

ALANYA ALAADDİN KEYKUBAT ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DE DOĞAL GAZ FİYATLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Uluslararası Ticaret Ana Bilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi

Emrecañ AYDIN


Danışman  
Doç. Dr. Kemal VATANSEVER

Alanya, 2019

Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi  
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne

Emrehan AVDIN 'in bu çalışması, jürimiz tarafından  
Uluslararası Tisaret Yüksek Lisans  
Programı tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doc. Dr. Yakup Akgöl



Üye (Danışmanı) : Doc. Dr. Kemal Vatansever



Üye : Dr. Öğr. Üyesi Nurdan Avcıoğlu



Tez Başlığı: Türkiye'de Doğal Gaz Fiyatlarını Etkileyen Faktörler

Onay : Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi : 29/05/2019

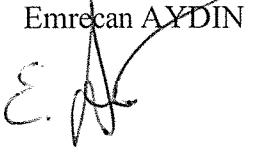
Mezuniyet Tarihi : ...../...../2019

Dr. Öğr. Üyesi Yakup Akgöl  
Sosyal Bil. Enst. Müdürü V.  
Müdür



## BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Emreçan AYDIN  


## İÇİNDEKİLER

<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	<b>v</b>
<b>TABLOLAR LİSTESİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>GRAFİKLER LİSTESİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>RESİMLER LİSTESİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	<b>ix</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>x</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. DÜNYA DOĞAL GAZ PİYASASININ GENEL GÖRÜNÜMÜ</b> .....	<b>3</b>
1.1. Doğal Gazın Tanımı ve Tarihsel Gelişimine Genel Bakış .....	3
1.2. Dünya Doğal Gaz Piyasası .....	4
1.2.1. Dünya Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervleri .....	4
1.2.2. Dünya Doğal Gaz Üretimi.....	7
1.2.3. Dünya Doğal Gaz Tüketimi.....	10
1.2.4. Dünya’da ve Türkiye’de Doğal Gaz Ticareti .....	10
1.3. Dünya Doğal Gaz Piyasasındaki Önemli Ülkeler .....	12
1.3.1. Rusya .....	12
1.3.2. İran .....	16
1.3.3. Katar .....	18
1.3.4. Kanada.....	20
1.3.5. Türkiye .....	21
<b>2. DOĞAL GAZ PİYASASINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER</b> .....	<b>29</b>
2.1 Sıvılaştırılmış Doğal Gaz (LNG).....	29



2.1.1. Sıvılaştırılmış Doğal Gazın Gelişimi.....	29
2.1.2. LNG Üretimi ve Maliyeti .....	30
2.1.3. Dünya LNG Ticaret.....	32
2.2. 11 Eylül Saldırısı .....	33
2.3. Japonya Nükleer Felaketi .....	34
2.4. Dünya Arz ve Talebindeki Gelişmelerin Etkileri .....	35
2.5. Ekonomik Büyüme.....	37
2.6. Geleneksel Olmayan Doğal Gaz Kaynakları.....	38
2.6.1. Kaya Gazı .....	38
2.6.4. Geleneksel Olmayan Kaynakların Doğal Gaz Piyasasına Etkileri .....	45
<b>3. DOĞAL GAZ FİYATLANDIRMA MEKANİZMALARİ VE TEORİLER....</b>	<b>50</b>
3.1. Fiyatlandırma.....	50
3.2. İşlem Maliyeti Teorisi .....	51
3.3. Ricardo'nun Rant Teorisi .....	52
3.4. Hubbert'in Zirve Teorisi .....	52
3.5. Vekalet Teorisi .....	54
3.6. Bölgesel Piyasaların Genel Hatlarıyla Fiyat Oluşumu .....	55
3.6.1. Kuzey Amerika Doğal Gaz Piyasası .....	55
3.6.2. Avrupa Doğal Gaz Piyasası.....	56
3.6.3. Asya-Pasifik Doğal Gaz Piyasası .....	57
<b>4. Araştırmanın Ekonometrik Analizi ve İlgili Literatür.....</b>	<b>59</b>
4.1. Literatür .....	59
4.2. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı .....	62
4.3. Veriler ve Yöntem .....	62
4.3.1. Çoklu Doğrusal Regresyon.....	63
4.3.2. Birim Kök Analizleri.....	64
4.3.3. Eşbütünleşme Analizi.....	65
4.3.4. Granger Nedensellik Testi.....	66
4.3.5. Varyans Ayrıştırması.....	67
4.3.6. Etki Tepki Fonksiyonları (Impulse Response) .....	67

4.4. Araştırmanın Bulguları.....	67
4.4.1. Birim Kök Analizleri.....	67
4.4.2. OLS Regresyon Analizi.....	68
4.4.3. VAR Gecikme Uzunluğunun Bulunması .....	69
4.4.4. Johansen Eşbütünleşme Analizi .....	70
4.4.5. Granger Nedensellik Analizi .....	71
4.4.6. Etki Tepki Fonksiyonu (Granger) .....	73
4.4.7. Vektör Hata Düzelmte Modeli (VECM) .....	75
4.4.8. Varyans Ayırıştırması Test Sonuçları.....	78
4.4.9. Etki Tepki (Impulse Response) Sonuçları .....	82
<b>SONUÇ ve ÖNERİLER .....</b>	<b>86</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>88</b>

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1: 2017 Yılında Boru Hatları ile Gerçekleşen Doğal Gaz Ticareti	11
Şekil 1.2: Türkiye'ye Uzanan ve Planlanan Petrol ve Doğal Gaz Boru Hattı Projeleri	27
Şekil 2.1: Kaya Gazının Üretim Süreci	39
Şekil 2.2: Dünya Kaya Gazı Rezervleri Dağılımı, 2014	41

## TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1 Doğal Gazı Oluşturan Gazlar ve Oranları	3
Tablo 1.2.: Kanıtlanmış Dünya Doğal Gaz Rezerv Miktarları	5
Tablo 1.3: Ülkelerin Doğal Gaz Üretim Miktarları ve Dünya'daki Payları, 2017	8
Tablo 1.4: Rusya'nın Şirketlere Göre Doğal Gaz Üretimi, 2016	13
Tablo 1.5: Rusya'nın Bölgelere Göre Doğal Gaz Üretimi, 2016	14
Tablo 1.6: Bazı Ülkelerin Birincil Enerji Tüketimleri, 1 Ocak 2017 İtibariyle	22
Tablo 1.7: Türkiye'de Doğal Gaz Şirketlerinin Aylara Göre Üretim Miktarları, 2017	23
Tablo 1.8: 2002 yılından 2016 Yılına Kadar Türkiye'nin Doğal Gaz İthal Ettiği Ülkeler ve Miktarları (milyon m <sup>3</sup> )	24
Tablo 2.1: Geleneksel Olmayan Doğal Gaz Kaynaklarının Ülkelere Göre Dağılım Miktarları	42
Tablo 2.2: Geleneksel ve Geleneksel Olmayan Doğal Gaz Kaynaklarının Bölgelere Göre Oranları	42
Tablo 2.3: Bazı Ülkelerin 2015 Yılı Günlük Kaya Gazı Üretimi ve 2040 Yılı Üretim Tahmin (milyar ayak feet)	44
Tablo 3.1: Fiyatlandırma Mekanizmalarının Bölge Doğal Gaz Piyasalarına Göre Sınıflandırılması	55
Tablo 4.1: ADF ve PP Analiz Sonuçları	68
Tablo 4.2: Klasik Regresyon Analizi Bulguları	69
Tablo 4.3: VAR Analizi Sonuçları	70
Tablo 4.4: Johansen Eşbütünleşme Analizi Sonuçları	71
Tablo 4.5: Granger Nedensellik Analizi	72
Tablo 4.6: Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) Analiz Sonuçları, Doğal Gaz	75
Tablo 4.7: Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) Analiz Sonuçları, Dolar	76
Tablo 4.8: Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) Analiz Sonuçları, Brent Petrol	76
Tablo 4.9: Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) Analiz Sonuçları, Altın Fiyatları	77
Tablo 4.10: Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) Analiz Sonuçları, Enflasyon	77
Tablo 4.11: Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) Analiz Sonuçları, Kömür Fiyatları	78
Tablo 4.12: Doğal Gaz İçin Varyans Ayırıştırması	79
Tablo 4.13: Dolar Kuru İçin Varyans Ayırıştırması	79
Tablo 4.14: Brent Fiyatları İçin Varyans Ayırıştırması	80
Tablo 4.15: Altın Fiyatları İçin Varyans Ayırıştırması	80
Tablo 4.16: Enflasyon İçin Varyans Ayırıştırması	81
Tablo 4.17: Kömür Fiyatları İçin Varyans Ayırıştırması	81
Tablo 4.18: Etki Tepki Analizi Sonuçları, Doğal Gaz	82
Tablo 4.19: Etki Tepki Analizi Sonuçları, Dolar Kuru	82
Tablo 4.20: Etki Tepki Analizi Sonuçları, Brent Petrol Fiyatları	83
Tablo 4.21: Etki Tepki Analizi Sonuçları, Altın Fiyatları	83
Tablo 4.22: Etki Tepki Analizi Sonuçları, Enflasyon	84
Tablo 4.23: Etki Tepki Analizi Sonuçları, Kömür Fiyatları	85

## GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 1.1: Kanıtlanmış Dünya Doğal Gaz Rezervlerinin Bölgelere Göre Dağılımı, 2017	5
Grafik 1.2.: Dünya Doğal Gaz Üretiminin Bölgelere Göre Yüzdeler Payları, 2017	7
Grafik 1.3: Türkiye'nin Enerji İhtiyacının Yerli Üretim ile Karşılanması Oranı, 2017	9
Grafik 1.4: Türkiye'de Yıllara Göre Doğal Gaz Üretimi, 2018	9
Grafik 1.5: 1 Ocak 2017 İtibarıyla Kesinliği Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervleri	12
Grafik 1.6: Rusya'nın Yıllara Göre Doğal Gaz Üretim Miktarları (milyar m <sup>3</sup> )	13
Grafik 1.7: Rusya'nın 2016 yılı Ülkelere Göre Doğal Gaz İhracatı Yüzdeleri	16
Grafik 1.8: İran'ın Doğal Gaz İthalat ve İhracatı (bcf)	18
Grafik 1.9: Yıllara göre Katar'ın doğal gaz üretimi (milyar m <sup>3</sup> )	19
Grafik 1.10: Kanada'nın Yıllara Göre Doğal Gaz Üretim ve Tüketimi	20
Grafik 1.11: Türkiye'nin Birincil Enerji Talebi	22
Grafik 1.12: Türkiye'nin Yıllara Göre Doğal Gaz Üretimi (m <sup>3</sup> )	24
Grafik 1.13: Yıllara Göre Doğal Gaz İthal Ettiğimiz Ülkeler ve Miktarları (milyon Sm <sup>3</sup> )	25
Grafik 1.14: BOTAŞ'ın Yıllara Göre Doğal Gaz İhracatı (milyon cm <sup>3</sup> )	26
Grafik 2.1: Yıllara Göre Dünya LNG Ticaret Hacmi	32
Grafik 2.2: 1999-2002 Yıllar Arası Henry Hub Spot Doğal Gaz Fiyatları	33
Grafik 2.3: Japonya'nın geçmiş dönemlerdeki LNG ithalat fiyatları. (\$)	34
Grafik 2.4: 2017 ile 2023 Yılları Arasında Doğal Gaz Tüketim Büyümesi Tahminleri	36
Grafik 2.5: Doğal Gaz Fiyatları ile Diğer Sanayilerin Üretim Miktarları Arasındaki İlişki	37
Grafik 2.6: ABD Yıllara Göre Yıllık Kaya Gazı Üretim Grafiği (milyar ayak küp)	43
Grafik 2.7: 1997 ve 2018 yılları arasında aylara göre Henry Hub Ticaret Merkezinde spot doğal gaz fiyatları (\$/milyon Btu)	46
Grafik 2.8: ABD'de 2007 yılından 2018 yılına kadar geleneksel doğal gaz üretimi, kaya gazı üretimi ve doğal gaz tüketim miktarları (milyon ayak küp)	46
Grafik 2.9: ABD'nin Geçmiş Doğal Gaz Üretimi, Tüketimi, Uluslararası Ticareti Miktarları ve Gelecek Üretim, Tüketim, Uluslararası Ticaret Tahminleri	47
Grafik 2.10: ABD'de Doğal Gaz Fiyatlarının ve Etan Üretiminin Yıllara Göre Karşılaştırılması	48
Grafik 3.1: Hubbert'in Dünya Ham Petrol Üretim Grafiği	53
Grafik 3.2: Petrol ve Doğal Gaz İçin Hubbert Eğrileri	53
Grafik 3.3: Avrupa Doğal Gaz Fiyatı Formasyonu Oranları	57
Grafik 4.1: Verilerin Etki Tepkisi	73

**RESİMLER LİSTESİ**

Resim 1.1: Godfrey Cabot'un 1915 Yılında Aldığı Patentın Görseli	29
Resim 2.1: Elm Grove Alanının 1984 ve 2011 Yıllarındaki Uydu Görüntüleri	40

**KISALTMALAR LİSTESİ**

AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BİLGESAM	Bilge Adamlar Stratejik Araştırmalar Merkezi
BIST	Borsa İstanbul
BOTAŞ	Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi
CBM	Kömür Yatağı Metan
CNG	Sıkıştırılmış Doğal Gaz
DOE	Department of Energy
FOC	Yabancı Petrol Şirketleri
IEA	Uluslararası Enerji Ajansı
GSYH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
Mbtu	milyon British Thermal Unit
Mtce	ton eşdeğer karbon
Mtoe	ton eşdeğer petrol
NBP	National Balancing Point
PİGM	Petrol İşleri Genel Müdürlüğü
PSA	Üretim Paylaşım Anlaşması
SOEP	Sable Offshore Energy Project
SSCB	Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
TEP	ton eşdeğer petrol
TPAO	Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
WRI	World Resources Institute
WSCB	Western Canada Sedimentary Basin

## ÖZET

Bu çalışma dolar kurunun, brent petrol fiyatlarının, kömür fiyatlarının, altın fiyatlarının ve enflasyon oranının doğal gaz fiyatlarıyla uzun vadeli bir ilişkisi olup olmadığını araştırmayı amaçlamaktadır. Çalışmada, Ocak 1995 ile Aralık 2018 arasındaki dönemdeki aylık veriler kullanılmıştır. Çalışmanın hedefe varması doğrultusunda Birim Kök Analizleri yapılan değişkenlerin VAR analizi yapılarak, Johansen Eşbütünleşme Testi, Granger Nedensellik Analizi, VECM Analizi, Varyans Ayırıştırması, Etki Tepki Fonksiyonu ve Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi yapılmıştır. Johansen eşbütünleşme analizi sonuçlarına göre verileri eşbütünleşik oldukları tespit edilmiş ve Granger nedensellik analizine göre de altın fiyatlarının, brent fiyatlarının, kömür fiyatlarının ve dolar kurunun doğal gaz fiyatlarının Granger nedeni olduğu sonucuna varılmıştır. Bu çalışmanın neticesinde literatürdeki çalışmalarını destekler nitelikte bulgulara ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Doğal Gaz Fiyatları, Altın Fiyatları, Dolar Kuru, Enflasyon, Brent Petrol Fiyatları, Kömür Fiyatları, Johansen Eşbütünleşme Testi, Granger Nedensellik Analizi, VAR Analizi



## ABSTRACT

### THE FACTORS AFFECTING THE NATURAL GAS PRICES IN TURKEY

The aim of this study is to examine the long-run relationship between natural gas prices and Brent, coal, gold prices, inflation rates and US Dollar Exchange Rates. This study considers the monthly data in Turkey from January 1995 to December 2018. To reach the aim of this study unit root tests and VAR analysis was performed to perform Johansen Cointegration Test, Granger Causality Test, Vector Error Correction Model (VECM), Variance Decomposition, Impulse Response Function and Multilinear Regression Analysis. According to the results of the Johansen cointegration test it is found that the variables are cointegrated in long term and according to results of Granger causality test it is found that there is a causality from gold prices, Brent prices, coal prices and US Dollar Exchange rate to the natural gas prices. In this study it is founded that the results are supporting the results of similar studies in the literature.

**Keywords:** Natural Gas Prices, Gold Prices, US Dollar Exchange Rate, Inflation Rates, Oil Prices, Coal Prices, Johansen Cointegration, Granger Causality, VAR Analysis

## GİRİŞ

Yaşamın başlangıcından beri ihtiyaç duyduğumuz enerjiye, günümüzde nüfus artışından ve teknolojik araçların gelişiminden dolayı talep artmıştır. Her geçtiğimiz gün talebi artan enerjinin karşılanması bazı kriterleri beraberinde getirmiştir. Bu kriterlerin başlıca olanları şunlardır; enerji kaynağının devamlılığı olması, enerjinin çevre dostu olması, enerjinin güvenli ve düşük maliyetli olmasıdır.

Sanayi üretimi yapan ülkelerde de sanayinin ihtiyaç duymuş olduğu enerjinin sağlanması, ayrıca artan nüfusla birlikte şehirleşmenin de artması ile enerjiye olan talep artmıştır. Artan enerji talebiyle birlikte diğer fosil yakıtlara göre daha çevre dostu olan doğal gazın talep de artmıştır. 2011 yılında Japonya'nın Fukuşima kentinde nükleer santralde meydana gelen felaket sonucunda nükleer santrallerde elektrik üretimine son verilmiştir. Bunun üzerine doğalgaz santrallerinde elektrik üretimine yoğunlaşmıştır. Fukuşima'da yaşanan bu felaketten dolayı Japonya'da doğalgaza olan ihtiyaç daha da artmıştır. Japonya'da artan doğal gaz ihtiyacı sadece Japonya piyasasını değil Avrupa piyasasını da etkilemiştir.

Uluslararası Enerji Ajansı'nın 2012 yılında belirttiğine göre "Doğal Gazın Altın Çağı"na girilmiştir. Bu söylemin başlıca sebepleri; gelişen teknoloji ile maliyeti ekonomik hale gelen kömür yataklı metan ve sıkı kumtaşı gazı, kaya gazı gibi geleneksel olmayan doğalgaz kaynaklarının kullanılmaya başlaması, Amerika Birleşik Devletleri'nde doğalgaz üretiminin artması ve bunula birlikte doğalgaz fiyatlarının düşmesidir. Tüm bu gelişmelerin ışığında doğal gaz piyasasında pozitif yönde bir gelişme olacağına ilişkin beklenti artmıştır.

Türkiye enerji kaynaklarının az oluşundan dolayı enerji talebinin büyük bir çoğunluğunu ithal ederek karşılayan bir ülkedir. Türkiye 2017 yılında boru hatları vasıtasıyla 42,8 milyar m<sup>3</sup>, LNG olarak 10,9 milyar m<sup>3</sup> doğal gaz ithal etmiştir. Türkiye'nin 2017 yılında 51,7 milyar m<sup>3</sup> doğal gaz tüketimi gerçekleşmiştir. Doğal gaz ihtiyacının neredeyse tamamını ithal eden Türkiye araştırmalarını arttırarak geleneksel olmayan doğal gaz kaynakları için daha öncesinde yeterince araştırılmayan bölgelerde arama çalışmalarını yoğunlaştırmıştır.

Bu çalışmanın birinci bölümünde doğal gaz ile ilgili genel bilgiler verilmiştir. Dünya'daki doğal gaz rezervlerinin miktarı, üretilen doğal gazın miktarı, tüketimin miktarı, üretici ülkelerin doğal gaz piyasası ile ilgili bilgileri, doğal gaz fiyatlarını etkileyen faktörler gibi bilgilere yer verilmiştir. Ayrıca Türkiye'nin doğal gaz piyasasının da genel görünümü bu bölümde anlatılmıştır.

İkinci bölümde ise doğal gaz piyasasını etkileyen ekonomik gelişmeler, teknolojik gelişmeler ve doğal afetler gibi faktörlere yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde doğal gazın fiyatlandırmasına konu olmuş teorilere ve çeşitli doğal gaz piyasalarında fiyat oluşumuna değinilmiştir. Ayrıca bu bölümde Türkiye’de doğal gaz fiyatlarının oluşumu incelenmiştir.

Dördüncü bölümde doğal gaz fiyatlarını etkileyen faktörlere ilişkin literatür taramasına yer verilmiştir. Literatür taramasının ardından Türkiye’de doğal gaz fiyatlarının, kömür fiyatları, petrol fiyatları, altın fiyatları, döviz kurları, enflasyon, verilerle ilişkisi analiz edilmiştir.

Çalışma, yapılan incelemeler neticesinde elde edilen bulguların özetlenmiş olduğu sonuç bölümü ile tamamlanmıştır.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### 1. DÜNYA DOĞAL GAZ PİYASASININ GENEL GÖRÜNÜMÜ

#### 1.1. Doğal Gazın Tanımı ve Tarihsel Gelişimine Genel Bakış

Doğal gaz birçok hidrokarbon gazlarının karışımından oluşur ve genellikle %70 ila %90 arasında metan içerir. Diğer temel bileşenler ise etan, propan, butan, karbondioksit, oksijen, nitrojen ve hidrojen sülfittir. Çürüyen bitki ve hayvanlar üzerine katmanlar halinde toprak ve kum gelir ve bunlar kayalara dönüşür. Bu kayaların altında sıkışan organik maddeler basınç ve sıcaklıkla birlikte kömüre, petrole ya da doğal gaza dönüşür. Doğal gaz saf derecesine yakın metandan oluştuğunda kurudur. Ancak doğal gaz yapısında büyük miktarda hidrokarbon bulundurduğunda daha sıvı bir haldedir (Energy & Environmental Research Center, 2012).

**Tablo 1.1 Doğal Gazı Oluşturan Gazlar ve Oranları**

Bileşik	Sembol	Oran (%)
Metan	CH <sub>4</sub>	60 – 90
Etan	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0 – 20
Propan	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0 – 20
Butan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0 – 20
Karbondioksit	CO <sub>2</sub>	0 – 8
Oksijen	O <sub>2</sub>	0 – 0,2
Nitrojen	N <sub>2</sub>	0 – 5
Hidrojen Sülfür	H <sub>2</sub> S	0 – 5
Diğer Gazlar	A, He	0 – 2

**Kaynak:** Croft Production Systems, 2018

Gaz sondajına başlamadan önce yer bilimciler gaz içerebilecek olan kayanın yerini belirler. Daha sonrasında jeologlar sismik sarsıntılar ve titreşimleri ölçerek kayacın yapısı hakkında bilgi edinmeye çalışır. Eğer belirlenen alanın doğal gaz içerdiği düşünülürse sondaj işlemine başlanır. Sondaj işlemleri karadan da denizden de yürütülebilir. Karadan gerçekleştirilen sondaj işlemi makinelerin sağlam bir zemine kurulmasından dolayı denizden gerçekleştirilen sondaj işlemine göre daha kolaydır (EERC, 2012).

Doğal gazın ne olduğuna dair insanların henüz bilgisi yokken batıl inancın kaynağı olmuştur. Yeraltındaki gaz sızıntılarının kıvılcımlar ile birlikte yanmaya başlaması yerin

altından gelen olağan üstü güçlere inanılmasına sebep olmuştur. Dünyaca bilinen bu alev kaynaklarından biri antik Yunanistan'daki Parnasus dağındadır ve bu alevin kaynağına bir mabet inşa edilmiştir. Bunun gibi örnekler Çin'de, İran'da ve Hindistan'da da görülmüştür (Beşergil, 2009).

Tarihte doğal gazı kullanan ilk medeniyet ise Çin'dir. Milattan önce (M.Ö.) 500 yıllarında Çinliler bu gazı bambu gövdeleriyle naklederek deniz suyunun ısıtılmasında kullanmıştır. Böylelikle Çinliler deniz suyundan tuzu arındırarak içme suyu elde etmiştir. Bu gelişme ile doğal gazın insanlığa kolaylık sağlayan serüveni başlamıştır. Ancak doğal gazın kullanımındaki ilk gelişmeler çok yavaş olmuştur (Beşergil, 2009).

1785 yılında kömürden doğal gaz elde eden Britanya bu gazı ilk olarak sokakların ve evlerin aydınlatmasında kullanmıştır (Snelson Companies, 2012). Britanyalıların ardından Amerika da 1816 yılında kömürden elde edilen doğal gaz ile evleri ve sokakları aydınlatmıştır. Ancak bu yöntem ile elde edilen doğal gaz doğal yöntemlerle oluşan doğal gazdan daha verimsizdir ve çevreyi de olumsuz etkilemektedir (History of Lighting, 2019).

Alman asıllı bilim adamı Robert Bunsen fotokimyasal çalışmalarına uygun bir ısı kaynağına ihtiyaç duymuştur. Bunun üzerine öğrencisi Bunsen'e Londra'dan kafesli bek adı verilen ısı kaynağını getirmiştir. Ancak Bunsen kafesli bekin alevi dağıtmasından ve verdiği ısının düşük olmasından dolayı beğenmemiştir. Bunsen öğrencisinin getirmiş olduğu bu ısı kaynağından esinlenip 1854 yılında kendi ısı kaynağını ortaya çıkarmıştır. Bunsen Beki adı verilen ve doğal gaz ile çalışan bu bekin kararlı ve renksiz aleviyle birlikte yüksek sıcaklıklara erişilebiliyordu. 1855 yılında yeni laboratuvarında bu beki kullanan Bunsen dışarıdan gelen bek isteklerini de karşılamaya başlamıştır. Böylelikle doğal gazdan daha fazla faydalanılmaya başlanmıştır (Dölen, 2009).

İlk başlıca boru hattı 1891 yılında inşa edilmiştir. Bu boru hattı 193 km uzunluğunda ve doğal gaz kuyularından elde edilen doğal gazı Chicago'nun Indiana şehrinin merkezine taşırdı. Her ne kadar bu boru hattı ilk zamanlarında verimli olmasa da 2. Dünya Savaşı'ndan sonra yeni kaynak tekniklerinin gelişmesiyle, boru ve metalürji alanındaki gelişmeler ile boru hatlarının da verimliliği ve güvenilirliği artmıştır (ENIDAY, 2018).

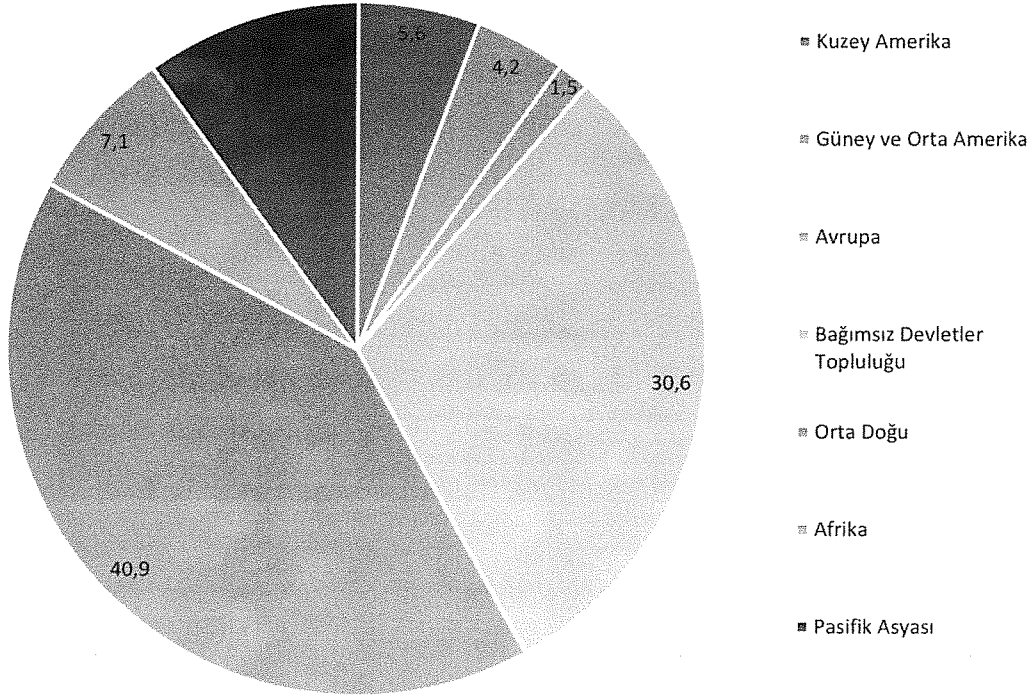
## **1.2. Dünya Doğal Gaz Piyasası**

### **1.2.1. Dünya Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervleri**

Dünya üzerinde 2017 yılının sonu itibariyle kanıtlanmış 193,5 trilyon m<sup>3</sup> doğal gaz rezervi bulunmaktadır. Bu rezervler dünya geneline yayılmış durumdadır. Bu rezervlerin

%5,6'sı Kuzey Amerika'da, %4,2'si Güney ve Orta Amerika'da, %1,5'i Avrupa'da, %30,6'sı Bağımsız Devletler Topluluğu'nda, %40,9'u Orta Doğu'da, %7,1'i Afrika kıtasında ve %10'u Pasifik Asya'da yer almaktadır (Grafik 1.1).

**Grafik 1.1 Kanıtlanmış Dünya Doğal Gaz Rezervlerinin Bölgelere Göre Dağılımı, 2017**



Kaynak: British Petroleum Statistical Review of World Energy, 2018

**Tablo 1.2 Kanıtlanmış Dünya Doğal Gaz Rezerv Miktarları**

Bölge	Ülke	Rezerv Miktarı (Trilyon m <sup>3</sup> )	Dünyadaki Oranı (%)
Kuzey Amerika	Birleşik Devletler	8,7	4,5
	Kanada	1,9	1
	Meksika	0,2	0,1
Orta ve Güney Amerika	Arjantin	0,3	0,2
	Bolivya	0,3	0,1
	Brezilya	0,4	0,2
	Kolombiya	0,1	0,1
	Peru	0,4	0,2
	Venezuela	6,4	3,3
Avrupa	Danimarka	<0,5	<0,05
	Almanya	<0,5	<0,05
	İtalya	<0,5	<0,05

	Hollanda	0,7	0,3
	Norveç	1,7	0,9
	Polonya	0,1	<0,05
	Romanya	0,1	0,1
	Birleşik Krallık	0,2	0,1
Bağımsız Devletler Topluluğu	Azerbaycan	1,3	0,7
	Kazakistan	1,1	0,6
	Rusya	35	18,1
	Türkmenistan	19,5	10,1
	Ukrayna	1,1	0,05
	Özbekistan	1,2	0,6
Orta Doğu	İran	33,2	17,2
	Irak	3,5	1,8
	İsrail	0,5	0,2
	Kuveyt	1,7	0,9
	Umman	0,7	0,3
	Katar	24,9	12,9
	Suudi Arabistan	8	4,2
	Birleşik Arap Emirlikleri	5,9	3,1
	Yemen	0,3	0,1
Afrika	Cezayir	4,3	2,2
	Mısır	1,8	0,9
	Libya	1,4	0,7
	Nijerya	5,2	2,7
Pasifik Asyası	Avustralya	3,6	1,9
	Çin	5,5	2,8
	Hindistan	1,2	0,6
	Endonezya	2,9	1,5
	Malezya	2,7	1,4
	Myanmar	1,2	0,6
	Pakistan	0,4	0,2
	Vietnam	0,6	0,3

**Kaynak:** BP Statistical Review of World Energy, 2018

Tablodaki veriler dikkate alındığında Rusya 35 trilyon m<sup>3</sup> rezerv ile kanıtlanmış dünya doğal gaz rezervlerinin %18,1'ine sahiptir ve bu alanda ilk sırada yer almaktadır. İkinci sırada 33,2 trilyon m<sup>3</sup> rezerv ile dünya doğal gaz rezervlerinin %17,2'sine sahip olan İran yer

almaktadır. Ardından 24,9 trilyon m<sup>3</sup> ile dünya doğal gaz rezervlerinin %12,9'una sahip olan Katar gelmektedir.

2017 yılında, 2016 yılına göre yaklaşık 0,4 trilyon m<sup>3</sup> yeni doğal gaz rezervi keşfedilmiştir. Bulunan bu yeni rezervlerin büyük bir kısmı Rusya ve İsrail'de bulunmuştur.

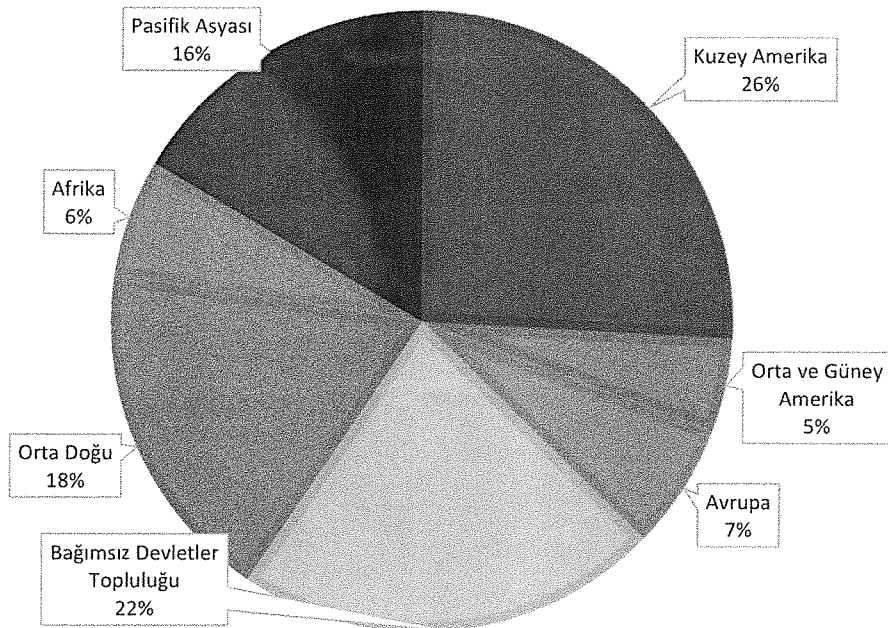
Bir diğer doğal gaz türü olan kaya gazının gelecek yıllarda doğal gaz arzındaki oranını arttıracığı öngörülmektedir. Kaya gazının 2015 yılında %46,2 olan Birleşik Devletler'in doğal gaz arzındaki payı, 2040 yılına kadar doğal gaz arzındaki payını %53'e çıkaracağı tahmin edilmektedir (The Need Project, 2017).

Türkiye'nin 2017 yılı sonu itibariyle ispatlanmış ve muhtemel doğal gaz rezervlerinin miktarı 25.987.376.299 m<sup>3</sup>'tür (Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, 2017).

### 1.2.2. Dünya Doğal Gaz Üretimi

2011 yılından bu yana Dünya doğal gaz üretiminde en büyük paya sahip olan ülke Amerika Birleşik Devletleri'dir. 2017 yılında 734,5 milyar m<sup>3</sup> üretim ile Dünya üretiminde %20'lik bir paya sahiptir. %17,3'lük üretim payı ile 2017 yılında 635,6 milyar m<sup>3</sup> üreten Rusya, Dünya doğal gaz üretiminde ikinci sıradadır. Üçüncü sırada yer alan İran, 2017 yılında ürettiği 223,9 milyar m<sup>3</sup> doğal gaz ile Dünya doğal gaz üretimine %6,1'lik bir katkı yapmıştır.

**Grafik 1.2 Dünya Doğal Gaz Üretimine Bölgelere Göre Yüzdeler, 2017**



**Kaynak:** BP Statistical Review of World Energy, 2018



Dünya doğal gaz üretiminin %53'ünü ABD, Rusya, İran, Katar ve Kanada yapmaktadır. %53'lük bu payın %70,4'lük kısmını ise Rusya ve ABD üretmektedir.

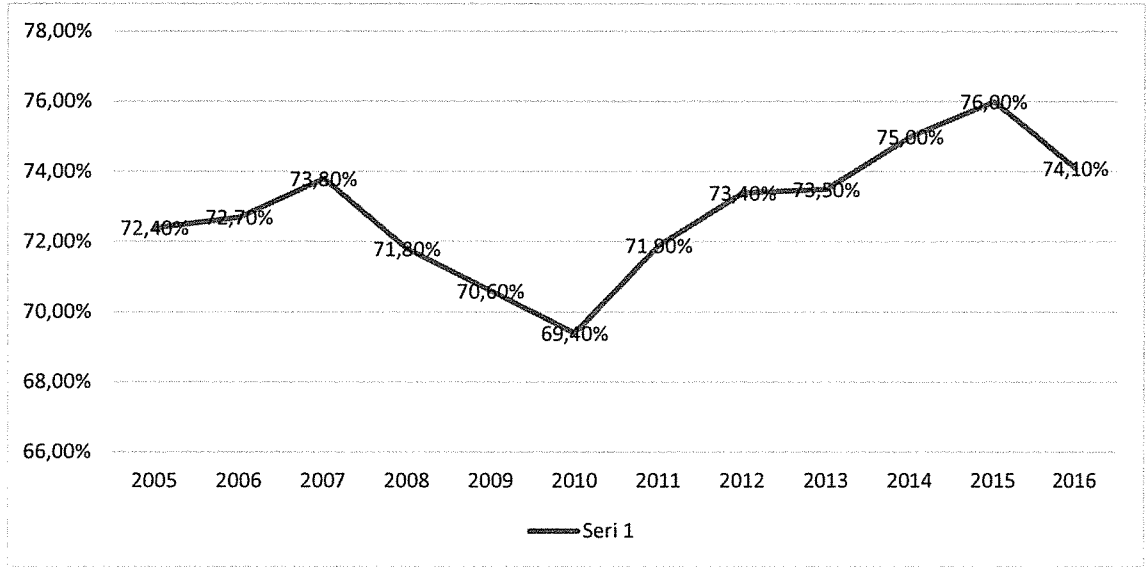
**Tablo 1.3 Ülkelerin Doğal Gaz Üretim Miktarları ve Dünya'daki Payları, 2017**

Ülke	Miktar (milyar m <sup>3</sup> )	Dünyadaki Oranı (%)
Birleşik Devletler	734,5	20
Kanada	176,3	4,8
Meksika	40,7	1,1
Arjantin	37,1	1
Bolivya	17,1	0,5
Brezilya	27,5	0,7
Peru	13	0,4
Trinidad Tobago	33,8	0,9
Venezuela	37,4	1
Danimarka	5,1	0,1
Almanya	6,4	0,2
İtalya	5,3	0,1
Hollanda	36,6	1
Norveç	123,2	3,3
Polonya	4	0,1
Romanya	10,3	0,3
Birleşik Krallık	41,9	1,1
Azerbaycan	17,7	0,5
Kazakistan	27,1	0,7
Rusya	635,6	17,3
Türkmenistan	62	1,7
Ukrayna	19,4	0,5
Özbekistan	53,4	1,5
İran	223,9	6,1
Irak	10,4	0,3
Kuveyt	17,4	0,5
Umman	32,3	0,9
Katar	175,7	4,8
Suudi Arabistan	111,4	3
Birleşik Arap Emirlikleri	60,4	1,6
Cezayir	91,2	2,5
Mısır	49,1	1,3
Nijerya	47,2	1,3
Avustralya	113,5	3,1
Bangladeş	26,6	0,7
Çin	149,2	4,1
Hindistan	28,5	0,8
Endonezya	68	1,8
Malezya	78,4	2,1
Pakistan	34,7	0,9
Tayland	38,7	1,1
Vietnam	9,5	0,3

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, 2018

Tablodan elde edilen verilere göre 2017 yılı Dünya doğal gaz üretiminde bir önceki yıla göre %22,1'lik bir artışla Mısır dikkat çekmektedir. Bir önceki yıla göre üretimde Kazakistan %18,6, Avustralya %18, Romanya &14,2, Brezilya %12,4, Nijerya %11, İran %10,5 artış sağlamıştır. 2017'de bir önceki yıla göre üretimi azalan ülkeler içerisinde %14,6'lık azalma ile Suriye ve %12,6'lık azalma ile Hollanda görülmektedir.

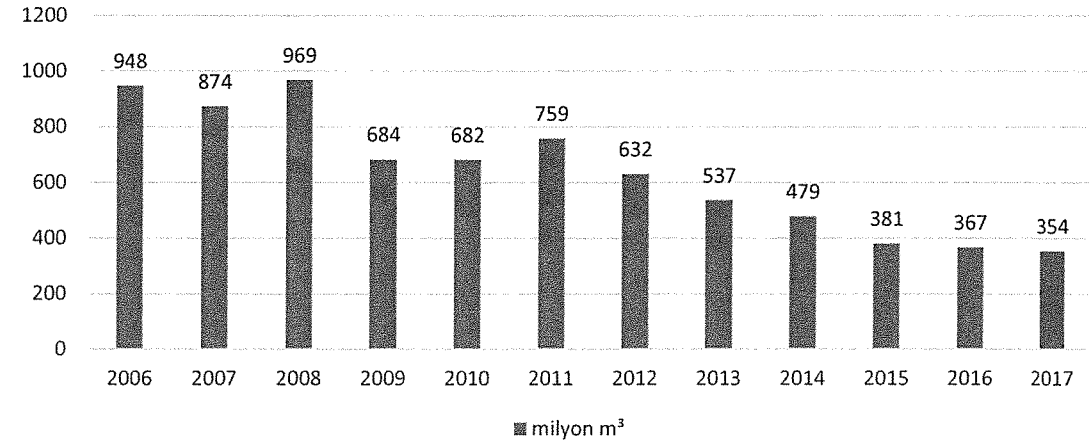
**Grafik 1.3 Türkiye'nin Enerji İhtiyacının Yerli Üretim ile Karşılanması Oranı, 2017**



**Kaynak:** Türkiye Petrolleri, 2018

Grafikteki verileri dikkate aldığımız zaman Türkiye'nin enerji ihtiyacının yerli üretim ile karşılama oranı 2015 yılına göre %1,9 artarak %25,9'a yükselmiştir.

