çin	1,115	33
2	Arjantin	802	23
3	Cezayir	707	20
4	ABD	665	19
5	Kanada	573	16
6	Meksika	545	15
7	Avustralya	437	12
8	Güney Afrika	390	11
9	Rusya	285	8
10	Brezilya	245	7
26	İngiltere	26	0.7
	<b>Toplam Dünya</b>	<b>7,299</b>	<b>207</b>

**Tablo 8. Dünyadaki Çeşitli Ülkelerde Şeyl Gaz (Shale Gas) Rezervleri Kaynak:**  
<https://www.ice.org.uk/knowledge-and-resources/briefing-sheet/shale-gas> (21.08.2017)

Yukarıdaki Tablo 8'den de anlaşılacağı gibi, tcf olarak, en çok şeyl gaz 15.2 ile dünya rezervinin çoğuna sahiptir. Bunları sırasıyla; Arjantin: % 11.00, Cezayir: % 10.00, ABD: 10.00, Kanada:% 8.00, Meksika :%7.4, Avustralya: % 6.00, Güney Afrika : % 5.3, Rusya: %4.00, Brezilya :%3.3 ve İngiltere ise % 0.3.15 gibi en azına sahiptir. Dünya

enerji kaynaklarının sınırlı olması bu ülkelerde küresel enerji çatışmaları olabilecektir. Avrupa'ya yakınlığı bakımından, Avrupa'nın enerji ekonomik bölgesi olarak gördüğü Cezayir çatışma alanı içerisinde kalabilecektir. Amerika kıtasında Arjantin ve Meksika ABD tehdidi altında olacağı da gözden kaçmaması gerekir.

ABD'de şeyl gaz üretimini artmasıyla, doğalgaz patlamasına yol açmıştır. Bunun nedeni, yukarıda belirtildiği gibi şeyl gaz üretiminde kullanılan, dönüştürme teknikleri, kırılma ve yatay sondaj kullanarak, şeyl gaz üretimindeki artışlardır. ABD firmalarının elde ettiği teknoloji ve bilgi birikim tecrübesini, dış ülkelerde açılan yüzlerce şist kuyusuna taşımaktadır. Bu kuyulardan elde edilen şeyl gazı ve petrol ile dünya petrol ve ucuz doğal gazla giderebilmektedir. Bu da petrol ve doğal gaz maliyetlerinin düşmesi ile girdi maliyetlerini düşürürken, petrol ihraç eden ülkelerin aleyhine olabilecektir ([https://www.fool.com/investing/general/2013/11/22/is-shale-gas-about-to-transform-the-world.aspx\\_\(21.08.2017\)](https://www.fool.com/investing/general/2013/11/22/is-shale-gas-about-to-transform-the-world.aspx_(21.08.2017))). Gelişmiş ülkelerde özellikle ABD'de bu durum karşısında resesyona girebilir.

Büyük, uluslararası petrol ve gaz devlerinin oyuna girdiği yerlerden birisi de Çin'dir. Shell Çin'de doğal gaz ve petrol keşfetmek için Çin Ulusal Petrol ile çalışmaya başlamıştır. Çin'de dünyanın en büyük şeyl-gaz rezervlerine ve üçüncü en büyük şeyl-petrol rezervlerine sahiptir. Shell, sıvılaştırılmış doğal gaz alanındaki deneyimi ile Çin'de, uzun vadeli bir başarı için doğru hamle yapma eğilimine girebileceği görünüyor ([https://www.fool.com/investing/general/2013/11/22/is-shale-gas-about-to-transform-the-world.aspx\\_\(21.08.2017\)](https://www.fool.com/investing/general/2013/11/22/is-shale-gas-about-to-transform-the-world.aspx_(21.08.2017))).

## 6.2 Petrol (Şeyl) Rezervleri

Yağlı şeyl rezervleri, mevcut ekonomik koşullar ve teknolojik yönden, ekonomik olarak geri kazanılabilen petrol şeylleri kaynaklarını ifade eder. Yağlı şeyl yatakları, ekonomik açıdan geri alınamayan küçük alanlardan, potansiyel olarak geri kazanılabilir kaynaklara kadar uzanabilmektedir. Farklı petrol şeyllerinin kimyasal bileşimi ve bunların kerojen içeriği, ekstraksiyon teknolojileri önemli derecede değiştiği için, petrol şeyl rezervlerinin tanımlanması zordur. Şist yağının çıkarılmasının ekonomik fizibilitesi, klasik yağın fiyatına oldukça bağlıdır; Varil başına ham petrol fiyatı, şist yağının varil başına üretim fiyatından düşükse, ekonomik değildir. Doğalgazın normal (konvansiyonel) hazne kaynak kaya olarak bilinen ve şist olarak olgunlaşmış hidrokarbon gaz hareketi ile oluşturulabilir ([http://www.yomiuri.co.jp/adv/wol/dy/opinion/science\\_120625.html](http://www.yomiuri.co.jp/adv/wol/dy/opinion/science_120625.html) (18.08.2017)).

