



T.C.
İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK ve FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOĞALGAZ ENERJİSİ ARZ GÜVENLİĞİ

Özcan DALMIŞ

PETROL VE DOĞALGAZ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
NİSAN-2017



T.C.
İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK ve FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOĞALGAZ ENERJİSİ ARZ GÜVENLİĞİ

Özcan DALMIŞ

PETROL VE DOĞALGAZ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

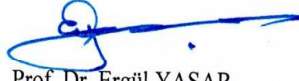
HATAY
NİSAN-2017

DOĞALGAZ ENERJİSİ ARZ GÜVENLİĞİ

ÖZCAN DALMIŞ

PETROL VE DOĞALGAZ MÜHENDİSLİĞİ YÜKSEK LİSANS

Prof. Dr. Ergül YAŞAR danışmanlığında hazırlanan bu tez **04/04/2017** tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Ergül YAŞAR
Başkan



Prof. Dr. Ahmet Mahmut KILIÇ

Üye



Doç. Dr. Yasih ERDOĞAN

Üye

Kod No: **44**

Doç. Dr. Mustafa DEMİRCİ
Enstitü Müdürü

04.04.2017

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülediğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

Özcan DALMIŞ

ÖZET

DOĞALGAZ ENERJİSİ ARZ GÜVENLİĞİ

Ülkelerin ekonomik büyüme hedefleri ve artan nüfus doğrultusunda, enerji ihtiyaçları da artış göstermektedir. Enerji ihtiyacının karşılanması hususunda, yeni enerji kaynaklarına yönelmeler (Nükleer ve Yenilenebilir Enerji) ve alternatif yöntemlerle enerjiler üretilmesine karşın yetersiz olması, uzun yıllar daha petrol ve doğalgaza alternatif olmayacağı ve rekabet edemeyeceği görülmektedir. Günümüzde artan enerji ihtiyacının karşılanması, bu durumda fosil yakıtlarının her geçen yıla oranla önemi artmakta olup, özellikle doğalgaza olan ihtiyacın ve kullanım alanlarının küresel çapta çeşitli nedenlerle artış göstermesi bütün ülkelerin olduğu gibi ülkemizin de gündeminde önemli bir yere sahiptir.

2015 yılı Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının (ETKB) verilerine göre, Türkiye'nin birincil enerji arzında doğalgazın payı %32.5 olup, sektör bazda payları sırasıyla, elektrik üretiminde %48, sanayide %25 konut/hizmet sektöründe %19 ve diğer alanlarda %7 olarak kullanılmıştır.

Ülkemizde doğalgaz üretiminin %0.8 seviyelerinde olması ve her yıl doğalgaz tüketiminin artması, özellikle elektrik üretiminin yarısına yakınının doğalgazdan üretilmesi, Türkiye'nin %99.2 yurtdışına bağımlı hale gelmesine neden olmuştur. 2015 yılı Türkiye Cumhuriyeti Enerji Piyasası Düzenleme Kurulunun (EPDK) verilerine göre, Türkiye'nin 2005'deki tüketimi 26 milyar m³ iken, 2015 yılında 48.4 milyar m³ olmuştur. 2015 yılı EPDK'nın verilerine göre ithalat bağımlılık oranı ve tüketim/üretim verileri incelendiğinde, ithalat hacimlerinin payları sırasıyla Rusya %55, İran %16, Azerbaycan %13, Cezayir (LNG) %8, Nijerya (LNG) %3 ve diğer (spot LNG) %5 olarak gerçekleştirilmiştir. Doğalgaz ithalat edilen ülkeler içerisinde en büyük tedarikçimizin Rusya olduğu görülmekte olup, bu durum Türkiye doğalgaz enerjisi arz güvenliği için büyük risk oluşturmaktadır. Çünkü AB Komisyonu, AB ülkelerinin tek dış kaynağa bağımlılık oranının %30'u geçmemesi gerektiğini belirtmiş, ayrıca NATO'nun enerji güvenliği konusunda ortalama %55 oranındaki bağımlılık derecesi enerji güvenliği anlayışına aykırıdır. Türkiye doğalgazı ithalatını iki yöntemle gerçekleştirmekte olup, 2015 yılı verilerine bakıldığında, %84 boru hattıyla, %11 LNG ve %5 spot LNG şeklinde gerçekleştirmiştir. Spot LNG oranındaki yükseklik uzun vadede yapılan anlaşmalar

çerçevesinde ithalat hacimlerinin yetersiz olduğunu buna karşılık kısa vade doğalgaz alım anlaşmaları yapılarak doğalgaz ihtiyacı bu şekilde karşılanmıştır.

Yüksek lisans tezi çalışmasında “Doğalgaz Enerjisi Arz Güvenliği” kapsamında; Türkiye’nin doğalgaz enerjisi arz güvenliğinin incelenmesi ve geçmiş yıllarda gerçekleşen doğalgaz tüketimi, ithalatı, ihracatı, üretimi ve depolama verilerin yıllara göre değişkenlikleri kullanılıp, Türkiye’nin enerji politikaları, projeleri ve/veya hedefleri doğrultusunda projeksiyonlar hazırlanmıştır. Projeksiyonlar oluşturulurken 1999-2015 yıllarına ait doğalgaz verileri ve kamuoyu ile paylaşılan projeler kullanılıp, doğrusal regresyon yöntemi ile hazırlanmış olup, matematiksel formülleri ortaya konulmuştur.

Doğalgaz 2050 projeksiyonlarına bakıldığında, birinci projeksiyona göre Türkiye’nin doğalgaz tüketiminin hacminin Nükleer Enerjinin etkisiyle 2050 yılında 112 milyar m³ olması tahmin edilmiştir. İkinci bir projeksiyona göre, Nükleer Enerjisiz 2050 yılında doğalgaz tüketim hacminin 128 milyar m³ seviyelerinde olacağı ön görülmüştür. Türkiye’nin doğalgaz ithalat anlaşma hacimlerine göre yapılan 2050 senaryosunda 84 milyar m³ olması öngörülmüştür. Aynı şekilde hazırlanan Türkiye doğalgaz üretim projeksiyonları ve depolama senaryoları hazırlanmıştır. 2005-2015 yerli üretim verileri kullanılarak on yılın üretim hacminin ortalamasına bakıldığında en iyimser senaryo ile 0.8 milyar m³ seviyelerine kadar çıkabileceği buna göre 2050 projeksiyonunda Türkiye doğalgaz üretim miktarı 1.2 milyar m³ olarak tahmin edilmiştir. Mevcut doğalgaz depolama sahalarında hacim genişlemesi, inşa ve planlama aşamasındaki depolama sahalarının devreye alınması varsayılarak Türkiye’nin doğalgaz depolama hacim miktarı 2007’de 1.6 milyar m³ olan depolama kapasitesinin artarak 2050 yılında 10 Milyar m³ olabileceği varsayılmıştır. Türkiye’nin doğalgaz 2050 tüketim hacmine bakıldığında bu depolama kapasitesinin yeterli olmayacağı, yeni projeler ve planlamalar yapılması ön görülmüştür. Tez çalışmasında, Türkiye doğalgaz enerjisi arz güvenliğinin konusunda eldeki verilerinin neler olduğu ve bu verilerin gelecek 2050 projeksiyonunda nasıl şekilleneceği hususunda çalışılmış olup, hazırlanan projeksiyonlarla Türkiye’nin doğalgaz ihtiyacının ekonomik, kesintisiz ve sürdürülebilirliği hususunda ilgili bölümlerde detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

2017, 132 sayfa

Anahtar kelimeler: Doğalgaz, doğalgaz ithalat, doğalgaz tüketim, enerji arz güvenliği, doğalgaz depolama, Türkiye’nin Doğalgaz projeksiyonu.

ABSTRACT

NATURAL GAS ENERGY SUPPLY SECURITY

Countries in line with the economic growth targets and increasing population, increasing energy needs. Regarding meet energy needs, they not miss new energy sources (nuclear and renewable energy), and although the production of alternative energy in ways that are inadequate for many years, more oil and natural gas will not be an alternative and could not compete. Today, meet the increasing demand for energy, in this case the importance of fossil fuels is increasing every night year, especially the need and use of the natural gas fields of the global rise in all countries for a variety of reasons as our country has an important place on the agenda, too.

2015 Republic of Turkey Ministry of Energy and Natural Resources (ENRM), according to Turkey's primary energy supply is 32.5% share of natural gas in the power generation sector basis shares respectively, 48%, industry 19% 25% residential/services sector and 7% in other areas.

In our country, natural gas production is in and every year 0.8% increase in natural gas consumption shale gas, especially electricity production from natural gas production half of the relative, Turkey to become dependent on the %99.2 abroad. Turkey Republic of 2015 Energy Market Regulatory Authority (EMRA), according to Turkey's 2005 consumption of 26 billion in m³, whereas in 2015 30.1 billion m³. EMRA's 2015 according to the data import dependency ratio and consumption/production data were examined, import volumes of 55% shares respectively, Russia, Iran, Azerbaijan, 13% to 16%, Algeria (LNG) 8%, Nigeria (LNG) 3% and other (spot LNG) was held to 5%. In the country's largest supplier of natural gas imports, Russia is our sub-scales, in this case Turkey natural gas energy supply security for your child. Because the EU Commission, EU countries only external resource dependency rate of 30% should not exceed stated, plus 55% average rate about NATO's energy security degree of energy security is against the concept of dependency. Turkey's natural gas imports is currently performing in two ways, when looking at the data of 2015, 84% of the pipeline, in the form of LNG and 11% 5% spot LNG. The height of spot LNG in the long term agreements within the framework of the import volume is insufficient in contrast short term natural gas purchase agreements by making natural gas needs are met in this way.

Master's thesis in "natural gas Energy supply security"; Turkey's natural gas energy supply and natural gas that have occurred in the past years of moth, consumption, imports, exports, production and storage of the data according to the variabilities of energy policies, whether Turkey, in line with the objectives of the project and/or projections. 1999-2015 when projections to natural gas creating data and whether the shared projects with the public, has been prepared by the method of linear regression, mathematical formulas.

Natural gas is, first looking at the projections by 2050 according to the volume of consumption of natural gas Turkey ready professional projectors Nuclear Energy by 2050, under the influence of 112 billion m³ was estimated to have had a second projection, Nuclear volume of natural gas consumption in 2050 to be powerless 128 billion m³ level will be in front. Turkey's natural gas imports deal volume made according to 2050 scenario is projected to be 84 billion m³. Turkey prepared in the same way as natural gas production projections and prepared the storage scenarios. 2005-2015 using data from the domestic production compared to the average volume of production of the Decade 's most optimistic scenario with 0.8 billion m³ levels can be raised according to this 2050 production the amount of natural gas in Turkey production 1.2 billion m³ was estimated as. Expansion of Existing gas storage fields in volume, and if the commissioning of the landfill in the planning stage the amount of Turkey's natural gas storage volume in 2007, 1.6 billion m³ storage capacity increased by 10 billion m³ in 2050 postulated. Turkey's natural gas consumption volume by 2050 this will not be enough storage capacity, new projects and planning needs to be done on the front.

Thesis work, Turkey natural gas energy supply security is the available data about what will come of this data and the 2050 projection is divide how the Turkey's natural gas with projections prepared studied the need for affordable, seamless and sustainable change in the matter of sections is discussed in detail.

2017, 132 pages

Key words: Natural Gas, Natural Gas Import, Natural Gas Consumption, Energy Security, Natural Gas Storage, Natural Gas Prospection of Turkey.

TEŞEKKÜR

İskenderun Teknik Üniversitesi Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği Bölümü Anabilim Dalı'nda yapmış olduğum Yüksek Lisans çalışmamda ve tez konusu seçiminde bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren, karşılaştığım sorunlara çözüm üreterek, çalışmalarımın olabildiğince sağlıklı sürmesini sağlayan değerli danışman hocam Sayın **Prof. Dr. Ergül YASAR**'a sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Değerli **Petrol ve Doğalgaz Müh. Oğuzhan AKYENER**, **Jeoloji Müh. Ali MARAŞLI** ve ODTÜ Petrol ve Doğalgaz Müh. Böl. Bşk. Yard. **Yrd. Doç. Dr. Çağlar SINAYUÇ**'a ihtiyaç duyduğumda bana kıymetli zamanlarını ayırdıkları ve destek verdikleri için kendilerine müteşekkirim.

Çalışmalarım sırasında desteklerini esirgemeyen abilerim ve değerli eşleri **Mümin DALMIŞ**'a eşi **Gönül DALMIŞ**'a ve **Jeoloji Müh. Cemali DALMIŞ**'a eşi **Maden Müh. Dilfigar METE DALMIŞ**'a ve her zaman bana en büyük maddi ve manevi desteği vererek hiçbir yardımı esirgemeyen annem ve babam **Medine** ve **Dursun Cemal DALMIŞ**'a, emeği geçen tüm sevdiklerime saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	XV
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XVI
1. GİRİŞ.....	1
2. ENERJİ KAYNAKLARI.....	3
2.1 Enerji ve Enerji Kaynakları.....	3
2.2 Enerji Kaynakları İçerisinde Doğalgaz ve Önemi.....	5
2.3 Doğalgazın Dünya'daki Genel Durumu ve Önemi.....	6
2.4 Doğalgazın Türkiye'deki Genel Durumu ve Önemi.....	16
3. ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ.....	32
3.1 Enerji Arz Güvenliği Tarihçesi, Tanımı ve Önemi.....	32
3.2. Enerji Arz Güvenliğinin Bileşenleri.....	37
3.2.1 Mevcudiyet (Kullanabilirlik).....	37
3.2.2 Güvenirlik	38
3.2.3 Finans Edebilirlik (Ekonomiklik).....	38
3.2.4 Çevresellik	39
3.3 Doğalgaz Arz Güvenliği Bileşenleri.....	40
3.3.1 Doğalgaz Arz Güvenliğinin Zamansal Açısından İncelenmesi.....	42
3.3.1.1 Kısa Dönem Doğalgaz Arz Güvenliği.....	42
3.3.1.2 Uzun Dönem Doğalgaz Arz Güvenliği.....	43
3.4 Doğalgaz Arz Güvenliği Sağlanması İçin Kriterler.....	43
3.4.1 Doğalgaz Arz Güvenliği Açısından Stratejik Kriterler.....	44
3.4.1.1 Doğalgaz Arz Güvenliği Açısından Jeopolitik Kriter.....	45
3.4.1.2 Doğalgaz Arz Güvenliği Açısından Yedeklilik Kriteri.....	46
3.4.1.3 Doğalgaz Arz Güvenliği Açısından Çeşitlilik Kriteri.....	47
4. TÜRKİYE DOĞALGAZ ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ.....	48

4.1 Genel Durum ve Önemi.....	48
4.2 Türkiye'nin Doğalgaz Alım Anlaşmaları	50
4.3 Türkiye Doğalgaz Arz Sağlayan Kaynak Ülkeleri.....	55
4.3.1 Rusya	55
4.3.2 İran.....	59
4.3.3 Azerbaycan.....	63
4.3.4 Cezayir(LNG).....	67
4.3.5 Nijerya(LNG).....	70
4.3.6 Spot LNG.....	72
4.4 Planlanmış, Yapım ve Planlama Aşamasında Olan Doğalgaz Boru Hattı Projeleri.....	74
4.4.1 Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı Projesi (TANAP) (Türkiye – Azerbaycan).....	74
4.4.2 Türk Akımı Doğalgaz Boru Hattı Projesi (Türkiye – Rusya).....	77
4.4.3 İran - Türkiye - Avrupa Doğalgaz Boru Hattı Projesi (Türkiye – İran -Avrupa).....	79
4.4.4 Trans Adriyatik Doğalgaz Boru Hattı Projesi (TAP) (Şahdeniz Konsorsiyumu)	81
4.4.5 Arap Doğalgaz Boru Hattı Projesi (Mısır – Türkiye).....	83
4.4.6 Irak Türkiye Doğalgaz Boru Hattı Projesi.....	84
4.4.7 Türkmenistan Doğalgaz Boru Hattı Projesi.....	87
4.4.8 Türkiye - Yunanistan Doğalgaz Enterkonneksiyonu (ITG).....	88
4.4.9 Türkiye – Bulgaristan Enterkonneksiyonu (ITB).....	89
4.5 Türkiye Doğalgaz Depoları ve LNG Terminalleri.....	90
4.5.1 Doğalgaz Depolarının Önemi ve Depolama Yöntemleri.....	90
4.5.2 Türkiye Doğalgaz Depolama ve Projeleri.....	93
4.5.2.1 Silivri Doğalgaz Yeraltı Depolama Projesi	93
4.5.2.2 Tuz Gölü Doğalgaz Yeraltı Depolama Projesi	94
4.5.2.3 Tarsus Yeraltı Doğalgaz Depolama Tesisi Projesi (Mersin).....	95
4.5.3 Türkiye LNG Terminalleri.....	96
4.5.3.1 Marmara Ereğlisi LNG Terminali.....	96
4.5.3.2 İzmir Egegaz Aliğa LNG Terminali	97

5. DOĞALGAZ İÇİN GELECEK PROJEKSİYONU VE SENARYOLARI.....	99
5.1 Doğrusal Regresyon Yöntemi	99
5.2 Doğalgaz Tüketim Projeksiyonu.....	101
5.3 Doğalgaz Üretim Projeksiyonu.....	111
5.4 Doğalgaz İthalat Projeksiyonu.....	112
5.5 Doğalgaz İhracat Projeksiyonu.....	119
5.6 Doğalgaz Depolama Projeksiyonu.....	121
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	122
KAYNAKLAR.....	128
ÖZGEÇMİŞ.....	132



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. 2015 Yılı Enerji kaynaklarına göre birincil enerji arzı (BP, 2016).....	3
Şekil 2.2. Doğalgazın Kimyasal Yapısı (A) ve Enerji Verici Maddeleri (B) (Anonim)...	5
Şekil 2.3. 2015 Yılı Dünya İspatlanmış Doğalgaz Rezerv Miktarları ve Oransal Dağılımı (BP, 2016).	6
Şekil 2.4. 2015 Yılı En Fazla Doğalgaz Rezervine Sahip İlk 10 Ülken (BP, 2016)	7
Şekil 2.5. 1990-2015 Bölgelere Göre Dünya’da Doğalgaz Üretimi (BP, 2015).....	7
Şekil 2.6. 2015 Yılı Dünya’da En Fazla Doğalgaz Üretimi Yapan İlk 10 Ülke (BP, 2016)	8
Şekil 2.7. 2013-2020 Dünya’da Doğalgaz Üretim Artış Projeksiyonu (IEA, 2015)	8
Şekil 2.8. 2015 Yılı Bölgelere Göre Doğalgaz Rezervi ve Rezerv Ömrü (BP, 2016)	9
Şekil 2.9. Enerji Kaynaklarına Göre 1973 ve 2015 Yılları Arası Küresel Birincil Enerji Tüketim Oranları (EIA, 2015; BP, 2016).....	10
Şekil 2.10. 1990-2035 Kaynak Bazında Dünya Enerji Talebi (BP, 2015).....	11
Şekil 2.11. 1990-2035 Bölgesel Bazda Dünya Enerji Talebi(BP, 2015; TPAO, 2016)..	12
Şekil 2.12. 1990- 2015 Dünya ve Bölgesel Doğalgaz Tüketimi (BP, 2015).....	12
Şekil 2.13. 2015 Yılı Doğalgazın Bölgesel Boru Hattı Ticaret Hareketleri (BP, 2016)..	13
Şekil 2.14. 2015 Yılı Doğalgazın Bölgesel LNG Ticaret Hareketleri (BP, 2016).....	14
Şekil 2.15. 2010–2015 Küresel Doğalgaz Ticaretinin Taşıma Yöntemlerine Göre Dağılımı (BP, 2016)....	14
Şekil 2.16. 2015 Yılı Küresel Doğalgaz Ticareti Hareketleri (BP, 2016).....	15
Şekil 2.17. 2014 Yılı Dünyada Doğalgazın Sektör Bazında Tüketim Oranları (IEA, 2015).....	16
Şekil 2.18. 2014 Yılı Türkiye Birincil Enerji Talebi (ETKB, 2015).....	17
Şekil 2.19. 2014 Yılı Türkiye Birincil Enerji Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı (ETKB, 2015).....	19
Şekil 2.20. 2014 Yılı Türkiye Doğalgaz Enerji Tüketiminin Sektör Bazında Dağılımı (ETKB, 2015).....	19
Şekil 2.21. 2016 Eylül Sonu Türkiye’de Kaynaklara Göre Elektrik Üretim Oranları (TEİAŞ, 2016).....	20
Şekil 2.22. 2006-2015 Yılları Arasında Türkiye’nin Birincil Enerji Doğalgaz Tüketimi (BP, 2015).....	20

Şekil 2.23. 2014-2015 Yıllarda Üretim Sahalarının Bulunduğu İllere Göre Doğalgaz Üretim Oranları (EPDK, 2015).....	21
Şekil 2.24. 2014- 2015 Yılları Arası Türkiye'nin İller Bazında Doğalgaz Üretimi (EPDK, 2015).....	22
Şekil 2.25. 2004-2015 Yılları Arasında Türkiye'nin Doğalgaz Yerli Üretim Oranları (ETKB, Mavi Kitap 2015).....	22
Şekil 2.26. 2004-2015 Yılları Arasında Türkiye'nin Doğalgaz Yerli Üretim ve İthalat Rakamları (ETKB, Mavi Kitap 2015).....	23
Şekil 2.27. 1990-2014 Türkiye Enerji Talebinin Dışa Bağımlılık Oranı (ETKB, 2015).....	24
Şekil 2.28. 2015 Yılı Toplam İthalatta Boru Gazı-LNG Payları (%) (EPDK, 2015).....	24
Şekil 2.29. 2015 Yılı Toplam İthalatta ülkelerin Boru Gazı oranları (%) (EPDK, 2015).....	25
Şekil 2.30. 2015 Yılı Toplam İthalatta Ülkelerin LNG Payları (%) (EPDK, 2015).....	26
Şekil 2.31. 2005-2015 Yılları Spot LNG İthalat Miktarları (EPDK, 2015).....	27
Şekil 2.32. 2015 Yılı Spot LNG İthalatının İthalat Yapılan Ülkelere Göre Dağılımı (EPDK, 2015).....	27
Şekil 2.33. 2015 yılında Türkiye'nin İthal Ettiği Doğalgazın Kaynak Ülkelere Göre Dağılımı (EPDK, 2015).....	28
Şekil 2.34. 2012 – 2015 Yılları Arası Türkiye'nin Doğalgaz İhracat Miktarları (EPDK, 2015).....	28
Şekil 2.35. 2015 Yılında Türkiye'de En Fazla Doğalgaz Tüketen 10 İlin Tüketim Miktarları (EPDK, 2015).....	29
Şekil 2.36. 2015 Yılında Türkiye'de En Fazla Doğalgaz Tüketen 10 İlin Nüfus Sayısı (TÜİK, NVİGM, 2016).....	29
Şekil 2.37. 1997 - 2011 Türkiye'nin 1000 Büyük Sanayi Kuruluşu listesinde Yer Alan Firmaların İllere Dağılımı (A) ve Firma Sayısının İller Bazında Değişimi (B) (İSO, TEPAV, 2012).....	30

Şekil 2.38. Türkiye 2016 Yılı Ocak – Şubat Ayında Beş İlin Doğalgaz Tüketimi (AA, 2016).....	31
Şekil 3.1. Enerji Arz ve Talep Güvenliği Kavramları (SAREM, 2007).....	34
Şekil 3.2. Ülkelerin Ticari ve Üretim Ürünlerini Gösteren Harita (CIA, 2016).....	35
Şekil 3.3. Petrol ve Doğalgaz (LNG) Taşımacılığında Stratejik Önemi Olan Bölgeler (BP, 2015).....	36
Şekil 3.4. Enerji Arz Güvenliği Bileşenleri.....	40
Şekil 3.5. Doğalgaz Arz Güvenliği Sorunları.....	42
Şekil 3.6. Enerji politikaları kriterleri (Tuğrul A.B, 2011)	44
Şekil 3.7. Doğalgaz arz güvenliği Açısından Stratejik kriterler (Tuğrul, 2012).....	45
Şekil 4.1. Enerji Kaynaklarını Arz ve Talep Eden Ülkeler (ETKB, 2014).....	49
Şekil 4.2. 2008-2015 Yılları Spot LNG İthalatını Gerçekleştiren Şirketlerin Payları (%) (EPDK, 2015).....	51
Şekil 4.3. 1999-2015 Yılları Arasında Gerçekleşen Kaynaklara Göre Doğalgaz Arzı İthalat ve Üretim Miktarları Grafikselsel Gösterimi (EPDK, 2015).....	52
Şekil 4.4. 1999-2015 Yılları Arasında Gerçekleşen Kaynaklara Göre Doğalgaz Arzı ithalat ve Yerli Üretim Miktarlarını (Milyon m ³) (BOTAŞ, 2013; EPDK, 2015).....	53
Şekil 4.5. 1987-2015 yılları arası yapılan doğalgaz alım anlaşmaları (Milyar m ³) (BOTAŞ, 2015; EPDK, 2015).....	54
Şekil 4.6. Batı Hattı (Rusya – Balkanlar – Türkiye) ve Mavi Akım (Rusya – Karadeniz – Türkiye) Doğalgaz Boru Hatları (BOTAŞ, 2015; Harita: Google Earth).....	56
Şekil 4.7. 1998-2015 Yılları Arası Türkiye'nin Rusya'ya Doğalgaz Bağımlılık Oranı ve İthalat Miktarı (BOTAŞ, 2010; EPDK, 2015).....	58
Şekil 4.8. 1999-2015 Yılları Arası Türkiye'nin Rusya'ya Doğalgaz Bağımlılık Oranı ve Toplam Yurt Dışına Bağımlılık Oranı (BOTAŞ, 2010; EPDK, 2015).....	59
Şekil 4.9. İran – Türkiye Doğalgaz Boru Hattı (BOTAŞ, 2015; Harita: Google Eart)...	60
Şekil 4.10. 1999-2015 Yılları Arası Türkiye'nin İran'a Doğalgaz Bağımlılık Oranı ve İthalat Miktarı (BOTAŞ, 2010; EPDK, 2015).....	62
Şekil 4.11. 1999-2015 Yılları Arası Türkiye'nin İran'a Doğalgaz Bağımlılık Oranı ve Toplam Yurt Dışına Bağımlılık Oranı (BOTAŞ, 2010; EPDK, 2015).....	62

Şekil 4.12. Bakü-Tiflis-Erzurum (BTE) Doğalgaz Boru Hattı (BOTAŞ, 2015; Harita: Google Earth).....	64
Şekil 4.13. 1999-2015 Yılları Arası Türkiye'nin Azerbaycan'a Doğalgaz Bağımlık Oranı ve İthalat Miktarı (BOTAŞ, 2010; EPDK, 2015).....	66
Şekil 4.14. 1999-2015 Yılları Arası Türkiye'nin Azerbaycan'a Doğalgaz Bağımlık Oranı ve Toplam Yurt Dışına Bağımlılık Oranı (BOTAŞ, 2010; EPDK, 2015).....	66
Şekil 4.15. 2015 Yılı Türkiye Cezayir LNG İthalat Miktarlarının İthalatın Gerçekleştiği Ülkelere Göre Dağılım Oranı (EPDK, 2015).....	67
Şekil 4.16. 1999-2015 Yılları Arası Türkiye'nin Cezayir'e Doğalgaz Bağımlık Oranı ve İthalat Miktarı (BOTAŞ, 2010; EPDK, 2015).....	69
Şekil 4.17. 1999-2015 Yılları Arası Türkiye'nin Cezayir'e Doğalgaz Bağımlık Oranı ve Toplam Yurt Dışına Bağımlılık Oranı (BOTAŞ, 2010; EPDK, 2015)....	69
Şekil 4.18. 2015 Yılı Türkiye Nijerya LNG İthalat Miktarlarının İthalatın Gerçekleştiği Ülkelere Göre Dağılım Oranı (EPDK, 2015).....	70
Şekil 4.19. 1999-2015 Yılları Arası Türkiye'nin Nijerya'ya Doğalgaz Bağımlık Oranı ve İthalat Miktarı (BOTAŞ, 2010; EPDK, 2015).....	71
Şekil 4.20. 1999-2015 Yılları Arası Türkiye'nin Nijerya'ya Doğalgaz Bağımlık Oranı ve Toplam Yurt Dışına Bağımlılık Oranı (BOTAŞ, 2010; EPDK, 2015).....	72
Şekil 4.21. 1999-2015 Yılları Arası Türkiye'nin Spot LNG Bağımlık Oranı(%) ve İthalat Miktarı (BOTAŞ, 2010; EPDK, 2015).....	72
Şekil 4.22. 2015 Yılı Türkiye Spot LNG İthalat Miktarlarının İthalatın Gerçekleştiği Ülkelere Göre Dağılım Oranları (EPDK, 2015).....	73
Şekil 4.23. Türkiye – Azerbaycan Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı Projesi Geçiş Güzergâhı (TANAP) (BOTAŞ, 2015; Harita: Google Earth).....	76
Şekil 4.24. Türkiye – Rusya Türk Akımı Doğalgaz Boru Hattı Projesi Muhtemel Geçiş Güzergâhı (Gazprom, 2016; Harita: Google Earth).....	78
Şekil 4.25. İran - Türkiye - Avrupa Doğalgaz Boru Hattı Projesi (ITE, 2013; Harita, Google Earth).....	80
Şekil 4.26. Trans Adriyatik Doğalgaz Boru Hattı Projesi ve Avrupa Ülkelerin Rusya Gazına Bağımlılığı % (Harita; Google Earth, ITE, 2013).....	82

Şekil 4.27. Mısır - Arap Doğalgaz Boru Hattı Projesi Geçiş Güzergâhı (BOTAŞ, 2015; Harita: Google Earth).....	84
Şekil 4.28. Irak - Türkiye Doğalgaz Boru Hattı Projesi Muhtemel Geçiş Güzergâhı (ETKB, 2015; Harita: Google Earth).....	86
Şekil 4.29. Hazar Geçişli Türkmenistan Doğalgaz Boru Hattı Projesi Muhtemel Geçiş Güzergâhı (BOTAŞ, 2015; Harita: Google Earth).....	87
Şekil 4.30. Türkiye - Yunanistan Doğalgaz Enterkonektörü Boru Hattı Geçiş Güzergâhı (ETKB, 2015; Harita: Google Earth).....	88
Şekil 4.31. Türkiye-Bulgaristan Doğalgaz Enterkonektörü Muhtemel Geçiş Güzergâhı (BOTAŞ, 2015; Harita: Google Earth).....	89
Şekil 4.32. Dünyada Doğalgaz Yeraltı Depolama İşlemleri (TPAO, 2016).....	92
Şekil 4.33. Kuzey Marmara ve Değirmenköy Yeraltı Doğalgaz Depolama Sahası (TPAO, 2016).....	94
Şekil 4.34. Tuz Gölü Doğalgaz Yeraltı Depolama Projesi (BOTAŞ, 2013, 2015).....	95
Şekil 4.35. LNG Nakil Yöntemleri ve Depoları (SSDGD, 2013).....	96
Şekil 4.36. Marmara Ereğlisi LNG Terminali.....	97
Şekil 4.37: İzmir Egegaz Aliağa LNG Terminali.....	98
Şekil 5.1. 2050 Senaryolarına Göre Türkiye Toplam Nüfusu (TÜİK, 2013).....	102
Şekil 5.2. 1999 – 2015 Doğalgaz İthalatı ile GSMH'nın Karşılaştırılması (TÜİK, 2016).	103
Şekil 5.3. 2025 Projeksiyonunda Türkiye'nin Doğalgaz Elektrik Üretim Payı (%).....	105
Şekil 5.4. Nükleer Doğalgaz İthalatına Etkisi (ETKB, 2013).....	106
Şekil 5.5. 2050 Projeksiyonunda Nükleer Tesislerin Elektrik Üretimine Etkisi ve Doğalgazdan Elektrik Üretim Pay.....	107
Şekil 5.6. 2050 Projeksiyonunda Doğalgaz Tüketim Miktarları Etkisi (Milyar m ³)....	109
Şekil 5.7. 2050 Projeksiyonunda Doğalgaz Tüketim Miktarları ve Nükleer Tesislerin Etkisi (Milyar m ³).....	110
Şekil 5.8. 2050 Projeksiyonunda Türkiye Doğalgaz Üretim Miktarı (Milyar m ³).....	111
Şekil 5.9. 2046 Senaryosunda Doğalgaz İthalat Anlaşma Hacimleri (Milyar m ³).....	112
Şekil 5.10. 2050 Projeksiyonunda Rusya'nın Doğalgaz Arz Hacmi (Milyar m ³).....	114
Şekil 5.11. 2050 Projeksiyonunda İran'ın Doğalgaz Arz Hacmi (Milyar m ³).....	115

- Şekil 5.12. 2050 Projeksiyonunda Azerbaycan'ın Doğalgaz Arz Hacmi (Milyar m³)..116
- Şekil 5.13. 2050 Projeksiyonunda Cezayir'in Doğalgaz Arz Hacmi (Milyar m³).....117
- Şekil 5.14. 2050 Projeksiyonunda Nijerya'nın Doğalgaz Arz Hacmi (Milyar m³).....118
- Şekil 5.15. 2050 Projeksiyonunda Türkiye'nin Doğalgaz İthalat Hacmi (Milyar m³)..120
- Şekil 5.16. 2050 Senaryosunda Türkiye'nin Doğalgaz Depolama Hacmi (Milyar m³)..121



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. 2014 Yılı Sonu İtibarıyla Türkiye'nin Birincil Enerji Kaynak Rezervleri (ETKB, Mavi Kitap, 2015).....	18
Çizelge 2.2. 2014-2015 Yılı Türkiye Birincil Enerji Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı (EPDK, 2016).....	18
Çizelge 2.3. 2015 Yılı Sonu İtibarıyla Türkiye Doğalgaz Rezervleri (PIGM, 2016).....	21
Çizelge 2.4. 2005-2015 Yılları Boru Hattı İle Doğalgaz İthalat Miktarları (EPDK, 2015) (Milyon sm ³).....	25
Çizelge 2.5. 2005-2015 Yılları LNG İle Doğalgaz İthalat Miktarları (EPDK, 2015) (Milyon sm ³).....	26
Çizelge 2.6. 2015 Yılı ülkelere göre Spot LNG İthalatı (EPDK, 2015).....	27
Çizelge 4.1. Türkiye'nin Doğalgaz Alım Anlaşmaları (EPDK, 2015)	50
Çizelge 4.2. 1999-2015 Yılları Arasında Gerçekleşen Kaynaklara Göre Doğalgaz Arzı ithalat ve Üretim Miktarları (Milyar m ³) (EPDK, 2015).....	52
Çizelge 4.3. Avrupa Ülkelerinin Rusya Doğalgazına Bağımlılık Oranı (%) (CRS, 2012).....	55
Çizelge 4.4. Rusya Doğalgaz Enerji Değerlendirmesi (BP, 2016).....	57
Çizelge 4.5: İran Doğalgaz Enerji Değerlendirmesi (BP, 2016).....	61
Çizelge 4.6: Azerbaycan Doğalgaz Enerji Değerlendirmesi (BP, 2016).....	65
Çizelge 4.7: Cezayir Doğalgaz Enerji Değerlendirmesi (BP, 2016).....	68
Çizelge 4.8. Nijerya Doğalgaz Enerji Değerlendirmesi (BP, 2016).....	71
Çizelge 4.9. 2012 - 2015 Yılları Arası Doğalgaz Depolama Miktarları (EPDK, 2016).....	93
Çizelge 4.10. 2015 Yılı Aylara Göre LNG Depo Tesislerinden Çıkan Gaz Miktarı (EPDK, 2016).....	98
Çizelge 5.1. 2013-2016 Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları (TÜİK, 2016).....	102
Çizelge 5.2. 2011-2015 Sektörlere Göre GSMH'daki Gelişmeler (Cari Fiyatlarla, Milyar TL) (TÜİK, 2016).....	103
Çizelge 5.3. 2000-2015 Enerji Kaynaklarına Göre Elektrik Enerjisi Üretimi ve Payları (TEİAŞ, 2015).....	104
Çizelge 5.4. 1999- 2015 Türkiye Doğalgaz Arz Kaynakları (Milyar m ³) (EPDK, 2016).....	108

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

a: Doğrunun Y eksenini kestiği noktanın değeri

b: Doğrunun eğimi

R²: Belirlilik Katsayısı

Y: Seçilmiş X değerine için tahmin edilen Y değeri (Hacim)

X: Seçilen bağımsız değişkenin değeri (Yıllar)

KISALTMALAR

AA: Anadolu Ajansı

AB: Avrupa Birliği

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

BİL: BOTAŞ International Limited

BOTAŞ: Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi

BÜSAM: Beykent Üniversitesi Stratejik Araştırma Merkezi

BP: The British Petroleum Company

BTC: Bakü – Tiflis - Ceyhan

BTE: Bakü – Tiflis - Erzurum

BTEP: Bin Ton Eşdeğer Petrol

CEF: Connecting Europe Facility

CIA: U.S. Central Intelligence Agency

Da: Doğalgaz Arz (m³)

De: Doğalgaz elektrik (%)

EPDK: T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu

ETKB: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı

GDMAŞ: Gaz Depo ve Madencilik Anonim Şirketi

GIIGNL: International Group of Liquefied Natural Gas Importers

HMB: Halle-sc-he Mitteldeutsche Bau

ITGEP: Iraq-Turkey Gas Export Project

IEA: International Energy Agency

ITE: İnan-Türkiye-Avrupa Doğal Gaz Boru Hattı Projesi

ITGI: Interconnector Turkey-Greece-Italy

İm: İhracat Miktarı (m³)

İSO: İstanbul Sanayi Odası

KAP: Kamu Aydınlatma Platformu

KEK: Konvansiyonel Enerji Kaynakları

KOE: Konvansiyonel Olmayan Enerji

KTO: Konya Ticaret Odası

LNG: Liquefied Natural Gas

LPG: Liquefied Petroleum Gas

MAD: Mean Absolute Deviation (Ortalama Mutlak Sapma)

MAPE: Mean Absolute Percent (Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi)

MSE: Mean Squared Error (Ortalama Hatanın Karesi)

NATO: North Atlantic Treaty Organization

NVİGM: Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğü

OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development

PETFORM: Petrol Platformu Derneğı

PİGM: T.C. Petrol İşleri Genel Müdürlüğü

SAREM: Stratejik Araştırma ve Etüd Merkezi

SCP: The South Caucasus Pipeline

SETA: Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı

SOCAR: State Oil Company of Azerbaijan Republic

SSCB: Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliğı

SSDGD: Sıvılaştırılmış ve Sıkıştırılmış Doğal Gazcılar Derneği

TANAP: Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı Projesi

TAP: The Trans Adriatic Pipeline

TDDMAŞ: Toren Doğalgaz Depolama ve Madencilik Anonim Şirketi

TEİAŞ: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi

TEPAV: Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı

Tm: Tüketim Miktarı (m³)

TPAO: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı

TÜİK: Türkiye İstatistik Kurumu

UEA: Uluslararası Enerji Ajansı

Üm: Üretim Miktarı (m³)

1.GİRİŞ

Enerji insanlığın varoluşundan günümüze denk hayatın devam ettirilebilmesi için vazgeçilmez bir unsurdur. Enerji bir sistemin iş yapabilme kapasitesi olup, bu sistemin sağlıklı bir şekilde devam etmesi için enerjinin kesintisiz ekonomik ve sürdürülebilir olması gerekmektedir. Dünya enerjisinin %60'ı petrol ve doğalgazdan üretilmekte olup, doğalgaz ilk defa M.Ö. 900 yıllarda Çin'de kullanıldığı, petrolün ise 1800'lü yılların sonunda enerji kaynağı olarak kullanılmasıyla enerji gereksinimin arttığı ve enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesinin başladığı görülmektedir. 20. Yüzyılın başlarında başlayan teknolojik ve sanayi alanlarındaki gelişmelerin 21. yüzyılda da hızlı devam etmesiyle birlikte küresel nüfusun ve üretimin artması giderek daha fazla enerji ihtiyacı ortaya çıkarmıştır. Büyüyen ve büyüme hedefi olan ülkelerin enerji ihtiyaçları da aynı şekilde artmakta olup, bu durumda uluslararası ilişkiler ve ticaretler bu yönde gelişmektedir.

Ülkeler ürettikleri enerjinin ihtiyaç fazlasını ihraç etmekte olup, enerji kaynağı olan ülkeler ile enerji ihtiyaç sahibi ülkeler arasında yeni bir bağ kurulmasına neden olmaktadır. Enerji ihtiyacını ithalat yoluyla gerçekleştiren ülkeler, enerji kaynaklarının bulunduğu ve/veya iletim hatları üzerindeki ülkelerle siyasi, ekonomik ve stratejik politikalar üretmektedir. Ülkeler enerji arz güvenliklerinin sağlanması hususunda alternatif yöntemlerle ve yeni teknolojilerle enerji üretmeye çalışmaktadır (20. Yüzyılın ortalarında başlayan Nükleer Enerji ve şeyl gazı gibi). Enerji gereksiniminin büyük oranda fosil kaynaklardan (Petrol, Doğalgaz, Kömür) elde edilmesi ve belirli bölge ve sahalarda olması, literatüre enerji arz güvenliğini kavramını kazandırmış olup, ilk olarak 1970'li yıllarda yaşanan petrol kriziyle kendini göstermiştir. Günümüzde artan enerji ihtiyacının karşılanması, bu durumda fosil yakıtlarının her geçen yıla oranla önemi artmakta olup, özellikle doğalgaza olan ihtiyacın ve kullanım alanlarının küresel çapta çeşitli nedenlerle artış göstermesi, doğalgaz enerjisi arz güvenliği kavramını oluşturmaktadır.

Doğalgaz fazla bir işlem uygulanmadan kullanıma hazır olması, istenilen noktaya boru veya LNG yöntemleriyle kolaylıkla taşınması ve enerji kaynakları içerisinde üçte birlik paya sahip olması, onun vazgeçilmez bir enerji kaynağı olduğunu göstermektedir. Ayrıca doğalgazın diğer fosil yakıtlara oranla çevre dostu olması ve küresel ısınma baz alınırca doğalgaz bir kez daha vazgeçilmez bir enerji kaynağı haline getirmiştir. Küresel

çapta elektrik üretiminin yarısına yakını doğalgazdan elde edildiği belirtilmiş olup, bu durum doğalgazında elektrik enerjisi kadar hayatımızda olduğunu göstermiştir. Elektrik kullanımı ise sanayiden en küçük ev aletlerine kadar enerji ihtiyacını karşılamakta olup, hayatımızın her noktasında vaar olan bir enerjidir. Doğalgazın insan hayatının (ulaşım, ısınma, sanayi, elektrik) her noktasında olması, doğalgaz ihtiyacını ithalat yoluyla karşılayan ülkeler için risk teşkil etmektedir.

Ülkemizin doğalgazdaki durumu, Türkiye doğalgazı yaygın bir şekilde 1980'lerin sonlarında kullanmaya başlamış olup, 1990'larda başlayan sanayi alanında ve ekonomik büyümenin 2000'lerde hız kazanmasının yanı sıra nüfusun artışının da günümüze kadar hızla devam etmesi, doğalgaz kullanımındaki artışa neden olmuştur. Türkiye doğalgaz ithalat bağımlısı bir ülke olup, doğalgaz ihtiyacının %99.2 yurtdışı kaynaklardan tedarik etmektedir. Türkiye elektrik ihtiyacının dünyada olduğu gibi yarısına yakını doğalgazdan üretmekte olup, Türkiye doğalgaz ithal ettiği ülkelerle yaşanacak kriz sonrası ülke içi kaosa, üretime ve sistemin sekteye uğramasına sebep olabileceği, bu durumda doğalgaz enerjisi arz güvenliğinin sağlanması için bazı adımların atılması gerekmektedir.

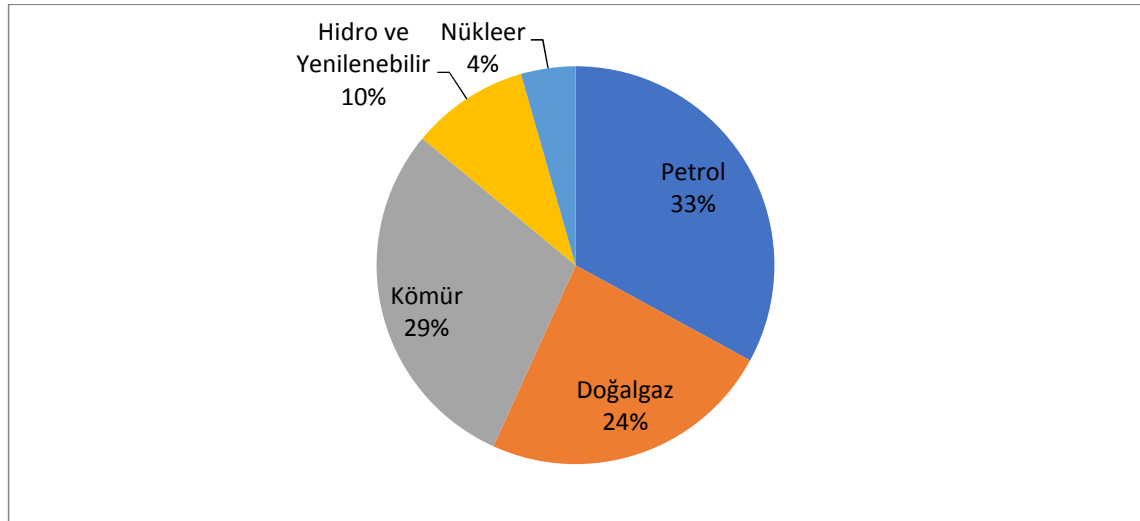
Bu çalışmada Türkiye doğalgaz enerjisi arz güvenliğinin ve Türkiye'nin doğalgaz ihtiyacının ekonomik, kesintisiz ve sürdürülebilirliği hususunda değerlendirme yapılması ve analizler, yorumlarla gelecek projeksiyonları/senaryoları hazırlanıp, somut verilerin ve ön görülerin belirlenmesi hedeflenmiştir.

2. ENERJİ KAYNAKLARI

2.1 Enerji ve Enerji Kaynakları

Enerji; bir cismin ya da bir sistemin iş yapabilme kapasitesidir. Enerji, bir ülkenin ekonomik ve sosyal gelişiminin en temel ve sürükleyici gereksinimlerinden biridir. Enerji, toplumsal yaşamlarımızı sürdürebilmemiz için gerekli olan hemen hemen tüm süreçler için vazgeçilmez bir girdi olup; sanayi, ulaştırma, konut ve ticarethane alt sektörlerinde kullanılmaktadır. Enerji insanların yaşamlarını idame ettirmek için vazgeçilmez bir kaynaktır. Enerji kaynaklarının sınıflandırılması yapılırken birden çok metot vardır. İki şekilde incelemek mümkündür “dönüştürülebilir olmasına göre” ve “kullanışlarına göre” adlandırılabilir.

Bu yöntemlerden ilki enerjinin herhangi işleme ve/veya dönüşüm işlemine uğramamış haline “birincil enerji” olarak adlandırılır. Bu enerji kaynakları; petrol, taşkömürü, linyit, doğalgaz, hidroelektrik, jeotermal enerjisi, rüzgâr enerjisi, denizlerde ve okyanuslarda elde edilen gel-git ve dalga enerjisi, nükleer enerji, güneş enerjisi, odun enerjisi, bitki biyoenerji, bunlar temel değişim ve işleme uğramamış birincil enerji kaynaklarıdır. Birincil veya ikincil enerji kaynaklarının dönüştürülmesiyle elde edilen enerji çeşidine ise “ikincil enerji” olarak adlandırılır. Bu enerji kaynakları; elektrik, mazot, benzin, kok kömürü, hava gazı ve sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) gibi kaynaklar ikincil enerji kaynaklarıdır. Şekil 2.1’de enerji kaynaklarına göre birincil enerji arzı görülebilir.



Şekil 2.1. 2015 Yılı Enerji Kaynaklarına Göre Birincil Enerji Arzı (BP, 2016)

Bu yöntemlerden bir diğeri ve en kapsamlı bir şekilde olan kaynakların yenilenebilirlik özelliklerine göre şöyle bir sınıflandırılabilir; Kömür, petrol, doğalgaz gibi fosil yakıtlar ve nükleer yakıtlar yeraltında sınırlı miktarlarda olduklarından ve kısa süre içinde yeniden üretilemeyip, yerleri doldurulamaz olduklarından dolayı “yenilenemez enerji kaynakları” olarak adlandırılmaktadır. Bir diğeri; güneş, rüzgâr, hidroelektrik ve jeotermal gibi sürekli olarak yenilenen kaynaklara ise “yenilenebilir enerji kaynakları” olarak adlandırılmaktadır (Armstrong ve Harmin, 2013).

Yenilenebilir enerji kaynakları;

- Jeotermal enerjisi,
- Hidroelektrik enerjisi,
- Rüzgâr enerjisi,
- Biokütle enerjisi,
- Güneş enerjisi,
- Dalga enerjisi,
- Gel-git enerjisidir.

Yenilenemez enerji kaynakları kendi içerisinde de iki şekilde sınıflandırması yapılabilmektedir. Uzun zamandan beri alışagelmiş bir biçimde doğal koşullarla üretilen kaynaklara “Konvansiyonel Enerji Kaynakları (KEK)” kaynakları denilmektedir. Doğal koşullara ilaveten yeni teknolojiler kullanılarak başka operasyonlar uygulanarak üretilen kaynaklara “Konvansiyonel Olmayan Enerji (KOE)” kaynakları olarak adlandırılmaktadır.

Konvansiyonel enerji kaynakları;

- Petrol enerjisi,
- Doğalgaz enerjisi,
- Kömür enerjisi,
- Nükleer enerji.

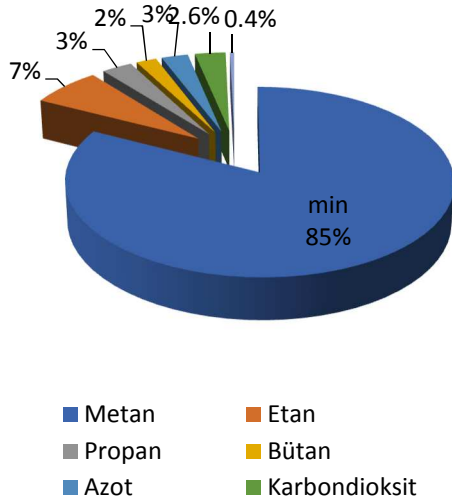
Konvansiyonel olmayan enerji kaynakları;

- Bitümlü şeyl,
- Gaz hidratlar,

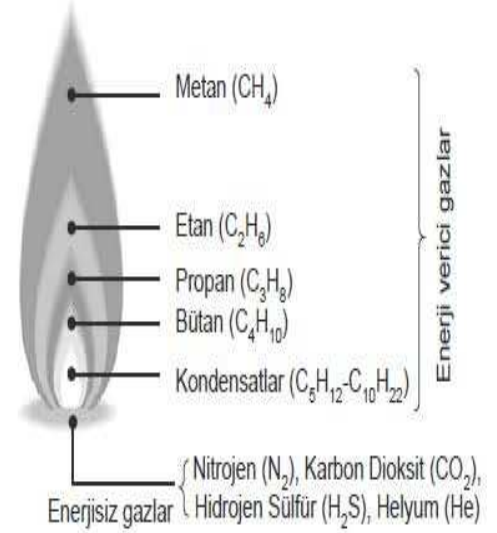
- Kömür gazı,
- Şeyl gazı.

2.2 Enerji Kaynakları İçerisinde Doğalgaz ve Önemi

Doğalgaz; yer yüzeyinin derinliklerinde, çeşitli hidrokarbonlardan oluşan yanıcı bir gaz karışımıdır. Organik maddelerin bozulması sonucu meydana gelmiştir. Çok büyük bitki ve hayvan kalıntıları eski okyanus diplerinde sedimanter çökeller altında gömülü kalmışlardır. Organik maddelerin yeryüzünün alt katmanlarında milyonlarca yıl süren doğal dönüşümü sonucu oluşan, başta Metan (CH_4) ve Etan (C_2H_6) olmak üzere çeşitli hidrokarbonlardan oluşan yanıcı bir gaz karışımı şeklindedir (Şekil 2.2). Doğalgazın özellikleri renksiz, kokusuz ve havadan hafif bir gazdır.



(A)



(B)

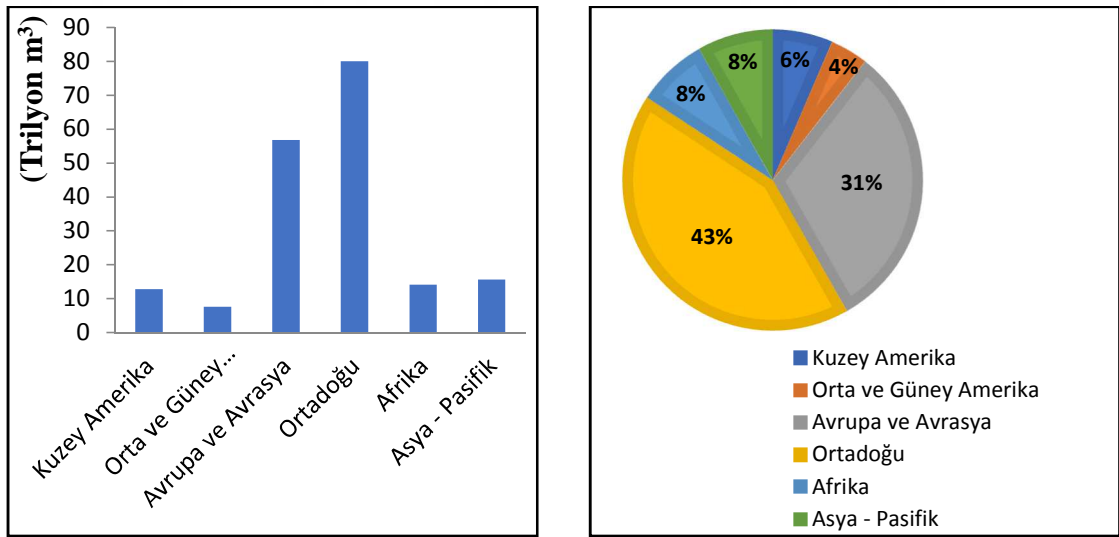
Şekil 2.2. Doğalgazın Kimyasal Yapısı (A) ve Enerji Verici Maddeleri (B) (Anonim)

Tüm dünyada, birincil enerji kaynakları arasında önemli yeri bulunan doğalgaz diğer fosil kaynaklara göre çevre açısından daha temiz ve enerji verimliliği yüksek bir enerji kaynağı olması nedeniyle doğalgaz kullanımı yüz yıllar öncesine dayanmaktadır. Tarihsel kaynaklar ilk defa M.Ö. 900 yıllarda Çin'de kullanıldığını göstermektedir. Ancak taşınması, işlenmesi ve depolanması kolay olan doğalgazın yaygın kullanımı ise 1790'da İngiltere'de kullanılmıştır. Sonraki yıllara doğru gelişen boru hattı taşımacılığı ve diğer yöntemlerle taşınmasıyla yaygın bir şekilde kullanıma ulaşmıştır. Bunun dışında sıvılaştırılmış olarak taktarda ve tankerlerde saklanıp taşınması sağlanmıştır bu da boru

hattı ulaşımın engel ve/veya sağlanmadığı yollarda etkili bir yöntemdir ama boru hattı kadar elverişli değildir.