**Grafik 1.4 Türkiye'de Yıllara Göre Doğal Gaz Üretimi, 2018**



**Kaynak:** Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2018

2008 yılında yıllık 969 milyon m<sup>3</sup> doğal gaz üretimi yapılan Türkiye’de o yıldan itibaren azalan yönde bir üretim grafiği çizilmiştir. 2017 yılında Türkiye’de yıllık doğal gaz üretimi 354 milyon m<sup>3</sup>’e kadar gerilemiştir.

### 1.2.3. Dünya Doğal Gaz Tüketimi

Geçtiğimiz yıllara bakıldığında enerji piyasasında doğal gazın daha etkin bir rol aldığı görülmektedir. Küresel doğal gaz piyasasının yapısal açıdan ve organizasyon yönünden olgunlaşması, doğal gazın, tedarik zincirinin iki ucunda bulunan oyuncuları için güvenli bir liman haline gelmesini sağlar. Bu değişimler daha güvenli ve verimli çalışan altyapıların geliştirilmesini teşvik eder, daha esnek ticaret yapabilme olanağı sağlar. Verimliliğin artmasıyla düşen doğal gaz fiyatlarının doğal gaza olan talebi arttıracığı öngörülmektedir. Ayrıca sera gazı salınımının azaltılması ve hava kalitesinin artırılması amacı ile geliştirilen politikalar doğal gaza olan talebi arttırmaktadır (U.S. Energy Information Administration, 2014).

2017 yılında doğal gaz tüketimi bir önceki yıla göre %3 artmıştır. Avrupa’da, Orta Doğu’da, Afrika’da ve Pasifik Asyası’nda dünya ortalamasının üzerinde bir artış yaşanmıştır. En fazla tüketim artışı %6,8’lik oranıyla Afrika kıtasında gerçekleşmiştir. Afrika kıtasında ise Mısır %13,7’lik tüketim artışıyla ilk sırada yer alır. Avrupa kıtasında %21,4’lük artışla Portekiz, %20,9’luk artışla Yunanistan ve %16,6’lık artışla Türkiye dikkat çekmektedir. Orta Doğu’da doğal gaz tüketim artışı en fazla olan ülkeler ise %21,2’lik artışla Irak ve %10,3’lük artışla Katar’dır.

Miktar olarak tüketime bakıldığında 739,5 milyar m<sup>3</sup> ile ABD dünya doğal gaz tüketimi en fazla olan devlettir. ABD’nin ardından Rusya 424,8 milyar m<sup>3</sup> ve 240,4 milyar m<sup>3</sup> doğal gaz tüketimi ile Çin gelmektedir.

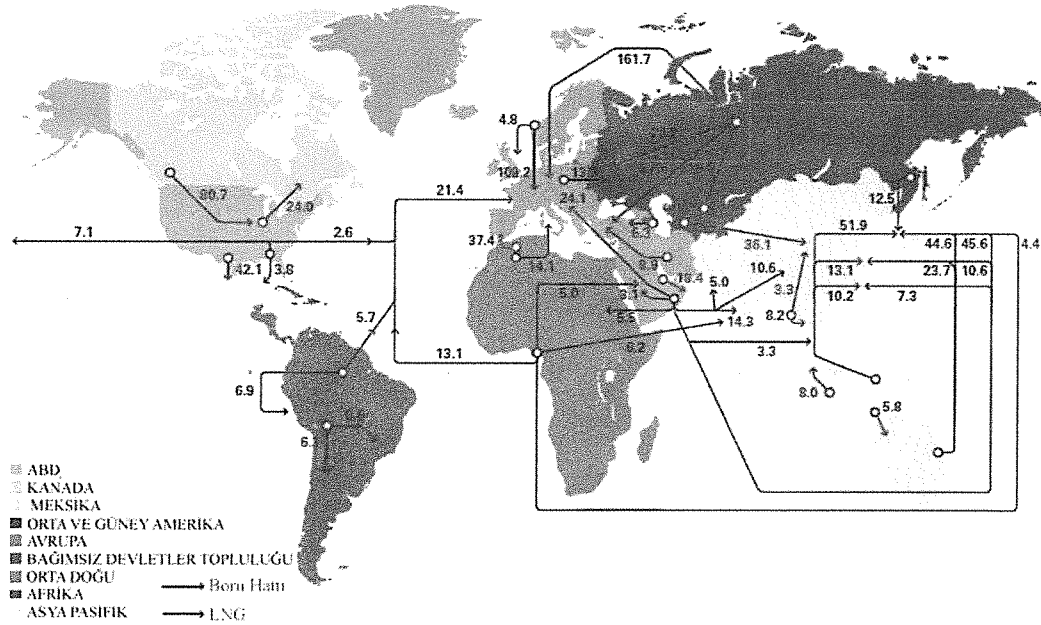
Türkiye’de doğal gaz tüketimi 2007 yılında 33,9 milyar m<sup>3</sup> iken bu rakam 2015 yılında 46 milyar m<sup>3</sup>’e çıkmıştır. 2016 yılında 44,4 milyar m<sup>3</sup>’e düşen doğal gaz tüketimi 2017 yılında %16,6 artarak 57,7 milyar m<sup>3</sup>’e çıkmıştır.

### 1.2.4. Dünya’da ve Türkiye’de Doğal Gaz Ticareti

2017 yılında doğal gaz ticaretinde boru hatlarıyla gerçekleşen doğal gaz ticareti %3,68 artarak 740,7 milyar m<sup>3</sup> olarak, LNG ticareti %10,28 artarak 393,4 milyar m<sup>3</sup> olarak gerçekleşmiştir. Toplam doğal gaz ticareti 1134,1 milyar m<sup>3</sup> olarak gerçekleşen 2017 yılında doğal gaz ticareti bir önceki yıla göre %5,88 büyümüştür.

Boru hatlarıyla 2017 yılında 94,8 milyar m<sup>3</sup> doğal gaz ithal eden Almanya dünya üzerinde boru hatlarıyla ithal edilen doğal gaz ithalatının %12,79'unu gerçekleştirmiştir. Almanya bu ithalatın %51,16'sını Rusya'dan, %27,1'ini Norveç'ten ve %21,3'ünü Hollanda'dan gerçekleştirmiştir. Türkiye boru hatları ile 42,8 milyar m<sup>3</sup> doğal gaz ithal etmiş ve bunun %64,8'ini Rusya'dan, %20,79'unu İran'dan ve %14,71'ini Azerbaycan'dan ithal etmiştir. Boru hatlarıyla en fazla doğal gaz ihraç eden ülke 215,4 milyar m<sup>3</sup> ile Rusya olurken toplam ihracatın %29'unu gerçekleştirmiştir. Rusya'yı 109,2 milyar m<sup>3</sup> ihraç eden Norveç ve 80,7 milyar m<sup>3</sup> ihraç eden Kanada takip etmektedir.

**Şekil 1.1 2017 Yılında Boru Hatları ile Gerçekleşen Doğal Gaz Ticareti**



**Kaynak:** BP Statistical Review of World Energy, 2018

2017 yılında 113,9 milyar m<sup>3</sup> LNG ithal eden Japonya toplam LNG ithalatının %28,95'ini gerçekleştirmiştir. Japonya gerçekleştirdiği LNG ithalatının 30,72'sini Avustralya'dan, %17,73'ünü Malezya'dan ve %12,11'ini Katar'dan ithal etmiştir. Türkiye 2017 yılında 10,9 milyar m<sup>3</sup> LNG ithal ederken bunun %62,38'ini Cezayir ve Nijerya tarafından ithal etmiştir. LNG ihracatında 103,4 milyar m<sup>3</sup> LNG ihracat ile toplam LNG ihracatının %26,28'ini gerçekleştiren Katar ilk sırada yer alır. LNG ihracatının %19,29'luk kısmı ile 75,9 milyar m<sup>3</sup> LNG ihraç eden Avustralya ikinci sırada, %9,17'lik kısmı ile 361 milyar m<sup>3</sup> ihraç eden Malezya üçüncü sırada yer almaktadır.

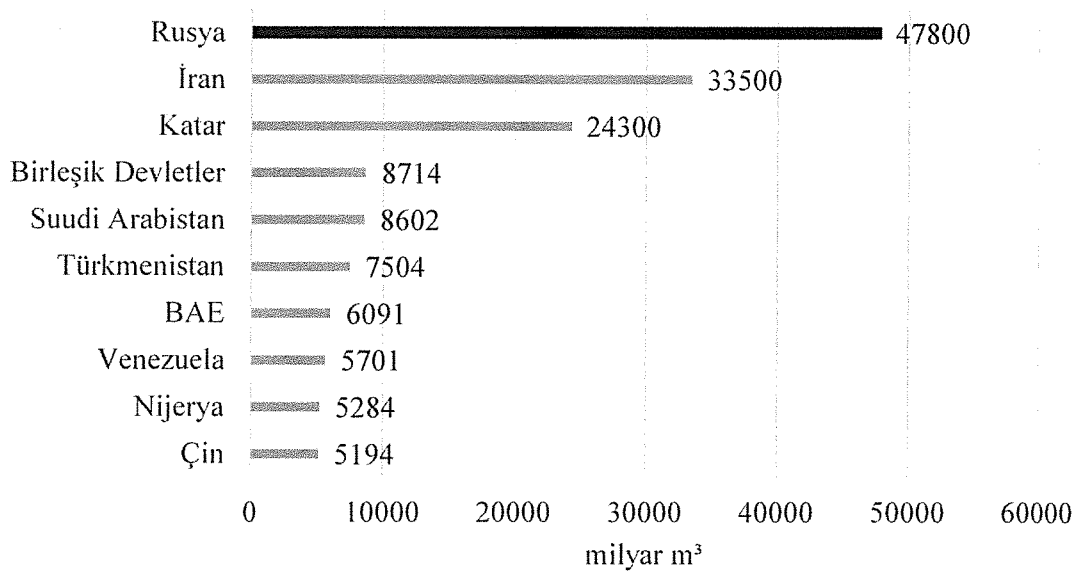
### 1.3. Dünya Doğal Gaz Piyasasındaki Önemli Ülkeler

#### 1.3.1. Rusya

Rusya dünya üzerindeki en büyük doğal gaz rezervlerine sahiptir ve aynı zamanda dünyanın ikinci en büyük kuru doğal gaz üreticisidir (BP, 2018). Devlet tarafından işletilen Gazprom ülkenin doğal gaz sektörüne hakim durumdadır (EIA, 2017).

Oil and Gas Journal'ın verilerine göre 1 Ocak 2017 tarihinde itibaren 1,688 trilyon ft<sup>3</sup> ile Rusya dünya üzerindeki en büyük gaz rezervlerine sahiptir. Rusya'nın sahip olduğu doğal gaz rezervleri yaklaşık olarak dünya üzerindeki tüm rezervlerin çeyreğine denk gelmektedir. Bu rezervlerin bir çoğu, büyük doğal gaz kaynak alanları halinde Batı Sibirya'dadır. Gazprom'un işlettiği en büyük beş işletmeler olan Yamburg, Urengoy, Medvezhye, Zapolyarnoye ve Bovanenkovo Batı Sibirya'nın Yamal-Nenets bölgesinde bulunur. Bu kaynaklardan elde edilen doğal gaz ise ülkenin ürettiği toplam doğal gazın üçte birine denk gelmektedir.

**Grafik 1.5 1 Ocak 2017 İtibarıyla Kesinliği Kanıtlanmış Doğal Gaz Rezervleri**



**Kaynak:** The World Factbook, 2017

Devlet tarafından işletilen Gazprom Rusya Doğal Gaz Sektörünü domine etmektedir ve 2016 yılında Rusya'da üretilen doğal gazın üçte ikisini üretmiştir. Büyük petrol üreticilerinin

yanında diğer bağımsız petrol üreticileri önem kazandığında, arama ve üretme sektöründe fırsatlar oldukça sınırlıydı. Ayrıca Gazprom'un arama ve üretme pozisyonundaki baskınlığı boru hatlarında monopol olması ile desteklenmiştir (EIA, 2017).

**Tablo 1.4 Rusya'nın Şirketlere Göre Doğal Gaz Üretimi, 2016**

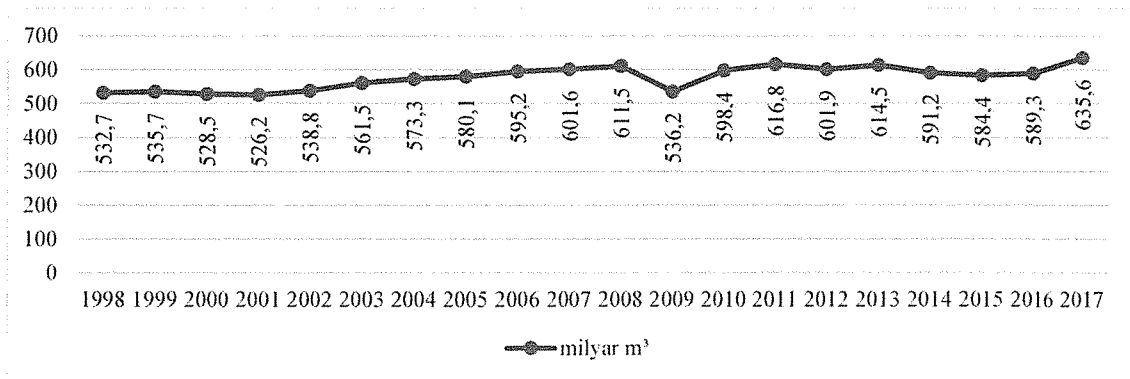
Şirket	tcm (trillion cubic meter)
Gazprom	0,41908
Novatek	0,06796
Rosneft	0,06796
Lukoil	0,01982
Surgutneftegaz	0,00849
PSA İşletmeleri	0,02831
Diğer	0,02831
<b>Toplam</b>	<b>0,63993</b>

**Kaynak:** U.S. Energy Information Administration Country Analysis Brief: Russia, 2016

Petrol sektöründe de olduğu gibi bazı bakanlıklar ve düzenleyici kuruluşlar Rusya'nın Doğal Gaz Sektörüne müdahil durumdadır. Çevre ve Doğal Kaynaklar Bakanlığı maden alanları lisanslarını, çevre ihlallerine yönelik harçları ve cezaları düzenler. Bu bakanlık aynı zamanda genel enerji politikasını geliştirir, uygular ve LNG ihracatını denetler (International Energy Agency, 2014).

Federal Anti Monopolleşme Servisi söz konusu doğal gaz sektöründe ana düzenleyici konumundadır. Bu servis boru hattı tarifelerini, pazarın kötüye kullanımını cezalarını ve üçüncü parti boru hattı ile ilgili erişim ücretlerini düzenler (EIA, 2017).

**Grafik 1.6 Rusya'nın Yıllara Göre Doğal Gaz Üretim Miktarları (milyar m<sup>3</sup>)**



**Kaynak:** Statista, 2018

2016 yılında Rusya, 26.5 tcf üreten ABD'den sonra yaklaşık 21 tcf ile dünyanın ikinci büyük kuru doğal gaz üreticisi olmuştur. EIA'ya göre Rusya'nın biraz daha fazla ürettiğini tahmin eden Eastern Bloc Energy'ye göre çoğu ülkenin üretimi Batı Sibirya'nın Yamal-Nenets bölgesinden gelen kaynaklardan oluştuğunu belirtiyor (Eastern Bloc Research, 2017).

**Tablo 1.5 Rusya'nın Bölgelere Göre Doğal Gaz Üretimi, 2016**

Bölge	TCF
<b>BATI SİBİRYA</b>	<b>19,3</b>
<b>YAMAL-NENETS</b>	17,9
<b>KHANTY-MANSİİSK</b>	1,2
<b>TOMSK</b>	0,2
<b>DOĞU SİBİRYA VE UZAK DOĞU</b>	<b>1,7</b>
<b>SAKHALİN</b>	1,0
<b>KRASNOYARSK</b>	0,5
<b>İRKUTSK</b>	0,1
<b>YAKUTİA</b>	0,1
<b>URALLAR-VOLGA</b>	<b>1,1</b>
<b>ORENBURG</b>	0,7
<b>ASTRAKHAN</b>	0,4
<b>KOMI CUMHURİYETİ</b>	<b>0,1</b>
<b>DİĞER</b>	<b>0,4</b>
<b>TOPLAM</b>	<b>22,6</b>

**Kaynak:** Eastern Bloc Research, 2017

Gazprom'un 2017 yılındaki bir çalışmasına göre Yamal-Nenets bölgesi Rusya'nın doğal gaz üretimi tarihindeki en üretken üç alanına ev sahipliği yapar. Gazprom'a ait olan bu tesisler Yamburg, Urengoy ve Medvezhye'dir. Bu üç üretim alanı 30 yılı aşkın bir süredir işletiliyor ve son zamanlarda üretiminde iniş çıkışlar yaşamıştır. Ancak buna rağmen hâla büyük miktarda yıllık üretimler ve geriye kalan büyük rezervleri vardır. Gazprom'un bu bölgede iki ayrı büyük işletmesi daha vardır. Bunlardan biri Zapolyaroye 2001 yılında üretime başlamış ve 2013 yılında 4,6 tcf olan yıllık üretim kapasitesine ulaşmıştır. Zapolyaroye 10 yıl boyunca tam kapasite çalışması beklenmiştir. Ancak kapasitesini 2016 yılında 2,7 tcf'ye düşürmüştür (EIA, 2018). Bir diğer üretim alanı olan Bovanenkovo üretime başladığı 2012 yılından beri büyümesini sürdürmüş ve 2016 yılında 2,4 tcf kapasitesine ulaşmıştır. Gazprom, Nordstream 2 adlı boru hattının faaliyete geçmesinin ardından 2019 yılında bu tesisin 4,1 tcf yıllık kapasiteye ulaşmasını beklemektedir (Gazprom, 2017).

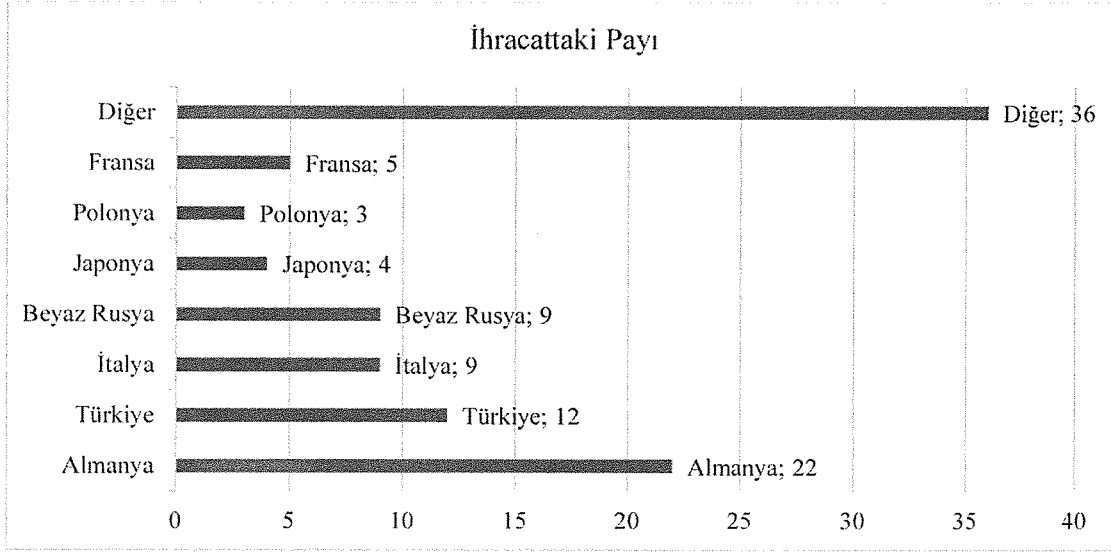
Gazprom ve diğer üreticiler Doğu Sibirya ve Sakhalin Adası gibi yeni bölgelerde gittikçe büyüyen yatırımlar yapmaktadır. Ayrıca Gazprom, iki büyük üretim alanını; Doğu Sibirya'da Yakutsk bölgesinde yer alan Chayadinskoye ve Irkustk'ta yer alan Kovytko tesislerini geliştirmeyi sürdürüyor. Bu iki üretim bölgesi de Power of Siberia adlı boru hattına bağlanacak, Doğu Rusya ve Çin'e hizmet verecektir. Buna ilaveten, Sakhalin 1 projesindeki ortaklar olan Rosneft ve ExxonMobil, doğal gaz rezervlerinde gelir elde etmek için yeni yollar arıyor. Bu yollar arasında yeni bir LNG ihraç tesisi kurmak ya da Gazprom'un Sakhalin LNG Terminaliyle veya planlanacak olan yeni boru hatları ile Gazprom'a ihraç edilmek üzere doğal gaz satmak vardır (EIA, 2017).

2016 yılında Rusya'nın 7,5 tcf olan doğal gaz ihracatının %90'lık büyük bir bölümü boru hatları ile Avrupa'nın Almanya, Türkiye, İtalya, Beyaz Rusya ve Birleşik Krallık ülkelerine ihraç edilmiştir. Geriye kalan kısmın büyük bir çoğunluğu da Asya'ya LNG olarak ihraç edilmiştir (BP, 2018). 2013 yılında Ukrayna 0,8 tcf'lik doğal gaz ithalatı ile Rusya'nın doğal gaz ihraç ettiği en büyük üçüncü ülkeydi. 2016 yılında 0,4 tcf ithal eden Ukrayna, Rusya ile arasındaki fiyatlandırma, ödeme anlaşmazlıkları ve gerginlikten dolayı doğal gaz ithalatının neredeyse hiçbir kısmını Rusya'dan yapmamıştır. Bu durumda Ukrayna Rusya'dan ithal ettiği miktarı azaltmış ve ithalatını batılı komşularından yapmıştır (NaftoGaz, 2018). Ukrayna, Rusya'nın boru hatlarıyla Batı Avrupa'ya doğal gaz ihraç etmesinde transit ülke konumundadır. Bu durumda Ukrayna'nın batılı komşularından ithal ettiği doğal gazın menşei Rusya'dır.

2015 yılında Rusya'nın doğal gaz ihracatından elde ettiği gelir, Rusya'nın ihracattan elde ettiği tüm gelirler toplamının %13'üne denk gelmektedir (EIA, 2017). Avrupa doğal gaz ithalatında Rusya'ya bağımlıdır. 2015 ve 2016 yıllarında OECD Avrupa ülkelerinde tüketilen toplam doğal gazın yaklaşık üçte biri Rusya'dan ithal edilen doğal gaz ile karşılanmaktadır (BP, 2017). Ek olarak Finlandiya, Baltık Ülkeleri ve birçok Doğu Avrupa ülkesi doğal gaz ihtiyacını Rusya'dan karşılamaktadır.

2000'li yılların ortalarından itibaren OECD Avrupa ülkelerinin doğal gaz tüketimi azalan bir çizgide hareket etmiştir ve bu durum Rusya'nın Asya pazarına LNG ile yönelmesine sevk etmiştir. ABD'nin ve AB'nin 2014 yılında Rusya'ya karşı uygulamış olduğu yaptırımlar Rusya'nın doğuyla olan işbirliğini hızlandırmış ve Çin ile yıllık 2,4 tcf'lik ihracatı bulabilecek olan iki ayrı boru hattı için anlaşma imzalamıştır (EIA, 2017).



**Grafik 1.7 Rusya'nın 2016 yılı Ünelere G6re Doğal Gaz İhracatı Y6zdeleri**

Kaynak: Statista, 2018

### 1.3.2. İnan

Devletin sahip olduğu National Iranian Oil Company t6m petrol6n, doğal gazın; arama ve 6retme faaliyetlerinden ve t6m projelerden sorumludur. İnan anayasası doğal kaynaklarını, yabancı veya 6zel sahipliği yasaklayarak koruma altına almıştır. Ancak İnan Petrol S6zleşmesi ile yabancı şirketler de araştırma ve geliştirme aşamalarına katılabiliyor. Bu petrol ve doğal gaz için tamamen yeni bir mali rejimdir (EIA, 2018).

2001 yılında kurulan Y6ksek Enerji Konseyine İnan devlet başkanı başkanlık eder ve enerji sekt6r6n6 y6netir. Konsey petrolden, ekonomiden, ticaretten, tarımdan, madencilikten, end6striden sorumlu bakanlardan oluşur. Petrol Bakanlığı'nın g6zetimi altında devletin sahip olduğu şirketler ile İnan'ın petrokimya end6strisi birlikte petrol ve doğal gaz sekt6r6n6n her aşamasına hakimdir. Ana devlet işletmeleri National Iranian Oil Company, National Iranian Gas Company, National Oil Refining and Distribution Company ve National Petrochemical Company'dir (EIA,2018).

İnan, Rusya'dan sonra d6nyanın en b6y6k ikinci doğal gaz rezervlerine sahiptir. İnan kanıtlanmış doğal gaz rezervlerinin %17'sine sahiptir. İnan'ın en b6y6k doğal gaz rezervi G6ney Pars sahasıdır ve İnan doğal gazının %40'ına sahip olduğu tahmin edilmektedir. (EIA, 2017).

İnan'ın Rusya'dan sonra ikinci sırada kesinleşmiş tahmini 1,191 tcf doğal gaz rezervi vardı. Bu d6nyanın doğal gaz rezervinin %17'sine, OPEC 6lkelerinin de 6te birinden fazlasına

denk gelmektedir (Oil & Gas Journal, 2017). İran'ın doğal gaz aramasında %79 gibi yüksek bir başarı oranı vardır. Facts Global Energy verilerine göre dünya ortalaması %30 ila %35 arasındadır. İran için yeni rezervler bulmak öncelikleri arasında değildir. Çünkü hâlâ büyük miktarlarda doğal gaz içerdiği bilinen geliştirilmemiş rezervlere sahiptir.

İran'ın 2017 yılında ithal ettiği tüm doğal gaz Türkmenistan'dan gelmekte ve ihracatının %71,2'si ise Türkiye'ye gitmektedir. İran'ın sıvılaştırılmış doğal gaz ithal ya da ihraç etmesi için gerekli alt yapıya sahip değildir (BP, 2018; EIA, 2018).

İran boru hatlarıyla beraber dünya doğal gaz ticaretinin yalnızca %1'ini karşılamaktadır ve henüz büyük bir ihracatçı konumunda değildir. 2017 yılında boru hatları vasıtası ile 450 bcf doğal gaz ihraç eden İran 170 bcf doğal gaz ithal etmiştir. İran'ın doğal gaz ithalatı konut ısıtmasına bağlı olarak özellikle kış aylarında zirveye ulaşmaktadır. İran'ın doğal gaz sıvılaştırma tesisi kurma arzusu 1970'li yıllara dayanır. Buna rağmen hâlâ bir tesisi yoktur. Geçtiğimiz yıllarda tesis kurulumuna başlayan NIOC'un birçok çalışması durdu. Teknoloji ve yabancı sermayedeki yetersizlik, on yıllar öncesine dayanan yaptırımlar, bütçe teminini ve teknoloji alımını imkansız hale getirmektedir. Büyük bir LNG tesis inşasının imkansızlığı İran'ın stratejisinin değişmesine sebep olmuştur. İran şu anki süreçte yıllık 2 milyon ton sıvılaştırma kapasitesine sahip olacak olan Kangan LNG Projesi ve Carribbean Floating LNG terminali kapsamında küçük ve orta büyüklükte LNG tesisleri inşa etmeye yönelmiştir. Caribbean FLNG'nin satın alınması Birleşik Devletlerin yaptırımındandır (EIA, 2018).

İran doğal gaz ihracatını boru hatları vasıtasıyla Türkiye, Ermenistan, Azerbaycan ve Irak'a yapmakta ve ithalatını Türkmenistan'dan gerçekleştirmektedir. Günlük toplam ihracatı ortalama 1,2 bcf'tir ve bunun yaklaşık %73'ü Türkiye'ye yapılmaktadır. İran'ın 2017 yılında Ermenistan'a olan ihracatı günlük ortalama 36 MMcf olarak gerçekleşmiştir. İran ve Ermenistan arasında doğal gaz ve elektrik enerjisinin ticaretini konu alan 20 yıl vadeli takas sözleşmesi vardır (Facts Global Energy, 2017).

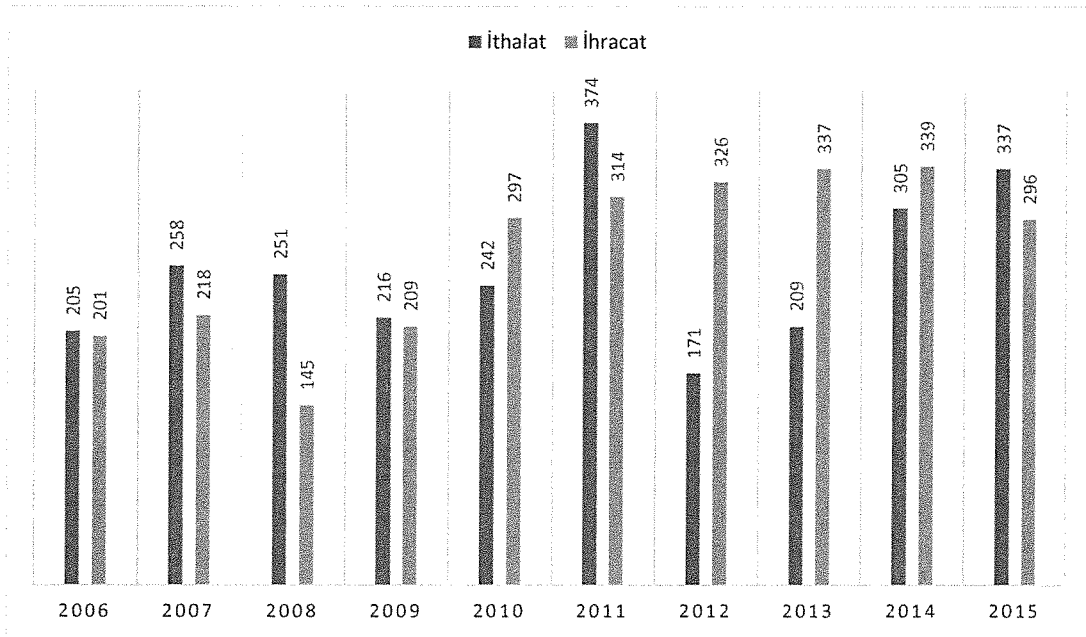
İran 2017 yılının Haziran ayında Bağdat yakınlarındaki Al-Besmaya, Al-Quds, Al-Mansuriyah ve Al-Sadr doğal gaz kombine çevirim santrallerine gitmek üzere Irak'a doğal gaz ihracatına başlamıştır. 2017 yılında Irak'a yapılan ihracat günlük ortalama 132 MMcf olarak gerçekleşmiştir. Ancak bu miktarın yeni tesislerin işler hale gelmesiyle birlikte artması bekleniyor. Bağdat'taki doğal gaz çevirim santrallerine gerçekleşen bu ihracatın yanı sıra 2018 yılının sonlarına doğru Basra Körfezi'ne de ihracat yapılması beklenmektedir (EIA,2018).

Türkmenistan'dan doğal gaz ithalatı yerel altyapıdaki yetersizliklerden kaynaklanan eksikleri karşılamak üzere 1997 yılında başlamıştır. Türkmenistan'ın doğal gazı özellikle kış aylarında bu kritik boşluğu yıllarca doldurmuştur. İran'ın doğal gaz ithalatı 2015 yılında günlük

0.9 bcf miktarına gerilemiş ve o zamanda bu yana da günlük 0,5 bcf miktarına kadar düşmüştür. Bu azalmanın sebebi İran ve Türkmenistan arasındaki sözleşmeden doğan anlaşmazlıklardır. Bu anlaşmazlıklar kimi zaman ticaretin tamamen durmasına sebep olmuştur. 2017 yılının Ocak ayında Türkmenistan İran'a gaz akışını ödeme yapılmamasından dolayı durdurmuştur. Buna karşılık İran Türkmenistan doğal gazına olan ihtiyacı düşürmek için Damghan ve kuzeyde yer alan Neka şehirleri arasına boru hattı döşemiştir (EIA, 2018).

İran geçmişte Azerbaycan'dan da doğal gaz ithal etmiştir ancak 2016 yılının Ekim ayında bu ithalat son bulmuştur. İran ve Azerbaycan arasında doğal gaz takas anlaşması vardı. Bu anlaşmaya göre İran Nahcivan'a bölgesine gaz ihraç etmiş ve karşılığında da Astara Boru hattı vasıtasıyla Azerbaycan'dan doğal gaz ithal etmiştir (EIA, 2018).

**Grafik 1.8 İran'ın Doğal Gaz İthalat ve İhracatı (bcf)**



Kaynak: EIA, 2017

### 1.3.3. Katar

Katar 2017 yılında 103.4 milyar m<sup>3</sup> LNG ihracatıyla Dünya üzerindeki en büyük LNG ihracatçısı konumundadır (BP, 2018). Katar hükümetinin gelirlerinin büyük bir kısmı da LNG, ham petrol ve petrol ürünlerinden gelmektedir (EIA, 2015).

Katar komşu ülkelerinde de olduğu gibi ekonomisini güçlendirmek için enerji sektörüne güvenir. Qatar National Bank verilerine göre 2014 yılında ülkenin hidrokarbon sektöründen elde ettiği gelir toplam gelirin %49'una denk gelmektedir. U.S. Energy Information

Administration'a göre 2014 yılı için petrol ürünleri ihracatından elde edilen gelirin ise 38 milyar Amerikan Doları olduğu tahmin edilmektedir (EIA, 2015).

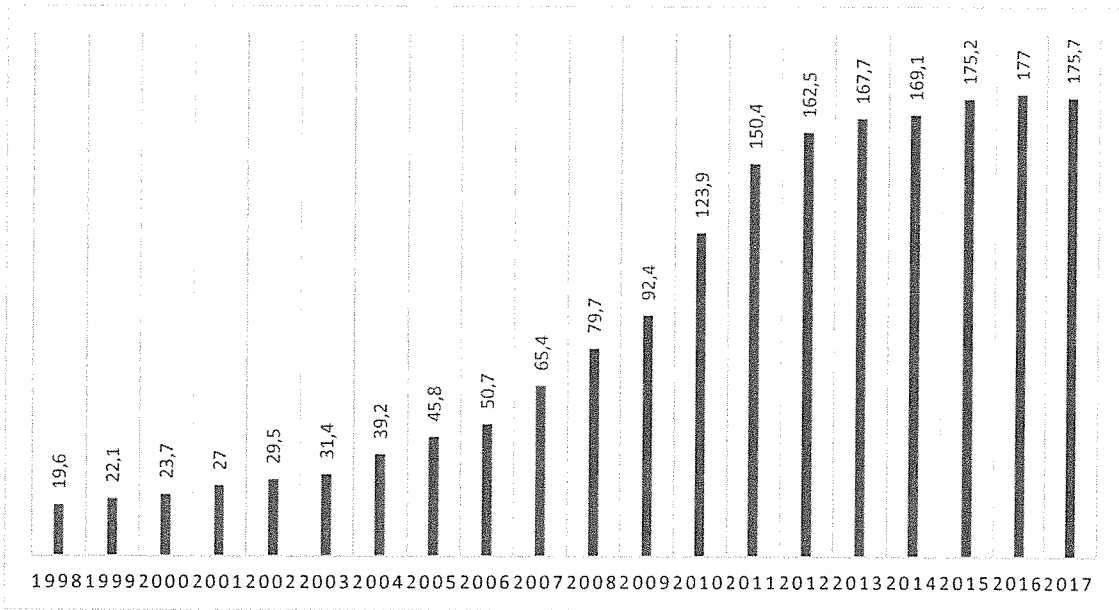
Petrol ve doğal gaz sektörünün tüm faaliyetleri devlet işletmesi olan Qatar Petroleum'un kontrolü altındadır. Petrol, doğal gaz, LNG, GTL, rafine ürünler ve petrokimyasalların; arama, üretim, dağıtım, depolama, pazarlama ve satışı gibi faaliyetler bu kapsam dahilindedir (EIA, 2015).

Katar doğal gaz sektöründeki gelişmelerini, LNG ihracatına ve doğal gazı hammadde olarak kullanan üretim sonrası faaliyetleri gerçekleştiren endüstrilere entegre şekilde büyük çaplı projeler şeklinde yapar. Bu projelere uluslararası petrol şirketleri olan ExxonMobil, Shell ve Total gibi uzman şirketler tarafından yatırım yapılmaktadır. Dört büyük LNG girişimini yürüten Qatargas ve üç büyük LNG girişimini yürüten RasGas Katar'ın LNG sektörünün liderleridir. Tüm bu girişimlerde bireysel mülkiyet vardır ve QP bunların en az %65'ine sahiptir (EIA, 2015).

Qatargas konsorsiyumuna QP, Total, ExxonMobil, Mitsui, Marubeni, ConocoPhillips ve Shell dahildir. RasGas'ın %70'i QP'ye ve %30'u ExxonMobil'e aittir (EIA, 2015).

Katar'ın doğal gaz üretiminin neredeyse tamamı Kuzey Bölgesi'nden gelir. 2017 yılında Katar'da doğal gaz üretimi %0,73 azalarak 175,7 milyar m<sup>3</sup>'e gerilemiştir ve doğal gaz üretiminde son 20 yılın verilerine göre ilk kez bir küçülme gerçekleşmiştir.

**Grafik 1.9 Yıllara göre Katar'ın doğal gaz üretimi (milyar m<sup>3</sup>)**



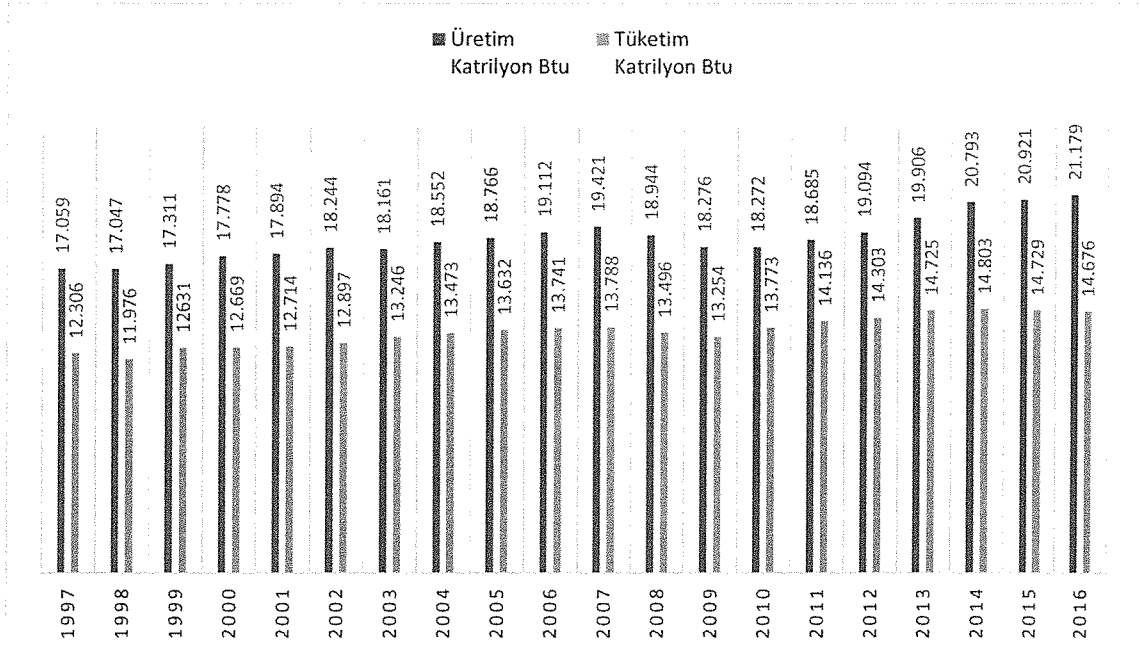
Kaynak Statista, 2018

### 1.3.4. Kanada

Kanada dünyanın en büyük doğal gaz üreticilerindendir ve Birleşik Devletlerin en büyük ithalat kaynağıdır. Dünya üzerinde kanıtlanmış doğal gaz rezervlerinin küçük bir kısmına sahip olmasına rağmen dünya üzerindeki en büyük üreticilerden ve ihracatçılarındandır. Rusya, Katar ve Norveç'in ardından dördüncü en büyük doğal gaz ihracatçısı ülkedir. Şu anda ihracatı boru hatlarıyla gerçekleştirirse de LNG ihracatı da yapmayı planlamaktadır. (EIA, 2015) Kanada dünya üzerinde kanıtlanmış doğal gaz rezervlerinin %1'ine sahip olsa da dünya doğal gaz üretiminin %5'ini gerçekleştirerek dünya üretiminde dördüncü sırada yer almıştır. Ayrıca dünya ihracatının da %7'sini gerçekleştirerek dünya doğal gaz ihracatı sıralamasında 5. sırada yer almıştır. (NRCAN, 2017)

EIA'nın verilerine göre Kanada'nın kanıtlanmış doğal gaz rezervleri 67 trilyon tcf'dir. WSCB'de Kanada'nın birçok doğal gaz kaynağı geleneksel kaynaklardır. Diğer bölgelerde doğal gaz rezervlerinin birçoğu deniz üstü kaynaklardır. Bu bölgeler New Foundland, Nova Scotia, Arktik Bölge ve okyanus kıyılarıdır. WSCB'ye bağlı geleneksel olmayan doğal gaz kaynakları genelde kömür yataklı metan halde bulunur. Kanada'nın kanıtlanmış üretilebilir 573 tcf'lik kaya gazı da mevcuttur.