Yüksek ölçüde gözenekli ve geçirgen olan kaya birikimi olan, rezervuar içinde biriken doğal gazın basıncının yüksek olduğu, bu nedenle zaman delinmiş olan doğal gaz kuyusu kolayca patlar. Bunun bir sonucu olarak, üretilen doğal gaz, enerji (kalorifik değer) doğal gaz üretilmesi için 20 ila 100 kat daha fazla enerji girişi ulaşır (Masanori Kurihara Enerji Kaynaklı Doğalgazın Önemli Bir Değişimi, [http://www.yomiuri.co.jp/adv/wol/dy/opinion/science\\_120625.html](http://www.yomiuri.co.jp/adv/wol/dy/opinion/science_120625.html) (18.08.2017)). Kaya gazı (şeyl gazı), küçük taneli tortul kayaçların gözeneklerinde yer alan petrol veya doğalgazı tanımlıyor. Kaya gazı ile doğalgazın kökeni aynıdır, yalnızca üretim ve sondaj teknikleri birbirinden farklıdır. Dünya enerji şirketleri petrol ve doğalgaza alternatif olarak kaya gazı üretmeyi (<http://enerjienstitusu.com/2013/10/24/turkiyede-13-trilyon-metrekup-kaya-gazi-rezervi-var/> (04.09.2017)).

## 6.3 Küresel Shale Gaz Piyasası

Aşağıdaki Tablo 9'da görüleceği gibi Shale petrol üretiminde Rusya 75 Milyar varil (% 22) sahip iken, ABD 58 Milyar varil (%17), ikinci Çin 32 Milyar varil (%9.2) ise üçüncü sırada yer almaktadır. Shale gazda ise; rezerv

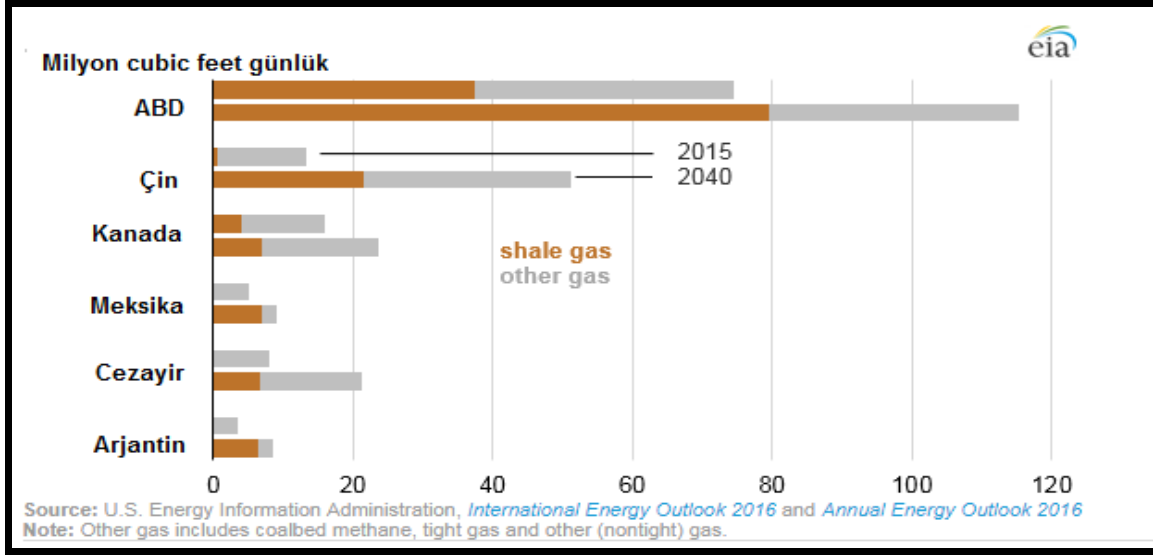
Sıra	Ülkeler	Shale oil (Milyar varil)	Sıra	Ülkeler	Shale gaz) (Trilyon cubic feet)
1	Rusya	75	1	Çin	1,115
2	ABD <sup>1</sup>	58 (48)	2	Arjantin	802
3	Çin	32	3	Cezayir	707
4	Arjantin	27	4	ABD <sup>1</sup>	665 (1,161)
5	Libya	26	5	Kanada	573
6	Australya	18	6	Meksika	545
7	Venezuela	13	7	Australya	437
8	Meksika	13	8	Güney Afrika	390
9	Pakistan	9	9	Rusya	285
10	Kanada	9	10	Brezilya	245
<b>Toplam Dünya</b>		<b>345 (335)</b>	<b>Toplam Dünya</b>		<b>7,299 (7,795)</b>

<sup>1</sup> EIA estimates used for ranking order. ARI estimates in parentheses.