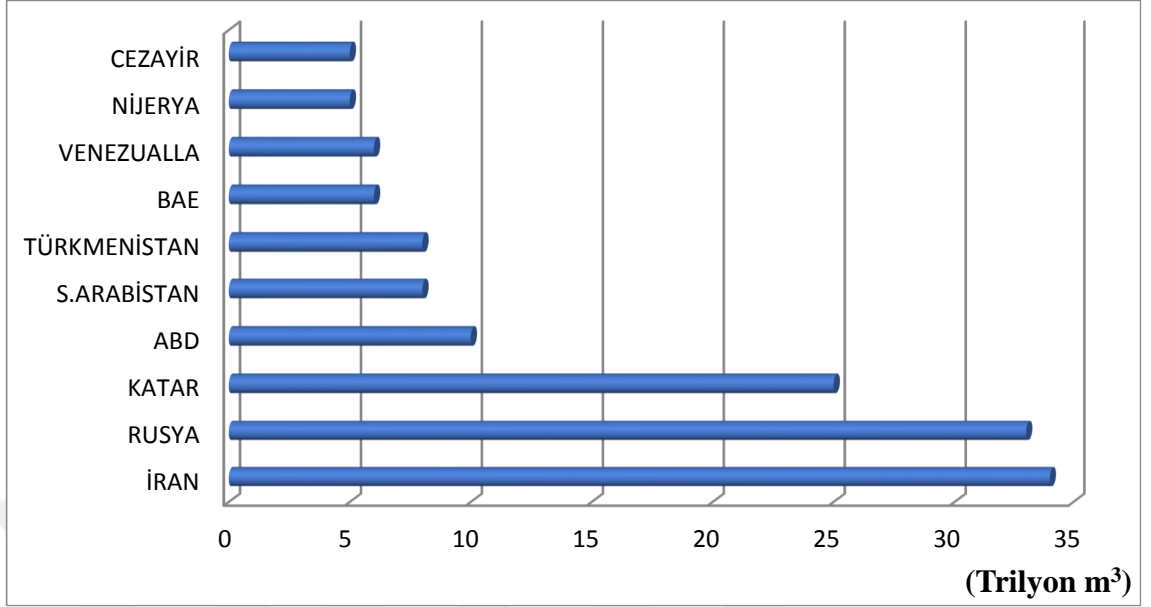
2.3 Doğalgazın Dünya'daki Genel Durumu ve Önemi

Doğalgaz, dünya genelinde tüketimi her geçen yıl artmakta olan bir enerji kaynağıdır. Yirminci yüzyılın sonlarında başlayan teknolojik gelişmeler süreci, yirmi birinci yüzyılda da devam etmesiyle beraber büyük enerji gereksinimi ortaya çıkarmıştır. Çoğunlukla enerji ihtiyacı petrol ve doğalgazdan elde edilmektedir. Bugün dünyada tüketilen enerji, çok sayıda enerji kaynağından elde edilirken; petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil kaynaklar, bu kaynakların %87'sini oluşturmaktadır. Doğalgazın fazla bir işlem uygulamadan kullanılması, taşınması ve bununla birlikte yüksek enerji verimliliği ile vazgeçilmez bir enerji kaynağı olarak kullanılması ve dünyadaki kanıtlanmış rezerv miktarıyla doğalgazı önemli bir enerji kaynağı haline getirmiştir. 2014 yılında, 187 trilyon m³ olan dünya doğalgaz rezervleri, 2015 yılına ilişkin veriler ışığında, dünyada %0.05'lik bir azalışla 186.9 trilyon m³ olarak kaydedilmiştir. Dünya doğalgaz rezervlerinin %42,8'si Ortadoğu'da, %30,4'ü Avrasya'da, %8,4'si Asya Pasifik'te, %7,5'si Afrika'da, %6,8'i Kuzey Amerika'da, %4,1'si ise Avrupa'da bulunmaktadır (Şekil 2.3) ve (Şekil 2.4).



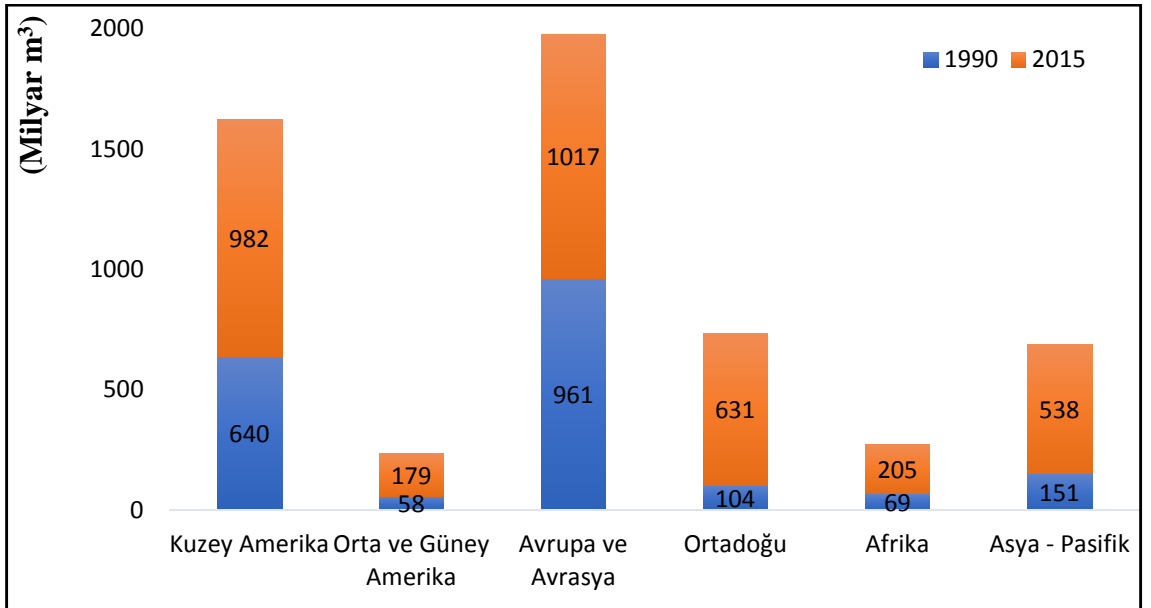
Şekil 2.3. 2015 Yılı Dünya İspatlanmış Doğalgaz Rezerv Miktarları ve Oransal Dağılımı (BP, 2016)

Dünyada, o kadar doğalgaz keşifleri gerçekleştirilmesi ve gelişmeler olmasına rağmen, bu veriler eşliğinde dünyada en fazla doğalgaz rezervlerine sahip olan ilk on ülkenin değişmediği görülmüştür (Şekil 2.4).



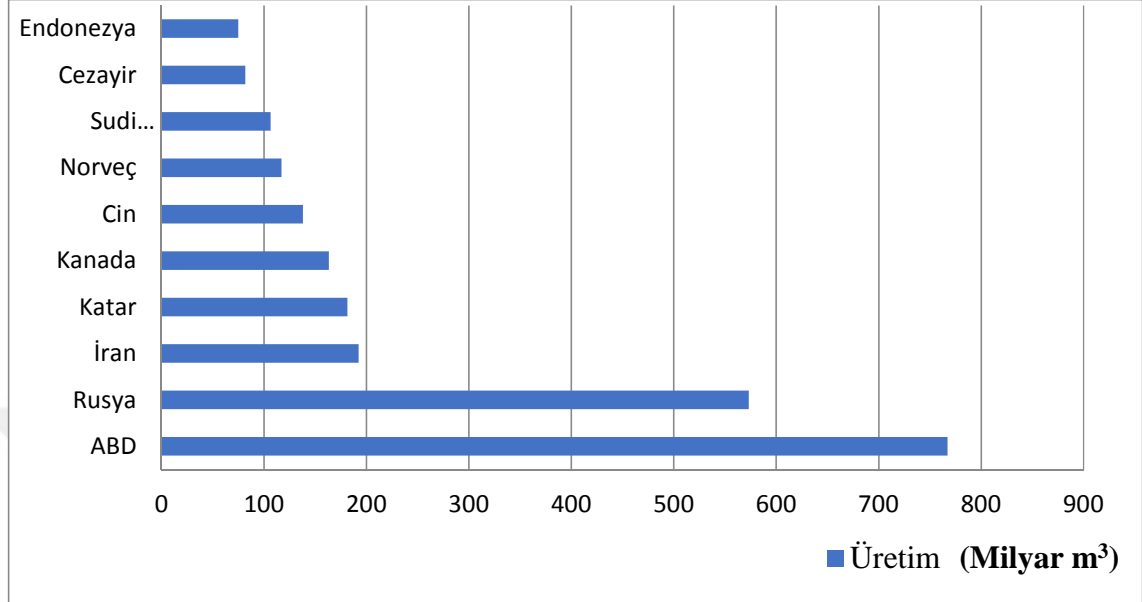
Şekil 2.4. 2015 Yılı En Fazla Doğalgaz Rezervine Sahip İlk 10 Ülke (BP, 2016)

Buna göre en fazla rezervin Rusya'da olduğu görülmektedir, onu İran, Katar ve ABD takip etmektedir. Dünyada rezerv miktarları ve sahip olan ülkeler bu şekilde iken birde bunun paralelinde üretim miktarlarına bakılırsa küresel doğalgaz 2014 yılında, 3,46 trilyon m³ olarak gerçekleşen küresel doğalgaz üretimi, 2015 yılında, %2,2 artışla 3,53 trilyon m³ olarak kaydedilmiştir (Şekil 2.5).



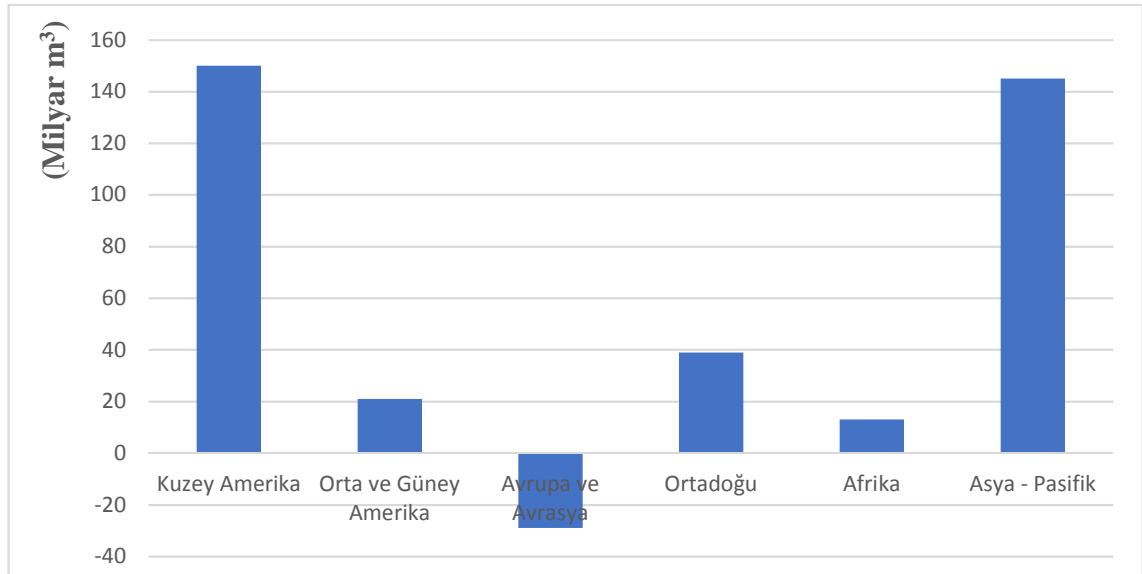
Şekil 2.5. 1990-2015 Bölgelere Göre Dünya'da Doğalgaz Üretimi (BP, 2015)

En fazla doğalgaz rezervine sahip ilk on ülke sıralaması içerisinde ABD dördüncü sırada yer alırken, en fazla doğalgaz üretimi yapan ilk on ülke içerisinde 767,3 milyar m³ üretimle birinci sırada yer almaktadır (Şekil 2.6)



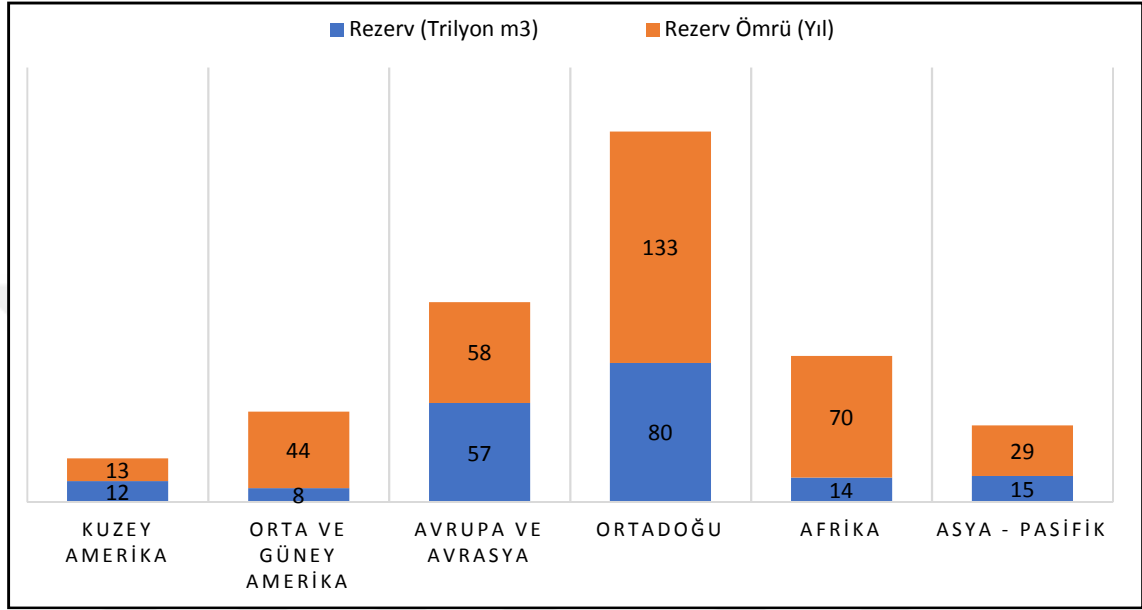
Şekil 2.6. 2015 Yılı Dünya’da En Fazla Doğalgaz Üretimi Yapan İlk 10 Ülke (BP, 2016)

Bu araştırmalar ışığında 2015 yılında, küresel doğalgaz üretim artışı büyük ölçüde ABD (%5 artış) kaynaklı olmuştur. Avrupa ve Avrasya’da gaz üretimi görece artış gösterirken, bu artış, Rusya ve Norveç kaynaklı olmuştur. IEA, 2020 yılına kadar olan dönemde, ABD’nin doğal gaz üretiminde belirleyici olacağını ve ülkede üretimin 847 milyar m³’e ulaşacağını öngörmektedir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. 2013-2020 Dünya’da Doğalgaz Üretim Artış Projeksiyonu (IEA, 2015)

2015 yılı için, mevcut rezerv miktarı, (186,9 trilyon m³) mevcut üretimi (3,53 trilyon m³) bölündüğünde, küresel rezerv ömrünün 53 yıl olduğu hesaplanmaktadır. 2015 yılında, söz konusu rezervlerin bölgelere göre dağılımı incelendiğinde, Ortadoğu birinci, Avrupa ve Avrasya ikinci, diğer Asya Pasifik ülkeleri üçüncü sırada yer almaktadır (Şekil 2.8).

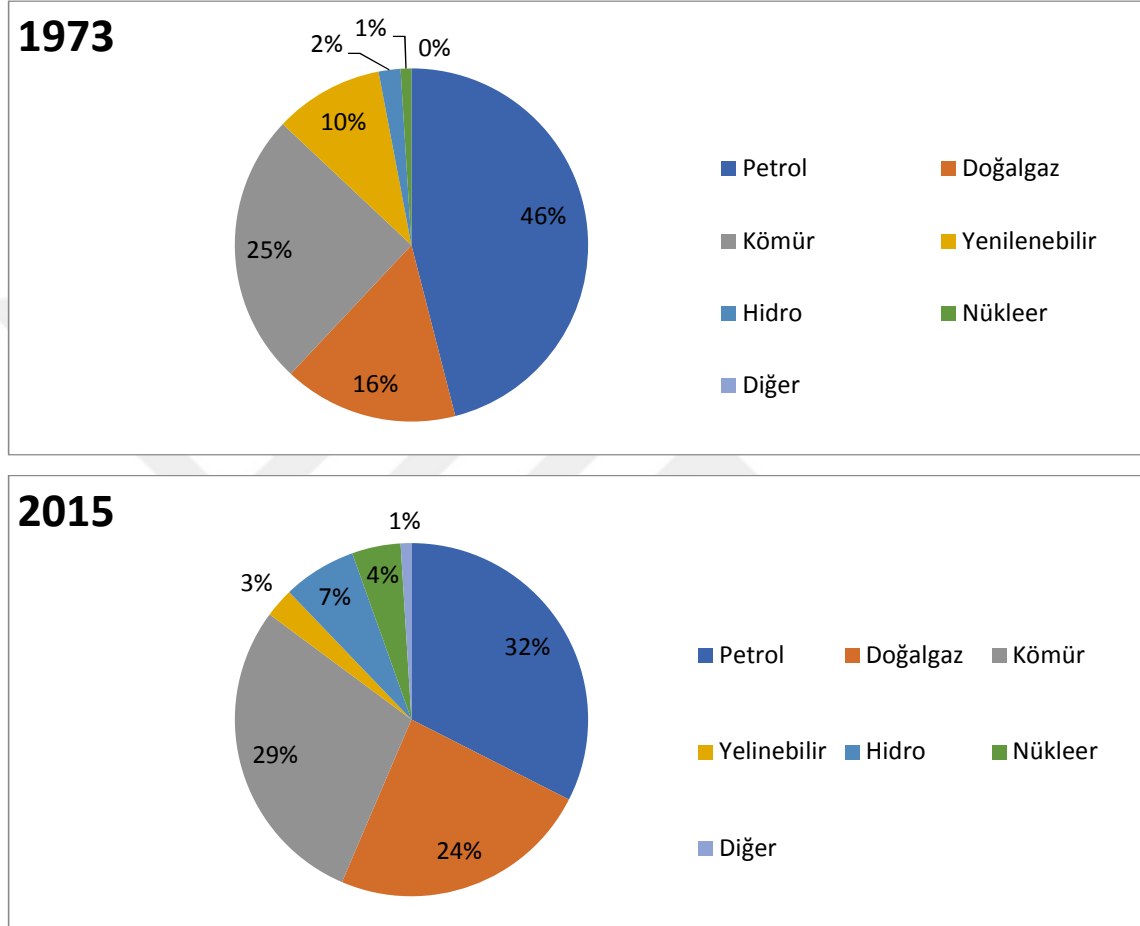


Şekil 2.8. 2015 Yılı Bölgelere Göre Doğalgaz Rezervi ve Rezerv Ömrü (BP, 2016)

Ancak bu ortalama mevcut ispatlanmış doğalgaz rezervi üzerinden hesaplama yapılmıştır. Yeni keşifler sonucu bu yılları daha yukarlara çekmek mümkün gözüküyor. Burada aklımıza şu soru gelebilir; yeni keşifler aramalar olurken aynı paralelde doğalgazın kullanım alanlarının ve tüketiminin, gelişmelerden etkilenmesi bu yılı sabit ve/veya aşağı çekme durumu olmaz mı veya bu doğalgaz rezerv ömrünün azalması veya artması olur mu sorularını akıllara getiriyor. Oysa yeni keşiflerle yeni rezervlerin devreye girmesi, gelişen teknolojiler sayesinde daha ekonomik olarak üretilebilecek mevcut rezervler (örneğin ikincil ve üçüncül üretim yöntemleri, vb.), kömürden ve gazdan sıvı yakıt elde edilmesi gibi yöntemlerle bu ömrün talebe de bağlı olarak değişebileceği dikkate alınmalıdır (TPAO, 2016). Bu durumda diğer enerji kaynaklarında da gelişmeler olacağı ön görülerek bu ortalama yılın değişme olmayacağını hatta bu gelişmeler ışığında rezerv ömrünün uzaması dahi ön görülür.

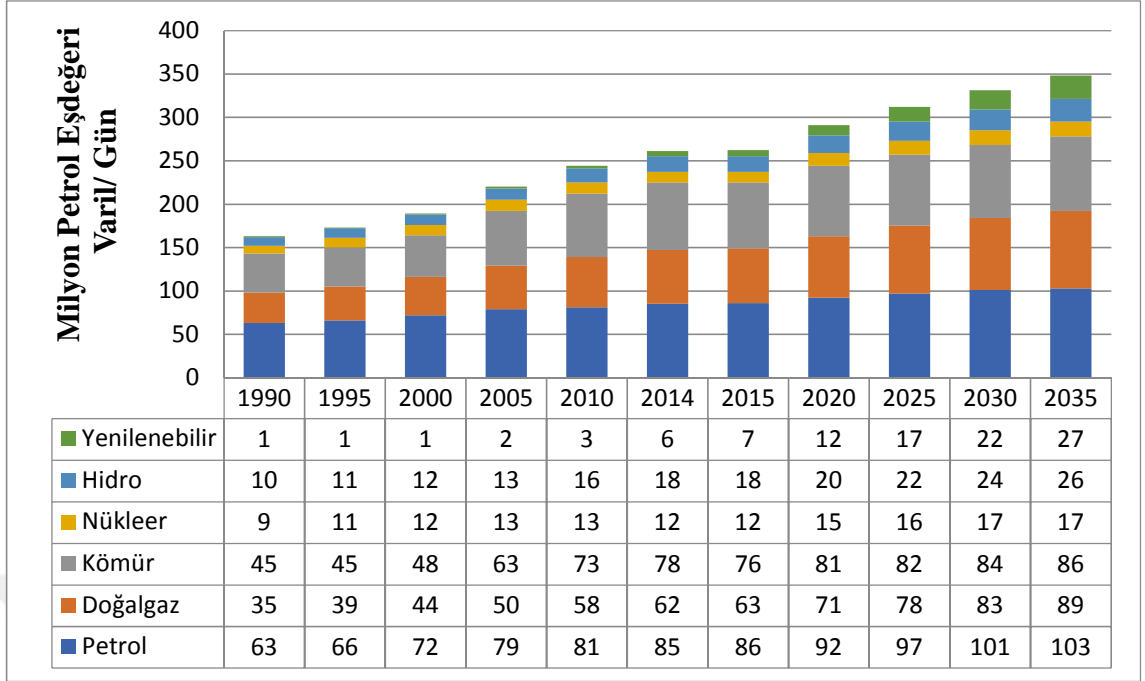
Dünyada yaşanan gelişmeler ve küresel enerji ihtiyacının atmasıyla birlikte doğalgaz, küresel enerji piyasaları için vazgeçilmez olmaya başlamıştır. Şekil 2.1'den de

görülebileceği üzere doğalgazın birinci enerji arzındaki payının artmış olduğunu görebiliriz. Şekil 2.9’da gösterilen 1973’te doğalgazın birincil enerji arzındaki payı %16 iken 2015 yılına geldiğinde ulaşım sektörü ve alternatif enerji (jeotermal, güneş enerjisi, hidroelektrik enerji vb.) kaynaklarında kullanıldığı, yaşanan tüm bu gelişmelere rağmen doğalgazın enerji arzındaki payı %24’e çıkmıştır.



Şekil 2.9. Enerji Kaynaklarına Göre 1973 ve 2015 Yılları Arası Küresel Birincil Enerji Tüketim Oranları (EIA, 2015; BP, 2016;)

2015 yılı ilk verileri itibariyle dünya enerji talebinin %23.7’sini doğalgaz karşılamıştır. Bugüne kadar, çeşitli uluslararası kurum ve kuruluşlar tarafından (Uluslararası Enerji Ajansı, ABD Enerji İdaresi, BP, Exxonmobil vb.) yapılan çeşitli projeksiyonlara göre, doğalgazın birincil enerji tüketimi içindeki payı uzun dönemde de koruyacakları öngörülmektedir. Bu öngörülerin doğalgazın uzun yıllar daha vazgeçilmez bir enerji kaynağını olduğunu göstermektedir (Şekil 2.10).

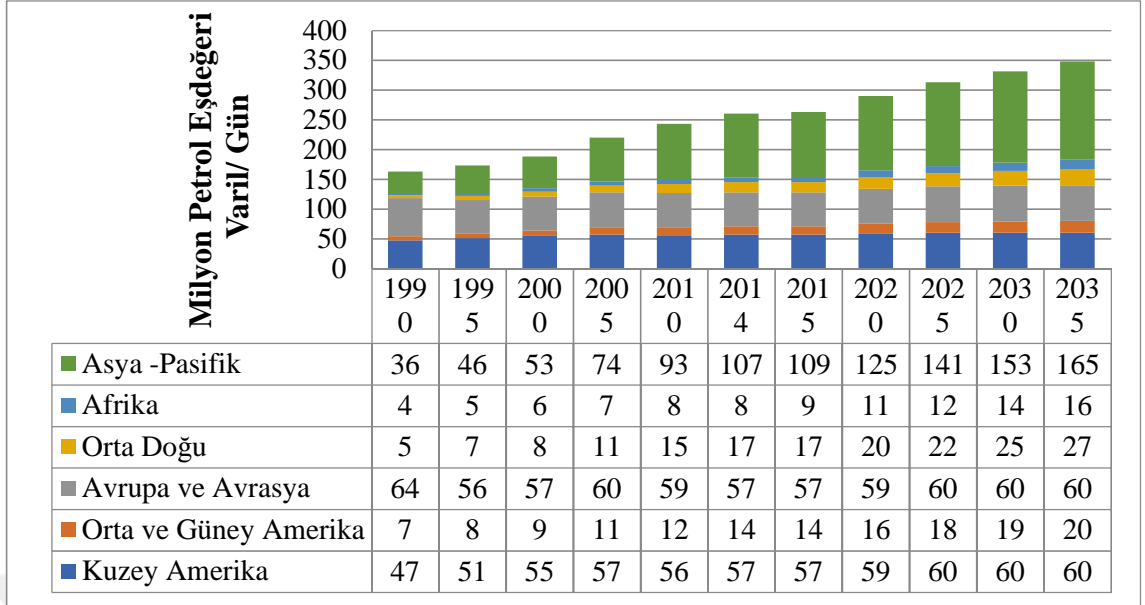


Şekil 2.10. 1990-2035 Kaynak Bazında Dünya Enerji Talebi (BP, 2015)

Uzun dönemli enerji projeksiyonları değerlendirildiğinde, büyük ölçüde OECD dışı ülkelerin tüketimlerindeki artış dikkati çekerken, enerji arzı da yükselmektedir. Ülkelerin, enerji talebindeki ve yakıt çeşidi seçimindeki kısa dönemli değişimler genellikle ekonomik durum, enerji fiyatları ve hava koşullarından kaynaklanmaktadır.

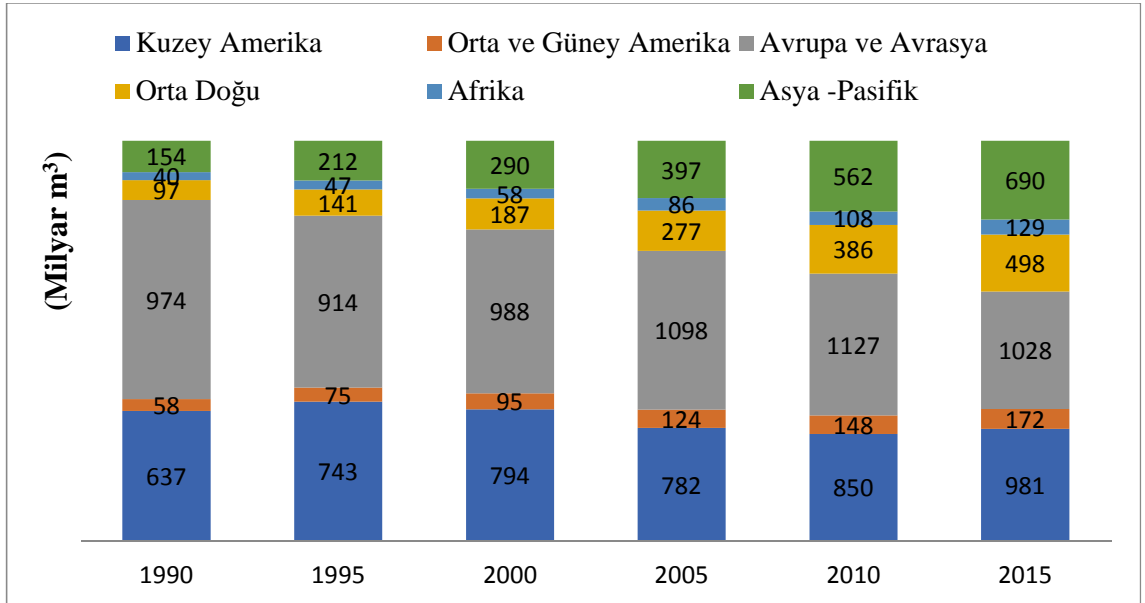
Uzun dönemli değişimler ise; ülkelerin enerji ile ilgili sorunların çözüm sürecine dahil olurken gösterdikleri tavır, artan gelir ve nüfusun enerji ihtiyacını yukarı çekmesi, enerji piyasasının dinamiklerinin gelişmekte olan ülkelere bağlı olarak değişmeye başlaması, dünyanın enerji ihtiyacının çoğunun fosil yakıtlardan karşılanması ve fosil yakıt kaynak rezervlerinin yeterli olması, dünyanın fakir bölgelerinin enerjiye ulaşımının sağlanmasının hala gerçekleşmesi güç bir hedef olması gibi enerji talebine ilişkin tüm senaryolarda ortak olan temel enerji eğilimlerine de bağlıdır (TPAO, 2016).

Oransal değerlendirmede, enerji talebi 2035 yılına kadar 1,9 katına çıkan Afrika dikkat çekerken, miktar olarak değerlendirmede, enerji talebi 1,5 katına çıkan Asya Pasifik bölgesi öne çıkmaktadır (Şekil 2.11).



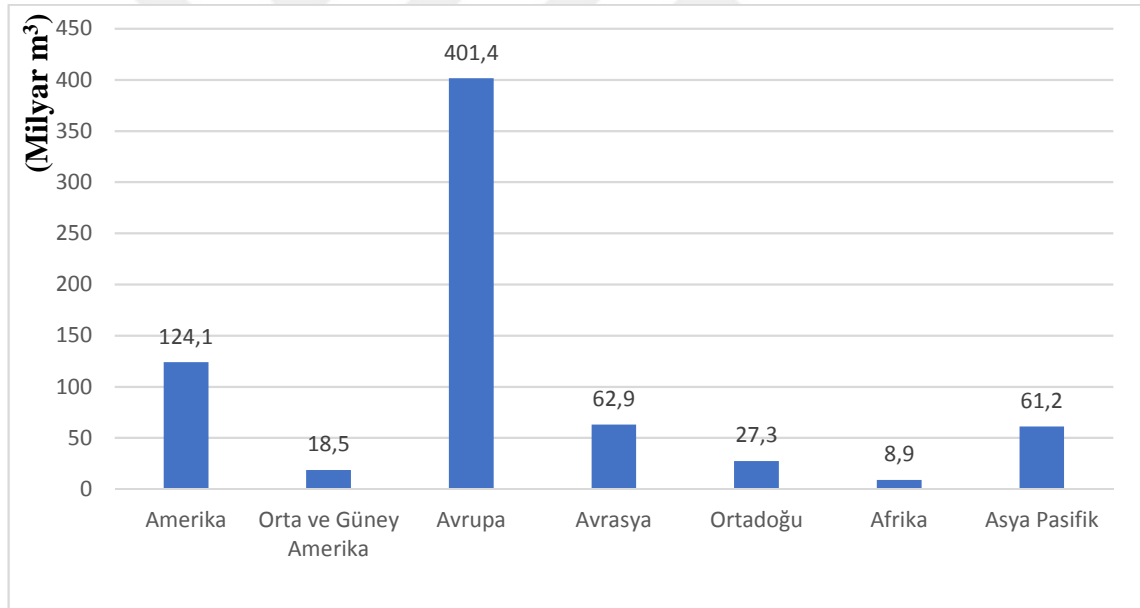
Şekil 2.11. 1990-2035 Bölgesel Bazda Dünya Enerji Talebi (BP, 2015; TPAO, 2016)

2010 yılında küresel doğalgaz talebi, 2015 yılına göre yaklaşık %10 artarak, 3,4 trilyon m³ olarak gerçekleşmiştir. 2015 yılının ilk verileri itibariyle, doğalgaz tüketimi 2010'a göre %10 artarak 3,5 trilyon m³ olarak gerçekleşmiştir. Talep artışı, Avrupa ve Avrasya dışında hepsinde görüldüğü gibi özellikle son dönemde Ortadoğu'da ve Kuzey Amerika'da bu artış görülmektedir. Dolayısıyla Avrupa ve Avrasya'nın diğer bölgelere oranla daha fazla doğalgaz talebi bulunmaktadır (Şekil 2.12).



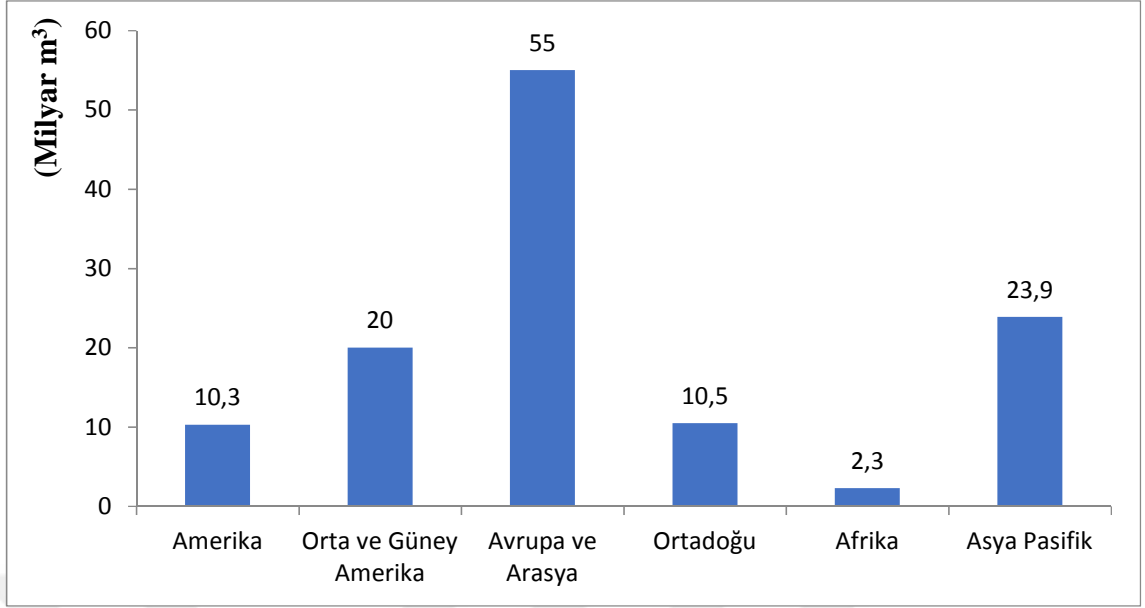
Şekil 2.12. 1990- 2015 Dünya ve Bölgesel Doğalgaz Tüketimi (BP, 2015)

Dünya ve/veya bölgesel doğalgaz tüketim miktarının son 25 yıldaki değişimi görülmektedir. Şekil 2.12'e bakıldığında Küresel çapta doğalgaz tüketimin arttığı görülmekte ama bu artışa rağmen, dünyadaki doğalgaz rezerv miktarı toplam olarak ve bölgesel olarak arttığını görülmektedir. Tüketim olan ülkelerde doğalgaz rezervi ve/veya üretimi yetersiz olması küresel doğalgaz ticaretini oluşturmaktadır. Doğalgazın, üreticiden tüketiciye ulaştırılmasının iki yolu vardır; biri boru hattıyla bir diğer doğalgaz iletim yöntemi olan Sıvılaştırılmış Doğalgaz (LNG) dır. Bu yöntemler sayesinde ülkelerin enerji politikasını oluşturmada, geçiş güzergâhında bulunan ülkelerle olan politik ilişkilerini etkilemektedir. Doğalgazın boru hattıyla ticareti; üzerinde geçtiği ülkelere stratejik önem yüklemektedir, o ülkelerin enerji üssü ve enerji koridoru bir ülke haline getirmektedir (Türkiye gibi). Boru hattıyla daha fazla gazın kesintisiz olarak iletilmesi sağlanmaktadır buda ülkelerin uzun vadede enerji ihtiyacını gidermektedir. Küresel boru hattıyla doğalgazın ticareti (Şekil 2.14) görülmektedir.

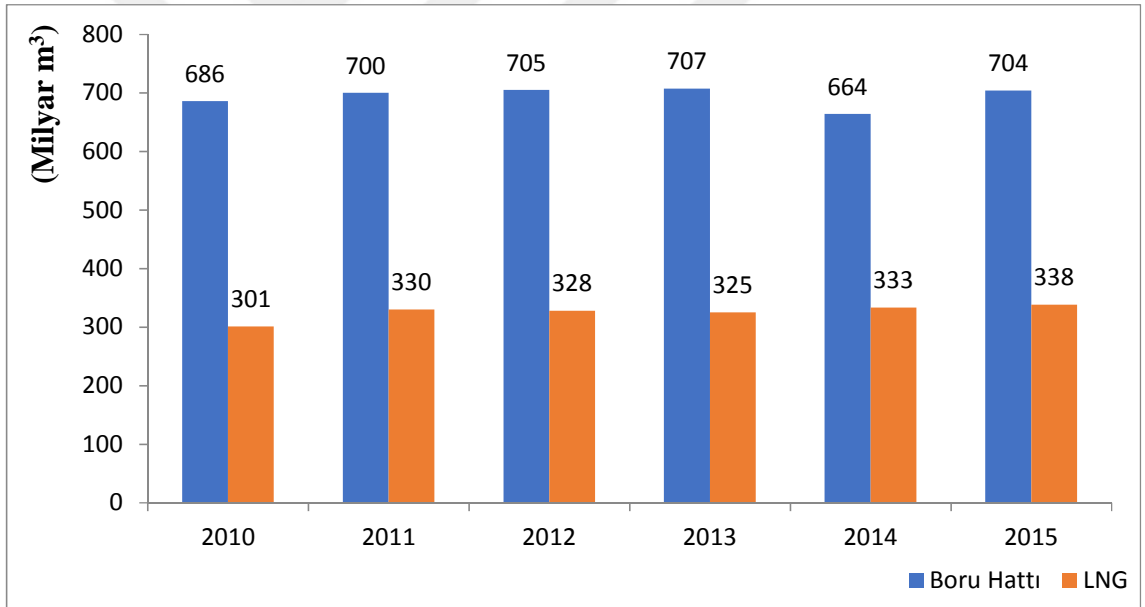


Şekil 2.13. 2015 Yılı Doğalgazın Bölgesel Boru Hattı Ticaret Hareketleri (BP, 2016)

Doğalgazı sıvılaştırma yönteminde gaz halindeki doğalgaz, atmosfer basıncına yakın bir basınçta ve yaklaşık -162 °C sıcaklıkta sıvılaştırılarak hacmi 1/600'e indirilmektedir (GIIGNL, 2013). Bu şekilde, yoğunlaştırılmış bir şekilde, özel hazırlanmış LNG tankerleriyle kara ve deniz yolu ile taşınabilmektedir. Ayrıca LNG terminallerinde gerektiği takdirde depolanarak ya da tekrar kullanılabilir hale getirilmektedir (Şekil 2.14) ve (Şekil 2.15).

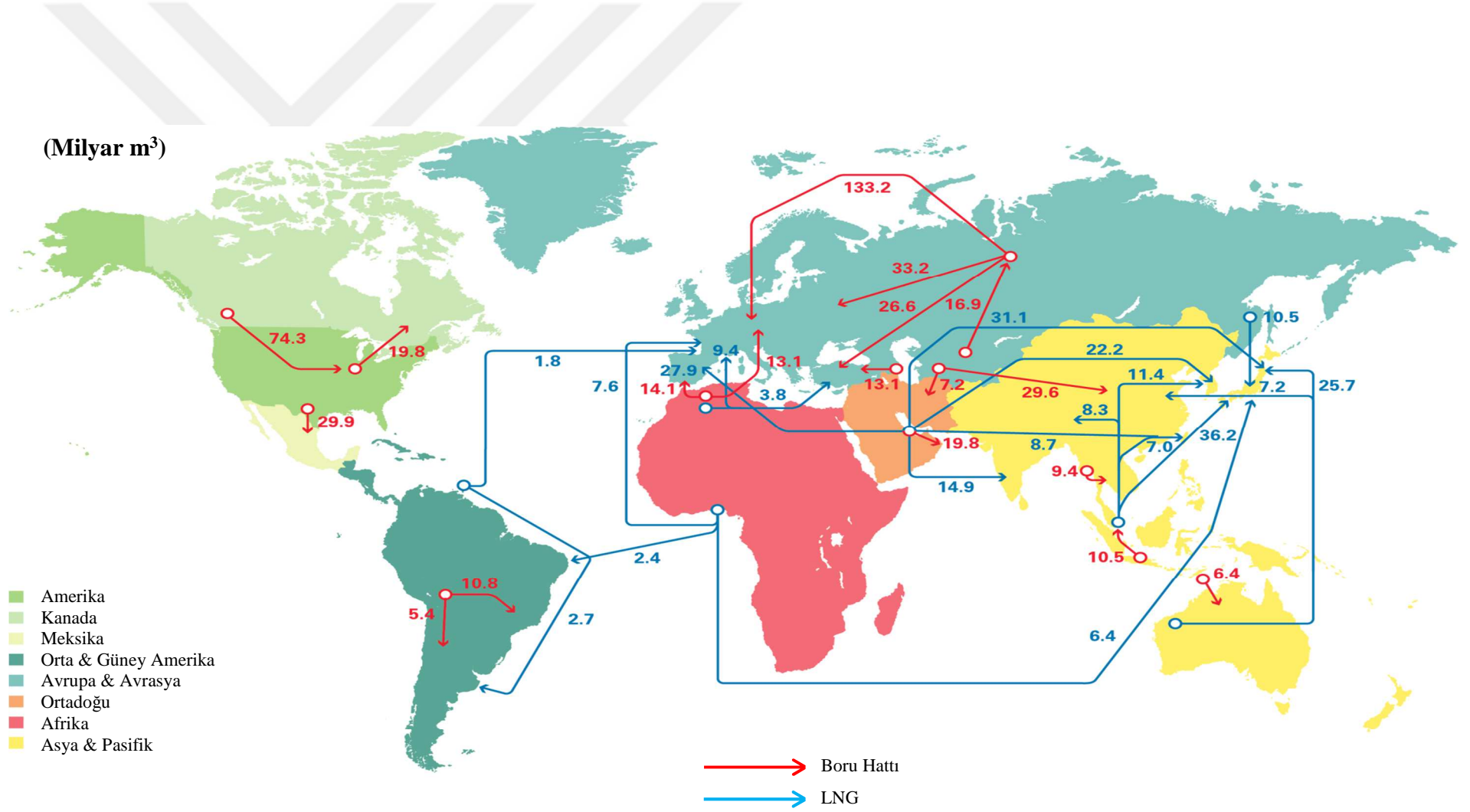


Şekil 2.14. 2015 Yılı Doğalgazın Bölgesel LNG Ticaret Hareketleri (BP, 2016)



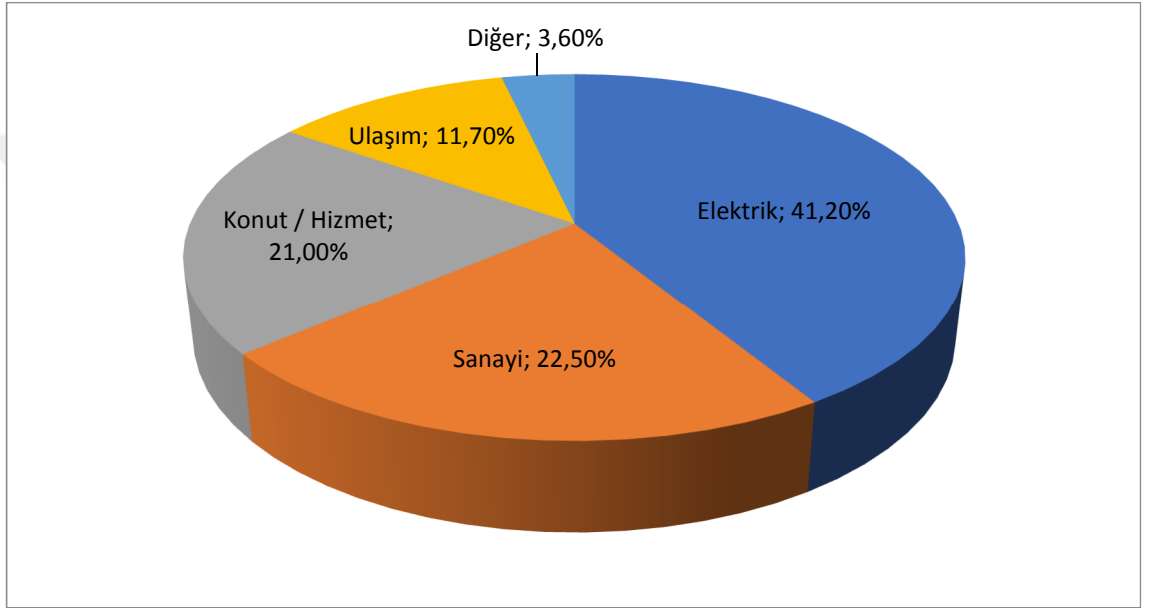
Şekil 2.15. 2010–2015 Küresel Doğalgaz Ticaretinin Taşıma Yöntemlerine Göre Dağılımı (BP, 2016)

Şekil 2.15, 2015 yılında, doğal gaz ticareti, bir önceki yıla göre %4,5 azalarak 1.042 trilyon m³ olarak gerçekleşmiştir. Boru hatları ile gerçekleşen ticaret %5,6 artarak, toplamda 704,4 milyar m³'e, LNG ticareti ise %1,8 artarak, 338,3 milyar m³'e ulaşmıştır. Bu veriler ışığında, boru hattı ve LNG ile taşınan küresel doğalgaz ticaretinde, çoğunlukla boru hattıyla taşındığı görülmekle beraber LNG ile taşımacılığında giderek arttığı görülmektedir (Şekil 2.16).



Şekil 2.16. 2015 Yılı Küresel Doğalgaz Ticareti Hareketleri (BP, 2016)

Doğalgazın; dünyada tahmini rezerv miktarı, dünyada ispatlanmış rezerv miktarı, küresel doğalgaz üretim miktarı ve küresel doğalgaz tüketim miktarı olarak tüm bu analizler ve grafikler doğalgazın vazgeçilmez bir enerji kaynağı olduğunu göstermektedir. Çünkü dünyada doğalgazın sektör bazında elektrik üretiminde, sanayi alanında tüketilmesi ve sanayinin gelişmesiyle, insanların nüfusun artmasıyla birlikte konutlarda ısı olarak kullanılması, gelecek projeksiyonlarına bakılırsa ulaşımda da kullanılması yaygınlaşacağını öngörülebilir. Bu kullanım alanları içerisinde en fazla elektrik üretiminde kullanıldığını görülmektedir (Şekil 2.17).



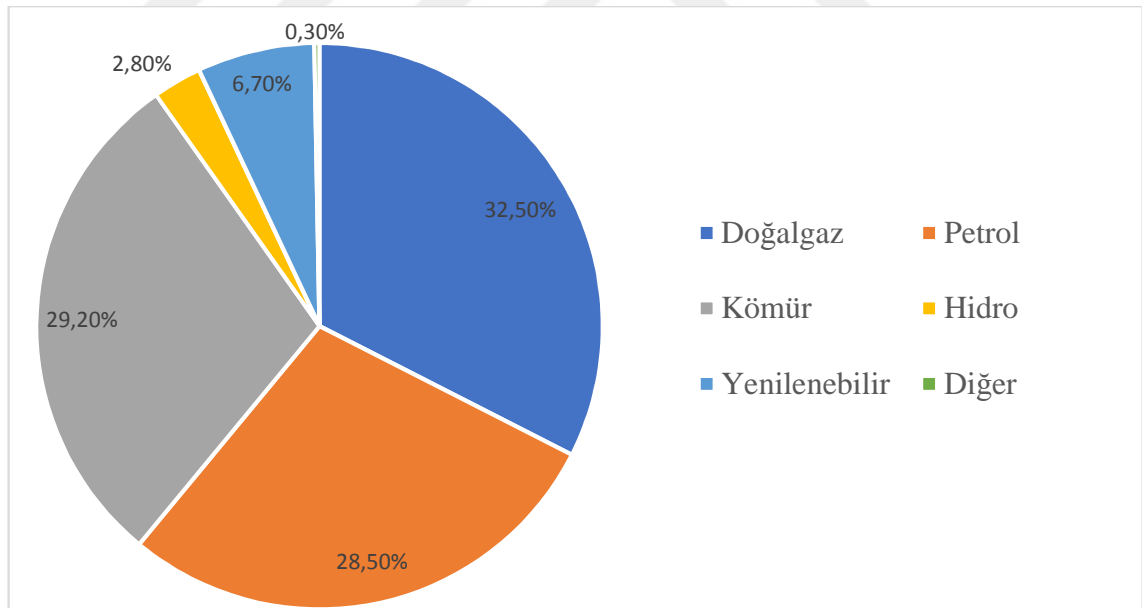
Şekil 2.17. 2014 Yılı Dünyada Doğalgazın Sektör Bazında Tüketim Oranları (İEA, 2015)

2.4 Doğalgazın Türkiye'deki Genel Durumu ve Önemi

Öncelikle Türkiye'nin doğalgaz tarihsel serüveninde değinilecek olursa; ilk defa doğalgazın Trakya bölgesinde, 1970 yılında Kırkkale'nin Kurumlar bölgesinde tespit edilerek 1976 yılında Pınarhisar çimento fabrikasında kullanılmaya başlanmıştır. Türkiye'nin bir diğer bölgesi olan Güney Anadolu'da Mardin Çamurlu sahasında 1975 yılında bulunan doğalgaz, 1982 yılında Mardin Çimento fabrikasında kullanılmaya başlamıştır. Buradan görülüyor ki kaynak rezervinin sınırlı olması tüketimin ilk etapta belirli yerlerde kullanıldığını görülmektedir. Doğalgazın yaygın bir şekilde kullanılmaya başlaması (sanayi ve şehir şebekelerinde) 1984 yılında SSCB ile imzalanan anlaşmadan sonra başlamıştır. Şehir içi evsel ve ticari ilk defa 1988 yılında Ankara'da kullanılmıştır.

Buradan da görülmüyor ki ilk anlaşma Sovyet Rusya'sıyla yapılmıştır, bunu daha sonraki yıllarda diğer anlaşmalar izlemiştir son olarak da “Türk Akımı” projesi imzalanmıştır.

Doğalgaz, Türkiye genelinde tüketimi her geçen yıl artmakta olan bir enerji kaynağıdır. Artan bu enerji ihtiyacın en büyük etkenleri, 1990'dan sonraki yıllarda çeşitli illerinde (İstanbul, Bursa, Eskişehir) ticari ve şehir içi evsel olarak kullanılmaya başlamasıyla beraber teknolojik gelişmelerinde etkisiyle büyük enerji gereksinimi ortaya çıkmıştır. Türkiye'de çoğunlukla enerji ihtiyacı dünyada da olduğu gibi petrol, doğalgazdan ve kömür gibi fosil yakıtlardan elde edilmektedir. Bugün Türkiye'de tüketilen enerji kaynakları içerisinde %32,50'sini doğalgaz oluşturmaktadır. Doğalgazın fazla bir işlem uygulamadan kullanılması, taşınması ve bununla birlikte yüksek enerji verimliliği ile vazgeçilmez bir enerji kaynağı olarak kullanılması doğalgazı önemli bir enerji kaynağı haline gelmiştir. Türkiye'nin birincil enerji arz grafiğine baktığımızda birinci sırada doğalgazın onun takibinde kömür ve petrolü görmek mümkün buda gösteriyor ki Türkiye'de doğalgaz enerjisinin ne denli önemli olduğunu apaçık ortadadır (Şekil 2.18).



Şekil 2.18. 2014 Yılı Türkiye Birincil Enerji Talebi (ETKB, 2015)

Ülkemizin birincil enerji talebini Şekil 2.17'de gördüğü gibi, burada ortaya çıkan Türkiye'nin birincil enerji rezervlerinin ne kadar olduğu ve ülkemizin neye, ne kadar ihtiyacı olduğunun bilinmesi açısından önemli bilgiler sağlayacaktır (Çizelge 2.1).

Çizelge 2.1. 2014 Yılı Sonu İtibarıyla Türkiye'nin Birincil Enerji Kaynak Rezervleri (ETKB, Mavi Kitap, 2015)

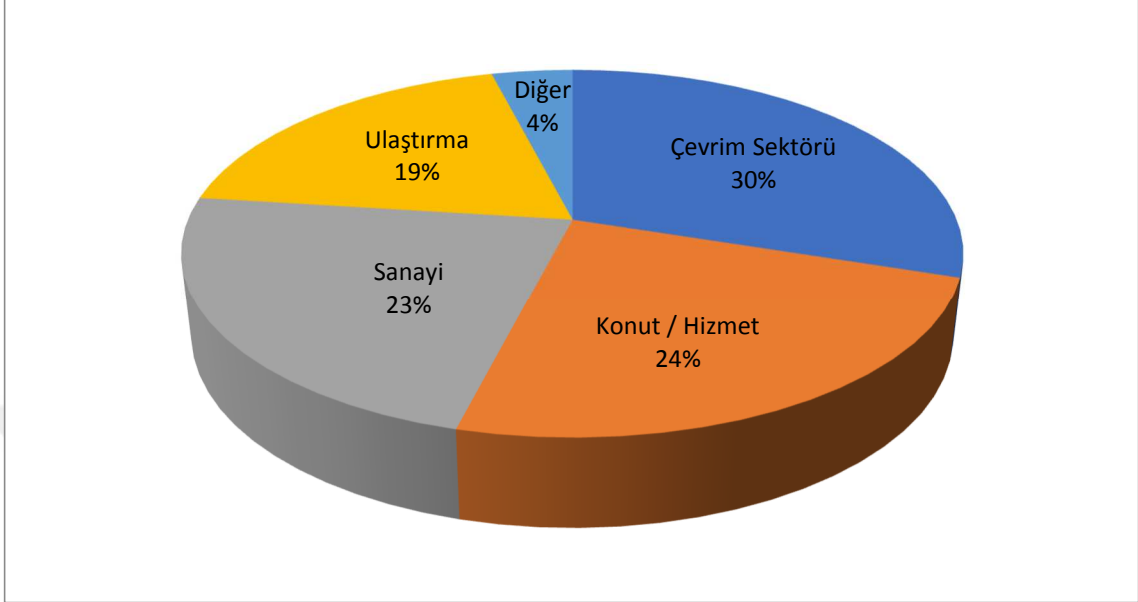
Enerji Türü	Görünür	Muhtemel	Mümkün	Toplam
Taşkömürü (Milyon Ton)	517,5	425,0	368,4	1.310,5
Linyit (Milyon Ton)				14.764,9
Elbistan	4.845,5			4.845,5
Diğer	9.146	768,9	4,5	9.919,4
Asfaltit (Milyon Ton)	82			82
Bitümler (Milyon Ton)	1.641,4			1.641,4
Hidrolik				
GWh/Yıl	59.245,8			59.245,8
MW/ Yıl	22.748,9			22.748,9
Ham Petrol (Milyon Varil)	7.123			7.123
Doğalgaz (milyar m³)	24.4			24.4
Nükleer Kaynaklar (Ton)				
Doğal Uranyum	9.100			9.100
Toryum	380.000,0			380.000,0

Türkiye 2015 yılı birincil enerji talebinin sektörlere göre dağılımı incelendiğinde; tüketimin 19.010,67 Milyon sm^3 çevrim sektöründe (elektrik üretiminde), 14.161 Milyon sm^3 konut ve hizmet sektöründe, 13.965,53 Milyon sm^3 sanayide ve 725,45 Milyon sm^3 enerji ve ulaştırma sektöründe kullanılmaktadır (Çizelge 2.2).

Çizelge 2.2. 2014-2015 Yılı Türkiye Birincil Enerji Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı (EPDK, 2016)

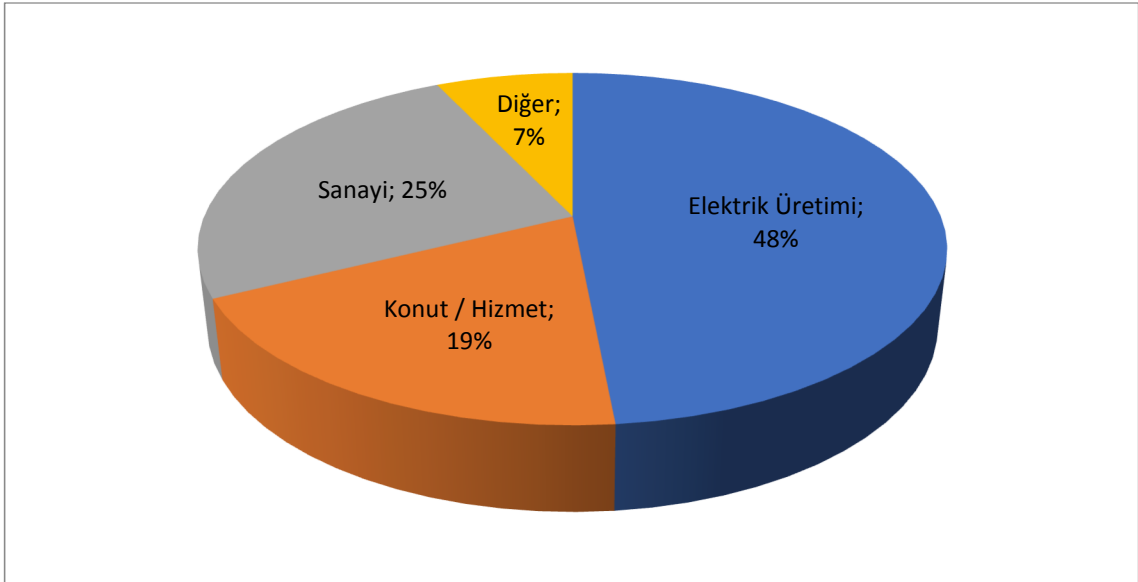
Sektör	2014 (Milyon sm^3)	2015 (Milyon sm^3)
Dönüşüm/Çevrim Sektörü	23.441,97	19.010,67
Enerji Sektörü	367,41	302,34
Ulaşım Sektörü	86,56	423,11
Sanayi Sektörü	12.375,53	13.965,53
Hizmet Sektörü	3.018,49	3.160,64
Konutlar	9.304,42	11.000,36
Diğer	122,80	136,63

Türkiye birincil enerji talebinin sektörlere göre dağılımı incelendiğinde; tüketimin %30'u çevrim sektöründe (elektrik üretiminde), %24'ü konut ve hizmet sektöründe, %23'ü sanayide ve %19'u ulaştırma sektöründe kullanılmaktadır (Şekil 2.19).