**Grafik 1.10 Kanada'nın Yıllara Göre Doğal Gaz Üretim ve Tüketimi**



Kaynak: EIA, 2018

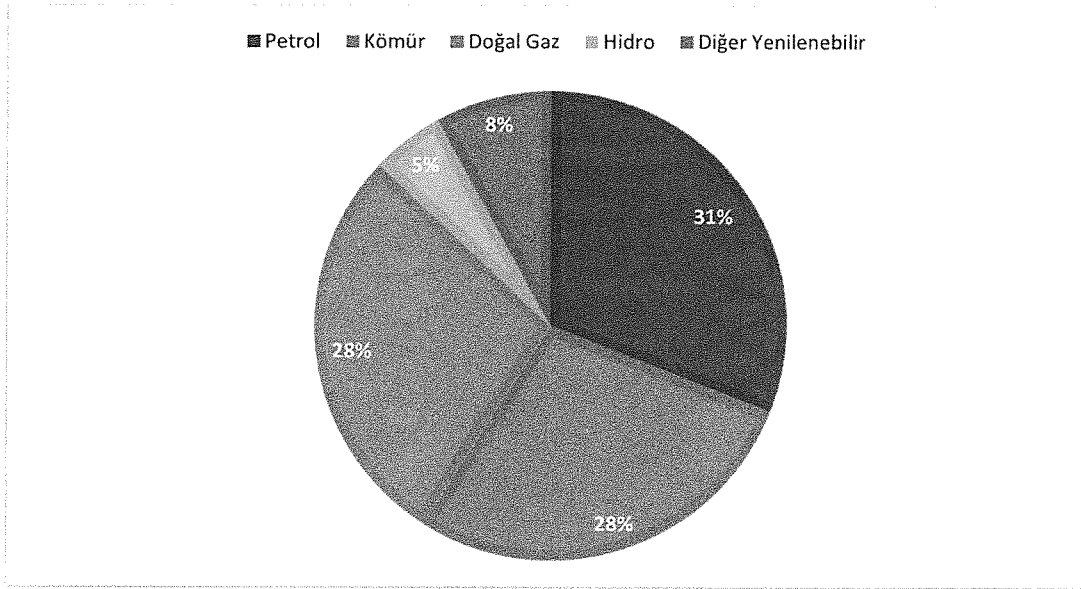
Kanada'nın doğal gaz üretimi 1997'den bu yana 2007 yılına kadar büyümüş ve 2010 yılına kadar sürecek olan bir daralmaya girmiştir. Ardından tekrar canlanan üretim artarak 2017 yılında 184 milyar m<sup>3</sup>'lük üretim yapılmıştır (CEIC, 2018). Kanada'nın üretiminin büyük bir kısmı WSCB bölgesinde gerçekleşir. Alberta 2014 yılında Kanada'nın toplam üretiminin üçte ikisini tek başına üretmiştir (NEB, 2018). Kalan üçte birlik bir kısım ise British Columbia'da üretilir. WSCB'de üretilen doğal gaz, üretim miktarı hızla artan kaya gazı, kum gazı ve kömür yataklı metan gazından elde edilecektir. Kaya gazı üretimi Batı Kanada'da Doğu Kanada'ya göre daha gelişmiştir. Doğu Kanada'da kaya gazı üretimi daha başlangıç aşamasındadır (EIA, 2015).

### 1.3.5. Türkiye

Türkiye konumu itibariyle zengin fosil kaynaklara sahip ülkeler ile enerji ihtiyacı yüksek olan ülkeler arasında yer almaktadır. Bu durumu da enerjinin taşınması için Türkiye'nin stratejik önemini arttırmaktadır.

Türkiye'nin ilk doğal gaz kaynağı 1970 yılında Kırklareli'nde keşfedilmiştir. 1974 yılına gelindiğinde Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) tarafından Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi (BOTAS) kurulmuştur. Mardin'de Türkiye'nin ikinci doğal gaz kaynağı 1975 yılında keşfedilmiştir. Doğal gaz ile elektrik enerjisi üretimine 1985 yılında Hamitabat Doğal Gaz Çevrim Santrali'nde başlanmıştır. 1986 yılına kadar Türkiye'nin gerçekleştirmiş olduğu doğal gaz tüketimi yerli üretim ile karşılanmıştır. 1984 yılında Türkiye ile Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği (SSCB) arasında doğal gaz sevkiyatı anlaşması yapılmıştır. Ardından 1986 yılında taraflar arasında doğal gaz alım satım anlaşması imzalanmıştır. 1988 yılına gelindiğinde doğal gazın ilk kez şehir içi evlerde ve ticari olarak kullanımı Ankara'da gerçekleşmiştir. 1989 yılında Ambarlı'da doğal gaz ile elektrik enerjisi üretimine başlanmıştır. Tüm bu gelişmelerle birlikte kaynak çeşitlemesi amacıyla Nijerya ve Cezayir ile LNG anlaşmaları, komşu ülkelerle de boru gazı anlaşmaları gerçekleştirilmiştir (Yardımcı, 2011).

Türkiye geçtiğimiz yıllarda enerji talebi en fazla artan ülkelerdendir. Ancak Türkiye'nin kendi imkanları şu an için talebini karşılamamakta ve bundan dolayı enerji ithalatı gerçekleştirmek durumundadır. Türkiye'nin 2016 yılında 136,2 milyon ton petrol eşdeğeri birincil enerji talebi gerçekleşmiştir. Bu birincil enerji talebinin %31'i petrol ile karşılanırken, %28'erlik kısımları ise doğal gaz ve kömür ile karşılanmıştır. (Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, 2018).

**Grafik 1.11 Türkiye'nin Birincil Enerji Talebi**

**Kaynak:** Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı, 2018

Türkiye dünya üzerinde birincil enerji tüketiminde 19. Sırada yer almaktadır ve aşağıdaki tabloda bazı ülkelerin birincil enerji tüketimleri gösterilmiştir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2018).

**Tablo 1.6 Bazı Ülkelerin Birincil Enerji Tüketimleri, 1 Ocak 2017 İtibariyle**

Ülke	Milyon TEP	Toplamdaki Payı %	Dünya Sırası
Çin	3014,00	22,9	1
ABD	2280,60	17,3	2
Hindistan	700,50	5,3	3
Rusya	666,80	5,1	4
Japonya	448,50	3,4	5
Kanada	329,90	2,5	6
Almanya	320,60	2,4	7
Brezilya	292,80	2,2	8
Güney Kore	276,90	2,1	9
İran	267,20	2,0	10
Türkiye	126,90	1,0	19

**Kaynak:** T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2017

Türkiye doğal gaz talebini karşılamakta çok az kaynaklara sahiptir ve 2017 yılında 51,7 milyar m<sup>3</sup>'lük tüketime karşılık 364,3 milyon m<sup>3</sup>'lük yerli üretim gerçekleştirmiştir. Bu üretim miktarı tüketimin yalnızca %0,7'lik bir kısmını karşılayabilmektedir. 2017 yılında toptan satış

lisansına sahip 10 üretici doğal gaz üretimi yapmış ve satışını gerçekleştirmiştir. Yurt içinde üretilip satışa sunulan bu doğal gaz miktarı bir önceki yılda üretilip satışa sunulan doğal gaz miktarına göre %3,58 azalmıştır (EPDK, 2017).

Türkiye'nin 2017 yılı kanıtlanmış doğal gaz rezerv miktarı 4,8 milyar m<sup>3</sup>'tür. Yeni rezervlerin keşfedilmediği ve bugünkü üretim miktarı dikkatte alındığında Türkiye'nin 13,5 yıllık doğal gaz rezervi kalmıştır (BP, 2018). Artan enerji talebini yurtiçi imkanlarla karşılanması yönünde yeterince araştırılmamış bölgelerde özellikle Karadeniz ve Akdeniz'de araştırma çalışmaları yoğunlaşmıştır.

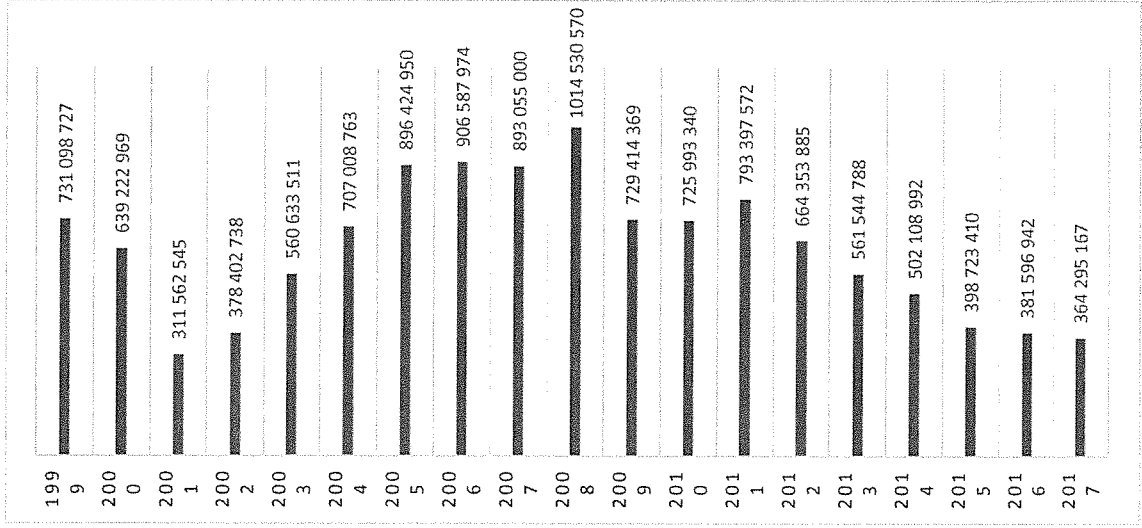
Dünya doğal gaz piyasasını yeniden şekillendiren geleneksel olmayan doğal gaz kaynaklarının Türkiye'de araştırılmasına yönelik faaliyetlere Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ve Trakya Bölgesi'nde devam edilmektedir (TPAO, 2018).

**Tablo 1.7 Türkiye'de Doğal Gaz Şirketlerinin Aylara Göre Üretim Miktarları, 2017**

	TPAO	THRACE BASIN	AMITY OIL	CORPORATE RESOURCES	PARK PLACE	FOINA VON ENERGY	PARK PLACE LIMITED	MARSA TURKEY	PETROGAS	TRANSATLANTIC EXPLORATION	TOPLAM
<b>Ocak</b>	24,44	5,05	0,65	1,41	0,65	0,30	0,24	0,00	0,02	0,00	<b>32,76</b>
<b>Şubat</b>	20,84	4,85	0,75	1,14	0,58	0,26	0,22	0,00	0,01	0,00	<b>28,65</b>
<b>Mart</b>	23,17	5,91	0,80	0,90	0,57	0,26	0,21	0,00	0,02	0,00	<b>31,84</b>
<b>Nisan</b>	23,42	5,05	0,72	0,54	0,82	0,38	0,31	0,00	0,02	0,00	<b>31,26</b>
<b>Mayıs</b>	22,26	5,57	0,73	0,55	0,63	0,29	0,23	0,00	0,02	0,00	<b>30,28</b>
<b>Haziran</b>	20,04	5,11	0,65	0,51	0,37	0,17	0,14	0,00	0,01	0,00	<b>27,00</b>
<b>Temmuz</b>	20,95	5,90	0,60	0,58	0,48	0,22	0,18	0,00	0,01	0,00	<b>28,92</b>
<b>Ağustos</b>	21,00	6,31	0,60	0,35	0,49	0,23	0,18	0,00	0,01	0,00	<b>29,17</b>
<b>Eylül</b>	19,76	5,99	0,62	0,26	0,44	0,20	0,16	0,00	0,01	0,00	<b>27,44</b>
<b>Ekim</b>	20,58	6,82	0,68	0,35	0,36	0,17	0,14	0,00	0,01	0,00	<b>29,11</b>
<b>Kasım</b>	19,94	6,26	0,74	0,46	0,33	0,15	0,12	0,00	0,01	0,00	<b>28,01</b>
<b>Aralık</b>	21,10	5,59	0,72	0,24	0,31	0,14	0,11	1,48	0,02	0,00	<b>29,71</b>
<b>Toplam</b>	<b>257,50</b>	<b>68,41</b>	<b>8,26</b>	<b>7,29</b>	<b>6,03</b>	<b>2,77</b>	<b>2,24</b>	<b>1,48</b>	<b>0,17</b>	<b>0,00</b>	<b>354,15</b>

Kaynak: EPDK, 2018



**Grafik 1.12 Türkiye'nin Yıllara Göre Doğal Gaz Üretimi (m<sup>3</sup>)**

Kaynak: PİGM, 2018

Yurtiçindeki doğal gaz üretiminin ve rezervlerinin yurtiçi arzının çok altında kalmasından dolayı Türkiye doğal gaz ithal etmek durumundadır. Doğal gaz ithalatı boru hatlarıyla ve LNG olarak iki şekilde gerçekleşmektedir. Aşağıdaki tabloda Türkiye'nin 2002 yılından 2016 yılına kadar yapmış olduğu doğal gaz ithalat miktarları ve hangi ülkeden yaptıkları gösterilmiştir.

**Tablo 1.8 2002 yılından 2016 Yılına Kadar Türkiye'nin Doğal Gaz İthal Ettiği Ülkeler ve Miktarları (milyon m<sup>3</sup>)**

	Rusya	İran	Azerbaycan	Cezayir	Nijerya	Spot LNG	Toplam
2002	11.574	660	0	3.722	1.139	0	17.095
2003	12.460	3.461	0	3.795	1.107	0	20.823
2004	14.102	3.498	0	3.182	1.016	0	21.798
2005	17.524	4.248	0	3.786	1.013	0	26.571
2006	19.316	5.594	0	4.132	1.100	79	30.221
2007	22.762	6.054	1.258	4.205	1.396	167	35.842
2008	23.159	4.113	4.580	4.148	1.017	333	37.350
2009	19.473	5.252	4.960	4.487	903	781	35.856
2010	17.576	7.765	4.521	3.906	1.189	3.079	38.036
2011	25.406	8.190	3.806	4.156	1.248	1.069	43.875
2012	26.491	8.215	3.354	4.076	1.322	2.464	45.922
2013	26.212	8.730	4.245	3.917	1.274	892	45.270
2014	26.975	8.933	6.074	4.179	1.414	1.598	49.173
2015	26.783	7.826	6.169	3.916	1.240	2.493	48.427
2016	24.740	7.705	6.480	4.193	1.120	1.962	46.200

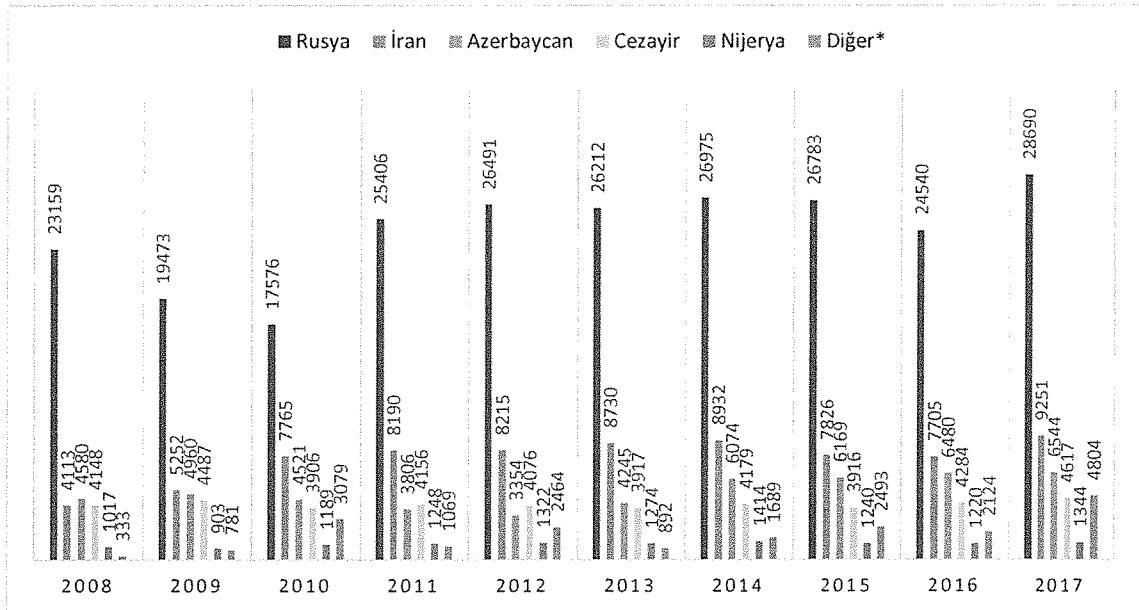
Kaynak: ETKB, 2017

Türkiye boru hatlarıyla doğal gaz ithalatına 1986 yılında 6 milyar m<sup>3</sup>'lük anlaşmayla ilk kez Rusya'dan ithal etmiştir. Artan talebi karşılayabilmek için Mavi Akım Hattı ile İran ve Rusya'dan doğal gaz ita-hal edilmeye devam edilmiştir. 2001 yılında imzalana anlaşma ile birlikte 2007 yılında Azerbaycan'dan da doğal gaz ithal edilmeye başlanmış ve doğal gaz ithal edilen ülke sayısı 3 olmuştur (EPDK, 2017).

Doğal gazın belirli işlemlerden geçirilerek sıvılaştırılması ile hacmi küçülür ve LNG adı verilen halini alır. İthalatı gerçekleştirmek için LNG haldeki doğal gaz özel tankerlerle taşınabilir. Türkiye 1988 yılındaki anlaşmayla birlikte ilk kez 1994 yılında Cezayir'den LNG ithal etmiştir. Ardından 1999 yılında LNG ihraç ettiğimiz ülkelere Nijerya da eklenmiştir (EPDK, 2017).

LNG'nin depolanması, gaz hale getirilmesi ve iletim hatlarına aktarılması için LNG terminallerine ihtiyaç duyulmaktadır. Türkiye'de 4 adet LNG terminali bulunmaktadır. Bu terminaller BOTAS'a ait Marmara Ereğlisi LNG Terminali, Aliğa'daki Ege Gaz A.Ş. LNG Terminali, Yüzen LNG Terminali, Hatay Dörtyol LNG Tesisleridir. Türkiye'nin 2017 yılındaki fiili yer altı depolama kapasitesi 3,191 milyar m<sup>3</sup>, LNG depolama kapasitesi ise 943.037 m<sup>3</sup>'tür (EPDK, 2017).

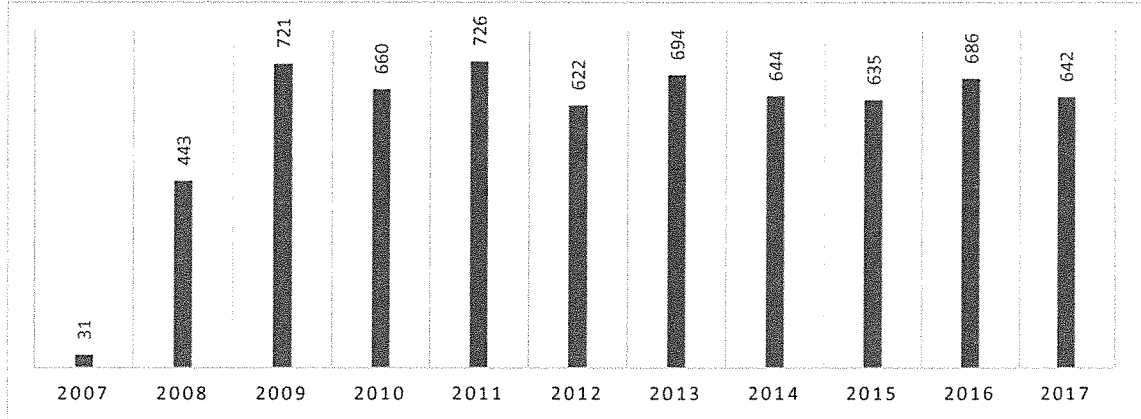
**Grafik 1.13 Yıllara Göre Doğal Gaz İthal Ettiğimiz Ülkeler ve Miktarları (milyon Sm<sup>3</sup>)**



Kaynak: EPDK, 2017

2017 yılında doğal gaz ihracat lisanslarına sahip sadece BOTAS ihracat gerçekleştirmiştir. 18 Kasım 2007 tarihinde Türkiye Yunanistan Boru Hattının açılışıyla birlikte Türkiye Yunanistan'a doğal gaz ihraç etmeye başlamıştır (EPDK, 2017).

**Grafik 1.14 BOTAŞ'ın Yıllara Göre Doğal Gaz İhracatı (milyon cm<sup>3</sup>)**



**Kaynak:** BOTAŞ, 2018

Türkiye konumu itibariyle doğal gaz projelerinde öncü rol alabilecek konumdadır. Türkiye'nin bir tarafında Orta Doğu, Hazar Bölgesi ve Rusya gibi büyük doğal gaz üreticileri yer alırken diğer tarafında enerji tüketimi yüksek olan Avrupa yer almaktadır. Türkiye bu doğrultuda üretici ve tüketici bölgeler arasındaki güvenilir, istikrarlı ve ekonomik enerji merkezi olmayı istemektedir. Bu amaç doğrultusunda da Türkiye'nin boru hattı projeleri şu şekildedir;

•**Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı (BTC):** Bu proje ile birlikte başta Azeri petrolü olmak üzere Hazar bölgesinde üretilen petrolün güvenli bir şekilde Gürcistan üzerinden Ceyhan'a iletimi amaçlanmaktadır. İletimi gerçekleştirilecek olan petrolün tankerler vasıtasıyla dünya pazarına açılması hedeflenmektedir. 2006 yılında işletmeye alınan boru hattı aynı zamanda Türkmen Kazak petrolünün de iletimini gerçekleştirmektedir.

•**Irak-Türkiye Ham Petrol Boru Hattı:** Bu proje 1976 yılından bu yana faaliyette olan ve Irak petrolünün Ceyhan Deniz Terminaline iletimini hedefleyen bir projedir.

•**Bakü-Tiflis-Erzurum Doğal Gaz Boru Hattı (BTE):** Azerbaycan'ın Şah Denizi bölgesinde üretilen doğal gazın Türkiye'ye iletimini hedefler. 16 Ekim 2004'te inşasına başlanan boru hattı 4 Temmuz 2007'de gaz akımına başlamıştır.

•**Trans-Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı (TANAP):** Azerbaycan tarafından 2018'den itibaren 6 milyar m<sup>3</sup> doğal gazın taşınması amaçlanmıştır. 2015'te inşasına başlanan boru hattında ilk gaz akışı Haziran 2018'de gerçekleşmiştir.

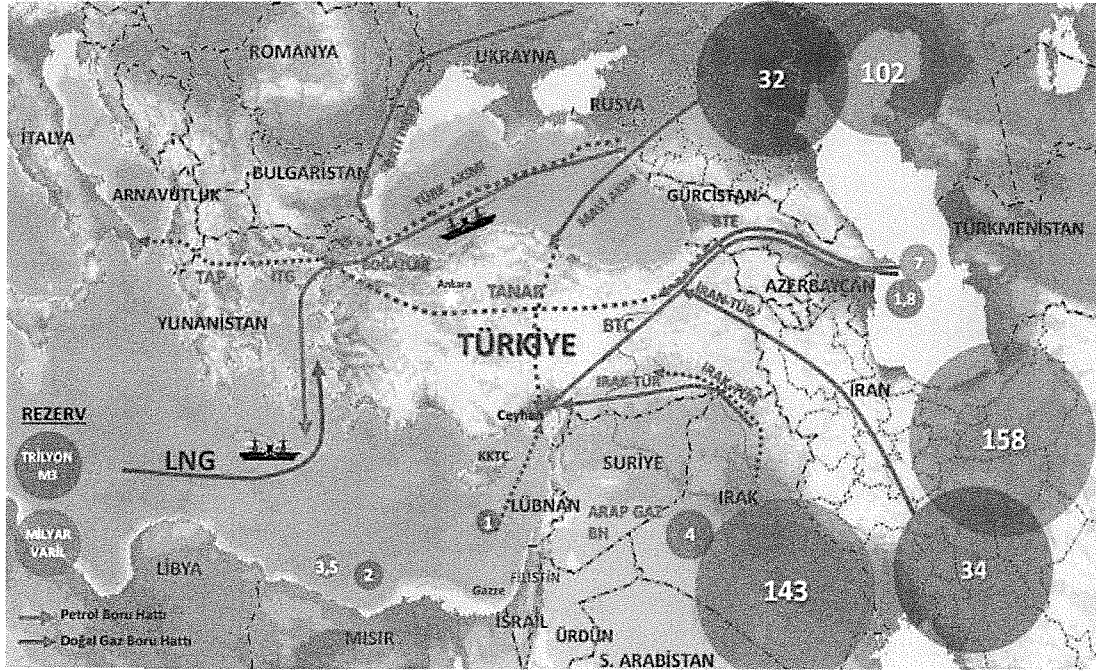
•**Türkiye-Yunanistan Enterkonnektörü (ITG):** Avrupa Birliği Interstate Oil and Gas Transport to Europe Programı kapsamında geliştirilen bir projedir. Proje ile Yunanistan'ın doğal gaz şebekelerine doğal gazın Türkiye'den veya Türkiye üzerinden sağlanması amaçlanmıştır. Proje 26 Temmuz 2007 tarihinde geliştirilip İtalya'ya uzatılmak istenmiştir.

ancak herhangi bir gaz alım taahhüdü verilmediğinden dolayı projede ilerleme kaydedilmemiştir. İlerleyen zamanlarda bu projenin geliştirilme değerlendirilmesi yapılmaktadır.

•**Irak-Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı:** Bu projeye birlikte Irak doğal gazının Avrupa'ya arzının gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir.

•**Türk Akımı Doğal Gaz Boru Hattı:** Bu proje Rusya'dan başlayarak Karadeniz üzerinden ülkemizin Karadeniz kıyısına ulaşması amaçlanmaktadır. Yıllık 15,75 milyar m<sup>3</sup> kapasiteye sahip iki hattan oluşan bir boru hattı projesidir. Projeye birlikte Türkiye'nin balkanlardaki komşu ülkelere doğal gaz iletimi hedeflenmektedir (ETKB, 2018).

**Şekil 1.2.: Türkiye'ye Uzanan ve Planlanan Petrol ve Doğal Gaz Boru Hattı Projeleri**



**Kaynak:** Türkiye Petrolleri, 2018

1988 yılında 350 sayılı Kanun Hükmünde Kararname (KHK) ile Türkiye'de doğal gaz sektöründeki hukuki süreç başlamıştır. Bu KHK ile 1974 yılında kurulan BOTAŞ doğal gazın ithalatı konusunda yetkilendirilen tek kuruluş olarak belirlenmiştir. Avrupa Birliği kriterlerine uyum sürecinde Türkiye'de doğal gaz kullanımını yaygınlaştırmak, sürdürülebilir ve ucuz bir hale getirmek için 2001 yılında 4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu yürürlüğe girmiş ve 397 sayılı KHK yürürlükten kaldırılmıştır. Kanunla birlikte BOTAŞ'ın doğal gaz sektöründeki tekel yapıdan rekabetçi yapıya geçmesi amaçlanmıştır. Ayrıca ismi Elektrik Piyasası Düzenleme Kurumu olan kurumun görevlerinin arasına doğal gaz sektörünü düzenlemesi ve

denetlemesi görevi de eklenmiştir. Böylelikle kurumun ismi de Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu olarak değiştirilmiştir (EPDK, 2012).

Türkiye'nin doğal gaz üretimi ihtiyacının yalnızca %0,07'lik kısmını karşılayabilmektedir. Bu sebepten dolayı doğal gaz ihtiyacının neredeyse tamamını ithal etmek durumundadır. Türkiye'de doğal gaz fiyatının oluşumunda genelde petrol endeksli fiyatlandırma mekanizması baskındır. Yüksek oranda dışa bağımlı olan Türkiye'de doğal gaz fiyatları döviz kurları ile paralel bir seyir izlemektedir (Torun, 2017).

## İKİNCİ BÖLÜM

### 2. DOĞAL GAZ PİYASASINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

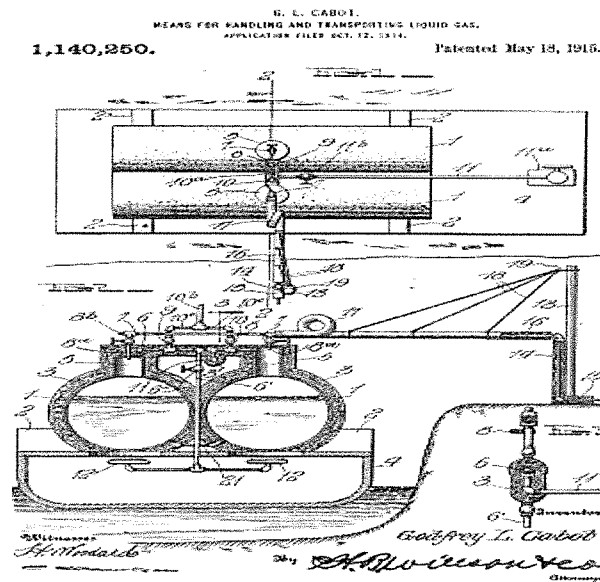
#### 2.1 Sıvılaştırılmış Doğal Gaz (LNG)

Doğal gaz  $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye soğutulduğunda sıvı hale gelir. Doğal gaz sıvılaştırırken hacmen 600 kez küçülür bu sayede yüksek miktardaki sıvılaştırılmış doğal gazın depolanması ve özel araçlarla taşınması mümkün hale gelmektedir. Doğal gaz boru hatlarıyla ulaşılması zor olan yerlere tanker gemileriyle, demir yoluyla veya özel tanklı kara araçlarıyla doğal gaz ulaştırılabilir. Bu sebep sıvılaştırılmış doğal gazı, doğal gaz piyasasının önemli bir faktörü haline getirmektedir (United States of America Department of Energy, 2005).

##### 2.1.1. Sıvılaştırılmış Doğal Gazın Gelişimi

Doğal gazın keşfi 19. yy'ın bilim adamlarından İngiliz Michael Faraday'in buluşlarına dayanmaktadır. 20. yy'ın başlarında sıvılaştırılmış doğal gaz keşifleri artmıştır. 1914 yılında Godfrey Cabot, su taşımacılığı ile sıvılaştırılmış doğal gazın taşınmasını kapsayan patenti almıştır (Curt, 2004).

#### Resim 1.1 Godfrey Cabot'un 1915 Yılında Aldığı Patentin Görseli



Doğal gazın sıvılaştırılarak taşınmasıyla birlikte ulaştığı yerde depolanması ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bunun üzerine 1917 yılında Batı Virginia'da ilk doğal gaz santrali kurulmuştur. Bu santralde özellikle yoğun tüketim saatlerinde doğal gaz ihtiyacını karşılayabilmek için LNG depoları da kurulmuştur.

1944 yılına gelindiğinde LNG'den kaynaklanan ilk büyük, ölümlü kaza gerçekleşmiştir. Cleveland'daki bir LNG deposundan kanallara ve çevreye sızan LNG patlayarak 128 insanın ölümüne sebep olmuştur. Bu olayın yaşanmasının ardından 10-15 yıl boyunca LNG'ye olan ilgi azalmıştır. 1960 yılına gelindiğinde Amerikan Gaz Kurumu LNG'nin depolanmasını standartlaştırmak için bir komisyon kurar. 1964 yılında Ulusal Yangından Korunma Kurumu bir standart hazırlar ve bu standardın ilk örneği 1967 yılında inşa edilir (Lernoff, 2010).

1959 yılında The Methane Pioneer adlı ilk LNG tanker gemisi inşa edilmiştir. Bu gemi ilk ticari seferini Los Angeles'tan Birleşik Krallık'ın Canvey adasına başarıyla taşımıştır (Edison Electric Institute, 2004).

1964 yılında The British Gas Council Cezayir'den LNG ithal ederek ilk LNG ithalatçısı olurken, Cezayir de dünyanın ilk LNG ihracatçısı olmuştur. 1969 yılında ABD, Japonya'ya LNG ihraç ederek Asya kıtasına yapılan ilk LNG ihracatı olarak gerçekleşmiştir (EEI, 2004).

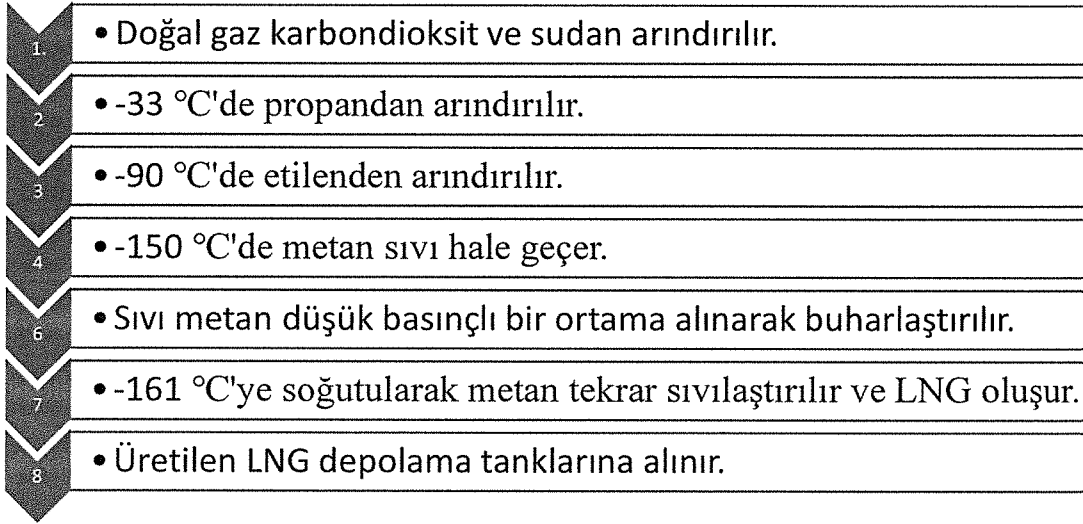
1980'de düşen LNG fiyatları ve Cezayirli LNG ihracatçıları ile ABD arasındaki anlaşmazlık Cove Point ve Elba Adası'ndaki terminallerin kapanmasına sebep olmuştur. Birleşik Devletler bunun üzerine çevre sorumluluklarını da içeren kapsamlı bir LNG güvenlik regülasyonunu kabul eder. Distrigas Cezayir'den LNG alımını 1988 yılında yeniden başlatır ve daha öncesinde kapatılan Lake Charles terminali faaliyete geçer (The California Energy Commission, 2004).

1989 ve 1995 yılları arasında LNG sektöründe büyük bir gelişme yaşanmamıştır. Sektör o yıllarda toplam %4,7 büyümüştür. Büyüme rakamı Trinidad'ın ve Katar'ın üretimde büyümeleri ile artmıştır. Sadece 1996 ve 2006 yılları arasındaki büyüme oranı iki kat artarak %9,6 olarak gerçekleşmiştir (Pirrong, 2014).

### 2.1.2. LNG Üretimi ve Maliyeti

Doğal gaz içeriğinde yaklaşık olarak %90 metan barındırır. Bunun dışında propan, etilen, karbondioksit ve su içerir. LNG üretmek için doğal gaz içeriğindeki diğer gazlardan arındırılması gerekir. Üretim hattına giren doğal gaz ilk önce karbondioksit ve sudan arındırılır. Ardından üç aşamalı soğutma işlemi gerçekleştirilir. -33 °C'de propandan, - 90 °C'de etilenden arınır. -150 °C'ye soğutulduğunda basınç altındaki metan sıvı hale geçer. Bu aşamadan sonra

sıvı metan daha düşük basınçlı bir ortama alınarak buharlaşması sağlanır ve  $-161\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'ye soğutulur. Böylelikle sıvı metan normal atmosfer basıncında sıvı halini koruyabilen LNG'ye dönüşür. Üretilen LNG depolama tanklarına alınır ve tankların içerisinde buharlaşan az miktardaki doğal gaz yeniden sıvılaştırma sürecine katılır (Santos, 2016).



Doğal gaz sıvılaştırmada en büyük maliyet doğal gaz sıvılaştırma ünitesidir. Toplam maliyetin yaklaşık %40 ila %45'i doğal gaz sıvılaştırma ünitesine aittir. Kalan maliyetler ise saflaştırma, iş gücü, iletim, dağıtım ve geliştirme gibi kolları aittir (Avcı, Can ve Kılıç, 1995). Ancak gelişen teknoloji ile birlikte tanker fiyatlarının ve sıvılaştırma ünitelerinin düşmesi maliyeti de azaltmıştır (Gökdemir, 2009).

Boru hatlarıyla ulaşımın mümkün olmadığı ya da yüksek maliyetli olduğu bölgelere doğal gazın LNG ile ulaşması mümkündür. Bu üretici ülkelerin talep güvenliğine katkı sağlarken, tüketici ülkelerin de arz güvenliğine katkı sağlar. Deniz yollarının, kara yollarına göre daha esnek olması sayesinde LNG, birbirinde ayrı gelişen ve yalıtılmış vaziyette bulunan bölgesel gaz piyasalarını birbirine bağlaması nedeniyle henüz oluşmakta olan küresel doğal gaz piyasasının temel katalizörü olarak kabul edilmektedir (Özdemir, 2014). Dünya doğal gaz ticaretinin yaygınlaşmasıyla birlikte boru hatlarına alternatif olan LNG'nin tüketim içerisindeki payının artması beklenmektedir (Göral, 2015).

LNG yüksek miktardaki doğal gazı depolayabilme imkanı sunduğundan dolayı özellikle doğal gaz talebi sürekli değişken olan ülkeler için iyi bir enerji kaynağıdır. Türkiye'de 1994 yılında Rusya ve Ukrayna arasındaki gerilimden dolayı doğal gaz arzında sorunlar yaşanmıştır. Bunun üzerine Marmara Ereğlisi'nde LNG İthal Terminali kurularak yaşanması olası sorunların

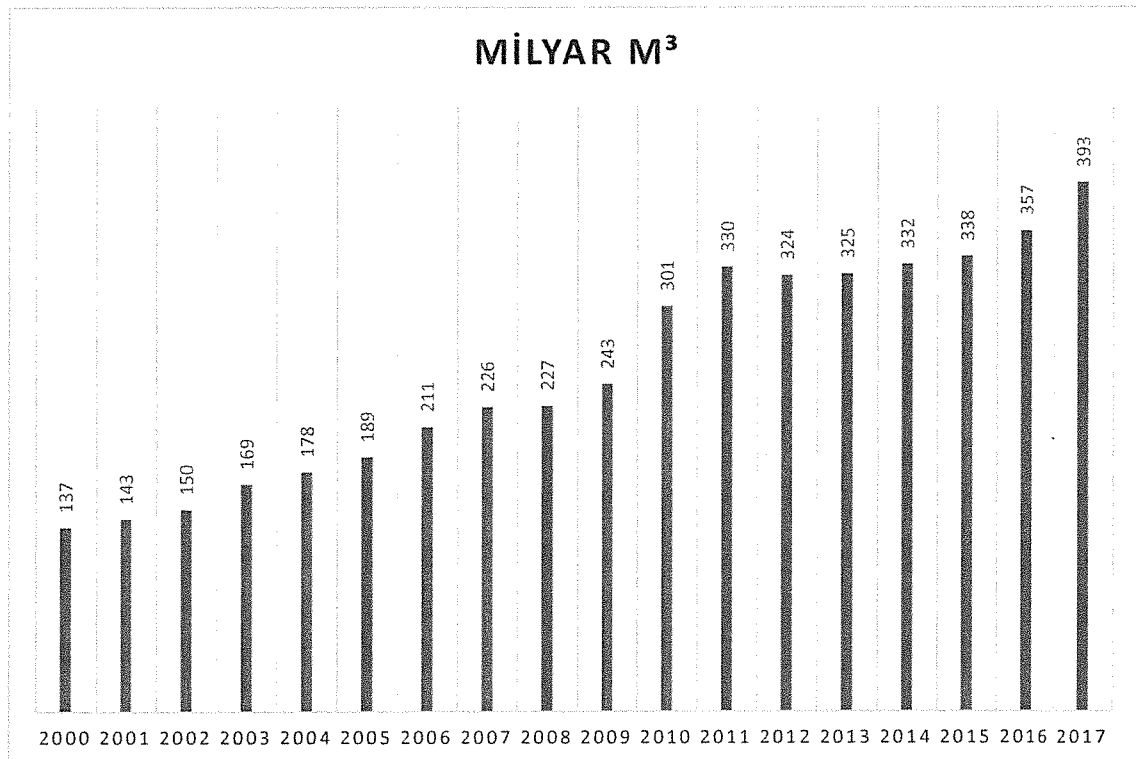


önüne geçilmiştir. Kurulan bu terminal ile ihtiyaç duyulması halinde doğal gaz talebini 7 ila 10 gün arasında karşılayabilecektir (Avcı, Can ve Kılıç, 1995).