<sup>1</sup> EIA estimates used for ranking order. ARI estimates in parentheses.

**Tablo 9. Teknik Olarak Geri Kazandırılabilir Şeyl Petrol (a) ve Shale Gaz (b) Kaynaklarına Sahip İlk 10 Ülke**  
Kaynak: <https://www.ice.org.uk/knowledge-and-resources/briefing-sheet/shale-gas> (21.08.2017)

bakımdan 1.115 Trilyon cubic feet (%15.2) ilk sırada yer alırken, ikinci sırada Arjantin 802 Trilyon cubic feet (%11), Cezayir 707 Trilyon cubic feet (% 10) ile üçüncü sırada görülmektedir. ABD ise 665 Trilyon cubic feet (%9.1) ile dördüncü sırada yer almaktadır. Tablo 9 da diğer ülkeleri karşılaştırmak mümkündür. Tablo 10'da 2040 yılına kadar seyl gaz üretimi görülmektedir. Rezervin yarısının değerlendirilmesi durumunda bile, dünyanın gaz ihtiyacının önemli bir bölümünü çok uzun yıllar karşılayacak bir potansiyel bulunduğu anlaşılmaktadır. Dünyanın hâlihazırdaki yıllık gaz tüketiminin 3,3 trilyon metreküp civarında olduğu gözönüne alınırsa, konvansiyonel olmayan gaz potansiyelinin büyüklüğü daha iyi anlaşılabilir. (Kubilay Kavak, Türk Akademisi Siyasi Sosyal Stratejik Araştırmalar Vakfı (TASAV), Kasım 2013,s.9)



**Tablo 10.** 2015 ve 2016 Yıllarında Çeşitli Ülkelerde Seyl Gaz ve Diğer Gazların Üretimi **Kaynak:**  
<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=27512> (09.09.2017)

## 7 Türkiye'nin Shale Gaz Rezervleri

Şeyl kaynaklarının piyasa üzerindeki etkilerini değerlendirirken, etkin odak noktası olan, teknik olarak geri kazanılabilir bir kaynaktan ve ekonomik olarak geri kazanılabilir bir kaynaktan ayırmak önemlidir. Teknik olarak geri kazanılabilir kaynaklar, petrol ve doğalgaz fiyatlarına ve üretim maliyetlerine bakılmaksızın, mevcut teknoloji ile üretilebilecek petrol ve doğalgaz hacimlerini temsil eder (*Türkiye'de Teknik olarak Geri Kazanılabilir Şist Yağı ve Şeyl'si Gaz Kaynakları*, 2015, s.3, [https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/Turkey\\_2013.pdf](https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/Turkey_2013.pdf) (09.09.2017).

Ekonomik olarak geri kazanılabilir kaynaklar, mevcut piyasa koşullarında kârlı şekilde üretilebilecek kaynaklardır. Petrol ve gaz kaynaklarının ekonomik olarak geri kazanılabilirliği üç faktöre bağlıdır. Bunlar: sondaj masrafları, ömrü boyunca iyi bir orandan üretilen petrol veya doğalgaz miktarı, petrol ve gaz üretimi için alınan fiyatlar gibi kuyularla tamamlamaktadır.

### 7.1 Türkiye'nin Seyl (Shale) Kaynak Değerlendirmesi

Türkiye'nin Shale (şeyl) kaynak değerlendirilmesi, Türkiye'nin güneyinde Güneydoğu Anadolu Havzası ve batıdaki Trakya Havzası, aşağıdaki harita XXVI-1'de görülen iki şeyl havzasını ele almaktadır. Bu iki havza, Türk milli petrol şirketi (TPAO) ve birçok uluslararası şirket tarafından aktif şeyl petrol ve doğalgaz arama çalışmalarına devam etmektedir. Türkiye ayrıca, Sivas ve Tuz Gölü havzalarında şeyl gazı kaynaklarına sahiptir.



**Harita 1.** Türkiye’de Büyük Shale Havzaları **Kaynak:** EIA, Technically Recoverable Shale Oil and Shale Gas Resources: Turkey,2015

Güneydoğu Anadolu Havzasındaki Dadaş Şeylesi ve Trakya Havzasındaki Hamitabat Şeylinin, risk altındaki, şeyl gazların 163 Tcf’sini içermektedir. Teknik Yönden geri kazanılabilir şeyl gaz kaynağı olan 24 Tcf’yi aşağıdaki Tablo XXVI-1’de görüyoruz. Buna ek olarak, bu iki şeyl havzasında, 94 milyar varil şeyl yağı, tahminen teknik olarak geri kazanılan şeyl bir petrol kaynağı 4.7 milyar varil olduğu tahmin edilmektedir. Bu durum aşağıdaki Tablo 11’de görülmektedir.