Şekil 2.19. 2014 Yılı Türkiye Birincil Enerji Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı (ETKB, 2015)

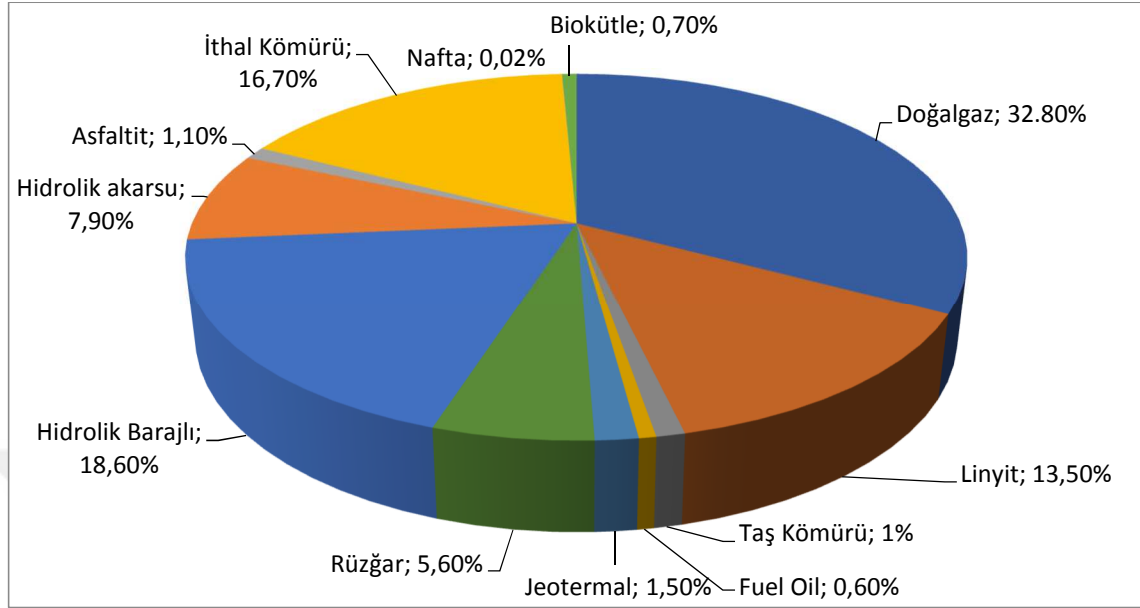
Genel olarak sektör bazında %48 oranında elektrik üretiminde kullanılması doğalgazın bir kez daha vazgeçilmez bir kaynak olmasını göstermektedir (Şekil 2.20).



Şekil 2.20. 2014 Yılı Türkiye Doğalgaz Enerji Tüketiminin Sektör Bazında Dağılımı (ETKB, 2015)

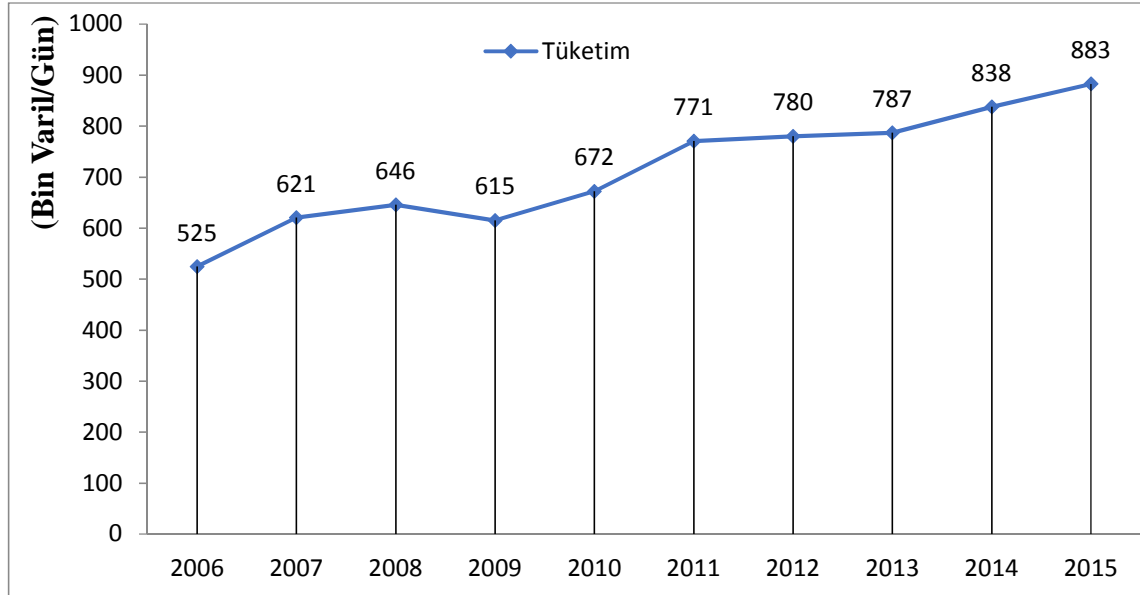
Bu sektörel dağılımın içerisinde doğalgaz tüketiminin payı şekil 2.19'de birincil enerji tüketimi içindeki payı %32.50'ler civarında olduğunu görülmektedir. Şekil 2.21'de

görülebileceği üzere Türkiye’de kaynaklar bazında elektrik üretiminde %32.80 oranıyla Türkiye’de elektrik üretimin birinci sıradaki kaynağı şeklindedir.



Şekil 2.21. 2016 Eylül Sonu Türkiye’de Kaynaklara Göre Elektrik Üretim Oranları (TEİAŞ, 2016)

Türkiye’de, 2015 yılında 48,8 milyar m³ doğalgaz tüketilmiş ve bu rakamın %0,8’i (399 milyon m³) ülke içi üretim ile karşılanmaktadır. Tüketilen doğal gazın yaklaşık %50’si ise elektrik üretimi için kullanılmaktadır (Şekil 2.22).



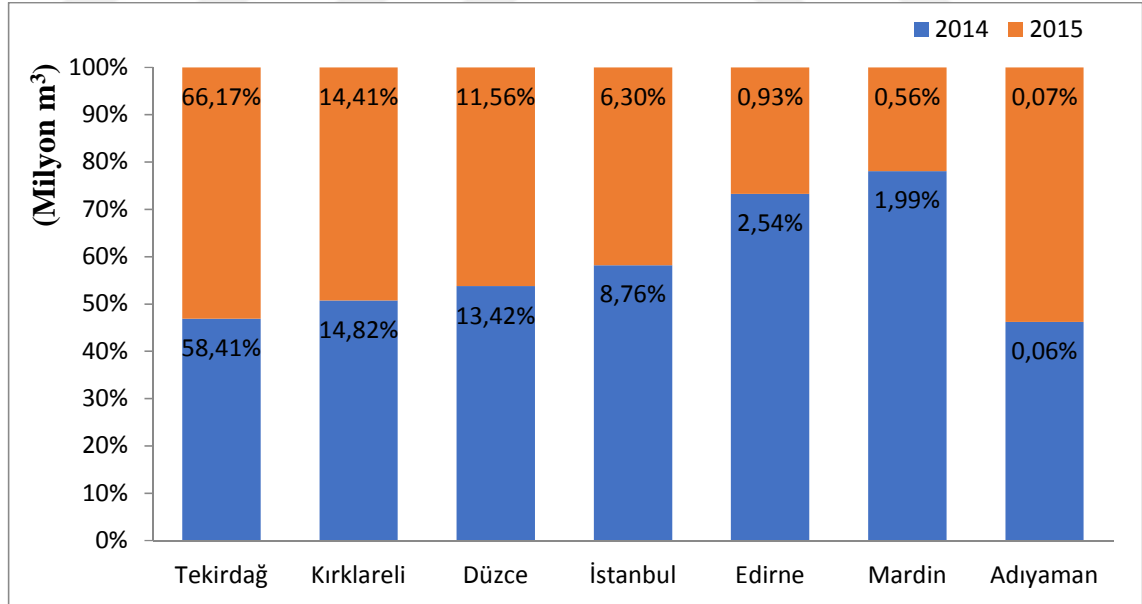
Şekil 2.22. 2006-2015 Yılları Arasında Türkiye’nin Birincil Enerji Doğalgaz Tüketimi (BP, 2015)

Bu veriler ışığında Türkiye'nin doğalgaza ihtiyacı, diğer enerji kaynaklarına olan ihtiyacından daha fazla olduğu görülmektedir. Türkiye'nin bu kadar bağımlı olduğu doğalgaz enerji kaynağının Türkiye'de ispatlanmış rezerv miktarının bilinmesi ve gerekli çalışmaların yapılması gereklidir (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3. 2015 Yılı Sonu İtibariyle Türkiye Doğalgaz Rezervleri (PIGM, 2016)

Türkiye'de İspatlanmış doğalgaz rezervi	23.180.917.237 Milyar m^3
Türkiye'de üretilebilir doğalgaz miktarı	18.657.686.896 Milyar m^3
Türkiye'de kümülatif üretim miktarı (1954-2015)	14.950.023.970 Milyar m^3
Türkiye'de kalan üretilebilir doğalgaz rezervi	3.707.662.926 Milyar m^3

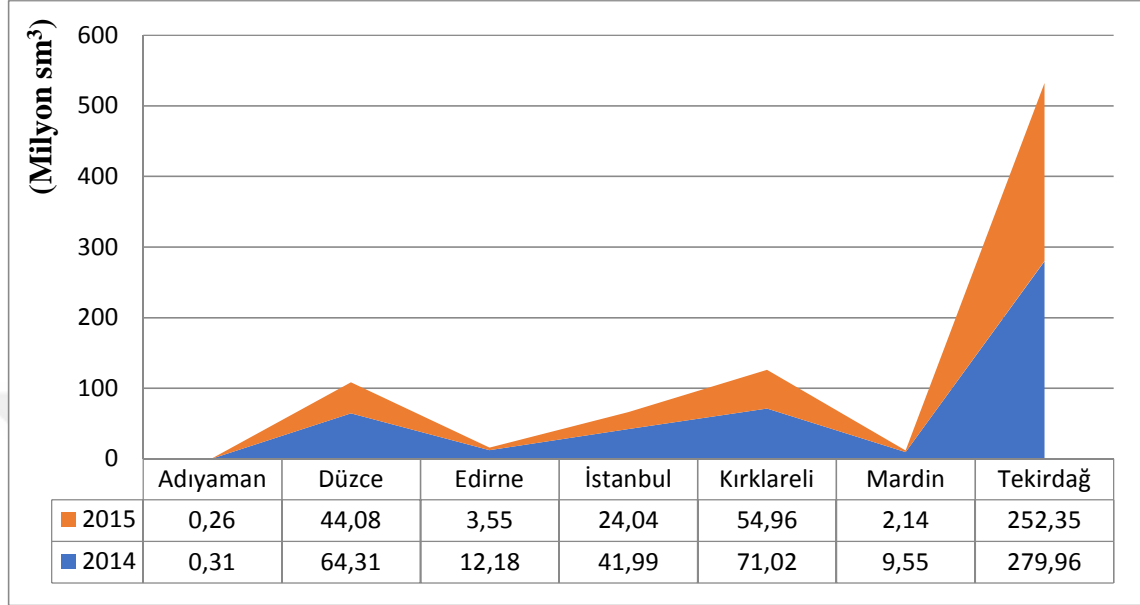
Çizelge 2.3'te Türkiye'nin ispatlanmış, üretilebilir, birikmiş üretim (1954-2015) ve kalan üretilebilir doğalgaz miktarları verilmiştir. Sayısal değerlerin Türkiye'de çıkarılan sahalara bakıldığında, illerin üretimdeki payları ne kadar olduğunu, ülkemizin hangi bölgesinde doğalgazın çıkarıldığını, muhtemel doğalgaz çıkarılabilir alanların bilinmesi ve doğalgaz rezerv tahminlerinin yapılması çizelge ve grafiklerle ortaya konulmuştur (Şekil 2.23).



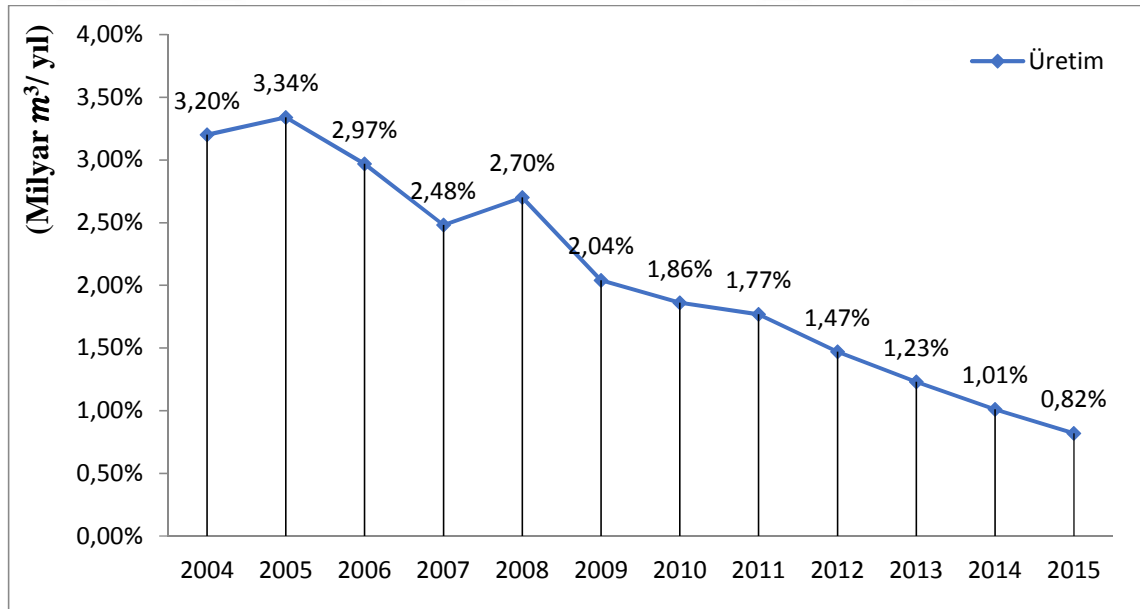
Şekil 2.23. 2014-2015 Yıllarda Üretim Sahalarının Bulunduğu İllere Göre Doğalgaz Üretim Oranları (EPDK, 2015)

Türkiye'de hâlihazırda doğalgaz üretimi iki bölgede yapılmaktadır; Marmara-Trakya Bölgesi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesindedir. Ülkemizde en fazla üretim

Marmara-Trakya Bölgesinde yapılmaktadır. 2015 yılında %99.37'si Marmara-Trakya Bölgesinde, geriye kalan %0.63'ü ise Güneydoğu Anadolu Bölgesinde üretilmektedir. Doğalgaz üretimi yapılan illerdeki miktarlar Şekil 2.24 ve Şekil 2.25 verilmiştir.



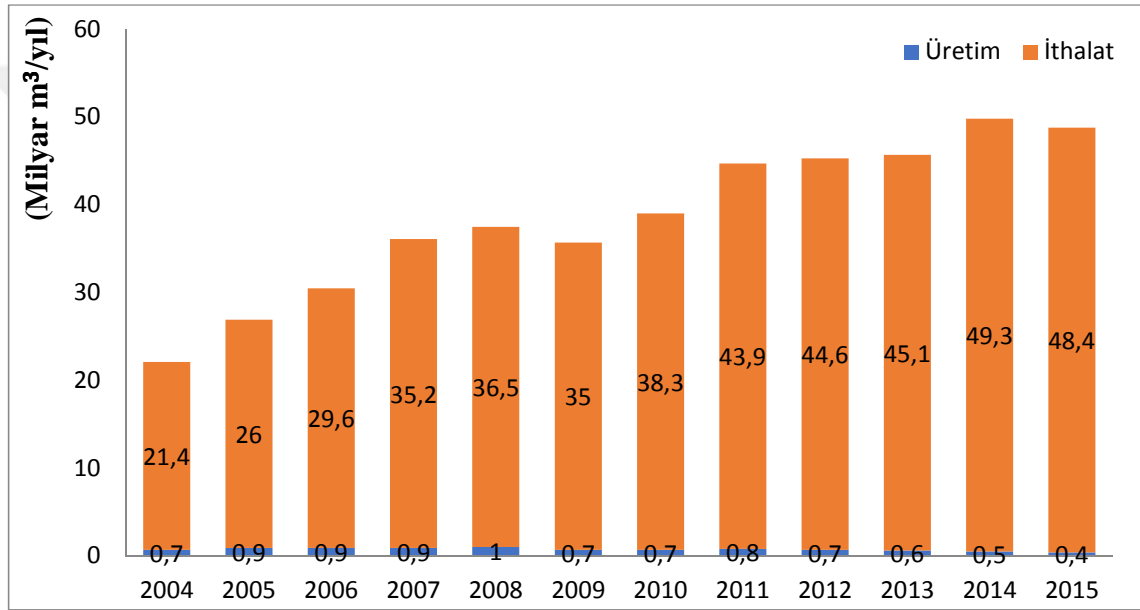
Şekil 2.24. 2014 - 2015 Yılları Arası Türkiye'nin İller Bazında Doğalgaz Üretimi (EPDK, 2015)



Şekil 2.25. 2004-2015 Yılları Arasında Türkiye'nin Doğalgaz Yerli Üretim Oranları (ETKB, Mavi Kitap 2015; EPDK, 2015)

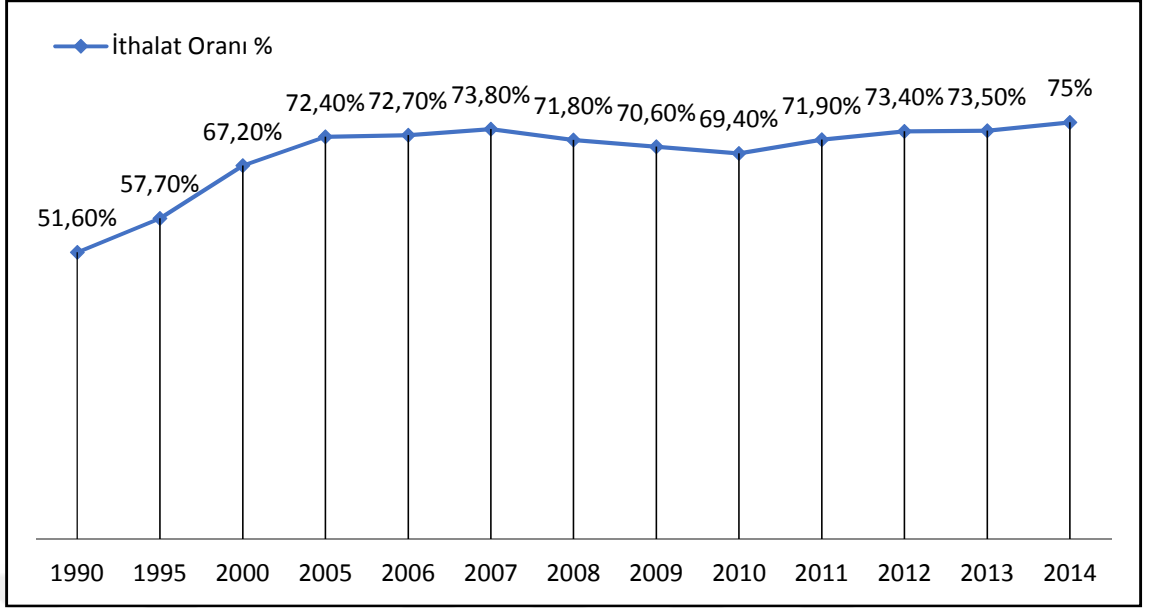
Türkiye'nin 2015 yılında yerli doğalgaz üretiminin, tüketime oranı ise son on yılın en düşük seviye olup, %0,8 olarak gerçekleşmiştir. 2008 yılında 1 milyar m³'e kadar

çıkan doğal gaz üretimi, 2015 yılında, 398,7 milyon m³ e düşmüştür (EPDK, 2015). Gittikçe artan doğalgaz tüketimi ve istenilen seviye olmayan yerli doğalgaz üretiminin, Türkiye'nin doğalgaz ihtiyacını ithalat yoluyla karşılamaktadır. Bu nedenle her geçen yıl doğalgaz ithalatı artmaktadır. Türkiye, jeopolitik konumu itibari ile doğalgaz rezervleri açısından zengin ülkelere yakın bir konumdadır. Örneğin; Ortadoğu, Hazar Bölgesi, Rusya ve Ortasya gibi doğalgaz rezervleri bakımından zengin ülkelerdir. Bu ülkelerdeki doğalgaz kaynakları Türkiye üzerinde başata AB ülkeleri olmak üzere, doğalgaz bağımlılığı yüksek olan ülkeler arasındaki jeopolitik konumuyla Türkiye, enerji arz ve talep edilen bölgeler arasında stratejik öneme sahiptir (Şekil 2.26).



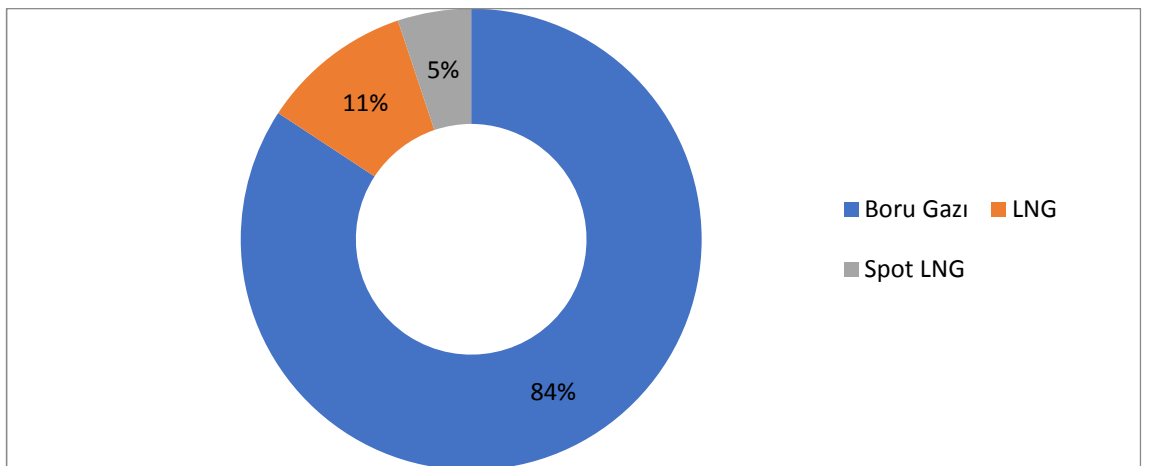
Şekil 2.26. 2004-2015 Yılları Arasında Türkiye'nin Doğalgaz Yerli Üretim ve İthalat Rakamları (Mavi Kitap 2015, EPDK, 2015)

Türkiye'de yerli doğalgaz üretiminin yetersiz seviyelerde olması doğalgazın ithalatını artırmış olup, Türkiye'yi dışa bağımlı hale getirmiştir. 2014 Türkiye'nin doğalgazda ithalata bağımlılık oranı %98,9 iken bu oran 2015'de %99,02'dir. Bu değerler paralelinde Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı özellikle 1990'dan sonra doğalgaz tüketimindeki büyük yükselişe bağlı olarak enerji ithalat oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2.27).



Şekil 2.27. 1990-2014 Türkiye Enerji Talebinin Dışa Bağımlılık Oranı (ETKB, 2015)

Daha önce belirttiğimiz gibi 1970'lerde kullanımına başlanan ve enerji talebindeki artışa paralel olarak sahip olduğu avantajlar nedeniyle (örneğin; fazla bir rafine işlemi yapılmaksızın kullanıma alınması gibi.), kullanım oranı ve alanları gittikçe artan doğal gazın, ülkemizde mevcut ve potansiyel kullanımının karşılanmasında yurt içi rezerv ve üretim miktarlarının oldukça sınırlı düzeylerde kalması, Türkiye arz kaynaklarının çeşitlendirilerek arz güvenliğinin ve tedarikte esnekliğin artırılması amacıyla doğalgaz ithalatını zorunlu hale getirmiştir. Türkiye doğalgazı iki yolla ithal etmektedir; biri boru hattı ithalatı ile diğer bir yöntem LNG ve spot LNG ithalatıdır (Şekil 2.28).



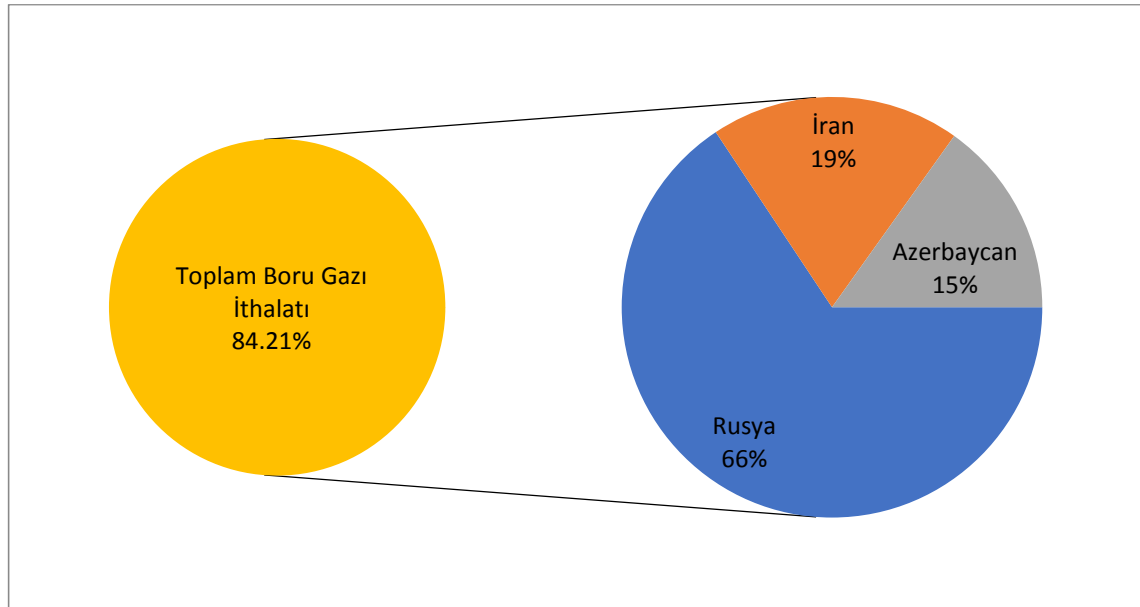
Şekil 2.28. 2015 Yılı Toplam İthalatta Boru Gazı-LNG Payları (%) (EPDK, 2015)

Türkiye boru gazı ithalatını Rusya, Azerbaycan ve İran ile yapmaktadır. Boru hattıyla ithalatta en büyük yaklaşık pay %65.63 oranla Rusya'dır onun tabinde %19.20

oranla İran izlemektedir, %15.17 oranla Azerbaycan karşılamaktadır (Çizelge 2.4) ve (Şekil 2.29).

Çizelge 2.4: 2005-2015 Yılları Boru Hattı İle Doğalgaz İthalat Miktarları (EPDK, 2015) (Milyon sm³)

Yıl	Rusya	İran	Azerbaycan
2005	17.524	4.248	0
2006	19.316	5.594	0
2007	22.762	6.054	1.258
2008	23.159	4.113	4.580
2009	19.473	5.252	4.960
2010	17.576	7.765	4.521
2011	25.406	8.190	3.806
2012	26.491	8.215	3.354
2013	26.212	8.730	4.245
2014	26.975	8.932	6.074
2015	26.783	7.826	6.169

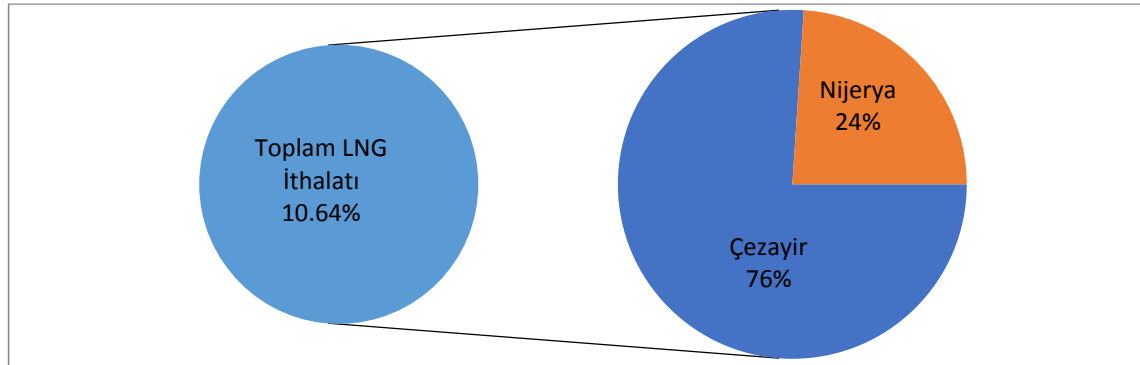


Şekil 2.29. 2015 Yılı Toplam İthalatta ülkelerin Boru Gazı oranları (%) (EPDK, 2015)

Türkiye LNG ithalatını (spot LNG hariç) iki ülkeden gerçekleştirmektedir. %10.64 olan LNG ithalatının %8.09 oranla Cezayir, %2.55 oranla Nijerya'dan sağlanmaktadır (Çizelge 2.5). ve (Şekil 2.30).

Çizelge 2.5. 2005-2015 Yılları LNG İle Doğalgaz İthalat Miktarları (EPDK, 2015) (Milyon sm³)

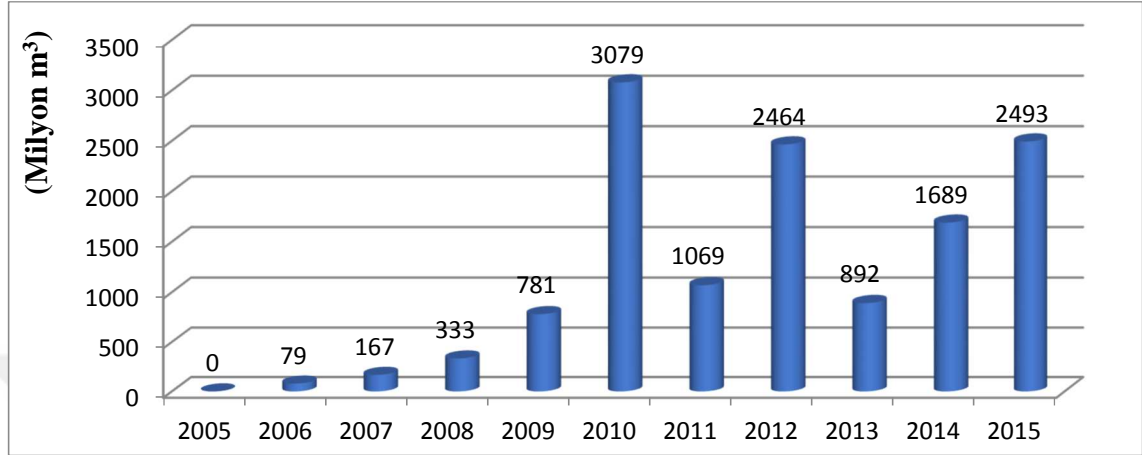
Yıl	Cezayir (Milyon sm ³)	Nijerya (Milyon sm ³)
2005	3.786	1.013
2006	4.132	1.100
2007	4.205	1.396
2008	4.148	1.017
2009	4.487	0.903
2010	3.906	1.189
2011	4.156	1.248
2012	4.076	1.322
2013	3.917	1.274
2014	4.179	1.414
2015	3.916	1.240



Şekil 2.30. 2015 Yılı Toplam İthalatta Ülkelerin LNG Payları (%) (EPDK, 2015)

Diğer bir yöntem olan spot LNG ithalatı kısa dönemli doğalgaz ithalatı çerçevesinde şirketler tarafından gerçekleştirilmektedir. Diğer taraftan, 09.07.2008 tarihli ve 5784 sayılı 'Elektrik Piyasası Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun' ile LNG ithalatı, BOTAŞ ve diğer piyasa katılımcıları için serbest bırakılmış ve daha önce Kanun ile düzenlenmemiş olan ithalat (spot LNG)

faaliyeti düzenleme altına alınmıştır. Ayrıca, alınacak tek bir ithalat (spot LNG) lisansı kapsamında birden fazla ülkeden ithalat yapılabilmesinin önü açılmıştır. Spot LNG ithalatının artmasıyla birlikte Rusya'dan yapılan ithalatın toplam ithalattaki payının, yıllar içinde %65'lerden %55'lere düştüğü görülmektedir (EPDK, 2015) (Şekil 2.31).

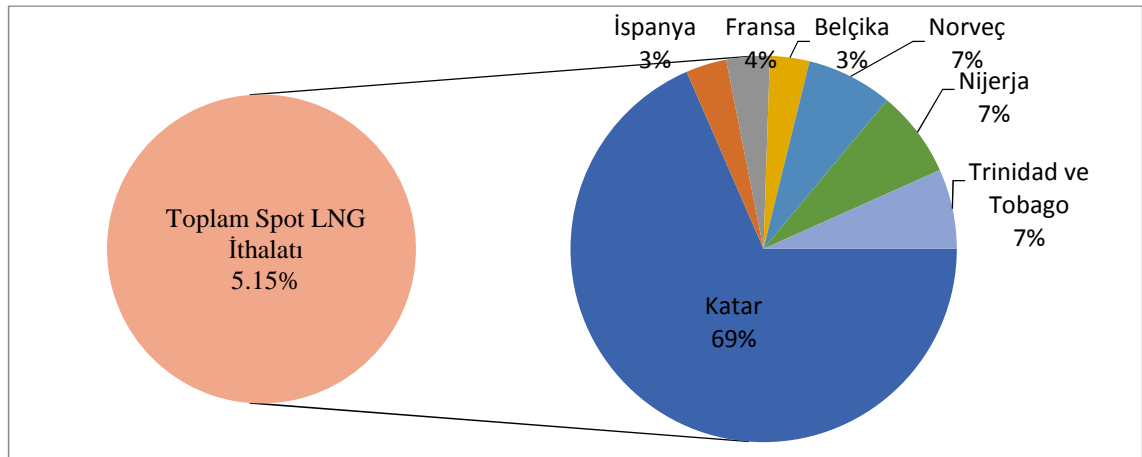


Şekil 2.31. 2005-2015 Yılları Spot LNG İthalat Miktarları (EPDK, 2015)

Spot LNG ithalatı 2015 yılında toplam doğalgaz ithalatı içinde %5,15'lik bir paya sahip olmuştur. Bununla birlikte 7 farklı ülkeden spot LNG ithalatı gerçekleştirilmiştir. Bu ülkeler arasında Katar %68,48'lik bir pay ile ilk sırada yer alırken Nijerya % 7,28'lik pay ile ikinci sırada yer almaktadır (Çizelge 2.6 ve Şekil 2.32).(EPDK, 2015).

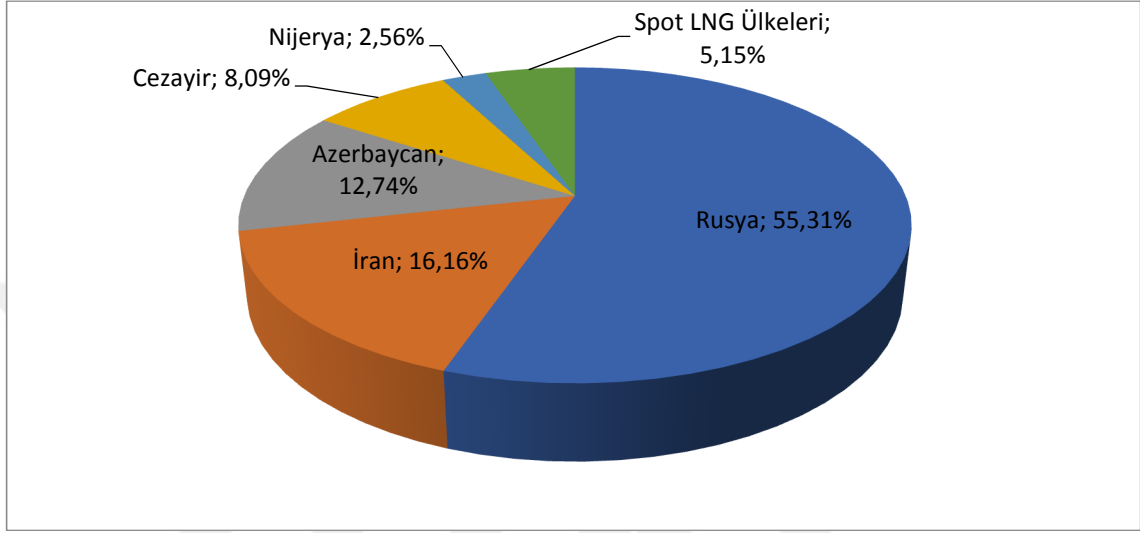
Çizelge 2.6. 2015 Yılı ülkelere göre Spot LNG İthalatı (EPDK, 2015)

Ülkeler	Belçika	Fransa	İspanya	Katar	Nijerya	Norveç	Trinidad ve Tobago
Miktar Milyon sm ³	82,61	90,74	84,80	1.706,97	181,47	179,72	166,46



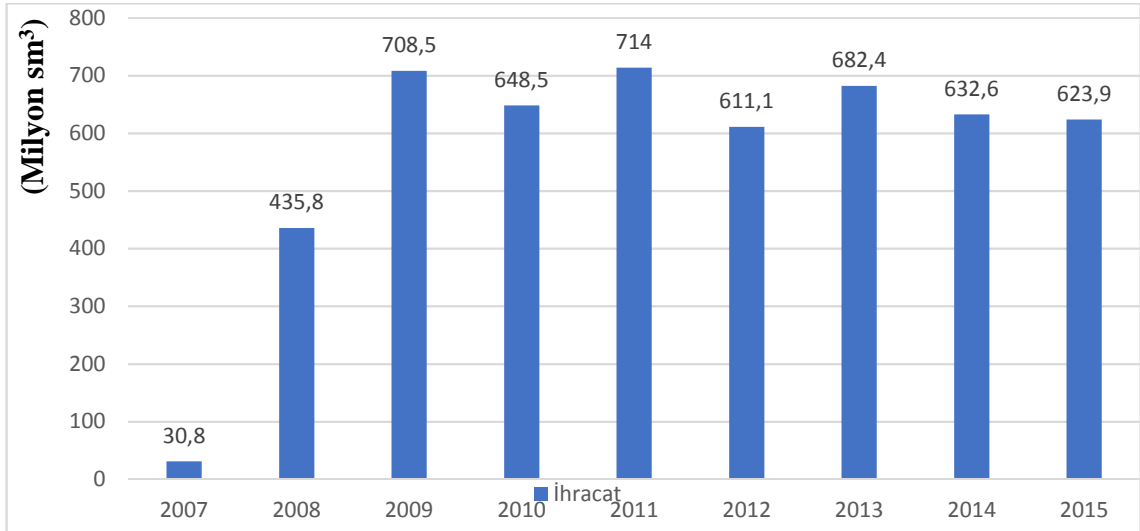
Şekil 2.32. 2015 Yılı Spot LNG İthalatının İthalat Yapılan Ülkelere Göre Dağılımı (EPDK, 2015)

Türkiye’de, 2015 yılında 48,8 milyar m³ doğalgaz tüketilmiş ve bu rakamın %0,8’i (399 milyon m³) ülke içi üretim ile karşılanmıştır. Türkiye’nin, doğal gazda ithalata bağımlılık oranı %99,2’dir. 2015 yılı Türkiye doğal gaz ithalatının ülkelere göre dağılımında Rusya %55’lik oranla birinci sıradadır. Bu ülkeyi İran (%16), Azerbaycan (%13) ve Cezayir (%8) takip etmektedir (Şekil 2.33).



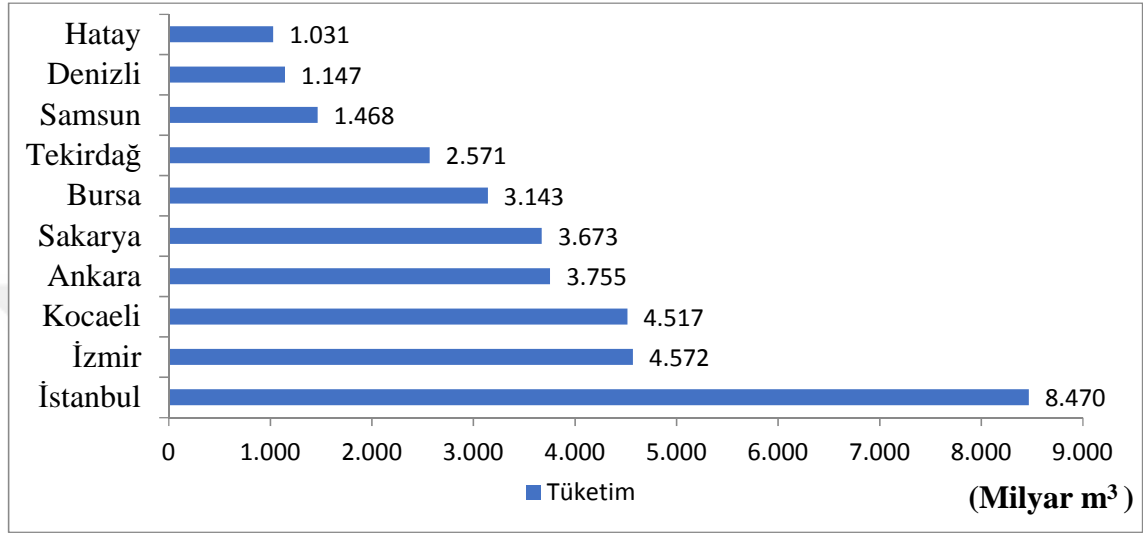
Şekil 2.33. 2015 yılında Türkiye’nin İthal Ettiği Doğalgazın Kaynak Ükelere Göre Dağılımı (EPDK, 2015)

Türkiye’nin tek doğalgaz ihracat ettiği ülke Yunanistan’dır. Türkiye adına ihracat yapan şirket BOTAŞ olup, 2012 ve 2015 yılları arası ihracat ettiği doğalgaz miktarları Şekil 2.34’de gösterilmiştir.



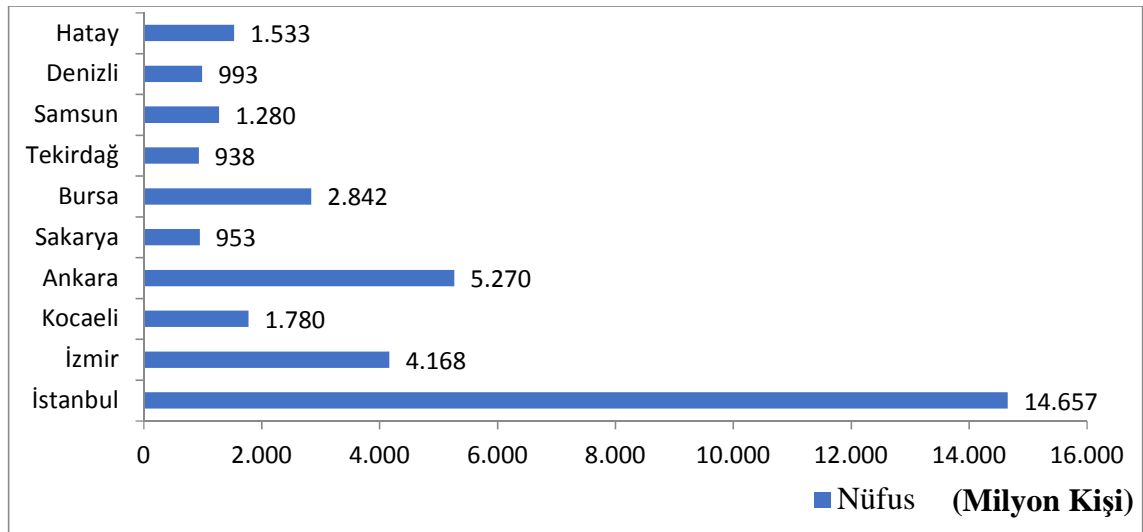
Şekil 2.34. 2007 – 2015 Yılları Arası Türkiye’nin Doğalgaz İhracat Miktarları (EPDK, 2015)

Türkiye'nin kendi içerisindeki tüketimi incelendiğinde en fazla tüketimin sanayi ve nüfusun en yoğun illerde olduğunu görülmektedir. Çünkü enerji tüketimi sanayi alanlarının çok fazla olduğunda, elektrik enerji ihtiyacının en fazla olduğu ve nüfus yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde özellikle kış aylarında ısınma ihtiyacı eklenince tüketim daha da artmaktadır (Şekil 2.35).

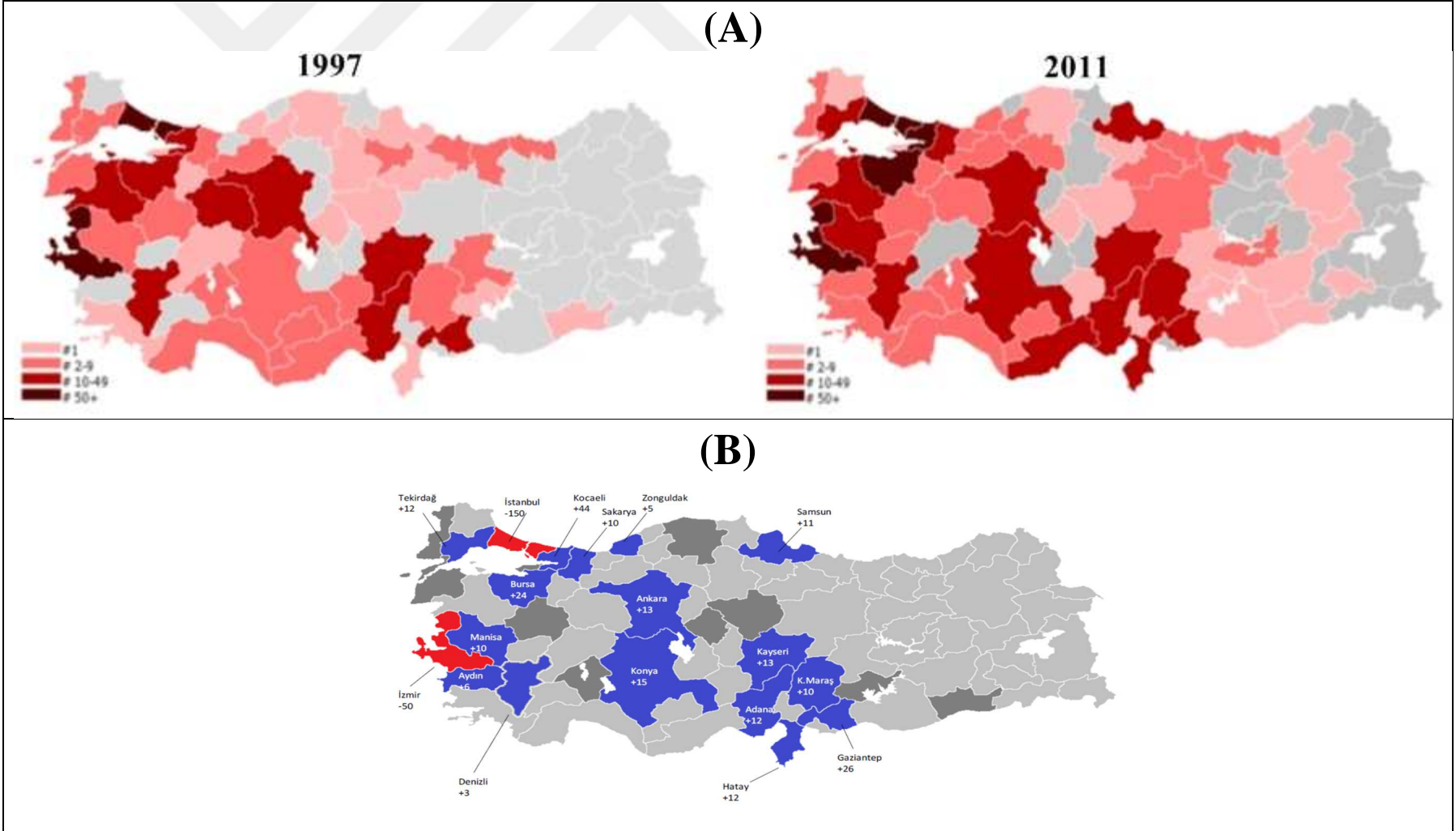


Şekil 2.35. 2015 Yılında Türkiye’de En Fazla Doğalgaz Tüketen 10 İlin Tüketim Miktarları (EPDK, 2015)

Şekil 2.35’e bakıldığında bu şehirlerin hem nüfuslarının fazla olduğu hem de sanayi kuruluşların fazla olduğu görülmektedir. Bu illerin nüfus ve sanayi kuruluş sayılarını göz önünde tutulduğunda yukardaki ifadeyi doğrular niteliktedir (Şekil 2.36, 2.37’u ve 2.38).



Şekil 2.36. 2015 Yılında Türkiye’de En Fazla Doğalgaz Tüketen 10 İlin Nüfus Sayısı (TÜİK, 2016)



Şekil 2.37. 1997 - 2011 Türkiye'nin 1000 Büyük Sanayi Kuruluşu listesinde Yer Alan Firmaların İllere Dağılımı (A) ve Firma Sayısının İller Bazında Değişimi (B) (TEPAV, 2012)



Şekil 2.38. Türkiye 2016 Yılı'nın Ocak – Şubat Ayında Beş İlin Doğalgaz Tüketimi (AA, 2016)

Sonuç olarak tüm bu veriler ışığında Türkiye'nin doğalgaz enerji ihtiyacının her geçen gün artmakta olduğunu ve Türkiye'nin doğalgaz kullanım alanlarında oluşan gelişmelerin doğrudan etkilediğini tespit edilmiştir. Türkiye'nin bu denli bağımlılığı olması elektrik üretiminin %50'e yakını doğalgazdan üretildiğinden bu durum Türkiye'nin bağımlılığını artırmaktadır. Alternatif enerji kaynaklarının önümüzdeki yıllarda doğalgazdan üretilen enerjinin yerini istenilen seviyede alamayacak olması, doğalgaz kaynağına olan bağımlılığın uzun yıllar daha devam etmekte olacağının göstergesidir. Bu araştırmanın amacı doğalgaz kaynak temini, enerji arz güvenliğinin sağlanabilmesi ve uygulanacak politikaların belirlenmesi yönünde yapılacak alternatif senaryoların oluşturulması hedeflenmiş ve uygulanması için öneriler sunulmuştur.

3. ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ

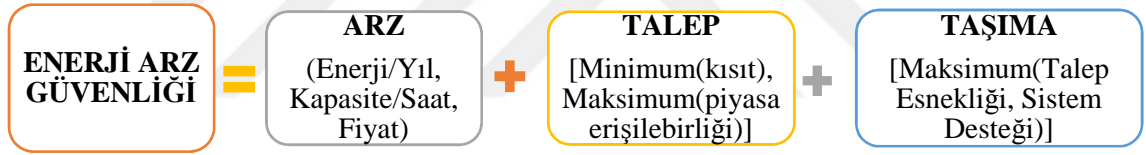
3.1 Enerji Arz Güvenliği Tarihçesi, Tanımı ve Önemi

1970’lerde yaşanan iki petrol krizinin “enerji” literatürüne kazandırdığı en önemli kavram olan “enerji güvenliği” günümüzde de yaşanan ülkeler arası politikalardan kaynaklanan nedenlerden dolayı oluşan doğalgaz krizleriyle kendini tekrardan hatırlatmıştır. Örneğin: Rusya ile Ukrayna arasındaki savaş, Türkiye ile Rusya arasındaki uçak krizi sonrası, ülkemiz için daha önem kazanan bir kavram halini almıştır. Çünkü en fazla doğalgaz aldığımız ülke %55 oranla Rusya’dır. Konuya açıklık getirmek ve ilerde yapacağımız analizlerin kapsamını belirlemek açısından enerji arz güvenliğinin tanımını yapmakta fayda bulunmaktadır. Bu noktada birkaç farklı tanımdan söz edilebilir. Bu tanımları yaparken, zaman içinde enerji arz güvenliği kavramının da bir miktar değiştiği gözden kaçmamalıdır.

- ❖ Uluslararası Enerji Ajansı, enerji arz güvenliği, “Enerji kaynaklarının makul bir fiyattan kesintisiz bir şekilde ulaşılabilirliği” şeklinde tanımlamaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı, enerji arz güvenliğini, uzun dönem enerji arz güvenliği ve kısa dönem enerji arz güvenliği şeklinde ayırmıştır (IEA, 2014).
- ❖ Ediger (2007) yaptığı tanımlamada “Yeterli miktarlardaki kaliteli ve temiz enerjinin, uygun fiyatlarla ve kesintisiz olarak temin edilmesi” şeklinde bir tanımlama yapmış ayrıca enerjinin yeterliliğinin yanında temiz olması gerektiğini de ifade etmiştir.
- ❖ Görgülü (2008) çalışmasında enerji arz güvenliğini “toplumun tümünün iyiliği ve iyi işleyen bir ekonomi için sürdürülebilir gelişme hedefi çerçevesinde bütün tüketiciler için her fiyatta enerji ürünleri pazarına kesintisiz fiziki erişim sağlamak olarak” tanımlanmaktadır.
- ❖ Enerji güvenliği endeksi geliştirme ve Doğuasya ülkelerinin enerji arz güvenliğinin değerlendirmesi üzerine yapılan çalışma da (Koyama ve Kutani, 2012) enerji arz güvenliği “makul bir fiyat seviyesinde, diğer amaçlar ile birlikte insanların yaşamları, ekonomik, sosyal ve savunma aktiviteleri için gereken miktardaki enerjinin güvenlik altına alınması” tanımlama yapmışlardır.
- ❖ AB komisyonu tarafından hazırlanan (2001) “Enerji arz güvenliği için bir Avrupa stratejisine doğru” adlı bir kitapta enerji arz güvenliği, “Toplumun tümünün iyiliği ve iyi işleyen bir ekonomi için sürdürülebilir gelişme hedefi çerçevesinde bütün

tüketiciler için her fiyatta enerji ürünleri pazarına kesintisiz fiziki erişim sağlamak” olarak tanımlamaktadır.

- ❖ Özer (2008) “Ekonominin ihtiyacı olan enerji hizmetlerinin sürekliliğinin sağlanabilmesi” şeklinde tanımlamıştır.
- ❖ Gençtürk (2012) yaptığı çalışmada “yeterli miktarlardaki enerji kaynaklarına, tutarlı fiyat ve istikrarlı bir kaynaktan, fiilî olarak tehdit altında olmayan ulaşım imkânları vasıtasıyla (boru hattı, uygun deniz yolları vs.) ve adil dağılım çerçevesinde erişilebilmesi” şeklinde tanımlamıştır.
- ❖ Friedman’a (2009) göre enerji güvenliği “güç” anlamına gelmektedir. Güç, modern süreçte uluslararası sistemin temel aktörleri olan devletler için hayati bir öneme sahiptir şeklinde ifade etmiştir.
- ❖ Ediger (2007) yaptığı çalışmada, enerji arz güvenliğinin güvenlik ağırlıklı tanımının ise “enerji arama, geliştirme, üretim, iletim, çevrim, dağıtım, pazarlama ve tüketim ağındaki tesislerin her türlü saldırıya karşı fiziki olarak korunması anlamını içerdiğini” şeklinde tanımlamıştır.



Kısaca enerji güvenliği arz-talep-taşıma fonksiyonların uygun bir şekilde yerine getirilmesiyle sağlanacağı yukardaki formüle görülmektedir. Enerji arz güvenliği, enerji kaynaklarının ihtiyaca cevap verecek şekilde kontrol edilebilmesi, maliyetinin düşük olması, enerji kaynaklarında çeşitliliğin sağlanması, kaynakların sürdürülebilir olması ve güvenli bir şekilde alınıp satılması gibi birçok faktörü kapsamaktadır. Bu kavram aynı zamanda, salt sürdürülebilirlik, rekabet, arz güvenliği ve istikrar gibi konularla sınırlı değildir, aksine ulusal ve ulus-aşırı faaliyetleri kapsayan çok boyutlu bir kavramsallık yansıtmaktadır. Bu bağlamda, enerji güvenliğinin sağlanabilmesi için ekonomik, siyasal, diplomatik ve güvenlik unsurlarının uyumlu bir şekilde çalışması ve sinerji meydana getirmesi gerekmektedir. Bu tür bütüncül yaklaşımlar olmadan enerji güvenliğinde başarıya ulaşmak zor görülmektedir. Devletler bu nedenle, geleneksel, kendi devletlerine odaklı enerji anlayışından vazgeçip, kolektif enerji güvenliği yaklaşımını oturtmaya çalışmalıdır (Karhan, vd., 2012).