### 2.1.3. Dünya LNG Ticaret

2017 yılında toplam 393,4 milyar m<sup>3</sup> LNG ticareti gerçekleşmiştir. Bu miktar dünya üzerinde gerçekleşen toplam doğal gaz ticaretinin %35'ine denk gelmektedir. LNG ithalatının %72'si Pasifik ve Asya ülkeleri tarafından gerçekleştirilirken, Japonya 113,9 milyar m<sup>3</sup> LNG ithalatı ile dünya LNG ithalatının %29'unu gerçekleştirmiştir. LNG ihracatına bakıldığında zaman zaman Katar 2017 yılında 103,4 milyar m<sup>3</sup> LNG ihraç ederek toplam dünya LNG ihracatının %26'sını gerçekleştirmiştir. 75,9 milyar m<sup>3</sup> LNG ihraç eden Avustralya da LNG piyasasında önemli bir yere sahiptir (BP, 2018).

**Grafik 2.1 Yıllara Göre Dünya LNG Ticaret Hacmi**



Kaynak: Statista, 2018

Doğu Afrika ülkelerindeki yeni projelerin faaliyete geçecek oluşu, yaptırımlar tarafından kısıtlanan İran'ın ihracata yönelik çalışmalara başlaması, son yıllarda doğal gaz piyasasında yer edinmeye başlayan Avustralya'nın yeni tesisleri faaliyete geçmesi, yeni

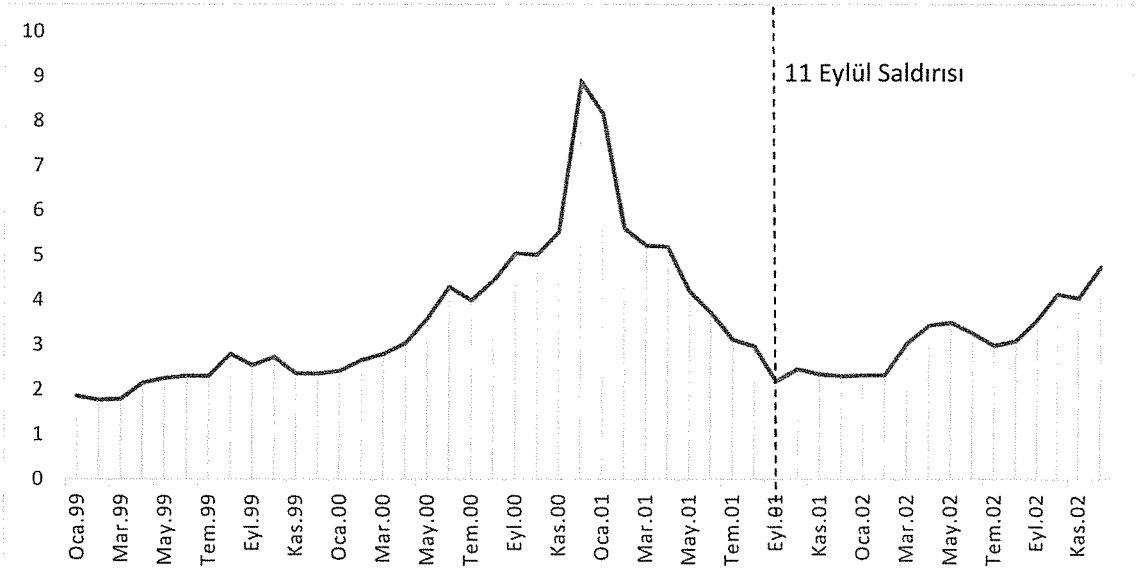
keşfedilen kaynakların ve ABD'deki geleneksel olmayan gaz üretimiyle LNG ihracatçısı konumuna gelmesi, LNG'nin doğal gaz piyasasında payının büyüyeceğine işaret etmektedir (Göral, 2015). Ayrıca Bangladeş'te, Panama'da, Filipinler'de ve Rusya'da inşası devam etmekte olan Regazifikasyon Terminallerinin faaliyete geçecek olmasıyla birlikte LNG'nin payı daha da artacaktır (International Gas Union, 2018).

## 2.2. 11 Eylül Saldırısı

2001 yılında enerji piyasasının dengesizliği ve arz kıtlığı kaygısına 11 Eylül'de yaşanan terör saldırısı eklenince ekonomide bir yavaşlama ve fiyatlarda sert bir düşüş görülmüştür (EIA, 2001). Bu etkenlerden dolayı 2001 yılında doğal gazın toplam dünya talebinde %2'lik bir azalma gerçekleşmiştir. Endüstriyel alanda gaz kullanımının bir önceki yılın ilk 6 ayına kıyaslandığında 17 milyar m<sup>3</sup> azalarak %18'lik bir düşüş görülmüştür (EIA, 2001).

Doğal gaz tedariki 11 Eylül saldırılarından dolayı fiziksel olarak etkilenmemiştir. Ancak saldırıdan birkaç gün sonra spot marketlerin açılışıyla beraber takip eden kısa süreli panikten dolayı artan fiyatların haricinde doğal gaz spot fiyatları yine eski 2 \$ civarında sürdürmüştür.

**Grafik 2.2 1999-2002 Yıllar Arası Henry Hub Spot Doğal Gaz Fiyatları**



Kaynak: EIA, 2018

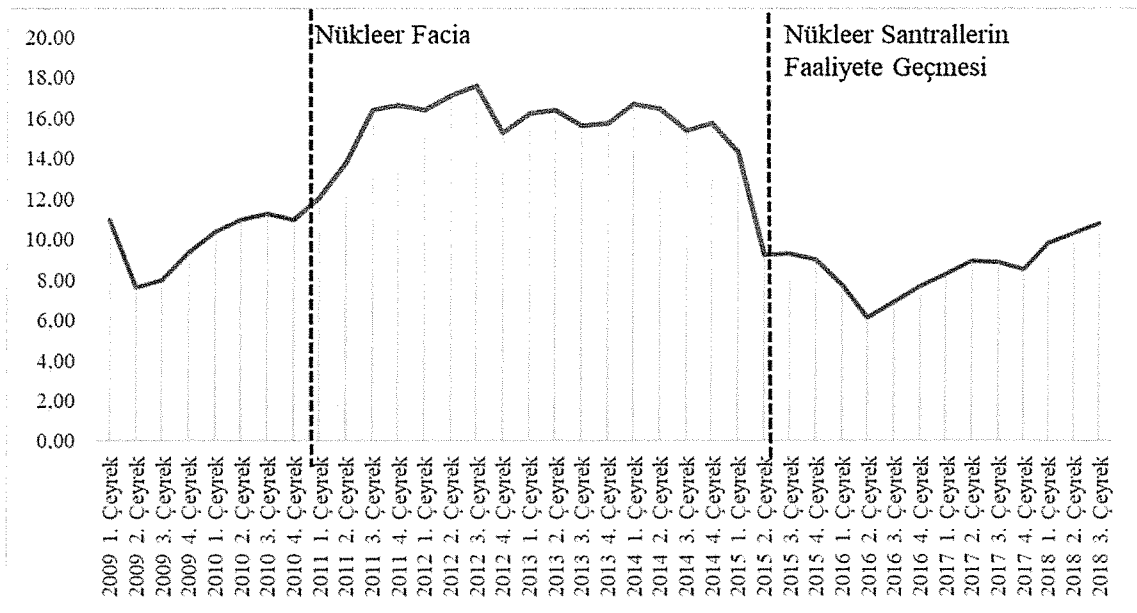
Ekonomideki düşüş doğal gazın talebin de düşmesine sebep olmuştur. Endüstrideki düşük doğal gaz talebi ve ılıman hava koşulları, doğal gaz fiyatlarının hızla düşmesine ve doğal gaz depolarında yoğunluğa sebep olmuştur (EIA, 2001).

### 2.3. Japonya Nükleer Felaketi

2011 yılının mart ayında Japonya'da yaşanan deprem tsunami dalgalarının oluşmasına sebep olmuştur. Bu felaketler zinciri sonucunda Fukushima'daki Nükleer Enerji Santrali zarar görmüş ve faaliyetlerini durdurmak zorunda kalmıştır. Bu olayın ardından tüm dünya üzerindeki Nükleer Enerji üretimi sorgulanmış ve Japonya'daki tüm Nükleer Enerji santralleri kapanmıştır (Medlock, 2014). 2010 yılında enerji ihtiyacının %31'ini Nükleer kaynaklardan elde eden Japonya facianın ardından enerji talebini karşılayabilmek için alternatifler aramıştır (The Institute of Energy Economics, 2017). Enerji arzındaki açığı kapatmak için Japonya LNG kaynağını tercih etmiş ve bu da LNG'ye olan talebin artmasına ve fiyatların hızla yükselmesine sebep olmuştur.

Japonya'da aniden yükselen talep Asya piyasasındaki spot LNG fiyatlarının hızla yükselmesine neden olmuştur. Sadece kazayı takip eden haftada LNG fiyatları her bin m<sup>3</sup> için Japan Korean Marker'da 2 \$ artmıştır.

**Grafik 2.3 Japonya'nın geçmiş dönemlerdeki LNG ithalat fiyatları. (\$)**



Kaynak: YCharts, 2018

Tablodan görüldüğü üzere Fukushima felaketinin ardından Japonya'da LNG'nin ithalat fiyatları hızla yükselmiştir. Felaket öncesinde 12,02 \$/Mbtu olan fiyat felaket sonrasında 18,11 \$/Mbtu'ya kadar yükselmiştir. Tüm faaliyetleri durdurulmuş olan nükleer enerji santrallerinin 2015 yılından itibaren kademeli olarak devreye girmesiyle birlikte LNG ithalat fiyatlarında hızlı bir düşüş yaşanmış ve fiyatlar 5,86 \$/Mbtu'ya kadar gerilemiştir.

Japonya'da yaşanan felaketin ardından artan talebe, gelişmekte olan ülkelerin talep artışı da eklenince, sadece Güney Kore ve Tayvan gibi Asya'daki büyük ülkeler değil, İngiltere de dahil olmak üzere Avrupa kıtası da etkilenmiştir. Japonya'nın artan talebinin büyük bir kısmı felaket öncesinde LNG üretim kapasitesini 2008 yılında 30 milyon tondan 2010'a kadar 77 milyon tona kadar çıkararak Katar tarafından karşılanmıştır. Japonya'ya LNG ihraç eden Katar LNG ihracatını %55,4 kadar arttırmıştır (Hayashi, Hughes, 2013).

2011 yılında güçlü ekonomik büyümeleriyle birlikte LNG talebi Çin'de %27 ve Hindistan'da %26 artmıştır. Ayrıca 2011 yılının ilk 10 ayında Güney Kore'de LNG talebinin %16, Tayvan'da %10 artması ve tüm bu talep artışlarının Fukushima Felaketi ile aynı zamana denk gelmesi Asya LNG piyasasında daralmaya ve LNG fiyatlarında artışa neden olmuştur. Asya piyasasındaki bu durum Avrupa piyasasını da etkilemiştir. Birleşik Krallık'taki LNG ithalatı 2011 Ağustos ayı ile 2012 Nisan ayı arasında %30 düşmüştür. Bunun sebebi de normalde Avrupa'ya ihraç edilecek olan LNG'nin yüksek fiyatlar sebebiyle Asya'ya ihraç edilmesidir (Hayashi, Hughes, 2013).

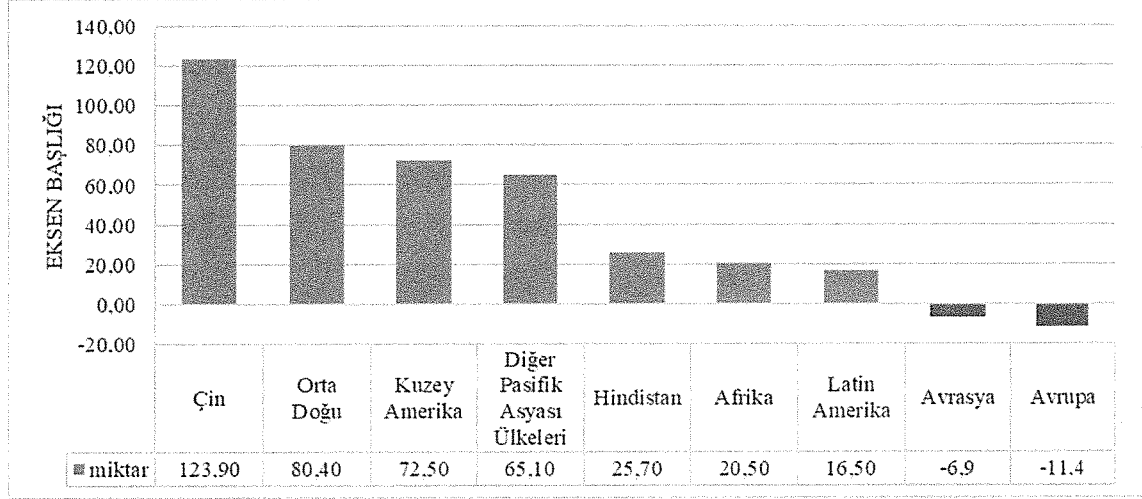
Fukuşima felaketinin ardından Avustralya'da kömür yatağı gazından LNG üretimi amaçlı büyük yatırımlar gözlemlenmiştir. Kuzey Amerika'da da kaya gazından üretilmiş LNG'nin ilk satış anlaşması Güney Koreli bir kamu kuruluşu olan Kogas ile Birleşik Devletler'den bir LNG geliştiricisi arasında Ocak 2012'de yapılmıştır (Hayashi, Hughes, 2013).

#### **2.4. Dünya Arz ve Talebindeki Gelişmelerin Etkileri**

2017 yılı verilerini dikkate aldığımızda doğal gaz talebinin nüfusun kalabalık ve gelişmekte olan ülkelerde daha belirgin bir şekilde arttığı görülmektedir. Türkiye, Irak, Çin ve Tayvan gibi ülkelerde talep oranı yükselirken, miktar olarak en fazla tüketim ABD, Rusya, Çin ve Japonya'da gerçekleşmiştir. Avrupa'daki doğal gaz ihtiyacının %86'lık bir kısmı boru hatları vasıtasıyla büyük miktarda Norveç ve Rusya'dan gerçekleşirken, kalan enerji ihtiyacı LNG ithalatı ile karşılanır ve Katar bu ticaretin %5'ini gerçekleştirmiştir. Asya'da gerçekleşen doğal gaz ticaretinin %82'si LNG ile kalan kısmı ise boru hatları vasıtasıyla gerçekleşmiştir. LNG ihracatının yarısından büyük kısmı ise Katar ve Avustralya tarafından yapılmıştır. Ayrıca

üretimi artması beklenen ülkelerin dünya doğal gaz ticaretinde önemli değişikliklere yol açması beklenmektedir.

**Grafik 2.4 2017 ile 2023 Yılları Arasında Doğal Gaz Tüketim Büyümesi Tahminleri**



**Kaynak:** Gas, 2018

Geleneksel yöntemlerle doğal gaz üretiminin 2020 yılında itibaren düşmesi beklenmektedir. Rusya dahil olmak üzere Kuzey Doğu Avrasya, Orta Doğu ve Kuzey Afrika'daki gelişmeler toplam üretimdeki artışındaki başroller olması beklenmektedir. Ancak yalnızca Orta Doğu'nun ve Kuzey Afrika'nın gelecek için fazladan kapasite sağlaması tahmin edilmektedir. Geleneksel olmayan yöntemlerle doğal gaz üretiminin özellikle Kuzey Amerika'da doğal gaz arzında önemli bir paya sahip olacağı öngörülmektedir. Ayrıca geleneksel olmayan yöntemlerle elde edilen doğal gaz ile ABD'nin LNG ihracatında ana kaynağı olacaktır (DNV GL, 2017).

Yeni geleneksel olmayan kaynaklar tüm dünyada geliyor ve maliyet yapısı da değişerek yeni döneme uyum sağlıyor. Geleneksel olmayan gazın piyasaya yerleştiğinde jeopolitik, ekonomik ve yeni üreticilerin büyümesinde etkilenecek doğal gaz ticaretinde akış yönlerinin değişmesine yol açması beklenmektedir (World Energy Council, 2016).

Geleneksel olmayan yöntemlerle doğal gaz üretiminin gelişmesi, potansiyel doğal gaz kaynaklarının artmasında, yeni mali rejimlerin oluşmasında, geleneksel olmayan hizmetler sektöründe, petrol ve doğal ulaştırma ağının değişmesinde etkilidir (WEC, 2016).

## 2.5. Ekonomik Büyüme

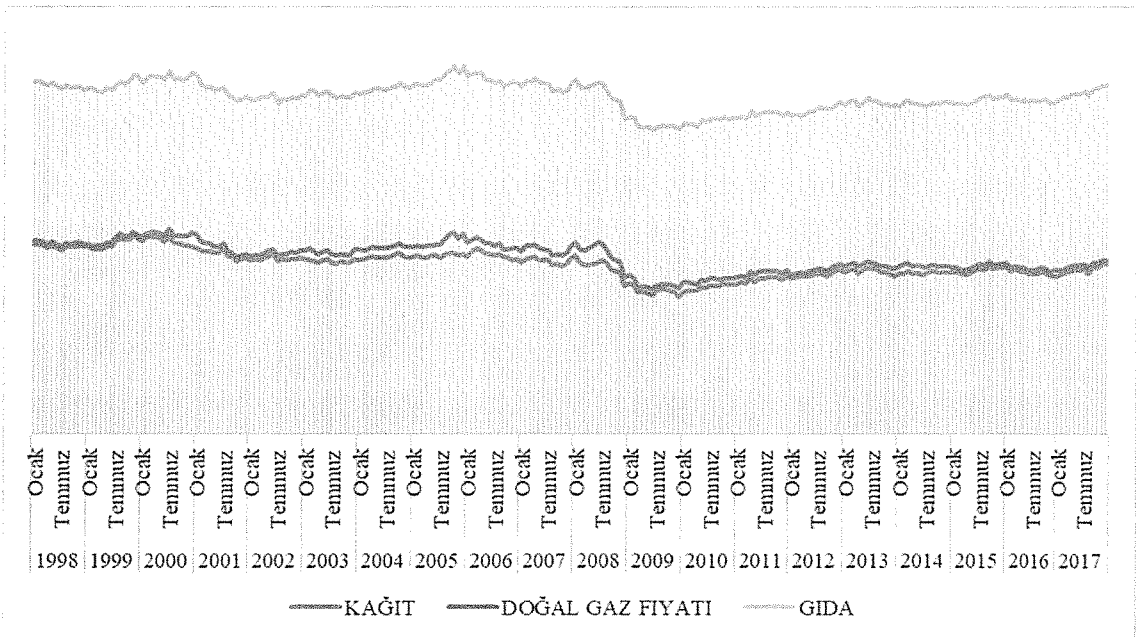
Ekonomik güç doğal gaz piyasasını da etkiler. Ekonomik büyüme sürecinde mal ve hizmetlere olan talep artar. Talebin artması hem genel hem de endüstriyel alanda doğal gaz tüketiminin artmasına sebep olur. Tüketimdeki ekonomik büyüme kaynaklı artış özellikle enerji kaynağı olarak doğal gazı kullanan endüstrileri etkiler (EIA, 2014).

Gıda, kağıt, cam, çimento, demir, çelik, alüminyum ve kimya sanayileri gibi sanayiler ürün başına en çok enerjiye ihtiyaç duyan sanayilerdir. Enerji kaynağı olarak özellikle doğal gazı daha yoğun kullanan sanayiler ise kağıt, kimya, cam ve gıda sanayileridir (EIA, 2014).

Doğal gaz birçok kimya sanayisinin rafinerileri ana yakıtıdır. Doğal gaz hidrojen üretiminde ve sentez gazının hammaddesidir. Aynı zamanda doğal gazın içeriğindeki etan ve propan organik kimya sanayisinin de hammaddesidir (Eastmen Chemical Company, n.d.).

ABD Enerji Bakanlığı'nın yapmış olduğu bir araştırmaya göre doğal gaz fiyatları ile endüstriyel üretimin arasında güçlü bir ilişkinin olduğu belirtilmiştir. Bunlara ek çalışmalarda enerji yoğun endüstrilerde doğal gaz fiyatına duyarlı bazı temel noktalara işaret edilmektedir. Bu çalışmalar doğal gaz fiyatlarının yükseldiğinde kimya sanayisinde üretimin açık bir şekilde düştüğünü kanıtlamaktadır. Ancak bu durumun çimento sanayisinde, kimya sanayisindeki kadar etkili olmadığı görülmektedir (U.S. Department of Energy, 2005).

**Grafik 2.5 Doğal Gaz Fiyatları ile Diğer Sanayilerin Üretim Miktarları Arasındaki İlişki**



**Kaynak:** FRED, 2018 ve EIA, 2018 verileri kullanılarak benim tarafımdan hazırlanmıştır.

## 2.6. Geleneksel Olmayan Doğal Gaz Kaynakları

### 2.6.1. Kaya Gazı

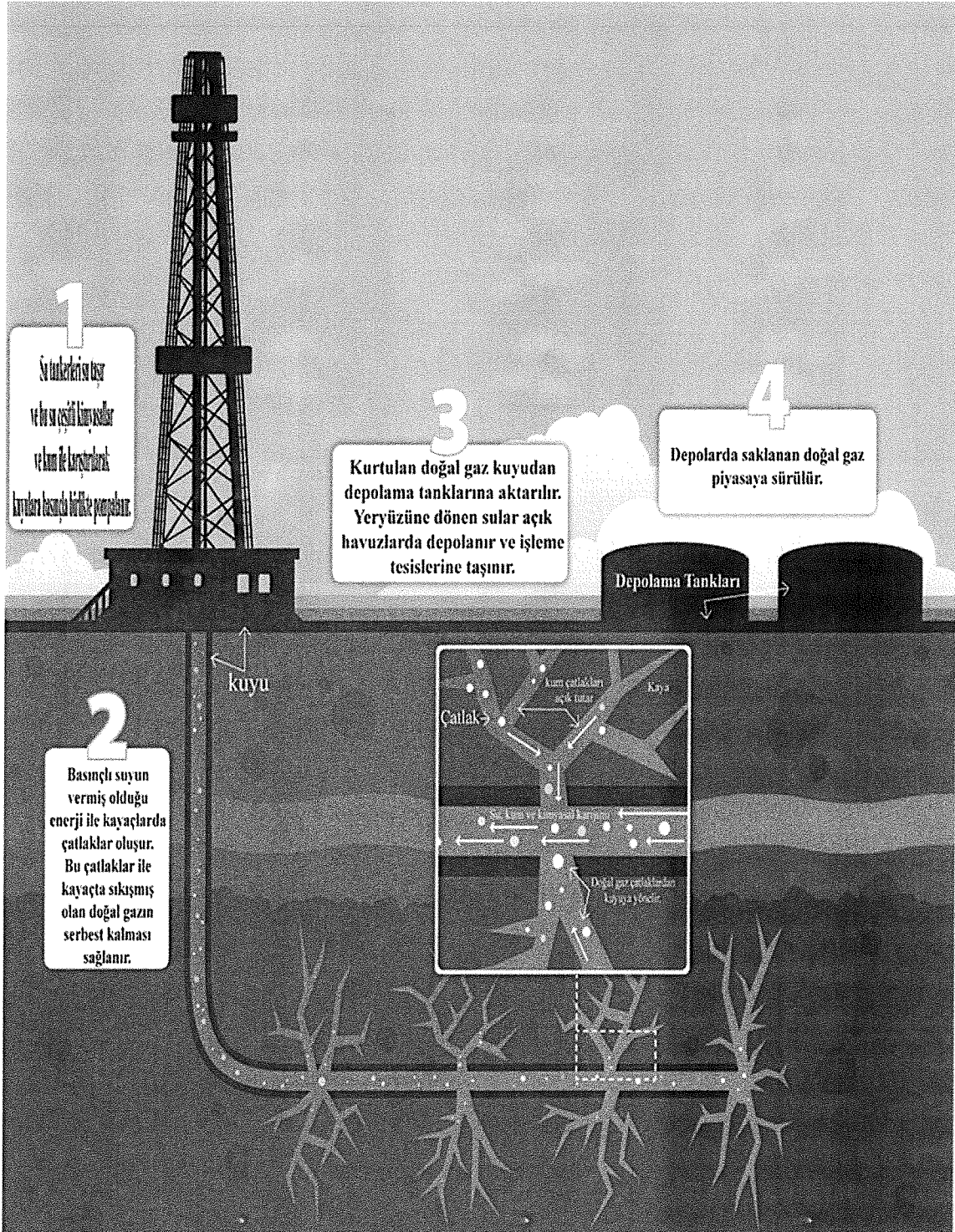
Kaya gazı geleneksel olmayan bir doğal gaz kaynağıdır ve kayaçların ince gözeneklerinde bulunur. Kaya gazı yalnızca kayaçalarda değil aynı zamanda kil taşında, silt taşında, ince dokulu kum taşında da bulunur. Organik bakımdan zengin kayaçlar uygun sıcaklık ve basınç altında fosil enerji kaynakları oluşturur. Bu kayaçalardaki gözeneklerde ise doğal gaz sıkışarak depolanır (Karlı, 2015). Bu geleneksel olmayan doğal gaz kaynakları geleneksel kaynaklara ek kaynaklardır ve gelişen teknoloji ile birlikte dünya enerji piyasasında önemini arttırmaktadır ve doğal gaz fiyatlarını etkilemektedir.

Kaya gazının tarihi gelişimi 1821 yılında Fredonia’da sığ bir kazı alanından ticari üretimin yapılmasıyla başlar. 1860 ve 1920 yılları arasında Apalaşlar’da ve İllinois bölgelerinde üretilen gazların kullanımı sadece kuyulara yakın yerleşim bölgelerinde kullanımıyla sınırlıydı. 1930 yıllarına gelindiğinde teknoloji uzun boru hatlarının kurulmasına olanak sağladı ve ilk yatay kuyu inşa edilmiştir. 1947 yılında petrol ve doğal gaz kuyularında stimülasyon işlemi gerçekleştirmek için ilk kez hidrolik çatlatma yöntemi Kansas’ta denenmiştir. Ancak ticari amaçlı ilk kullanımı 1949 yılında Stephens County, Okla’da gerçekleşmiştir. 1950’li yıllarda hidrolik çatlatma yöntemi ticari yöntem olarak kabul görmüş ve 1955 yılına kadar 100.000 civarında hidrolik çatlatma işlemi gerçekleştirilmiştir. 1970’lerde geliştirilen kuyu içi motorlarla birlikte yönlü delme işlemi hızlandırılmıştır. 1980 ve 1990 yılları arasında Department of Energy ve Gas Research Institute işbirliği ile Mitchel Energy daha büyük çaplı çatlatma modellerini birleştirmiş, hassas rezerv nitelendirmesi yapmış, yatay delme ve işletme maliyetlerini düşürmüştür. Böylelikle Teksas’ın Barnett Şeyli’nde ekonomik kuyu delme işlemi yapılabilecekti (U.S. Department of Energy, 2013).

Geleneksel doğal gaz kaynaklarında doğal gaz bir arada bulunur ve bu gazın kuyulara iletilmesi kolaydır. Ancak kaya gazı gibi geleneksel olmayan doğal gaz kaynakları mekanik olarak stimüle edilerek geçirgen hale getirilmelidir. Kaya gazı için tercih edilen stimülasyon metodu hidrolik çatlatma metodudur. Bu metod ile kaynağa basınçlı sıvılar verilerek kayaçları uyarırlar ya da çatlatırlar. Böylelikle kayaçların içlerinde hapsedtikleri doğal gazı serbest bırakmaları sağlanır. Genelde suyun kullanıldığı basınçlı sıvı basmada kum ile karıştırılarak basılır. Böylelikle çatlakların içerisine giren sıvı geri çekildiğinde kumlar kayaçların arasına sıkışarak çatlakların açık kalması sağlanır. Kullanılacak olan sıvının miktarı ve yapısı jeolojik yapıya, oluşumun basıncına ve kuyunun hedeflerine bağlıdır. Basınçlandırma için su

kullanıldığında kullanılan suyun %20'si yeryüzüne geri dönebilmektedir. Yeryüzüne geri dönen sular işlenip tekrar kullanılabilir hale getirilebilmektedir (U.S. Department of Energy, 2013).

Şekil 2.1 Kaya Gazının Üretim Süreci

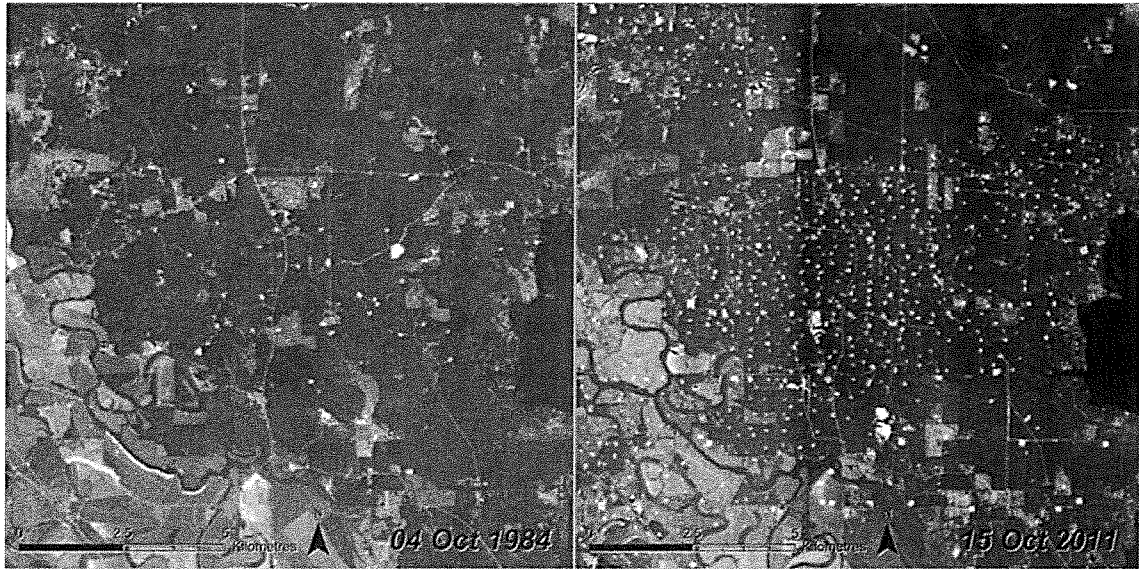


Kaynak: Capitol Ideas, 2012



Kaya gazı çıkarmak için öncelikle dikey sondajlar yapılır. İstenilen tabakaya ulaşıldığında yatay delme işlemine geçilir. Su, kum ve kimyasal karışımında oluşan çatlatma sıvısı delme işlemi gerçekleştirilmiş kuyulara basınçla verilerek çatlatma işlemi gerçekleştirilir. Böylelikle çatlaklardaki gazın kuyulara yönelmesi sağlanır. Yatay delme teknolojisi yeterince gelişmediğinden dolayı her 1 km<sup>2</sup> alanda bir kuyuya ihtiyaç duyulmaktadır (Hidropolitik Akademi, 2014).

**Resim 2.1 Elm Grove Alanının 1984 ve 2011 Yıllarındaki Uydu Görüntüleri**



**Kaynak:** UNEP Global Environmental Alert Service, 2012

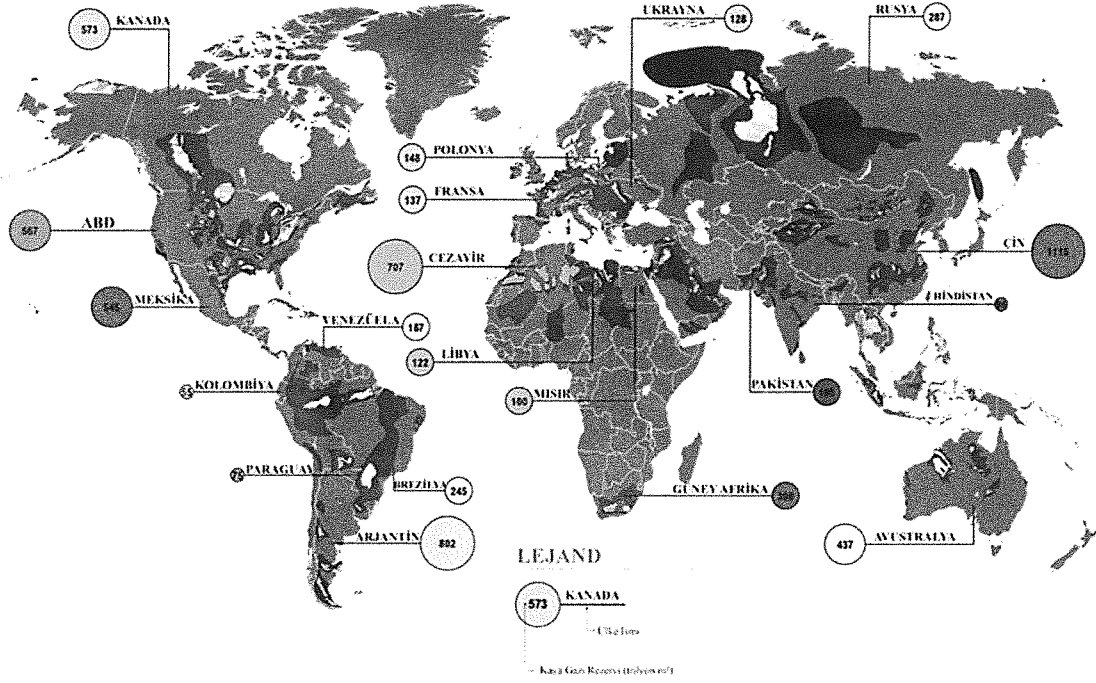
Türkiye konumu itibari ile petrol ve doğal gaz kaynakları bakımından zengin bölgelere yakın olsa da sınırları içerisinde büyük rezervlere sahip değildir. Ancak geleneksel olmayan doğal gaz kaynakları açısından Trakya ve Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde geleneksel olmayan kaya gazı rezervleri mevcuttur. İEA'nın 2018 verilerine göre Türkiye 23,6 tcf'lik kaya gazı rezervine ve 4,7 milyar varillik kum gazı rezervine sahiptir. Ayrıca Doğu Anadolu, İç Anadolu ve Akdeniz Bölgelerinde de potansiyel rezervlerin varlığı için araştırma çalışmaları yapılmaktadır (Setav, 2017).

Aydemir'in 2010 yılındaki bir çalışmasına göre Doğu Anadolu'da Kömürlü kayacı, Karadeniz'de Çağlayan kayacı, Tuz Gölü Bölgesi'nde de Karapınar Yaylası Kayacı kaya gazı rezervlerine sahip olduğumuz bölgeler olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca EIA'nın 2015 yılındaki bir çalışmasına göre Sivas bölgesinde de kaya gazı rezervlerinin olduğu belirtilmektedir.

Doğal gazın neredeyse tamamını ithal eden Türkiye'de geleneksel olmayan doğal gaz kaynaklarının önemini arttırmaktadır. Türkiye'nin sahip olduğu kaya gazı rezervlerinin

bugünkü tüketimi göz önüne alındığında Türkiye'nin 30 yıllık doğal gaz ihtiyacını karşılamaktadır (Karlı, 2015).

Şekil 2.2 Dünya Kaya Gazı Rezervleri Dağılımı, 2014



Kaynak: WRI, 2014

Rusya çıkarılabilir doğal gaz kaynakları açısından geleneksel kaynakların da katkısıyla ilk sırada yer almaktadır. Ancak 2013 verilerine göre geleneksel olmayan doğal gaz kaynakları tek başına dikkate alındığında Çin 1.115,2 tcf'lik rezerv ile ilk sırada yer almaktadır. Sahip olduğu kaya gazı rezerv miktarlarında Çin'i 801,5 tcf'lik rezerv ile Arjantin, 706,9 tcf'lik rezerv ile de Cezayir izlemektedir.

Kaya gazı üretiminde 2015 yılında günlük 37 bcf miktarında üretim yapan ABD ise üretimde ilk sırayı almaktadır ve 6225 tcf'lik bir rezerve sahiptir.

**Tablo 2.1 Geleneksel Olmayan Doğal Gaz Kaynaklarının Ülkelere Göre Dağılım Miktarları**

Ülke	Kaya Gazı (tcf)	Kum Gazı (milyar varil)	Kömür Yatağı Metanı (bcm)
Çin	1115,2	32,2	14,1
Arjantin	801,5	27	-
Cezayir	706,9	5,7	-
ABD	622,5	78,2	37,1
Kanada	572,9	8,8	7,18
Meksika	545,2	13,1	-
Avustralya	429,3	15,6	7,65
Güney Afrika	389,7	0	-
Rusya	284,5	74,6	0,5
Brezilya	244,9	5,3	-
Türkiye	23,6	4,7	-

Kaynak: IEA, 2018

Tabloya bakıldığında mevcut geleneksel olmayan doğal gaz kaynaklarının üretim teknolojisinin gelişip verimliliğin de artmasıyla birlikte dünya doğal gaz piyasasında ciddi değişikliklere yol açması beklenmektedir.

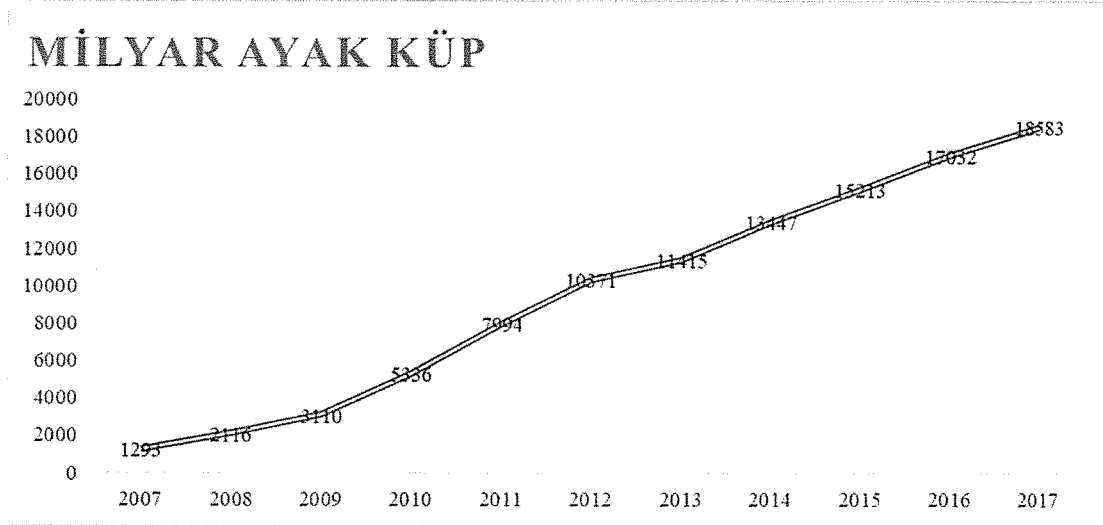
**Tablo 2.2 Geleneksel ve Geleneksel Olmayan Doğal Gaz Kaynaklarının Bölgelere Göre Oranları**

BÖLGE	KAYNAK TÜRÜ	Geleneksel Kaynaklar	Geleneksel Olmayan Kaynaklar		
			Kum Gazı	Kaya Gazı	Kömür Yatağı Metan Gazı
Amerika		41	9	44	6
Avrupa		47	11	36	6
Asya - Pasifik		26	20	33	21
Doğu Avrupa - Avrasya		75	6	8	11
Asya		35	13	39	13
Orta Doğu		89	8	3	0
Afrika		34	18	48	0
Latin Amerika		51	10	39	0
DÜNYA		56	10	28	6

Kaynak: IEA, 2016

Son zamanlarda geleneksel olmayan enerji kaynaklarında üretilen enerjideki artış teknolojinin de gelişmesiyle birlikte maliyetleri azaltmıştır. Geçtiğimiz birkaç yılda Kuzey Amerika’da geleneksel olmayan üretim dünya enerji piyasası arzındaki dengeleri değiştirmiştir. Insight Energy’nin 2017 yılında yapmış olduğu bir araştırmaya göre 2012 yılından bu yana özellikle teknolojideki gelişim ve geliştirilen yeni üretim teknikleri verimliliği ve üretimi arttırmıştır. Bu gelişmeler sayesinde maliyetin %25 ile %30 arasında azaldığı belirtilmiştir. Kaya gazı, kum gazı ve diğer geleneksel olmayan doğal gaz kaynaklarının üretimi geleneksel kaynaklara göre daha özel teknolojiye ve uzmanlığa ihtiyaç duyar. Büyük rezerv potansiyelinden dolayı özellikle Kuzey Amerika’da kaya gazı üretimi alanındaki gelişim katlanarak artmıştır.

**Grafik 2.6 ABD Yıllara Göre Yıllık Kaya Gazı Üretim Grafiği (milyar ayak küp)**



**Kaynak:** EIA, 2018

Yukarıdaki grafikten de anlaşılacağı gibi ABD geçtiğimiz son 10 yılda yıllık kaya gazı üretimini 15 katına çıkarmıştır.