Basic Data	Havza /Büyük alan	Güneydoğu Anadolu Bölgesi (32,100 mi <sup>2</sup> )		Trakya (6,500 mi <sup>2</sup> )			
	Shale Formation	Dadas		Hamitabat			
	Jeolojik Çağ	Silurian-Devonian		M. - L. Eocene			
	Biriktirme Ortamı	Deniz		Deniz			
Physical Extent	Prospective Area (mi <sup>2</sup> )	3,540	500	150	210	680	
	Kalınlık (ft)	Zengin organik	394	377	500	500	500
		Net	216	207	250	250	250
	Derinlik (ft)	Aralık	6,000 - 11,500	5,500 - 13,000	10,000 - 13,000	13,000 - 16,400	14,000 - 16,400
Ortalama		9,000	9,500	11,500	14,500	15,000	
Reservoir Properties	Rezervuar Basıncı	Mod. Overpress.	Mod. Overpress.	Mod. Overpress.	Mod. Overpress.	Mod. Overpress.	
	Ortalama TOC (wt. %)	3.6%	3.6%	2.0%	2.0%	2.0%	
	Termal olgunluk (% Ro)	0.85%	1.15%	0.85%	1.15%	2.00%	
	Kül İçeriği	Med./High	Med./High	Medium	Medium	Medium	
Resource	Gaz Fazı	Assoc. Gas	Wet Gas	Assoc. Gas	Wet Gas	Dry Gas	
	GIP Konsantrasyonu (Bcf/mi <sup>2</sup> )	48.2	91.4	34.7	81.8	104.1	
	Riskli GIP (Tcf)	102.4	27.4	1.9	6.2	25.5	
	Riskli Kurtarılamayan (Tcf)	10.2	6.9	0.1	1.2	5.1	

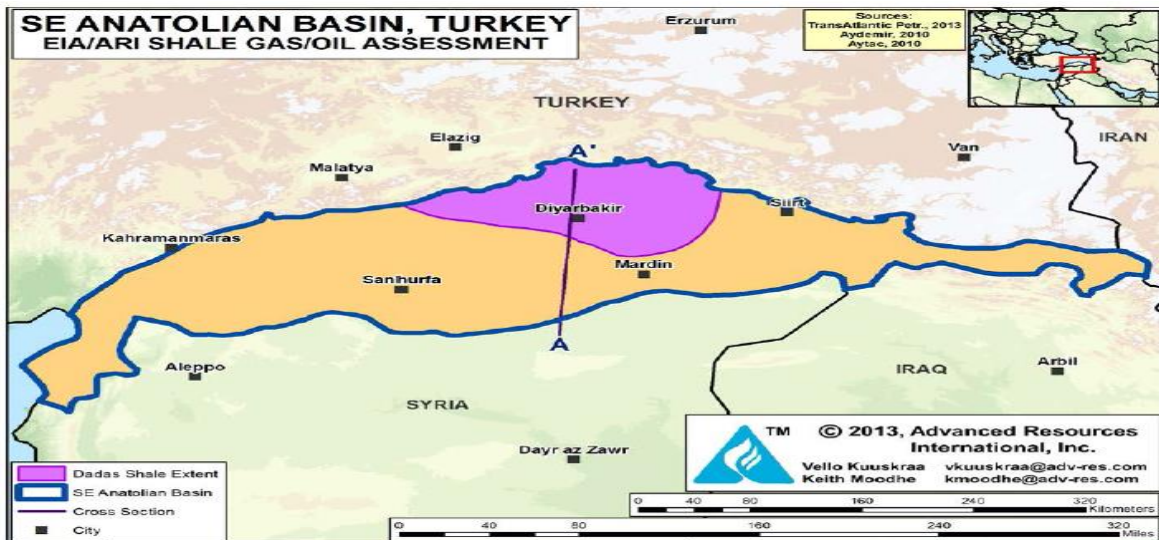
**Tablo 11.** Türkiye’de Şist (Şeyl) Gaz Rezervlerinin Özellikleri ve Kaynakları **Kaynak:** EIA, a.g.e. ,s.XXVI- 2

Temel Veri	Havza / Büyük alan		Güney Doğu Anadolu Böl. (32,100 mi <sup>2</sup> )		Trakya (6,500 mi <sup>2</sup> )	
	Shale Formation		Dadas		Hamitabat	
	Jeolojik Çağ		Silurian-Devonian		M. - L. Yaşlı (Eocene)	
	Biriktirme Ortamı		Deniz		Deniz	
Fiziki Kalınlık	ileriye dönük alan (mi <sup>2</sup> )		3,540	500	150	210
	Kalınlık (ft)	Zengin Organik	394	377	500	500
		Net	216	207	250	250
	Derinlik(ft)	Ağırlık	6,000 - 11,500	5,500 - 13,000	10,000 - 13,000	13,000 - 16,400
Ortalama		9,000	9,500	11,500	14,500	
Rezervuar Özellikleri	Rezervuar Basıncı		Mod. Aşırı basınç	Mod. Aşırı basınç	Mod. Aşırı basınç	Mod. Aşırı basınç
	Ortalama TOC (wt. %)		3.6%	3.6%	2.0%	2.0%
	Termal Olgunluk (% Ro)		0.85%	1.15%	0.85%	1.15%
	Kil içeriği		Ort./ Yükl.	Ort./ Yükl.	Ortalama	Ortalama
Kaynaklar	Yağ (petrol ) Fazı		Oil	Yoğuşma	Oil	Yoğuşma
	OIP Yoğunlaşma (MMbbl/mi <sup>2</sup> )		41.0	14.2	33.8	8.0
	Riskli OIP (B bbl)		87.1	4.2	1.8	0.6
	Riskli kurtarılmay. (B bbl)		4.36	0.21	0.07	0.02