Enerji günümüzde uluslararası ilişkilerin, savaşların, siyasi ve ekonomik gelişmelerin merkezinde yer alırken bu durum aynı zamanda ülkelerin kalkınma, ekonomi ve dış politika tercihlerinde enerji faktörünün etkinliğini göstermektedir. Enerjinin uluslararası ilişkilerde oynadığı rol, enerji arz ve talep eden ülkeler sınıflandırmasını da beraberinde getirmektedir. Enerji kaynaklarına sahip olan ve bu kaynakları üretimde de aktif bir şekilde kullanan ülkeler, “enerji kaynaklarını arz eden ülkeler” tarafında yer alırken; bu kaynaklardan yoksun olan ülkeler ise “enerji kaynaklarını talep eden ülkeler” kategorisinde bulunmaktadır (SETA, 2016).

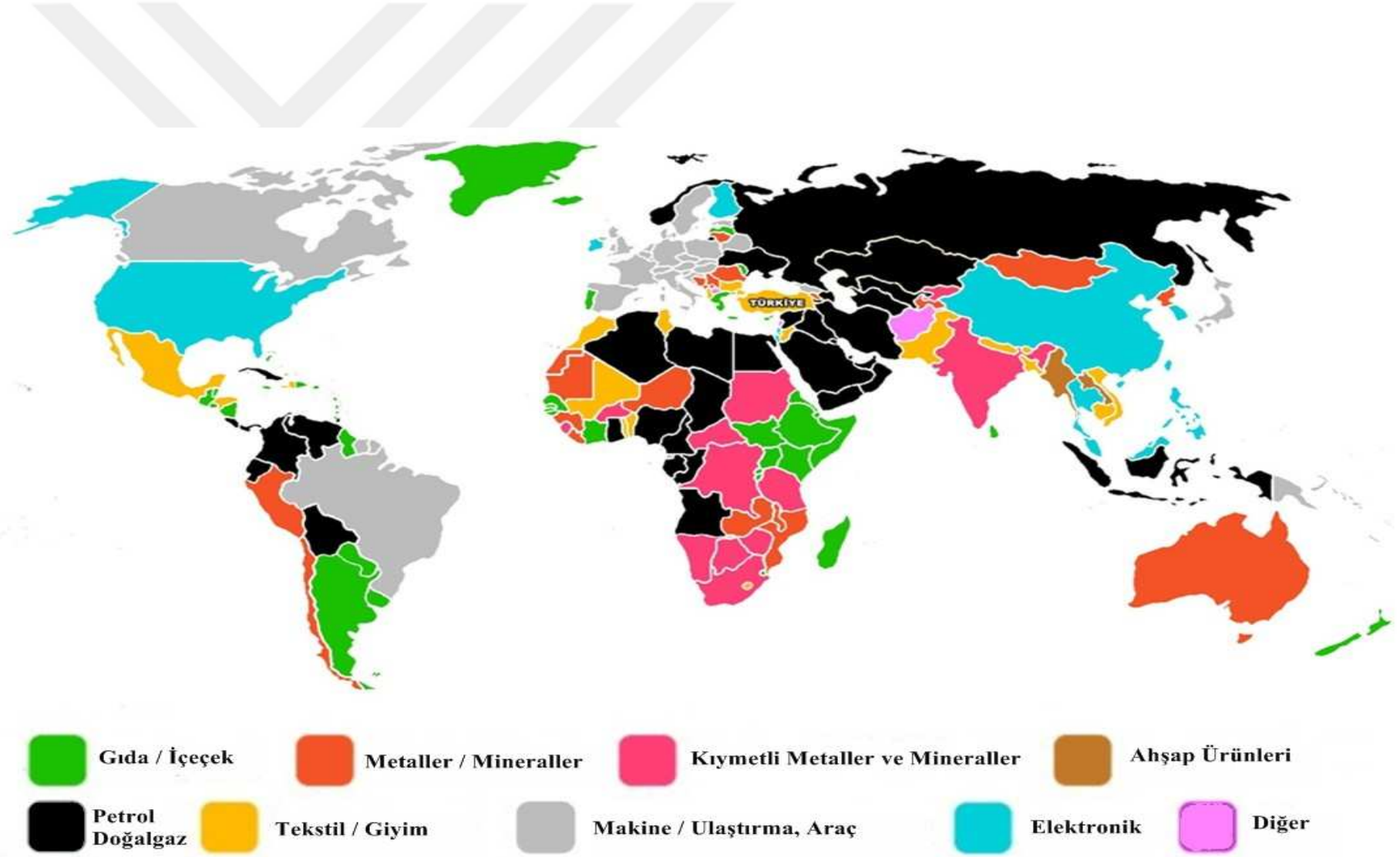
Bu durumda incelendiğinde enerji güvenliği; enerji kaynakları zengin olan ülkeler için “enerji talep güvenliği” ve Türkiye gibi enerji kaynaklarını ithalat yoluyla karşılayan ülkeler için ise “enerji arz güvenliği” olarak iki şekilde incelenebilir (SAREM, 2007). Bu bağıntı Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Enerji Arz ve Talep Güvenliği Kavramları (SAREM, 2007)

Şekilde 3.1’de görüldüğü gibi enerji üretimin, tüketimden az olması enerji arz güvenliğini ortaya çıkarırken, enerji üretiminin, tüketimden fazla olması enerji talep güvenliğini ortaya çıkarmaktadır.

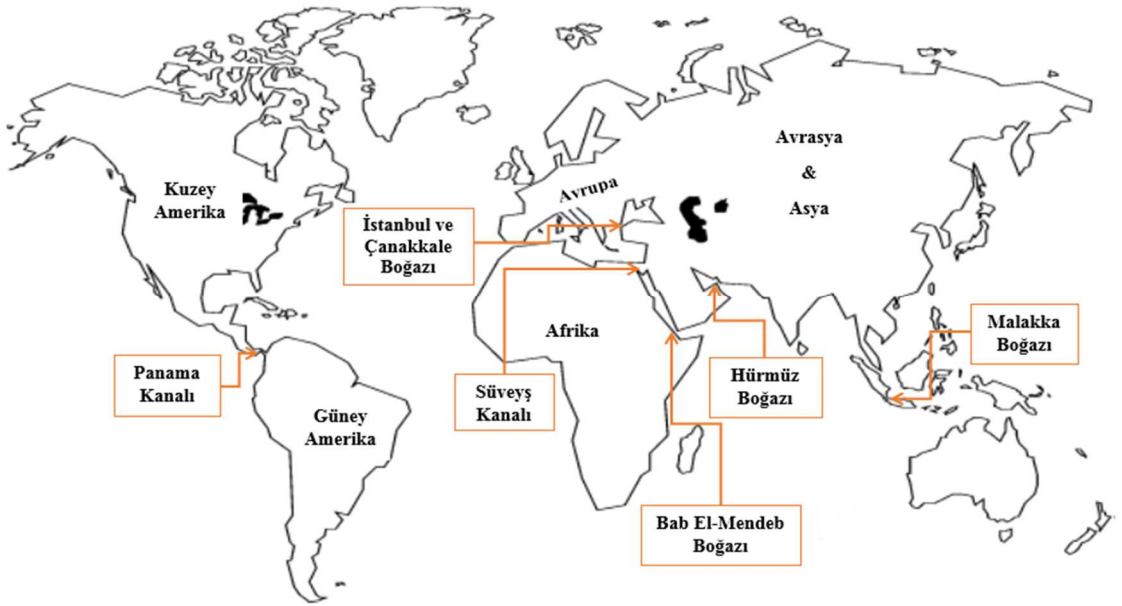
Enerji arz güvenliği kavramını iyi anlamak için aslında jeostratejik ve jeopolitik perspektiflerden yorumlamak gerekmektedir. Enerji arz güvenliğini bu açılardan yorumlanması bu kavramı daha iyi anlamaya yardımcı olacağı aşikardır, ayrıca enerji güvenliğinin nedenli önemli olduğunu anlaşılmaktadır. Hatta öyle bir görüş vardır ki; enerji arz güvenliği problemini milli güvenlik problemi haline getirdiğini iddia eden araştırmacılar bulunmaktadır (Checci vd., 2009). Şekil 3.2’de görüldüğü gibi ülkelerin ticari ve üretim ürünlerini gösteren haritada enerji ihtiyacı olan ülkelerin hangileri olduğu açık bir şekilde görülmektedir. Çünkü dünyada enerji ihtiyacının fosil kaynaklardan karşılandığı için hangi ülkelerin fosil kaynakları ürettiği ve ticareti yapıldığı görülmektedir. Daha açık bir ifade ile dünyada enerji üretimin fosil kaynaklar içerisinde petrol ve doğalgaz olduğu açıkça ortadadır.



Şekil 3.2. Ülkelerin Ticari ve Üretim Ürünlerini Gösteren Harita (CIA, 2016)

Enerji arz- talep dengesinin sağlanmasıyla küresel bir enerji güvenliği ortaya çıkarmaktadır. Çünkü üretimi fazla olan ülkelerin ihtiyaç fazlasını üretimi az olan ülkelere ihraç etmesi, ülkeler arasında stratejik antlaşmalar yapmalarını ve mevcut veya sonradan oluşacak politikalarını etkilemektedir. Tabi bu açıklamalar doğal olarak “enerji jeopolitiği” kavramını ortaya koymaktadır. Enerji jeopolitiği; kelime anlamı olarak bakılırsa enerji kaynaklarının bulunduğu konum anlamına gelmektedir.

Enerji jeopolitiği, sadece enerji kaynaklarının bulunduğu alanları değil, enerji ile ilgili arz-talep ilişkisinin çevrelediği tüm coğrafi unsurları kapsamaktadır. Bu nedenle enerji jeopolitiği, küresel jeopolitiğin tüm gelişmelerini de içermektedir (Demir, 2010). Bu nedenle enerji bölgelerinin; bulunduğu konumlar, arz- talep çerçevesi içerisinde enerjinin geçiş yolları, buldukları ülkeleri jeostratejik konum sahibi yapmıştır. Buda gösteriyor ki enerji güvenliği ülke için stratejik bir önem arz ediyor. Örneğin: Türkiye Şekil 3.2’de görüldüğü üzere arz – talep piyasası arasında hem ihtiyaç sahibi hem de talep piyasasına köprü konumundadır. Bu nedenle AB enerji arz güvenliği politikalarını oluştururken Türkiye’nin de konumunu düşünerek ona göre hazırlamalıdır. Böylece Türkiye elindeki bu enerji jeopolitik konumu nedeniyle AB ile yapacağı antlaşmalarda bir koz olarak kullanabilir. Dünya içinde geçerli bir kavram olan enerji arz güvenliği Şekil 3.3’de petrol ve doğalgaz (LNG) taşımacılığında stratejik önemi olan bölgeler gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Petrol ve Doğalgaz (LNG) Taşımacılığında Stratejik Önemi Olan Bölgeler (BP, 2015)

3.2 Enerji Arz Güvenliğinin Bileşenleri

Enerji arz güvenliğinin sağlanması için gerekli koşulların neler olduğu tartışma konusudur. Örneğin, yeterince gazın olması ve pahalı olması kısa dönemde sorun teşkil ederken, orta dönemde tüketicilerin ikame ürünlere yönelmesine sebep olmaktadır. Diğer taraftan piyasada arz veya talep tarafında bir korkunun olması da arz güvenliğine negatif etki yapmaktadır. Bunun gibi birçok faktör, tam olarak sayısal göstergeler ile ölçülemeyen enerji arz güvenliğine etki etmektedir. Bu ölçütler “kullanılabilirlik, erişilebilirlik, satın alınabilirlik ve kabul edilebilirlik” şeklinde sıralanmaktadır (Hughes ve Shupe, 2010). Tabi bunların yanı sıra Elkind (2010) geniş bir şekilde ele alarak enerji güvenliği bileşenlerini açıklamıştır ve yazar bu kavramları şu şekilde ele almıştır. Genel anlam itibarıyla aynıdır, bunlar “mevcudiyet, güvenilirlik, finanse edilebilirlik, sürdürülebilirlik” olarak belirlemiştir.

3.2.1 Mevcudiyet (Kullanılabilirlik)

Enerji arz güvenliğinin birincisi ve en önemli olanını enerji kaynaklarının kullanılabilir olmasıdır. Coğrafi olarak birincil enerji kaynaklarının bilinen rezervlerden elde edilebilirliğini ifade etmektedir. Kullanılabilirliğin, alt bileşenleri ve potansiyel tehditler aşağıdaki gibidir (Elkind, 2010; Erdal, 2011; Yıldırım vd., 2013).

Kullanılabilirliğin, Alt Bileşenleri;

- Fiziksel olarak kaynağa sahip olmak,
- Üretici, transit ülke ve tüketici ülkelerin enerji fiyatları üzerinde anlaşabilme yeteneği,
- Üretim, taşıma, dönüştürme, depolama ve dağıtım için teknolojik çözümler geliştirilmesi,
- Sermaye yatırımı,
- Uygulanabilir hukuki ve düzenleyici yapıların olması,
- Çevresel ve diğer düzenleyici gerekliliklere uygun olmasıdır.

Potansiyel Tehditler;

- Rezervlerin tükenmesi,
- Gelişme fırsatlarının sınırlandırılması (millileştirme ve ikili anlaşma),
- Altyapı sorunları,

- Sürekli yatırıma olanak sağlamayan finansal, hukuki, düzenleyici ve politik çevrelerin olması,
- Var olan enerji rezervlerinin, dünyada görece daha fakir ülkelerde olmasının siyasî istikrarsızlık ve kötü yönetim riskini de taşımasıdır.

3.2.2 Güvenirlilik

Enerji arz güvenliğinin ikinci önemli birleşeni bilinen rezervlerin enerji arz açısından güvenilirliğini ifade etmektedir. Bu bağlamda güvenirlilik, enerji arzının kesintisiz bir şekilde devam ettirilebilirliğini tanımlamaktadır. Güvenirliğin, alt bileşenleri ve potansiyel tehditler aşağıdaki gibidir (Elkind, 2010; Erdal, 2011; Yıldırım vd., 2013).

Güvenirliğin Alt Bileşenleri;

- Tüm enerji tedarik zincirinin güçlü biçimde çeşitlendirilmesi,
- Tüm enerji tedarik zinciri için yeterli rezervin varlığı,
- Terörist saldırı, hava olayları ve politik kesintilerden kısa ve uzun vadede korunma,
- Küresel enerji piyasasının işleyişi ile ilgili yeterli bilgiye sahip olma,
- Arzın üretim, iletim ve dağıtım ağının farklılaştırılması,
- Arz şebekesinin, boru hattı ve dağıtım altyapısıyla kapasitesinin artırılması,
- Enerji altyapısına ek yük getirecek enerji talebinin azaltılması,
- Acil enerji kesintilerinde kullanılmak üzere enerji depolanması,
- Bozulmuş enerji şebeke veya altyapılarının onarılması/iyileştirilmesi,
- Enerji piyasasında, anlık bilgi paylaşımı ile arz ve talep dengesi oluşturulmasıdır.

Potansiyel tehditler;

- Fırtına, deprem gibi doğa olayları nedeniyle enerji sistemlerinin çökmesi,
- Yetersiz bakım ya da eksik yatırım nedeniyle karşılaşılan sorunlar,
- Askeri güç ya da terörist saldırı tehdidinin olması,
- Politik engellemeler (ambargo ve yaptırım gibi)dir.

3.2.3 Finans Edebilirlik (Ekonomiklik)

Enerji arz güvenliğinin üçüncü önemli birleşeni enerji kaynaklarının fiyatlarını ve altyapı maliyetlerini ifade etmektedir. Aynı zamanda, enerji fiyatlarının tüketiciye

yansıması da analize dâhil edilmelidir. Finans edebilirlik, alt bileşenleri ve potansiyel tehditler aşağıdaki gibi dir (Elkind, 2010; Erdal, 2011; Yıldırım vd., 2013).

Finans Edebilirlik Alt Bileşenleri;

- Düşük fiyat değişkenliği,
- Şeffaf fiyatlandırma,
- Gelecekteki fiyatlarla ilgili gerçekçi beklentiler,
- Kısa dönemde artan ve uzun dönemde var olan bir sorun olarak tüm maliyetlere yansıyan fiyatlar,
- Fiyatlandırma yapılırken halkın refah seviyesine ve ekonomik durumuna göre hazırlanmalı,
- Enerji arz güvenliği tanımında ekonomik ucuz enerji kavramına uygun yeni arayışlar olmalı,
- Enerji ithalatı yapılırken sözleşmeleri iyi yapılmalıdır ki ihtiyaç fazlası veya kullanılmayan enerjinin maliyeti üstlenilmemelidir.

Potansiyel Tehditler;

- Makul maliyetli rezervlerin tükenmesi,
- Yüksek enerji yoğunluğu ve diğer özendirici politikalar nedeniyle talebin artması,
- Enerji güvenliği kapsamına çevresel boyutun dâhil edilmemesidir.

3.2.4 Çevresellik

Enerji arz güvenliğinin dördüncü önemli olan son birleşeni enerji kaynaklarının çevreye duyarlılığı ve insan sağlığına zarar vermemesi durumunda toplum tarafından onaylanmasını ifade etmektedir. Çevreselliğin, alt bileşenleri ve potansiyel tehditler aşağıdaki gibidir ((Elkind, 2010; Erdal, 2011; Yıldırım vd., 2013).

Çevreselliğin Alt Bileşenleri;

- Sera gazı ve diğer kirleticilerin düşük düzeyde emisyonu,
- Çevresel kalite için yerel, bölgesel ya da küresel tehditlere daha az katkı yapılması,
- İklim değişikliği etkilerinden enerji sistemlerinin korunmasıdır.

Potansiyel Tehditler;

- Enerji güvenliğinin dar tanımına göre politika üretilmesi (Örneğin, filtreleme, depolama teknolojileri geliştirilmeden önce kömür kullanımının artırılması),

- İklim değişikliğinin etkileri (deniz seviyesinin yükselmesi, şiddetli hava olayları gibi) sonucunda yükselen deniz seviyesi, enerji sistemleri, petrol ve doğalgaz depolarından yollara kadar, altyapıları olumsuz etkileyebilmesi,
- Enerji güvenliğini artırma ve sürdürülebilirlik açısından yeni teknolojilerin kullanılması,
- Enerji üretimi, iletimi ve depolanmasının ekonomik maliyeti yanında çevreye verdiği çevreyle ilgili zararların getirdiği maliyetler de önemlidir.

Bu açıklamalar genelinde enerji arz güvenliği birleşenleri Şekil 3.4'deki gibi düzenlenebilir.



Şekil 3.4. Enerji Arz Güvenliği Bileşenleri

3.3 Doğalgaz Enerjisi Arz Güvenliği Bileşenleri

Daha öncece belirttiğimiz enerji arz güvenliği bileşenlerini gerek ülkemiz gerekse dünya için vazgeçilmez bir enerji kaynağı olan doğalgazın arz güvenliği bileşenlerinin neler olabileceği konusunda parametreler oluşturulması gerekir. Bu nedenle doğalgaz arz güvenliği bileşenleri diğer enerji kaynaklarıyla hemen hemen aynı sorunların çözümüyle sağlanabilir. Burada dikkate almamız gereken genel bir arz güvenliği değil, doğalgaz arz güvenliği alanında neler yapılabilir olmasıdır. Doğalgaz arz güvenliği temini için;

- Doğalgazın talebinde önemli bir sorunda depolanması (örneğin; LNG ve/veya ihracat edilen ülkelerin gaz iletimi kesilmesinde) bunun için LNG

terminallerinin ve doğalgaz depolama projelerinin acilen inşası ve işleme alınması,

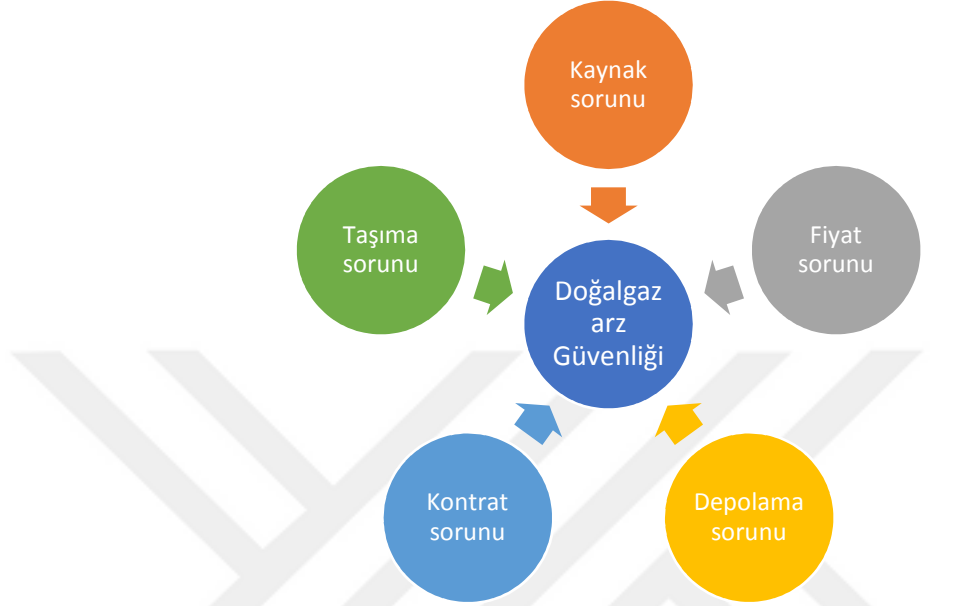
- Doğalgaz boru hatlarının; terör saldırısına, sabotaj ve geçtiği ülkelerde güvenliğinin sağlanması,
- Doğalgaz talep eden ülkenin, yılın hangi aylarında diğer aylara oranla tüketimin daha fazla doğalgaz talebinin belirlenmesi,
- Doğalgaz ithal eden ülkelerin gelecek yılki tüketim miktarının belirlenip ona göre talepte bulunması
- Doğalgazın mevsimsel tüketim miktarlarının belirlenmesi ve burunda tüketimde etkili olan tüketici guruplarının (çevrim santralleri, sanayi, konut/hizmet vb.) belirlenmesi,
- Doğalgaz kaynak sorunu için tedarikçi sayısının artırılması yeni yolların bulunması,
- Doğalgaz alınan ülkelerle diplomasi alanında yakın temasların kurulması,
- Bu unsurlarla birlikte ülke içi enerji politikalarının düzenlenmesidir.

Yukarıda doğalgaz arz güvenliği temini için saydığımız maddeleri genel bir değerlendirme yaparsak, doğalgaz arz güvenliğinin sağlanması için beş sorunun çözümüyle mümkün olacağını görülmektedir.

Türkiye'nin doğalgaz arz güvenliğinin analitik bir değerlendirilmesi (Sanlı, vd., 2013);

- ❖ **Kaynak Sorunu:** Eğer yeterli kaynak noktası yok ise, içeride taşıma imkânları olsa da giriş noktasından yeterli gaz beslemesi olmamasından dolayı yaşanan sorundur.
- ❖ **Taşıma Sorunu:** Yeterli gaz girişi olmasına rağmen, gazın bir noktadan tüketim noktasına fiziksel şebeke yetersizlikleri sebebiyle taşınamaması sorunudur.
- ❖ **Fiyat Sorunu:** Fiyatın yüksek olması sebebiyle, tüketicinin gazı tüketmemesi, alternatif aramasıdır.
- ❖ **Kontrat Sorunu:** Fiyatların makul gözükmemesine rağmen, piyasa oyuncularının spekülasyon ve/veya negatif beklentilerden dolayı uzun dönemli anlaşma yapmayarak, arz güvenliğini kısa dönemlere sıkıştırarak belirsizliği arttırdığı durumdur.

❖ **Depolama Sorunu:** Doğalgaz depolama hacminin maksimum geri basma kapasitesinin veya hacminin yetersiz olmasından dolayı yaşanan problemlerdir. Şekil 3.5’da belirtilen sorunların çözülmesiyle bir ülke için doğalgaz arz güvenliği sağlanacaktır.



Şekil 3.5. Doğalgaz Arz Güvenliği Sorunları

3.3.1 Doğalgaz Enerjisi Arz Güvenliğinin Zamansal Açıdan İncelenmesi

Doğalgaz arz güvenliğinin zamansal açıdan kısa dönem doğalgaz arz güvenliği ve uzun dönem doğalgaz arz güvenliği şekilde ele alınabilir. Zamana bağlı olarak enerji güvenliği kavramı farklılaşmaktadır. Çünkü farklı risklerin olasılığı ve sonuçları zamanla değişmektedir (Chester, 2010).

3.3.1.1 Kısa Dönem Doğalgaz Enerjisi Arz Güvenliği

Kısa dönem enerji arz güvenliği: siyasi istikrarsızlıklar, teknik sorunlar, iklim koşulları gibi nedenlerle arzın kesintiye uğraması risklerini kapsamaktadır (Bielecki, 2002). Diğer bir tanımda kısa dönem enerji arz güvenliği: ülkenin iç veya dış doğalgaz iletiminde politik veya teknik sebeplerden dolayı yaşanabilecek, anlık ve/veya en fazla haftalık süre ile ortaya çıkabilecek doğalgaz arzı kesintileri olarak belirtmektedir (Dağdemir, 2007). Bu iki tanıma baktığımızda anlık/beklenmedik durumların ortaya çıkması ve daha önce hesaba katılmayan ve/veya öngörülmeleyen gelişmelerin yaşanmasıyla meydana gelmesi olarak tanımlanabilir. Bu konuyu iyi anlamamız için birkaç örneğe yer vermenin yararlı olacağı düşünülmektedir. 2015 Kasım ayında Rusya

ile Türkiye arasında yaşanan uçak krizi sonrası Türkiye'nin %55 oranında doğalgaz satın aldığı Rusya, enerji konusunda ne yapar düşüncesi ülke içerisinde kısa dönemli bir panik yaşanmıştır. Doğal olarak bu durum 2016 Temmuz ayında tekrar normalleşme çalışmaları başlatılmasıyla bu sorun çözülmüştür. Bu durum tanımlarda yer alan “siyasi ve politik” kavramlarına örnek teşkil etmektedir. Diğer bir örnek ise; ülkemizin Ağrı ilinde yaşanan doğalgaz boru hattında yaşanan patlamanın sonucunda gaz akışı kesintiye uğramış ve Türkiye Rus gaz şirketi Gazprom dan talep artırımını istemiş ve bu şekilde kaybolan doğalgaz dengelenmiştir. Bu durum tanımlarda yer alan “teknik alt yapı, terörizm ve anlık” kavramlarına örnek teşkil etmektedir.

3.3.1.2 Uzun Dönem Doğalgaz Enerjisi Arz Güvenliği

Uzun dönem doğalgaz arz güvenliği; ülke içindeki doğalgaz akışını doğrudan etkilemese bile, uzun vadede o ülkeyi ekonomik, siyasi ve politik açıdan zor durumda bırakması ve doğalgaz ihtiyacının sağlanmasını zorlaştırabilecek faktörler olarak söylenebilmektedir. (Dağdemir, 2007). Uzun dönem doğalgaz arz güvenliği bir başka deyişle; yetersiz yatırımlar nedeniyle, artan talebe karşılık arzın yetersiz kalması risklerini taşımaktadır (Kruyt vd., 2009). Tanımlardan anlaşıldığı gibi kaynak sağlayan ülkelerin çeşitlendirilmesi, bir ülkenin ve bir satıcının eline bırakılmaması bize uzun vadede doğalgaz arz güvenliği sağladığını görülmektedir. Bir diğer husus; artan talep karşısında yeterli yatırımların yapılması ve bu konuda yetersiz kalınmamasını belirtmektedir. Bu tanım ve yorumlara göre uzun dönem doğalgaz arz güvenliği riskleri; kaynak bağımlılığı, taşıma bağımlılığı ve satın alınan kurum ve/veya kuruluş bağımlılığı olarak ortaya çıkmaktadır.

3.4 Doğalgaz Enerjisi Arz Güvenliği Sağlanması İçin Kriterler

Enerji kaynakları içerisinde doğalgazın diğer enerji kaynaklarına oranla kullanım alanları daha fazladır (elektrik çevrim santralleri, ulaşım, konut/hizmet sektörü vb.). Dolası ile doğalgazın arz güvenliği sağlanması için gerekli şartlar ve bu şartlar nasıl yerine getirilir sorularına cevap aranmalıdır. Bu amaçla tez konusunda bu nedenler ile Türkiye’de doğalgaz arz güvenliğinin sağlanması hususunda neler yapılabileceği ve yapıldığı konusunda çalışmaya, yol gösterecek bir nitelik oluşturulacaktır. Bu kriterler; stratejik, operasyonel ve taktiksel kriterler olmak üzere üç şekilde incelenebilir (Tuğrul, 2011).

Şekilde 3.6’da görüleceği üzere; taktik ve operasyonel kriterler alt başlıkları genel olarak ülkelerin kendi imkân ve olanaklarıyla çözüm üretebilir kriterler olarak görülmektedir. Örneğin; bakım-onarım tekniksel bir sorunun veya gelişen bir teknolojiyle daha hızlı çözüme ulaşabilir. Ayrıca taktiksel ve/veya operasyonel kriterlerin hayata geçirilmesinde bir sonuca varılabilir ama bunu stratejik kriterler içinde aynı şeyi söylenemez, bir sonuca varılsa bile istenen düzeyde olmayabilir. Bunun içindir ki stratejik kriterler üzerinde durmamız gerektiği ön görülmektedir.

Taktiksel Kriterler	Operasyonel Kriterler	Stratejik Kriterler
<ul style="list-style-type: none">• Kurulum Süresi• Santral Ömrü• Kurulum Gücü• İstihdam Oranı• Bakım-Onarım	<ul style="list-style-type: none">• Emre Amadelik• Coğrafik Durum• Teknoloji• Ekonomi• Çevre	<ul style="list-style-type: none">• Jeopolitik• Çeşitlilik• Yedeklilik

Şekil 3.6. Enerji politikaları kriterleri (Tuğrul, 2011)

3.4.1 Doğalgaz Enerjisi Arz Güvenliği Açısından Stratejik Kriterler

Enerji politikalarının “Stratejik Kriterleri” bağlamında ele alınması ve karar sürecinin bu bağlamda değerlendirilmesi yerinde olacaktır. Ülke veya bölge olarak enerji kaynaklarına sahip olma veya olmama şartlarına bağlı olarak, farklı enerji stratejileri geliştirmek olasıdır. Dolayısı ile öncelikle, enerji kaynaklarını temin etmek veya ulaşmak ve kullanabilmek gereklidir. Ayrıca, enerji kaynaklarına sahip olmak veya ulaşmak bile yeterli güvenilirliği sağlamamakta, enerji ve/veya enerji kaynaklarının sürekli temin edilebilirliği önem kazanmaktadır (Tuğrul, 2015).

Enerji politikaları içerisinde aslında en önemli madde olan “stratejik kriterler” alt başlıklarıyla ne denli önemli olduğunu göstermektedir. Stratejik kriterler incelendiğinde aslında her ülkenin kendine has bir enerji politikasının var olduğu ortaya çıkmaktadır, hatta sadece ülkelerin değil, arz edilen enerji tipleri içinde geçerlidir. Daha önce belirttiğimiz taktiksel veya operasyonel kriterleri en iyi şekilde yerine getirmiş olsa bile istenen sonucu elde edemeyebilir. Örneğin; en kısa zamanda doğalgaz elektrik çevrim santrali kurulsun, bu santralin kurduğu yer en iyi konuma ve ömre sahip olsa, hatta son teknolojiyle kurulan çevre dostu olsa; stratejik kriterlerden yedeklilik kriteri yani depolama olmayınca herhangi bir doğalgaz enerji kesintisinde bu santralde enerji üretimi

kesilmesine neden olabilecektir. Açıklamalara göre enerji temini açısından üç önemli stratejik kriterler; jeopolitik, yedeklilik ve çeşitlilik olarak Şekil 3.7’de belirtilmiştir (Tuğrul, 2010).



Şekil 3.7. Doğalgaz arz güvenliği Açısından Stratejik kriterler (Tuğrul, 2010)

Bu üç stratejik kriterin sağlanması doğalgaz arz güvenliğinin sağlanması anlamını taşımaktadır. Bu alt başlıklar halinde açıkladığında neden böyle bir anlam ifade edildiğini anlaşılacaktır.

3.4.1.1 Doğalgaz Enerjisi Arz Güvenliği Açısından Jeopolitik Kriter

Kelime anlamından anlaşılacağı üzere jeopolitik kriteri coğrafi konuma bağlı olarak politika ve strateji üretebilmesidir. Doğalgaz arz güvenliği açısından bakıldığında, ülkelerin coğrafi konumu ve doğalgaz kaynaklarına sahip olan ülkelerin coğrafi konumları dikkate alındığında ortaya jeopolitik kriteri kavramı çıkmaktadır. Üretimi az ama ithalat bağımlılığı fazla olan bir ülkenin, böyle bir kriteri sağlaması için çevresinde doğalgaz sağlayan ülkelerin konumlarını ve kendi konumunun önemini kullanarak daha etkim enerji politikaları üretebilir. Doğalgaz arz güvenliği açısından jeopolitik kriteri etkileyen faktörler;

- Coğrafi konum,
- Doğalgaz ihracatı yapan ülkelerin konumu,
- Doğalgaz İthalatı ve ihracatı yapan ülkelerin Enerji politikalarında bölgedeki konumu,

- Doğalgaz İthalatı ve ihracatı yapan ülkelerin birbirleriyle olan ekonomik, siyasal ve kültürel ilişkileri, burada “kültürel” kavramını acarsak enerji alanında atılacak bir adımda ne anlam ifade eder gibi sorulara mahal bırakmamak için; örneğin doğalgaz rezervleri bakımından zengin olan Türki cumhuriyetlerle Türkiye'nin soydaş ve aynı kültürden gelmesi yapılacak bir gaz anlaşmasından sadece herhangi bir ülkeyle değil kardeşlerin arasında yapılan bir anlaşma olacaktır.

Aslında doğalgaz arz güvenliğinin sağlanması açısından yukarıda sayılan jeopolitik etkenleri kullanarak yerinde enerji politikaları üreterek doğalgaz arz güvenliği sağlanabilir. Bu maddelere karşı nasıl enerji politikaları üretilebilir madde madde şu şekilde sıralanabilir:

- Yerli üretime önem verilerek, yerli üretimi artırmak,
- Ülkelerin ithalat bağımlılık oranlarını en alt seviyelere çekmek,
- Doğalgaz sağlayıcı ülkelerle olan ilişkileri etkili bir şekilde kullanarak anlaşmalarda kazanan konumda olmak

Bu tür enerji politikalarını üretebiliriz, buda ülkelerin doğalgaz enerji arz güvenliğini sağlanmasına yardımcı ve yararlı olacaktır.

3.4.1.2 Doğalgaz Enerjisi Arz Güvenliği Açısından Yedeklilik Kriteri

Yedeklilik kriteri kısaca kaynak olarak adlandırılabilir. Doğalgaz ihtiyacını ithalat yoluyla karşılayan ülkelerin, doğalgaz sağlayan tek bir ülkeden değil çeşitli doğalgaz ihracat eden ülkelere sağlaması anlamına gelmektedir. Böyle bir yedeklilik politikası uygulamak doğalgaz enerji ihtiyacını ithalatla gerçekleştiren ülkelerin herhangi bir ülkenin tekelinden kurtulması olarak görülür. Çünkü kaynak sağlayan ülkeyle yaşanacak kiriz sonucu oluşabilecek bir enerji kesintisi ülke içi krize neden olabilir buda istikrarı bozacaktır.

Alınacak önlemleri şu şekilde sıralanabilir:

- ◆ Doğalgaz ihracatı yapan ülkelerle sıkıntı doğuracak seviye ithalat yapılmaması,
- ◆ Doğalgaz ithalatı yapılan ülkelerin çeşitlendirilmesi ve rekabet ortamının oluşturulmasıdır.

Bu maddeler uygulandığı takdirde doğalgaz arz güvenliğini sağlama bir başka kriterinde halledilmesi olacaktır.

3.4.1.3 Doğalgaz Arz Güvenliği Açısından Çeşitlilik Kriteri

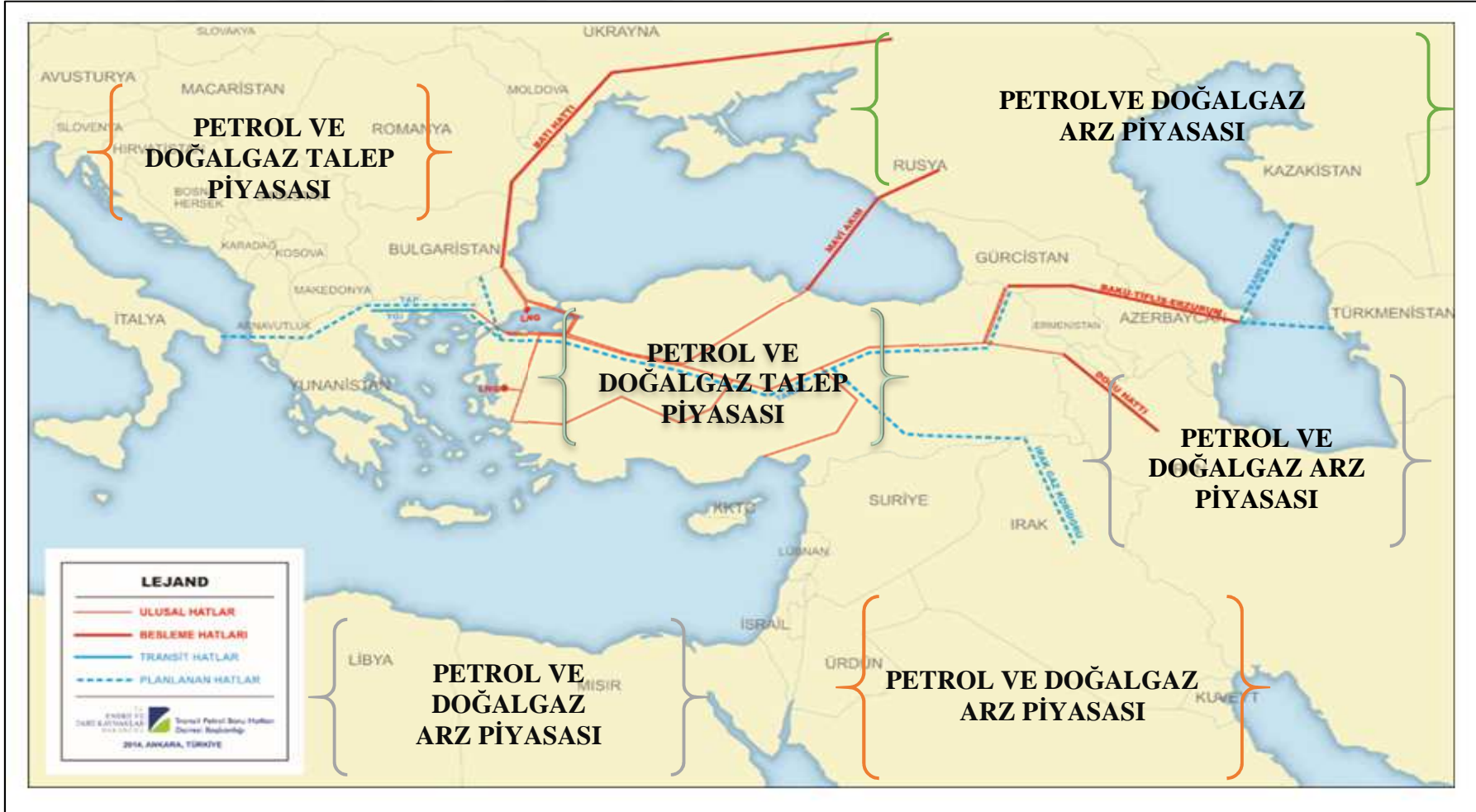
Çeşitlik kriteri aslında kaynakların çeşitlendirilmesi anlamına gelmektedir. Ama doğalgaz açısından doğalgaz kaynağının çeşitlendirilmesi ve doğalgaz iletim hatlarının çeşitlendirilmesi anlamı taşımaktadır. Doğalgaz sağlanacak yeni ülkeler ve rezerv durumları da dikkate alınarak yeni kaynaklar oluşturulması, LNG yöntemi pahalı olduğundan tercih edilmese dahi kaynak çeşitliliği kapsamında yeni anlaşmalar yapılması, doğalgaz sağlayan ülkelerde enerji şirketlerimizle (BOTAŞ ve TPAO) çalışmalarda bulunulması, ülke içi yeni sahaların keşfedilmesi ve mevcut sahalarda iyileştirme yapılması, şeyl gazı ve gaz hidratları gibi alternatif kaynaklarla ilgili ar-ge çalışması yürütülmesi ve tespit edilen sahaların üretimi için uygunluğu dahilinde gerekenlerin yapılması doğalgaz enerjisi arz güvenliğinin çeşitlilik kriterinin sağlanması için önem arz etmektedir. Aynı uluslararası doğalgaz iletim hatlarına yeni yolların bulunması ve planlanması (katardan boru hattıyla Suriye üzerinde Türkiye'ye getirilmek istenen doğalgazın, Suriye'de meydana gelen karışıklıktan dolayı askıya alınması ve bu güzergahın Irak üzerinden getirileceği gibi) doğalgaz iletim hatlarının çeşitlendirmesi yeni güvenilir doğalgaz boru hattı yollarının bulunması ve alternatif projeler üretmek gereklidir.

4. TÜRKİYE’NİN DOĞALGAZ ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ

4.1 Genel Durum ve Önemi

Türkiye için doğalgaz çok önemli bir enerji kaynağı durumundadır. Doğalgazda yerli üretimin çok az olması ithalat bağımlılığı fazla bir ülke konumunda olduğu görülmektedir. Ayrıca doğalgazın kullanım alanlarının ülke için önem arz eden sektörlerde kullanılması; elektrik üretimin yarısına yakını bu enerji kaynağından karşılanmaktadır. Bu durum Türkiye için doğalgaz arz güvenliği kavramının önemini ortaya çıkarmaktadır.

Türkiye doğalgaz ithalat bağımlılığı bir ülke olup, doğalgaz arzı konusunda avantajlı bir konumdadır. Doğalgaz ihtiyacını sınır komşusu ve yakın ülkelerden sağlamakta olup doğalgaz arz güvenliğinin sağlanmasında büyük avantaj sağlamaktadır. Türkiye doğalgaz ihtiyacını boru hattı ve LNG olmak üzere iki şekilde sağlanmaktadır. Türkiye doğalgaz arz güvenliğini sağlamasında diğer bir unsur doğalgaz arz ve talep eden ülkeler arasında olmasından, Avrupa ve Ortadoğu arasında enerji koridoru ve/veya enerji iletim üssü konumundadır. Avrupa doğalgaz arz güvenliği sağlamak için politikalar üretirken Türkiye endeksli politikalar üretmesi kaçınılmazdır. Ortadoğu ve Hazar Bölgesinin doğalgazının Avrupa’ya transit geçiş konusunda kilit ülke coğrafi konum nedeniyle Türkiye’dir. Bunun anlamı “enerjinin vanası” tabirinin kullanılması yerinde olacaktır. Türkiye enerji jeopolitiğinin tam ortasında yer almaktadır. Şekil 4.1’de Türkiye’nin konumu ve mevcut / proje aşamasında uluslararası doğalgaz boru hatları görülmektedir.



Şekil 4.1. Enerji Kaynaklarını Arz ve Talep Eden Ülkeler (ETKB, 2015)

4.2 Türkiye'nin Doğalgaz Alım Anlaşmaları

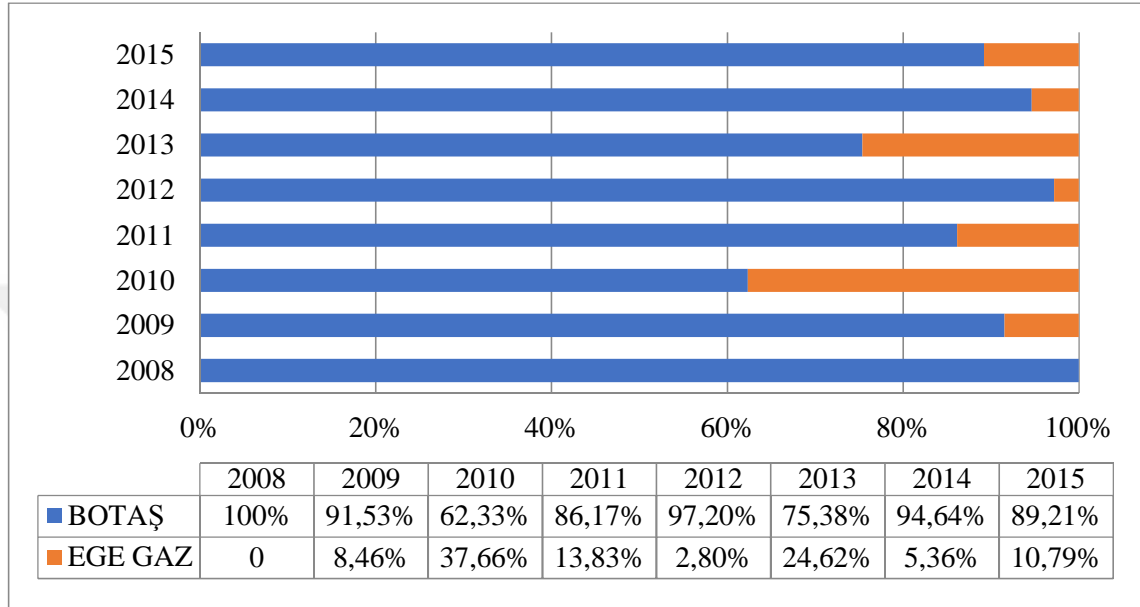
Türkiye doğalgazın rezerv ve yerli üretim yetersizliğinden dolayı doğalgaz ihtiyacını karşılamak için çeşitli ülkelerle doğalgaz alım anlaşmaları imzalamıştır. Bu anlaşmalar gerek boru hattı, LNG ve özel şirketlerin teşebbüsü ile spot LNG olarak sağlanmıştır. Çizelge 4.1'de Türkiye'nin doğalgaz alım anlaşmaları yaptığı ülkeler gösterilmektedir.

Çizelge 4.1: Türkiye'nin Doğalgaz Alım Anlaşmaları (EPDK, 2015:)

Doğalgaz İthalat Anlaşmaları	İmzalanma Tarihi	Devreye Alınış Tarihi	Süre (Yıl)	Hacim Milyar m ³ /yıl	Sözleşme Bitiş Tarihi
Rusya (Batı Hattı)	Şubat.1986	Haziran.1987	25	6	2011
Cezayir LNG	Nisan.1988	Ağustos.1994	20	4	2014
Nijerya LNG	Kasım.1995	Kasım.1999	22	1,2	2021
İran	Ağustos.1996	Aralık.2001	25	9.6	2026
Rusya (Mavi Akım)	Aralık.1997	Şubat.2003	25	16	2028
Rusya (Batı Hattı)	Şubat.1998	Mart.1998	23	8	2021
Türkmenistan	Mayıs.1999	---	30	16	----
Azerbaycan (Faz – I)	Mart.2001	Temmuz.2007	15	6,6	2022
Azerbaycan (Faz– II)	Ekim.2011	2017/2018	15	6	2032/33
Rusya (Batı Hattı)	Aralık.2011	Aralık.2011	30	8	2036
Azerbaycan (BIL)	2011	2011	35	0.15	2046
Cezayir LNG	Aralık.2014	Aralık.2014	10	4	2021

Çizelge 4.1'e bakıldığında en büyük doğalgaz anlaşması Rusya ile yapılmıştır. İkinci sırada Türkmenistan bulunmaktadır ama Türkmenistan gazı 1999 yılında anlaşmaya rağmen hala devreye alınmadığı görülmektedir. Rusya ile yapılan 1986 anlaşması süresinin bitmesiyle 2011 yılında anlaşma tekrar yenilenerek 25 yıl uzatılmıştır. Bu durum gösteriyor ki Rusya Türkiye'nin uzun yıllar doğalgaz ihtiyacını karşılayacaktır. Dolayısıyla uzun dönemli doğalgaz alım anlaşmalarının olması ve makul fiyatlarda alınması doğalgaz arz güvenliğinin sağlanmasında önemli bileşenlerden birinin sağlanmasıdır. Daha önce belirttiğimiz doğalgaz arz güvenliği tanımlarında “doğalgaz arz güvenliği: kısaca kesintisiz ve makul fiyatlarda sağlanmasıdır” olarak da tanımlamıştır.

Diğer bir anlaşmada özel şirketlerin teşebbüsü ile yapılan “spot LNG” doğalgaz alım anlaşmalarıdır. Enerji Piyasa Düzenleme Kurulu raporuna göre 2015 yılı itibariyle 40 adet ithalat (spot LNG) lisansı sahibi şirket bulunmaktadır. Ama bu şirketlerden sadece iki tanesi (BOTAŞ ve EGE GAZ) 2015 yılı içerisinde ithalat gerçekleştirmiştir (Şekil 4.2).

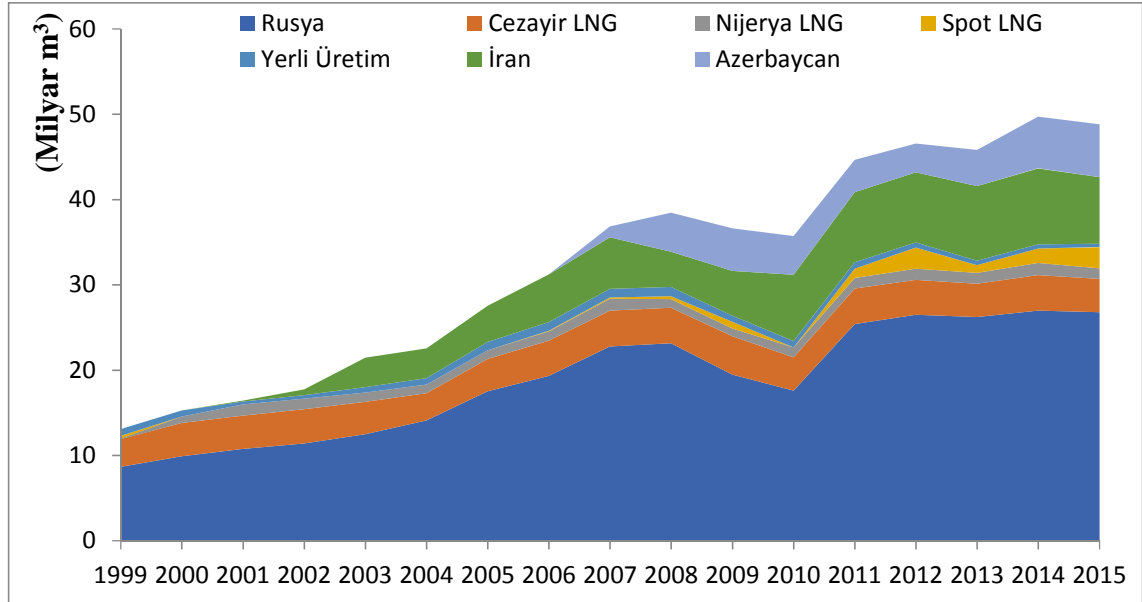


Şekil 4.2. 2008-2015 Yılları Spot LNG İthalatını Gerçekleştiren Şirketlerin Payları % (EPDK, 2015)

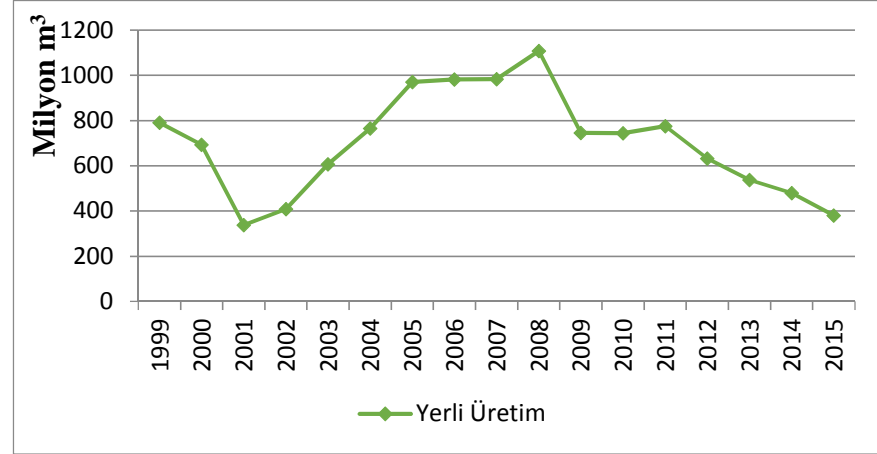
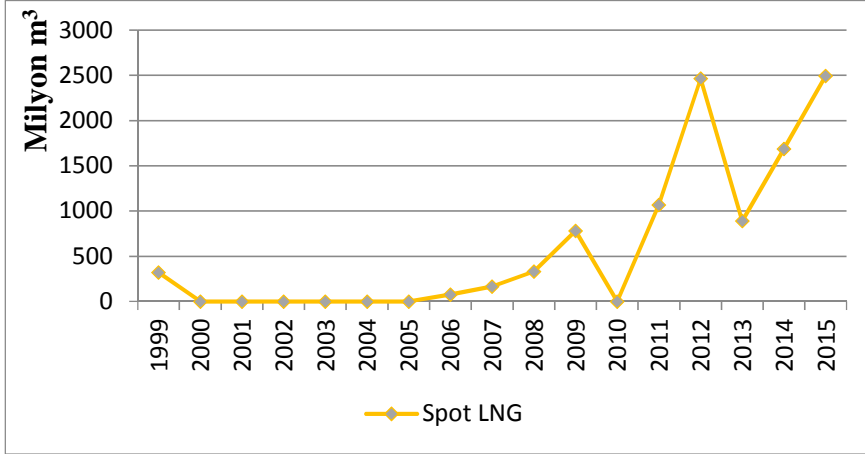
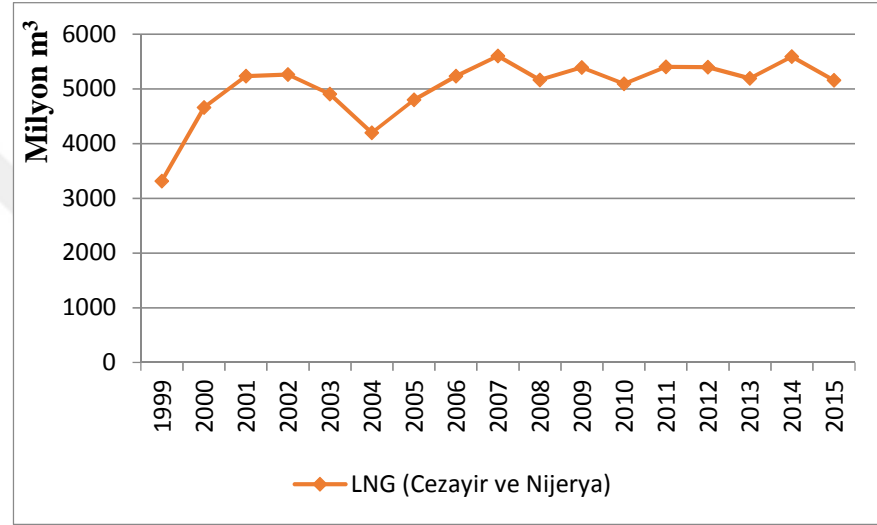
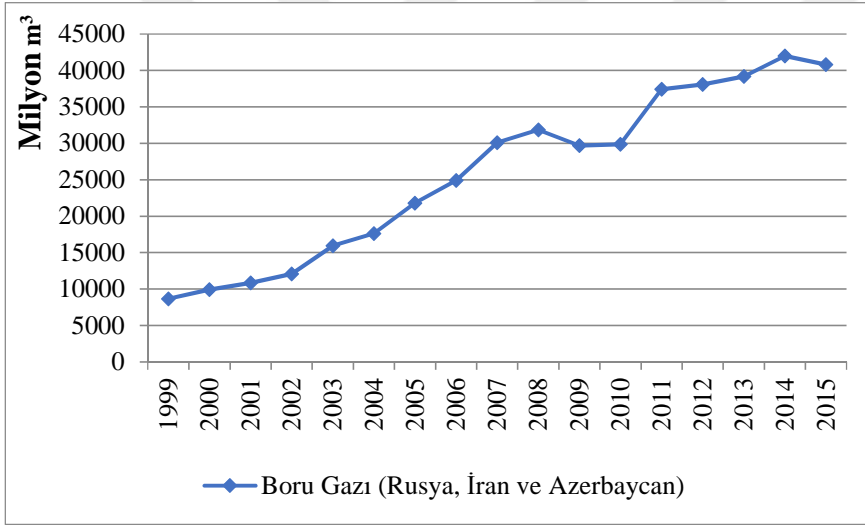
Türkiye'nin doğalgaz ithalatında spot LNG %5'lik (Şekil 2.30) paya sahip bu miktariyle aslında kısa dönem enerji ihtiyacını karşılama veya oluşabilecek, siyasi, ekonomik, terör, sabotaj ve kısa dönemli uluslararası krizlerde ülke için alternatif bir çeşitliliktir. Tüm bu anlaşmalar ve yapılan ithalatlar karşısında Türkiye'nin kaynaklara göre doğalgaz arzını incelenmesi ve değerlerinin yorumlanması için oluşturulacak Çizelge 4.2'e, Şekil 4.3'e ve Şekil 4.4'e bakılmalıdır.