Enerji kaynaklarının buldukları bölge, alanın büyüklüğü ve kaynağın derinliği gibi parametreler geleneksel olmayan doğal gaz kaynaklarının maliyetlerini etkilemektedir. Kurulacak olan kuyunun sapa bir yerde kurulması ya da sert kayaçlı bir zemine sahip olması gibi jeolojik etkenler işlenmesi daha kolay olan bölgelere göre daha maliyetlidirler. Ancak rezervin büyüklüğü, gözeneklilik yapısı ve çatlatma için kullanılan sıvının da maliyet üzerinde doğrudan etkisi bulunmaktadır. Maliyeti etkileyen bir diğer etken ise bölgedeki su kaynaklarının yeterliliği ve yakınlığıdır.

Özellikle ABD'nin ve Kanada'nın hidrolik çatlatmadaki yenilikleri ve yatay delme tekniklerindeki gelişimi geleneksel olmaya doğal gaz kaynaklarının da gelişmesine olanak sağlamıştır. Geleneksel olmayan doğal gaz kaynaklarının katkısıyla dünyanın doğal gaz rezervi de oldukça yükselmiştir. Kaya gazı kaynakları açısından zengin olan Arjantin Birleşik Krallık, Meksika ve Çin gibi ülkeler de sahip oldukları rezervler üzerinde çalışmalara başlamıştır. Dünya üzerinde varlığı ispatlanmış kaya gazı rezervlerinin mevcut çıkarılabilir doğal gaz miktarını %47 oranında arttırdığı hesaplanmıştır (World Resources Institute, 2018).

**Tablo 2.3 Bazı Ülkelerin 2015 Yılı Günlük Kaya Gazı Üretimi ve 2040 Yılı Üretim Tahmin (milyar ayak feet)**

YIL	2015	2040
ÜLKE		
ABD	37	80
Çin	0,5	22
Kanada	4,1	8
Meksika	0	8
Arjantin	0,7	7
Cezayir	0	7

Kaynak: Statista, 2018

Gas Exporting Countries Forum'un 2017 yılındaki bir çalışmasına göre dünya doğal gaz talebinin 2040 yılında 5395 milyar m<sup>3</sup>'e yükseleceği öne sürülmüştür. Geleneksel doğal gaz kaynaklarındaki daralma ve bununla birlikte artan doğal gaz arzı güvenliğindeki çekinceler varlığı ispatlanmış geleneksel olmayan doğal gaz kaynaklarına verilen önemi arttıracaktır. Gelecek yıllarda teknolojinin de gelişmesinin pozitif etkisiyle birlikte dünya doğal gaz üretiminde geleneksel olmayan doğal gaz kaynaklarının özellikle de kaya gazının üretimdeki payını artırması beklenmektedir.

Kuzey Amerika kıtasının dışında Avrupa'da, Çin'de, Arjantin ve Avustralya kıtasında da dünya doğal gaz piyasasını ciddi şekilde etkileyebilecek miktarlarda geleneksel olmayan doğal gaz kaynakları mevcuttur. Avrupa kıtasında özellikle Baltık ülkeleri, Ukrayna'nın kuzeydoğu ve batı bölgeleri, Balkanlar, Polonya'nın iç bölgeleri, Kuzey Almanya, Norveç ve İsveç'in güney bölgeleri, Kuzey Fransa ve Kuzey İngiltere bölgeleri geleneksel olmayan doğal gaz kaynakları açısından zengin bölgelerdir.

Polonya Jeoloji Enstitüsü'nün tahminlerine göre Polonya'nın kaya gazı rezervleri 346 milyar m<sup>3</sup> ile 768 milyar m<sup>3</sup> arasındadır. Polonya'nın aynı zamanda enerji arzı güvenliği adına kaygıları bulunmakla birlikte EU Emissions Trade Sheme (ETS) üyesidir. Bu üyeliğin bir

gerekliliği olarak Polonya sera gazı salınımını azaltmak zorundadır. Polonya elektrik enerjisinin %90'ını kömürden üretir. Bu durum Polonya'yı elektrik enerjisini doğal gaz ile üretmesine zorlamaktadır. Polonya doğal gaz talebini %70 oranında ithalat ile karşılarken ithalatın büyük bir kısmını da Rusya'dan yapmaktadır (Shale Gas Information Platform, 2018). Polonya hükümeti sadece kömür kullanımını azaltmayı değil aynı zamanda doğal gazda Rusya'ya olan bağımlılığını da azaltmak hedefindedir. Bundan dolayı Polonya hükümeti kaya gazının önemini vurgulamaktadır ve ülkenin birçok bölgesinde kaya gazı araması yapmak için arama lisansı vermiştir (Stephenson, 2015).

Birleşik Krallık'ta olası kaya gazı rezervleri üç ana bölgede yer almaktadır. Kuzey İngiltere, Pennine Dağlarının doğusu ve batısı, İskoçya'nın merkez ovaları ile İngiltere'nin güneydoğu kıvrık alanları bu bölgelerdir. İngiltere'nin kuzeyinde yer alan Bowland-Hodder kaya gazı rezervi ülkenin en büyük kaya gazı rezervidir ve 1300 tcf'lik bir rezerve sahiptir olduğu tahmin edilmektedir (British Geological Survey, 2013).

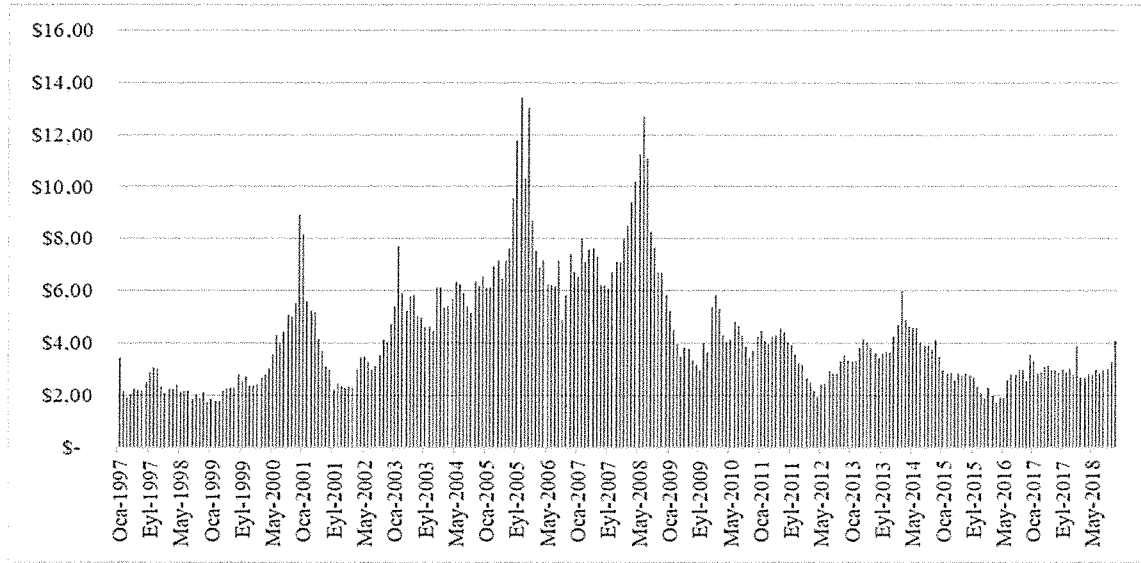
#### **2.6.4. Geleneksel Olmayan Kaynakların Doğal Gaz Piyasasına Etkileri**

Geleneksel olmayan yöntemlerle üretilen doğal gazın yalnızca enerji fiyatlarına değil diğer endüstrilere de etkisi olması öngörülmektedir. Geleneksel olmayan doğal gazın farklı iş kollarının doğmasına ve bu farklı iş kolları ile yeni istihdam olanaklarının ortaya çıkmasına ve bununla birlikte işsizlik oranının düşmesine yol açması tahmin edilmektedir.

Amerika'da kaya gazı üretiminin piyasada önemli bir orana sahip olmasıyla birlikte doğal gaz piyasasına ek olarak 600.000 istihdam imkânı sunmuştur. 2015 yılına gelindiğinde bu rakam 875.000'e ulaşmıştır. 2035 yılına gelindiğinde ise bu rakamın 1.600.000'e ulaşması öngörülmektedir (Sofuoğlu, 2014).

Birleşik Devletler'de endüstriler artan doğal gaz ihtiyacını karşılamak için farklı çözüm yolları izlemiştir. Çözüm yollarından biri LNG ithalatını arttırmak bir diğer çözüm yolu da kaya gazını üretim tekniklerini geliştirip geleneksel olmayan bu kaynaktan faydalanmaktır. 2000'li yılların başında yeni LNG ithalat terminallerinin kurulması önerilmiş ve 8 adedi de kurulma aşamasındaydı. Ayrıca eski ve faaliyette olmayan LNG terminallerinin yeniden işletmeye alınması çözüm olarak sunulmuştur.

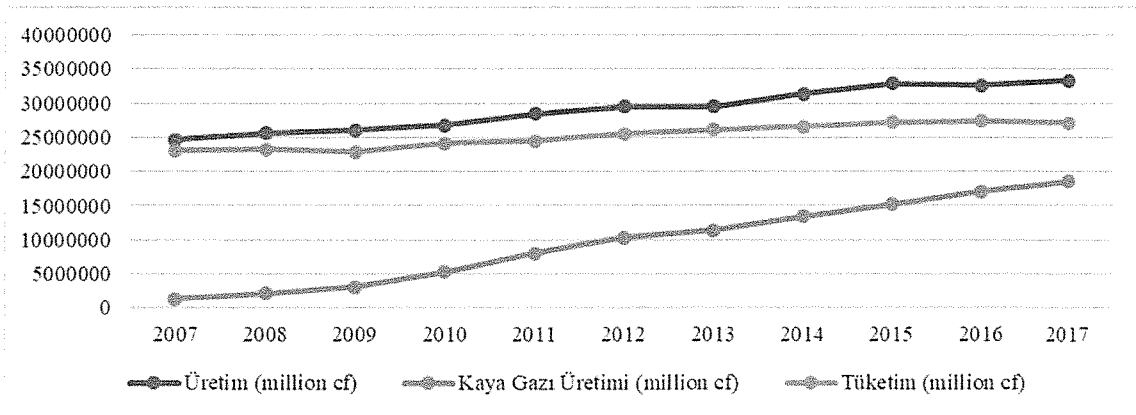
**Grafik 2.7 1997 ve 2018 yılları arasında aylara göre Henry Hub Ticaret Merkezinde spot doğal gaz fiyatları (\$/milyon Btu)**



Kaynak: EIA, 2018

1995 ve 1999 yılları arasında doğal gaz spot fiyatı 2,23 \$/milyon Btu civarında gerçekleşmiştir. Ancak 200 ve 2004 yılları arasında bu rakam 4,68 \$/milyon Btu'ya kadar yükselmiştir. 2005 yılının Aralık ayında doğal gaz spot fiyatları 1538 \$/milyon Btu'ya yükselerek zirve yapmıştır. 2007 yılında ABD'de kaya gazı üretimi toplam üretimin yalnızca %7'sini oluşturmuştur. 2013 yılına kadar toplam üretimdeki payını %40'a çıkaran kaya gazı üretimi LNG'ye ve boru hatları ile doğal gaz alımına olan talebi azaltmıştır. Daha öncesinde kurulan LNG terminalleri boşa çıkmıştır (Ratner, Parfomak, Luther, Ferguson, 2015).

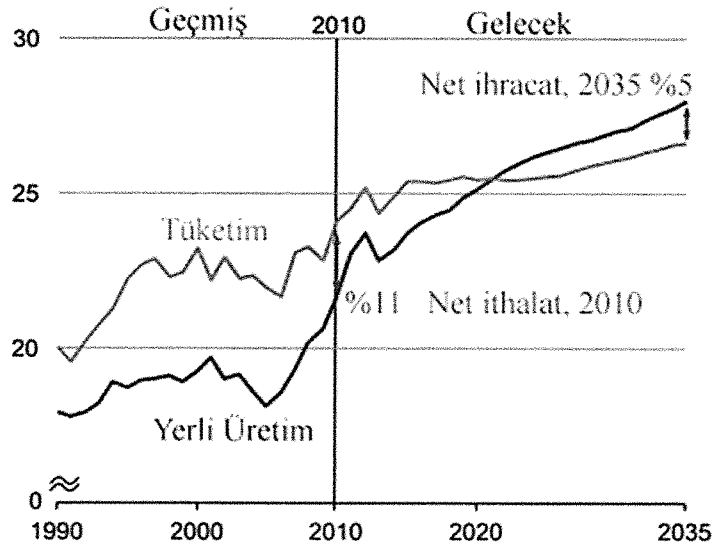
**Grafik 2.8 ABD'de 2007 yılından 2018 yılına kadar geleneksel doğal gaz üretimi, kaya gazı üretimi ve doğal gaz tüketim miktarları (milyon ayak küp)**



Kaynak: EIA, 2018

ABD'nin doğal gaz üretimindeki büyüme hızı, tüketimin büyüme hızına göre daha hızlı gerçekleşmektedir. EİA'nın yapmış olduğu bir çalışmaya göre ABD'nin 2022 yılında doğal gaz ithal eden ülke konumundan doğal gaz ihraç eden ülke konumuna geçmesi ve 2035 yılında net ihracatının 1,4 trilyon ayak feet miktarına ulaşacağı belirtilmektedir (EİA, 2012).

**Grafik 2.9 ABD'nin Geçmiş Doğal Gaz Üretimi, Tüketimi, Uluslararası Ticareti Miktarları ve Gelecek Üretim, Tüketim, Uluslararası Ticaret Tahminleri**



Kaynak: EIA, 2012

Kaya gazı üretimindeki bu artış ve ABD'nin ithalatçı ülke durumundan ihracatçı durumuna geçmesi ile dünya doğal gaz piyasasında düzenin belirgin bir şekilde değişmesi öngörülmektedir.

Avrupa kıtasında kaya gazı üretimi için en iyi ülkelerin başında Polonya gelmektedir. Geleneksel olmayan doğal gaz üretimi Polonya hükümeti tarafından kabul görmüş ve temeli sağlama alınmıştır. Geleneksel olmayan kaynaklardan elde edilecek olan doğal gazın 2020 yılında 4,2 milyar m<sup>3</sup>'e ulaşacağı tahmin edilmektedir (Janda, Kondratenko, 2018). Eğer bu tahminler gerçekleşirse Polonya'nın doğal gazda Rusya'ya olan bağımlılığı üçte bir oranında azalacaktır.

Dünya doğal gaz piyasasını etkileyen kaya gazı her yerde olduğu gibi Birleşik Krallık'ta da etkili olmaktadır. Birleşik Krallık'taki üretimin olası etkileri rezervlerin henüz net olmamasından ve üretimin ne zaman başlayacağını net bilinmemesinden dolayı kesin değildir. Ancak büyük rezervlere sahip sahaların ispatlanması ile 2020 yılında büyük çaplı üretime geçileceği planlanmaktadır. Birleşik Krallık'ta üretime geçilse bile yakıt fiyatlarına ve diğer



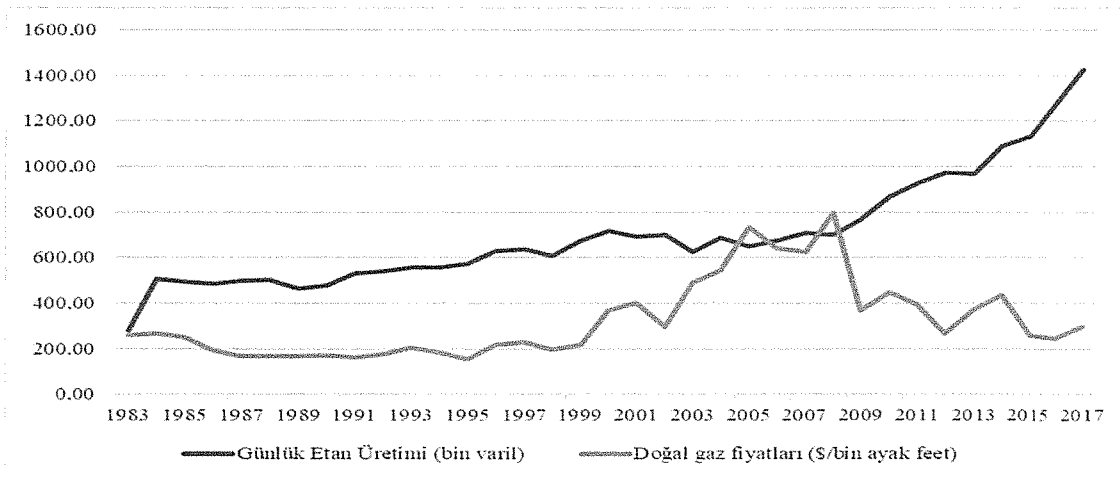
endüstriyel alanlara etkisinin Birleşik Devletler'deki kadar belirgin olmaması beklenmektedir. Üretilen kaya gazı ithal edilen doğal gazdan daha güvenilir bir arz güvenliğine sahip olacaktır. Birleşik Krallık yerli üretim ile dengesiz dünya talebinden, bölgesel kararsızlıklardan ve politik yaptırımlardan izole olacaktır (Economic Affairs Committee, 2014).

Doğal gaz kullanımının sera gazı salınımına ve küresel ısınmaya karşı diğer fosil yakıtlara göre daha az zararlı olmasına rağmen geleneksel olmayan yöntemlerle doğal gaz üretiminin temiz su kaynaklarına zararı olduğu eleştirilmektedir. Hidrolik çatlatma işleminde kullanılan suyun miktarı ve suya karıştırılan kimyasalların gelecekte temiz su temininin zora girebileceği eleştirilmektedir. Ayrıca çatlatma işleminde kullanılan sıvının yer altı sularına karışma, yeryüzüne sızma olasılıkları ve hidrolik çatlatma işleminin sebep olduğu sismik hareketlenmelerden dolayı çevre binalarda çatlaklara sebep olması bölge halkları tarafından protesto edilmektedir (Erik, 2016).

Ortalama bir kuyuda kullanılan su miktarı 4.500 m<sup>3</sup> ile 13.000 m<sup>3</sup> civarındadır. Ancak projenin büyüklüğüne göre kullanılan su miktarı 19.000 m<sup>3</sup>'e kadar çıkabilmektedir. Ortalama bir kuyunun işletme süresince kullanacağı su miktarı 11.350 m<sup>3</sup> ile 30.250 m<sup>3</sup> civarındadır. Bu veriler ABD'deki kuyular baz alınarak hesaplanmıştır ve Avrupa'daki kaya gazı rezervlerinin ABD'ye göre 1.5 kat daha derinde olmasından dolayı kullanılacak olan su miktarının daha fazla olacağı tahmin edilmektedir (Erik, 2016).

Geleneksel olmayan doğal gaz kaynaklarının bir diğer olumlu etkisi ise doğal gaz duyarlı endüstrilerde gerçekleşmiştir. Doğal gazı hammadde olarak kullanan sektörlerde doğal gaz fiyatlarının düşmesiyle birlikte maliyetler azalmış ve üretim artmıştır.

**Grafik 2.10 ABD'de Doğal Gaz Fiyatlarının ve Etan Üretiminin Yıllara Göre Karşılaştırılması**



**Kaynak:** Grafik EİA'nın ve BP'nin verileri ile benim tarafımdan oluşturulmuştur.

Tablodan da görüldüğü gibi ABD’de kaya gazının doğal gaz fiyatlarını düşürmesiyle birlikte ana girdi olarak doğal gazı kullanan kimya sanayisinde etan üretiminin arttığı görülmektedir. Etan plastiğin hammaddesi olan etileni üretmekte kullanılır. Artan etan üretimi petrokimya sanayisine hammadde sağlamış ve piyasayı canlandırmıştır. Hammadde olarak petrolü kullanan rakip firmalar, ABD’de doğal gazı hammadde olarak kullanan firmalara karşı güç kaybetmiştir. Ucuzlayan doğal gaz çıktı ürünlerin de fiyatlarının düşmesine yol açmıştır (Sofuoğlu, 2014).

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### 3. DOĞAL GAZ FİYATLANDIRMA MEKANİZMALARI VE TEORİLER

#### 3.1. Fiyatlandırma

Doğal gaz rezervlerinin ve üretimin dünya üzerinde sürekli değişkenlik göstermesi, jeopolitik etkiler ve teknolojik gelişmelerin etkisiyle birlikte birçok fiyatlandırma mekanizması da gelişmiştir.

Petrol ve doğal gaz diğer mallardan ayıran bazı karakteristik özellikleri vardır. Bu özellikler;

- Kaynağın tespitinden, üretiminde ve tüketimine kadarki süreçte yüksek belirsizliğe sahip olması,
- Doğal kaynağın karakteristik özellikleri,
- Kaynağın sınırlı ve sadece bir düzine ülkenin kontrolü altında olması,
- Üretici şirket ve kaynak sahibi ülke olmak üzere iki karar vericinin olması,
- Enerjiye olan talebin genelde inelastik olması ve kapasitenin sınırlı olması sebebiyle arzın sınırlı olması,
- Kaçınılamayan dış etkenler gibi piyasa kusurlarıdır (Energy Charter Secreteriat, 2007).

Petrol endeksli mekanizma fiyatlandırma mekanizmalarından biridir ve doğal gaz fiyatları uzun vadeli sözleşmelerde petrole fiyatlarına ya da bir grup petrol ürününün fiyatlarına endekslidir. Bu mekanizma genelde Orta Doğu, Asya ve Avrupa piyasalarında kullanılır (Dehnavi, Wirl, Yegorov, 2015).

Bir diğer fiyat saptama sistemi ise gazın gaz ile rekabeti sistemidir. Bu mekanizmaya göre doğal gaz fiyatları arz ve talebin karşılıklı etkileşiminden faydalanılarak saptanır. Bu fiyatlandırma mekanizması Henry Hub ve National Balancing Point gibi ticaret merkezlerinde kullanılır. Bu sistem ile kısa vadeli fiyatlar saptanabilmektedir. Spot LNG fiyatları da bu kategori içerisinde yer almaktadır. Bir diğer fiyatlandırma mekanizması ise ikili monopolleşme mekanizmasıdır. Bu sisteme göre hükümet ya da devlet işletmesi olan iki büyük işletme arasında doğal gaz fiyatının belirli bir süreliğine belirlenmesiyle oluşur (Anisie, 2014).

Maliyet esaslı fiyatlandırma metodunda düzenleyici otoriteler yatırım maliyetlerini ve işletme maliyetlerini karşılayabilecek makul oranda gelirin elde edilmesini amaçlar. Bu metoda göre doğal gaz fiyatı üretim maliyeti, depolama maliyeti, iletim maliyeti, vergi maliyeti ve istenilen kâr marjı da eklenerek bulunur (Anisie, 2014).

Netback yöntemi ise maliyet esaslı fiyatlandırma modelinin aksine ekleyerek değil çıkararak bir fiyat belirlenir. Bu fiyatlandırma metodunun temelleri 1962 yılında Hollanda ekonomi bakanı olan Jan Willem de Pous tarafından atılmıştır. Netback fiyatlandırma metodunda doğal gaz fiyatı belirlenirken iletim maliyetleri, sabit maliyetler ve kâr marjı çıkarılarak hesaplanır (Melling, 2010).

### 3.2. İşlem Maliyeti Teorisi

1937 yılında Ronald Coase “The Nature of the Firm” adlı makalesinde işlem maliyeti teorisini ilk kez kaleme almıştır. İşlem maliyeti teorisi özellikle stratejik işlerde ve birçok yönetsel disiplinlerde kullanılır. Bu teori yeni kurumsal ekonomik araştırmalar geleneğinin bir parçasıdır. İşlem maliyeti teorisine göre her işlemin bir maliyeti vardır (Martins, Serra, Leite, Ferreira, 2010). Yapılacak olan işlemin işletme bünyesinde yapılması durumunda üretim maliyeti yüksek ve koordinasyon maliyeti düşük olacaktır. İşlem maliyeti teorisi ile birlikte elde edilmek istenen ürünün maliyetini en aza indirgeyen uygun yapının bulunması sağlamak amaçlanmaktadır (Varan, Çevik, 2015).

İşlem maliyeti teorisine göre doğal gaz piyasası oluşumunu önemli derecede etkileyen üç faktör bulunmaktadır. Bunlar biri kendisine özgü yatırımları olmasıdır. Teoriye göre bu faktörün maliyeti düşerse sözleşmelerin de süresi buna göre kısalır. Maliyetin düşmesinin sebebi olgunlaşmış endüstride gerekli yatırımların halihazırda tamamlanmış olması ya da sıvı spot piyasasının oluşmasından kaynaklanabilir. Bu özgül yatırımların düşmesi doğal gaz piyasasındaki alıcıların ve satıcıların sayısının artmasını sağlar. Doğal gaz piyasasındaki alıcı ve satıcıların sayısı bir diğer önemli etkidir. Bu sayının çokluğu ileride yaşanabilecek olan alıcı veya satıcı bulamama riskini azaltır ve özgül yatırımların düşmesini sağlar. Bu sebep aynı zamanda pazarlık yapma imkanını azalttığından dolayı işlem maliyetlerinin azalmasına da olanak sağlayabilir. Bu iki etken de sözleşmelerin sürelerini kısaltır. Doğal gaz piyasalarının oluşumdaki üçüncü bir etken de düzenleyici rejimlerdir. İşlem maliyeti teorisine göre teşviklerin önünü kesen herhangi bir düzenleme sözleşmelerin sürelerini kısaltır. Sözleşmelerinin sürelerinin kısalmasının sebebi ise sözleşmeyi denetleme maliyetlerinin artması ve kârlılığın azalmasıdır (Arora, 2014).

### 3.3. Ricardo'nun Rant Teorisi

Doğal gaz rezervi tespit edilen bölgede yapılacak olan yatırımın maliyeti ve üretilecek olan üründen elde edilecek olan gelirin belirli bir seviyede olması beklenir. Bu beklentiden dolayı yatırım kararı alınacak olan yatırımdan elde edilecek olan ürünün kalitesi, o ürünü üretmek için işletmenin maliyeti gibi faktörler kârlılığı etkileyen faktörlerdendir. Doğal gaz piyasasında da yatırım kararı alınacak olan kaynaktan elde edilecek enerjinin kalitesi, kurulacak olan kuyunun suda ya da karada oluşu, elde edilecek olan gazın sevk edileceği yere olan uzaklığı, tesis kurulumunun maliyeti gibi birçok etken vardır.

Ricardo toprağın spesifikliğini ve bozulamaz gücüyle toprağı verimliliğine dikkat çeker. Ricardo'ya göre rant toprağın kullanımı sonrasında toprak sahibinin elde ettiği ürünlerdir. Ancak toprağın özellikleri ve verdiği ürünler her yerde homojen olsaydı elde edilecek olan ürünün bir getirisi olmayacağı inancına sahipti. Ne zaman ki toprak kendisine özgü özelliklere sahip olursa, ürünün kalitesi değişir ve artan nüfusla birlikte verimsiz topraklar da işlenir ve toprağın işlenmesi sonucunda rant elde edilir (Gültekin, Çocuk, Aksöz, 2016).

Petrol ve doğal gazın diğer fosil yakıtlar gibi kaynakların verimliliği kaynağın bulunduğu sahanın bize doğal olarak verdikleridir. Üretimin maliyeti sahadan sahaya değişmektedir. Kaynağın karada ya da suda olması, sahanın ve rezervin büyüklüğü, kaynağın geleneksel yöntemlerle işlenebilir olması ya da geleneksel olmayan yöntemlerle işlenebilir olması gibi faktörler üretim maliyetlerini etkilemektedir. Örnek olarak Kuzey Denizi'ndeki bir kuyu ile körfez ülkelerindeki bir kuyuda üretilen doğal gazların maliyetleri birbirinden farklıdır. Kuzey Denizi'ndeki kuyuda üretimin maliyeti 10-15\$/bbl iken körfez ülkesindeki bir kuyuda üretimin maliyeti 5 \$/bbl'dir (Zelenovskaya, 2011).

Bir diğer örnek Gröningen sahasından Avrupa ülkelerine nakledilen doğal gazın maliyeti 4,94 \$/bin m<sup>3</sup> iken Rusya'dan nakledilen gazın maliyeti 247 \$/ bin m<sup>3</sup>'tür. Ricardo'nun rant teorisine göre bu iki fiyat arasındaki fark ranttır (Zelenovskaya, 2011).

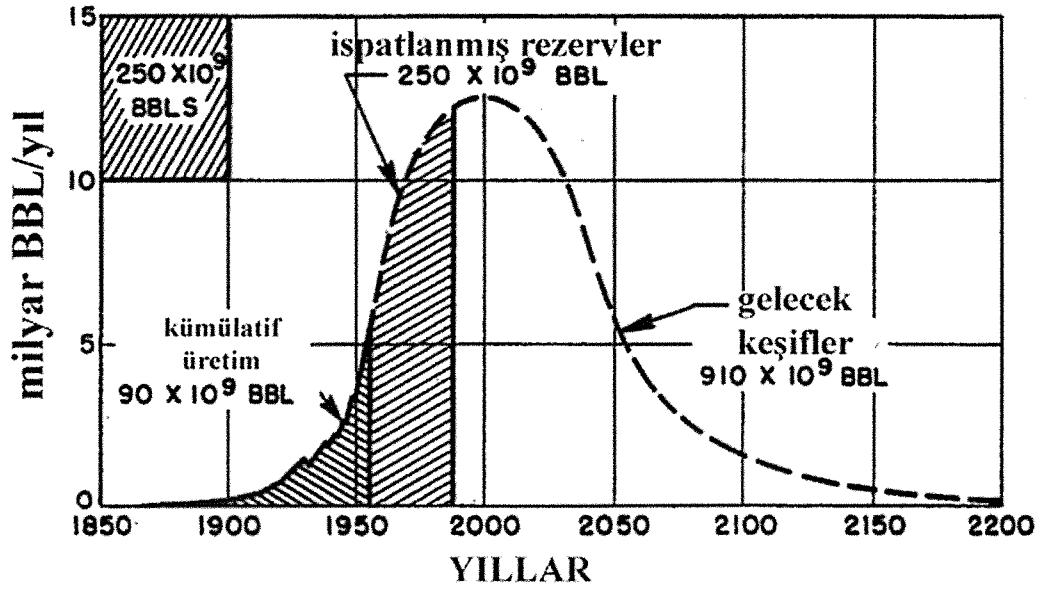
$$\text{RicR}=247\$ - 4,94 \$ = 242,06 \$$$

### 3.4. Hubbert'in Zirve Teorisi

Geçmişten günümüze kadar işlenebilir enerji kaynaklarının rezerv miktarları gelişen teknolojinin yardımıyla artsa da sonsuz değildir. Hubbert'in zirve teorisi bu konuyu ele almaktadır. Hubbert M. King ABD'nin 48 eyaletinde üretilen petrolün zirveye ulaşacağı

noktayı öncesinden başarılı bir şekilde tahmin etmiştir. Zirve teorisine göre petrol, doğal gaz, kömür ve uranyum gibi sınırlı kaynakların üretim grafiği bir çan eğrisine benzemektedir. Üretim belirli bir noktaya kadar artar ve zirveye ulaştıktan sonra üretim azalmaya başlar (Towler, 2014).

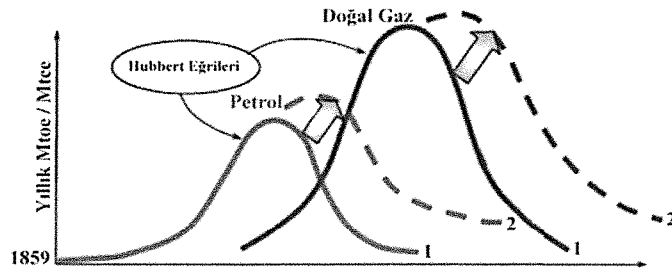
**Grafik 3.1 Hubbert'in Dünya Ham Petrol Üretimini Grafiği**



Kaynak: Hubbert, 1956

Teknolojini gelişmesiyle ve geleneksel olmayan kaynakların da rezervlere dahil olmasıyla birlikte Hubbert'in çan eğrileri sağ tarafa doğru kaymıştır. Daha öncesinde üretimin zirve yapması tahmin edilen tarihler ötelenmiştir.

**Grafik 3.2 Petrol ve Doğal Gaz İçin Hubbert Eğrileri**



Kaynak: Razsewski, 2018

Tabloda 1 numaralı eğriler teknolojik gelişmeler ve geleneksel olmayan kaynakların keşfedilmesinden önceki üretimler, 2 numaralı eğriler ise teknolojik gelişmeler ve geleneksel olmayan kaynakların keşfedilmesinden sonraki üretimlerdir. Tablodan da görüldüğü üzere teknolojik gelişmelerin ve geleneksel olmayan kaynakların rezervleri arttırdığından ve otomatik olarak üretimi de arttırdığından Hubbert'in Çan Eğrileri sağ tarafa doğru kaymıştır.

BİLGESAM'ın yapmış olduğu bir araştırmada geleneksel petrol kaynaklarından yapılan üretimin petrol tüketimini karşılamadığı kanısına varılmıştır. Çin ve Hindistan gibi nüfusça kalabalık ülkelerde kişi başına petrol tüketimi gelişmiş ülkelerdeki tüketimin altındadır. Söz konusu ülkelerde kişi başına gelir arttıkça petrol ve diğer enerji kaynaklarının tüketimleri de artacaktır. Petrol üretimi zirve yaptıktan sonra petrol üretimi hızla düşeceğinden ve gerekli önlemlerin alınması gerektiğinden üretimin zirve yapacağı zamanı önceden tahmin etmek önemlidir.

2017 yılı sonu itibariyle BP'nin yayınlamış olduğu rapora göre dünya doğal gaz rezerv miktarı 193,5 trilyon m<sup>3</sup>'tür. Aynı rapora göre 2017 yılı verileri dikkate alındığında dünyaya 52,6 yıl yetecek kadar doğal gaz rezervi kalmıştır.

### 3.5. Vekalet Teorisi

Doğal kaynaklar üzerindeki yetki ev sahibi ülkede iken, doğal kaynakların işletilmesi üzerinde hem ülke hem de üretici şirket yetkilidir. Her iki tarafın da kaynakların işletilmesi sonucunda varmak istedikleri farklı hedefleri bulunmaktadır. Her iki tarafında başarı anlayışları farklıdır. Kaynak sahibi ülkeler uzun vadeli kazanç hedeflerken ve gelecek nesilleri göz önünde bulundururken üretici şirketler hissedarlarının kârını göz önünde bulundurur (ECS, 2007).

Üretim paylaşım anlaşmaları (PSA) petrol endüstrisinde ortaklık sözleşmelerinin muadilidir. Ancak son ekonomik teoriler PSA'ların verimsiz sözleşme şekilleri olduğunu öne sürer. Bunun sebebi olarak da yabancı petrol şirketinin iş sonunda marjinal ürüne sahip olmamasını öne sürmektedir. Böylelikle verimsiz olan sözleşme şeklinin nasıl verimli hale getirilebileceği tartışılmıştır. Vekalet teorisi risklerin ve mükafatların nasıl paylaşılması gerektiğine yardımcı olur ve böylelikle sözleşmeleri daha verimli hale getirir (Bindemann, 1999).

Enerji kaynaklarına sahip ülkeler kendi enerji şirketlerini kurarak vekaletin getirdiği sorunları ortadan kaldırmaya çalışmaktadır. Ancak bu şirketleri kurmak için mali açıdan yetersiz olan ülkeler veya gelişen üretim teknolojisine yetişmekte güçlük çeken ülkeler yabancı

yatırımcılara ihtiyaç duyar ve çeşitli rant paylaşım sözleşmeleri yaparak üretim gerçekleştirir (Bindemann, 1999).

### 3.6. Bölgesel Piyasaların Genel Hatlarıyla Fiyat Oluşumu

Bölgelerin birbirinden farklı karakteristik özelliklere sahip olması doğal gaz piyasalarının da birbirinden farklı gelişmesine yol açmıştır. Doğal gaz arzının ve tüketiminin miktarı, doğal gazın üretildiği yerden tüketileceği yere olan uzaklığı ve iletimin boru hatlarıyla veya LNG tankerleri ile sağlanacak olması gibi birçok etken doğal gaz piyasalarının gelişimine etki etmektedir. Tablo 3.1.'de farklı fiyatlandırma mekanizmalarının genel özellikleriyle birlikte etkili oldukları bölgesel doğal gaz piyasaları verilmiştir.

**Tablo 3.1 Fiyatlandırma Mekanizmalarının Bölge Doğal Gaz Piyasalarına Göre Sınıflandırılması**

Gazın Gaz ile Rekabeti Fiyatların dengesiz olduğu bu tür serbest piyasalarda doğal gaz diğer enerji kaynaklarıyla karşılaştırılmaz. Üretici ve tüketici sayısı yüksektir. İletim ve depolama sistemleri çeşitlidir. Finansal araçlar ile gelişmiş piyasalardır.	İkame Enerji Kaynakları Endeksli Fiyatlandırma Doğal gaz fiyatları diğer enerji kaynakları ile orantılı şekilde hareket eder. Üretici ve tüketici sayısı sınırlıdır. Depolama ve iletim hizmetleri birkaç hizmet sağlayıcısının kontrolündedir.	Petrol Endeksli Fiyatlandırma Doğal gaz fiyatları doğrudan petrol fiyatlarına bağlıdır. Doğal gaz büyük oranda ithal edilir. Üretici ve tüketici sayısı sınırlıdır. Depolama ve iletim hizmetleri alıcıların kontrolü altındadır.	Düzenlenmiş Piyasalar Devlet tarafından belirlenmiş fiyatlar ve devlet kontrolü altındaki piyasalardır. Alıcı ve satıcıların sayısı genelde çok sınırlıdır. Çoğu altyapı devlet kontrolündedir. Serbest olmayan veya çok sınırlı serbest olan piyasalardır. Fiyatlar birleşik ve risk devletindir.
ABD, Birleşik Krallık, Kanada	Avrupa Kıtası, Güney Doğu Asya	Japonya, Kore, Tayvan	Orta Doğu, Rusya, Çin

**Kaynak:** Natgas, 2018

#### 3.6.1. Kuzey Amerika Doğal Gaz Piyasası

Kuzey Amerika hem büyük bir doğal gaz tüketicisi hem de büyük bir doğal gaz üreticisidir. Kuzey Amerika'da 2017 yılında doğal gaz üretimi yıllık 951,5 milyar m<sup>3</sup>'e ulaşmıştır. Buna karşılık olarak doğal gaz tüketimi 2017 yılında 942,8 milyar m<sup>3</sup> olarak



gerçekleşmiştir. Geleneksel olmayan doğal gaz kaynaklarının da üretime katılması ve arza dahil olmasıyla birlikte 2008 yılından bu yana doğal gaz üretim hızı tüketim hızından hızlı gelişmiştir (World Energy Council, 2016). Bu gelişmelerin sonucu olarak Kuzey Amerika doğal gaz piyasasında bolluk oluşmuş ve fiyatlar düşmüştür.

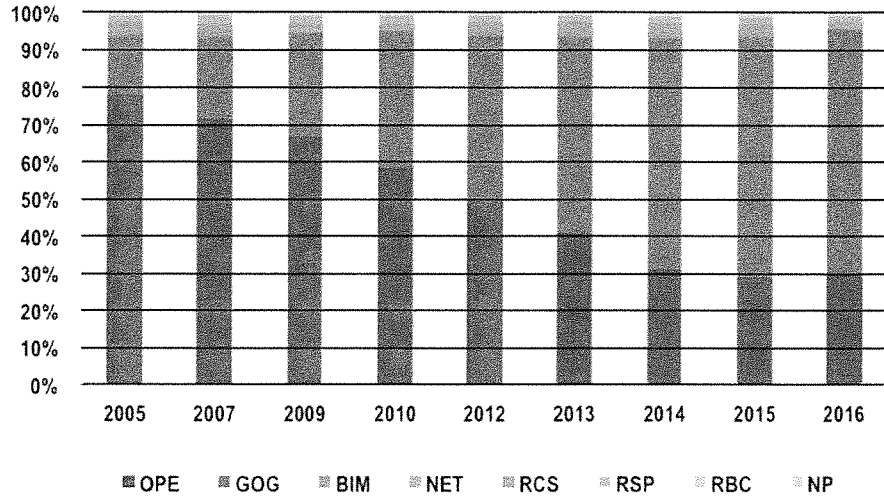
Kuzey Amerika’da doğal gaz fiyatlarının büyük bir kısmı sıvı ticaret merkezlerinde hesaplanır. Bu sıvı ticaret merkezlerinden en büyüğü Louisiana’daki Henry Hub’tur. Kuzey Amerika’da fiyatlar genelde gazın gaz ile rekabeti mekanizmasından faydalanılarak oluşturulur. Bu mekanizmada doğal gaz fiyatı talep ve arz arasındaki ilişkiden ortaya çıkmaktadır. Arz ve talepteki sürekli değişkenlikten dolayı Kuzey Amerika piyasasındaki fiyatların uzun vadeli sözleşmelerle fiyatı sabitleyen diğer bölge piyasalarının fiyatlarına göre daha dengesiz bir seyir izlediğini söylemek mümkündür. Örnek olarak, kış aylarında sıcaklıkların düşmesi ile birlikte ısıtma için doğal gaza olan talep artmaktadır. Artan talep ile birlikte doğal gaz fiyatları yükselmektedir (United Nations, 2018).