Tablo 12. Türkiye’de Şeyl Petrol Rezervlerinin Özellikleri ve Kaynakları **Kaynak:** EIA,a.g.e. ,s.XXVI-2

## 7.2 Güneydoğu Anadolu Havzasının Jeolojik Yapısı

Güneydoğu Anadolu Bölgesi; 32.100 m2 büyüklüğünde bir alanı kaplamaktadır. Havza, orta havza bölümünde bulunan Tablo.11 (XXVI-2) Silüriyen (Jeolojik dönem) Dadaş Şeyl’sini içermektedir. Havza, Arap ve Avrasya tektonik plakalarının birleşimini belirten Zagros dikiş bölgesi ile, Suriye, Irak ve Türkiye sınırları tarafından güney ve doğuda sınırlandırılmıştır. Güneydoğu Anadolu Havzası bugüne kadar yaklaşık 100 petrol sahasında, öncelikli olarak petrol havzasıdır. Petrol üretiminin büyük kısmı, Mardin Grubu karbonat oluşumlarından gelen havzada, hafif, 40° ila 50° API gravite yağı içeren Bedinan Kumtaşı gibi derin Paleozoik rezervuarları vardır Aşağıdaki haritada Güney Anadolu Havzasında Dadaş Şeyl Depolama Limiti görülmektedir.



Harita 2. Güney Anadolu Havzası Dadaş Şeyli Anahattı ve Depolama Limitleri **Kaynak:** EIA,a.g.e.,s. s.XXVI-3

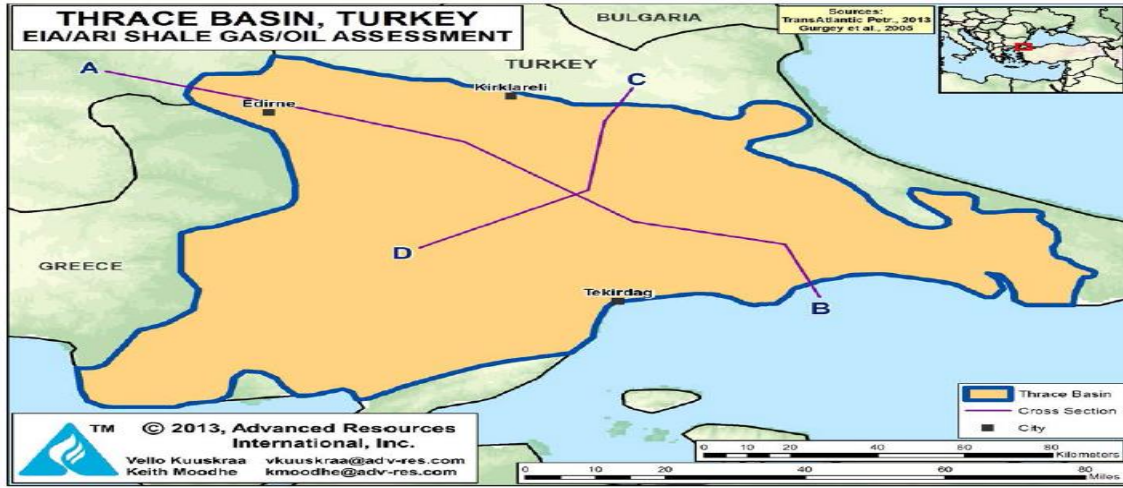
## 7.3 Güneydoğu Anadolu Bölgesinin Rezervuar Özellikleri (Muhtemel Alan)

Güney Anadolu Havzası'nın Dadaş Şeyl'i 3,540 mil<sup>2</sup>lik bir merkezi alanı, Şist yağına ve muhtemelen ıslak gaz ve yoğunlaşması için daha küçük, muhtemelen kuzey 500-mi<sup>2</sup> alana sahiptir. Vitrinit yansıması üzerine sınırlı veri

nedeniyle, petrol eğilimi ve ıslak arasındaki % 1.0 sınır değerinin Ro için bir vekil olarak 455°C'lik Tmax kullanılmıştır.