Çizelge 4.2. 1999-2015 Yılları Arasında Gerçekleşen Kaynaklara Göre Doğalgaz Arzı İthalat ve Üretim Miktarları (Milyar m³) (EPDK, 2015)

Yıl	Rusya	İran	Azerbaycan	Cezayir (LNG)	Nijerya (LNG)	Spot (LNG)	Yerli Üretim	Toplam
1999	8.668	0	0	3.248	0.069	0.322	0.791	13.098
2000	9.908	0	0	3.895	0.767	0	0.693	15.263
2001	10.746	0.114	0	3.918	1.315	0	0.338	16.431
2002	11.406	0.660	0	4.009	1.253	0	0.409	17.737
2003	12.476	3.461	0	3.801	1.107	0	0.607	21.452
2004	14.102	3.497	0	3.182	1.016	0	0.766	22.563
2005	17.524	4.248	0	3.786	1.013	0	0.971	27.542
2006	19.316	5.594	0	4.132	1.100	0.079	0.982	31.203
2007	22.762	6.054	1.258	4.205	1.396	0.167	0.984	36.826
2008	23.159	4.113	4.580	4.148	1.017	0.333	1.108	38.458
2009	19.473	5.252	4.960	4.487	0.903	0.781	0.746	36.602
2010	17.576	7.765	4.521	3.906	1.189	0	0.744	35.701
2011	25.406	8.190	3.806	4.156	1.248	1.069	0.776	44.651
2012	26.491	8.215	3.354	4.076	1.322	2.464	0.632	46.554
2013	26.212	8.730	4.245	3.917	1.274	0.892	0.537	45.807
2014	26.975	8.932	6.074	4.179	1.414	1.689	0.479	49.742
2015	26.783	7.826	6.169	3.916	1.240	2.493	0.381	48.808

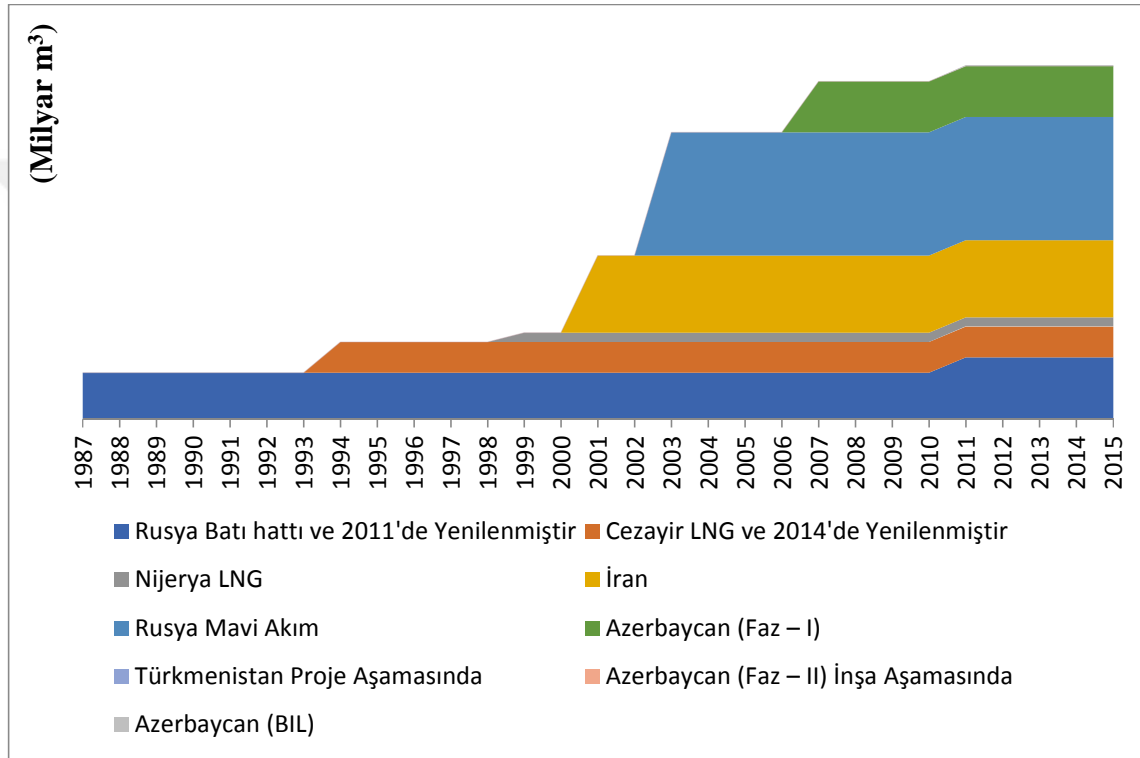


Şekil 4.3. 1999-2015 Yılları Arasında Gerçekleşen Kaynaklara Göre Doğalgaz Arzı İthalat ve Üretim Miktarları Grafikselsel Gösterimi (EPDK, 2015)



Şekil 4.4. 1999-2015 Yılları Arasında Gerçekleşen Kaynaklara Göre Doğalgaz Arzı ithalat ve Yerli Üretim Miktarlarını (Milyon m³) (BOTAŞ, 2013; EPDK, 2015; EPDK, 2016)

Şekil 4.4'deki grafiklere baktığımızda; boru hattıyla ithalatın 2009 yılı hariç bir önceki yıllara göre arttığı görülmektedir. Bu gösteriyor ki yapılan yeni anlaşmalar ve projelerin etkilerinin ülke içi tüketiminin %85'e yakını boru hattıyla ithalattan karşılandığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla boru hatlarının önemini ve yeni projelerin nedenli önemli olduğunu göstermektedir. Diğer grafiklerde inişli çıkışlı olsa da boru hattıyla yapılan ithalatla yıllık tüketimin yapılan anlaşmalar ile doğru orantılı bir şekilde artmıştır (Çizelge 4.2).



Şekil 4.5. 1987-2015 yılları arası yapılan doğalgaz alım anlaşmaları (Milyar m³) (BOTAŞ, 2015; EPDK, 2015)

1986'da Rusya ile 6 milyar m³ doğalgaz alım antlaşmanının tekrar 2011'de 8 milyar m³ olarak yenilenmiştir. Dolayısıyla ilk tedarikçimiz olan Rusya uzun yıllar daha doğalgaz sağlayacağı görülmektedir. Henüz devreye alınmamış projesi Türkmenistan ve inşa halindeki (Azerbaycan-II) aşamasında projelerin devreye alınmasıyla, Türkiye'nin doğalgaz arz güvenliğinin sağlanması için etkili olacaktır. Bu başlık altında Türkiye'nin yaptığı anlaşmaları, bu anlaşmalar vasıtası ile ithal edilen doğalgaz ve yerli üretimi Çizelge 4.2'de derlenmiş olup, bunları tüketim karşısında oranlayarak çıkarımlar elde edilmiştir.

4.3 Ülkemize Doğalgaz Arz Sağlayan Kaynak Ülkeleri

4.3.1 Rusya

Türkiye ilk ithal doğalgazı 1987’de Rusya’dan ve günümüze kadar her zaman ithalattaki payını artırmış böylelikle uzun yıllar doğalgaz tedarikçimiz olacağı yapılan anlaşmalar neticesinde görülmektedir. Rusya, Türkiye’nin doğalgaz ithalat payı %55 oranında ithalat yapılan ülkeler arasında birinci sıradadır. Sadece Türkiye’nin değil Avrupa ülkelerinin de doğalgaz ithalat paylarında, Rusya doğalgaz sağlayıcı ülke olarak birinci sıradadır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Avrupa Ülkelerinin Rusya Doğalgazına Bağımlılık Oranı (%) (CRS, 2013)

ÜLKE	ORAN (%)	ÜLKE	ORAN (%)
İSVEÇ	%100	AVUSTURYA	%52.2
FİNLANDİYA	%100	ALMANYA	%39.3
ESTONYA	%100	MACARİSTAN	%49.5
LETONYA	%100	BELÇİKA	%43.2
LİTVANYA	%100	SLOVENYA	%57.4
BULGARİSTAN	%100	HIRVATİSTAN	%37.1
SLOVAKYA	%63.3	YUNANİSTAN	%54.8
POLONYA	%54.2	İTALYA	%19.8
ÇEK CUMHURİYETİ	%80.5	LÜKSENBURG	%27.9

Rusya, Türkiye’ye doğalgaz ithalatını; Batı Hattı (Rusya – Balkanlar – Türkiye), Mavi Akım (Rusya – Karadeniz – Türkiye) olmak üzere iki uluslararası doğalgaz boru hattıyla ile sağlamaktadır. Batı hattı Bulgaristan üzerinden Malkoçlar/Tekirdağ’dan ve Mavi akım ise Dhubga’dan başlayarak Karadeniz’den geçerek Samsun’dan Türkiye’ye giriş yapmaktadır ve bu iki hat Şekil 4.6’da gösterilmiştir.



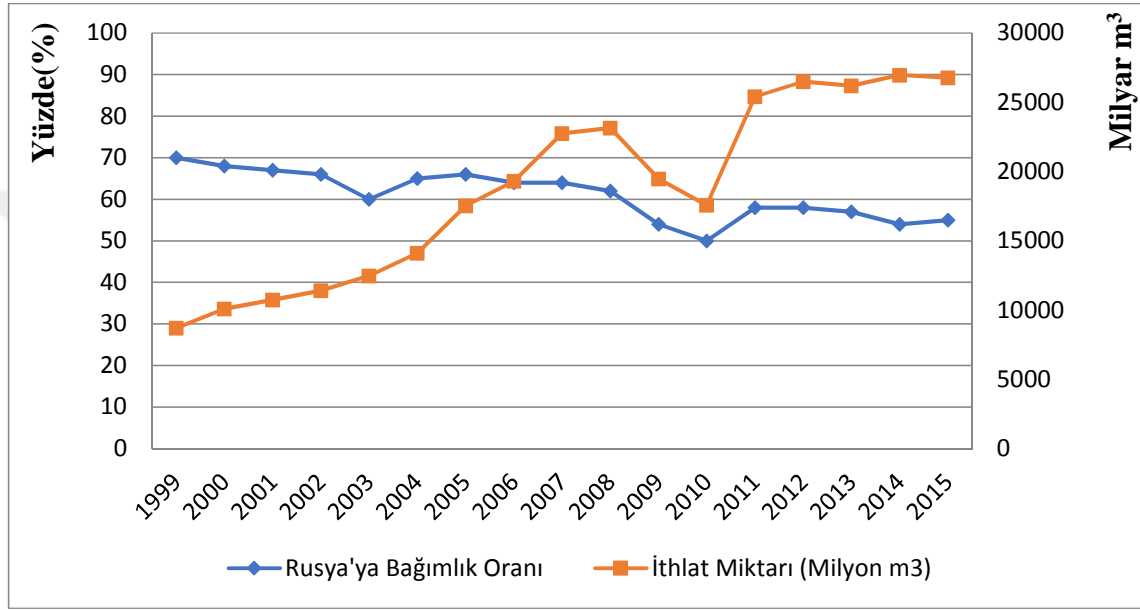
Şekil 4.6. Batı Hattı (Rusya – Balkanlar – Türkiye) ve Mavi Akım (Rusya – Karadeniz – Türkiye) Doğalgaz Boru Hatları (BOTAŞ, 2015; Harita: Google Earth)

BP'nin 2016 istatistiki bilgilerine göre ispatlanmış 32.3 Trilyon m³ doğalgaz rezervi ile dünyada ikinci sıradadır. Dolayısıyla bütün dünya doğalgaz rezervlerinin oransal olarak %18'ine karşılık gelmektedir. Rusya için doğalgaz ömür hesabı yapılırsa, 2015 yılı için, mevcut rezerv miktarı, (32.3 trilyon m³) mevcut üretimi (573.3 milyar m³) bölündüğünde, Rusya'nın rezerv ömrünün 56.3 yıl olduğu hesaplanmaktadır. Rusya'nın doğalgaz enerjisi ve Türkiye arasındaki doğalgaz ticareti Çizelge 4.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Rusya Doğalgaz Enerji Değerlendirmesi (BP, 2016)

Değerlendirme Kriteri		Genel Değerlendirme
Doğalgaz Rezerv Miktarı	2015 Yılı İspatlanmış Rezerv	32 Trilyon m ³
	Toplam Üretim (1985 – 2015)	17.154 Trilyon m ³
	2015 Yılı Dünyada Üretimdeki Payı	%16
Doğalgaz Tüketim Miktarı	Tüketim Miktarı (1985 – 2015)	12.047 Trilyon m ³
	2015 Yılı İhracat Miktarı	193 Milyar m ³ boru hattıyla ve 14.5 Milyar m ³ LNG olarak doğalgaz ihracatı bu Dünya doğalgaz ihracatının %20'lik payı
Türkiye ile Arasındaki Doğalgaz Ticaret	Anlaşma ve Mevzuat	Daha öncede belirttiğimiz gibi hali hazırda Türkiye ile arasında, Batı Hattı (Rusya – Balkanlar – Türkiye) ve Mavi Akım (Rusya – Karadeniz – Türkiye) anlaşmaları. Bir diğer anlaşmada “ Türk Akımı ” bu anlaşmayla proje - inşa aşamasında. Türk Akımı ; Rusya – Karadeniz - Türkiye üzerinden Avrupa'ya boru hattıyla gaz akışı
	Doğalgaz Alım Yöntemi	Rusya'dan Türkiye'ye iki doğalgaz boru hattıyla iletim sağlanmaktadır. 2015 yılında bu hatlarla Türkiye'ye 26.6 Milyar m ³ doğalgaz akışı sağlanmıştır.

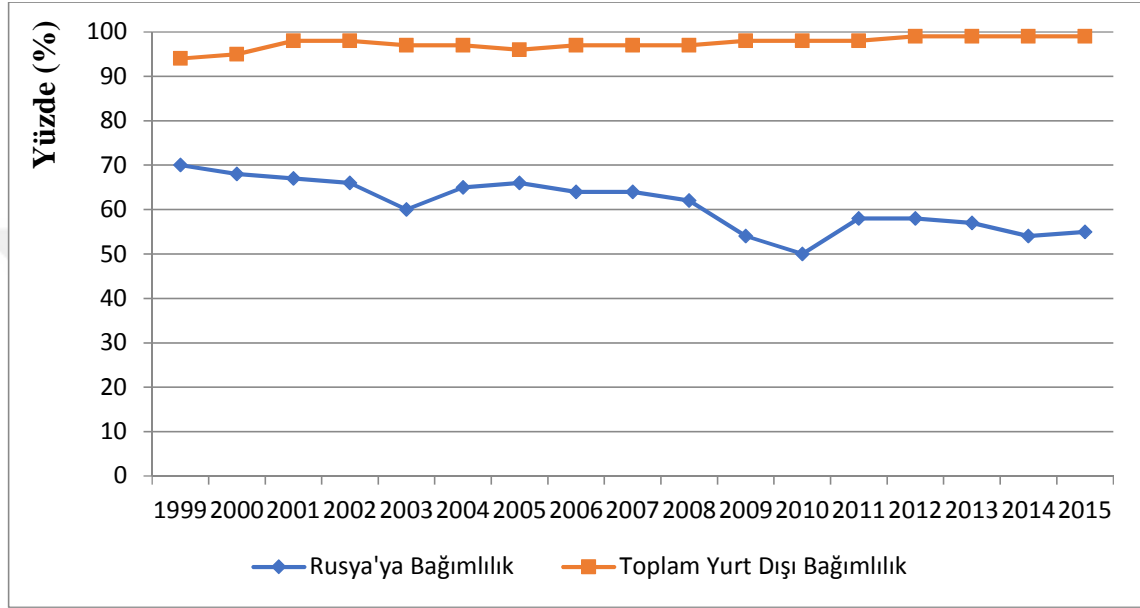
Doğalgaz ithalatında ilk anlaşma olması nedeniyle doğalgaz arzındaki payı %70’idi (Şekil 4.7). Bu durumun doğalgaz arz güvenliği ve yedeklik kriteri açısından oldukça büyük bir risk teşkil etmektedir. İthalat bağımlılık oranı 2015’de %55’e kadar indirilse de hala doğalgaz arz güvenliği açısından risk oluşturmaktadır. Çünkü AB Komisyonu AB ülkelerinin tek dış kaynağa bağımlılık oranının yüzde 30’u geçmemesi gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca ortalama %55 oranındaki bu bağımlılık derecesi NATO’nun enerji güvenliği anlayışına da aykırıdır (Oğan, 2003).



Şekil 4.7. 1998-2015 Yılları Arası Türkiye’nin Rusya’ya Doğalgaz Bağımlılık Oranı ve İthalat Miktarı (BOTAS, 2010; EPDK, 2015)

Şekil 4.7’de Rusya’ya bağımlılık oranı genelde azalma görülse de ithalat miktarını 2009 yılı hariç, genelde yıllar itibariyle artırmıştır. Şekil 4.7 gösteriyor ki bağımlılık oranı istenilen seviyelerde olmaması Rusya’nın hala en büyük doğalgaz tedarikçimiz olduğunu etmektedir. 2015’e geldiğimizde Türkiye’nin %99.2 yurtdışı ithalatında Rusya %55 payla ilk yıllar olduğu gibi birinci ülkedir ve yenilenen anlaşmalar gereği uzun yıllar daha bu şekilde devam edeceği öngörülmektedir.

Şekil 4.8’de Türkiye’nin doğalgazda yurtdışına bağımlık oranı her geçen yıl artarken Rusya’dan ithal edilen doğalgaza bağımlık oranının azalması şu şekilde açıklanabilir. İlk yıllarda sadece Rusya’dan doğalgaz alınması, daha sonraki yıllarda ise doğalgaz kaynak sağlayan ülkelerin artmasıyla Rusya’ya bağımlılık düşmüştür. Diğer taraftan yerli üretimin düşmesiyle (Şekil 4.4) beraber ithalat artmış bunun paralelinde dışa bağımlık oranında artış görülmüştür.



Şekil 4.8. 1999-2015 Yılları Arası Türkiye’nin Rusya’ya Doğalgaz Bağımlık Oranı ve Toplam Yurt Dışına Bağımlılık Oranı (BOTAŞ, 2010; EPDK, 2015)

4.3.2 İran

İran, Rusya’nın ardından Türkiye’ye ikinci büyük doğalgaz sağlayıcı ülkedir. İran’dan Türkiye’ye doğalgaz 1996 yılında yapılan anlaşma çerçevesinde 2001 yılında devreye alınarak boru hattıyla Ağrı’dan Türkiye’ye giriş yapmaktadır. Türkiye ile İran arasındaki doğalgaz boru hattı Şekil 4.9’da gösterilmiştir.



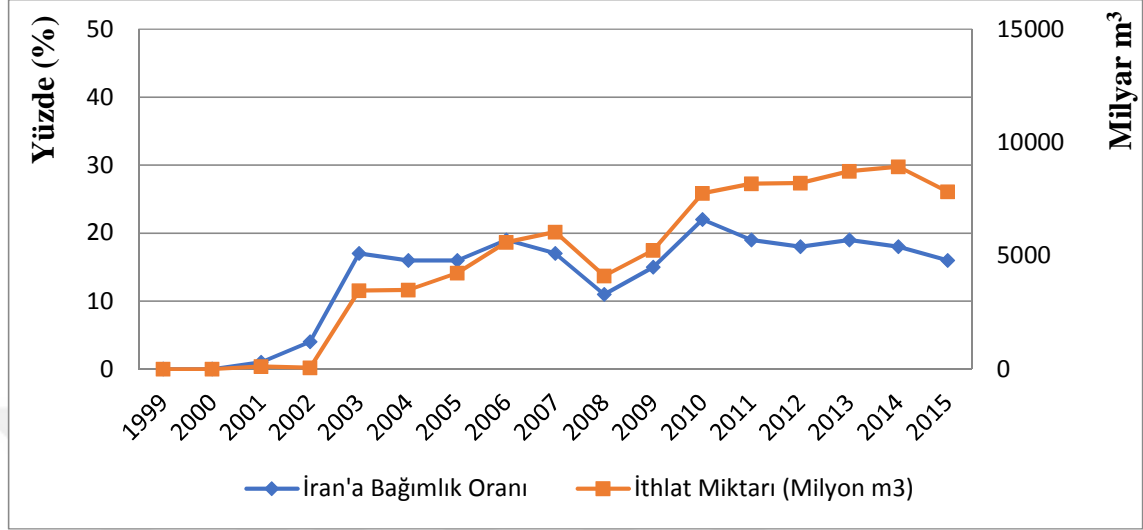
Şekil 4.9. İran – Türkiye Doğalgaz Boru Hattı(BOTAŞ, 2015; Harita: Google Eart)

BP'nin 2016 istatistiki bilgilerine göre ispatlanmış 34 Trilyon m³ doğalgaz rezervi ile dünyada birinci sıradadır. Aynı istatistikte bakıldığında daha önceki yıllarda örneğin 2009 ve önceki yıllarda kanıtlanmış rezerv miktarı ile Rusya'dan sonra gelmekte olduğu görülmektedir. Yapılan yeni araştırma bulguları ile sıralama değiştirmiş ve Rusya'yı ikinci konuma itmiştir. Dolayısıyla bütün dünya doğalgaz rezervlerinin oransal olarak %18'ine karşılık gelmektedir ve bu durum gösteriyor ki Rusya'ya ile aynı orana sahiptir. İran için doğalgaz ömür hesabı yapılırsa, 2015 yılı için, mevcut (ispatlanmış) rezerv miktarı, 34 trilyon m³ olup mevcut üretimi ise 192.5 milyar m³'tür. İran'ın rezerv ömrünün 177 yıl olduğu hesaplanmaktadır. İran'ın doğalgaz enerjisi ve Türkiye arasındaki doğalgaz ticareti Çizelge 4.5'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. İran Doğalgaz Enerji Değerlendirmesi (BP, 2016)

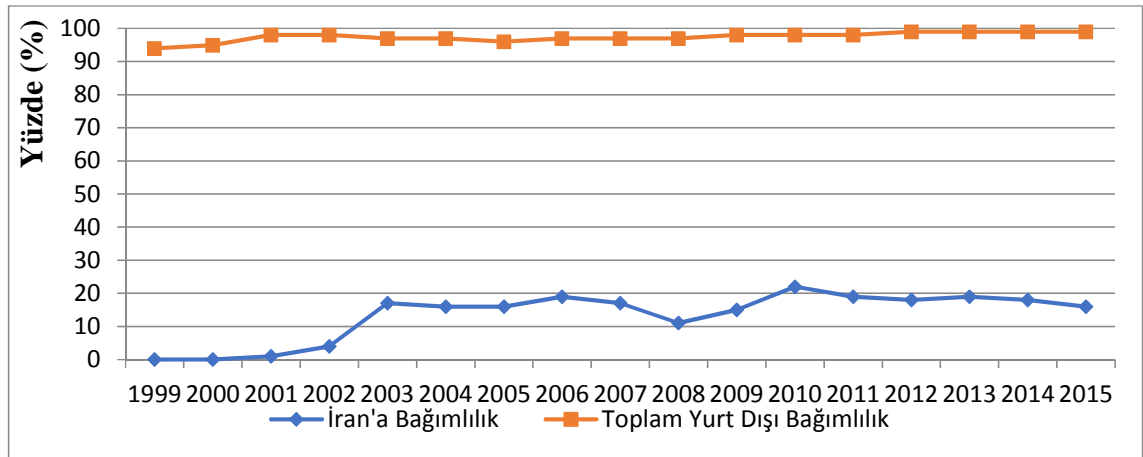
Değerlendirme Kriteri		Genel Değerlendirme
Doğalgaz Rezerv Miktarı	İspatlanmış Rezerv	34 Trilyon m ³
	Toplam Üretim (1985 – 2015)	10.26 Trilyon m ³
	2015 Yılı Dünyada Üretimdeki Payı	%5.18
Doğalgaz Tüketim Miktarı	Toplam Tüketim Miktarı (1985 – 2015)	10.26 Trilyon m ³
	2015 Yılı İhracat Miktarı	8.4 Milyar m ³ boru hattıyla ihracat
Türkiye ile Arasındaki Doğalgaz Ticaret	Anlaşma ve Mevzuat	Türkiye ile İran arasında 1996 yılında 9.6 Milyar m ³ /yıl doğalgaz alım anlaşması (Anlaşmanın süresi 25 yıl). Anlaşma 1996 yılında yapılmasına rağmen 2001 yılında devreye sokulmuştur.
	Doğalgaz Alım Yöntemi	Türkiye, İran'dan doğalgaz alımını boru hattıyla gerçekleştirmektedir (2015 yılında bu hatla Türkiye'ye 7.8 Milyar m ³ doğalgaz akışı sağlanmıştır).

İran, Türkiye'nin doğalgaz ithalat payının %16'sını karşılamaktadır. Türkiye'nin İran'a olan doğalgaz bağımlılığı 1999 – 2015 yılları içerisinde değişimler göstermiştir. Türkiye'nin İran'a olan bağımlılık oranları Şekil 4.10' da gösterilmiştir.



Şekil 4.10. 1999-2015 Yılları Arası Türkiye'nin İran'a Doğalgaz Bağımlılık Oranı ve İthalat Miktarı (BOTAS, 2010; EPDK, 2015)

2015 yılı itibari ile Türkiye'nin %99 yurt dışı ithalatında %16 payla ilk yıllar olduğu gibi ikinci ülkedir. Anlaşmalar gereği uzun yıllar daha bu şekilde devam edeceği görülmektedir. Türkiye İran'a olan bağımlılık oranı en yüksek %22 ile 2010 yılında olmuştur ama içinde bulunduğumuz yıla doğru inişli – çıkışlı olsa da genelde itibari ile düşüş gözlenmektedir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. 1999-2015 Yılları Arası Türkiye'nin İran'a Doğalgaz Bağımlılık Oranı ve Toplam Yurt Dışı Bağımlılık Oranı (BOTAS, 2010; EPDK, 2015)

Türkiye İran'a olan bağımlılık oranı en yüksek %22 ile 2010 yılında olmuştur ama içinde bulunduğumuz yıla doğru inişli – çıkışlı olsa da genelde itibari ile düşüş

gözlenmektedir (Şekil 4.11). Türkiye'nin doğalgaz arz güvenliği açısından; İran'dan doğalgaz alması daha önce belirtilmiş kriterlerle eşleştirme yapıldığında, konumu gereği komşu bir ülkeden gaz alması jeopolitik kriteri ile doğalgaz kaynak çeşitliliği artırılmasında yedeklilik kriteriyle eşleşmektedir. Diğer bir yandan verilere bakıldığında İran doğalgaz ticaretinin %94 oranında Türkiye'ye yapmaktadır. Bu şekilde olması yapılmış, yenilenecek ve yapılacak doğalgaz alım anlaşmalarında ve Avrupa'ya pazarlanacak doğalgazın Türkiye üzerinden başka bir alternatif güvenilir güzergâhın olmayışı doğalgaz arz güvenliği açısından Türkiye'nin elini güçlendirmesi olarak tanımlanabilir.

4.3.3 Azerbaycan

Türkiye ile Azerbaycan enerji ortaklığından ziyade Haydar Aliyev'in söylediği gibi "Bir Millet İki Devlet" sözüne istinaden soydaşlık bağı ile bağlıdır. Bu bağ iki devlet arasında siyasi, ekonomik, askeri ve enerji alanında yapılacak anlaşmalarda, söylemlerde bir millet vurgusu yapılarak daha sağlam iş birlikleri yapılmaktadır. Türkiye ile Azerbaycan arasında ilk doğalgaz anlaşması 2001 yılında Bakü-Tiflis-Erzurum (BTE) doğalgaz boru hattı imzalanmış ve Temmuz 2007 yılı itibari ile Türkiye'ye doğalgaz akışı sağlanmıştır. Bu anlaşmayı takiben Avrupa'ya doğalgaz sağlamak amacıyla yeni bir enerji iş birliği olan Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı Projesi (TANAP) imzalanmıştır.

Türkiye doğalgaz ithal ettiği ülkeler arasında en ucuz doğalgazı Azerbaycan'dan almaktadır. Bu nedenle Azerbaycan'la yapılan her anlaşma Türkiye'nin ekonomik yönden rahatlamasına neden olacaktır. Ayrıca rekabet ortamını artıracak başka ülkelerle yapılan doğalgaz alım anlaşmaları yapılırken de etkisi olacaktır. Azerbaycan'la yapılan enerji anlaşmalarının bir diğer önemi Hazar Bölgesinin petrol ve doğalgazı farklı bir yol ile Avrupa'ya ulaştırılması konusunda Türkiye Hazarın Avrupa'ya açılan kapısı konumundadır. Azerbaycan petrol ve doğalgaz kaynakları bakımından Hazar Bölgesinde önemli bir rezerve sahiptir. BP'nin 2016 istatistiki bilgilerine göre ispatlanmış 1.1 Trilyon m³ doğalgaz rezervi küresel ispatlanmış doğalgaz rezervin de %1'e karşılık gelse de Türkiye'nin (2015) %12 oranında doğalgaz ihtiyacını karşılamaktadır. Mevcut; Bakü-Tiflis-Erzurum (BTE) doğalgaz boru hattı Şekil 4.12'de gösterilmiştir. Ayrıca Azerbaycan'ın doğalgaz enerjisi ve Türkiye arasındaki doğalgaz ticareti Çizelge 4.6'da gösterilmiştir.



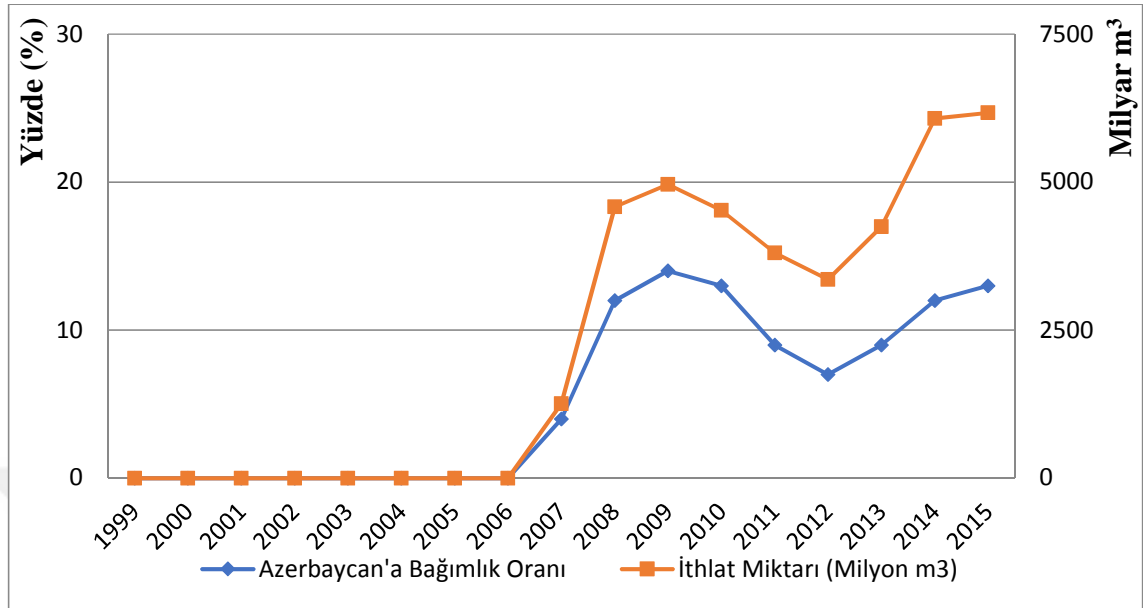
Şekil 4.12. Bakü-Tiflis-Erzurum (BTE) Doğalgaz Boru Hattı (BOTAŞ, 2015; Harita: Google Earth)

Çizelge 4.6. Azerbaycan Doğalgaz Enerji Değerlendirmesi (BP, 2016)

Değerlendirme Kriteri		Genel Değerlendirme
Doğalgaz Rezerv Miktarı	İspatlanmış Rezerv	1.1 Trilyon m ³
	Toplam Üretim (1985 – 2015)	130.7 Milyar m ³
	2015 Yılı Dünyada Üretimdeki Payı	%0.28
Doğalgaz Tüketim Miktarı	Toplam Tüketim Miktarı (1985 – 2015)	195 Milyar m ³
	2015 Yılı İhracat Miktarı	7.6 Milyar m ³
Türkiye ile Arasındaki Doğalgaz Ticaret	Anlaşma ve Mevzuat	Türkiye ile Azerbaycan arasında gaz alım anlaşması (2001) Büyük bir bölümü Bakü – Tiflis – Ceyhan(BTC) petrol boru hattı güzergâhı boyunca inşası gerçekleştirilmiş ve bu Bakü - Tiflis – Erzurum(BTE) doğalgaz boru hattı Türkiye ile Azerbaycan arasında imzalanan bir diğer uluslararası doğalgaz boru hattı “ Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı (TANAP) ” dır (2012). Bu anlaşma ile Azerbaycan gazının Türkiye üzerinde Avrupa’ya ulaştırılmasıdır. Proje 2014 yılının başlarında inşa edilmeye başlamıştır ve 2017-2018 yıllarında gaz akışı sağlanması hedeflenmektedir.
	Doğalgaz Alım Yöntemi	Bakü – Tiflis – Erzurum doğalgaz boru hattıyla gaz alımı gerçekleştirilmektedir. 2015 yılında bu hatla Türkiye’ye 5.3 Milyar m ³ doğalgaz akışı sağlanmıştır.

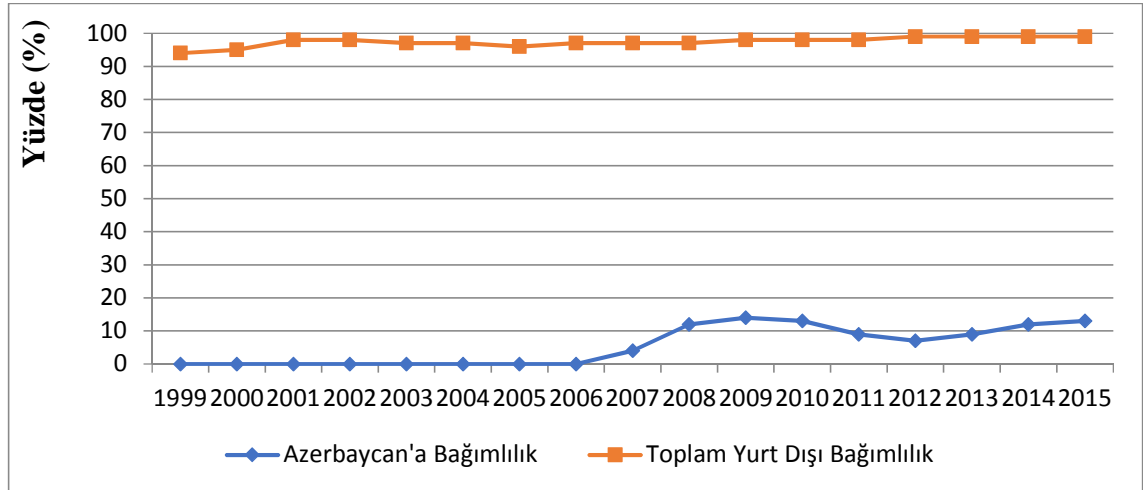
Azerbaycan için doğalgaz ömür hesabı yapılırsa, 2015 yılı için, mevcut (ispatlanmış) rezerv miktarı 1.1 trilyon m³, mevcut üretimi, 9.8 milyar m³ bölündüğün de, Azerbaycan’ın rezerv ömrünün 112 yıl olduğu hesaplanmaktadır. Türkiye Azerbaycan’a

olan bağımlılık oranı en yüksek 2009 yılında %14 olsa da 2015 yılında bu oran %13 seviyelerindedir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. 1999-2015 Yılları Arası Türkiye'nin Azerbaycan'a Doğalgaz Bağımlılık Oranı ve İthalat Miktarı (BOTAŞ, 2010; EPDK, 2015)

2015 yılı itibari ile Türkiye'nin %99 yurt dışı ithalatında %13 yakın bir paya sahip ülkedir. Anlaşmalar gereği bağımlılığı uzun yıllar daha devam edeceği görülmektedir (Şekil 4.14).



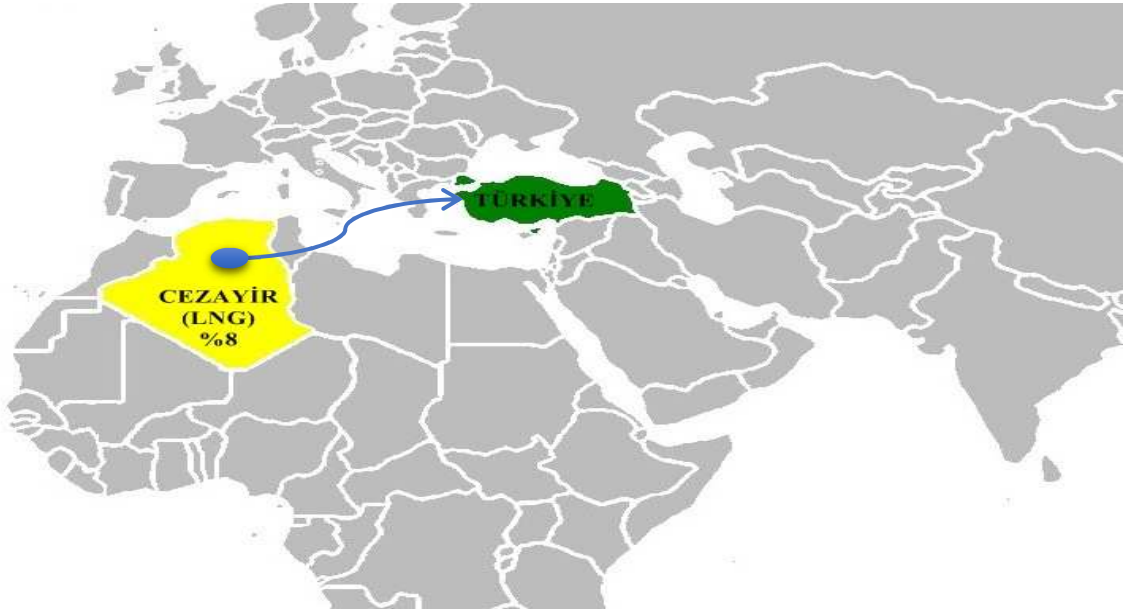
Şekil 4.14. 1999-2015 Yılları Arası Türkiye'nin Azerbaycan'a Doğalgaz Bağımlılık Oranı ve Toplam Yurt Dışına Bağımlılık Oranı (BOTAŞ, 2010; EPDK, 2015)

Türkiye'nin doğalgaz arz güvenliği açısından; Azerbaycan'dan doğalgaz alması daha önce belirtilen kriterlerle eşleştirme yapıldığında, doğalgaz kaynak çeşitliliği

artırılmasında “yedeklilik” kriteriyle eşleşmektedir. Azerbaycan konumu itibari ile Hazara hâkim konumdadır, Türkmenistan’la 1999 yılında yapılan doğalgaz anlaşmasında Azerbaycan üzerinde Türkiye’ye ulaşması hedeflenmiştir ve hatta Özbekistan, Kazakistan gibi ülkelerden gaz alınması dâhilin de Azerbaycan üzerinde nakli gerçekleştirilebilir. Bu nedendir ki Türkiye doğalgaz kaynaklarını artırmasında Azerbaycan’ın rolü büyüktür. Bir yandan veriler incelendiğinde, Azerbaycan doğalgaz ticaretinin %70 oranında Türkiye’ye yapmaktadır. Bu şekilde olması; yapılmış, yenilenecek ve yapılacak doğalgaz alım anlaşmalarında ve Avrupa’ya pazarlanacak doğalgazın Türkiye üzerinden başka bir alternatif güvenilir güzergâhın olmayışı doğalgaz arz güvenliği açısından Türkiye’nin elini güçlendirmesi olarak tanımlanabilir.

4.3.4 Cezayir(LNG)

Türkiye ile Cezayir arasında ilk sıvılaştırılmış doğalgaz ithalatı gerçekleştirilmiştir. Anlaşma her ne kadar 1988 yılında imzalanırsa da 1994 yılının ortalarında ilk LNG ithalatı gerçekleştirilebilmiştir. Anlaşmanın süresi 20 yıl olduğundan 2014 yılında bitmiş ve aynı yıl içerisinde tarafalar anlaşmayı 10 yıl daha uzatarak ve aynı hacimde doğalgaz alımını yenilemişlerdir. Süresi biten ve/veya bitmek üzere olan anlaşmalarda süre uzatılması ve anlaşmalar için ithalat hacminin artırılması veya aynı kalması Türkiye için doğalgaz vazgeçilmez bir enerji kaynağı olma özelliğini koruyor olması şeklinde yorumlanabilir (Şekil 4. 15).



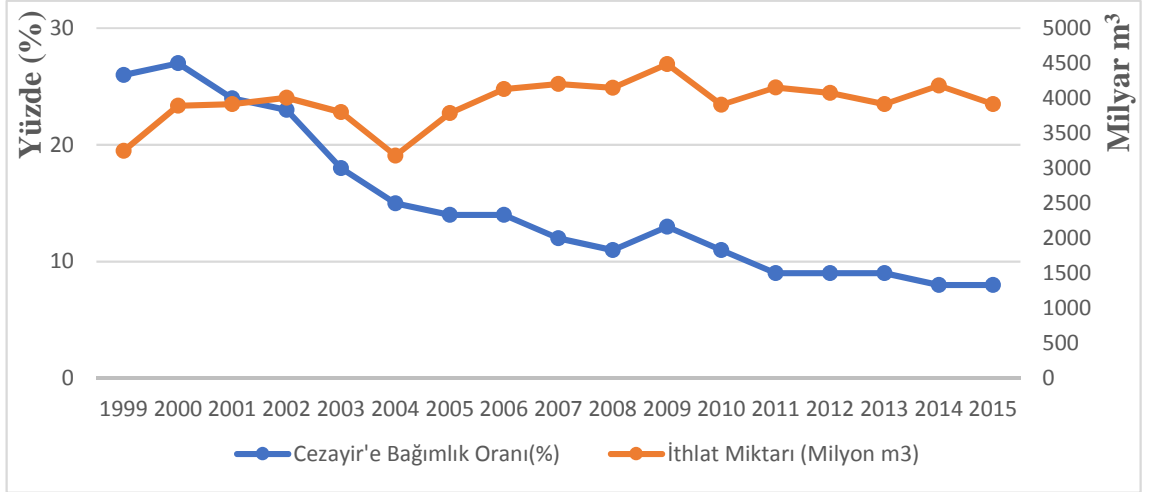
Şekil 4. 15. 2015 Yılı Türkiye Cezayir LNG İthalat Miktarlarının İthalatın Gerçekleştiği Ülkelere Göre Dağılım Oranı (EPDK, 2015)

BP'nin 2016 istatistiki bilgilerine göre ispatlanmış 4.5 Trilyon m³ doğalgaz rezervi küresel ispatlanmış doğalgaz rezervin de %2'e karşılık gelse de Türkiye'nin 2015 yılında %8 oranında doğalgaz ihtiyacını karşılamaktadır. Cezayir'in doğalgaz enerjisi ve Türkiye arasındaki doğalgaz ticareti Çizelge 4.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Cezayir Doğalgaz Enerji Değerlendirmesi (BP, 2016)

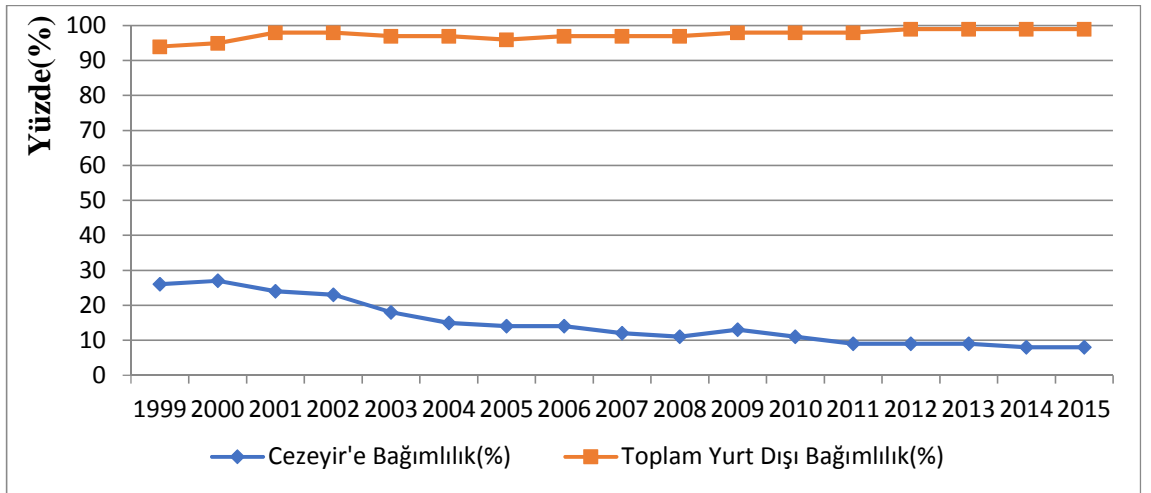
Değerlendirme Kriteri		Genel Değerlendirme
Doğalgaz Rezerv Miktarı	İspatlanmış Rezerv	4.5 Trilyon m ³
	Toplam Üretim (1985 – 2015)	2.173 Trilyon m ³
	2015 Yılı Dünyada Üretimdeki Payı	%2
Doğalgaz Tüketim Miktarı	Toplam Tüketim Miktarı (1985 – 2015)	717.4 Milyar m ³
	2015 Yılı İhracat Miktarı	25 Milyar m ³ boru hattıyla ve 16.2 Milyar m ³ LNG olarak doğalgaz ihracatı
Türkiye ile Arasındaki Doğalgaz Ticaret	Anlaşma ve Mevzuat	1988 yılında imzalanan ancak 1994'de devreye alınan Cezayir doğalgazı Türkiye'ye LNG yöntemiyle ticareti
	Doğalgaz Alım Yöntemi	Türkiye, Cezayir'den doğalgaz alımını LNG yöntemiyle. Bu hatla Türkiye – 2015, 3.8 Milyar m ³

Cezayir için doğalgaz ömür hesabı yapılırsa, 2015 yılı için, mevcut(ispatlanmış) rezerv miktarı 4.5 trilyon m³, mevcut üretimi ise 83 milyar m³, Cezayir'in rezerv ömrünün 54 yıl olduğu hesaplanmaktadır. Türkiye'nin Cezayir'den ithal ettiği doğalgazın zaman içerisindeki değişim Şekil 4.16'da gösterilmiştir.



Şekil 4.16. 1999-2015 Yılları Arası Türkiye'nin Cezayir'e Doğalgaz Bağımlılık Oranı ve İthalat Miktarı (BOTAŞ, 2010; EPDK, 2015)

1999 yılları bağımlılık oranı %26 – 27 seviyelerinde iken 2015 yılında bağımlılık oranı %8'e kadar düşmüştür. Bu düşüşün nedenine bakıldığında Cezayir'den doğalgaz alımında hacim olarak hemen hemen aynı hacimlerde doğalgaz alındığı görülmektedir ve bağımlılık oranının düşmesi Türkiye'nin doğalgaz arz kaynak çeşitlendirme yapması ve 1999 yılına oranla 2015 yılında daha fazla ülkeden doğalgaz tedarik etmesinden dolayı azalmıştır. Dolayısıyla doğalgaz arz güvenliği için yedeklik ve çeşitlilik kriterinin bir kez daha önemi ortaya çıkmıştır. 2015 yılında Türkiye'nin %99.2 yurt dışı ithalatında %8'lik bir paya sahip ülkedir (Şekil 4.17). Anlaşmalar gereği bağımlılığın uzun yıllar daha devam edeceği görülmektedir.



Şekil 4.17. 1999-2015 Yılları Arası Türkiye'nin Cezayir'e Doğalgaz Bağımlılık Oranı ve Toplam Yurt Dışına Bağımlılık Oranı (BOTAŞ, 2010; EPDK, 2015)

4.3.5 Nijerya(LNG)

Nijerya, Türkiye'nin Cezayir'den sonra bir diğer sıvılaştırılmış doğalgaz (LNG) ithal ettiği ülkedir. 1995 yılında 1.2 Milyar m³ hacminde ve 22 yıllık süre olarak anlaşma imzalanmış, 1999 yılında doğalgaz devreye alınmıştır (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. 2015 Yılı Türkiye Nijerya LNG İthalat Miktarlarının İthalatın Gerçekleştiği Ülkelere Göre Dağılım Oranı (EPDK, 2015)

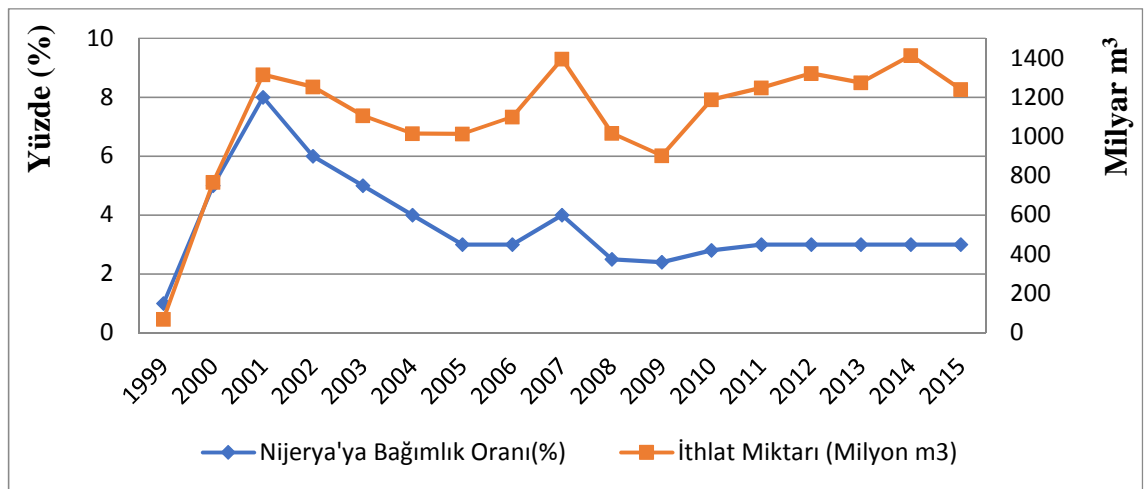
BP'nin 2016 istatistiki bilgilerine göre ispatlanmış 5.1 Trilyon m³ doğalgaz rezervi küresel ispatlanmış doğalgaz rezervin de %3'e karşılık gelse de Türkiye'nin 2015 yılında %2.87 oranında doğalgaz ihtiyacını karşılamaktadır.

Nijerya için doğalgaz ömür hesabı yapılırsa, 2015 yılı için, mevcut (ispatlanmış) rezerv miktarı 5.1 trilyon m³, mevcut üretimi ise 50.1 milyar m³ olup, Nijerya'nın rezerv ömrünün 102 yıl olduğu hesaplanmıştır. Nijerya'nın doğalgaz enerjisi ve Türkiye arasındaki doğalgaz ticareti Çizelge 4.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Nijerya Doğalgaz Enerji Değerlendirmesi (BP, 2016)

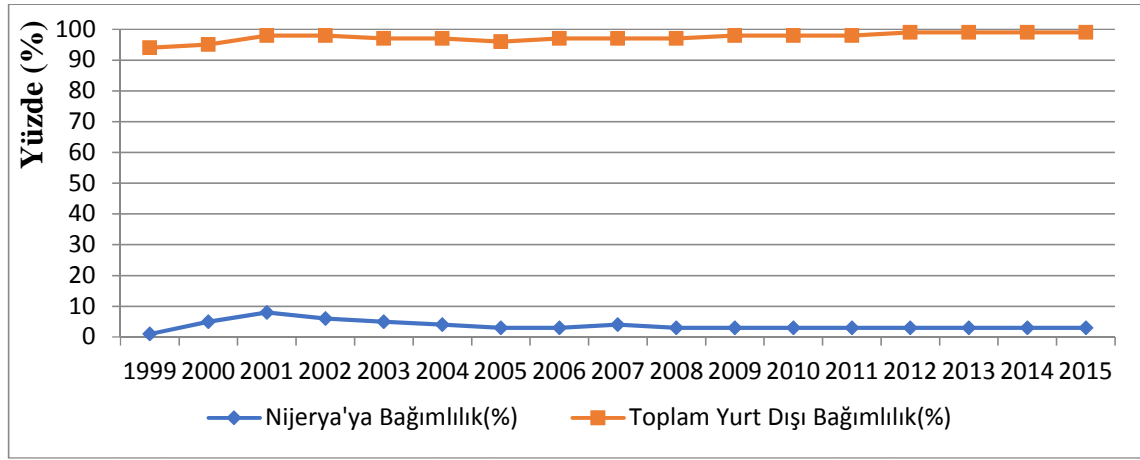
Değerlendirme Kriteri		Genel Değerlendirme
Doğalgaz Rezerv Miktarı	İspatlanmış Rezerv	5.1 Trilyon m ³
	Toplam Üretim (1985 – 2015)	563.6 Milyar m ³
	2015 Yılı Dünyada Üretimdeki Payı	% 1
Doğalgaz Tüketim Miktarı	Toplam Tüketim Miktarı (1985 – 2015)	Milyar m ³
	2015 Yılı İhracat Miktarı	27.5 Milyar m ³
Türkiye ile Arasındaki Doğalgaz Ticaret	Anlaşma ve Mevzuat	1995 yılında imzalanan 22 yıllık geçerliliği olan anlaşma çerçevesinde 1.2 Milyar m ³ 'lük bir doğalgaz alım anlaşması imzalanarak 1999 yılında devreye alınmıştır.
	Doğalgaz Alım Yöntemi	Türkiye, Nijerya'dan doğalgaz alımını LNG yöntemiyle gerçekleştirmektedir. 2015 yılında bu yöntemle Türkiye'ye 1.5 Milyar m ³ doğalgaz alımı gerçekleştirilmiştir.

Türkiye'nin Nijerya'dan ithal ettiği doğalgazın zaman içerisindeki değişimi Şekil 4.19'da belirtilmiştir.



Şekil 4.19. 1999-2015 Yılları Arası Türkiye'nin Nijerya'ya Doğalgaz Bağımlık Oranı ve İthalat Miktarı (BOTAŞ, 2010; EPDK, 2015)

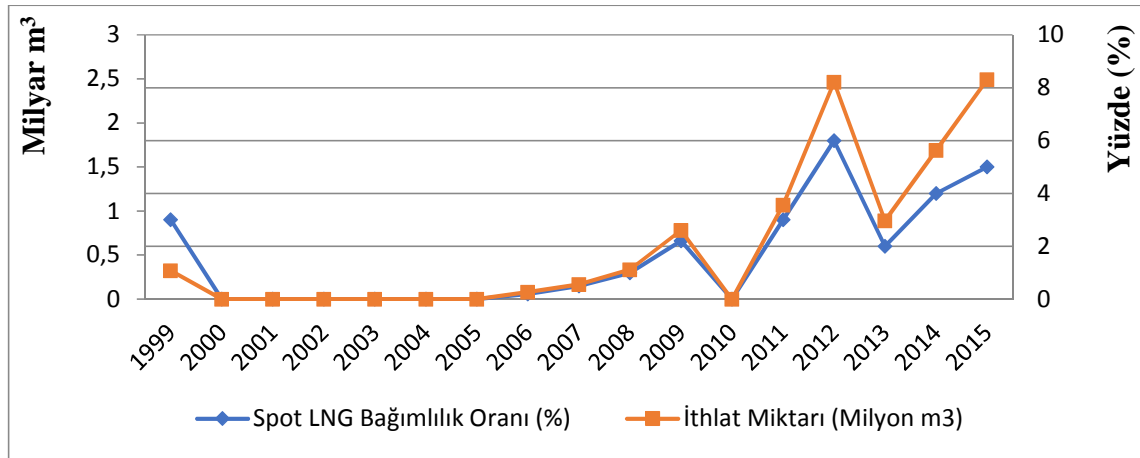
Nijerya, Türkiye'nin 2015 yurt dışı ithalatında %99'luk yurt dışı bağımlılık oranında %3'lük bir paya sahip ülkedir (Şekil 4.20).