### 3.6.2. Avrupa Doğal Gaz Piyasası

Avrupa’da doğal gazın toptan ticareti genelde uzun vadeli sözleşmelerle yapılır. Bu sözleşmelerde doğal gaz fiyatları genelde petrol ve petrol ürünleri endeksli fiyatlandırma mekanizmaları ile belirlenmektedir. Bu tür sözleşmelerde satıcının yaptığı satış “al ya da öde” taahhüdüyle güvence altına alınmıştır (EPPEN, 2015).

2005 yılından itibaren Avrupa doğal gaz piyasasında petrole endeksli fiyat mekanizmasından gazın gazla rekabeti fiyatlandırma mekanizmasını esas alan bir yapıya doğru dönüşüm başlamıştır (International Gas Union, 2017).

Avrupa piyasasında 2005 yılında gazın gazla rekabeti fiyatlandırma mekanizmasından faydalanılarak belirlenen fiyatlar piyasanın yalnızca %7’sini oluşturmaktaydı. Ancak 2014 yılına gelindiğinde bu oran %62’ye ulaşmıştır (WER, 2015).

**Grafik 3.3 Avrupa Doğal Gaz Fiyatı Formasyonu Oranları**

**Kaynak:** IGU, 2017

Avrupa'daki doğal gaz piyasası temelde uzun vadeli sözleşmelerle oluşmakta olup bu sözleşmelerin karakteristik özellikleri şu şekilde sıralanabilir;

- Özel fiyatlandırma formüllerinden oluşurlar,
- Doğal gaz fiyatlarının genelde petrol olmak üzere diğer enerji fiyatlarıyla rekabeti dikkate alınır,
- Sözleşme süreleri 20 ila 30 yıl kadardır,
- Fiyatlara üretim ve iletim maliyetleri dahildir (UN, 2018).

### 3.6.3. Asya-Pasifik Doğal Gaz Piyasası

Asya-Pasifik enerji piyasası daha çok petrol ve kömürden ibaret olsa da son yıllarda LNG ithal edilen bir bölge haline gelmiştir. 2017 yılında dünya LNG ithalatının %72'lik kısmı Asya-Pasifik ülkelerine gerçekleşmiştir. Asya-Pasifik bölgesinde birbirinde farklı yapılarda ithalat ve ihracat merkezleri vardır. Japonya ve Güney Kore LNG ağırlıklı piyasalardır. Çin ve Hindistan piyasaları ise gelişmekte olan piyasalar olup doğal gaz ihtiyacını hem LNG olarak hem de boru hatları ile karşılamayı düşünmektedir.

Doğal gaz ticaretinin büyük bir kısmı LNG olarak gerçekleşen Asya-Pasifik bölgesinde petrol endeksli fiyatlandırma mekanizması baskındır. Asya'da doğal gaz ticaretinin büyük kısmı LNG olarak gerçekleştiğinden sıvılaştırma tesislerine ve iletim için özel tankerlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ihtiyaçlar da ilk etapta büyük maliyetli yatırımlara ihtiyaç duyar. Tüm bu etkenlerden dolayı LNG yatırımları, uzun vadeli sözleşmelerle sabit fiyat garantisi verilerek

gerçekleştirilir. Uzun vadeli bu sözleşmelerde arz güvenliği sağlanır ve tüketici ile üretici arasındaki uzun süreli ilişki kesinleştirilir (Koyama, 2018).

## BÖLÜM 4

### 4. Araştırmanın Ekonometrik Analizi ve İlgili Literatür

#### 4.1. Literatür

Doğal gazın günümüz enerji piyasasında etkinliğini arttırmasıyla birlikte doğal gaz fiyatları üzerine yapılan akademik araştırmaları da beraberinde getirmiştir. Ancak gelişimi daha yeni sayılabilecek olan bu konu üzerinde çok fazla araştırma bulunmamaktadır. Bu bölümde doğal gaz fiyatlarını farklı yönlerden araştıran ve fiyatları etkileyen faktörlerin analizlerini yapan bazı akademik çalışmalara yer verilmiştir.

2005 yılında Aras Haydar'ın ve Aras Nil'in yapmış oldukları çalışmada ekonomik göstergelerin ve dış ortam sıcaklıklarının doğal gaz talebine olan etkilerini incelemişleridir. Yapılan incelemeler sonucunda doğal gaz tüketiminin üzerinde hava sıcaklıklarının değişimi ve bütçe imkanlarının etkili olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Hartley ve Medlock'un 2008 yılında yaptıkları bir çalışmada ham petrol fiyatları ile doğal gaz fiyatları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Yaptıkları araştırmanın sonucunda elektrik üretim tesislerinin ham petrol ve doğal gaz fiyatlarının oluşumunda önemli rol oynadığına, döviz kurlarının ve değişken hava koşullarının da enerji fiyatlarının oluşumunda önemli birer etken olduğu sonucuna varmışlardır.

Mucuk ve Uysal'ın 2009 yılındaki çalışmalarında ekonomik büyüme ile enerji tüketim verileri arasındaki ilişki incelenmiş ve inceleme sonucunda verilerin uzun dönemde eşbütünleşik oldukları yani birlikte hareket ettikleri sonucuna varmıştır. Ayrıca Granger nedensellik analizini de gerçekleştirdikleri araştırmalarında enerji tüketiminden iktisadi büyümeye doğru bir nedenselliğin olduğu ve enerji tüketiminin iktisadi büyümeyi pozitif yönde etkilediği sonucuna varmışlardır.

Özata'nın 2010 yılında yaptığı çalışmasında Türkiye'de enerji tüketimi ile iktisadi büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Yaptığı çalışmada enerji fiyatlarındaki artışın dış ticaret açığına, enflasyon oranına, yatırımlara ve büyümeye olumsuz etkilerinin olduğu sonucuna varmıştır ve ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedenselliği belirlemiştir.

Uzunöz ve Akçay'ın 2012 yılındaki çalışmalarında 1970 ve 2010 yılları arasındaki büyüme ve enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Johansen eşbütünleşme testini gerçekleştirdikleri araştırmada büyüme verileri ile enerji tüketimi verileri arasında

eşbütünleşme ilişkisinin bulunduğunu ve uzun dönemde birlikte hareket ettikleri sonucuna varmışlardır. Ayrıca büyümeden enerji tüketimine doğru da tek yönlü bir nedenselliğin olduğu sonucuna varmışlardır.

2013 yılında Ishida fosil yakıtlar, fosil olmayan enerji kaynakları, iş gücü, stok ve gayri safi yurt içi hasıla (GSYH) değişkenlerinden oluşan çok değişkenli bir model kurarak Japonya’da fosil yakıtlar ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Johansen Eşbütünleşme analizinden faydalanarak fosil yakıtlar ile GSYH arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varmıştır. Bu ilişkiler; fosil yakıtların GSYH’yi uzun vadede etkilediği, GSYH’nin fosil yakıtları kısa vadede etkilediğidir. Bu sonuçlara göre yapılan araştırmada fosil yakıtların ekonomik büyümeyi etkileyen önemli faktörlerden biri olduğu kanaatine varmıştır.

Akgül ve Burucu’nun 2013 yılındaki çalışmalarında petrol ve doğal gaz fiyatları arasındaki ilişki incelenmiştir. Yapılan çalışmada verilerin eşbütünleşik oldukları sonucuna varılmıştır. Ardından gerçekleştirilen Granger nedensellik testlerinde 1 gecikmeli modelde petrol fiyatları doğal gaz fiyatlarının Granger nedenidir, gecikmeli modelde hem doğal gaz hem de petrol petrol fiyatları Granger nedenidir ve 3 gecikmeli modelde petrol fiyatları ve doğal gaz fiyatları arasında çift yönlü bir Granger nedenselliğinin olduğu sonucuna varılmıştır.

2013 yılında Altıntaşın yapmış olduğu çalışmada kısa dönemde kişi başına gelir ve birincil enerji tüketiminin karbondioksit emisyonunun Granger nedeni olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, kişi başına gelirden , birincil enerji tüketimden ve yatırımlardan karbondioksit emisyonuna doğru uzun dönemli tek yönlü bir Granger nedenselliği olduğu sonucuna varılmıştır.

2014 yılında Topallı’nın ve Alagöz enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişleridir. Yaptıkları çalışmanın sonunda verilerin arasında eşbütünleşmenin olduğu ve reel gayri safi yurtiçi hasıladan elektrik tüketimine doğru tek yönlü bir Granger nedenselliğinin olduğu sonucuna varmışlardır.

2015 yılında kaya gazının doğal gaz piyasasına etkilerini inceleyen Ivan, Romanya ve Avrupa piyasasında kaya gazının piyasaya Kuzey Amerika’daki gibi kadar güçlü bir etki yapmayacağını ve oluşacak olan etkinin de kademeli bir şekilde gerçekleşeceğini öne sürmüştür. Buna rağmen kaya gazı kaynaklarının miktarı ve birincil enerji talebindeki doğal gazın oranına bağlı olmakla birlikte önemli etkileri olabileceğini belirtmiştir. Romanya’nın kaya gazı kaynaklarını işlemesi durumunda sadece kendi piyasasının değil bölge piyasasının da kayda değer biçimde etkileneceğini belirtmiştir.

Göral 2015 yılında yaptığı araştırmasında doğal gaz fiyatlarının petrol fiyatları, kömür fiyatları, altın fiyatları ve faiz oranlarıyla uzun dönemli ilişkisini, ihracatçı ülke çeşitliliğinin ve doğal gaz iletim formunun da doğal gaz fiyatlarına olan etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda doğal gaz fiyatlarının petrol fiyatları, altın fiyatları ve faiz oranlarıyla uzun dönemli bir ilişkinin bulunduğu sonucuna varmıştır.

2016 yılında Eyüboğlu Kemal ve Eyüboğlu Sinem doğal gaz ve petrol fiyatları ile BIST'in (Borsa İstanbul) sanayi sektörü endeksleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Eşbütünleşme analizi gerçekleştirilen çalışmada sanayi endeksleri ile ayrı ayrı olmak üzere petrol ve doğal gaz fiyatları arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Ayrıca petrol fiyatından Sınai, Taş-Toprak, Metal Ana, Kimya-Petrol-Plastik ve Orman- Kağıt-Basım endekslerine doğru tek yönlü bir nedenselliğin olduğunu belirtmiştir.

Çılbant ve Alma'nın 2016 yılında yapmış oldukları çalışmada Türkiye'de doğal gaz tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda doğal gaz tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca doğal gaz tüketiminin ekonomik büyümenin Granger nedeni olduğu ancak ekonomik büyümenin doğal gaz tüketiminin Granger nedeni olmadığı sonucunda varmışlardır.

2016 yılında Usta bir çalışmasında Türkiye'de enerji tüketimi ile ekonomik büyüme ilişkisi incelemiştir. İnceleme sonucunda elektrik tüketimiyle katma değer arasında pozitif yönlü bir ilişki bulmuştur. Yaptığı araştırmalara göre elektrik tüketimindeki %1'lik bir artış katma değeri yaklaşık olarak %0.38 oranında artırır.

Yağız 2016'daki bir çalışmasında doğal gaz fiyatlarının belirli bir aşamaya kadar petrol fiyatlarını takip ettiğini vurgulamıştır. Bunun sebebinin hem petrol fiyatlarının dünya piyasasında ve doğal gaz fiyatlarının da bölgesel piyasalarda belirlenmesinin olduğunu belirtmiştir. Bunun dışında maliyet dışı unsurların yüksek seviyelere ulaştığında petrol fiyatları ile doğal gaz fiyatları arasındaki etkileşimin ortadan kalktığı sonucuna varmıştır.

Torun 2017 yılında doğal gaz fiyatları ile petrol fiyatları ve reel döviz kurları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. İncelemenin sonucunda tüm test modellerinde doğal gaz fiyatları ile petrol fiyatları arasında anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varan Torun, reel döviz kurları ile doğal gaz fiyatları arasında Dinamik OLS testine göre negatif yönlü bir ilişki tespit etmiş ve FMOLS testine göre de reel döviz kuru değişkeninin anlamsız olduğu sonucuna varmıştır.

Tatlı 2017 yılında Türkiye'de doğal gaz tüketimi, sabit sermaye oluşumunun ve istihdamın iktisadi büyüme ile aralarındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak için 1987 ile 2014 yılları arasındaki verileri analiz etmiştir. Eşbütünleşme analizi sonucunda iktisadi büyüme, doğal gaz

tüketimi, sabit sermaye oluşumu ve istihdam arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını ortaya koymuştur.

Karakaya'nın 2017 yılındaki çalışmasında enerji verimliliği kapsamında Türkiye'nin enerji tüketimi ile ekonomik büyümesi arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmıştır. Yapılan araştırma neticesinde enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru bir nedensellik ilişkisinin varlığı belirlenmiştir.

Liu ve Li'nin 2018 yılında yapmış oldukları çalışmada kaya gazının ham petrol fiyatlarına etkisini araştırmışlardır. Yapılan çalışmada kaya gazı reformu ile birlikte genişleyen doğal gaz üretimi petrol fiyatlarının negatif yönde hareket etmesine yol açmıştır. 2007 yılından 2015 yılına kadarki süreçte kaya gazı reformunun etkileri varsayılırsa ham petrol fiyatlarının ortalama 10,22 \$/varil düştüğü ve bunun yaklaşık %18'lik bir azalmaya denk geldiğini hesaplamışlardır.

#### **4.2. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı**

Bu çalışmanın amacı Türkiye'de doğal gaz fiyatını hangi faktörlerin etkilediğini belirlemektir. Yapılan araştırmada Türkiye'de doğal gaz fiyatlarını etkileyen faktörlerle olan ilişkisi ampirik ve iktisadi olarak açıklanmaya çalışılmıştır. Çalışmada zaman dilimi 1995 Ocak ayında başlayıp 2018 Aralık ayı da dahil olmak üzere 24 yılın aylık verileri olarak belirlenmiştir.

#### **4.3. Veriler ve Yöntem**

Bu çalışmada doğal gaz fiyatları ile dolar kuru, Avrupa Spot Piyasası ham petrol fiyatları, külçe altın fiyatları, kömür fiyatları ve tüketici fiyatı endeksi (TÜFE) karşılaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler birbirinde farklı kaynaklardan elde edilmiştir. TÜFE, kömür fiyatları ve doğal gaz fiyatları Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK); dolar kuru, altın fiyatları ve ham petrol fiyatları ise Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası (TCMB) tarafından alınmıştır. Ardından elde edilen bu veriler ile Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi, Birim Kök Analizleri, Johansen Eşbütünleşme Analizi, Granger Nedensellik Analizi, Varyans Ayırıştırması, Varyans Ayırıştırması, Vektör Hata Düzeltme Modeli ve Etki Tepki Fonksiyonları gerçekleştirilmiştir.

### 4.3.1. Çoklu Doğrusal Regresyon

Bir olayı etkileyen birden fazla değişken olabilmektedir. Bu sebeple bir bağımlı değişkeni bir bağımsız değişkenle analiz etmektense, modele birden çok bağımsız değişken eklenerek analiz gerçekleştirilir. Çoklu regresyon, bir bağımlı değişken ile ilişkisi olan birden fazla bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi açıklamak için gerçekleştirilen bir analiz metodudur (Can, 2017).

Birden fazla değişkene sahip çoklu regresyon modeli aşağıdaki şekilde yazılır.

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{i2} + \beta_3 X_{i3} + \dots + \beta_k X_{ik} + \epsilon_i$$

Yukarıdaki formülde  $Y_i$  bağımlı,  $X_{i2}, X_{i3}, \dots, X_{ik}$  bağımsız değişkenlerdir.  $\beta_1$  sabit katsayı ve  $\beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k$  ise modelin parametreleridir. Bağımsız değişkenler bağımlı değişkendeki değişimi açıklarken, parametreler ilgili oldukları bağımsız değişkendeki bir birimlik değişimi sonrasında bağımlı değişkende gerçekleşecek olan değişimin miktarını açıklar.  $\epsilon_i$  ise modelin hata terimidir (Güriş ve Astar, 2015).

Çoklu doğrusal regresyon analizinin sonuçlarının doğru olabilmesi için;

- Değişkenler normal dağılım sergilemeli,
- Bağımsız değişkenlerin her birinin bağımlı değişken ile doğrusal bir ilişkisi olmalı,
- Bağımsız değişkenlerin kendi aralarında yüksek dereceli bir ilişki olmalıdır,
- Hata terimlerinin normal dağılması gereklidir (Can, 2017).

Çoklu regresyonun dört adet metodu vardır. Bu metodlar Enter Metodu, İleri Doğru Seçim (Forward Selection) Metodu, Geriye Doğru Eleme (Backward Elimination) Metodu ve Adım Adım Seçme (Stepwise Selection) metodudur.

Enter Metodu çoklu regresyon modeline bütün değişkenleri blok halde dahil ederek analiz eder. Forward Selection metodunda bağımlı değişken ile en yüksek pozitif veya negatif korelasyona sahip bağımsız değişken modele ilk önce dahil edilir. Ardından F testi ile değişkenin katsayısının 0 olduğu hipotez belirlenir. Backward Elimination metodunda tüm değişkenler analize dahil edilir ve ardında belli ölçütlere göre eleme yapılır. Stepwise Selection metodunda ise ilk önce bağımsız değişken seçilir ve “ileri doğru seçme”deki FIN ya da PIN gerekleri yerine getirilirse ikinci değişken seçilir. Eğer gerekler yerine gelmezse işlem orada



sona erer. En yüksek kısmi korelasyona sahip değişken ikinci değişken olarak alınır. Seçimler yüksek korelasyondan düşük korelasyona doğru yapılır (Vurşan, 2017).

### 4.3.2. Birim Kök Analizleri

Ekonometrik uygulamaların önemli veri türlerinden biri zaman serileridir. Bu uygulamalarda kullanılan verilerin durağan olduğu varsayımı yapılır (Uğurlu, 2009). Bir eşbütünleşme ilişkisinin kurulabilmesi için her bir değişken aynı dereceden bütünleşmeye tabi olmalıdır (Dülger ve Cin, 2002). Serinin durağan bir seri olabilmesi için zaman serisinin ortalaması ve varyansı zamandan bağımsız olmalıdır (Yavuz, 2002). Durağan olmayan zaman serileri ile analiz yapıldığında regresyonda kullanılan değişkenlerin arasında sahte bir ilişkiye rastlanır. Bu da regresyon analizinin gerçekçi olmayan sonuçlar vermesine neden olur (Torun, 2015).

Birim kök analizinde kullanılan yöntemlerden Dickey Fuller (DF), Genişletilmiş Dickey Fuller (ADF) ve Philips Perron (PP)'dur.

#### 4.3.2.1. Genişletilmiş Dickey Fuller Testi (ADF)

Dickey Fuller testi ilk olarak 1979 yılında "Journal of American Statistical Association" dergisinde yayınlanan Dickey ve Fulleri'in makaleleriyle ortaya çıkmıştır. Ancak testin çıkışından itibaren eksik görülen yerlerin tamamlanması için geliştirilmiş ve yeni yöntemler ortaya çıkmıştır. Bu geliştirmelerin ilki yine aynı yazarlara ait makalenin 1981 yılında "Econometrica" adlı dergide yayınlanmıştır (Turdubaeva, 2017).

Dickey Fuller denklemlerinde bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin modele dahil edilmesiyle birlikte ADF denklemleri oluşur. Denklemler aşağıdaki gibidir.

$$\begin{aligned}\Delta Y_t &= \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta Y_{t-j} \varepsilon_t & \tau - \text{istatistiği} \\ \Delta Y_t &= \alpha_0 + \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta Y_{t-j} \varepsilon_t & \tau_\mu - \text{istatistiği} \\ \Delta Y_t &= \alpha_0 + \alpha_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum_{j=1}^p \delta_j \Delta Y_{t-j} \varepsilon_t & \tau_\tau - \text{istatistiği}\end{aligned}$$

(Arı ve Yıldız, 2017)

Yukarıdaki denklemlerin arasındaki fark  $\alpha_0$  ile  $\alpha_2 t$  elemanlarının olup olmamasıyla ilgilidir. Farklı bir deyişle  $\alpha_0$  ve  $\alpha_2 t$ , araştırılan zaman serisinde öngörülebilir bir sistematik trendin olup olmadığını belirleyen katsayılardır. ADF analizi, yukarıdaki denklemden  $\delta$

katsayısının istatistiksel olarak sıfıra eşit olmadığını test eder. Analiz sonucunda elde edilen bulgular %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde McKinnon kritik değerlerin ile karşılaştırılabilir. Elde edilen bulgular McKinnon değerlerinden daha büyük ise, serilerin durağan olmadığı tespit edilir ve boş hipotez reddedilir (Akel, 2015).

#### 4.3.2.2. Philips Peron Testi (PP)

ADF testi hata terimlerinin sabit varyansa sahip olduğunu ve hata terimlerinin istatistiksel olarak bağımsız olduğunu varsaymaktadır. Philips Peron (PP) Testi, ADF'nin hata terimleriyle alakalı varsayımlarını geliştirmiştir. PP testi, yapısal kırılma tarihinin bilindiğini varsayarak ADF testine kukla değişken ekleyerek yapısal kırılmalara birim kök analizini dahil etmiştir. Özellikle trend içeren serilerin durağanlık analizinde bu metod ADF'den daha verimlidir. Newey West hata düzeltme mekanizması kullanılarak otokorelasyon ortadan kaldırılır. PP testi aşağıdaki modeli kullanarak analiz eder.

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \alpha Y_{t-1} + \beta_2 \left( t - \frac{T}{2} \right) + u_t$$

(Petek ve Çelik, 2017)

T: gözlem sayısı ve t trendi

$H_0$ :  $\alpha=0$  ise seri durağan değil

$H_1$ :  $\alpha < 1$  ise seri durağandır

#### 4.3.3. Eşbütünleşme Analizi

Birim kök testleri yapılan değişkenlerin arasında uzun vadeli bir ilişkinin olup olmadığını araştırmak gerekir. Uzun vadede birlikte hareket eden değişkenlere eşbütünleşik denir. Eşbütünleşme vektörlerinin sayısı ve hata terimlerinin tespiti için "Johansen ve Juselius"un 1990 yılında geliştirdikleri çoklu Eşbütünleşme metodundan faydalanılır. Johansen testinin uygulanması için Vector Auto Regressive (VAR) modeli kurulur (Karamlikli ve Kesingöz, 2017). p. Dereceden VAR modeli aşağıdaki gibidir.

$$Y_t = A_1 Y_{t-1} + \dots + A_p Y_{t-p} + Bx_t + u_t$$

Yukarıdaki modelde  $Y_t$  durağan olmayan değişkenler vektörü,  $x_t$  deterministik değişkenler vektörü ve  $u_t$  hata terimlerini gösterir. Var modelinin matris gösterimi de aşağıdaki gibidir.

$$\Delta Y_t = \Pi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + Bx_t + u_t$$

Burada  $\Pi = \sum_{i=1}^p A_i - I$  ve  $\Gamma_i = -\sum_{j=i+1}^p A_j$  şeklinde tanımlanmaktadır.

$H_0 : \Pi = 0$  ise eşbütünleşme ilişkisi mevcut değil,

$H_1 : \Pi = 1$  ise seriler arasında uzun vadeli tek bir ilişki vardır.

$H_2 : \Pi > 1$  ise seriler arasında birden fazla eşbütünleşme ilişkisi vardır.

(Karamlikli ve Kesingöz, 2017)

#### 4.3.4. Granger Nedensellik Testi

Granger Nedensellik Testi değişkenler arasındaki nedenselliğin yönünü tayin etmek için uygulanan testlerden biridir. En az bir bağımlı ve bir bağımsız değişkenin olduğu Granger Nedensellik Analizi'nde ortaya çıkabilecek dört farklı durum vardır. Bu durumlar aşağıdaki gibidir (Gujarati, 2004).

1.  $x$ 'ten  $y$ 'ye doğru tek yönlü bir nedensellik vardır.
2.  $Y$ 'den  $x$ 'e doğru tek yönlü bir nedensellik vardır.
3.  $X$ 'ten  $y$ 'ye ve  $y$ 'den  $x$ 'e doğru çift yönlü bir nedensellik vardır.
4. Değişkenler arasında nedensellik yoktur.

Granger Nedensellik Analizi'nde değişkenlerin durağan olmaları ya da olmamalarına, durağan değilse değişkenler arasında Eşbütünleşme var mı yok mu gibi durumlara bakılarak kullanılacak olan denklemler belirlenir (Özata, 2010).

Değişkenlerden birinin  $Y$  olduğu varsayılırsa,  $Y_t = (Y_{t-1}, X_{t-1})$  ile yapılan tahmin başarısı  $Y = f(Y_{t-1})$  ile yapılan tahminin başarısından daha kuvvetliyse  $X_t$ 'deki değişmeler  $Y_t$ 'nin granger nedenidir (Altıntaş, Güvercin ve Uğurlu, 2008).

Granger Nedensellik Analizi'nde kullanılan denklemler aşağıdaki gibidir.

$$Y_t = \sum_{i=1}^k \beta_i Y_{t-i} + \sum_{i=1}^m \delta_i X_{t-i} + U_{1t} \xrightarrow{\text{EKK}} \text{Kısıtsız Model } SSR_{UR}$$

$$Y_t = \sum_{i=1}^k \theta_i Y_{t-i} + U_{2t} \xrightarrow{\text{EKK}} \text{Kısıtlı Model } SSR_R$$

#### 4.3.5. Varyans Ayrıştırması

Varyans Ayrıştırması sistemdeki veriler arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmaya yardımcı bir diğer sistemdir. Varyans ayrıştırmasında bir serideki şok hareketinin diğer değişkenler üzerindeki etkisini açıklar. Eğer bir değişkendeki hata teriminde meydana gelen bir şok diğer değişkenlerdeki geleceğe yönelik öngörülen hata varyansını açıklayamıyorsa bu dışsal olarak değerlendirilir. Fakat hata terimindeki bir şok diğer değişkenlerdeki geleceğe yönelik öngörülen hata varyansını açıklayabiliyorsa bu içsel olarak değerlendirilebilir (Enders, 2014). Bu sistem yardımıyla şokların diğer veriler üzerindeki etkisi görülebilecek ve veriler arasındaki ekonomik ilişkiler daha iyi anlaşılacaktır (Tarı ve Bozkurt, 2006).

#### 4.3.6. Etki Tepki Fonksiyonları (Impulse Response)

Etki tepki fonksiyonlarının zaman serisi analizlerinde birçok uygulama şekli vardır. Bu fonksiyon değişkenlerin şoklara verdiği tepkileri gösterir (Enders, 2014). Bu modelde VAR modelinin hatalarının birindeki şok bir hareketin ardından diğer verilerdeki tepkisel değişimler gösterilmektedir. Analizi gerçekleştirilen etki-tepkiler, tepkilerin şoklara karşı olan hareketi ve sürekliliği hakkında bilgi verir (Bozdağlıoğlu ve Özpınar, 2011).

### 4.4. Araştırmanın Bulguları

#### 4.4.1. Birim Kök Analizleri

Aşağıdaki tabloda verilerin ADF ve PP testleri gerçekleştirilmiş olup durağanlık düzeyleri gösterilmiştir. Değişkenlerden sadece enflasyon verisinin PP testine göre düzeyde durağan olduğu ADF'ye göre düzeyde durağan olmadığı görülmüştür. Kalan verilerin tamamı düzeyde durağan olmayıp 1. farklarında durağandır.

Tablo 4.1 ADF ve PP Analiz Sonuçları

			ADF		PP	
			t istatistiği	p değeri *	t istatistiği	p değeri *
GAS	Sabitli	Düzeyde	0,3324	0,9796	0,2861	0,9773
		1. Farkta	-14,5407	0,0000	-14,7115	0,0000
	Sabitli ve Trendli	Düzeyde	-3,1896	0,0886	-3,3843	0,0550
		1. Farkta	-14,5717	0,0000	-14,7347	0,0000
GOLD	Sabitli	Düzeyde	3,4405	1,0000	3,5678	1,0000
		1. Farkta	-12,6117	0,0000	-13,8406	0,0000
	Sabitli ve Trendli	Düzeyde	1,1485	0,9999	0,7668	0,9997
		1. Farkta	-13,2275	0,0000	-14,0959	0,0000
BRENT	Sabitli	Düzeyde	-2,0626	0,2602	-1,8666	0,3479
		1. Farkta	-11,4911	0,0000	-11,5048	0,0000
	Sabitli ve Trendli	Düzeyde	-2,3542	0,4029	-2,0667	0,5617
		1. Farkta	-11,4885	0,0000	-11,5022	0,0000
USD	Sabitli	Düzeyde	2,0013	0,9999	2,3005	1,0000
		1. Farkta	-7,6682	0,0000	-10,4386	0,0000
	Sabitli ve Trendli	Düzeyde	0,5246	0,9994	0,4825	0,9992
		1. Farkta	-8,2652	0,0000	-10,4018	0,0000
COAL	Sabitli	Düzeyde	2,4636	1,0000	4,5657	1,0000
		1. Farkta	-9,7577	0,0000	-6,7979	0,0000
	Sabitli ve Trendli	Düzeyde	0,9533	0,9999	2,0466	1,0000
		1. Farkta	-10,0977	0,0000	-6,7525	0,0000
INFL	Sabitli	Düzeyde	-1,6398	0,4608	-5,9127	0,0000
		1. Farkta	-10,2164	0,0000	-48,1541	0,0001
	Sabitli ve Trendli	Düzeyde	-2,8788	0,1710	-8,0876	0,0000
		1. Farkta	-10,2850	0,0000	-48,9368	0,0001

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

#### 4.4.2. OLS Regresyon Analizi

Bu çalışmada ilk olarak Doğal Gaz verileri üzerinde Kömür, Brent Petrol, Altın, Enflasyon ve Dolar Kuru değişkenlerinin klasik regresyon analizi ile açıklanıp açıklanamadıkları araştırılmıştır. Tablo 5.1’de klasik regresyon analizi sonuçları verilmektedir.

**Tablo 4.2 Klasik Regresyon Analizi Bulguları**

Model 1: SEK (OLS)					
Kullanılan Gözlemler: 1995:01-2018:12 (T = 288)					
Bağımlı değişken: GAS					
	KATSAYI	STANDART HATA	T - ORANI	P - DEĞERİ	
<b>CONST</b>	0.0619914	0.0254642	2.434	0.0155	**
<b>USD</b>	-0.142759	0.0222710	-6.410	6.09e-010	***
<b>BRENT</b>	-6.72952e-05	0.000303871	-0.2215	0.8249	
<b>GOLD</b>	-0.00132026	0.000447041	-2.953	0.0034	***
<b>INFL</b>	-0.00769635	0.00408330	-1.885	0.0605	*
<b>COAL</b>	0.00255725	0.000152194	16.80	2.21e-044	***
Bağımlı değişken ort:	0.592851	Bağımlı değişken ö.s.:	0.420901		
Kalıntı kareleri top:	2.498.779	Bağlanım ö.h.:	0.094132		
R-kare:	0.950854	Ayarlamalı R-kare:	0.949983		
F(5, 282):	1.091.209	P-değeri(F):	3.7e-182		
Log-olabilirlik:	2.749.365	Akaike ölçütü:	-537.8730		
Schwarz ölçütü:	-515.8952	Hannan-Quinn:	-529.0656		
ro	0.955101	Durbin-Watson	0.131969		

Analiz sonuçları incelendiğinde sabit terim, dolar kuru, altın fiyatları ve kömür fiyatları verilerinin %5 anlamlılık düzeyinde, enflasyon verisinin de %10 anlamlılık düzeyinde anlamlı oldukları görülmektedir. Modelin R<sup>2</sup>'si oldukça yüksek F istatistik değeri 0,05'ten küçük olduğundan modelin anlamlı olduğu anlaşılmaktadır.

#### 4.4.3. VAR Gecikme Uzunluğunun Bulunması

Modelin optimum gecikme uzunluğunun bulunması için VAR analizi gerçekleştirilmiştir. Var analizi sonuçları Tablo 5.2'de verilmiştir.

**Tablo 4.3 VAR Analizi Sonuçları**

gecikme	log-olb	p(OO)	AIC	BIC	HQC
1	-2000.43052		14.800221	15.351152	15.021300
2	-1815.44038	0.00000	13.720582	14.743739*	14.131158*
3	-1771.03050	0.00000	13.659641*	15.155024	14.259713
4	-1745.40478	0.04761	13.734817	15.702426	14.524386
5	-1719.27893	0.03910	13.806369	16.246204	14.785434
6	-1693.58448	0.04635	13.881047	16.793108	15.049608
7	-1666.54026	0.02689	13.945944	17.330232	15.304002
8	-1640.64755	0.04288	14.019185	17.875699	15.566739
9	-1617.88388	0.13269	14.115101	18.443841	15.852151
10	-1581.41075	0.00026	14.111672	18.912638	16.038219
11	-1548.30015	0.00158	14.132610	19.405802	16.248653
12	-1512.96240	0.00049	14.137409	19.882827	16.442949

Tablodaki yıldız imleri, bağlı oldukları bilgi ölçütüne ait en iyi (yani en az olan) değerleri göstermektedir. AIC = Akaike bilgi ölçütü, BIC = Schwarz Bayesçi ölçüt, HQC = Hannan-Quinn ölçütüdür. Schwarz (BIC) ve Hannan Quinn bilgi kriterlerine göre optimum gecikme uzunluğu 2 olarak tespit edilmiştir.

#### 4.4.4. Johansen Eşbütünlüşme Analizi

Uygun gecikme uzunluğu bulunan modelin değişkenleri arasında uzun vadeli bir ilişkiye sahip olup olmadıklarını incelemek için Johansen Eşbütünlüşme Analizi gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.4'te Johansen Eşbütünlüşme Analizine ait sonuçlar gösterilmektedir.

**Tablo 4.4 Johansen Eşbütünleşme Analizi Sonuçları**

Johansen Sınaması					
Denklem Sayısı = 6					
Gecikme Derecesi = 2					
Tahmin Dönemi: 1995:03 - 2018:12 (T = 286)					
Durum 3: Sınırlamasız Sabit Terim					
Log-olabilirlik = -1048.82 (sabit terim ile birlikte: -1860.45)					
Sıra	Özdeğer	İz Sınaması	p-değeri	Lmax Sınaması	p-değeri
0	0.27098	203.12	[0.0000]	90.390	[0.0000]
1	0.19854	112.73	[0.0000]	63.297	[0.0000]
2	0.087189	49.438	[0.0335]	26.091	[0.0748]
3	0.052705	23.348	[0.2370]	15.485	[0.2671]
4	0.018596	7.8623	[0.4875]	5.3685	[0.6975]
5	0.0086814	2.4937	[0.1143]	2.4937	[0.1143]

**$H_0$ : Seriler arasında eşbütünleşme yoktur. ( $p < 0,05$ )**

**$H_1$ : Seriler arasında eşbütünleşme vardır. ( $p > 0,05$ )**

Tablo 5.4'te görüldüğü gibi ilk iki satırda  $H_0$  reddedilir. Yani en az bir eşbütünleşme ilişkisi vardır. Bu da veriler arasında uzun dönemli bir ilişkinin söz konusu olduğunu belirtmektedir.

#### 4.4.5. Granger Nedensellik Analizi

Bir VAR modeli olan Granger nedensellik analizi gecikmelere karşı oldukça hassastır ve bundan dolayı uygulanacak Granger nedensellik testinin verilerinin optimum gecikme değeri dikkate alınarak VAR testi uygulanması gerekmektedir. Optimum gecikme değeri belirlenen modelde VAR uygulanarak Granger nedensellik testi uygulanmıştır ve sonuçları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.



Tablo 4.5 Granger Nedensellik Analizi

			F değeri	p olasılık değeri	Nedensellik
GOLD	→	GAS	6,1443	0,0463	VAR
BRENT	→	GAS	19,9023	0,0000	VAR
USD	→	GAS	22,4289	0,0000	VAR
COAL	→	GAS	6,9662	0,0307	VAR
INFL	→	GAS	0,9461	0,6231	YOK
GAS	→	ALTIN	0,8855	0,6423	YOK
BRENT	→	ALTIN	1,2395	0,5381	YOK
USD	→	ALTIN	5,1766	0,0751	YOK
COAL	→	ALTIN	5,1925	0,0746	YOK
INFL	→	ALTIN	2,4990	0,2866	YOK
GAS	→	BRENT	1,7005	0,4273	YOK
GOLD	→	BRENT	5,7727	0,0558	YOK
USD	→	BRENT	0,5919	0,7438	YOK
COAL	→	BRENT	3,9587	0,1382	YOK
INFL	→	BRENT	3,8612	0,1451	YOK
GAS	→	DOLAR	0,8303	0,6602	YOK
GOLD	→	DOLAR	1,1599	0,5599	YOK
BRENT	→	DOLAR	0,5508	0,7592	YOK
COAL	→	DOLAR	2,7626	0,2513	YOK
INFL	→	DOLAR	1,1350	0,5669	YOK
GAS	→	COAL	0,8043	0,6689	YOK
GOLD	→	COAL	7,6163	0,0222	VAR
BRENT	→	COAL	9,0525	0,0108	VAR
USD	→	COAL	26,6000	0,0000	VAR
INFL	→	COAL	1,4064	0,4950	YOK
GAS	→	INFL	0,3649	0,8332	YOK
GOLD	→	INFL	0,5537	0,7581	YOK
BRENT	→	INFL	1,5764	0,4546	YOK
USD	→	INFL	18,6849	0,0001	VAR
COAL	→	INFL	15,9329	0,0003	VAR

**$H_0$ : Değişkenler arasında Granger nedensellik yoktur. ( $p>0,05$ )**

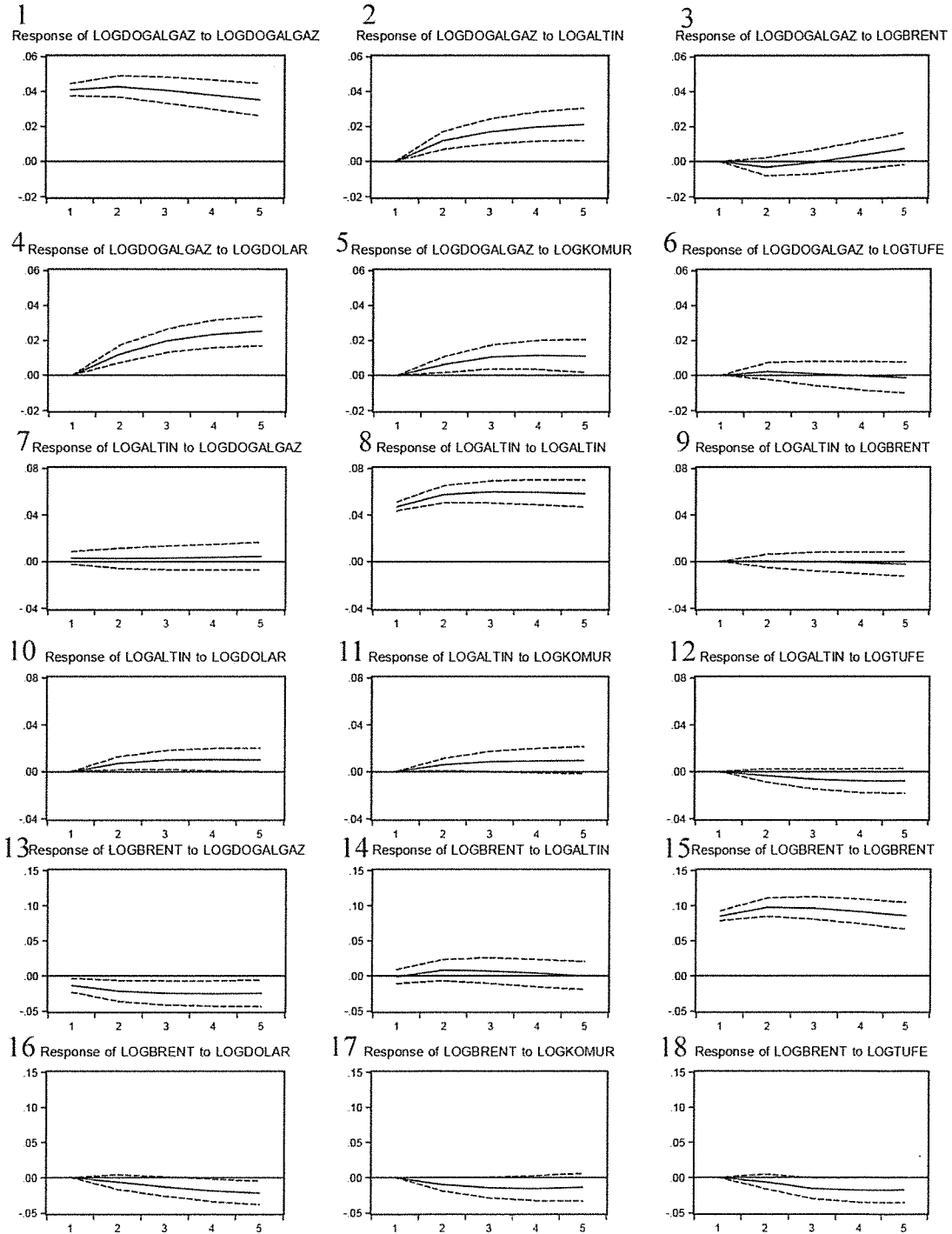
**$H_1$ : Değişkenler arasında Granger nedensellik vardır. ( $p<0,05$ )**

Tablodaki sonuçlar dikkate alındığında altın fiyatlarının, kömür fiyatlarının, Brent fiyatlarının ve dolar kurunun, doğal gaz fiyatları değişkeninin Granger nedeni olduğu görülmektedir. Altın fiyatları, Brent fiyatları ve dolar kuru kömür fiyatlarının Granger nedenidir ve son olarak da dolar kuru ve kömür fiyatları enflasyonun Granger nedenidir.