#### 7.4 Trakya Havzası ve Jeolojik Yapısı

Trakya Havzası Türkiye'nin Avrupa bölgesindeki 6.500-mi<sup>2</sup>'lik bir alanı kaplamaktadır. Havza Istranca Masifi tarafından, batıda Rodop Masifi ve güneyde Sakarya Masifi tarafından sınırlanmıştır. Havzanın merkezinde Tersiyer yaş (Eosen - Miosen arası) birikimler yaklaşık 30.000 ft kalınlığa ulaşmaktadır. 1970 yılında Hamitabat Gaz Sahası'nın keşfedilmesinden sonra, Trakya Havzası, Türkiye'nin en önemli gaz üretim bölgesi haline gelmiş ve ülkenin toplam gaz üretiminin % 85'ini oluşturmaktadır. Bölgede yaklaşık 350 kuyu açılmıştır. Havzada 13 gaz ve 3 petrol sahasında sondaj kuyusu açılmıştır. Trakya Havzasında, öncelikli olarak, bitişik ve daha derin şeyllerle çevrili sıkı bir kum gazı bulunmaktadır.

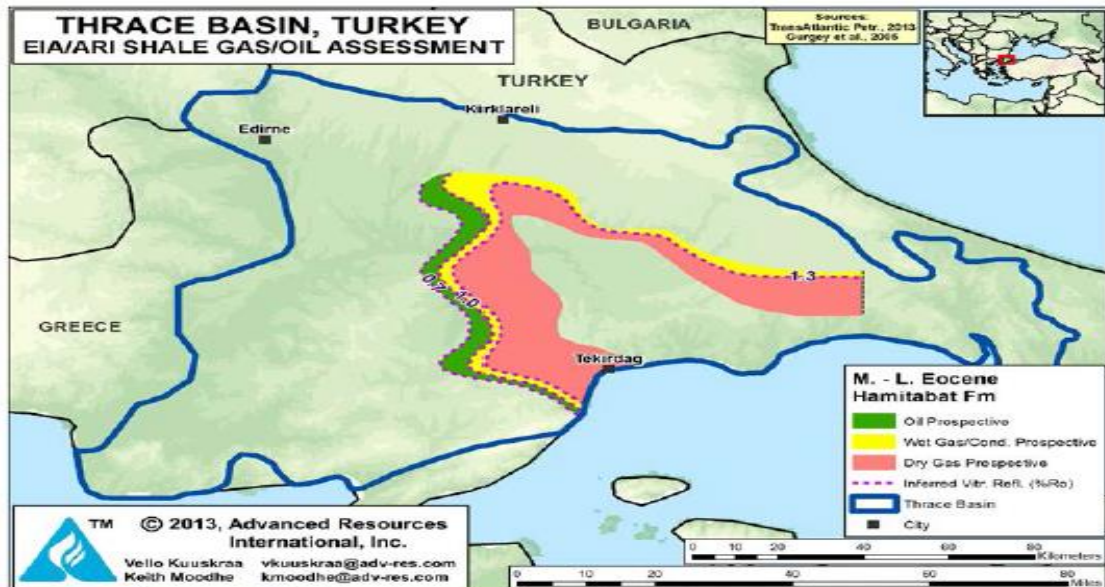


**Harita 3. Trakya Havzasının Anahatları ve Depolama Sınırları Kaynak: EIA, a.g.e. .s.XXVI-9.**

Trakya Havzası petrol ve gaz potansiyeline sahip iki kaya şeyilli kaynak oluşumu vardır. İlki Orta Eosen Hamitabat Formasyonu ve diğeri Alt Oligosen Mezardere Formasyonudur. Hamitabat Formasyonu, sıg bir deniz ortamında çökelmiş kalın kumtaşı, şeyl ve marn serisini içermektedir. Deltaik bir ortamda çökelmiş olan Mezardere Formasyonu, tabakalar halinde kumtaşı, şeyl ve marn tabakalarını içerir. Havzanın daha derin bölgelerinde, bu şeyllerin gaz penceresinde olması için yeterli termal olgunlukları vardır.