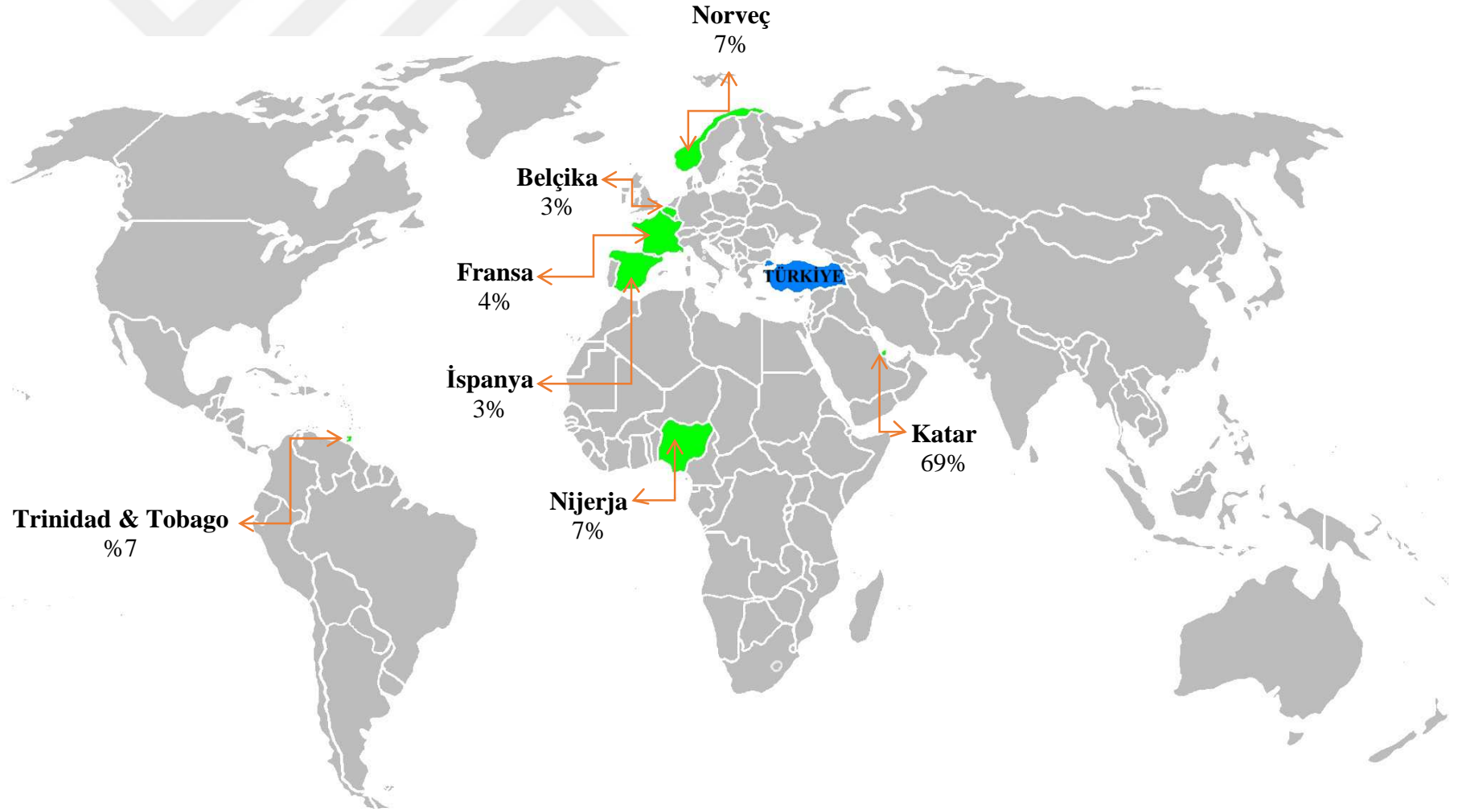
Şekil 4.20.1999-2015 Yılları Arası Türkiye'nin Nijerya'ya Doğalgaz Bağımlık Oranı ve Toplam Yurt Dışına Bağımlılık Oranı (BOTAŞ, 2010; EPDK, 2015)

4.3.6 Spot LNG

Türkiye, kısa vadede artan doğalgaz ihtiyacını karşılamak için özel şirketlerin tek seferlik doğalgaz alım anlaşmaları spot LNG ile karşılanmaktadır. Türkiye ilk spot LNG 1999 yılında 322 Milyon m³ hacminde alım gerçekleştirmiştir. 2015 yılı EPDK'nın verilerine göre Türkiye'nin spot LNG ile toplam doğalgaz ihracatındaki payı %5.15 oranındadır. Türkiye'nin Spot LNG bağımlılık oranınının 1999 - 2015 yılları içerisindeki değişimi Şekil 4.21'de verilmiştir. Ayrıca 2015 yılı Türkiye Spot LNG ithalat miktarlarınının ithalatın gerçekleştiği ülkelere göre dağılım oranları da Şekil 4.22'de gösterilmiştir.



Şekil 4.21. 1999-2015 Yılları Arası Türkiye'nin Spot LNG Bağımlık Oranı(%) ve İthalat Miktarı (BOTAŞ, 2010; EPDK, 2015)



Şekil 4.22. 2015 Yılı Türkiye Spot LNG İthalat Miktarlarının İthalatın Gerçekleştiği Ünelere Göre Dağılım Oranları (EPDK, 2015)

Yurtdışı bağımlılık oranında ülkelerin bağımlılık oranlarını azaltmak için birden fazla doğalgaz arzı sağlayan ülkelerle anlaşmalar yapılmalıdır. Kimi anlaşmalar jeopolitik kritere göre kimi anlaşmalar ise yedeklik (kaynak) ve çeşitlilik kriteriyle yapılmaktadır. Dolayısıyla bu şekilde yapılması stratejik adımları da beraberinde getirmektedir. Doğalgaz arz güvenliğinin sağlanması ve Türkiye'nin bu kadar yurtdışı bağımlılığı olması ülke için milli bir politika olgusuyla hareket edilip ona göre adımlar atılmalıdır ki Türkiye'nin doğalgaz arz güvenliğini sağlama aşamasında “planlanmış – inşa – planlanma aşamasında” olan projeleri bulunmalıdır. Bu projelerin hayata geçirilmesi Türkiye için doğalgaz arz güvenliğinin sağlanmasında büyük bir yol kat etmesini sağlayacaktır.

4.4 Planlanmış, Yapım ve Planlama Aşamasında Olan Doğalgaz Boru Hattı Projeleri

Türkiye'nin doğalgaz arz kaynaklarını artırmak için daha önce doğalgaz rezervleri bakımından zengin ülkelerle bir takım planlanmış ve anlaşmalar imzalanmış dolayısıyla inşa aşamasına geçilmiş uluslararası projeler bulunmaktadır.

4.4.1 Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı Projesi (TANAP) (Türkiye – Azerbaycan)

Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı Projesi (TANAP) aslından diğer bir adıyla Güney Kafkas Gaz Koridoru olarak bilinen hat üç bölümden oluşmaktadır; Azerbaycan ve Gürcistan sınırları içerisinde olan bölüm “Güney Kafkas Doğalgaz Boru Hattı (SCP)”, Türkiye sınırları içerisindeki bölüm “Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı Projesi (TANAP)” ve Yunanistan Türkiye sınırından başlayıp Adriyatik denizini geçerek İtalya'ya oradan Avrupa'ya kadar uzanan kısmına da “Trans Adriyatik Boru Hattı (TAP)” şeklinde oluşmaktadır.

Bu projeye Azerbaycan'da bulunan Şahdeniz II sahasından ve güney Hazar denizindeki diğer sahalardan çıkarılan Azeri doğalgazın bu hat vasıtası ile Avrupa'ya ulaştırılması hedeflenmiştir. Türkiye ile yapılan müzakereler neticesinde 2012 yılında anlaşma imzalanmıştır. Bu anlaşmaya göre bu hat ile 16 Milyar m³ doğalgaz akışı sağlanacak bu akışın 6 Milyar m³ lük bölümü Türkiye'ye bırakılıp kalan 10 Milyar m³ gazın Avrupa'ya ulaştırılması kararlaştırılmıştır. Anlaşmayı İki ülke tarafından projeye özel ortak şirketler birliği oluşturmak üzere tayin edilen şirketler; Azerbaycan petrol şirketi (SOCAR) ve Türkiye Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi (BOTAS)'dir.

Proje inşa aşamasında olup 56 ve 48 inçlik borular döşenmektedir. Başlangıç aşamasında 16 Milyar m³ hacme sahip daha sonra ise 31 Milyar m³ kapasiteli bir hat

olacaktır, hattın uzunluğu 1805 km olarak hesaplanmıştır. İlk doğalgaz akışı 2018 yılı ortaları olarak tahmin edilmektedir. İnşa aşamasında olan Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı Şekil 4.23’de projenin geçiş güzergâhları gösterilmiştir.

Bu projenin hayata geçmesiyle Azerbaycan’dan ikinci doğalgaz alımı olacaktır. Dolayısıyla mevcut alımla birlikte Azerbaycan’dan aldığımız doğalgaz 13 Milyar m³ seviyelerinde olacak ve Türkiye’nin tüketimi fazla olan aylarında (Aralık, Ocak ve Şubat) Rusya’dan ve İran’dan ek alımlar yapmasını önleyecek ve ekonomik yönden daha ucuz olan Azerbaycan gazı bu talebi karşılamış olacaktır. İran 1000 m³ doğalgazı proje imzalanmadan önce 505 dolardan 585 USA dolara çıkarmış ve Türkiye’nin en pahalı doğalgaz alımıdır. Normalde uluslararası doğalgaz piyasasında bin metreküplük doğalgaz 400 dolar civarındadır. Türkiye’nin ekonomik olarak en uygun aldığı gaz 380 dolarla Azerbaycan gazıdır. Daha önce belirtildiği gibi enerji arz güvenliği tanımında; enerjinin ekonomik, güvenilir ve kesintisiz olması olarak tanımlanmış ve tanıma en uygun projenin Azeri Gazı olduğu görülmektedir.

Projenin diğer bir özelliği Rusya’nın tekelinde bulunan Avrupa’nın ikinci bir doğalgaz boru hattı vasıtasıyla başka bir ülkeden ve hazar bölgesinden doğalgaz alımı olacaktır. Bu projeye Avrupa devletleri doğalgaz arz güvenliği kapsamında yedeklik (kaynak) ve çeşitlilik kriterlerini yerine getirmesi ve enerji arz güvenliği sağlanması konusunda yeni bir adım atmış olacaktır.



Şekil 4.23. Türkiye – Azerbaycan Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı Projesi Geçiş Güzergâhı (TANAP) (BOTAŞ, 2015; Harita: Google Earth)

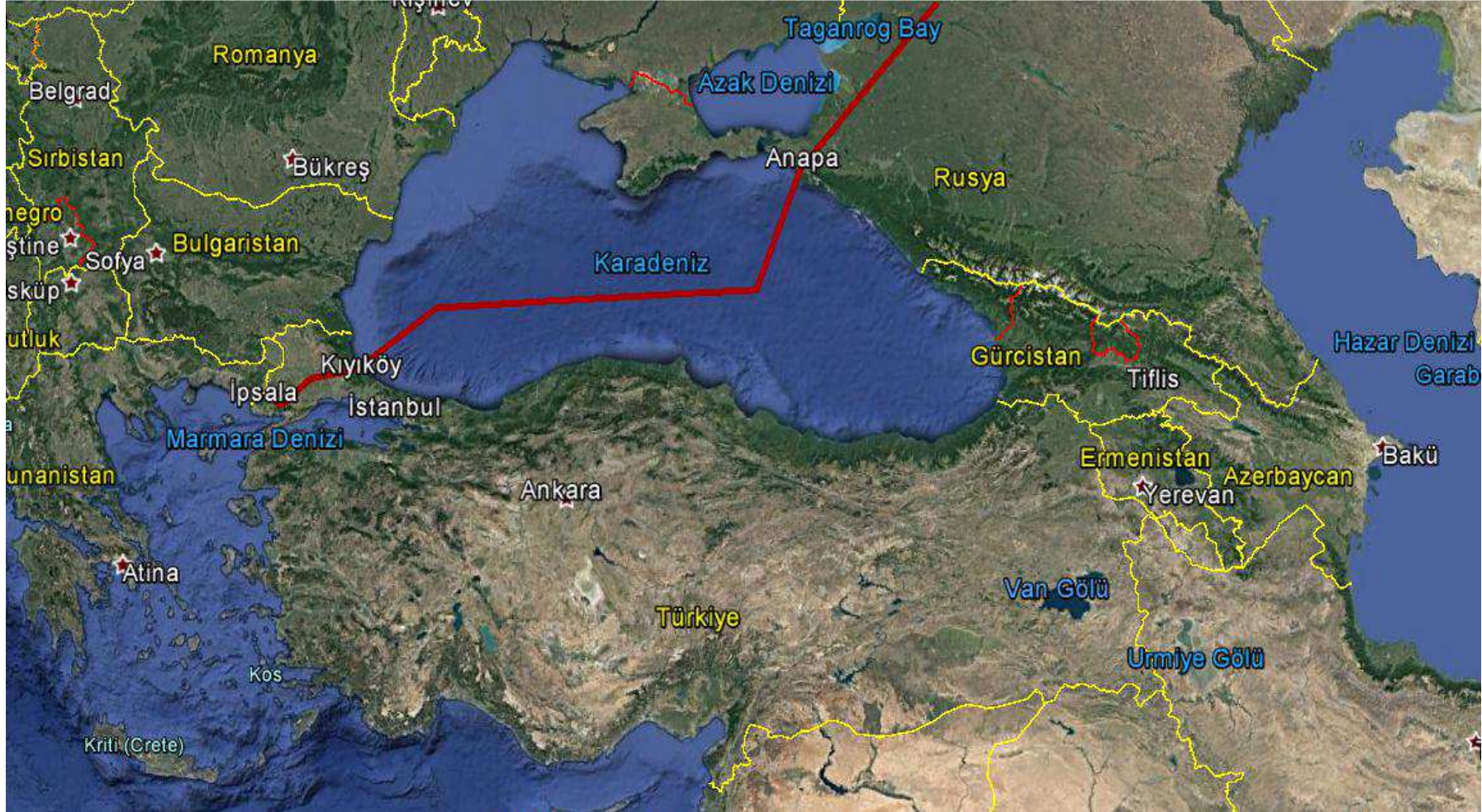
4.4.2 Türk Akımı Doğalgaz Boru Hattı Projesi (Türkiye – Rusya)

Türkiye ile Rusya arasında imzalanan anlaşma, yaşanan uçak krizinden sonra sekteye uğrasa da ülkelerin yeniden normalleşme düzeyine gelmesiyle tekrardan çalışmalar başlatılmış ve iki yıllık bir çalışmadan sonra 10 Ekim 2016 tarihinde iki ülke tarafından imzaya alınmıştır. Türk akımı projesinin muhtemel geçiş güzergâhı Şekil 4.24'de gösterilmiştir.

Projenin amacı Rus doğalgazının Türkiye üzerinden Avrupa'ya taşıyacak olmasıdır. Proje neden Türkiye üzerinde Avrupa'ya taşınıyor da eski Sovyet ülkeleri üzerinde taşınmıyor sorusunu beraberinde getirmektedir. Çünkü Rusya en güvenli yolun Türkiye üzerinden olduğu kanaatini getirmiş ve tercihini Türkiye olarak belirlemiştir. Ayrıca Rusya - Ukrayna arasında süren bir anlaşmazlık iç savaş bulunmaktadır. Rus gazının Avrupa'ya taşınmasında alternatif güzergâh üzerinde Ukrayna'nın ve Polonya'nın olması ve Rusya'nın da bu devletlerle ilişkilerinin kötü ve hatta savaş halinde olması doğalgaz iletim hattının güvenliği için büyük risk teşkil etmektedir. Rusya bu projeye stratejik bir adım atarak arasında problem olan ülkeleri saf dışı bırakarak bu projeden gelir elde etmelerini engellemiş ve kendine yeni bir doğalgaz iletim yolu oluşturmuştur.

Bu proje ne kadar Rusya'nın işine yarasada Türkiye'nin de enerji arz güvenliği açısından elini güçlendirmiştir. Türkiye bu projeye bir kez daha kendini "enerji üssü, enerji köprüsü ve enerji koridoru" bir ülke olduğunu ispat etmiştir. Daha önce belirtilen TANAP ve Türk Akımı bu projeler Avrupa'ya gaz sağlayacak projelerdir. Dolayısıyla Avrupa Türkiyesiz bir enerji arz güvenliği düşünemez ve yapılacak enerji politikalarında Türkiye'yi göz ardı edemez konumuna getirmiştir.

Rusya Enerji Bakanı Novak : doğalgaz iletim hattının aslında dört hat olarak planlandığı sonradan iki hat olarak yenilendiğini belirtmiştir. Bu iki hattın birinci hattın Türkiye'ye doğalgaz sağlayacağı 15.75 Milyar m³ doğalgaz sağlayacağı, ikinci hattın ise Türkiye üzerinden Avrupa'ya yaklaşık 48 Milyar metreküp doğalgazın aktarılması olarak planlamıştır. Toplamda Rusya'dan 63 milyar m³'lük bir doğalgaz akışı sağlanmış olacaktır. Bu projeye Türkiye Rusya'dan üçüncü bir yolla doğalgaz tedarik edecek olması doğalgaz arz güvenliğini sağlaması açısından önem arz etmektedir.



Şekil 4.24. Türkiye – Rusya Türk Akımı Doğalgaz Boru Hattı Projesi Muhtemel Geçiş Güzergâhı (Gazprom, 2016; Harita: Google Earth)

4.4.3 İran - Türkiye - Avrupa Doğalgaz Boru Hattı Projesi (Türkiye – İran -Avrupa)

İran ve Türkmenistan kaynaklı doğalgazının Türkiye üzerinden Avrupa'ya taşınması için Türkiye İran arasında 2008 yılında proje hususunda mutabakat imzalanmıştır. 2011 yılında Türkiye kısmı mühendislik çalışmalarının başlamasıyla mutabakata “Türkiye'nin ihtiyaç duyması halinde boru iletim hattından Türkiye'nin gaz sağlayabileceği” maddesi eklenmiştir. Bu maddenin eklenmesi İran'dan alınan doğalgazın ikinci bir iletim hattıyla da sağlanacağı ayrıca Türkmenistan gazının da dolaylı bir yolla alınması anlamına gelmektedir.

Bu projenin hayata geçmesiyle; Türkiye'ye doğalgaz geçiş ücretinin yanı sıra ekonomik alanda, enerji arz güvenliği, enerjide üssü ve jeopolitik önemin artmasında avantaj sağlayacaktır. Bu proje; enerji talep piyasası ve enerji arz piyasasını birbirine bağlayarak Türkiye'nin bir kez daha enerji köprüsü olduğunu tescil etmektedir. İran'la yapılan anlaşmalarda enerji arz güvenliğinin sağlanması için stratejik kriterlerin tamamıyla ilgili olmasıdır. İran sınır komşumuz olduğundan ve ülkemizin komşularıyla sıfır sorun politikası ilkesinin gereği jeopolitik kriteriyle, doğalgaz tedarikçimiz nedeniyle yedeklik(kaynak) ve çeşitlilik kriteriyle eşleşmektedir. Dolayısıyla diğer doğalgaz ithalat ettiğimiz ülkelere nazaran İran'la yapılan anlaşmalar böge güvenliği, enerji arz güvenliği ve ikili ilişkiler açısından önem kazanmaktadır.

İran'dan Avrupa'ya uzanan doğalgaz boru hattı projesinin yaklaşık 5.000 km olarak hesaplanmıştır. Bu hattın Türkiye kısmının da 1.789 km olarak belirlenmiştir. Hattın inşası 56 inçlik borular döşenerek yapılması planlanmıştır. Bu projeye Avrupa'ya yıllık 35 Milyar m³ doğalgaz taşınması hedeflenmiştir. Toplamda beş ülkeden geçmektedir ve hizmet ömrünün 50 yıl olarak belirlenmiştir (İTE, 2013).

Bu projenin tamamlanmasıyla TANAP'tan (Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı) sonra Avrupa doğalgaz ihtiyacını doğudan gelen ikinci bir boru hattıyla karşılanmış olacaktır. Buda Avrupa'nın doğalgaz ihtiyacının çoğunluk bir payının Rusya'dan karşılamasının diğer bir tabirle Rusya'nın tekelinden kurtulması anlamına gelmektedir. Daha önce belirtildiği gibi Türkiye 'siz Avrupa doğalgaz arz güvenliği, dolayısıyla enerji arz güvenliği düşünemez yorumu yapılabilir. Proje kapsamında olan İran Türkiye Avrupa Doğalgaz Boru Hattı Şekil 4.25'de gösterilmiştir.



Şekil 4.25. İran - Türkiye - Avrupa Doğalgaz Boru Hattı Projesi (ITE, 2013; Harita, Google Earth)

4.4.4 Trans Adriyatik Doğalgaz Boru Hattı Projesi (TAP) (Şahdeniz Konsorsiyumu)

Azerbaycan'ın Şahdeniz II sahasındaki doğalgazın Türkiye'den sonraki ülkelere iletilecek kısmını kapsamaktadır. Proje, Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı (TANAP) ve İran Türkiye Avrupa Doğalgaz Boru Hattı (ITE) projelerine rakip değil aksine bu projelerin Avrupa kısmını tamamlayıcı ve devamı konumundadır. Projesinin anlaşması, Şahdeniz şirketler birliği tarafından 2013 yılının eylül ayında imzalanmıştır. Şahdeniz şirketler birliği: % 28,8 BP, % 19 TPAO, % 16,7 SOCAR, % 15,5 Statoil, % 10 Total, % 10 Lukoil hisse paylarıyla Azerbaycan'ın Şahdeniz doğalgaz sahasında üretim yapmaktadırlar.

Bu projenin gerçekleştirilmesiyle Avrupa Rus gazına olan bağımlılık oranında azalma olacaktır, bu durumu Avrupa'yı Rusya'nın tekelinde kurtaracak alternatif bir hattan ve kaynaktan doğalgaz tedariki sağlayacaktır. Türkiye ise bu proje kapsamında jeopolitik ve jeostratejik bir avantajın yanı sıra doğalgaz sağlanacaktır. Avrupa ülkeleriyle olan ilişkilerini, ekonomik ve politik ilişkiler açısından olumlu sonuçlar doğuracaktır. Avrupa'nın enerji özellikle doğalgaz ithalat bağımlılığı Türkiye ile hemen hemen aynıdır dolayısıyla Türkiye'nin doğalgaz arz güvenliği konusunda attığı adımları Avrupa devletlerinin de aynı yolu izlemesi ve alternatifler üretmesi tabiidir. Bu nedenledir ki Türkiye doğalgaz üretimi %0,8'lerde olsa da BP Statistical 2016 verilerine göre dünya doğal gaz rezervlerinin % 72'sine sahip olan Ortadoğu ve hazar bölgesine komşu konumundadır.

Bu konumu itibariyle Türkiye enerji ihtiyacı olan Avrupa ülkelerine doğalgaz tedarikinde aracı ve/veya sağlayıcı enerji merkezi haline getirmiştir. Türkiye bu avantajı kullanarak hem enerji arz güvenliğini sağlayabilir hem de ekonomik gelir elde ederek ülke ekonomisine katma değer kazandırarak toplumsal refah oluşacaktır.

Bu gibi projelerin içinde olmak ve Rusya'ya alternatif Ortadoğu ve Hazar Bölgesinin doğalgazını Avrupa'ya taşınmasında öncülük etmek Türkiye'nin enerji alanında söz sahibi bir ülke konumuna getirmektedir. Proje kapsamında olan Trans Adriyatik Doğalgaz Boru Hattı geçiş güzergâhı ve Avrupa ülkelerinin doğalgaz bağımlılığı Şekil 4.26'da gösterilmektedir.

4.4.5 Arap Doğalgaz Boru Hattı Projesi (Mısır – Türkiye)

Türkiye doğalgaz arz güvenliği açısından doğalgaz kaynak çeşitliliğini artırmak için ilk ismi Mısır doğalgaz boru hattı olan proje oluşturularak Mısır'dan, Türkiye'ye doğalgaz sağlanması için çalışmalar başlatılmıştır. Dolısıyla bu çalışmalar neticesinde ilgili iki ülke arasında 2000 yılında iki ülkenin ilgili bakanları tarafından petrol ve doğalgazda iş birliği olarak protokol imzalanmıştır. Bu protokolda Mısır'dan, Türkiye'ye Akdeniz'den geçecek bir hatla yıllık 4 Milyar m³ doğalgaz sağlanması konusunda beyanda bulunulmuştur.

İki ülkenin ilgili bakanlıkları Türkiye (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı) ve Mısır (Petrol Bakanı) arasından 2004 yılında Türkiye'ye doğalgaz ithalatı ve Türkiye üzerinden Avrupa'ya doğalgaz iletimi konusunda anlaşma imzalanmıştır (BOTAŞ, 2006). Tabii sonra meydana gelen gelişmeler neticesinde Mısır doğalgazının proje ismi ve güzergâhı değiştirilerek “Arap Doğalgaz Boru Hattı Projesi” ismini almıştır. Önceki projede doğalgazın Akdeniz'den bir hatla Türkiye'ye iletilmesi düşünülmüştür. Yeni güzergâh Ürdün ve Suriye üzerinden Türkiye'ye iletilmesi planlanmıştır. Hâlihazırda yeni güzergâh üzerinde bulunan Ürdün, Suriye ve Lübnan'a Mısır doğalgaz sağlamaktadır ve aynı hattın Suriye üzerinden devam ettirilerek, Türkiye'nin doğalgaz iletim hattına Kilis – Türkoğlu boru hattına bağlanarak proje hayata geçirilmiş olacaktır.

Gelişen olaylar, bozulan ilişkiler (Suriye - Türkiye) bu projenin hayata geçmesi hâlihazırda mümkün gözükmemektedir. Çünkü Suriye'de yaşanan iç savaşın ve ülkemizin Suriye ile olan politikası bu projenin ve/veya başka atılacak adımların şimdilik rafa kalktığını göstermektedir. Dolısıyla bu durumu tersine çevrilmesini şu şekilde yorumlayarak açıklayabiliriz: Suriye'deki iç savaşın bitmesi, ülkeler arası normalleşmelerin yaşanması, ülkelerin birbiriyle olan ilişkilerin tekrar tesis edilmesiyle ve Türkiye doğalgaz arz açığını kapatması ve/veya doğalgaz kaynak çeşitliliğini artırmak için bu projenin tekrardan kaldığı yerden devam etmesini sağlayacaktır. 2015'in kasım ayında Türkiye ile Rusya arasında yaşanan uçak krizi sonrası Türk akımı doğalgaz boru hattı projesi rafa kaldırılmıştı. Ancak iki ülke arasında tekrardan ilişkilerin düzelmesiyle beraber ilk olarak 2016 yılında bu projenin hayata geçirilmesi için anlaşma imzalanmıştır.

Suriye'deki iç savaşın ne zaman biteceği belirsizliğini korurken birde ülke ilişkilerinin normalleşme süresini katarsak bu süreler zarfında, Türkiye doğalgaz arz açığını kapatması ve/veya doğalgaz kaynak çeşitliliğini artırmak için bu projenin daha

önceki halini devreye sokabilir. Akdeniz geçişli doğalgaz boru hattıyla mümkün olur. Proje kapsamında olan Arap doğalgaz boru hattı güzergâhı ve Akdeniz geçiş güzergâhı Şekil 4.27’de gösterilmiştir.



Şekil 4.27. Mısır - Arap Doğalgaz Boru Hattı Projesi Geçiş Güzergâhı (BOTAŞ, 2015; Harita: Google Earth)

4.4.6 Irak Türkiye Doğalgaz Boru Hattı Projesi

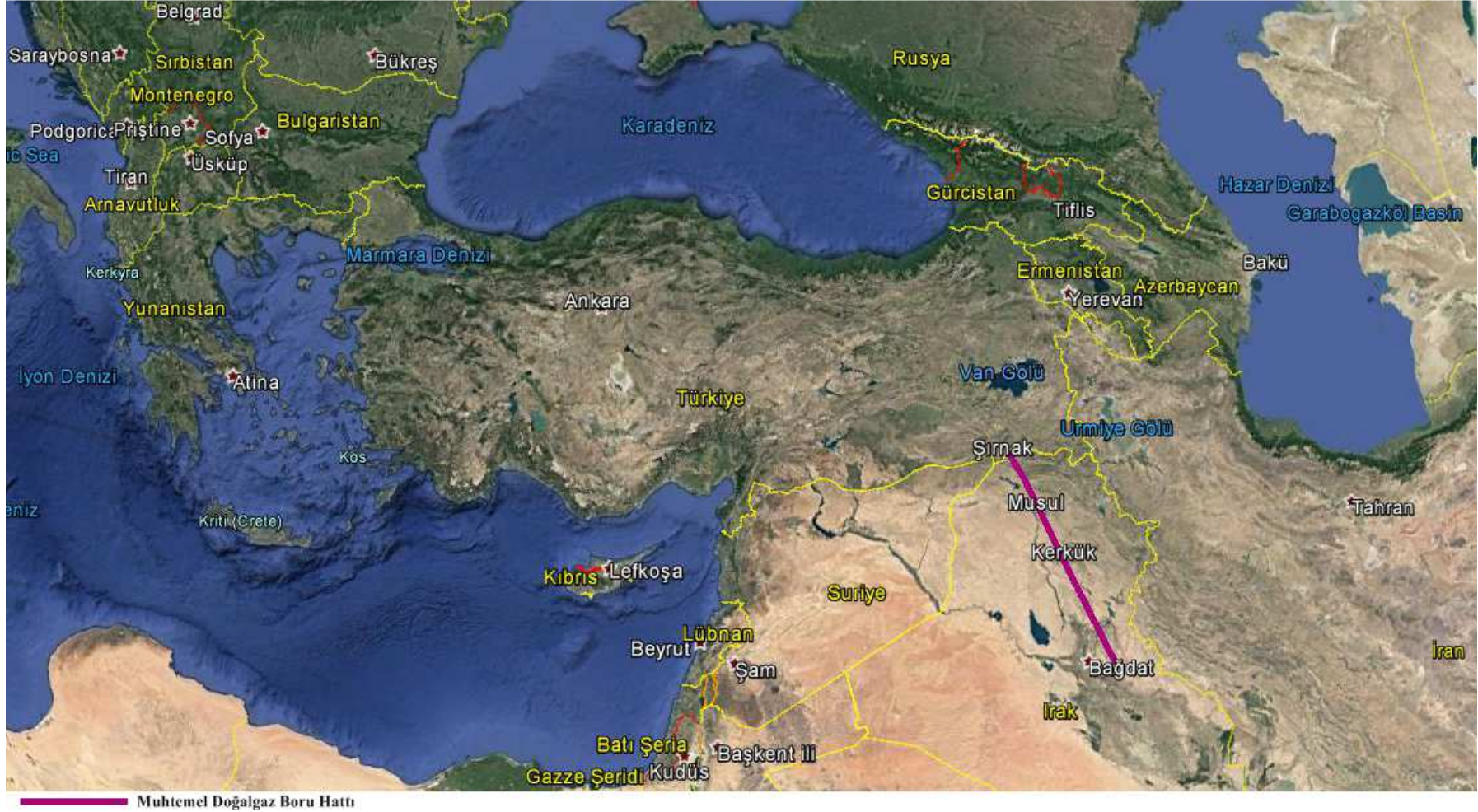
Irak Türkiye doğalgaz boru hattı projesi; Türkiye'nin doğalgaz ihtiyacını Irak'tan karşılamak istemiş bu amaçla ortaya çıkmıştır. İlk olarak proje ile hükümetlerin ilgili bakanları 1996 yılında bir araya gelerek Türkiye'nin talebine cevap verebilecek ve yılda 10 milyar taşıyabilecek bir doğalgaz boru hattı hususunda bir çerçeve anlaşma imzalanmıştır.

2003 yılında Irak'ta yaşanan gelişmeler nedeniyle BOTAŞ, TPAO ve Shell görüşmelere başladıktan sonra bu üç şirket arasında 2008 yılında Irak'tan Türkiye'ye doğalgaz ihracatı konusunda mutabakat metni imzalanmıştır. Bu mutabakat çerçevesinde projenin ismi "Irak – Türkiye doğalgaz İhracat Projesi" adını almıştır. Mutabakat metnine göre ilgili şirketlere doğalgaz arama, üretim, taşınması ve olası ülkelerin bağlantılarının Türkiye'deki doğalgaz alt yapısının değerlendirilmesi ve iç piyasanın (Irak) ihtiyaçları giderildikten sonra Türkiye ve Avrupa'ya ihraç edilmesi gibi olanaklar sağlamıştır.

Türkiye - Irak ilişkileri 2010 – 2011 Irak'ta yaşanan siyasal, mezhepsel çatışmalar nedeniyle Türkiye'nin izlediği ve uyguladığı politika Irak merkezi hükümetinin Türkiye karşısı bir hal almasıyla iyiden iye kopmuştur. Merkezi hükümet ile kopan ilişkiler Türkiye'nin ekonomik ve enerji işbirliğinde yeni muhataplar edinmeye itmiştir.

Türkiye'nin yeni enerji anlaşmaları imzalayacağı grup, 2011'in Kasım ayında dünyanın en büyük petrol şirketlerinden Exxon mobil ile petrol anlaşması imzalamış olan Kuzey Irak Bölgesel Yönetimidir. Irak merkezi yönetimi bu anlaşmaya karşı çıksa da Exxon mobil şirketi kuzey Irak Bölgesel yönetimini muhatap almıştır. Exxon mobil şirketinin girmesiyle yeni petrol ve doğalgaz şirketlerinin de Irak merkezi hükümetin itirazlarına rağmen anlaşma sağlamsına yol açmıştır.

Türkiye bu durumda iki karar almıştır; birincisi kuzey Irak'tan yeni bir petrol boru hattıyla Türkiye'ye taşınması ve dünyaya pazarlanması projesi gündeme gelmiştir. Diğeri ise Türkiye'nin resmi enerji şirketlerinin kuzey Irak'a girilmesidir. Türkiye - Irak yönetiminin kara listesine girmemesi için BOTASŞ altında yeni bir şirket açarak çözmeye çalışmıştır (KTO, 2013). Bu olanlar neticesinde doğalgaz boru hattı projesi de gündeme gelmiş bu projeye 4 milyar m³ hacminde kuzey Irak doğalgazını getirilmesi hedeflenmiştir. Ama günümüzde Irak'ta yaşanan terör, mezhepsel savaşlar ve istikrarlı bir siyasal ilişkilerin olmaması neticesinde doğalgaz boru hattı projeleri hayata geçirilememiştir. Proje kapsamında olan Irak Türkiye Doğalgaz Boru Hattı Şekil 4.28'de gösterilmiştir.



Şekil 4.28. Irak - Türkiye Doğalgaz Boru Hattı Projesi Muhtemel Geçiş Güzergâhı (ETKB, 2015; Harita: Google Earth)

4.4.7 Türkmenistan Doğalgaz Boru Hattı Projesi

Türkmenistan’la Türkiye arasında 1999 yılında imzalanan bir anlaşma bulunmaktadır. Bu anlaşmaya göre 16 milyar m³’lük hacimde doğalgaz alımı ve anlaşmanın 30 yıl süresi olduğu belirtilmiş olup, doğalgaz alımı boru hattıyla getirilmesi planlanmıştır. Bu hat Hazar geçişi Azerbaycan’a oradan da Gürcistan üzerinden Türkiye’ye ulaştırılması planlanmıştır. Türkmenistan hazar geçişi doğalgaz boru hattının o tarihteki mutabakat metnine göre 2000 yılında projenin başlaması ve 2002 yılı ortalarında bitirilmesi belirtilmiştir.

Türkmenistan doğalgaz verilerine baktığımızda, BP’nin 2016 istatistiki bilgilerine göre ispatlanmış 17.5 Trilyon m³ doğalgaz rezervi küresel ispatlanmış doğalgaz rezervin de %9’una karşılık gelmektedir. Dolayısıyla Türkmenistan küresel rezerv bakımından dördüncü sırada yer almaktadır. Aynı rapordaki verilerle Türkmenistan için doğalgaz ömür hesabı yapılırsa, 2015 yılı için, mevcut (ispatlanmış) rezerv miktarı 17.5 trilyon m³, mevcut üretimi ise 72.4 milyar m³ olup, Türkmenistan’ın rezerv ömrünün 242 yıl olduğu hesaplanmaktadır. Bu veriler ışığında, projenin gerçekleşmesi şüphesiz Türkiye’nin doğalgaz ihtiyacını uzun yıllar karşılayacağı yorumu yapılabilir muhtemel “Türkmenistan doğalgaz boru hattı” Hazar geçişi olarak Şekil 4.29’da gösterilmiştir.



Şekil 4.29. Hazar Geçişli Türkmenistan Doğalgaz Boru Hattı Projesi Muhtemel Geçiş Güzergâhı (BOTAŞ, 2015; Harita: Google Earth)

4.4.8 Türkiye - Yunanistan Doğalgaz Enterkonneksiyonu (ITG)

Proje; Avrupa Birliği “Avrupa’ya devletlerarası petrol ve gaz ulaştırması” programı kapsamında geliştirilen “Güney Avrupa Doğalgaz Ringinin” ilk bölümü ve Hazar Bölgesinden Avrupa’ya gaz sağlayacak olan “Güney Gaz Koridorunun” bir bölümü olarak tanımlanabilir. Türkiye ve Yunanistan doğalgaz şebekelerinin enterkonneksiyonunu içeren Türkiye’den Yunanistan’a doğalgaz iletimiyle ilgili hükümetler arası anlaşma 23 Şubat 2003 tarihinde imzalanmıştır.

2005 yılında temeli atılan ve 18 Kasım 2007 tarihinde açılışı yapılan Türkiye-Yunanistan Enterkonnektörü aracılığıyla, Türkiye boru hattıyla ilk doğalgaz ihracatını gerçekleştirmiş ve Avrupa, hazar bölgesinden ilk defa alternatif bir yolla doğalgaz alımı sağlamıştır (EPDK, 2015). Türkiye 2008 yılından beri Azerbaycan’dan (Şah Deniz Faz I) aldığı doğalgazın bir miktarını ihraç etmektedir. Türkiye adına ihracat yapan şirket BOTAŞ olup 2012 ve 2015 yılları arası ihraç ettiği doğalgaz miktarları şekil 2.36’da gösterilmiştir. Türkiye - Yunanistan mevcut doğalgaz boru hattı Şekil 4.30’da gösterilmiştir.

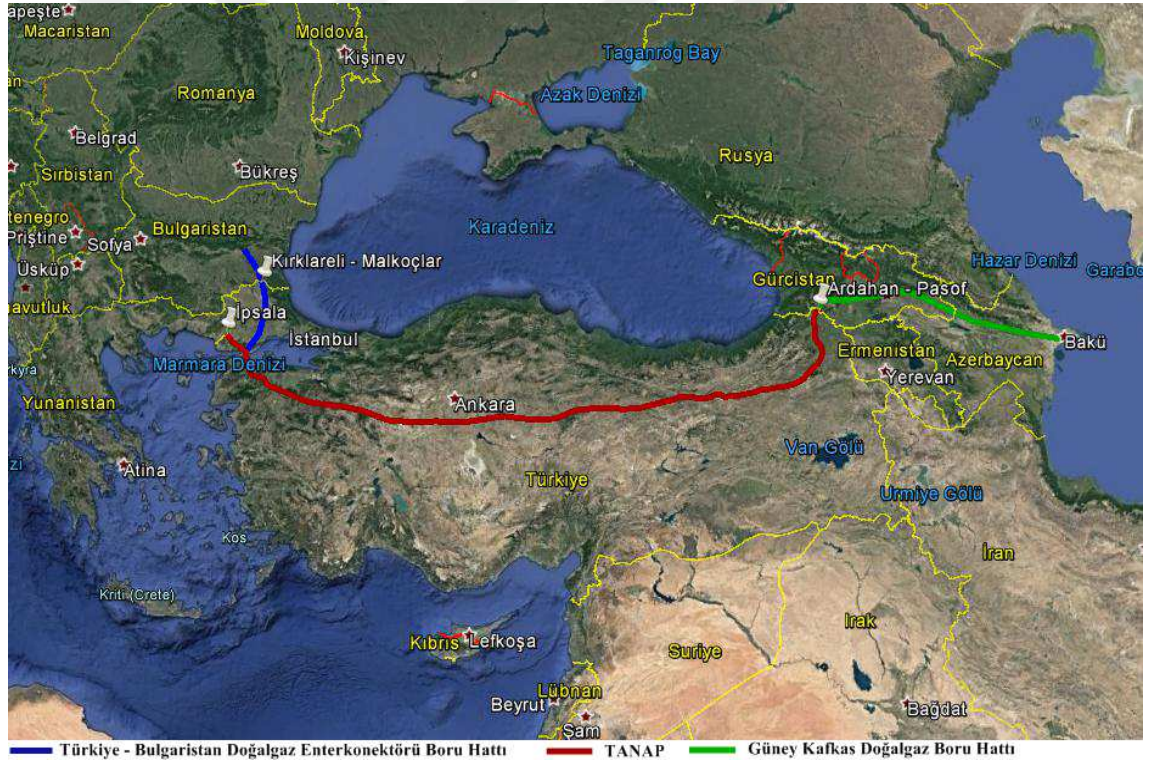


Şekil 4.30. Türkiye - Yunanistan Doğalgaz Enterkonektörü Boru Hattı Geçiş Güzergâhı (ETKB, 2015; Harita: Google Earth)

4.4.9 Türkiye – Bulgaristan Enterkonneksiyonu (ITB)

Türkiye'nin şirketi olan TPAO'nun da bulunduğu Şahdeniz şirketler birliği ile Bulgaristan'ın doğalgaz şirketi Bulgargaz ile 2013 de doğalgaz alım anlaşması imzalanmıştır. Anlaşmanın süresi 25 yıl olarak belirlenmiştir.

2014 yılında Türkiye – Bulgaristan Enterkonneksiyonu'na ilişkin bir mutabakattı imzalanmıştır. Türkiye – Bulgaristan Enterkonneksiyonu ile ilgili ön fizibilite raporunun hazırlanmasına yönelik çalışmalar devam etmektedir. Avrupa birliği komisyonu tarafından 29 Ekim 2014 tarihinde yayımlanan açıklamada, Avrupa birliği üyesi ülkeler tarafından "Connecting Europe Facility (CEF)" fonu kapsamında desteklenen projeler arasında "Türkiye-Bulgaristan Doğalgaz Enterkonneksiyonu" projesinin de yer aldığı duyurulmuştur (EPDK, 2015). Planlanan projenin muhtemel güzergâhı Şekil 4.31'de gösterilmiştir.



Şekil 4.31. Türkiye-Bulgaristan Doğalgaz Enterkonneksiyonu Muhtemel Geçiş Güzergâhı (ETKB, 2015; Harita: Google Earth)

4.5 Türkiye Doğalgaz Depoları ve LNG Terminalleri

4.5.1 Doğalgaz Depolama Yöntemleri ve Önemi

Fosil yakıtlar içerisinde doğalgazın kullanım alanlarının her geçen gün artmasıyla vaz geçilmez bir kaynak haline gelmektedir. Bu nedenledir ki her ne kadar ülkeler yeterli kaynak sağlansa da olası bir sorunda mevcut doğalgaz tüketimi sekteye uğratılmaması için; sanayide, ulaşımda, ülke içi ekonomide ve ısı amaçlı kullanımlarda kısa vadeli doğalgaz tedariki için depolanmış doğalgazdan yararlanılmaktadır. Bu durumun doğalgazın depolanmasının ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Doğalgazın depolanmasının amaçları;

- Doğalgaz arz sağlayan ülkelerle oluşacak siyasi, ekonomik ve ikili ilişkilerin bozulması kısa vadede ülke ihtiyacın karşılanması,
- Kış aylarında elektrik üretimin yanı sıra ısınma ihtiyacında da kullanılması doğalgaz tüketiminin artması ve mevcut ithalatın ve üretimin ihtiyaca cevap vermemesi,
- Doğalgazın boru hattı taşınmalığında, boru hattında oluşabilecek arıza, sabotaj, patlama, doğa olayları (sel, deprem, göçük vb.) ve terör saldırılarına maruz kalması
- Yazları ihtiyaç fazlası doğalgazın depolanarak ülke içi rezerv oluşturulması,
- Tüketimin fazla olduğu zamanlarda sanayi kuruluşlarının işleyişlerinin sekteye uğratılmaması ve istikrarın korunmasıdır.

Ana hatlarıyla bu şekilde ifade edilmektedir.

Sunu (2001) “petrol ve doğalgazın yeraltında depolanması” isimli çalışmasında Doğalgazın yeraltına depolama işlemi nasıl yapıldığını aşağıda ki başlıklarla açıklamıştır:

- **Doğalgazın Yeraltı Mağalarına ve Boşluklara Depolanması;**

Bu metot depolama işlemi özellikle yeraltına acılan bölümlerden oluşur. Bu bölümleri açmak için genel yeraltı kazı işlemleri uygulanır (kazı, delme, patlatma vb.), işleme başlamadan önce kayacın basınç dayanımı, geçirgenliği gibi kayacın jeolojik çalışmalarının yapılmasıdır.

- **Doğalgazın Boşatılmış Tuz Domlarına Depolanması;**

Tuz yer altında tabakalar ve domlar halinde bulunur. Tuz suda kolayca çözüldüğünden büyük hacimli boşluklar oluşturulması kolaydır. İşlemin işleyişi tuz tabakalarına ve domlarına yerleştirilen sondajlarla kontrollü bir şekilde su pompalanarak

çözünmesi sağlanır, çözünen tuzlusu ikinci bir hatla dışarı çıkarılır bu şekilde istenilen yükseklikte, genişlikte ve hacimde depolar oluşturulur. Bu şekilde işlemin kolay olması doğalgazın yeraltına depolanmasında en fazla uygulanan yöntemdir. Diğer bir özelliği de ekonomik bir yöntem olması ve çözüldükten sonra dışarı çıkartılan tuzlu suyun birtakım işlemlerden (rafine) geçirilerek tuz geri kazanılarak kullanılması sağlanır ve bu şekilde yüklenici firmanın maliyetini de düşürür.

- **Doğalgazın Akifelere Depolanması;**

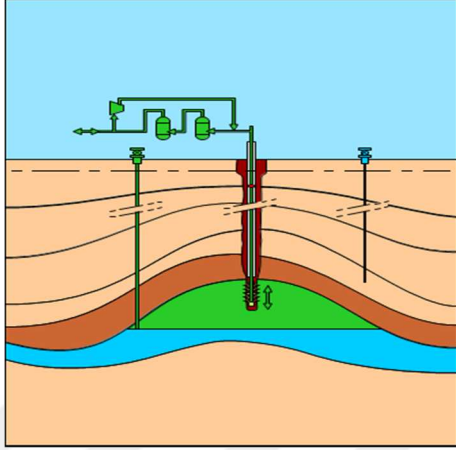
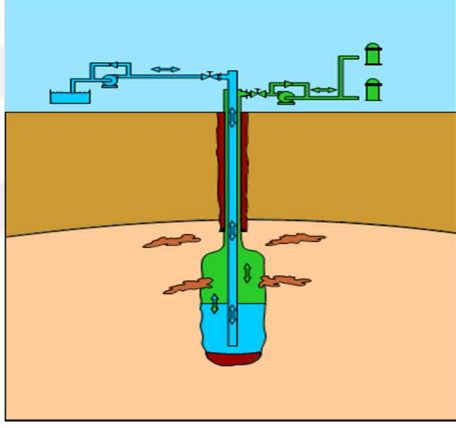
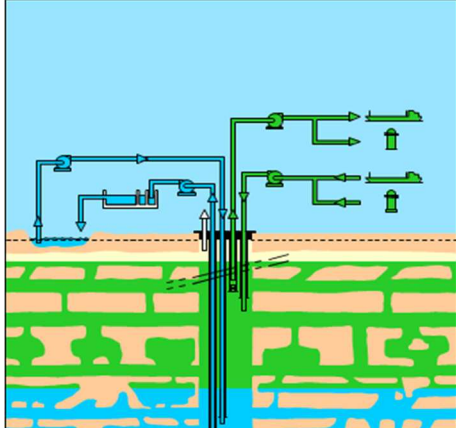
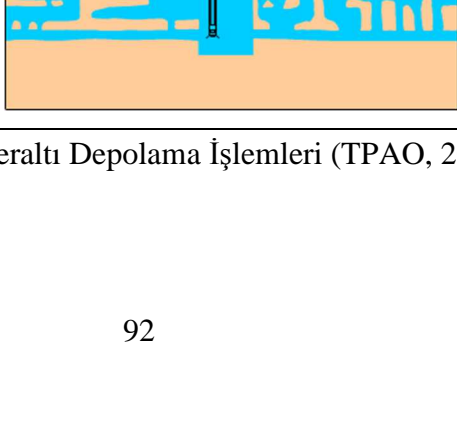
Bu yöntem yalnızca gazlar için geçerli olup yeraltına su rezervuarının depo olarak kullanılması öngörmektedir. Rezervuar yapıları antiklinal tabakalamalardan oluşmaktadır. Yerin antiklinal yapısından dolayı her iki yönde suyun yaptığı basınç yüksek değerlere çıkmakta olup, bu durumun doğalgazın depolanması fikrini doğurmuştur. Doğalgazın akifelerde depolanabilmesi için; akiflerin üst kısmındaki kayaçların geçirgen olmaması veya çok az geçirgen olması gerekir, bu şekilde gazın yukarı sızması önlenir. Gaz taşıyıcı sistemle depo arasında yeterli basıncın oluşturulabilmesi için rezervuarın 500 ila 2000 metre derinlikte olması gerekmektedir.

- **Doğalgazın Tükenmiş Petrol ve Doğalgaz Sahalara Depolanması;**

Bu işlemin adından anlaşıldığı gibi artık petrol ve doğalgaz üretimi bitmiş kuyuların depo olarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Dünya üzerinde en fazla bu yöntemle doğalgaz depolanmaktadır. Çok az bir çalışma neticesinde kullanıma hazır bir depo şeklindedir. Daha önce doğalgaz ve petrol üretimi yapıldığından doğalgaz depolanmasına müsait bir yapı olmasıdır.

- **Doğalgazın Terk Edilmiş Maden Ocaklarına Depolanması;**

Bu yapılar rezervleri tükenmiş, üretimi bitmiş ve daha kullanılmayan âtil durumdaki yeraltı maden ocaklarının, galerinin ve boşluklarının doğalgaz depolanmasında kullanılması için uygun bir yapıdır. Daha önceki “Doğalgazın Yeraltı Mağalarına ve Boşluklara Depolanması” yönteminde bahsedildiği gibi bir işlem söz konusu değildir. Çünkü burada daha önceden açılan bir galeri ve boşlukların olması tekrar kazı çalışması yapılmasını gerektirmez mevcut yapının gerekli işlemleri (teknik, jeolojik ve çevresel) incelenip uygulanmasıdır. Dünyada doğalgazın yeraltına depolama işlemleri oranlarıyla birlikte Şekil 4.32’de gösterilmiştir.

Doğalgaz yeraltı depolama yöntemleri	Doğalgaz yeraltı depolama işlemi	(%)
Doğalgazın Tükenmiş Petrol ve Doğalgaz Sahalara Depolanması		%76.8
Doğalgazın Akifelere Depolanması		%14.8
Doğalgazın Boşatılmış Tuz Domlarına Depolanması		%7.9
Doğalgazın Terk Edilmiş Maden Ocaklarına depolanması		%0.5

Şekil 4.32. Dünyada Doğalgaz Yeraltı Depolama İşlemleri (TPAO, 2016)

4.5.2 Türkiye Doğalgaz Depolama ve Projeleri

Doğalgaz arz güvenliğinin sağlanması, doğalgazın depolanması için birtakım çalışmalar bulunmaktadır. Çünkü Günlük ve mevsimlik değişiklikleri karşılamak veya meydana gelen doğalgaz açığını gidermek ve Türkiye doğalgaz ihtiyacın %99'luk kısmını ithal ediyor olması ve elektrik üretiminin %50'e yakın oranla doğalgazdan ürettiği olması, olası doğalgaz arz sağlayan ülkelerle yaşanacak bir kriz ve/veya kesinti sonrası kısa vadede bu açığı deposundan kullanarak oluşabilecek bir enerji kesintisinin önüne geçebilmek ve sistemlerin sağlıklı bir şekilde çalışmasını sağlamak amacıyla doğalgazın yer altına veya yer üstüne depolanması gerekmektedir. Türkiye doğalgazın depolanması hususunda son 10 yılda önemli çalışmalar başlatmıştır. Bu çalışmalar neticesinde mevcut depolama tesisleri için bu tesislere LNG terminalleri de dâhil olmak üzere yıllara göre toplam stok miktarları Çizelge 4.9'da gösterilmiştir.

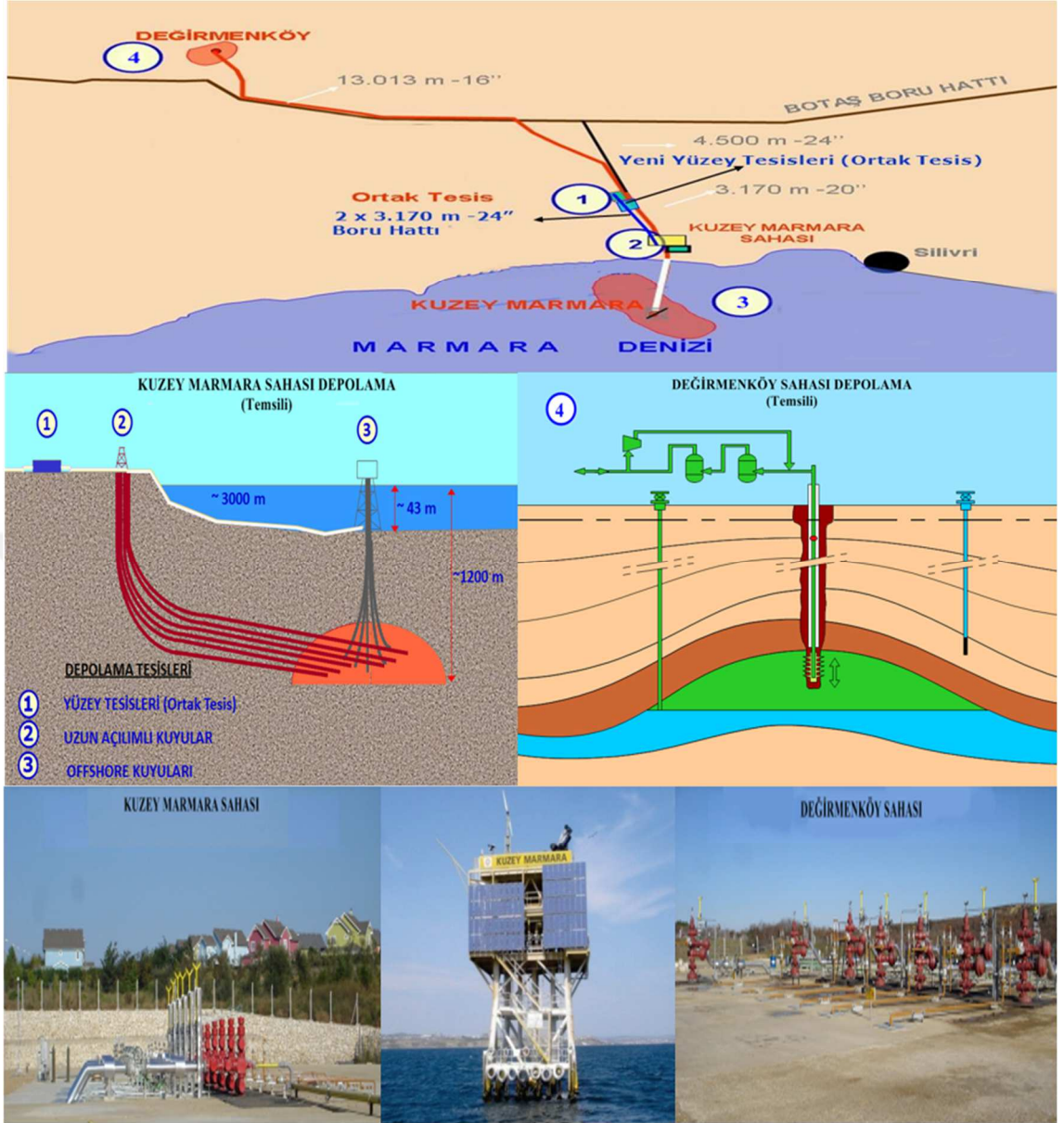
Çizelge 4.9. 2012 - 2015 Yılları Arası Doğalgaz Depolama Miktarları (EPDK, 2016)

Yıllar	Toplam Milyon Sm ³
2012	16.439,25
2013	21.604,92
2014	21.054,69
2015	17.014,90

4.5.2.1 Silivri Doğalgaz Yeraltı Depolama Projesi

Türkiye'nin ilk yeraltı doğalgaz tesisi olan proje 1.6 milyar m³ ile 2007 yılında devreye alınmıştır. 2009 yılında 2.1 milyar m³'e çıkarılmış sonraki yıllarda ise TPAO'ya ait Kuzey Marmara ve Değirmenköy depolama Sahası toplam depolama kapasitesi 2015 yılında 2.84 milyar m³'e çıkartılmış olup, bu kapasitenin 2,1 milyar m³ BOTAŞ'a tahsis edilmiştir (Şekil 4.33).