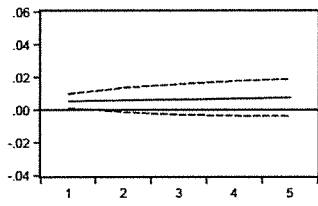
#### 4.4.6. Etki Tepki Fonksiyonu (Granger)

Var modeli ile tahmini gerçekleştirilen Granger nedensellik analizi sonucu elde edilen  $\pm 2$  hatalık güven aralığında etki tepki fonksiyonu grafikleri aşağıda verilmiştir.

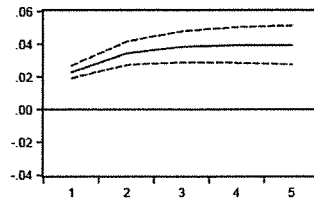
**Grafik 4.1 Verilerin Etki Tepkisi**



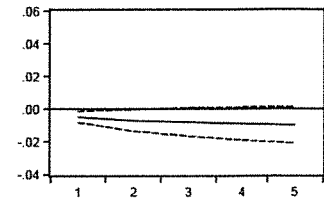
19 Response of LOGDOLAR to LOGDOGALGAZ



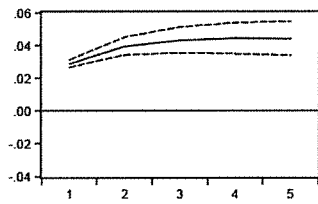
20 Response of LOGDOLAR to LOGALTIN



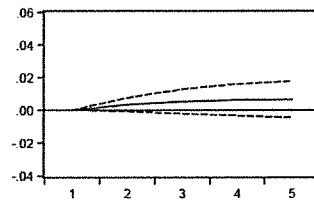
21 Response of LOGDOLAR to LOGBRENT



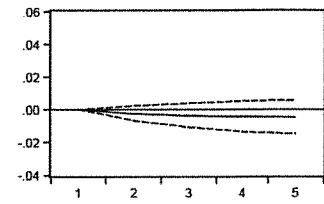
22 Response of LOGDOLAR to LOGDOLAR



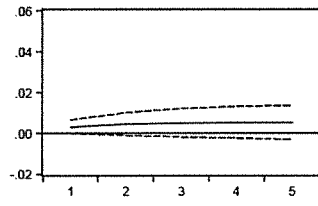
23 Response of LOGDOLAR to LOGKOMUR



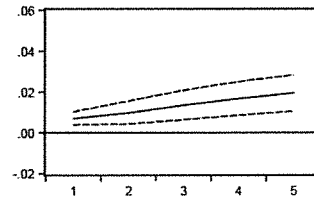
24 Response of LOGDOLAR to LOGTUFE



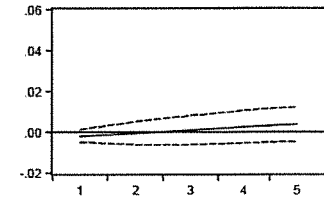
25 Response of LOGKOMUR to LOGDOGALGAZ



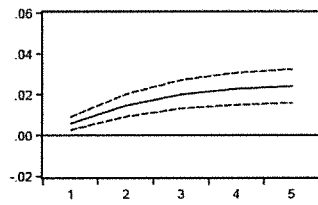
26 Response of LOGKOMUR to LOGALTIN



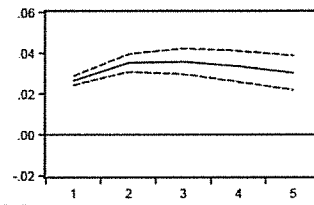
27 Response of LOGKOMUR to LOGBRENT



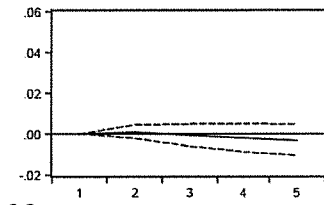
28 Response of LOGKOMUR to LOGDOLAR



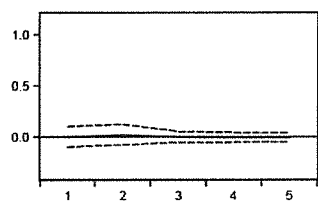
29 Response of LOGKOMUR to LOGKOMUR



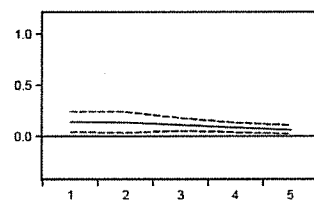
30 Response of LOGKOMUR to LOGTUFE



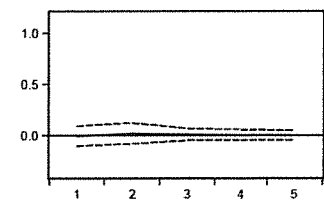
31 Response of LOGTUFE to LOGDOGALGAZ



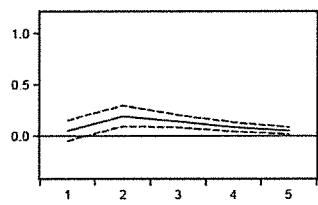
32 Response of LOGTUFE to LOGALTIN



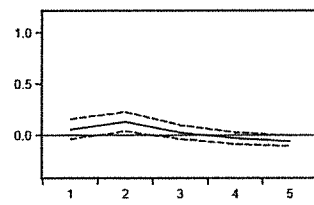
33 Response of LOGTUFE to LOGBRENT



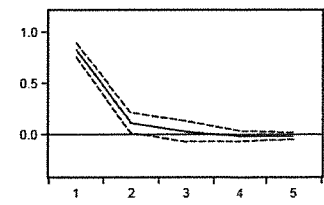
34 Response of LOGTUFE to LOGDOLAR



35 Response of LOGTUFE to LOGKOMUR



36 Response of LOGTUFE to LOGTUFE



Grafiğin içerisindeki 7. grafiğe bakıldığında doğal gaz fiyatlarındaki bir standart sapmalılık şok gerçekleştiğinde altın fiyatlarının pozitif yönde durgun bir tepki verdiği görülmektedir. 11. grafikte kömür fiyatlarındaki bir standart sapmalılık şok gerçekleştiğinde altın fiyatları ilk 2 yıl pozitif yönde tepki verirken ardından durgunluk oluşmuştur. 13. grafikte doğal

gaz fiyatlarındaki bir standart sapmalık şok gerçekleştiğinde brent fiyatlarının ilk yıl negatif yönde tepki verirken takip eden yıllarda durgunluk olmuştur. 17. grafikte kömür fiyatlarındaki bir standart sapmalık şok gerçekleştiğinde brent fiyatları ilk yıl negatif yönde tepki verirken ardından takip eden süreçte durgunluk olmuştur. 19. grafikte doğal gaz fiyatlarındaki bir standart sapmalık şok gerçekleştiğinde dolar kuru pozitif yönde durgun bir tepki vermektedir. 23. grafikte kömür fiyatlarındaki bir standart sapmalık şok gerçekleştiğinde dolar kuru ilk yıl pozitif yönde tepki verirken ardından takip eden süreçte durgunluk olmuştur. 24. grafikte enflasyon oranındaki bir standart sapmalık şok gerçekleştiğinde dolar kuru ilk 3 yıl negatif yönde tepki verirken ardından takip eden yıllarda durgunluk oluşmuştur. 25. grafikte doğal gaz fiyatlarındaki bir standart sapmalık şok gerçekleştiğinde kömür fiyatları pozitif yönde durgun bir tepki vermektedir. 30. grafikte ise enflasyon oranındaki bir standart sapmalık şok karşısında kömür fiyatları ilk yıl pozitif yönde tepki verirken ardından takip eden yıllarda yönünü negatife çevirmiştir.

#### 4.4.7. Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM)

Değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki bulunduğundan sonra vektör hata düzeltme modeli (VECM) uygulanır. Aşağıdaki tablolarda her bir serinin VECM testlerinin sonuçları gösterilmiştir.

**Tablo 4.6 Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) Analiz Sonuçları, Doğal Gaz**

	Katsayı	ölç. Hata	t-oranı	p-değeri	
<b>const</b>	0.00224424	0.00737575	0.3043	0.7611	
<b>d_gas_1</b>	-0.0792548	0.0595353	-1.331	0.1842	
<b>d_usd_1</b>	0.0449870	0.0251336	1.790	0.0746	*
<b>d_brent_1</b>	-0.000548615	0.000303221	-1.809	0.0715	*
<b>d_gold_1</b>	-0.000119574	0.000612049	-0.1954	0.8452	
<b>d_infl_1</b>	0.000191297	0.00132336	0.1446	0.8852	
<b>d_coal_1</b>	0.000959952	0.000156509	6.134	2.94e-09	***
<b>EC1</b>	-0.000177630	0.00128790	-0.1379	0.8904	

Bağımlı değişken ort	0.005216	Bağımlı değişken ö.s.	0.028669
Kalıntı kareleri top	0.175552	Bağlanım ö.h.	0.025129
R-kare	0.250563	Ayarlamalı R-kare	0.231692
ro	0.021335	Durbin-Watson	1.956248

Tablo 4.6’da vektör hata düzeltme modelinin istatistiksel olarak anlamlı olabilmesi için EC1 hata düzeltme parametresinin katsayısı -1 ile 0 arasında olması ve p olasılık değerinin

0,05'ten küçük olması gerekmektedir. Doğal gaz serisi için oluşturulan tabloda EC1 parametresinin -1 ve 0 arasında olduğu ancak p olasılık değerinin 0,05'ten büyük olduğu tespit edilmiştir ve istatistiksel olarak anlamlı değildir.

**Tablo 4.7 Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) Analiz Sonuçları, Dolar**

	Katsayı	ölç. Hata	t-oranı	p-değeri	
const	0.0343472	0.0265075	1.296	0.1961	
d_gas 1	-0.233792	0.213962	-1.093	0.2755	
d_usd 1	0.523414	0.0903269	5.795	1.85e-08	***
d_brent 1	-0.00186632	0.00108974	-1.713	0.0879	*
d_gold 1	0.00138223	0.00219962	0.6284	0.5303	
d_infl 1	-0.00765964	0.00475600	-1.611	0.1084	
d_coal 1	-0.00216425	0.000562474	-3.848	0.0001	***
EC1	-0.00295075	0.00462853	-0.6375	0.5243	

Bağımlı değişken ort	0.018432	Bağımlı değişken ö.s.	0.103058
Kalıntı kareleri top	2.267405	Bağlanım ö.h.	0.090311
R-kare	0.250934	Ayarlamalı R-kare	0.232073
ro	0.116399	Durbin-Watson	1.761275

Tablo 4.7'de dolar serisi için oluşturulan tabloda EC1 parametresinin katsayısı -1 ve 0 arasında -0,002 olduğu ancak p olasılık değerinin 0,05'ten büyük 0,52 olduğu tespit edilmiştir ve istatistiksel olarak anlamlı değildir.

**Tablo 4.8 Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) Analiz Sonuçları, Brent Petrol**

	Katsayı	ölç. Hata	t-oranı	p-değeri	
const	2.15825	1.34162	1.609	0.1088	
d_gas 1	-19.2506	10.8293	-1.778	0.0766	*
d_usd 1	6.41527	4.57172	1.403	0.1617	
d_brent 1	0.310965	0.0551549	5.638	4.22e-08	***
d_gold 1	0.143975	0.111330	1.293	0.1970	
d_infl 1	0.200103	0.240715	0.8313	0.4065	
d_coal 1	-0.0666898	0.0284685	-2.343	0.0199	**
EC1	-0.336253	0.234264	-1.435	0.1523	

Bağımlı değişken ort	0.140734	Bağımlı değişken ö.s.	5.110779
Kalıntı kareleri top	5808.357	Bağlanım ö.h.	4.570927
R-kare	0.219749	Ayarlamalı R-kare	0.200103
ro	-0.037822	Durbin-Watson	2.072769

Tablo 4.8’de Brent Petrol Fiyatları serisi için oluşturulan tabloda EC1 parametresinin katsayısı -1 ve 0 arasında -0,33 olduğu ancak p olasılık değerinin 0,05’ten büyük 0,15 olduğu tespit edilmiştir ve istatistiksel olarak anlamlı değildir.

**Tablo 4.9 Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) Analiz Sonuçları, Altın Fiyatları**

	Katsayı	ölç. Hata	t-oranı	p-değeri	
Const	1.33868	1.08751	1.231	0.2194	
d gas 1	-11.9585	8.77809	-1.362	0.1742	
d usd 1	13.0014	3.70578	3.508	0.0005	***
d brent 1	-0.0222272	0.0447079	-0.4972	0.6195	
d gold 1	0.00207974	0.0902426	0.02305	0.9816	
d infl 1	-0.157209	0.195121	-0.8057	0.4211	
d coal 1	-0.0590847	0.0230763	-2.560	0.0110	**
EC1	-0.0932084	0.189892	-0.4909	0.6239	

Bağımlı değişken ort	0.755244	Bağımlı değişken ö.s.	3.872256
Kalıntı kareleri top	3816.410	Bağlanım ö.h.	3.705144
R-kare	0.106937	Ayarlamalı R-kare	0.084450
Ro	0.044399	Durbin-Watson	1.895875

Tablo 4.9’da Altın Fiyatları serisi için oluşturulan tabloda EC1 parametresinin katsayısı -1 ve 0 arasında -0,09 olduğu ancak p olasılık değerinin 0,05’ten büyük 0,62 olduğu tespit edilmiştir ve istatistiksel olarak anlamlı değildir.

**Tablo 4.10 Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) Analiz Sonuçları, Enflasyon**

	Katsayı	ölç. Hata	t-oranı	p-değeri	
Const	3.10112	0.327617	9.466	1.31e-018	***
d gas 1	-0.796226	2.64445	-0.3011	0.7636	
d usd 1	3.16088	1.11639	2.831	0.0050	***
d brent 1	0.000634420	0.0134685	0.04710	0.9625	
d gold 1	-0.0251140	0.0271861	-0.9238	0.3564	
d infl 1	0.0292775	0.0587814	0.4981	0.6188	
d coal 1	0.00782046	0.00695186	1.125	0.2616	
EC1	-0.555212	0.0572060	-9.705	2.28e-019	***

Bağımlı değişken ort	-0.018182	Bağımlı değişken ö.s.	1.335646
Kalıntı kareleri top	346.3582	Bağlanım ö.h.	1.116196
R-kare	0.318764	Ayarlamalı R-kare	0.301610
Ro	0.027721	Durbin-Watson	1.924913

Tablo 4.10’da Enflasyon serisi için oluşturulan tabloda EC1 parametresinin katsayısı -1 ve 0 arasında -0,55 olduğu ve p olasılık değerinin 0,05’ten küçük olduğu tespit edilmiştir. Bundan dolayı bu model 0,05 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Yani bir dönemde eşbütünleşmede gerçekleşen bir dengesizlik sonraki dönemde düzelecektir.

**Tablo 4.11 Vektör Hata Düzeltme Modeli (VECM) Analiz Sonuçları, Kömür Fiyatları**

	Katsayı	ölç. Hata	t-oranı	p-değeri	
<b>const</b>	4.85264	2.38624	2.034	0.0429	**
<b>d_gas_1</b>	-7.86704	19.2612	-0.4084	0.6833	
<b>d_usd_1</b>	51.5664	8.13136	6.342	9.17e-010	***
<b>d_brent_1</b>	0.0597343	0.0980997	0.6089	0.5431	
<b>d_gold_1</b>	0.289297	0.198013	1.461	0.1451	
<b>d_infl_1</b>	-0.112613	0.428142	-0.2630	0.7927	
<b>d_coal_1</b>	0.467514	0.0506347	9.233	6.97e-018	***
<b>EC1</b>	-0.694981	0.416667	-1.668	0.0965	*

Bağımlı değişken ort	3.842184	Bağımlı değişken ö.s.	12.75416
Kalıntı kareleri top	18374.72	Bağlanım ö.h.	8.129951
R-kare	0.603656	Ayarlamalı R-kare	0.593676
ro	0.167054	Durbin-Watson	1.657510

Tablo 4.11’de Kömür Fiyatları serisi için oluşturulan tabloda EC1 parametresinin katsayısı -1 ve 0 arasında -0,69 olduğu ve p olasılık değerinin 0,05’ten küçük 0,09 olduğu tespit edilmiştir. Bundan dolayı bu modelde eşbütünleşmede gerçekleşen bir dengesizlik sonraki dönemde düzelecektir ve 0,10 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

#### 4.4.8. Varyans Ayrıştırması Test Sonuçları

Aşağıdaki tablolarda varyans ayrıştırmasına göre verilerin birbirlerini etkileme dereceleri gösterilmiştir.

**Tablo 4.12 Doğal Gaz İçin Varyans Ayrıştırması**

Dönem	Standart Hata	GAS	USD	BRENT	GOLD	INFL	COAL
1	0.0247753	100.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.036672	91.4120	4.9416	0.6077	0.0117	0.0108	3.0163
3	0.048454	81.0413	13.2333	0.9108	0.0136	0.0437	4.7572
4	0.0594144	73.2959	20.2580	1.1289	0.0361	0.1481	5.1330
5	0.069054	68.6442	24.7799	1.3212	0.0553	0.2374	4.9620
6	0.0773941	66.0822	27.3852	1.4906	0.0633	0.2781	4.7006
7	0.0847424	64.6613	28.8731	1.6275	0.0643	0.2845	4.4892
8	0.0914131	63.7847	29.7995	1.7302	0.0625	0.2768	4.3463
9	0.0976206	63.1489	30.4652	1.8049	0.0604	0.2663	4.2543
10	0.103482	62.6291	31.0030	1.8600	0.0586	0.2573	4.1918
11	0.109053	62.1861	31.4592	1.9027	0.0574	0.2507	4.1438
12	0.114366	61.8096	31.8474	1.9374	0.0566	0.2459	4.1031

GAS değişkeninin varyans ayrıştırma tablosuna bakıldığında USD,BRENT,GOLD, INFL ve COAL değişkenlerinin GAS değişkenini açıklama gücü zamanla artış göstermektedir. 12. dönemde USD'nin GAS'ı açıklama gücü %31,45, BRENT'in GAS'ı açıklama gücü %1,93, GOLD'un GAS'ı açıklama gücü %0,05, INFL'nin GAS'ı açıklama gücü %0,24 ve COAL'ın GAS'ı açıklama gücü %4,10'dur.

**Tablo 4.13 Dolar Kuru İçin Varyans Ayrıştırması**

Dönem	Standart Hata	GAS	USD	BRENT	GOLD	INFL	COAL
1	0.0890393	1.6969	98.3031	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.15673	1.0140	97.2265	0.1981	0.0904	0.6061	0.8649
3	0.205874	0.8074	95.0731	0.4941	0.1092	0.8245	2.6917
4	0.240295	0.7384	93.0306	0.7795	0.0891	0.7507	4.6117
5	0.266199	0.7253	91.4981	0.9971	0.0727	0.6283	6.0784
6	0.288083	0.7343	90.5254	1.1403	0.0655	0.5365	6.9980
7	0.308355	0.7479	89.9736	1.2286	0.0611	0.4690	7.5198
8	0.327913	0.7585	89.6607	1.2849	0.0565	0.4149	7.8245
9	0.346845	0.7648	89.4509	1.3257	0.0519	0.3709	8.0358
10	0.365005	0.7683	89.2761	1.3594	0.0479	0.3352	8.2131
11	0.382313	0.7707	89.1160	1.3890	0.0446	0.3058	8.3740
12	0.398807	0.7727	88.9706	1.4151	0.0419	0.2813	8.5185

USD değişkeninin varyans ayrıştırma tablosuna baktığımız zaman GAS, BRENT, GOLD, INFL ve COAL değişkenlerinin USD değişkenini açıklama gücü zaman içerisinde artış ve azalış göstermektedir. 12. dönemde GAS'ın USD'yi açıklama gücü %0,77, BRENT'in USD'yi açıklama gücü %1,41, GOLD'un USD'yi açıklama gücü %0,04, INFL'nin USD'yi açıklama gücü %0,28 ve COAL'ın USD'yi açıklama gücü %8,51'dir.



**Tablo 4.14 Brent Fiyatları İçin Varyans Ayrıştırması**

Dönem	Standart Hata	GAS	USD	BRENT	GOLD	INFL	COAL
1	4.50654	4.0263	2.0458	93.9279	0.0000	0.0000	0.0000
2	7.53918	6.2971	0.8131	92.1451	0.3006	0.0637	0.3805
3	10.0635	7.5349	0.6871	89.4064	0.5072	0.4054	1.4590
4	12.2646	8.2480	1.4496	86.4037	0.5839	0.6560	2.6590
5	14.2526	8.6102	2.8972	83.6869	0.5808	0.7294	3.4954
6	16.0652	8.7779	4.3993	81.6296	0.5544	0.7223	3.9166
7	17.7166	8.8621	5.5577	80.2654	0.5313	0.7035	4.0801
8	19.2274	8.9172	6.3320	79.4051	0.5177	0.7035	4.0801
9	20.6234	8.9622	6.8366	78.8373	0.5120	0.7022	4.1496
10	21.9283	9.0010	7.1884	78.4204	0.5103	0.7147	4.1652
11	23.1596	9.0338	7.4607	78.0835	0.5099	0.7279	4.1841
12	24.3296	9.0608	7.6884	77.7983	0.5096	0.7390	4.2039

BRENT değişkeninin varyans ayrıştırma tablosuna baktığımızda GAS, USD, GOLD, INFL ve COAL değişkenlerinin BRENT değişkenini açıklama gücü zamanla arttığı görülebilmektedir. 12. dönemde GAS'ın BRENT'i açıklama gücü %9,06, USD'nin BRENT'i açıklama gücü %7,68, GOLD'un BRENT'i açıklama gücü %0,50, INFL'nin BRENT'i açıklama gücü %0,73 ve COAL'ın BRENT'i açıklama gücü %4,20'dir.

**Tablo 4.15 Altın Fiyatları İçin Varyans Ayrıştırması**

Dönem	Standart Hata	GAS	USD	BRENT	GOLD	INFL	COAL
1	3.65296	0.0593	54.6440	0.5089	44.7879	0.0000	0.0000
2	5.68532	0.0658	61.2605	0.3162	37.6007	0.2648	0.4919
3	7.17087	0.0912	61.7556	0.2162	35.8013	0.4242	1.7115
4	8.24613	0.1212	60.5048	0.1661	35.7857	0.4098	3.0124
5	9.08116	0.1432	59.0640	0.1388	36.3012	0.3507	4.0020
6	9.79755	0.1570	57.9412	0.1230	36.8563	0.3017	4.6208
7	10.4613	0.1651	57.1978	0.1134	37.2816	0.2646	4.9776
8	11.0981	0.1702	56.7323	0.1069	37.5609	0.2353	5.1944
9	11.712	0.1739	56.4206	0.1015	37.7405	0.2122	5.3513
10	12.3004	0.1772	56.1779	0.0968	37.8693	0.1938	5.4851
11	12.8622	0.1801	55.9661	0.0926	37.9765	0.1786	5.6061
12	13.3987	0.1827	55.7757	0.0890	38.0727	0.1658	5.7142

GOLD değişkeninin varyans ayrıştırma tablosuna bakıldığında GAS, USD, BRENT, INFL ve COAL değişkenlerinin GOLD değişkenini açıklama gücü zaman içerisinde artış ve azalış göstermektedir. 12. dönemde GAS'ın GOLD'u açıklama gücü %0,18, USD'nin GOLD'u açıklama gücü %55,77, BRENT'in GOLD'u açıklama gücü %0,08, INFL'nin GOLD'u açıklama gücü %0,16 ve COAL'ın GOLD'u açıklama gücü %5,71'dir.

**Tablo 4.16 Enflasyon İçin Varyans Ayrıştırması**

Dönem	Standart Hata	GAS	USD	BRENT	GOLD	INFL	COAL
1	1.10047	0.3231	7.8366	0.0037	0.3183	91.5184	0.0000
2	1.26163	0.3320	15.8483	0.1474	0.2650	83.3911	0.0162
3	1.30873	0.3125	19.6025	0.5887	0.5750	78.6583	0.2631
4	1.3267	0.3126	19.6072	1.2277	1.0661	76.6726	1.1138
5	1.34198	0.3246	19.3182	1.8323	1.4674	75.0483	2.0093
6	1.35863	0.3348	19.6329	2.3032	1.7901	73.3794	2.5594
7	1.37343	0.3427	20.0775	2.6727	2.1085	71.9574	2.8412
8	1.38556	0.3504	20.3734	2.9962	2.4613	70.8044	3.0144
9	1.39624	0.3590	20.5347	3.3061	2.8463	69.7874	3.1665
10	1.40658	0.3686	20.6384	3.6136	3.2423	68.8070	3.3301
11	1.41708	0.3787	20.7379	3.9181	3.6304	67.8267	3.5082
12	1.42781	0.3888	20.8541	4.2157	4.0023	66.8480	3.6911

INFL değişkeninin varyans ayrıştırma tablosuna bakıldığında GAS, USD, BRENT, GOLD ve COAL değişkenlerinin INFL değişkenini açıklama gücü zaman içerisinde artmıştır. 12. dönemde GAS'ın INFL'yi açıklama gücü %0,38, USD'nin INFL'yi açıklama gücü %20,85, BRENT'in INFL'yi açıklama gücü %4,21, GOLD'un INFL'yi açıklama gücü %4,00 ve COAL'ın INFL'yi açıklama gücü %3,69'dur.

**Tablo 4.17 Kömür Fiyatları İçin Varyans Ayrıştırması**

Dönem	Standart Hata	GAS	USD	BRENT	GOLD	INFL	COAL
1	8.01544	1.6709	29.0015	0.2969	0.0273	0.2403	68.7631
2	17.0937	1.5089	50.7638	0.1064	0.1524	0.0871	47.3815
3	26.0278	1.2427	62.3311	0.0995	0.3509	0.4402	35.5355
4	33.5528	1.0922	68.4276	0.1505	0.4850	0.8036	29.0411
5	39.4998	1.0208	71.7356	0.2226	0.5489	0.9963	25.4757
6	44.2699	0.9934	73.6021	0.2903	0.5690	1.0517	23.4935
7	48.3354	0.9869	74.7097	0.3416	0.5688	1.0409	22.3520
8	52.0225	0.9879	75.4222	0.3762	0.5622	1.0104	21.6411
9	55.4939	0.9898	75.9344	0.3989	0.5557	0.9809	21.1404
10	58.8055	0.9906	76.3411	0.4147	0.5510	0.9587	20.7438
11	61.9677	0.9904	76.6811	0.4271	0.5480	0.9435	20.4099
12	64.9835	0.9898	76.9690	0.4376	0.5461	0.9325	20.1251

COAL değişkeninin varyans ayrıştırması tablosuna bakıldığında GAS, USD, BRENT, GOLD ve INFL değişkenlerinin COAL değişkenini açıklama gücü zaman içerisinde artış ve azalışlar göstermiştir. 12. dönemde GAS değişkeninin COAL'ı açıklama gücü %0,98, USD değişkeninin COAL'ı açıklama gücü %76,96, BRENT değişkeninin COAL'ı açıklama gücü %0,43, GOLD değişkeninin COAL'ı açıklama gücü %0,54 ve INFL değişkeninin COAL'ı açıklama gücü %0,93'tür.

#### 4.4.9. Etki Tepki (Impulse Response) Sonuçları

Aşağıdaki tablolarda VECM analizinden gelen etki tepki fonksiyonlarının sonuçlar ve verilerin 1 birimlik değişimlerinde diğer verilerin verdiği tepkileri gösteren analiz sonuçları verilmiştir.

**Tablo 4.18 Etki Tepki Analizi Sonuçları, Doğal Gaz**

Dönem	GAS	USD	BRENT	GOLD	INFL	COAL
1	0.024775	0.011599	-0.90426	0.088945	0.062555	1.0361
2	0.024810	0.010703	-1.6618	-0.11562	0.037033	1.8263
3	0.025949	0.0096506	-2.0129	-0.16000	0.0081961	2.0025
4	0.026167	0.0091729	-2.1853	-0.18844	-0.012271	1.9690
5	0.026189	0.0093608	-2.2548	-0.18901	-0.018511	1.9054
6	0.026172	0.0097701	-2.2725	-0.18049	-0.018314	1.8820
7	0.026178	0.010085	-2.2719	-0.17310	-0.016832	1.8944
8	0.026202	0.010218	-2.2694	-0.17009	-0.016205	1.9180
9	0.026227	0.010221	-2.2698	-0.17034	-0.016514	1.9356
10	0.026242	0.010178	-2.2721	-0.17171	-0.017160	1.9428
11	0.026247	0.010141	-2.2745	-0.17280	-0.017670	1.9428
12	0.026246	0.010127	-2.2759	-0.17323	-0.017900	1.9403

Tablo 4.18’de Doğal Gaz Fiyatları serisindeki bir birimlik değişime Dolar kurunun pozitif yönde 0,01 gibi düşük bir tepki verdiği, Brent Petrol Fiyatları serisinin negatif yönde 0,9 ile 2,27’ye kadar artan bir tepki verdiği, Altın Fiyatları serisinin 1. Dönemde pozitif yönde 0,08 tepki verdiği ve ardından gelen dönemlerde negatif yönde 0,1 civarlarında tepki verdiği, Enflasyon verisinin ilk 3 dönemde pozitif yönde 0,06 tepki verdiği ve ardından gelen dönemlerde negatif yönde 0,01 tepki verdiği, Kömür Fiyatları verisinin de pozitif yönde 1 ile 2 arasında tepki verdiğini görmekteyiz.

**Tablo 4.19 Etki Tepki Analizi Sonuçları, Dolar Kuru**

Dönem	GAS	USD	BRENT	GOLD	INFL	COAL
1	0.0000	0.088281	-0.64458	2.7003	0.30807	4.3166
2	0.0081521	0.12684	-0.21604	3.5369	0.39668	11.388
3	0.015628	0.12811	-0.48340	3.4575	0.28895	16.551
4	0.020111	0.11585	-1.2184	3.0638	0.096769	18.657
5	0.021598	0.10545	-1.9248	2.7507	-0.052811	18.679
6	0.021418	0.10145	-2.3385	2.6288	-0.12042	17.979
7	0.020812	0.10208	-2.4678	2.6415	-0.12776	17.406
8	0.020413	0.10421	-2.4423	2.6980	-0.11136	17.197
9	0.020325	0.10584	-2.3809	2.7417	-0.095886	17.242
10	0.020413	0.10644	-2.3425	2.7577	-0.089462	17.363
11	0.020527	0.10636	-2.3348	2.7550	-0.090115	17.453
12	0.020596	0.10607	-2.3438	2.7466	-0.093264	17.485

Tablo 4.19’da Dolar Kuru serisindeki bir birimlik değişime Doğal Gaz fiyatlarının pozitif yönde 0,02 tepki verdiği, Brent Petrol fiyatlarının negatif yönde 0,6’dan 2,34’e kadar tepki verdiği, Altın fiyatlarının pozitif yönde 3 civarında tepki verdiği, Enflasyon verilerinin ilk 4 dönemde pozitif yönde 0,3 tepki verdiği ve ardından takip eden dönemlerde yönünü negatife çevirdiği 0,12 tepki verdiği ve Kömür fiyatlarının pozitif yönde 18 civarında tepki verdiği görülmektedir.

**Tablo 4.20 Etki Tepki Analizi Sonuçları, Brent Petrol Fiyatları**

Dönem	GAS	USD	BRENT	GOLD	INFL	COAL
1	0.0000	0.0000	4.3676	0.26059	-0.0066673	-0.43677
2	-0.0028587	-0.0069751	5.7705	0.18521	-0.047976	-0.34640
3	-0.0036349	-0.012679	6.1783	0.094752	-0.087959	-0.60285
4	-0.0042971	-0.015515	6.2787	0.041838	-0.10736	-1.0097
5	-0.0048117	-0.016015	6.3271	0.039556	-0.10672	-1.3338
6	-0.0051265	-0.015485	6.3779	0.059318	-0.097552	-1.4889
7	-0.0052525	-0.014893	6.4232	0.077968	-0.088889	-1.5137
8	-0.0052642	-0.014609	6.4514	0.086814	-0.084285	-1.4829
9	-0.0052366	-0.014601	6.4623	0.087486	-0.083252	-1.4501
10	-0.0052130	-0.014706	6.4627	0.084769	-0.083916	-1.4350
11	-0.0052054	-0.014802	6.4598	0.082200	-0.084782	-1.4351
12	-0.0052087	-0.014847	6.4575	0.081027	-0.085226	-1.4412

Tablo 4.20’de Brent Petrol fiyatlarındaki bir birimlik değişimin diğer verilerde tepkisi gösterilmiştir. Doğal gaz fiyatları neredeyse ve Dolar kuru neredeyse hiç tepki vermezken altın fiyatları pozitif yönde ilk dönem 0,26 tepki vermiş ve ardından 5. Döneme kadar bu tepki 0,03’e kadar gerilemiş ve takip eden dönemlerde pozitif yönde 0,08 civarında dengelenmiştir. Enflasyon verileri ilk dönem neredeyse hiç tepki vermezken ardından takip eden dönemlerde negatif yönde 0,08 civarında tepki vermiştir. Kömür fiyatları ise ilk dönemde negatif yönde 0,43 tepki vermiş ve 2 dönemlik hafif bir dalgalanmanın ardından negatif yönde 1,4 civarında dengelenmiştir.

**Tablo 4.21 Etki Tepki Analizi Sonuçları, Altın Fiyatları**

Dönem	GAS	USD	BRENT	GOLD	INFL	COAL
1	0.0000	0.0000	0.0000	2.4447	-0.062082	-0.13255
2	-0.00039713	0.0047116	0.41335	2.4854	-0.019077	0.65397
3	0.00040103	0.0049077	0.58552	2.5012	0.075034	1.3898
4	0.00097821	0.0022702	0.60377	2.4340	0.094428	1.7559
5	0.0011660	-0.00033016	0.54924	2.3670	0.087531	1.7620
6	0.0010767	-0.0016825	0.50099	2.3329	0.081348	1.6082
7	0.00090651	-0.0019176	0.48642	2.3283	0.082031	1.4621
8	0.00077974	-0.0016366	0.49657	2.3372	0.086484	1.3883
9	0.00072710	-0.0013201	0.51344	2.3465	0.090748	1.3769
10	0.00072547	-0.0011611	0.52555	2.3511	0.093052	1.3933
11	0.00074174	-0.0011473	0.53036	2.3516	0.093573	1.4110
12	0.00075522	-0.0011970	0.53032	2.3503	0.093222	1.4195

Tablo 4.21’de Doğal Gaz fiyatlarının ve Dolar kurunun Altın fiyatlarındaki bir birimlik değişime neredeyse hiç tepki vermedikleri görülmüştür. Brent Petrol fiyatları ise pozitif yönde 0,5 civarında bir tepki vermiştir. Enflasyon verileri sırasıyla ilk 2 dönem negatif yönde 0,06 ve 0,01 tepki verirken takip eden dönemlerde pozitif yönde 0,09 civarında tepki vererek dengede devam etmiştir. Kömür fiyatları ilk dönemde negatif yönde 0,13 tepki verirken takip eden ilk dönemde pozitif yönde 0,65 tepki vermiş ve takip eden diğer dönemlerde de pozitif yönde 1,4 civarında tepki ile dengeli bir süreç izlemiştir.

**Tablo 4.22 Etki Tepki Analizi Sonuçları, Enflasyon**

Dönem	GAS	USD	BRENT	GOLD	INFL	COAL
1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0528	0.39288
2	0.00038061	-0.012202	-0.19023	-0.29258	0.46799	-0.31642
3	-0.00093912	-0.014162	-0.61191	-0.36408	0.14110	-1.6516
4	-0.0020493	-0.0091671	-0.75902	-0.24596	0.047860	-2.4627
5	-0.0024689	-0.0034263	-0.70352	-0.10292	0.044797	-2.5492
6	-0.0023100	-4.2885e-005	-0.61838	-0.019379	0.054369	-2.2510
7	-0.0019429	0.00086411	-0.58658	-0.00017498	0.053329	-1.9254
8	-0.0016431	0.00045025	-0.60544	-0.014828	0.044160	-1.7391
9	-0.0014992	-0.00020571	-0.64193	-0.034589	0.034558	-1.6920
10	-0.0014757	-0.00059225	-0.67066	-0.046035	0.028789	-1.7169
11	-0.0015030	-0.00066651	-0.68395	-0.048423	0.026999	-1.7536
12	-0.0015320	-0.00057941	-0.68572	-0.046165	0.027420	-1.7745

Tablo 4.22’de Enflasyon verisindeki bir birimlik değişime diğer verilerin tepkileri gösterilmiştir. Doğal Gaz fiyatları ve Dolar kuru neredeyse tepki vermezken Brent Petrol fiyatları negatif yönde 0,6 civarında ve Altın fiyatları ise negatif yönde 0,29 tepkiden takip eden dönemlerde negatif yönde 0,04 civarında dengelenmiştir. Kömür fiyatları ilk dönem pozitif yönde 0,39 tepki vermiştir ve ardından 6. döneme kadar negatif yönde 2,5’lik tepki vermiştir. Ardından takip eden dönemlerde tepkiler negatif yönde 1,7 civarında dengeli bir süreç izlemiştir.

**Tablo 4.23 Etki Tepki Analizi Sonuçları, Kömür Fiyatları**

Dönem	GAS	USD	BRENT	GOLD	INFL	COAL
1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	6.6467
2	0.0063690	-0.014576	-0.46502	-0.39875	0.016053	9.7091
3	0.0084336	-0.030470	-1.1231	-0.84916	-0.065182	10.114
4	0.0083372	-0.039013	-1.5881	-1.0809	-0.12288	9.2848
5	0.0074441	-0.040552	-1.7609	-1.1189	-0.12876	8.3988
6	0.0067042	-0.038735	-1.7343	-1.0655	-0.10516	7.9341
7	0.0063895	-0.036638	-1.6426	-1.0058	-0.079686	7.8601
8	0.0063879	-0.035544	-1.5706	-0.97490	-0.065389	7.9668
9	0.0064991	-0.035407	-1.5415	-0.97087	-0.062131	8.0839
10	0.0065918	-0.035708	-1.5424	-0.97909	-0.064457	8.1428
11	0.0066277	-0.036020	-1.5536	-0.98767	-0.067559	8.1487
12	0.0066227	-0.036177	-1.5626	-0.99193	-0.069286	8.1311

Tablo 4.23'te Kömür fiyatlarındaki bir birimlik değişimin diğer veriler üzerinde oluşturduğu tepki değerler verilmiştir. Doğal Gaz fiyatlarının neredeyse hiç tepki vermediğini gözlemlediğimiz sonuçlardan Dolar kurunun da negatif yönde 0,03 civarında çok zayıf bir tepkisi görülmüştür. Brent Petrol fiyatları ise negatif yönde 1,5 civarında dengeli bir tepki süreci izlemiştir. Altın fiyatları ise negatif yönde 1,0 civarında dengeli bir tepki süreci izlemiştir. Enflasyon da negatif yönde 0,06 civarında çok zayıf bir tepki vermiştir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Enerji kaynağının devamlılığı olması, enerjinin çevre dostu olması, enerjinin güvenli ve düşük maliyetli olması gibi kriterlerin belirleyici olduğu günümüzde doğal gazın önemini arttırmaktadır. Gelişen teknolojiyle, büyüyen sanayi, artan nüfus ve artan taleple birlikte enerjiye olan ihtiyaç da artmıştır. Artan enerji talebiyle birlikte diğer fosil yakıtlara göre daha çevre dostu olan doğal gazın talep de artmıştır. Bu konuda iyi bir ekonomi ve toplumun geleceği için ferdi ve toplumsal olarak, kişilere, hükümetlere, kurum ve kuruluşlara enerjinin verimli kullanılması konusunda önemli vazifeler düşmektedir. Türkiye de enerji kaynaklarının kısıtlı olması sebebiyle ve enerji ihtiyacının neredeyse tamamını ithal etmesi sebebiyle bu alanda daha fazla bilinçlenmelidir.