#### Hamitabat Shale (Şeyl)

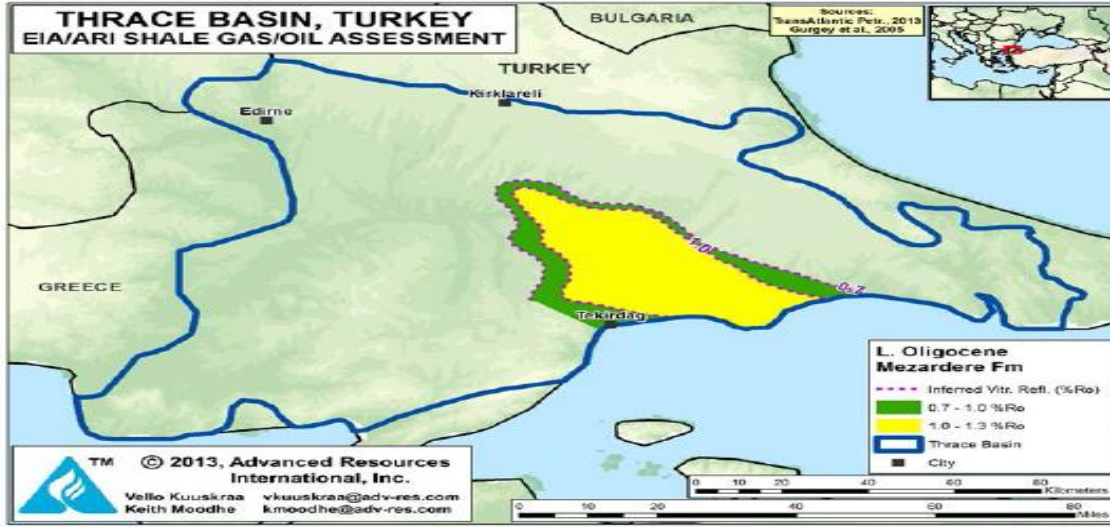
Hamitabat Shale, Trakya Havzasındaki en derin ve en eski şeyl oluşumu ve termal olarak en olgunlaşmıştır. Şeylin kuru gaz görünümü: 14.000 ila 16.400 ft'lik havzanın merkezinde ve % Ro 1.3'den% 2.5'e kadar değişen aralıklarla bulunur. Organik içerik, oluşum boyunca değişkenlik gösterir ve yüzde olarak % 6'nın üstüne kadar değişir. Muhtemel alanda TOC % 1 ila % 4 aralığında, ortalama % 2'dir. Hamitabat shale'nin net shale ortalaması 250 fit dir.



**Harita 4. Trakya Havzası Hamitabat Şeyl (Shale) Oluşumu Kaynak: EIA, a.g.e. ,s.XXVI-12.**

### Mezardere Shale (Şeyl)

Mezardere Shale, Trakya Havzasındaki ikinci kalın ve bölgesel olarak geniş bir şeyl alanını kapsar. Ancak, düşük organik içerik (<2%) nedeniyle, bu şeyl formasyonu nicel olarak değerlendirilmemiştir.



**Harita 5. Trakya Mezardere Şeyl (Shale) Oluşumu Kaynak: EIA, a.g.e.,s.XXVI-12**

Hamitabat Shale için 104 Bcf / mi<sup>2</sup> kuru bir şeyl gaz konsantrasyonu, 82 Bcf / mi<sup>2</sup> lik ıslak şeyl gazı kaynağı ve 34 milyon varil / mi<sup>2</sup> bir şeyl yağ kaynağı konsantrasyonu olabileceği hesaplanmıştır. Toplam olarak Hamidabat'ta 220 Bcf rezervi mevcuttur. Trakya Havzasındaki faaliyetlerin çoğu, sıkı bir gaz içindir. Özellikle bu çalışmalar TPAO ve Trans Atlantik Petrol tarafından gerçekleştiriliyor.

## 8 Sonuç

Alternatif enerji kaynaklarından birisi olan “Şeyl (Shale) Gaz” tarihi seyri içinde ABD de 1850’li yıllarda bulunmasından sonra önemini son 2000’li yıllara kadar kaybetmiştir. Enerji fiyatlarındaki düzensiz artışlar (özellikle petrol), ekonomik ve sosyal hayatı etkilemektedir. Daha çok enerjide kullanılan petrol, zaman zaman krizlere neden olmuş ve girdi maliyetlerinde sürekli artışla, bir petrol şoku yaşanmıştır.

Küreselleşmenin hızla geliştiği 1980’lerden sonra, enerji alanında yeni arayışlar hız kazanmıştır. Uzak doğuda Çin, ülkesindeki Shanghai Serbest Üretim Bölge’sin cazip hale getirerek, büyük bir sermaye üretim gücüne ulaştırmıştır. Bölgenin en önemli girdisi olan enerji, zamanla yetersiz hale gelmiştir. Bu nedenle Ortadoğu’nun petrol ihraç eden ülkeleri, neredeyse Çin ekonomisini petrol ile destekler hale gelmiştir. Petrol arzında, zaman zaman daralmalar, fiyatları yükseltmiş Hindistan ve Batı Avrupa petrolün maliyet şoklarını birlikte yaşamışlardır.