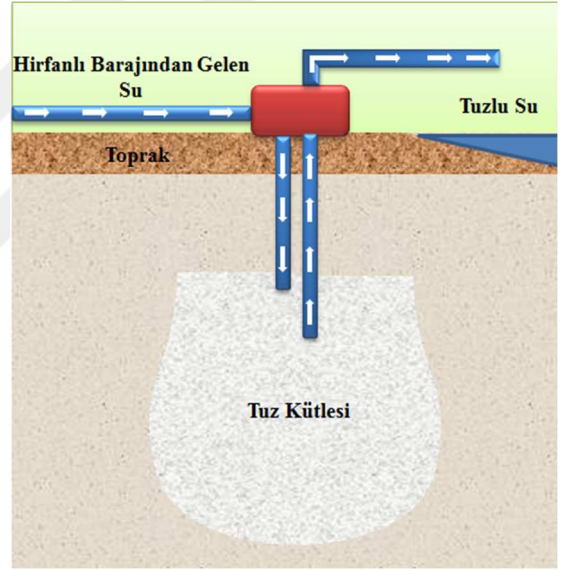
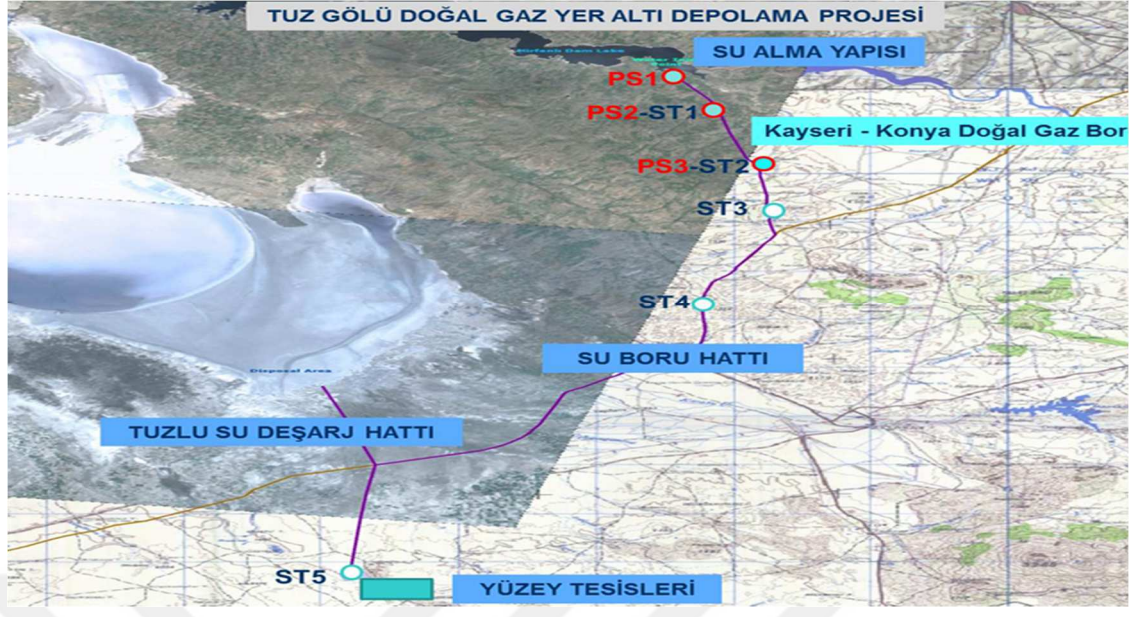
Türkiye Petrolleri tarafından yayımlanan 2014 Yıllık Raporu'na göre kapasite artırma çalışmalarıyla beraber 2019 yılında depolama kapasitesinin 4,28 milyar m³'e çıkması ve günlük geri üretim kapasitesinin 75 milyon m³'e ulaşması planlanmaktadır (TPAO, 2016). Hali hazırda Türkiye'nin doğal gaz arz güvenliğinin sağlanmasında ve özellikle kış aylarında yaşanan talep artışlarının karşılanmasında çok önemli bir rol oynamaktadır.



Şekil 4.33. Kuzey Marmara ve Değirmenköy Yeraltı Doğalgaz Depolama Sahası (TPAO, 2016)

4.5.2.2 Tuz Gölü Doğalgaz Yeraltı Depolama Projesi

Türkiye'nin ikinci yeraltı doğalgaz depolama projesi olan Tuz Gölü Doğalgaz Yeraltı Depolama Projesi 2011 yılı haziran ayında imzalanarak yapım aşamasına başlanmıştır. Tuz gölü doğalgaz yeraltı depolama projesi toplam kapasitesinin 1 milyar m^3 olarak belirlendiği ve birinci kısmı olan 500 milyon m^3 'lük kapasitesi 2017 de kullanıma hazır olması, diğer ikinci kısmı ise 2020'de tamamlanarak devreye alınması planlanmaktadır (BOTAŞ, 2015). Proje isminde de anlaşılacağı üzere tuz domları eritilerek depo oluşturmaya çalışarak projenin tamamlanması sağlanacaktır (Şekil 4.34).



Şekil 4.34. Tuz Gölü Doğalgaz Yeraltı Depolama Projesi (BOTAŞ, 2013, 2015)

4.5.2.3 Tarsus Yeraltı Doğalgaz Depolama Tesisi Projesi (Mersin)

Toren doğalgaz depolama ve madencilik A.Ş. ve Gaz depo ve madencilik A.Ş. Tarafından Mersin'in Tarsus-Yenice alanında birbirine yakın iki doğalgaz deposu inşası planlanmıştır. Bu iki deponun toplam kapasitesi 4 milyar m^3 olarak belirlenmiştir. Mersin'in Tarsus ilçesinde yapılacak yeraltı doğalgaz depo tesisi için Tekfen Holding bünyesinde bulunan Tekfen inşaat ve tesisat ile Alman HMB'nin yer aldığı özel şirketler, yatırım lisans sahibi olan TDDMAŞ ve GDMAŞ şirketleriyle; mühendislik, tedarik, yapım ve işletmeye alma esasıyla yapımı için 2.4 milyar avroluk iki sözleşme imzalanmıştır (TRT, 2016). İmzalanan bu sözleşmede Tekfen tarafından Kamu

Aydınlatma Platformuna (KAP) yapılan açıklamaya göre Tekfen inşaat ve tesisat ile Alman HMB'nin sözleşmelerdeki toplam payının 723 milyon avro olacağı bildirilmiştir. Her şeyin yolunda gitmesi durumunda projenin başlama tarihinden itibaren 5 yılda tamamlanması planlanmıştır.

4.5.3 Türkiye LNG Terminalleri

Türkiye doğalgaz kaynak çeşitliliğini artırmak ve doğalgaz arz güvenliğinin sağlanması konusunda, doğalgazın boru hattıyla getirilmesi mümkün ve ekonomik olmaması veya kısa vadede doğalgaz ihtiyacını karşılamak için sıvılaştırılmış doğalgaz (LNG) yoluyla ithal edip aynı şekilde depolanmaktadır. Sıvılaştırılmış Doğalgaz (LNG - Liquefied Natural Gas), atmosfer basıncında -162° C'a kadar soğutulduğundan yoğunlaşarak gaz halinden sıvı hale geçmektedir, gaz fazından sıvı faza geçerken gazın hacmi 600 kez küçülür bu şekilde düşük basınçlarda yüksek miktardaki doğalgaz depolanabilmektedir. Kullanımı için tekrar gazlaştırma işlemi yapılarak sisteme dâhil edilir. Nakliyesi gemi ve kamyon tankerler vasıtasıyla yapılır (Şekil 4.35).

LNG NAKİL YÖNTEMLERİ



LNG DEPOLARI



Şekil 4.35. LNG Nakil Yöntemleri ve Depoları (SSDGD, 2013)

4.5.3.1 Marmara Ereğlisi LNG Terminali

Türkiye'nin ilk sıvılaştırılmış doğalgaz terminali olan Marmara Ereğlisi LNG Terminali, 1988 yılında Cezayir ile yapılan doğalgaz alım anlaşmasından sonra yapılmaya başlanmış ve 1994 yılında devreye alınmıştır. Terminalin sahibi ve işletmecisi BOTAŞ'tır.

BOTAŞ'tan alınan verilere göre; LNG terminal sahası Marmara denizinin kuzey kıyısında, Tekirdağ'a 35, İstanbul'a 95 km uzaklıkta Marmara Ereğli'sinde bulunmaktadır. Bu terminalin üç işlevi bulunmaktadır.

- LNG gemilerinin boşaltılması,
- LNG depolanması,
- LNG tekrardan gazlaştırılarak ana iletim hattına verilmesidir.

Terminalde 85 bin m³ kapasiteli üç depolama tankı bulunmaktadır. Marmara Ereğlisi LNG Terminali Şekil 4.36'da gösterilmiştir.



Şekil 4.36. Marmara Ereğlisi LNG Terminali

4.5.3.2 İzmir Egegaz Aliğa LNG Terminali

Türkiye'nin ikinci sıvılaştırılmış doğalgaz terminali olan Egegaz Aliğa LNG terminali 2001 yılında kurulmaya başlamıştır ve 2006 yılında devreye alınmıştır.

Bu terminalin üç işlevi bulunmaktadır.

- LNG gemilerinin boşaltılması,
- LNG depolanması,
- LNG tekrardan gazlaştırılarak ana iletim hattına verilmesidir.

Terminalde 140 bin m³ kapasiteli iki depolama tankı bulunmaktadır. Egegaz Aliğa LNG Terminali Şekil 4.37’de gösterilmiştir.



Şekil 4.37. İzmir Egegaz Aliğa LNG Terminali

2015 yılı LNG depo lisansı sahibi şirketlerce kara tankerlerine teslim edilen LNG miktarları ile gazlaştırılarak ana iletim hattına sevk edilen doğalgaz miktarları Çizelge 4.11’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.11. 2015 Yılı Aylara Göre LNG Depo Tesislerinden Çıkan Gaz Miktarı (EPDK, 2016)

	2015 Milyon Sm ³
Ana İletim Şebekesi	7.029,55
Kara Tankeri (Kamyon)	541,84
Genel Toplam	7.571,39

5. DOĞALGAZ İÇİN GELECEK PROJEKSİYONU VE SENARYOLARI

Tez konusu “Doğalgaz Enerjisi Arz Güvenliği” hakkında önceki bölümlerinde, yapılan literatür çalışmaları, enerji sektör raporları, istatistik ve ekonomik veriler, stratejik dergi, makale ve akademik çalışmalar incelenmiş ve erişilebilen tüm verilerle konu açıklanmaya çalışılmıştır. Bu bölümünde ise, daha önce belirtilmiş olan doğalgaz üretim, tüketim, ithalat, depolama kapasitesi gibi verilere ve ilgili kriterlerle Türkiye’nin belirli periyotlarla 2050 yılına kadar öngörülebilecek doğalgaz değişkenlerinin (üretim, tüketim, ithalat ve depolama kapasitesi) projeksiyonları ve senaryolarının oluşturulmasına yer verilmiştir.

Doğalgaz gelecek projeksiyonları ve senaryoları oluşturulurken; belirli bir değişken hakkında geçmiş dönemlere ait düzenli verilerin sonuçları, dönem içinde oluşan değişimlerin analiz edilmesi, yapılmış doğalgaz satın alım anlaşmaları ve süreleri, Türkiye’nin 2023 vizyonu çerçevesinde kamuoyuna açıklanmış, enerji stratejileri kapsamında yeni yatırımların yapılması (Nükleer Enerji, Katı Atık, vb.) ve bu yatırımların doğalgaz arzına etkilerinin ne olabileceği hususunda konu ele alınmıştır. Dolayısıyla Türkiye’nin doğalgaz enerjisi arz güvenliğini sağlaması ve gereken tedbirlerin alınması için ilgili varsayımlar çerçevesinde bir bütün olarak ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

5.1 Doğrusal Regresyon Yöntemi

Türkiye’nin doğalgaz enerji arz güvenliği ile ilgili projeksiyonların oluşturulmasında Regresyon Yöntemi kullanılmıştır. Regresyon yöntemi kullanılmasının amacı; Türkiye’nin doğalgazı %99.2 oranında ithalat yoluyla sağlaması ve uzun vadede yapılan anlaşmalar bunun paralelinde artan enerji ihtiyacıyla beraber doğrusal olarak artması öngörülmüş ve Regresyon Yöntemi doğalgaz ithal edilen ülkelerin alım hacimlerine uygulanarak ve ilgili ülkelerin Türkiye’nin doğalgaz ihtiyacının belirlenmesi için birer değişken olarak kabul edilmiştir.

Şengür (2002) çalışmasında, regresyon yöntemi; zaman ve değerler serisini en iyi uyan, geçmiş yıllara ait gerçek değerlere formülün uygulanması ile bulunacak tahmini değerler arasındaki farkların karelerinin toplamını minimum yapan doğru ve/veya eğri olarak ifade edilmektedir. İlgili modül matematiksel bir fonksiyonla belirtilir. Serilerin göstermiş oldukları eğilim, doğrusal ve/veya bir eğri şeklinde de olabilir. Dolayısıyla, değer ve zaman serilerinde eğilimi ortaya koymak için en çok kullanılan denklemler (Formül 1, 2 ve 3),

Doğru denklemi $Y = a_0 + a_1X$ (1)

Parabol Denklemi $Y = a_0 + a_1X + a_2X^2$ (2)

Yarı logaritmik eğri denklemi $Y = a_0 a_1 X$ (3)

Formüllerde Y çeşitli yıllara ait değerleri, X yılların sıra sayılarını göstermektedir.

$Y=a+bX$ doğrusal regresyon denklemindeki a ve b katsayıları hesaplanırsa, herhangi bir X değeri için Y'nin alacağı değer hesaplanır, eldeki verilerin en iyi bir şekilde yorumlanabilmesi için, yöntemle ilgili katsayıların hesaplanıp değerlendirmeye alınmasıyla yapılabilmektedir. Bu nedenle “a” ve “b” katsayıları aşağıdaki eşitliklerle hesaplanır (Formül 4 ve 5).

$$a = \frac{\sum Y}{n} - b \frac{\sum X}{n} \quad (4) \quad b = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \quad (5)$$

Doğrusal regresyon yöntemindeki hesaplamaları, bilgisayar destekli Microsoft Office 2016 yazılımı ve içerdiği matematiksel yöntemlerle gerekli tahminler, kısa zamanda ve hatasız olarak yapabilmektedir. Yöntemin doğalgaz arz projeksiyonları için uygulanmasında doğalgaz tüketim, üretim, ithalat, ihracat ve depolama kapasitesi gibi değişkenleri;

Y=a+bX Regresyon doğrusu denklemi

X: Seçilen bağımsız değişkenin değeri (Yıllar)

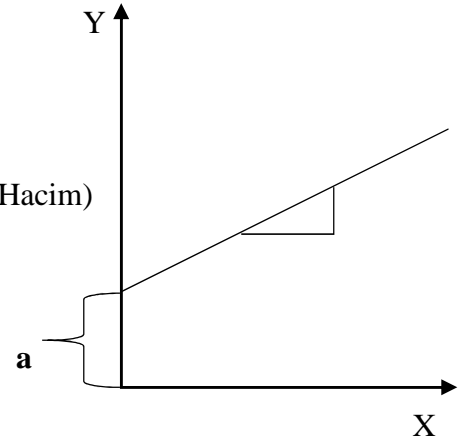
Y: Seçilmiş X değerine için tahmin edilen Y değeri (Hacim)

a: Doğrunun Y eksenini kestiği noktanın değeri

b: Doğrunun eğimi

a ve b: Regresyon katsayıları

Şeklinde ifade edilir.



Doğalgaz enerjisi arz güvenliği çerçevesinde oluşturulacak gelecek projeksiyonlarının tahmin yöntemlerinin ve diğer yöntemlerin doğruluklarını belirlemek için 3 tane yöntem kullanılır (Formül 6, 7 ve 8).

Ortalama Hatanın Karesi
(Mean Squared Error) (MSE)

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^K (y_i - F_i)^2}{K} \quad (6)$$

Ortalama Mutlak Sapma
(Mean Absolute Deviation) (MAD)

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^K |y_i - F_i|}{K} \quad (7)$$

Ortalama Mutlak Hata Yüzdesi
(Mean Absolute Percent) (MAPE)

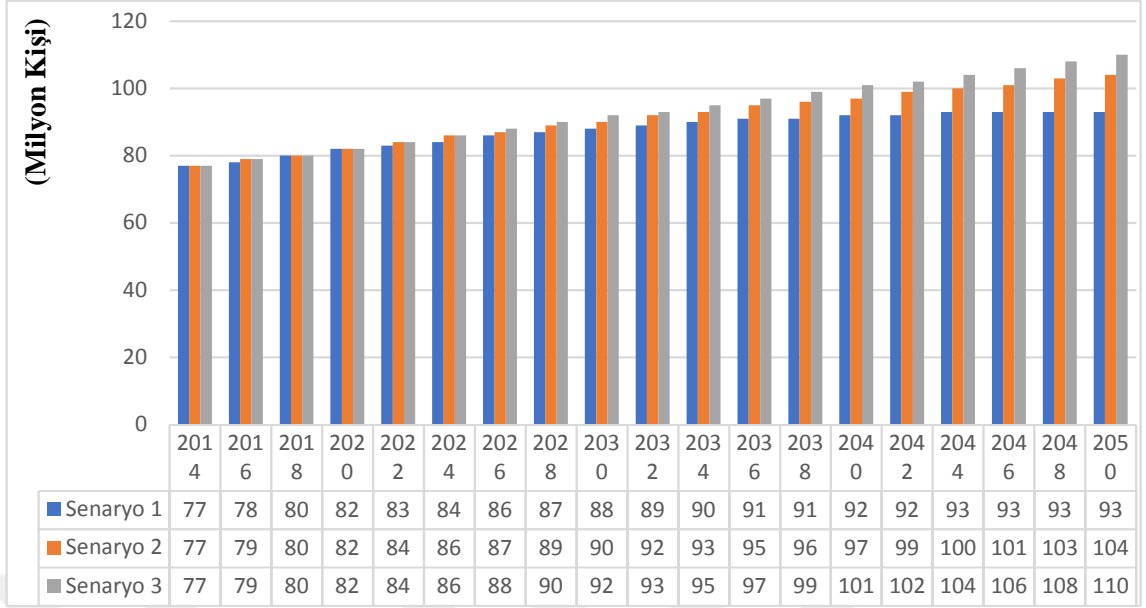
$$MAPE = 100 \times \frac{\sum_{i=1}^K |y_i - F_i| / y_i}{K} \quad (8)$$

Her üç doğruluk ölçüsünde de çıkan sonuçlar ne kadar küçükse istenilen rakamlara en yakın tahmini yapılmış demektir. Regresyon yöntemi, tahmin yöntemleri içerisinde en çok tercih edilen bir yöntem olup, Yumurtacı ve Asmaz (2003) çalışmalarında, doğrusal regresyon yöntemini kullanarak, Türkiye'nin 2050 yılında nüfusunun 115 milyon fert ve kişi başına düşen yıllık elektrik tüketiminin de 10.197 KWh olacağı ön görüşleri ile 2050 yılında Türkiye elektrik enerjisi ihtiyacının 1,173 milyar KWh olacağı tahmininde bulunmuşlardır.

5.2 Doğalgaz Tüketim Projeksiyonu

Doğalgaz değişkenleri içerisinde en önemlisi tüketimdir. Çünkü tüketim çerçevesinde doğalgaz arz-talep değerleri ortaya çıkmaktadır. Tüketim projeksiyonu hazırlanırken; nüfus artışı, kişi başına düşen enerji tüketim artışı, sanayide büyüme oranı, ekonomide büyüme oranı, elektrik üretiminde alternatif kaynaklara yönelmesi (nükleer enerji kaynakların devreye alınmasıyla elektrik üretimi neticesinde) doğalgazdaki elektrik üretimindeki payın düşmesi ve enerji stratejileri dikkate alınarak oluşturulmalıdır (TESPAM, 2015).

Doğalgaz tüketim projeksiyonu oluşturulmadan önce; nüfus artış, kişi başına düşen enerji tüketim artışı, sanayide ve ekonomide büyüme oranı 2050 yılına kadar olan değişim öngörülerinin belirlenmesiyle yapılacak çalışmalarda daha sağlıklı verilerin elde edilmesi düşünülür. Çalışmalar için; Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) oluşturmuş olduğu gelecek projeksiyonlardan yararlanılmıştır. Şekil 5.1'de senaryolara göre Türkiye'nin toplam nüfus projeksiyonlarına yer verilmiştir.



Şekil 5.1. 2050 Senaryolarına Göre Türkiye Toplam Nüfusu (TÜİK, 2013)

TÜİK; Şekil 5.1’de senaryo 1’de toplam doğurganlık hızının doğal akışı içinde azalıp, 2050’de 1.65’e düşmesini, senaryo 2’de toplam doğurganlık hızının kademeli olarak 2020 yılında 2,11’e, 2050 yılında ise 2,50 seviyesine artacağını, senaryo 3’de ise toplam doğurganlık hızının aratarak 2050 yılında 3’e ulaşacağını öngörmüş ve nüfus projeksiyonlarını hazırlamıştır. Oluşturulan senaryoların doğruluk payı için “Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi (ADNKS) sonuçları (2013-2016) bakılmasının yararlı olacağı düşünülmüştür (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1. 2013-2016 Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları (TÜİK, 2016)

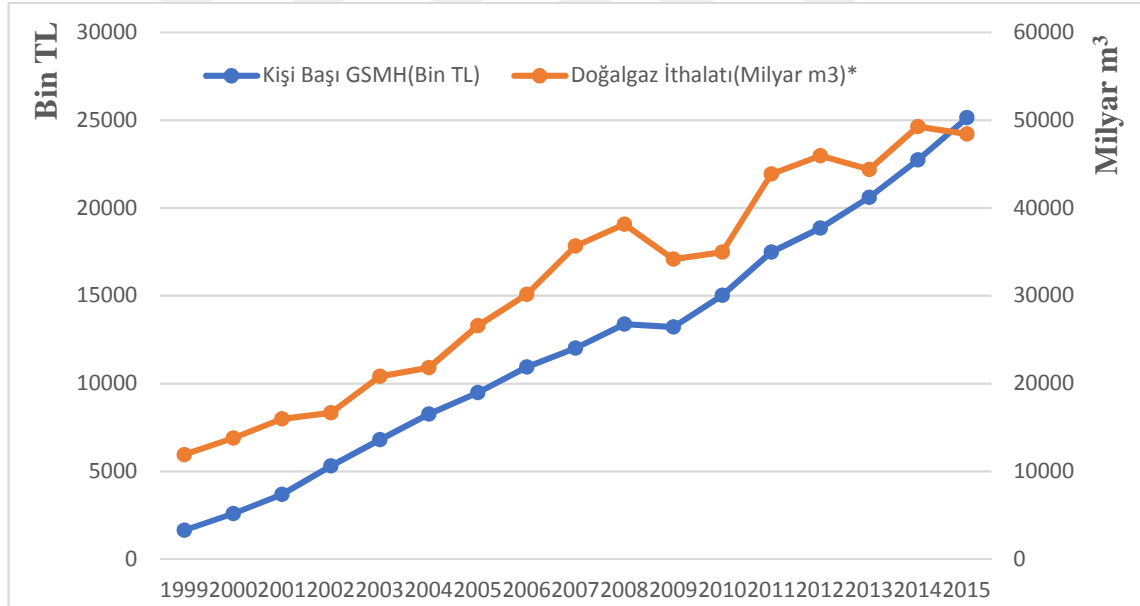
Yıl	2013	2014	2015	2016
Milyon Fert	76.667.864	77.695.904	78.741.053	79.814.871

Nüfustaki artışın yanı sıra, ekonomide de büyümenin arttığı ve bu artışın 2023 vizyonu ile 2050’e kadar da aynı şekilde devam edeceği varsayılmış ve artışın Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH) oranlarına yansımaları ele alınmıştır. GSMH; tarım, hizmet ve sanayi gibi üç ana sektörlerin büyüme oranları Çizelge 5.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.2. 2011-2015 Sektörlere Göre GSMH'daki Gelişmeler (Cari Fiyatlarla, Milyar TL) (TÜİK, 2016)

Yıl	Tarım	Sanayi	Hizmet
2011	115	276	836
2012	122	303	961
2013	122	355	1.108
2014	135	411	1.263
2015	161	462	1.437

Sanayi sektöründeki artış ile bu alandaki doğalgaz tüketim miktarındaki artış oranları arasında yapılan çalışmalar neticesinde genel GSMH'daki artış oranına yakın olduğu görülmüş ve buna göre doğalgaz tüketim ile GSMH'nın karşılaştırılması yapılmış ve doğalgaz tüketim hacmi ile neredeyse aynı olan ithalat hacmi kullanılarak Şekil 5.2 hazırlanmıştır.



Şekil 5.2. 1999 – 2015 Doğalgaz İthalatı ile GSMH'nın Karşılaştırılması (TÜİK, 2016)

Doğalgaz tüketiminin bir diğer faktörü ve en önemlisi olan elektrik üretimidir. Oluşturulacak senaryoların elektrik üretim faktörüyle ilişkili olduğundan kaynaklar bazında elektrik üretim oranları Çizelge 5.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.3. 2000-2015 Enerji Kaynaklarına Göre Elektrik Enerjisi Üretimi ve Payları (TEİAŞ, 2015)

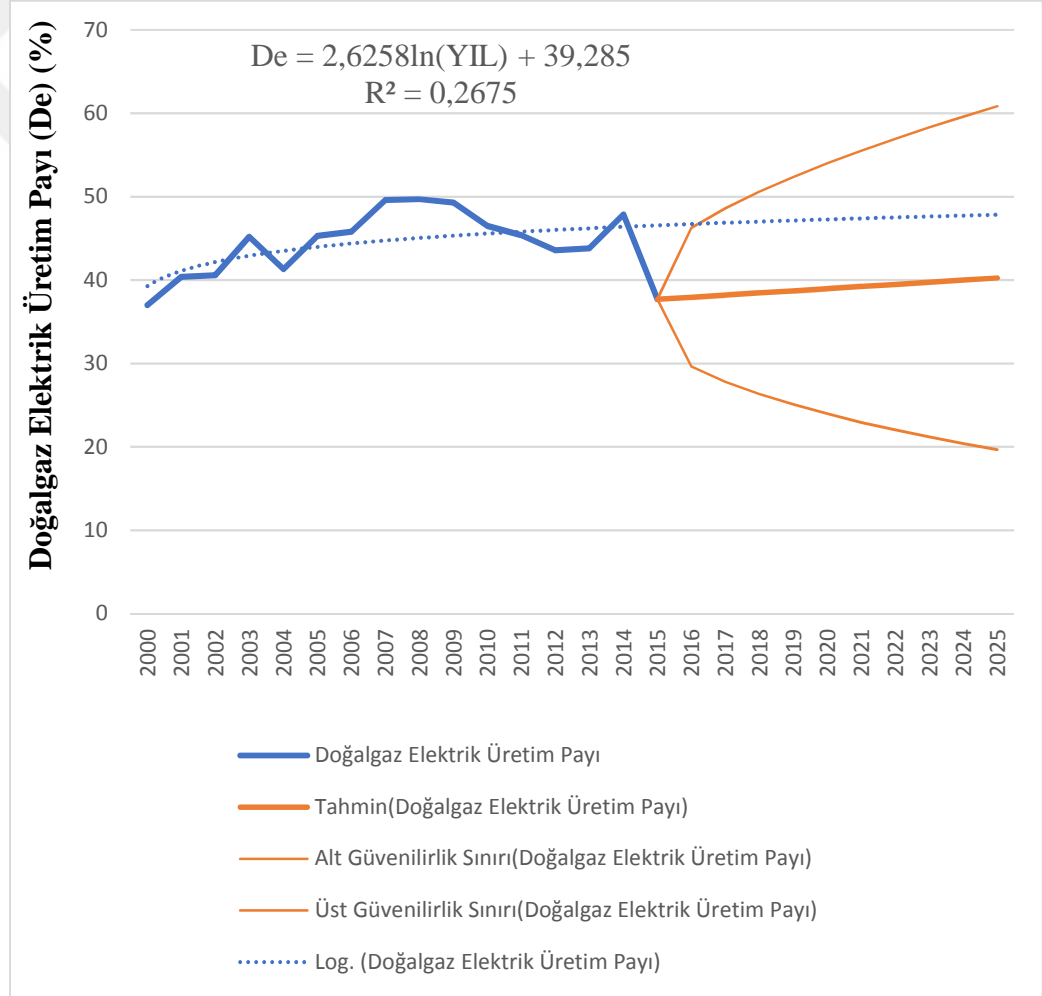
Yıl	Toplam	Kömür	Sıvı yakıtlar	Doğalgaz	Hidrolik	Yenilenebilir Enerji ve Atıklar (*)
	(GWh)	(%)				
2000	124.922	30,6	7,5	37,0	24,7	0,3
2005	161.956	26,6	3,4	45,3	24,4	0,3
2010	211.208	26,1	1,0	46,5	24,5	1,9
2015	259.388	28,2	2,3	37,7	25,7	6,1

* Jeotermal, Rüzgâr, Katı Biokütle, Güneş, Biyogaz ve Atık kaynaklarını içerir

Yukarıda bahsedilen faktörler dikkate alınarak doğalgaz tüketim projeksiyonu oluşturulması konusunda iki senaryo ön görülmüştür. Birinci senaryo doğalgazın sektör olarak tüketiminde en büyük paya sahip elektrik üretiminin 2025'e kadar herhangi alternatif kaynaklardan (Nükleer Enerji) yararlanılmadan Çizelge 5.3'deki gibi devam etmesi varsayılmış, doğalgazın elektrik üretim içerisindeki tüketim payı projeksiyonu hazırlanmıştır (Şekil 5.3).

Yıllar	Gerçekleşen	Tahmin	Alt Güvenilirlik Sınırı	Üst Güvenilirlik Sınırı
2000	37			
2001	40,4			
2002	40,6			
2003	45,2			
2004	41,3			
2005	45,3			
2006	45,8			
2007	49,6			
2008	49,7			
2009	49,3			
2010	46,5			
2011	45,4			
2012	43,6			
2013	43,8			
2014	47,9			
2015	37,7	37,7	37,70	37,70
2016		37,9	29,64	46,27
2017		38,21	27,81	48,61
2018		38,46	26,33	50,60
2019		38,72	25,07	52,38
2020		38,98	23,95	54,01
2021		39,23	22,95	55,52
2022		39,49	22,03	56,95
2023		39,74	21,19	58,31
2024		40,00	20,40	59,60
2025		40,26	19,67	60,85

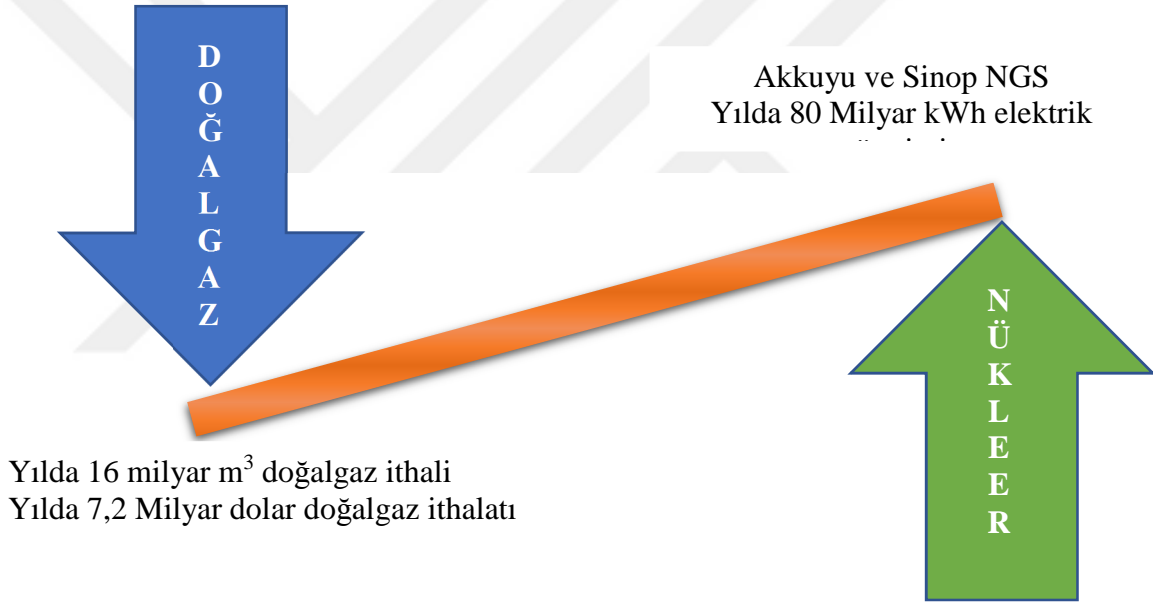
İstatistik	Değer
MASE	1,68
SMAPE	0,09
MAE	3,90



Şekil 5.3. 2025 Projeksiyonunda Türkiye'nin Doğalgaz Elektrik Üretim Payı (%)

İkinci senaryo da 2025’den sonra elektrik üretiminde mevcut kaynaklar dışında “Nükleer Kaynaktan” (NK) elektrik üretilmesi ve kurulan NK tesislerin tam kapasiteyle çalışması varsayılmıştır. ETKB’nın “Nükleer Güç Santralleri ve Türkiye” raporunda Akkuyu ve Sinop Nükleer Santralleri(SNS) bugün devreye alınmış olsaydı, mevcut elektrik tüketimimizin %33’ü nükleer santrallerden karşılanıyor olabileceği, sadece Akkuyu Nükleer Santrali(ANS) devreye alınmış olsaydı, elektrik tüketimimizin %17’sini karşılayacak olması konusunda hesaplamalara yer verilmiştir.

ANS ve SNS tesislerinin 2025’den sonra tam kapasiteyle çalışması varsayılmış. Akkuyu ve Sinop’ta kurulacak nükleer santraller sayesinde elektrik üretiminde kullanılacak 16 milyar m³ doğalgaza karşılık geleceği ve elektrik tüketimimizin %33’ne eşdeğer olduğu hesaplanmış ve Şekil 5.4’deki dengeyi oluşturulmuştur.

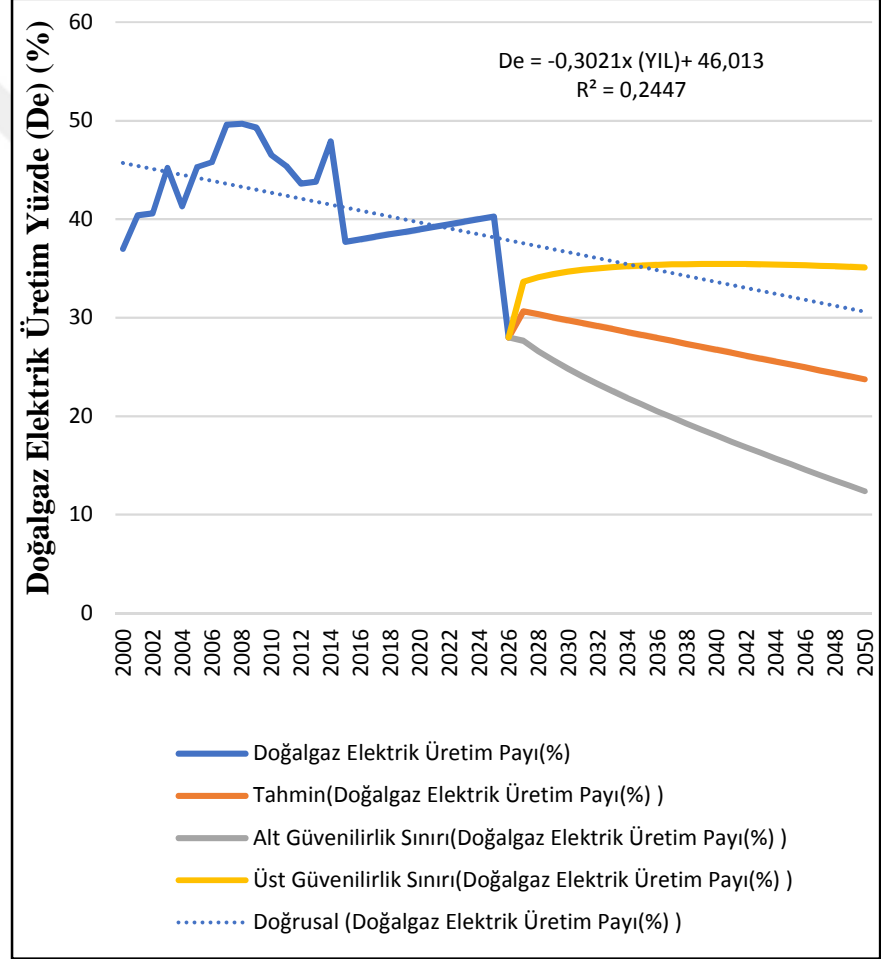


Şekil 5.4. Nükleerin Doğalgaz İthalatına Etkisi (ETKB, 2013)

Elektrik üretiminde 2025’den sonra nükleer enerjinin etkisi ele alınmış yeni 2025-2050 projeksiyonu oluşturulmuştur. 2025’e kadar oluşturulan Şekil 5.3 projeksiyonu korunmuş daha sonrası için kurulan denklemde nükleer payı eklenerek yeni hesaplama yapılmıştır.

Yıl	Gerçekleşen	Tahmin	Alt Güvenilirlik Sınırı	Üst Güvenilirlik Sınırı
Doğalgaz Elektrik Üretim Payı (%)				
2000	37			
2005	45,3			
2010	46,5			
2015	37,7			
2020	38,98			
2025	40,26			
2030		29,74	24,82	34,67
2035		28,24	21,18	35,31
2040		26,74	18,03	35,46
2045		25,24	15,13	35,36
2050		23,74	12,39	35,10

İstatistik	Değer
MASE	0,68
SMAPE	0,05
MAE	1,76



Şekil 5.5. 2050 Projeksiyonunda Nükleer Tesislerin Elektrik Üretimine Etkisi ve Doğalgazdan Elektrik Üretim Payı

2025 yılından sonra nükleer enerjinin devreye girmesi ve tam kapasite çalışmasıyla doğalgazın elektrik üretimindeki payının giderek azalması Şekil 5.5’de ne kadarlık bir azalma görülmüştür. Diğer sektörlerdeki doğalgaz kullanımı devam etmesi sanayinin gelişmesi, ulaşımda kullanımın ve nüfusun büyümesi bununla birlikte ısınma amacıyla doğalgaz tüketimin artması öngörülmüştür. Yeni oluşturulan doğalgaz toplam tüketim projeksiyonunda nükleer enerjinin etkisiyle 16 milyar m³ doğalgaz tasarrufu elde edilmesi varsayılmış olup, 2025’den sonraki gelecek yıllardan bu sayının çıkarılması neticesinde 2050 doğalgaz tüketim projeksiyonu hazırlanmıştır. Tüketim için; Türkiye’nin doğalgaz ithalat ve üretimin yıllar bazında toplam değerleri kullanılmış ve spot LNG yöntemi kısa ve arz durumlarında alınmasından dolayı oluşturulacak projeksiyonda dikkate alınmamıştır. Türkiye’nin doğalgaz ithalat ve üretim hacimleri Çizelge 5.6’de gösterilmiştir.

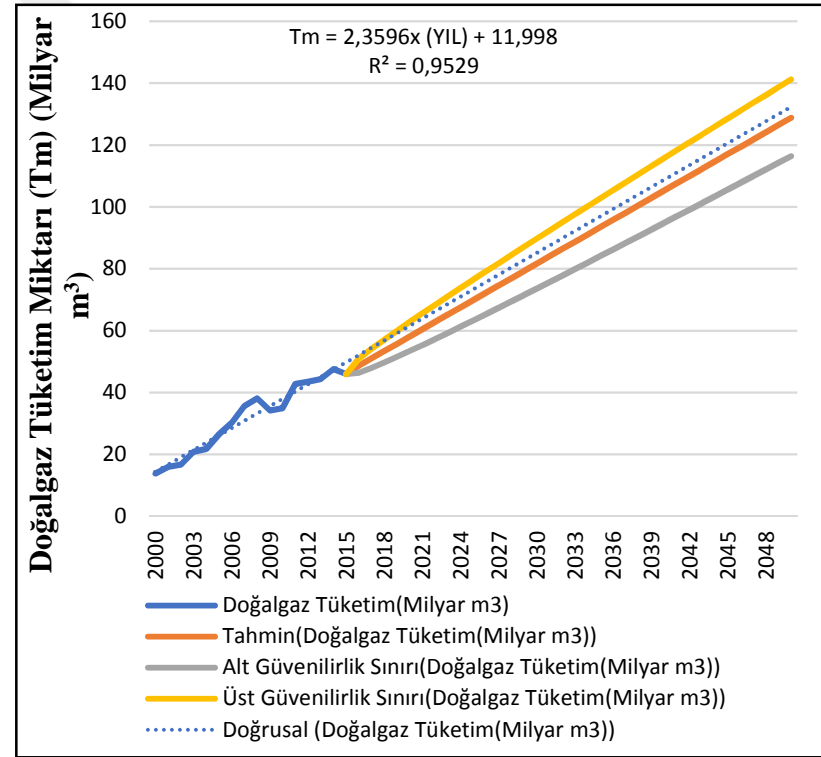
Çizelge 5.4. 1999- 2015 Türkiye Doğalgaz Arz Kaynakları (Milyar m³) (EPDK, 2016)

Yıllar	Rusya	İran	Azerbaycan	Cezayir	Nijerya	Yerli Üretim	Toplam Doğalgaz Tüketimi
1999	8.668	0	0	3.248	0.069	0.791	11.916
2000	9.908	0	0	3.895	0.767	0.693	13.803
2001	10.746	0.114	0	3.918	1.315	0.338	15.979
2002	11.406	0.660	0	4.009	1.253	0.409	16.668
2003	12.476	3.461	0	3.801	1.107	0.607	20.845
2004	14.102	3.497	0	3.182	1.016	0.766	21.797
2005	17.524	4.248	0	3.786	1.013	0.971	26.571
2006	19.316	5.594	0	4.132	1.100	0.982	30.142
2007	22.762	6.054	1.258	4.205	1.396	0.984	35.675
2008	23.159	4.113	4.580	4.148	1.017	1.108	38.125
2009	19.473	5.252	4.960	4.487	0.903	0.746	34.172
2010	17.576	7.765	4.521	3.906	1.189	0.744	34.957
2011	25.406	8.190	3.806	4.156	1.248	0.776	42.806
2012	26.491	8.215	3.354	4.076	1.322	0.632	43.458
2013	26.212	8.730	4.245	3.917	1.274	0.537	44.378
2014	26.975	8.932	6.074	4.179	1.414	0.479	47.574
2015	26.783	7.826	6.169	3.916	1.240	0.381	45.934

2050 projeksiyonda Türkiye’nin satın aldığı ve ürettiği doğalgazı tüketmesi, Türkiye’nin yıllık doğalgaz tüketim hacmini oluşturduğu varsayılmış ve bu verilere göre projeksiyon hazırlanmıştır (Şekil 5.6 ve Şekil 5.7)

Yıl	Gerçekleşen	Tahmin	Doğalgaz Tüketim (Milyar m ³)	
			Alt Güvenilirlik Sınırı	Üst Güvenilirlik Sınırı
2000	13,803			
2002	16,668			
2004	21,797			
2006	30,142			
2008	38,125			
2010	34,957			
2012	43,458			
2014	47,574			
2016		48,68	46,40	50,96
2018		53,39	49,70	57,09
2020		58,10	53,40	62,81
2022		62,82	57,28	68,36
2024		67,53	61,27	73,80
2026		72,24	65,33	79,16
2028		76,96	69,45	84,48
2030		81,67	73,60	89,75
2032		86,38	77,79	94,98
2034		91,09	82,01	100,19
2036		95,81	86,25	105,37
2038		100,52	90,51	110,54
2040		105,23	94,79	115,68
2042		109,95	99,09	120,81
2044		114,66	103,40	125,93
2046		119,37	107,72	131,04
2048		124,08	112,05	136,13
2050		128,80	116,39	141,21

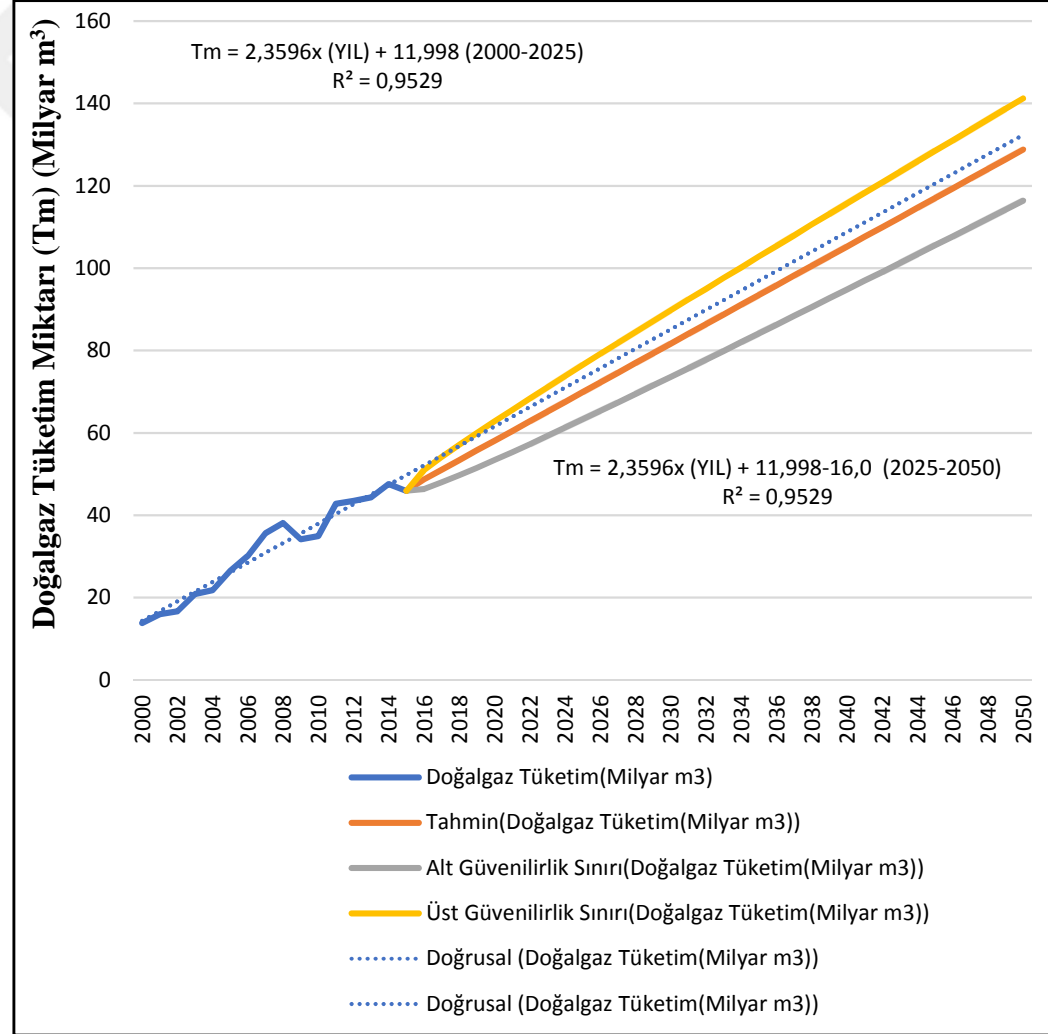
İstatistik	Değer
MASE	0,79
SMAPE	0,06
MAE	2,47



Şekil 5.6. 2050 Projeksiyonunda Doğalgaz Tüketim Miktarları Etkisi (Milyar m³)

Yıl	Doğalgaz Tüketim	Tahmin	Tahmin Alt Güvenilirlik Sınırı	Tahmin Üst Güvenilirlik Sınırı
2000	13,803			
2002	16,668			
2004	21,797			
2006	30,142			
2008	38,125			
2010	34,957			
2012	43,458			
2014	47,574			
2016		48,68	46,40	50,96
2018		53,39	49,70	57,09
2020		58,10	53,40	62,81
2022		62,82	57,28	68,36
2024		67,53	61,27	73,80
2026		56,24	49,33	63,16
2028		60,96	53,45	68,48
2030		65,67	57,60	73,75
2032		70,38	61,79	78,98
2034		75,09	66,01	84,19
2036		79,81	70,25	89,37
2038		84,52	74,51	94,54
2040		89,23	78,79	99,68
2042		93,95	83,09	104,81
2044		98,66	87,40	109,93
2046		103,37	91,72	115,04
2048		108,08	96,05	120,13
2050		112,80	100,39	125,21

İstatistik	Değer
MASE	0,79
SMAPE	0,06
MAE	2,47

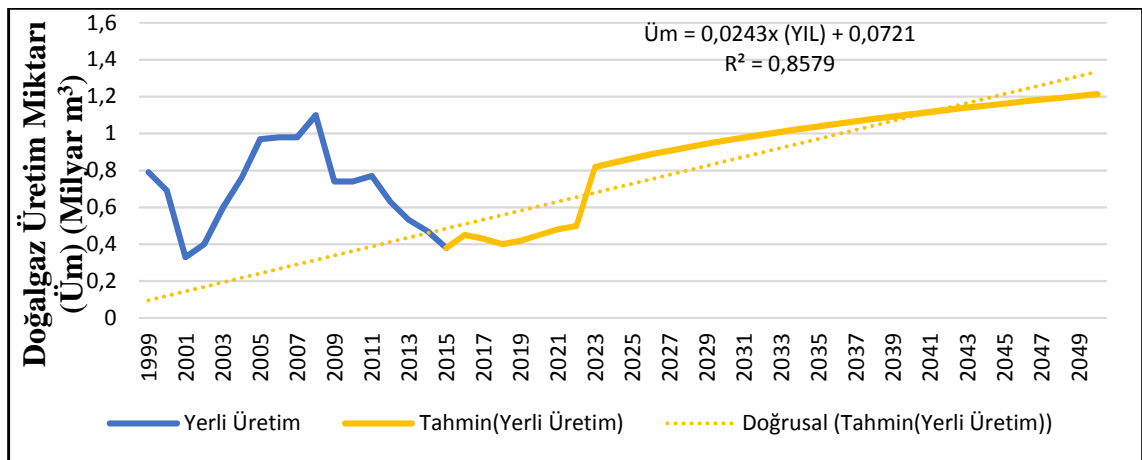


Şekil 5.7. 2050 Projeksiyonunda Doğalgaz Tüketim Miktarları ve Nükleer Tesislerin Etkisi (Milyar m³)

Doğalgaz tüketim projeksiyonları elektrik üretiminde doğalgaz kullanım miktarlarından oluşturulmasında; Nükleer Enerji Santrallerinin devreye alınmasıyla birlikte 2050 yılında doğalgazın elektrik üretimindeki miktarı ve payları modellenerek hesaplanmıştır. Bu modeller diğer doğalgaz kullanım alanlarına uygulanabilirliği varsayılmış, 2050 Türkiye'nin doğalgaz ihtiyacı belirlenmesi planlanmıştır. Projeksiyonlarda kurulan modelin anlamlı olup olmadığına f (ANOVA) testleri yapılmış çıkan sonuçlar neticesinde modelin anlamlı olduğu belirlenmiştir. Kurulan modelin hata sonuçları Ortalama Hatanın Karesi (MSE), Ortalama Mutlak Sapma (MAE) Ortalama Mutlak Yüzdellik Hata (MAPE) olarak hesaplanmış olup, İstatistik değerlerinde (hata sonuçları) çıkan sonuçlar ne kadar küçükse istenilen rakamlara en yakın tahmin yapılmış olarak yorumlanmıştır.

5.3 Doğalgaz Üretim Projeksiyonu

Doğalgaz değişkenlerinden bir diğeri yurtiçi üretim miktarıdır. Üretim projeksiyonu oluştururken yurtiçi arama, saha geliştirme ve gelenek dışı (an konvansiyonel) kaynakların aranması ve geliştirilmesi gibi varsayımlar dikkate alınmıştır. Türkiye'nin doğalgaz üretimi %0.8 olup, Şekil 2.26 incelendiğinde doğalgaz üretimin aşağı doğru bir grafik gerçekleştirdiği tespit edilmiştir. TESPAM (2015) çalışmalarında, 2018 yılında petrol fiyatlarının tekrar 70 dolar seviyelerine çıkması varsayılmış, doğalgaz alanındaki çalışmaların tekrardan yükselişe geçebileceği hakkında görüş bildirmiştir. Bu görüşle birlikte gelenek dışı kaynaklar (an konvansiyonel) alanında yapılan çalışmalardan henüz bir sonuç alınamaması doğalgaz üretiminin son on yılın üretim hacminin ortalamasına bakıldığında 0.8 milyar m³/yıl seviyelerine çıkabileceği buna göre 2050 doğalgaz üretim projeksiyonu hazırlanabileceği varsayılmıştır (Şekil 5.8).



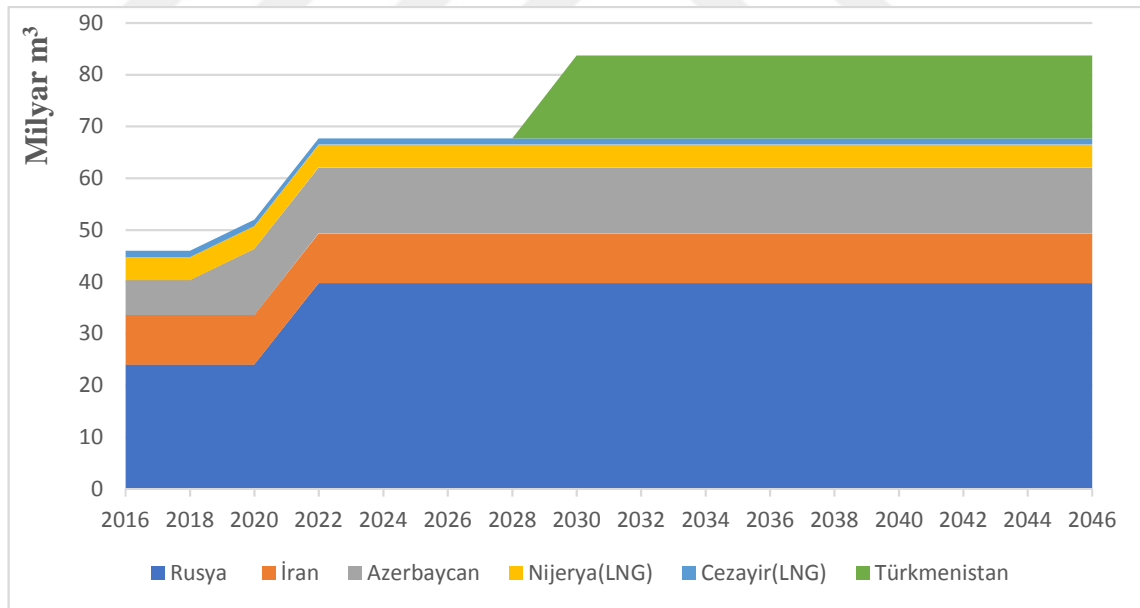
Şekil 5.8. 2050 Projeksiyonunda Türkiye Doğalgaz Üretim Miktarı (Milyar m³)

5.4 Doğalgaz İthalat Projeksiyonu

Türkiye için doğalgaz değişkenlerinde en önemlisi ithalattır çünkü Türkiye doğalgazda %99.2 yurtdışına bağımlı bir ülkedir. Yapılacak projeksiyon kapsamında anlaşmalar ve/veya oluşabilecek yeni anlaşma imkanları, yedeklik ve finansa edebilirlik kriterleri ve ülkelerin siyasi ekonomik jeopolitik dengeler dikkate alınmış tüm bu faktörle birlikte Türkiye'ye doğalgaz sağlayan; Rusya, İran, Azerbaycan, Nijerya ve Cezayir gibi ülkelere alınabilecek doğalgaz hesaplanması yapılacaktır.

Hazırlanacak senaryoda spot LNG kısa vade özel veya kamu şirketlerinin teşebbüsü ile anlık doğalgaz ihtiyacı durumunda yapılan ithalat şekli olması nedeniyle değerlendirmeye alınmamıştır. Anlaşmaların hacim ile sürelerine ve doğalgaz arz kaynaklarından ithalat hacimlerine göre iki senaryo hazırlanması ön görülmüştür.

Bu kapsamda birinci senaryonun oluşturulması için Çizelge 4.1'in incelenmesi bu tabloda son anlaşma bitiş tarihleri dikkate alınmış ve son değişken olan Azerbaycan (BİL) ile anlaşma bitiş tarihi 2046 baz alınarak diğer anlaşmaların hacimlerinin belirtilen yıla kadar değişme olmaması varsayılmış bu değerlere göre senaryo oluşturulmuştur (Şekil 5.9).



Şekil 5.9. 2046 Senaryosunda Doğalgaz İthalat Anlaşma Hacimleri (Milyar m³)

Senaryonun hazırlanmasında; Rusya'dan gelen, Batı Hattı ve Mavi Akım hacimlerinin toplamı alınmış daha sonra Türk Akımından sağlanacak doğalgazın 2021 yılında devreye alınması varsayılmıştır. Azerbaycan; Faz I ve BİL hacimlerini toplamı alınmış olup, TANAP'tan sağlanacak doğalgaz hacminin 2019 sonrası devreye alınması varsayılmıştır.

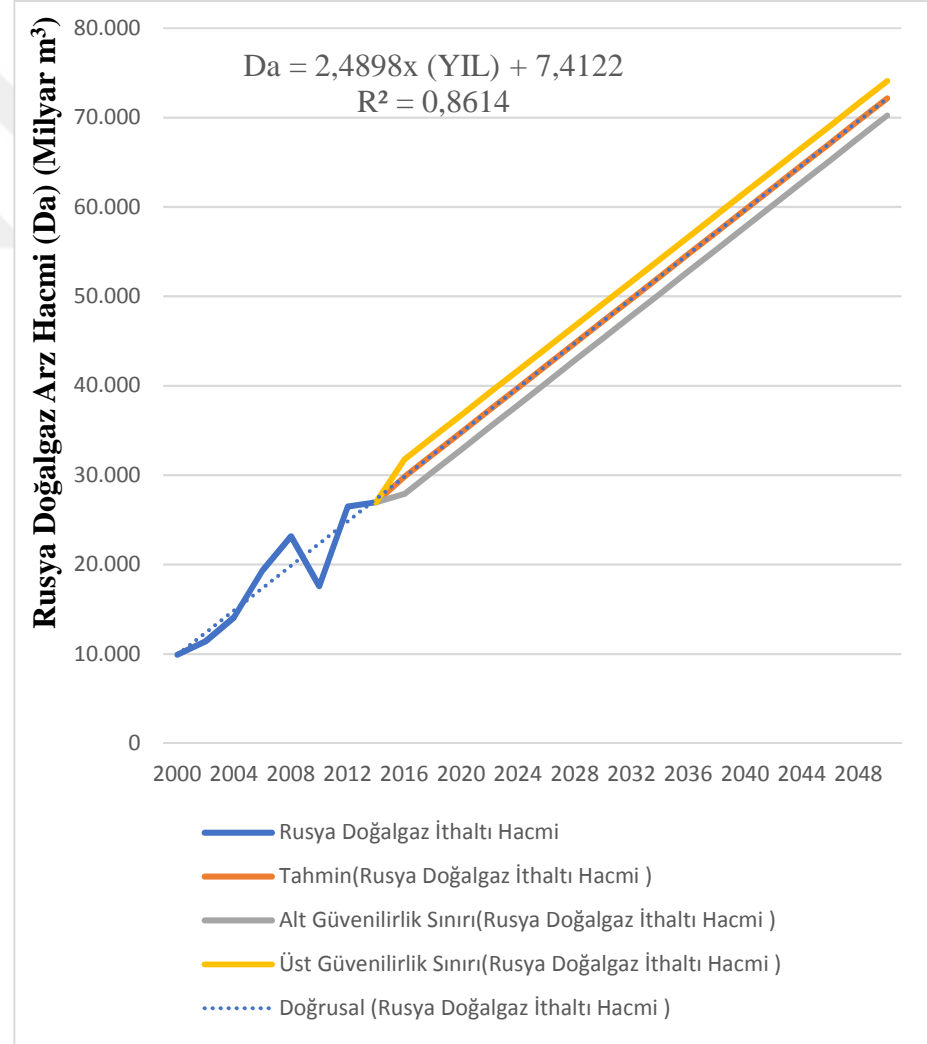
Türkmenistan’la yapılan anlaşma kapsamında 16 milyar m³’lük doğalgazın 2030 yılında devreye alınması öngörülmüştür. LNG yöntemi ile sağlanan doğalgaz hacimlerinde herhangi bir değişiklik yapılmaksızın devam etmesi varsayılmıştır.

İkinci senaryo doğalgaz ithal eden ülkelerin 2050 yılına kadar gerçekleştirilebilecek doğalgaz hacimleri kapsamında projeksiyon oluşturulması öngörülmüştür. Projeksiyon hazırlanırken ülkelere ithal edilen doğalgaz hacimleri kullanılmıştır. Rusya, İran, Azerbaycan, Nijerya ve Cezayir ülkelerin sırayla doğalgaz ithalat projeksiyonları hazırlanmıştır (Şekil 5.10, Şekil 5.11, Şekil 5.12, Şekil 5.13 ve Şekil 5.14).



Yıl	Geçekleşen	Tahmin	Alt Güvenilirlik Sınırı	Üst Güvenilirlik Sınırı
2000	9.908			
2002	11.406			
2004	14.102			
2006	19.316			
2008	23.159			
2010	17.576			
2012	26.491			
2014	26.973			
2016		29.826	27.898	31.755
2018		32.316	30.387	34.245
2020		34.806	32.877	36.734
2022		37.296	35.367	39.224
2024		39.785	37.857	41.714
2026		42.275	40.346	44.204
2028		44.765	42.836	46.694
2030		47.255	45.326	49.184
2032		49.745	47.816	51.674
2034		52.234	50.305	54.163
2036		54.724	52.795	56.653
2038		57.214	55.285	59.143
2040		59.704	57.774	61.633
2042		62.193	60.264	64.123
2044		64.683	62.753	66.613
2046		67.173	65.243	69.103
2048		69.663	67.732	71.593
2050		72.153	70.222	74.084

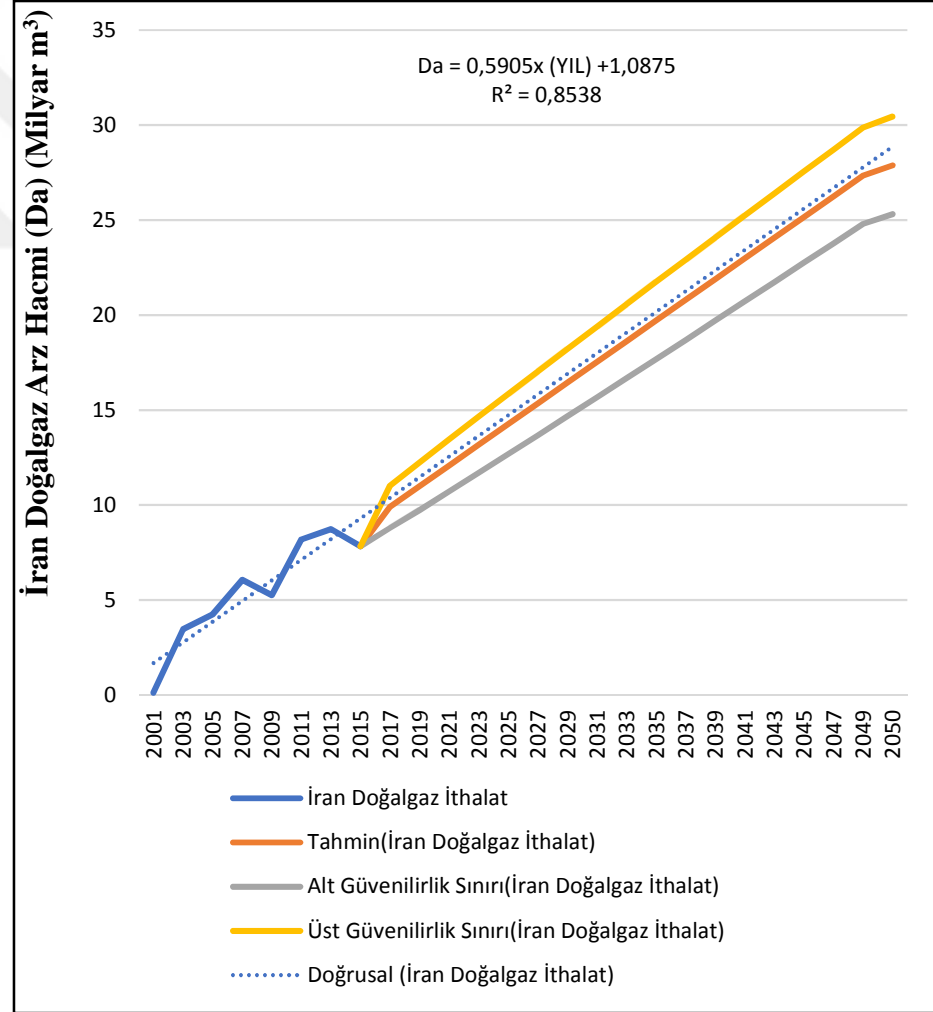
İstatistik	Değer
MASE	0,43
SMAPE	0,09
MAE	1.70



Şekil 5.10. 2050 Projeksiyonunda Rusya'nın Doğalgaz Arz Hacmi (Milyar m³)

Yıl	Gerçekleşen	Tahmin	Alt Güvenilirlik Sınırı	Üst Güvenilirlik Sınırı
	İran Doğalgaz İthalat hacmi (milyar m ³)			
2001	0,114			
2003	3,461			
2005	4,248			
2007	6,054			
2009	5,252			
2011	8,19			
2013	8,73			
2015	7,826			
2017		9,90	8,78	11,02
2019		10,99	9,74	12,24
2021		12,08	10,71	13,45
2023		13,17	11,69	14,65
2025		14,26	12,68	15,85
2027		15,35	13,67	17,04
2029		16,44	14,67	18,22
2031		17,53	15,67	19,40
2033		18,62	16,67	20,57
2035		19,71	17,68	21,74
2037		20,80	18,69	22,91
2039		21,88	19,70	24,08
2041		22,97	20,72	25,24
2043		24,06	21,74	26,40
2045		25,15	22,76	27,56
2047		26,24	23,78	28,72
2049		27,33	24,80	29,87
2050		27,88	25,31	30,45

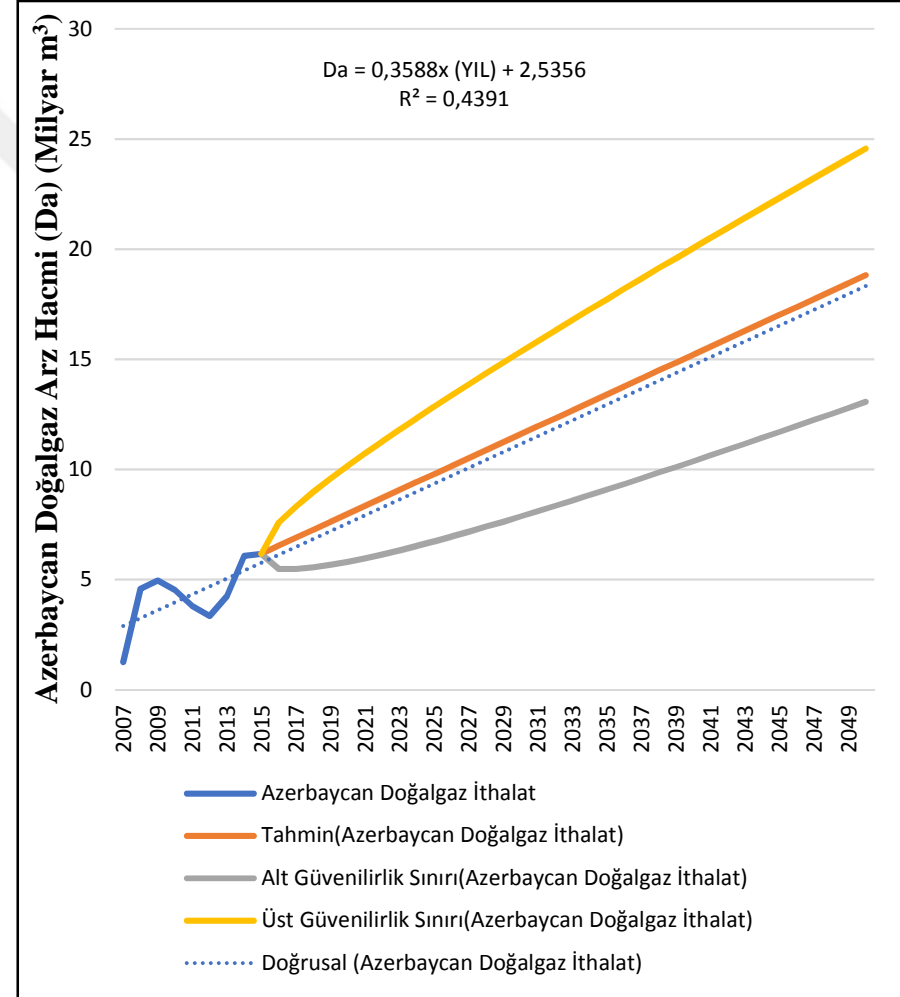
İstatistik	Değer
MASE	0,69
SMAPE	0,25
MAE	1,09



Şekil 5.11. 2050 Projeksiyonunda İran'ın Doğalgaz Arz Hacmi (Milyar m³)

Yıl	Gerçekleşen	Tahmin	Alt Güvenilirlik Sınırı	Üst Güvenilirlik Sınırı
	Azerbaycan Doğalgaz İthalat Hacmi (Milyar m ³)			
2007	1,258			
2009	4,96			
2011	3,806			
2013	4,245			
2015	6,169			
2017		6,90	5,48	8,32
2019		7,62	5,67	9,58
2021		8,34	5,97	10,73
2023		9,06	6,33	11,81
2025		9,79	6,74	12,85
2027		10,51	7,17	13,86
2029		11,23	7,63	14,85
2031		11,95	8,10	15,82
2033		12,67	8,59	16,77
2035		13,40	9,08	17,72
2037		14,12	9,59	18,66
2039		14,84	10,11	19,58
2041		15,56	10,64	20,50
2043		16,29	11,17	21,41
2045		17,01	11,71	22,32
2047		17,73	12,25	23,22
2049		18,45	12,80	24,12
2050		18,81	13,07	24,56

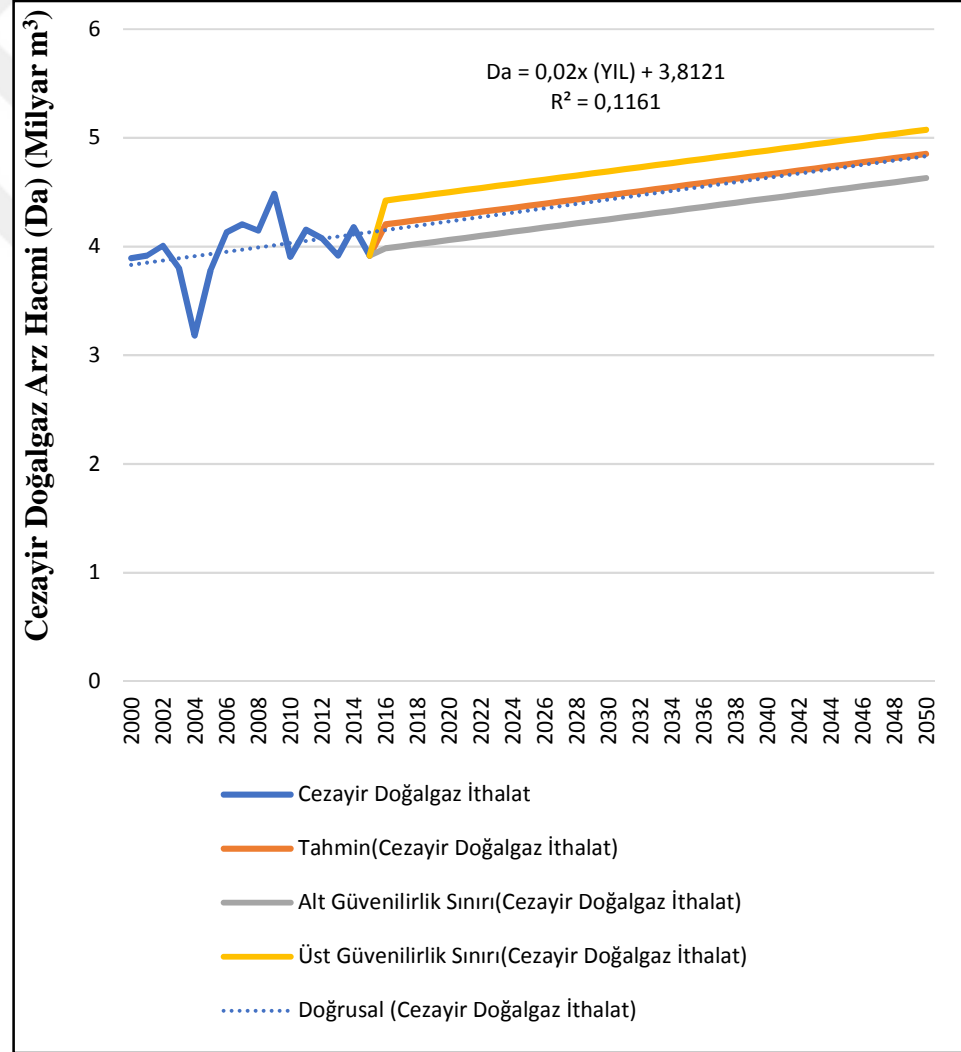
İstatistik	Değer
MASE	0,90
SMAPE	0,23
MAE	0,91



Şekil 5.12. 2050 Projeksiyonunda Azerbaycan'ın Doğalgaz Arz Hacmi (Milyar m³)

Yıl	Gerçekleşen	Tahmin	Alt Güvenilirlik Sınırı	Üst Güvenilirlik Sınırı
2000	3,895			
2002	4,009			
2004	3,182			
2006	4,132			
2008	4,148			
2010	3,906			
2012	4,076			
2014	4,179			
2016		4,20	3,98	4,43
2018		4,24	4,02	4,46
2020		4,28	4,06	4,50
2022		4,31	4,10	4,54
2024		4,35	4,14	4,58
2026		4,39	4,18	4,62
2028		4,43	4,21	4,65
2030		4,47	4,25	4,69
2032		4,50	4,29	4,73
2034		4,54	4,33	4,77
2036		4,58	4,37	4,81
2038		4,62	4,40	4,84
2040		4,66	4,44	4,88
2042		4,70	4,48	4,92
2044		4,73	4,52	4,96
2046		4,77	4,55	5,00
2048		4,81	4,59	5,04
2050		4,85	4,63	5,07

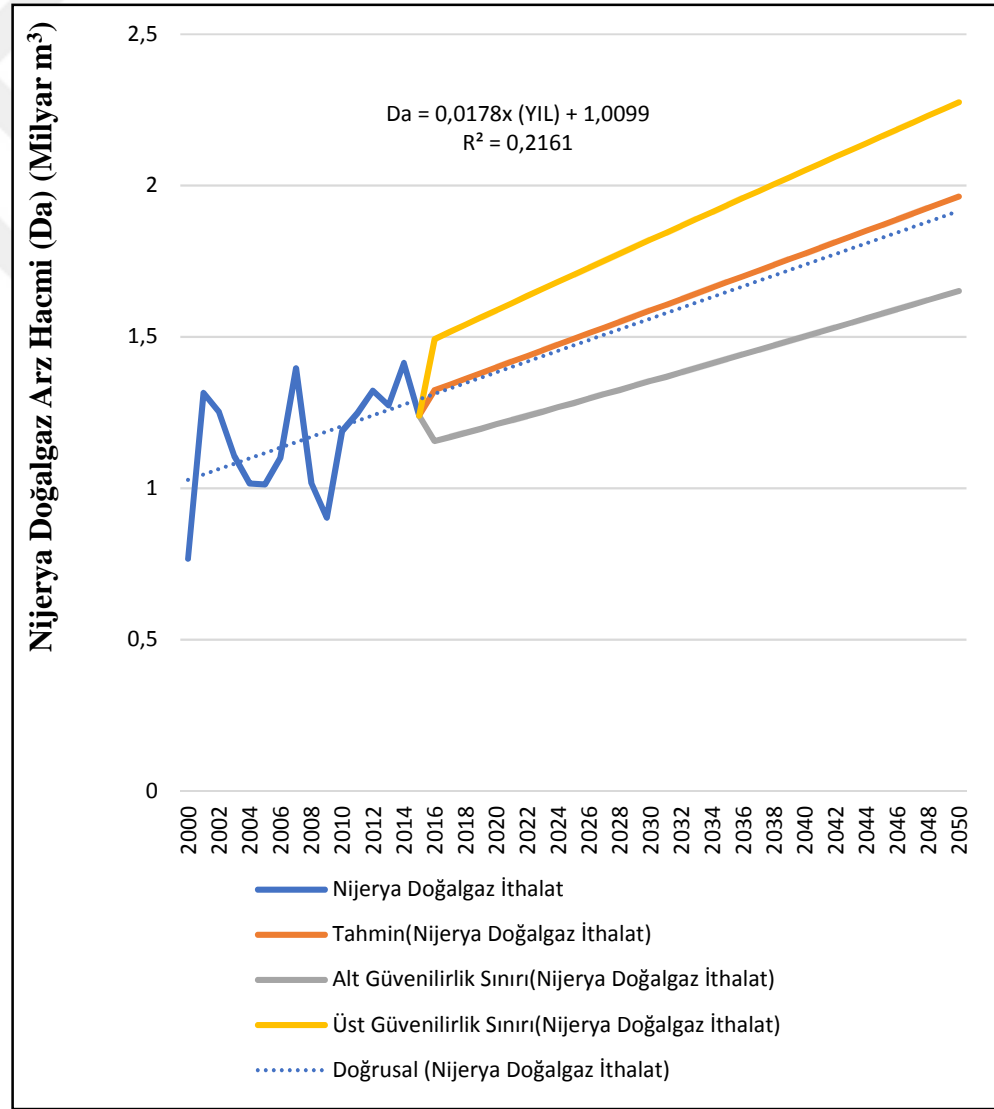
İstatistik	Değer
MASE	0,51
SMAPE	0,03
MAE	0,13



Şekil 5.13. 2050 Projeksiyonunda Cezayir'in Doğalgaz Arz Hacmi (Milyar m³)

Yıl	Gerçekleşen	Tahmin	Alt Güvenilirlik Sınırı	Üst Güvenilirlik Sınırı
	Nijerya Doğalgaz İthalat Hacmi (Milyar m ³)			
2000	0,767			
2002	1,253			
2004	1,016			
2006	1,1			
2008	1,017			
2010	1,189			
2012	1,322			
2014	1,414			
2016		1,32	1,16	1,49
2018		1,36	1,18	1,54
2020		1,39	1,21	1,59
2022		1,43	1,24	1,64
2024		1,47	1,27	1,68
2026		1,51	1,30	1,73
2028		1,54	1,32	1,77
2030		1,58	1,35	1,82
2032		1,62	1,38	1,87
2034		1,66	1,41	1,91
2036		1,70	1,44	1,96
2038		1,73	1,47	2,00
2040		1,77	1,50	2,05
2042		1,81	1,53	2,10
2044		1,85	1,56	2,14
2046		1,88	1,59	2,19
2048		1,92	1,62	2,23
2050		1,96	1,65	2,28

İstatistik	Değer
MASE	0,47
SMAPE	0,07
MAE	0,09



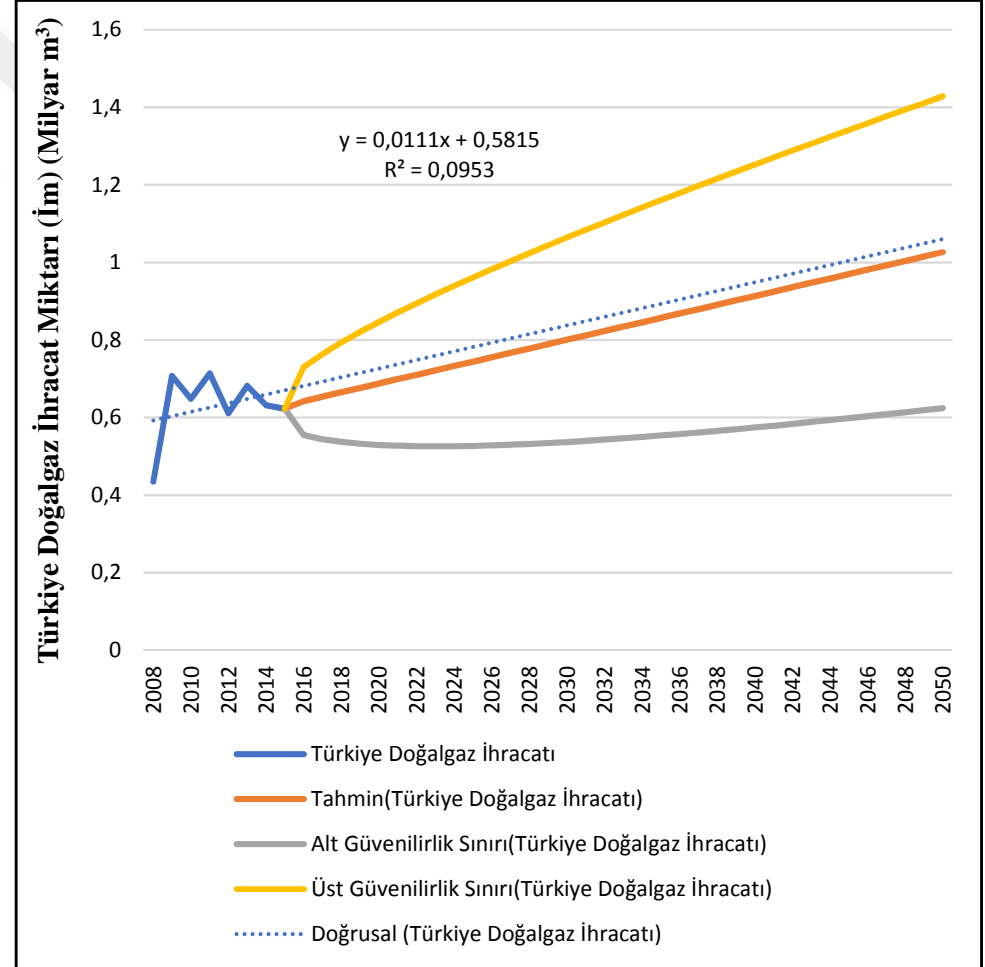
Şekil 5.14. 2050 Projeksiyonunda Nijerya'nın Doğalgaz Arz Hacmi (Milyar m³)

5.5 Doğalgaz İhracat Projeksiyonu

Türkiye ürettiği ve ithal ettiği doğalgazın tamamına yakını iç tüketimde kullanmasından dolayı ve/veya ihracat için yetersiz alt yapıların (iletim hattı, boru hattı vb.) olmaması doğalgaz ihracatını etkilemektedir. Dolayısıyla mevcut durumda sadece Yunanistan'a doğalgaz ihracatı gerçekleştirilmektedir. Türkiye doğalgaz ihracat projeksiyonu hazırlanırken; inşası devam eden doğalgaz boru hatlarından (TANAP vb.) sağlanacak doğalgazın ihtiyaç fazlasının ihraç edilebileceği, Türkiye'nin diğer bir komşusu olan Bulgaristan'a doğalgaz ihracatın planlanması ve/veya ilgili ülkelerin, AB'ye doğalgaz ticaretinde enerji geçiş ülkesi konumu itibarıyla doğalgaz ihracatının artacağı varsayılmış, projeksiyon oluşturulmasında Yunanistan'a yapılan doğalgaz ihracat hacimleri kullanılmıştır (Şekil 5.15)

Yıl	Gerçekleşen	Tahmin	Alt Güvenilirlik Sınırı	Üst Güvenilirlik Sınırı
Türkiye Doğalgaz İhracat Hacmi (Milyar m³)				
2008	0,435			
2010	0,648			
2012	0,611			
2014	0,632			
2016		0,64	0,56	0,73
2018		0,66	0,54	0,79
2020		0,68	0,53	0,85
2022		0,71	0,53	0,89
2024		0,73	0,53	0,94
2026		0,75	0,53	0,98
2028		0,77	0,53	1,02
2030		0,80	0,54	1,06
2032		0,82	0,54	1,10
2034		0,84	0,55	1,14
2036		0,86	0,56	1,18
2038		0,89	0,57	1,22
2040		0,91	0,57	1,25
2042		0,93	0,58	1,29
2044		0,95	0,59	1,32
2046		0,98	0,60	1,36
2048		1,00	0,61	1,39
2050		1,02	0,62	1,43

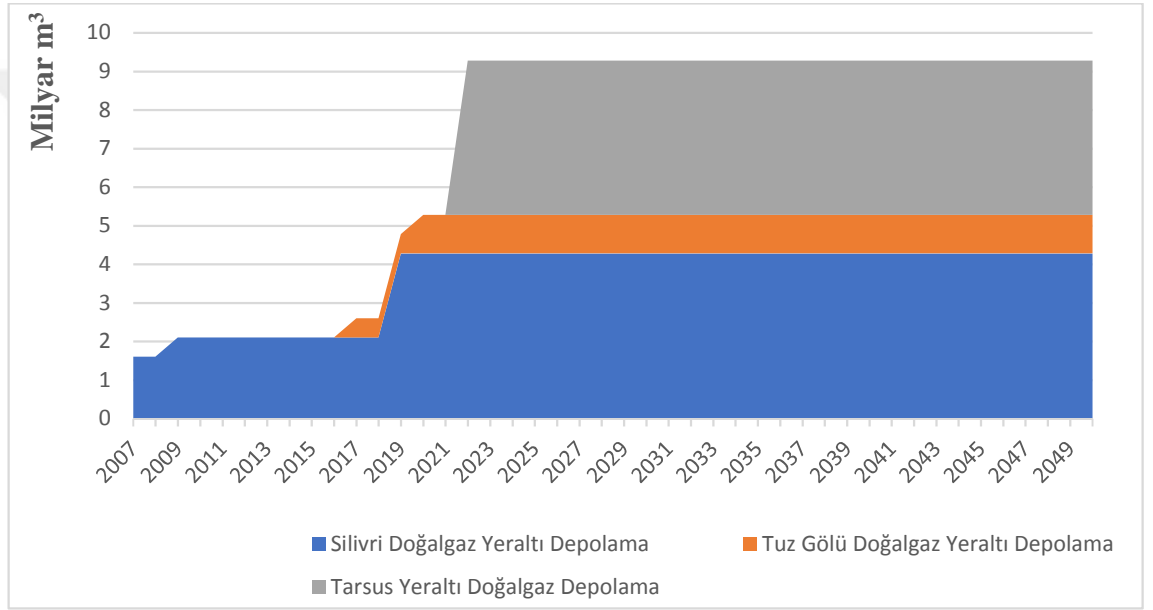
İstatistik	Değer
MASE	0,75
SMAPE	0,11
MAE	0,07



Şekil 5.15. 2050 Projeksiyonunda Türkiye'nin Doğalgaz İthalat Hacmi (Milyar m³)

5.6 Doğalgaz Depolama Projeksiyonu

Doğalgaz ithalat bağımlılığı yüksek ülkelerin en önemli etkeni doğalgazın depolanmasıdır. Çünkü doğalgaz kesintilerinde (sabotaj, iletim hatlarına terör saldırısı, kaynak ülkelerle yaşanan siyasi krizler vb.) sistemin sekteye uğramadan devam etmesi için doğalgazın depolanması gereklidir. Doğalgaz enerji arz güvenliğinin sağlanması için Türkiye, doğalgaz depolama projeleri üretmekte ve tamamlayıp devreye almaktadır. Türkiye'nin devreye aldığı ve alabileceği doğalgaz depolarının hacimleri kullanılarak 2050 senaryosu hazırlanması öngörölmüş yüzey tesisler (LNG Terminalleri) dikkate alınmamıştır (Şekil 5.16).



Şekil 5.16. 2050 Senaryosunda Türkiye'nin Doğalgaz Depolama Hacmi (Milyar m³)

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu yüksek lisans tezinde “Doğalgaz Enerjisi Arz Güvenliği” kapsamında; Türkiye’nin doğalgaz enerjisi arz güvenliğinin incelenmesi ve geçmiş yıllarda gerçekleşen doğalgaz tüketimi, ithalatı, ihracatı, üretimi ve depolama verilerin yıllara göre değişkenlikleri kullanılıp, Türkiye’nin enerji politikaları, projeleri ve/veya hedefleri doğrultusunda projeksiyonlar hazırlanması amaçlanmıştır. Dünya’nın ve Türkiye’nin doğalgaz verileri tez içerisinde ilgili bölümlerde yer verilerek konuya açıklık getirilmeye çalışılmıştır.

Dünya ve/veya Bölgesel doğalgaz tüketim miktarlarına bakıldığında, küresel çapta doğalgaz tüketimin son 25 yılda arttığı görülmüş olup, yapılan projeksiyonlarla bu artışın devam edeceği tahmin edilmiştir (Şekil 2.11). Ayrıca dünyada doğalgaz tüketim miktarının artışına paralel olarak küresel ve bölgesel doğalgaz rezerv miktarlarında artış belirlenmiştir (Şekil 2.12). Artışın nedenlerine bakıldığında, dünyada doğalgazın sektör bazında elektrik üretiminde, sanayide ve sanayinin gelişmesi ile daha fazla tüketilmesi, nüfusun artmasıyla birlikte konutlarda ısı olarak kullanılması ve çevre dostu bir yakıt olması, ulaşım da kullanımın yaygınlaşacağı gibi faktörlerden dolayı doğalgaz tüketim artışının devam edeceği öngörülmüştür.

Türkiye’de doğalgaz tüketim miktarlarına bakıldığında, ilk defa doğalgaz 1976 yılında kullanılsa da şehir içi evsel (ısınma) ve sanayi olarak 1988 yılından itibaren kullanımı yaygın bir şekilde günümüze kadar artmış olup, tüketilen enerji kaynakları içerisinde %32.50’sini doğalgaz oluşturmaktadır (Şekil 2.18). Türkiye doğalgaz tüketiminin artışı doğrultusunda, doğalgaz kaynağının kısıtlı olması ve üretimde de tüketim gibi artışın olmaması doğalgaz ihtiyacını ithalat yoluyla gidermektedir.

2014 yılı Türkiye doğalgazın kullanım alanlarına bakıldığında, %48’lik payla elektrik üretiminde, %25’lik payla sanayide, %19’luk payla konut/hizmet alanında, %7 ulaşım ve diğer alanlarda kullanılmaktadır (Şekil 2.20). Elektrik üretiminin yarısına yakını doğalgazdan üretilmesi ve doğalgazın %99.2 ithalatla karşılanıyor olması doğalgaz enerji arz güvenliği için kritik öneme sahiptir. Doğalgazın elektrik üretiminde tercih edilmesi; diğer fosil yakıtlar (kömür) gibi çevreyi kirletmemesi, enerji verimliliği, çevrim santrallerinin kısa zaman içerisinde kurulup, devreye alınması ve maliyetinin diğer enerji santrallerine (Nükleer) oranla düşük olmasından dolayı tercih edilmektedir.

Türkiye'nin doğalgaz verilerine bakıldığında, 2015 yılında 48,8 milyar m³ doğalgaz tüketilmiş ve bu rakamın %0,8'i (399 milyon m³) ülke içi üretim ile karşılanmış olup, tüketimi karşılayacak rezervin olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 2.3). Bu durum Türkiye'yi doğalgaz ithalat ve yurtdışı doğalgaz kaynak ülkelerine bağımlı bir ülke haline getirmiştir. Türkiye doğalgazda %99.2 yurtdışına bağımlı olması, doğrudan doğalgaz enerjisi arz güvenliğini etkilemekte olup, NATO enerji güvenliği konusunda %55 oranındaki bağımlılık derecesini kabul etmemektedir (Şekil 2.26). Doğalgazın en fazla tüketildiği illere bakıldığında (Şekil 2.35, Şekil 2.36 ve Şekil 2.37) sanayinin ve nüfusun fazla veya artışın bu illerde olduğu tespit edilmiştir.

Türkiye'nin doğalgaz enerji ihtiyacının her geçen gün artmakta olduğunu ve Türkiye'nin doğalgaz kullanım alanlarında oluşan gelişmelerin doğrudan etkilediğini tespit edilmiştir. Alternatif enerji kaynaklarının önümüzdeki yıllarda doğalgazdan üretilen enerjinin yerini istenilen seviyede alamıyacak olması, doğalgaz kaynağına olan bağımlılığın uzun yıllar daha devam edeceğinin göstergesidir. Bu araştırmanın amacı doğalgaz kaynak temini, enerji arz güvenliğinin sağlanabilmesi ve uygulanacak politikaların belirlenmesi yönünde yapılacak alternatif senaryoların ve projeksiyonların oluşturulması hedeflenmiş ve uygulanması için öneriler sunulmuştur.

Doğalgaz projeksiyonları ve senaryoları oluşturulmadan önce; nüfus artış, kişi başına düşen enerji tüketim artışı, sanayide ve ekonomide büyüme oranı 2050 yılına kadar olan değişim öngörülerinin belirlenmesi için TÜİK, Nüfus Projeksiyonları (2013) çalışmasında, Türkiye'nin 2013-2075 yılları arası nüfus senaryoları oluşturmuş olup, ilgili projeksiyonun 2013-2050 yılları arası üç senaryo olarak hazırlanıp, 2050 senaryolarına göre Türkiye ortalama toplam nüfusu 102 milyon kişi olarak hesaplanmıştır (Şekil 5.1).

2000-2015 enerji kaynaklarına göre elektrik enerjisi üretimi ve oranlarına bakıldığında doğalgazın payının büyük olduğu görülmektedir (Çizelge 5.3). Bu durumda doğalgazın elektrik üretimde etkisini, 2025 projeksiyonunda doğalgaz elektrik üretim payı ve 2050 projeksiyonunda Türkiye'nin doğalgazdan elektrik üretimi ve Nükleer Tesislerin elektrik üretiminde doğalgaza etkisi olarak iki projeksiyon yapılmış olup, doğalgazın 2025 yılında elektrik üretimindeki payı %40 olacağı (Şekil 5.3), diğer

projeksiyonda Nükleer enerjinin etkisiyle 2050 yılında elektrik üretimindeki payı %24 seviyelerine (Şekil 5.5) inebileceği tahmin edilmiştir.

Türkiye'nin tüm sektörlerdeki toplam doğalgaz tüketim miktarlarına bakıldığında, tüketimle eşdeğer olan 1999 - 2015 doğalgaz ithalat ve yerli üretim verilerin toplamı kullanılarak (Çizelge 5.4), 2050 projeksiyonunda doğalgaz tüketim miktarları ve Nükleer Enerjinin etkisi ile Türkiye'nin doğalgaz ihtiyacı 2050 yılında 112 milyar m³ değerinde tahmin edilmiş olup (Şekil 5.7), eğer Nükleer Enerji Santralleri devre alınmamış veya tam kapasiteyle çalışmaması durumunda doğalgaz ihtiyacının 128 Milyar m³ seviyelerinde olabileceği ön görülmüştür (Şekil 5.6). Çizelge 5.3'deki yerli üretim verileri kullanılarak on yılın üretim hacminin ortalamasına bakıldığında en iyimser senaryo ile 0.8 Milyar m³ seviyelerine çıkabileceği buna göre 2050 projeksiyonunda Türkiye doğalgaz üretim miktarı 1.2 Milyar m³ olarak tahmin edilmiştir (Şekil 5.8). 2050 projeksiyonunda Türkiye'ye doğalgaz ithalat sağlayan; Rusya, İran, Azerbaycan, Nijerya ve Cezayir gibi ülkelerden alınacak doğalgaz arz hacimleri hazırlanmıştır (Şekil 5.10, Şekil 5.11, Şekil 5.12, Şekil 5.13 ve Şekil 5.14).

Türkiye tek doğalgaz ihracatını Yunanistan'a gerçekleştirmekte olup, Bulgaristan'da ihracat edilmesi planlanmaktadır. AB'ye doğalgaz ticaretinde enerji geçiş ülkesi konumunda olması doğalgaz ihracatının artacağı, projeksiyon oluşturulmasında 2007-2015 yılları arası Yunanistan'a yapılan doğalgaz ihracat hacimleri kullanılmıştır (Şekil 2.34). 2050 projeksiyonunda Türkiye'nin doğalgaz ihracat miktarının 1.02 olarak tahmin edilmiştir (Şekil 5.15).

Türkiye'nin doğalgazda yurtdışına bağımlı olması büyük riskler taşımakta olup, doğalgaz kesintilerinde (sabotaj, iletim hatlarına terör saldırısı, kaynak ülkelerle yaşanan siyasi krizler vb.) sistemin sekteye uğramadan devam etmesi için doğalgazın depolanması zorunlu hale getirmiştir. Bu durumda mevcut doğalgaz depolama sahalarında hacim genişletmesi, inşaa aşamasındaki sahaların kısa zaman içerisinde devreye alınması ve yeni depolama sahalarının planlama çalışması vardır. Tüm gelişmelerin ve veriler kullanılarak 2050 senaryosunda Türkiye'nin doğalgaz depolama hacim miktarı 2007'de 1.6 Milyar m³ depolama kapasitesinin artarak 2050'de yaklaşık 10 Milyar m³ olarak belirlenmiştir (Şekil 5.16).

Yüksek lisans tez çalışmasında; doğalgaz üretimi, ithalat hacim ve anlaşma yöntemleri, doğalgaz ithal edilen ülkelerle olan ekonomik, siyasi ve stratejik ilişkilerinin değerlendirilmesi, doğalgaz sağlama yöntemlerinin ve doğalgaz boru hatlarının mühendislik şekillerinin incelenmesi, mevcut, inşa veya planlama aşamasındaki yurtiçi ve yurtdışı doğalgaz boru hatlarının ve doğalgaz depolarının incelenmesi, yurtiçi ve kişi başına düşen enerji tüketim miktarlarının analiz edilmesi, enerji arz talebindeki açığın azaltılması için ilgili enerji politikalarının ve çalışmalarının değerlendirilmesi ve yorumlanması yapıp, hazırlanan senaryolar ve projeksiyonlar çerçevesinde Türkiye doğalgaz enerji arz güvenliğinin güvence altına alınması için bir takım öneriler sunulabilir.

Türkiye'nin doğalgaz arz güvenliğinin sağlanması için, doğalgaz kaynak, taşıma, fiyat/kontrat ve depolama sorunlarının çözümüyle mümkün olacağını ön görülmekte olup, bu durumda yapılacak öneriler aşağıdaki gibi sıralanır.

Doğalgaz kaynak sorunu bakımından;

- Türkiye doğalgaz ithalat bağımlısı bir ülke olmasından dolayı doğalgaz ihtiyacını karşıladığı ülkeleri çeşitlendirmesi,
- AB Komisyonu, AB ülkelerinin tek dış kaynağa bağımlılık oranının yüzde 30'u geçmemesi gerektiğini belirtmiş olup, Rusya'ya olan %55 doğalgaz bağımlılık oranının makul seviyelere çekilmesi,
- Rusya doğalgazına bağımlılığın azaltılması için alternatif yöntemlerle enerji üretilmesi gerekmekte olup, yerli enerji kaynakları olan kömür ve yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretiminde payının artırılması,
- Yerli üretimin artırılması için yeni rezervlerin tespit edilmesi, uygun gaz kuyularının iyileştirilmesi ve Ar-Ge çalışmalarının artırılması,
- Konvansiyonel olmayan enerji kaynağı olan şeyl gazı gibi kaynakların tespit edilmesi ve üretilebilir sahaların işleme alınması,
- Doğalgaz ithalatı yapılabilecek ülkelerin belirlenmesi ve ilgili ülkelerle enerji politikaları üretilmesi,
- Doğalgaz kaynak çeşitliliği konusunda Türki Cumhuriyetlerden (Türkmenistan, Kazakistan vb.) doğalgaz ithalatı için planlamalar yapılmalı

ve ayrıca Irak, katar ve Mısır gibi ülkelerden gaz tedarik edilmesi Avrupa'ya taşınmasında Türkiye'yi enerji merkezi bir ülke konumuna getirilmesi)

- LNG piyasası pahalı olmasından dolayı boru hattıyla ithalatın mümkün olan ülkelere yönlendirilmesi,
- Türkiye'nin doğalgaz ithal ettiği veya diğer ülkelerle, kendi enerji şirketleriyle (BOTAŞ, TPAO vb.) ortak çalışmalar yapılmasıdır.

Doğalgaz Fiyat/Kontrat Sorunu Bakımından;

- Doğalgaz alım anlaşmaları yapılırken fiyatlandırmanın dünya ortalama doğalgaz fiyat değerleri üzerinden ve halkın ekonomik refah seviyesi düşünülerek yapılması,
- Kontrat hazırlanırken tüm öngörülerin belirlenmesi (mevsimlik, aylık tüketim hacimleri),
- Doğalgaz alımında belirli kotalar konularak alım garantisi verilmemeli (alınmayan gazın parasını ödemek zorunda bırakılmaması),
- Gelecekteki fiyatlarla ilgili ön görülerin belirlenip, ekonomik arayışlar bulunması,
- Türkiye enerji geçiş ülkesi olduğundan yapılan anlaşmalarda bu detayın kullanılması,
- AB ülkelerinin enerji politikalarında Türkiye olmadan enerji arz güvenliği düşünemez olması bu durum enerji anlaşmalarında göz ardı edilmemesi,
- İthalat bağımlısı ülke için uzun dönemli anlaşmalar yapılmalı kısa vade anlaşmalardan kaçınılmalıdır.

Doğalgaz Taşıma Sorunu Bakımından;

- Yapım ve planlama aşamasında olan uluslararası doğalgaz boru hattı projelerin devreye alınması için tüm çalışmaların ivedilikle bitirilmesi,
- Doğalgaz boru hatlarının olası terör saldırılarına, sabotaja, doğal afetlere karşı korunması ve önlemlerin artırılması,
- Doğalgaz boru hatlarının ve kompresör istasyonlarının kontrolü bilgisayarlı sistemle sağlanması beraberinde tekniklerde getirmekte olup, siber saldırılara karşı gerekli önlemlerin alınması,

- Doğalgaz boru hatlarının geçtiği ülkelerle olan ikili ilişkilerin yüksek tutulması,
- Uluslararası arenada LNG geçiş noktalarında (boğazlar) güvenliğin sağlanması için çalışmalarda bulunup destek sağlanması,
- Planlanma aşamasında doğalgaz alt yapılarının gelecekteki ihtiyacı karşılayıp karşılamayacağı tespit edilerek inşa edilmesi, sistemin kapasitesinden fazla gaz yüklenmesinden dolayı, gaz sıkışmasından oluşan patlamaların önüne geçilebilir.

Doğalgaz Depolama Sorunu Bakımından;

- Doğalgaz depolama değerlerinin yetersiz olmasından dolayı mevcut depolama sahalarında kapasitelerinin artırılması,
- Planlama ve inşa aşamasındaki doğalgaz depolama projelerinin devreye alınmasında dahi yeterli olmaması, dolayısıyla yeni projeler üretilmeli,
- Yüzey depolama (LNG) tesislerinde kapasite artırımına gidilmeli
- Yeni LNG terminalleri inşa edilmesi (Samsun) Karadeniz bölgesinde anlık ihtiyaca cevap verilmesi,
- Türkiye'nin bitmiş doğalgaz sahaların geçirgenliklerinin test edilerek doğalgaz depolamaya uygun sahaların kullanılması,
- İşlevi bitmiş mermer, taş ve maden ocaklarında yapılan jeolojik etütler sonunda uygun sahalar LNG depoları inşa edilmelidir.

Türkiye doğalgaz enerjisi arz güvenliğinin konusunda eldeki verilerinin neler olduğu ve bu verilerin gelecek 2050 projeksiyonunda nasıl şekilleneceği hususunda çalışılmış olup, hazırlanan projeksiyonlarla Türkiye'nin doğalgaz ihtiyacının ekonomik, kesintisiz ve sürdürülebilirliği hususunda çalışılmıştır. Türkiye ithalatta, üretimde depolamada yukarıdaki öneriler doğrultusunda enerji arz güvenliği açısından bu tedbirleri alması kaçınılmaz olup, geleceğin yeni Türkiye'sinde mutlaka göz önüne alınmalıdır.

KAYNAKLAR

- AA (Anadolu Ajansı)**, (2016). "Doğalgazın yarısını 5 şehir tüketti", Alındığı tarih: 27.04.2016, Adres: <http://aa.com.tr/tr/info/infografik/1006>
- Armstrong A.J., Harmin J.**, (2013). "What are 'Renewable Resources?'" , The Renewable Energy Policy Manual, Organisation of America States.
- Bielecki A.**, (2002). "Energy security: Is the wolf at the door?" , The Quarterly Review of Economics and Finance, 42, 235-250.
- BOTAŞ (Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi)**, (2010). "2009 Yılı Sektör Raporu", Ankara.
- BOTAŞ (Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi)**, (2013). "2012 Yılı Sektör Raporu", Ankara.
- BOTAŞ (Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi)**, (2015). "2014 Yılı Sektör Raporu", Ankara.
- BP**, (2015). "Energy Outlook to 2035", The British Petroleum Company, London, United Kingdom.
- BP**, (2016). "Statistical Review of World Energy", The British Petroleum Company, London, United Kingdom.
- Checci A., Behrens A., ve Egenhofer C.**, (2009). "Long-Term Energy Security Risks for Europe: A Sector-Specific Approach", CEPS Working Document No: 309.
- Chester L.**, (2010). "Conceptualising Energy Security and Making Explicit its Polysemic Nature", Energy Policy, c. 38, ss.887-895.
- CIA**, (2016). "The World FactBook", U.S. Central Intelligence Agency, Alındığı tarih: 25.05.2016, Adres: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>
- CRS**, (2013). "Europe's Energy Security: Options and Challenges to Natural Gas Supply Diversification", Congressional Research Service.
- Dağdemir E. U.**, (2007). "Avrupa Birliği'nin Enerji Arz Güvenliği İçin Dış Enerji Politikası Arayışları", Anadolu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Eskişehir.
- Demir F.**, (2010). "Enerji Oyunu", İstanbul. Ayırım Yayınları.
- Ediger Ş. V.**, (2007). "Enerji Arz Güvenliği ve Ulusal Güvenlik Arasındaki İlişki", Enerji Arz Güvenliği Sempozyumu, Genel Kurmay ATASE Başkanlığı, Stratejik Araştırma ve Etüt Merkezi (SAREM), Genelkurmay Basımevi Ya. No: 2007/47, Ankara.

- Elkind J.**, (2010). “Energy Security, Call for a Broader Agendal, Energy Security, Economics, Politics, Stategies and Implications” (Derl: Pascual C. ve Elkind J.), Bölüm 6, ss. 119-149, Brookings Institution Press, Washington, D.C.
- EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu)**, (2015). ”2014 Yılı Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu”, Ankara.
- EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu)**, (2016). ”2015 Yılı Doğal Gaz Piyasası Sektör Raporu”, Ankara.
- Erdal L.**, (2011). “Enerji Arz Güvenliğini Etkileyen Faktörler Ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Alternatifi”, Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Nazilli, Aydın.
- ETKB**, (2013). “Nükleer Güç Santralleri ve Türkiye”, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Nükleer Enerji Proje Uygulama Daire Başkanlığı, Yayın No:2, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara.
- ETKB, Mavi Kitap**, (2012)., “2011 Yılı Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı, İlgili ve İlişkili Kuruluşlarının Amaç ve Faaliyetleri”, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Ankara.
- ETKB, Mavi Kitap**, (2013)., “2012 Yılı Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı, İlgili ve İlişkili Kuruluşlarının Amaç ve Faaliyetleri”, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Ankara.
- ETKB, Mavi Kitap**, (2015)., “2014 Yılı Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı, İlgili ve İlişkili Kuruluşlarının Amaç ve Faaliyetleri”, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Ankara.
- Friedman T.**, (2009). “Enerji Güvenliği Güç Demektir”, adres:
http://www.sabah.com.tr/NewYorkTimes/2009/11/30/enerji_guvenligi_guc_demektir.
- Gençtürk T.**, (2012). “Enerji Güvenliği Nedir? Ulusal ve Uluslararası Boyutta Enerji Güvenliği Sorunu”, Başkent Üniversitesi Stratejik Araştırmalar Merkezi, Ankara.
- GIIGNL**, (2013)., “LNG Information Paper No. 1 – Basic Properties of LNG”, The International Group of LNG Importers.
- Görgülü E. P.**, (2008). “Avrupa Birliği’nin Enerji Arz Güvenliğinin Sağlanması”, Yüksek Lisans Tezi, 9 Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Hughes, L., ve Shupe, D.**, (2010). “Creating Energy Security Indexes With Decision Matrices and Qantitive Criteria”, WEC Congress, Montreal.

- IEA (International Energy Agency)**, (2014). “World Energy Outlook 2014”, Paris, France.
- IEA (International Energy Agency)**, (2015). “World Energy Outlook 2015”, Paris, France.
- ITE**, (2013), “İran - Türkiye - Avrupa Doğal Gaz Boru Hattı Projesi”, TURANG Transit Taşımacılık Anonim Şirketi, İstanbul.
- Karahan G., Silinir M., Çaym M., ve Adeniz N.**, (2012). “Enerji ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye örneği”, Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, Cilt 2, Sayı 1.
- Koyama K., ve Kutani I.**, (2012). “Study on the Development of an Energy Security Index and an Assessment of Energy Security for East Asian Countries”, ERIA Research Project Report 2011, No: 13.
- Kruyt B., Vuuren D.P., Van de Vries H.J.M. ve Groenenberg H.**, (2009). “Indicators for energy security”, Energy Policy, c. 37, ss. 2166–2181.
- Oğan S.**, (2003). “Mavi Akım Projesi: Bir Enerji Strateji ve Stratejisizliği Örneği” stradigma.com Ağustos Aylı Strateji ve Analiz E-Dergisi, Sayı 7.
- Özer S.**, (2008). “Avrupa Birliği, Rusya ve ABD’nin Avrupa Güvenliğine Farklı Yaklaşımlarının Transatlantik İttifakına Etkileri”, Akdeniz Üniversitesi İİBF Dergisi (15), s.170-195.
- PİGM**, (2016). “2015 Yılı Sonu İtibariyle Türkiye Doğal Gaz Rezervleri”, Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Adres: <http://www.pigm.gov.tr/index.php/istatistikler>
- Sanlı B., Ekiz N.**, (2013), Türkiye'nin Doğalgaz Arz Güvenliğinin Analitik Bir Değerlendirmesi
- SAREM**, (2007). “Enerji Arz Güvenliği”, Askerî Tarih ve Stratejik Etüt Başkanlığı, Stratejik Araştırma ve Etüt Merkezi, Genelkurmay Basımevi, Ankara.
- SETA**, (2016). “Türkiye’nin Enerjide Merkez Ülke Olma Arayışı” Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı, Rapor Ankara.
- Sunu M.**, (2001). “Petrol ve Doğalgaz Yeraltında Depolanması”, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- SSDGD**, (2013). “Sıvılaştırılmış Doğal Gaz Depolama Tank İşletme ve Kuralları”, Sıvılaştırılmış ve Sıkıştırılmış Doğal Gazcılar Derneği, Teknik Komite, İstanbul.
- Şengür İ.**, (2002). “Talep Tahmini”, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.

- TEPAV**, (2012). “İSO – Türkiye’nin ilk 1000 Büyük Sanayi Kuruluşu 1997’den 2011’e illere göre Şirket Dağılımı ve İllerin Futboldaki Başarıları Arasındaki İlişki”, Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı .
- TESPAM**, (2015). “Rusya Krizinden sonra türkiye gaz denklemleri ve etkileşimli enerji politikaları:2050”, Türkiye Enerji Stratejileri & Politikaları Araştırma Merkezi, Ankara.
- Tuğrul A. B.**, (2010). “Dünyada ve Türkiye’de Enerji Politikaları ve Sektörle Yansımaları”, İstanbul Teknik Üniversitesi – Enerji Enstitüsü Ayazağa Kampüsü, OSBUK Zirvesi Van/Türkiye
- Tuğrul A. B.**, (2011). “Nuclear Energy in the Energy Expansion of Turkey", "Journal of Energy and Power Engineering, Vol. 5, No 10, pp. 905-910.
- Tuğrul A. B.**, (2015). “Enerji Politikalarında Karar Verme Süreci” YTÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi - Siyaset Bilimi ve Uluslararası İlişkiler Bölümü Bülteni.
- TPAO**, (2015). “Ham Petrol ve Doğalgaz Sektör Raporu”, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Ankara.
- TPAO**, (2016). “Ham Petrol ve Doğalgaz Sektör Raporu”, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Ankara.
- TRT**, (2016). “Doğalgaz depolama için imzalar atıldı” Alındığı tarih: 10.11.2016, Adres: http://www.trthaber.com/m/?news=dogalgaz-depolama-icin-imzalar-atildi&news_id=274476&category_id=7
- TÜİK**, (2016). “2015 Yılı İl ve Cinsiyete Göre İl/İlçe Merkezi, Belde/Köy Nüfusu ve Nüfus Yoğunluğu”, Türkiye İstatistik Kurumu, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları.
- TÜİK**, (2016). “1998-2015 Yıllara Göre Kişi Başına Gayri Safi Yurtiçi Hasıla”, Türkiye İstatistik Kurumu, Gayri Safi Yurtiçi Hasıla, 1998 - 2015 (Alıcı Fiyatlarıyla) (1998 bazlı).
- Yıldırım E., Karakoç N.**, (2013). “Karadeniz Ülkelerinde Enerji Arz Güvenliği”, 1. Karadeniz ve Balkan Ekonomik ve Politik Araştırmalar Sempozyumu, Bülent Ecevit Üniversitesi, Zonguldak, Türkiye.
- Yumurtacı Z., Asmaz E.**, (2003). “Electric Energy Demand of Turkey for the Year 2050”, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında Ordu ilinde doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Ordu ve Giresun'da tamamladı. Üniversite eğitimini 2012 yılında öğrenim dili Rusça olarak Azerbaycan Devlet Petrol (Neft) Akademisi'nde Petrol ve Doğalgaz Mühendislik bölümünde tamamlayarak mezun oldu. 2013 yılında Petrol – Gaz Boru Hatlarının ve Depolarının Projelendirilmesi, İnşası ve İşletilmesi lisans diploma denklik belgesini aldı. 2015 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine başladı ve İskenderun Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrenimine devam etmektedir.