Bu çalışmada; Türkiye’de 1995-2018 yılları arasında doğal gaz fiyatlarının, dolar kuru, brent petrol fiyatları, altın fiyatları, kömür fiyatları ve enflasyon oranı ile ilişkileri çeşitli analiz yöntemleriyle ekonometrik olarak analiz edilmiştir. Bu analizi gerçekleştirmek için ilk önce birim kök analizleriyle durağanlık sınaması gerçekleştirilmiştir. Birim kök analizi sonucunda verilerin birim kökü olmadığı anlaşılmıştır. Ardından klasik çoklu regresyon analizi yapılarak modelin anlamlılığı araştırılmıştır ve modelin anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Ardından var analizi gerçekleştirmek için optimum gecikme uzunluğu bulunmuştur. Ardından gerçekleştirilen Johansen eşbütünleşme testinde değişkenler arasında uzun vadeli bir eşbütünleşme ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir. Granger nedensellik analizi gerçekleştirilen verilerin arasında nedensellik yönü araştırılmış ve altın, brent, kömür fiyatlarının ve dolar kurunun doğal gazın Granger nedeni olduğu, altın, brent fiyatlarının ve dolar kurunun kömür fiyatlarının Granger nedeni olduğu, dolar kurunun ve kömür fiyatlarının da enflasyonun Granger nedeni olduğu sonucuna varılmıştır. Granger nedensellik analizinin ardından etki tepki fonksiyonu sonucu oluşan grafikler yorumlanarak değişkenlerden birinin bir şok hareketi karşısında diğer değişkenlerin 5 yıllık tepkisi yorumlanmıştır. Ardından VECM modeli kurularak eşbütünleşme ilişkisinin eşbütünleşmedeki bir dengesizliğin ardından düzeliş düzelmeyeceği istatistiksel olarak araştırılmış ve istatistiksel olarak %5 anlamlılık düzeyinde sadece enflasyon oranı anlamlı sonuç vermiştir. Ardından varyans ayrıştırması yapılarak verilerin birbirini etkileme güçleri tahmin edilmiştir. Bir sonraki aşamada VECM modeline etki tepki fonksiyonu uygulanmış ve verilerin bir birimlik şok hareketi karşısındaki tepkileri araştırılmıştır.

Bu çalışmanın sonuçları Göral’ın (2015) tarihinde doğal gaz fiyatları, petrol fiyatları ve altın fiyatları arasındaki ilişkiyi araştırdığı çalışmasını, Hartley ve Medlock’un 2008 yılında

yaptıkları bir çalışmada ham petrol fiyatları ile doğal gaz fiyatları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmasını, Akgül ve Burucu'nun 2013 yılında petrol ve doğal gaz fiyatları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarını, 2016 yılında Eyüboğlu Kemal ve Eyüboğlu Sinem'in doğal gaz ve petrol fiyatları ile BIST'in sanayi sektörü endeksleri arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmasını, Torun'un 2017 yılındaki doğal gaz fiyatları ile petrol fiyatları ve reel döviz kurları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmasını destekler nitelikte bulgular elde etmiştir.

Bu çalışmanın ardından bu alanda değişkenler çoğaltılarak araştırmalar genişletilebilir. Sanayileşme, kimya sanayisi, mevsim sıcaklıkları, yenilenebilir enerji kaynakları gibi kollar çalışmaya eklenerek araştırmalar yapılabilir ve bu alandaki literatür genişletilebilir.



## KAYNAKÇA

2018 Global Gas Outlook. (b.t.). Gas Exporting Countries Forum.

<https://www.enerjiportali.com/wp-content/uploads/2018/12/2018-Global-Gas-Outlook.pdf> adresinden erişildi.

A Brief History of Natural Gas (n.d.). ENİDAY.

[https://www.eniday.com/en/education\\_en/history-natural-gas/](https://www.eniday.com/en/education_en/history-natural-gas/) adresinden erişildi.

Akel, V. (2015). Kırılgan Beşli Ülkelerinin Hisse Senedi Piyasaları Arasındaki Eşbütünleşme Analizi. Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 11(24), 75-96  
[https://www.researchgate.net/publication/275017719\\_Kirilgan\\_Besli\\_Ulkelerinin\\_Hisse\\_Senedi\\_Piyasalari\\_Arasindaki\\_Esbutunlesme\\_Analizi/download](https://www.researchgate.net/publication/275017719_Kirilgan_Besli_Ulkelerinin_Hisse_Senedi_Piyasalari_Arasindaki_Esbutunlesme_Analizi/download) adresinden erişildi.

Akgül, S. ve Burucu, H. (2013). Petrol ve Doğal Gaz Fiyatları Arasındaki İlişki. Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi, 5(1), 465

[http://www.sobiad.org/eJOURNALS/dergi\\_SBD/arsiv/2013\\_1/Sevim-akgul.pdf](http://www.sobiad.org/eJOURNALS/dergi_SBD/arsiv/2013_1/Sevim-akgul.pdf) adresinden erişildi.

Altıntaş, H. (2013) . Türkiye’de Birincil Enerji Tüketimi, Karbondioksit Emsiyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, 8(1), 287

<https://dergipark.org.tr/download/article-file/65439> adresinden erişildi.

Altıntaş, M., Güvercin, D. ve Uğurlu, E. (2008). Geçiş Ekonomilerinde Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. Ekonomik Yaklaşım 19(ös), 17-32 doi: 10.5455/ey.10647  
<https://econpapers.repec.org/scripts/redir.pf?u=http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.5455%2Fey.10647;h=repec:eyd:eyjrn1:v:19:y:2008:i:1:p:17-32> adresinden erişildi.

Anisie, A. (2014). Natural Gas Pricing and Competitiveness The Impact of Natural Gas Prices Upon the Industry’s Dynamics. Pontificia Comillas University, Madrid.

Aras, H. ve Aras, N. (2005) Eskişehir’de Konutsal Doğal Gaz Talebine Ekonomik Göstergelerin ve Dış Ortam Sıcaklığının Etkileri. Mühendis ve Makine, 46(540), 20  
[https://mmo.org.tr/sites/default/files/728efbda8169228\\_ek.pdf](https://mmo.org.tr/sites/default/files/728efbda8169228_ek.pdf) adresinden erişildi.

Arı, E. & Yıldız, A. (2017) Examination of Affecting Variables for Youth Unemployment with Cointegration Analysis. The Journal of Operations Research, Statistics, Econometrics and Management Information Systems 5(2), 309 - 316 doi: 10.17093/alphanumeric.349358

[https://www.researchgate.net/publication/321706416\\_Examination\\_of\\_Affecting\\_Variables\\_for\\_Youth\\_Unemployment\\_with\\_Cointegration\\_Analysis/download](https://www.researchgate.net/publication/321706416_Examination_of_Affecting_Variables_for_Youth_Unemployment_with_Cointegration_Analysis/download) adresinden erişildi.

- Arslan, İ. & Yapraklı, S. (2008). Banka Kredileri ve Enflasyon Arasındaki İlişki: Türkiye Üzerine Ekonometrik Bir Analiz (1983-2007). *Ekonometri ve İstatistik* 7, 88-103 <http://eidergisi.istanbul.edu.tr/sayi7/iueis7m4.pdf> adresinden erişildi.
- Avcı, A. Can, M. ve Kılıç, M. (1995) Doğal Gaz Sıvılaştırma Yöntemleri, Sıvılaştırılmış Doğal Gazın Nakli ve Depolanması Üzerine Bir İnceleme. *Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 1 (2-3), 138.
- Azada, Y. (2016). Türkiye'de Doğal Gaz Piyasası ve Doğal Gaz Fiyatları Üzerinde Petrol Fiyatları Etkisinin İncelenmesine Yönelik Bir Araştırma. Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Alanya
- Barışık, S. & Demircioğlu, E. (2006). Türkiye'de Döviz Kuru Rejimi, Konvertibilite, İhracat-İthalat İlişkisi (1980-2001). *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi* 2(3), 71/84 <http://www.acarindex.com/dosyalar/makale/acarindex-1423937278.pdf> adresinden erişildi.
- Beşergil B. (2009). Petrol, Petrol Kimyası. Bölüm 3 [https://drive.google.com/file/d/1unQgECzhP\\_YE-fqJTwIkYwUHbgQIVCu/view](https://drive.google.com/file/d/1unQgECzhP_YE-fqJTwIkYwUHbgQIVCu/view) adresinden erişildi.
- Biçici, Ç. (2010). Görsel Sanatlar Dersinde 11-15 Yaş Grubu Çocuğunun Kendini İfade Edebilme Yetisinin Geliştirilmesi Açısından Romantizm Resim Akımının Kullanımı. Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Bindemann, K. (1999) Production-Sharing Agreements: An Economic Analysis. Oxford Institute for Energy Studies, No: 286084, 87-88. <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2010/11/WPM25-ProductionSharingAgreementsAnEconomicAnalysis-KBindemann-1999.pdf> adresinden erişildi.
- Birleşmiş Milletler. (2018). Commodities at a Glance Special Issue on Shale Gas. New York ve Cenevre: Birleşmiş Milletler
- Bozdağlıoğlu, E. Y. Ve Özpinar, Ö. (2011). Türkiye'ye Gelen Doğrudan Yabancı Yatırımların Türkiye'nin İhracat Performansına Etkilerinin VAR Yöntemi ile Tahmini. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 13(3), 39-63 <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/deusosbil/article/view/5000064093/5000059964> adresinden erişildi.
- Bozkurt, H. ve Dursun, G. (2006). Bilgi ve İletişim Teknolojileri ile Yabancı Doğrudan Yatırım Akımları Arasındaki Etkileşim: Türkiye İçin Kointegrasyon Analizi, 1980-2004. *Journal of Knowledge Economy & Knowledge Management* 1(12), 37-49 <http://beykon.org/dergi/2006/H.Bozkurt.doc> adresinden erişildi.
- British Petroleum (2018) BP Statistical Review of World Energy (Londra). <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf> adresinden erişildi.

- Cabot, G.L. (1914). Means for Handling and Transportin Liquid Gas. Patent Images Storage. <https://patentimages.storage.googleapis.com/22/42/6e/9d5e69a16a89a4/US1140250.pdf>
- California Energy Comission (2004) Significant Events In The History of LNG (The California Energy Comission, California). [http://www.energy.ca.gov/lng/documents/SIGNIFICANT\\_EVENTS\\_LNG\\_HISTOR Y.PDF](http://www.energy.ca.gov/lng/documents/SIGNIFICANT_EVENTS_LNG_HISTOR_Y.PDF) adresinden erişildi.
- Can, A. (2017). SPSS ile Bilimsel Araştırma Sürecinde Nicel Veri Analizi. Pegem Akademi, Ankara
- Curt B. (March, 2004). Marine Transportation of LNG. Intertanko Conference. <https://www.intertanko.com/upload/presentations/curt.pdf> adresinden erişildi.
- Çetintaş, H. & Barışık, S. (2003). Türkiye'de Bankalar, Sermaya Piyasası ve Ekonomik Büyüme: Koentegrasyon ve Nedensellik Analizi (1989-2000). İMKB Dergisi 7(25-26), 1-16 [http://www.borsaistanbul.com/datum/imkbdergi/IMKB\\_Dergisi\\_Turkce25\\_26.pdf](http://www.borsaistanbul.com/datum/imkbdergi/IMKB_Dergisi_Turkce25_26.pdf) adresinden erişildi.
- Çılbant, C. ve Alma, D. (2016) Türkiye’de Doğal Gaz Tüketimi ile Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki. BEU Akademik İzdüşüm, 1(1), 10 <https://dergipark.org.tr/download/article-file/286463> adresinden erişildi.
- Dehnavi, J., Wirl, F. Ve Yegorov, Y. (2015). Arbitrage in natural gas markets?. International Journal of Energy and Statistics, 3(4), 1-44. doi: 10.1142/S2335680415500180
- Department of Energy (2005) Liquefied Natural Gas: Understanding the Basic Facts. (United States of America Department of Energy, Washington). [https://www.energy.gov/sites/prod/files/2013/04/f0/LNG\\_primerupd.pdf](https://www.energy.gov/sites/prod/files/2013/04/f0/LNG_primerupd.pdf) adresinden erişildi.
- Department of Energy (2013) Natural Gas From Shale: Questions and Answers (U.S. Department of Energy, New Jersey). <https://www.energy.gov/fe/downloads/natural-gas-shale-questions-and-answers> adresinden erişildi.
- DNV GL (2018) Oil and Gas Forecast to 2050, Energy Transition Outlook 2017 (Det Norske Veritas, Oslo). [http://app.e.dnvgl.com/e/er?utm\\_campaign=GR\\_GLOB\\_17xx\\_PROM\\_ETO\\_Report\\_Download\\_Autoresponder&utm\\_medium=email&utm\\_source=Eloqua&s=861531437&lid=2433&elqTrackId=2992a3378040497b8e2748864b499078&elq=4a67a9e8a20c43e591f248927e550b0a&elqaid=2605&elqat=1](http://app.e.dnvgl.com/e/er?utm_campaign=GR_GLOB_17xx_PROM_ETO_Report_Download_Autoresponder&utm_medium=email&utm_source=Eloqua&s=861531437&lid=2433&elqTrackId=2992a3378040497b8e2748864b499078&elq=4a67a9e8a20c43e591f248927e550b0a&elqaid=2605&elqat=1) adresinden erişildi.
- Dölen E. (2009). Bunsen Beki, Spektral Analizin Doğuşu ve Türkiye’de Tanıtılması. Osmanlı Bilimi Araştırmaları, Cilt 11. Sayı 1-2, 93-118.

<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/13161> adresinden erişildi.

Dülger, F. ve Cin, M. F. (2002). Türkiye’de Döviz Kuru Dinamiklerinin Belirlenmesinde Parasalcı Yaklaşım ve Eşbütünleşme Yöntemiyle Sınama. ODTÜ Gelişme Dergisi 29(1-2), 47-68  
<http://www2.feas.metu.edu.tr/metusd/ojs/index.php/metusd/article/view/3/3> adresinden erişildi.

EAC (2013) The Economic Impact on UK Energy Policy of Shale Gas and Oil (Economic Affairs Committee, London).  
<https://publications.parliament.uk/pa/ld201314/ldselect/ldeconaf/172/172.pdf> adresinden erişildi.

EIA (2001) Annual Energy Outlook 2002 with Projections to 2020 (U.S. Energy Information Administration, Washington).  
<https://www.hsdl.org/?view&did=15949> adresinden erişildi.

EIA (2012) Annual Energy Outlook 2012 with Projections to 2035 (U.S. Energy Information Administration, Washington).  
[https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/0383\(2012\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/0383(2012).pdf) adresinden erişildi.

EIA (2014) Annual Energy Outlook 2014 with Projections to 2040 (U.S. Energy Information Administration, Washington).  
[https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/0383\(2014\).pdf](https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/0383(2014).pdf) adresinden erişildi.

EIA (2014) Global Natural Gas Markets Overview: A Report Prepared by Leidos, Inc., Under Contract to EIA (U.S. Energy Information Administration, Washington).

EIA (2015) Canada (U.S. Energy Information Administration, Washington).  
[https://www.eia.gov/beta/international/analysis\\_includes/countries\\_long/Canada/canada.pdf](https://www.eia.gov/beta/international/analysis_includes/countries_long/Canada/canada.pdf) adresinden erişildi.

EIA (2015) Qatar (U.S. Energy Information Administration, Washington).  
[https://www.eia.gov/beta/international/analysis\\_includes/countries\\_long/Qatar/qatar.pdf](https://www.eia.gov/beta/international/analysis_includes/countries_long/Qatar/qatar.pdf) adresinden erişildi.

EIA (2017) Country Analysis Brief: Russia (U.S. Energy Information Administration, Washington) .  
[https://www.eia.gov/beta/international/analysis\\_includes/countries\\_long/Russia/russia.pdf](https://www.eia.gov/beta/international/analysis_includes/countries_long/Russia/russia.pdf) adresinden erişildi.

EIA (2018) Country Analysis Brief: Iran (U.S. Energy Information Administration, Washington) .

[https://www.eia.gov/beta/international/analysis\\_includes/countries\\_long/Iran/archive/pdf/Iran\\_2018.pdf](https://www.eia.gov/beta/international/analysis_includes/countries_long/Iran/archive/pdf/Iran_2018.pdf) adresinden erişildi.

Enders, W. (2014). Applied Econometric Time Series Fourth Edition. University of Alabama, Alabama

Energy & Environmental Research Center (2012) Natural Gas: A Summary of the History, Uses, and Consumption with a Discussion on the Influence of Domestic Shale Drilling (Energy & Environmental Research Center, Grand Forks).  
<http://www.institutepa.org/PDF/Marcellus/ngdhistory12.pdf> adresinden erişildi.

Energy Charter Secreteriat (2007) Putting a Price on Energy International Pricing Mechanisms for Oil and Gas (Energy Charter Secreteriat, Brüksel).  
[https://energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/Thematic/Oil\\_and\\_Gas\\_Pricing\\_2007\\_en.pdf](https://energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/Thematic/Oil_and_Gas_Pricing_2007_en.pdf) adresinden erişildi.

EPDK (2012) Doğal Gaz Piyasası 2011 Yılı Sektör Raporu (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Ankara).  
<https://www.epdk.org.tr/Detay/DownloadDocument?id=rff9pDMuHrY=> adresinden erişildi.

EPDK (2018) Doğal Gaz Piyasası 2017 Yılı Sektör Raporu (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Ankara).  
<https://www.epdk.org.tr/Detay/DownloadDocument?id=nEv8WXcSskU=> adresinden erişildi.

Erik, N.Y. (2016). Şeyl Gazı (Kaya Gazı) ve Çevresel Etkileri. Cumhuriyet Üniversitesi *Fen Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, 37(4), 426-438 doi: 10.17776/csj.52270

ETKB (2017) Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara).  
[https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fEnerji%20ve%20Tabii%20Kaynaklar%20G%C3%B6r%C3%BCn%C3%BCm%C3%BC%2fSayi\\_15.pdf](https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fEnerji%20ve%20Tabii%20Kaynaklar%20G%C3%B6r%C3%BCn%C3%BCm%C3%BC%2fSayi_15.pdf) adresinden erişildi.

Eyüboğlu, K. ve Eyüboğlu, S. (2016). Doğal Gaz ve Petrol Fiyatları ile BIST Sanayi Sektörü Endeksleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *Journal of Yasar University*, 11(42), 160  
<https://dergipark.org.tr/download/article-file/179611> adresinden erişildi.

Factors Affecting Natural Gas Prices. (n.d.). U.S. Energy Information Administration.  
[https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=natural\\_gas\\_factors\\_affecting\\_prices](https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=natural_gas_factors_affecting_prices) adresinden erişildi.

GECF (2017) Global Gas Outlook (Gas Exporting Countries Forum, Doha).

[https://www.gecf.org/\\_resources/files/events/gecf-global-gas-outlook-2040---2017-edition/gecf-2017-outlook-21112018.pdf](https://www.gecf.org/_resources/files/events/gecf-global-gas-outlook-2040---2017-edition/gecf-2017-outlook-21112018.pdf) adresinden erişildi.

Gökdemir, B. (2009) Türkiye’de Doğal Gaz Sektörünün Yeniden Yapılandırılması (Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı, Ankara).

Göral, F. (2015). Doğal Gaz Fiyatlarını Etkileyen Faktörler: Panel Veri Analizi. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Gujarati, D. N. (2004) Basic Econometrics. Columbus, The Mc Graw-Hill Companies

Gültekin, M.C., Çocuk, S. Ve Aksöz, K. (2016). Rant Teorileri ve Toprak Rantı Kavramı Üzerine bir İnceleme. IUJEAS, 1(1), 56-57.  
[https://www.researchgate.net/publication/309557547\\_RANT\\_TEORILERI\\_VE\\_TO\\_PRAK\\_RANTI\\_KAVRAMI\\_UZERINE\\_BIR\\_INCELEME/download](https://www.researchgate.net/publication/309557547_RANT_TEORILERI_VE_TO_PRAK_RANTI_KAVRAMI_UZERINE_BIR_INCELEME/download) adresinden erişildi.

Güriş, S. Ve Astar, M. (2015). Bilimsel Araştırmalarda SPSS ile İstatistik. Der Yayınları, İstanbul

Halaç, U. & Kuştepe, Y. (2003). Türkiye’de Para Dolanım Hızının İstikrarı: 1987-2001. Gazi Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi 1, 85-102  
[http://debis.deu.edu.tr/userweb/yesim.kustepeli/dosyalar/velocitypaper\(gazi\).pdf](http://debis.deu.edu.tr/userweb/yesim.kustepeli/dosyalar/velocitypaper(gazi).pdf) adresinden erişildi.

Hartley, P., Medlock, K., ve Rosthal, J. (2007). The Relationship Between Crude Oil and Natural Gas Prices. Natural Gas in North America: Markets and Security. Houston, Mayıs 28.

Hayashi, M. Ve Hughes L. (20113). The Fukushima Nuclear Accident and its Effect on Global Energy Security. Energy Policy, 59(2013), 102-111. doi: 10.1016/j.enpol.2012.11.046

History of Lighting (n.d.). Development of Artificial Lighting  
<http://www.historyoflighting.net/> adresinden erişildi.

Hubbert. M. K. (1956) Nuclear Energy and Fossil Fuels (Shell Development Company, Houston).  
<http://www.hubberrpeak.com/hubberr/1956/1956.pdf> adresinden erişildi.

IEA (2014) Russia 2014 (International Energy Agency, Paris).

<https://webstore.iea.org/energy-policies-beyond-iea-countries-russia-2014> adresinden erişildi.

- IEEJ (2017) Economic and Energy Outlook of Japan Through FY2018 (The Institute of Energy Economics, Tokyo).  
<https://eneken.ieej.or.jp/data/7532.pdf> adresinden erişildi.
- IGU (2017) Wholesale Gas Price Survey 2017 Edition (International Gas Union, Seoul).  
[http://www.igu.org/sites/default/files/node-document-field\\_file/IGU\\_Wholesale%20Gas%20Price%20Survey%202017%20Digital\\_0.pdf](http://www.igu.org/sites/default/files/node-document-field_file/IGU_Wholesale%20Gas%20Price%20Survey%202017%20Digital_0.pdf) adresinden erişildi.
- IGU (2018) 2018 World LNG Report (International Gas Union, Barselona).  
[https://www.igu.org/sites/default/files/node-document-field\\_file/IGU\\_LNG\\_2018\\_0.pdf](https://www.igu.org/sites/default/files/node-document-field_file/IGU_LNG_2018_0.pdf) adresinden erişildi.
- Insight Energy (2017) Shale Gas Production Costs: Historical Developments and Outlook (Insight Energy, Europe).  
[http://www.insightenergy.org/system/publication\\_files/files/000/000/067/original/RR\\_EB\\_Shale\\_Gas\\_final\\_20170315\\_published.pdf?1494419889](http://www.insightenergy.org/system/publication_files/files/000/000/067/original/RR_EB_Shale_Gas_final_20170315_published.pdf?1494419889) adresinden erişildi.
- Ishida, H. (2013). Causal Relationship between Fossil Fuel Consumption and Economic Growth in Japan: A Multivariate Approach. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 3(2), 135.  
<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/361214> adresinden erişildi.
- Ivan, V. (2015). Key Determinant of Shale Gas Impact on Energy Prices. *Romanian Statistical Review*, 5, 97  
[http://www.revistadestatistica.ro/supliment/wp-content/uploads/2015/06/RRSS05\\_2015\\_A04\\_en.pdf](http://www.revistadestatistica.ro/supliment/wp-content/uploads/2015/06/RRSS05_2015_A04_en.pdf)
- Karakaya, H. (2017). Enerji Verimliliği Kapsamında Türkiye'nin Enerji Tüketimi ile Ekonomik Büyümesi Arasındaki Nedensellik İlişkisinin Değerlendirilmesi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(2), 36  
<https://dergipark.org.tr/download/article-file/328601> adresinden erişildi.
- Karamelikli, H. & Kesingöz, H. (2017). Finansal Gelişme Bileşenlerinin Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği. *İnsan Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi* 6(1), 683-701  
<http://www.itobiad.com/download/article-file/315600> adresinden erişildi.
- Karlı, S. (August, 2015). Son Gelişmeler Işığında Türkiye'de Kaya Gazı. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Vol. 5.  
<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/412791> adresinden erişildi.

- Khyade, V.B. (2016). Hydraulic Fracturing; Environmental Issue. World Scientific News, 40(2016), 70.  
[http://psjd.icm.edu.pl/psjd/element/bwmeta1.element.psjd-2659a274-cbd6-4e80-9c73-e6d1b807887c/c/WSN\\_40\\_\\_2016\\_\\_58-92.pdf](http://psjd.icm.edu.pl/psjd/element/bwmeta1.element.psjd-2659a274-cbd6-4e80-9c73-e6d1b807887c/c/WSN_40__2016__58-92.pdf) adresinden erişildi.
- Koyama, K. (2018). Analysis on Asian Natural Gas/LNG Trading Hub Development. IEEJ e-Newsletter, 369  
<https://eneken.ieej.or.jp/data/7855.pdf> adresinden erişildi.
- Kumushai, T. (2017). İhracat Dayalı Büyüme Hipotezi: Kırgızistan Üzerine Ekonometrik Bir Analiz. Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Alanya
- Lernoff T. (February, 2010). Early LNG Experience in USA National Fire Protection Assosiation  
[https://share.ansi.org/Shared%20Documents/Standards%20Activities/International%20Standardization/Regional/Staff/LMM/SCCP%20Materials/SCCPWorkshop\\_Lemoff1\\_20100215.pdf](https://share.ansi.org/Shared%20Documents/Standards%20Activities/International%20Standardization/Regional/Staff/LMM/SCCP%20Materials/SCCPWorkshop_Lemoff1_20100215.pdf) adresinden erişildi.
- Liu, H. (2018). The US Shale Gas Revolution and Its Externality on Crude Oil Prices: A Counterfactual Analysis. Sustainability, 10(697), 1-17. doi:10.3390/su10030697
- Martins, R., Serra, F. R., Leite, A.L., Ferreira, M.P. Ve Li, D. (2010). Transactions Cost Theory Influence in Strategy Research: A Review Through Abibliometric Study in Leading Journals. Journal of Strategic Managemenr Education, 6(3), 2.  
[https://www.researchgate.net/publication/234025620\\_Transactions\\_Cost\\_Theory\\_influence\\_in\\_strategy\\_research\\_A\\_review\\_through\\_a\\_bibliometric\\_study\\_in\\_leading\\_journals](https://www.researchgate.net/publication/234025620_Transactions_Cost_Theory_influence_in_strategy_research_A_review_through_a_bibliometric_study_in_leading_journals) adresinden erişildi.
- Medlock, K.B. (2014). Natural Gas Price in Asia: What to Expect and What it Means. Rice University, Houston.
- Melling, A. J. (2010). Natural Gas Pricing and its Future Europe as the Battleground. Carnegie Endowment for International Peace, 16  
[https://carnegieendowment.org/files/gas\\_pricing\\_europe.pdf](https://carnegieendowment.org/files/gas_pricing_europe.pdf) adresinden erişildi.
- Mistre, M. (January, 2017). Shale Gas Production Costs: Historical Developments and Outlook. Rapid Response Energy Brief, Vol: 10.  
[http://www.insightenergy.org/system/publication\\_files/files/000/000/067/original/RR\\_EB\\_Shale\\_Gas\\_final\\_20170315\\_published.pdf?1494419889](http://www.insightenergy.org/system/publication_files/files/000/000/067/original/RR_EB_Shale_Gas_final_20170315_published.pdf?1494419889)
- Mucuk, M. ve Uysal, D. (2009). Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme. Maliye Dergisi, 157, 114  
[https://maliyedergisi.sgb.gov.tr/yayinlar/md/157/06.Mehmet.MUCUK\\_Dogan.UYSAL.pdf](https://maliyedergisi.sgb.gov.tr/yayinlar/md/157/06.Mehmet.MUCUK_Dogan.UYSAL.pdf) adresinden erişildi.



Munich Personal RePEc Archive. (2018). An Overview of Economic Impacts of Shale Gas on EU Energy Security. Münih, January 2018 (No: 83945). Münih: Karel Janda ve Ivan Kondratenko

Naftogaz Group (2017). 2016 Results: Ukraine Procured All Imported Gas from Europe. <http://www.naftogaz.com/www/3/nakweben.nsf/0/61AE185E57EB3CC4C22580BC004A655E?OpenDocument>

Natural Gas as a Chemical Industry Fuel and Feedstock: Past, Present, Future and Far Future. (b.t.). Eastman Chemical Company. <http://egon.cheme.cmu.edu/esi/docs/pdf/SiirolaNaturalGas.pdf> adresinden erişildi.

Natural Gas Facts (n.d.). Natural Resources Canada <https://www.nrcan.gc.ca/energy/facts/natural-gas/20067#L7>

Oxford Institute for Energy Studies. (1999). Production-Sharing Agreements: An Economic Analysis. Oxford, October 1999 (No. 286084). Oxford: Kirsten Bindemann

Öget, E. & Şahini S. (2017). Hisse Senetleri ile Altın Ons Fiyatları ve Ham Petrol Fiyatları Arasındaki Eşbütünleşme İlişkisi: BİST 100. Ulakbilge 5(11), 637-653 doi: 10.7816/ulakbilge-05-11-07 <http://ulakbilge.com/makale/pdf/1491218325.pdf> adresinden erişildi.

Özata, E. (2010). Türkiye'de Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkilerin Ekonometrik İncelenmesi. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 26 <http://www.acarindex.com/dosyalar/makale/acarindex-1423876613.pdf> adresinden erişildi.

Özdemir, V. (Mayıs, 2014). Sıvılaştırılmış Doğal Gazın Dünya Doğal Gaz Ticaretindeki Yeri (Enerji Piyasaları ve Politikaları Enstitüsü, Ankara). [http://www.eppen.org/resim/haber\\_resim/EPPEN.LNG.pdf](http://www.eppen.org/resim/haber_resim/EPPEN.LNG.pdf) adresinden erişildi.

Petek, A. & Çelik, A. (2017). Türkiye'de Enflasyon, Döviz Kuru, İhracat ve İthalat Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Analizi (1990-2015). Finans Politik & Ekonomik Yorumlar 54(626), 69-87. [http://www.ekonomikyorumlar.com.tr/files/articles/152820006535\\_5.pdf](http://www.ekonomikyorumlar.com.tr/files/articles/152820006535_5.pdf) adresinden erişildi.

PGI (2012) Assesment of Shale Gas and Shale Oil Resources of the Lower Paleozic Baltic-Podlasie-Lublin Basin in Poland (Polish Geological Institute, Varşova).

<https://www.pgi.gov.pl/en/dokumenty-pig-pib-all/aktualnosci-2012/zasoby-gazu/769-raport-en/file.html> adresinden erişildi.

Pirrong, C. (2014, May). Fifty Years of Global LNG, Racing to an Inflection Point. Asia Pacific Summit'te sunuldu.

PWC (2012) Shale Gas, Reshaping the US Chemical Industry (Pricewater houseCoopers, Londra).

<https://www.toplineanalytics.com/app/download/7056724504/Shale+gas+-+Reshaping+the+US+Chemical+Industry.pdf> adresinden erişildi.

Ratner, M., Parfomak, P.K., Luther, L. Ve Fergusson, I. F. (2015). U.S. Natural Gas Exports: New Opportunities, Uncertain Outcomes. Congressional Research Service, 6. <https://fas.org/sgp/crs/misc/R42074.pdf> adresinden erişildi.

Razewski, S. (2018). The International Political Economy of Oil and Gas Part 4 International Political Economy Series. <https://www.worldcat.org/title/international-political-economy-of-oil-and-gas/oclc/1012883067/viewport> adresinden erişildi.

Ross, B. (May, 2012). The Frackin Rules. Capitol Ideas, Vol. 18.

[https://www.csg.org/pubs/capitolideas/May\\_June\\_2012/May\\_June\\_2012\\_images/MayJuneCI12.pdf](https://www.csg.org/pubs/capitolideas/May_June_2012/May_June_2012_images/MayJuneCI12.pdf) adresinden erişildi.

Shale Gas in Poland. (2013, May). Shale Gas Information Platform.

<http://www.shale-gas-information-platform.org/de/areas/die-debatte/shale-gas-in-poland.html> adresinden erişildi.

Siyaset Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı. (2017). Kaya Gazının Küresel Enerji Piyasalarındaki Yeri ve Türkiye'deki Geleceği. İstanbul, Kasım 2017 (No: 222). SETAV: Erdal Tanas Karagöl ve İsmail Kavaz.

Snelson Companies, Inc. (2012) The Natural Gas Revolution (Snelson Companies, Inc., Washington).

<http://www.snelsonco.com/inc/uploads/natural-gas-revolution.pdf> adresinden erişildi.

Sofuoğlu, B. (2014). Kaya Gazı Devrimi ve Olası Ekonomik Etkileri, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.

Ssekuma, R. (2011) A study of Co-integration Models with Applications. University of South Africa, South Africa.

Stephenson, M. (2015). Shale Gas in North America and Europe. Energy Science and Engineering, doi: 10.1002/ese3.96

- Şöhret, M. (2014, 23-24 Eylül). Enerji Güvenliğinin Ekonomi Politikası ve Uluslararası Çatışmalara Etkisi. Uluslararası Enerji ve Güvenlik Kongresi'nde sunuldu. Kocaeli, Türkiye.
- Tarı, R. Ve Bozkurt, H. (2006). Türkiye'de İstikrarsız Büyüme Var Modelleri İle Analizi (1991.1-2004.3). İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Ekonometri ve İstatistik Dergisi 4, 1-16  
<https://core.ac.uk/download/pdf/6598742.pdf> adresinden erişildi.
- Tatlı, H. (2017). Türkiye'de Doğal Gaz Tüketimi, Sermaye ve İstihdamın Ekonomik Büyümeyle İlişkisi: Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 32(1), 22  
<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/627498> adresinden erişildi.
- The Carboniferous Bowland Shale gas study: Geology and Resource Estimation. (2013, Dec). Department of Energy and Climate Change.  
[https://www.ogauthority.co.uk/media/2782/bgs\\_decc\\_bowlandshalegasreport\\_main\\_report.pdf](https://www.ogauthority.co.uk/media/2782/bgs_decc_bowlandshalegasreport_main_report.pdf) adresinden erişildi.
- The Need Project (2017) Energy Infobook (Virginia).  
[https://issuu.com/theneedproject/docs/secondaryenergyinfobook\\_2c10e899db9271](https://issuu.com/theneedproject/docs/secondaryenergyinfobook_2c10e899db9271) adresinden erişildi.
- The World Factbook (2017) Natural Gas – Proved Reserves  
<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2253rank.html>
- Topallı, N. ve Alagöz, M. (2014) Energy Consumption and Economic Growth: An Empirical Analysis. Selcuk University Journal of Institute of Social Sciences, 32, 157  
<http://dergisosyalbil.selcuk.edu.tr/susbed/article/download/620/861> adresinden erişildi.
- Torun, N. (2015). Birim Kök Testlerinin Performanslarının Karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul
- Torun, P. (2017). Türkiye Doğal Gaz Piyasalarında Fiyat Belirleme Sürecini Etkileyen Faktörler. Sakarya İktisat Dergisi, 6(2), 41-51.  
<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/409113> adresinden erişildi.
- Towler, B. (2014). The Future of Oil and Hubbert's Peak Oil Theory, Elsevier, 1-2.  
<http://scitechconnect.elsevier.com/wp-content/uploads/2014/05/Blog-on-Peak-Oil-Theory.pdf> adresinden erişildi.
- TPAO (2018) 2017 Yılı Ham Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu (Türkiye Petrolleri Anonim

Ortaklığı, Ankara).

[http://www.tpao.gov.tr/tp5/docs/rapor/sector\\_rapor\\_2017.pdf](http://www.tpao.gov.tr/tp5/docs/rapor/sector_rapor_2017.pdf) adresinden erişildi.

TransCanada (2017) Delivering Energy Responsibly, Corporate Responsibility Report 2017 (TransCanada, Calgary).

<https://www.transcanada.com/globalassets/pdfs/commitment/transcanada-csr-report.pdf> adresinden erişildi.

TransCanada (2018) TransCanada Natural Gas Pipelines (TransCanada, Calgary).

<https://www.transcanada.com/globalassets/pdfs/media/maps/transcanada-natural-gas-assets-map.pdf> adresinden erişildi.

Uğurlu, E. (2009). Durağanlık ve Birim Kök Sınamaları. İstanbul Aydın Üniversitesi Ekonomi ve Finans Bölümü, doi: 10.13140/rg.2.3262.

United States of America Department of Energy (2005) Liquefied Natural Gas:

Understanding the Basic Facts( United States of America Department of Energy, Washington).

[https://www.energy.gov/sites/prod/files/2013/04/f0/LNG\\_primerupd.pdf](https://www.energy.gov/sites/prod/files/2013/04/f0/LNG_primerupd.pdf) adresinden erişildi.

Usta, C. (2016). Türkiye’de Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme İlişkisinin Bölgesel Analizi. Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi, 2(2), 197 doi: 10.20979/ueyd.31660

<https://dergipark.org.tr/download/article-file/236539> adresinden erişildi.

Uzunöz, M. ve Akçay, Y. (2012). Türkiye’de Büyüme ve Enerji Tüketimi Arasındaki Nedensellik İlişkisi: 1970-2012. Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 3(2), 12

<https://dergipark.org.tr/download/article-file/254185> adresinden erişildi.

Varan, S. ve Çevik, V. (2015). İşlem Maliyeti Yaklaşımı Açısından Lojistik Faaliyetlerde Dış Kaynak Kullanımı: Türkiye'deki Mobilya Sektörünün Analizi. Muhasebe ve Denetime Bakış, 14(44), 110.

[https://www.researchgate.net/publication/288592068\\_Islem\\_Maliyeti\\_Yaklasimi\\_Acısından\\_Lojistik\\_Sektorunde\\_Dis\\_Kaynak\\_Kullanimi\\_Turkiye'deki\\_Mobilya\\_Sektorunun\\_Analizi/download](https://www.researchgate.net/publication/288592068_Islem_Maliyeti_Yaklasimi_Acısından_Lojistik_Sektorunde_Dis_Kaynak_Kullanimi_Turkiye'deki_Mobilya_Sektorunun_Analizi/download) adresinden erişildi.

Vipin, A. (2012). A Note on Natural Gas Market Evolution in Light of Transaction Cost Theory. Munich Personal RePEc Archive N0: 54974, 2.

[https://mpra.ub.uni-muenchen.de/54974/1/MPRAPaper\\_54974.pdf](https://mpra.ub.uni-muenchen.de/54974/1/MPRAPaper_54974.pdf) adresinden erişildi.

Vurşan, H. (2017). Beton Çelik Çubuklarında Mukavemet Özelliklerinin Yapay Sinir Ağları

ve Çoklu Regresyon Yöntemleri ile Tahmini. Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük Üniversitesi, Karabük.

WEC (2016) World Energy Resources Unconventional Gas, a Global Phenomenon (World Energy Council, Londra).

[https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/02/Unconventional-gas-a-global-phenomenon-World-Energy-Resources\\_-Full-report-.pdf](https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2016/02/Unconventional-gas-a-global-phenomenon-World-Energy-Resources_-Full-report-.pdf) adresinden erişildi.

World Energy Council (2016) World Energy Resources Natural Gas (World Energy Council, Londra).

[https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2017/03/WEResources\\_Natural\\_Gas\\_2016.pdf](https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2017/03/WEResources_Natural_Gas_2016.pdf) adresinden erişildi.

World Resources Institute. (2014). Global Shale Gas Development Water Availability and Business Risks. Washington: Paul Reig, Tianyi Luo ve Jonathan N. Proctor

[https://wriorg.s3.amazonaws.com/s3fs-public/wri14\\_report\\_shalegas.pdf?\\_ga=2.173186858.861988585.1552480933-766608865.1545592858](https://wriorg.s3.amazonaws.com/s3fs-public/wri14_report_shalegas.pdf?_ga=2.173186858.861988585.1552480933-766608865.1545592858) adresinden erişildi.

WRI (2014) Global Shale Gas Development Water Availabilty and Business Risks (World Resources Institute, Washington).

[https://wriorg.s3.amazonaws.com/s3fs-public/wri14\\_report\\_shalegas.pdf?\\_ga=2.28631871.2040089288.1554577562-766608865.1545592858](https://wriorg.s3.amazonaws.com/s3fs-public/wri14_report_shalegas.pdf?_ga=2.28631871.2040089288.1554577562-766608865.1545592858)

Yardımcı, O. (2011). Türkiye Doğal Gaz Piyasası: Geçmiş 25 Yıl, Gelecek 25 Yıl. Ekonomi Bilimleri Dergisi, 3(2), 157

[http://www.sobiad.org/ejournals/dergi\\_ebd/arsiv/2011\\_2/okan\\_yardimci.pdf](http://www.sobiad.org/ejournals/dergi_ebd/arsiv/2011_2/okan_yardimci.pdf) adresinden erişildi.

Yavuz, N. Ç. (2004). Durağanlığın Belirlenmesinde KPSS ve ADF Testleri: İMKB Ulusal-100 Endeksi ile Bir Uygulama. İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası 54(1), 239-247

<https://dergipark.org.tr/download/article-file/8019> adresinden erişildi.

Yıldız, D. (2014). Kaya Gazı ve Su. Hidropolitik Akademi, Rapor No: 7, 10.

<http://www.hidropolitikakademi.org/wp-content/uploads/2014/10/KAYA-GAZI-VE-SU-RAPORU.pdf> adresinden erişildi.

Zapolyarnoye Field (n.d.). Gazprom.

<http://www.gazprom.com/projects/zapolyarnoye/>

Zelenovskaya, E. (2011). Evolution of the Regional Gas Pricing Mechanisms: Current Situation and Possible Paths to the Future. International Center For Climate Governance. Milano, Dec 22.