ABD, petrol enerjisinin maliyet şokunu atlatmak için yeni arayışlara girmiştir. ABD’li güçlü enerji yatırım firmaları 1850’li yıllarda bıraktığı şeyli petrol aramasını yeniden başlatmıştır. Zengin rezervlere sahip olan ABD, şeyl gaz üretim teknolojisini geliştirerek büyük çapta üretime başlamışlardır. Gelecekte, ABD’li Şeyl gaz üretim firmaları, şeyl gaz rezervinde zengin olan ülkelere yönelerek, ortaklıklar şeklinde üretime başlayabilmekte, hatta ülkelerin yönetimlerine baskılar kurup, şeyl gaz gelirlerine sahip olmaya çalışabileceklerdir. Bu ülkeler; Amerika Kıtasında Meksika ve Arjantin, Kuzey Afrika’da Cezayir ilk akla gelenlerdir. Bu ülkelerde ekonomik ve sosyal istikrarı gelecekte şeyl gaz rezervinden dolayı bozabileceklerdir. Zengin şeyl ülkelerinin elde ettiği gelirleri, ellerinden almaları için silah satışları ile tekrar kendilerine dönmeleri sağlayabilecektir. Ya da yakın bir bölgede çatışma çıkarılarak, istikrarı yeniden tesis etme bahanesiyle doğrudan müdahaleler, tecrit ve ambargolar uygulayabileceklerdir. Bunun en canlı örneği Katar’dır.

Türkiye yönünden şeyl gaz yataklara sahip bir ülkeyiz. AIE’nin araştırmalarına göre; 4.6 trilyon metreküp kaya (şeyl) gazına sahiptir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi ile Trakya Havzası şeyl gaz yönünden zengindir. Ancak, şeyl gazının 651 milyar metreküpü kullanılabilir niteliktedir. İki bölgedeki şeyl gazı, şeyli petrol miktarı ise toplam 4,7 milyar varil olduğu tahmin edilmektedir. Bunun dışında, Tuz Gölü ve Sivas havzalarında şeyl gazı mevcuttur. Asıl olan petrolü; petrol türevi halinde ekonomide kullanabilmek, enerjide kullanmamaktır. Doğal gazın ve şeyli gazın enerjide kullanılabilmesidir. Son yıllarda petrol fiyatlarının 50 \$’ın altında seyretmesi, ABD’nin şeyl gaz üretiminde büyük avantaja sahip olarak üretim yapması, petrol fiyatlarını da istikrarlı hale getirmiştir.

### Kaynakça

- ([http://www.yomiuri.co.jp/adv/wol/dy/opinion/science\\_120625.html](http://www.yomiuri.co.jp/adv/wol/dy/opinion/science_120625.html) (18.08.2017).
- EIA, 2015. Technically Recoverable Shale, Oil and Shale Gas Resources: Turkey.

- <http://blogs.worldwatch.org/revolt/wp-content/uploads/2010/07/Environmental-Risks-Paper-July-2010-FOR-PRINT.pdf> (19.08.2017).
- <http://enerjienstitusu.com/2013/10/24/turkiyede-13-trilyon-metrekup-kaya-gazi-rezervi-var/> (04.09.2017).
- <http://enerjienstitusu.com/2016/04/13/ulkelere-gore-petrol-uretim-maliyetleri-2016/> (15.08.2017)
- <http://geology.com/energy/shale-gas/> (18.08.2017)
- <http://petrolyte.blogspot.com.tr/2012/01/natural-gas-from-wellhead-to-burner-tip.html> (18.08.2017)
- <http://theinformationdiet.blogspot.com.tr/2012/08/cost-of-gallon-of-gas-per-country.html> (09.09.2017)
- <http://www.nasdaq.com/markets/crude-oil.aspx> (09.09.2017)
- [http://www.opec.org/opec\\_web/static\\_files\\_project/media/downloads/publications/OPEC%20MOMR%20August%202017.pdf](http://www.opec.org/opec_web/static_files_project/media/downloads/publications/OPEC%20MOMR%20August%202017.pdf) (19.08.2017)
- [https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/Turkey\\_2013.pdf](https://www.eia.gov/analysis/studies/worldshalegas/pdf/Turkey_2013.pdf) (09.09.2017).
- [https://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=natural\\_gas\\_where](https://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=natural_gas_where) (05.09.2017).
- <https://www.fool.com/investing/general/2013/11/22/is-shale-gas-about-to-transform-the-world.aspx> (21.08.2017).
- <https://www.google.com.tr/search?q=qatar+gdp&oq=qatar+gdp+&aqs=chrome..69i57.7037j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8> (09.09.2017)
- <https://www.ice.org.uk/knowledge-and-resources/briefing-sheet/shale-gas> (21.08.2017).
- James G. Speight, 2013. Shale Gas Production Processes, Boston.
- Kavak Kubilay, Türk Akademisi Siyasi Sosyal Stratejik Araştırmalar Vakfı (TASAV), Kasım 2013
- Modern Shale Gas Development in the United States: An Update, 2009.  
<https://www.netl.doe.gov/File%20Library/Research/Oil-Gas/shale-gas-primer-update-2013.pdf> (19.08.2017).
- Yergin Daniel, 1991. Petrol, Para Güç Çatışmasının Epik Öyküsü, (Çev. Kamuran Tuncay), İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul.