

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANA BİLİM DALI
İKTİSAT TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TÜRKİYE DOĞAL GAZ PİYASASININ GELİŞİMİ VE DOĞAL GAZ
TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER**

**HASAN GÜRHAN KAYA
20710072**

**TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. SAİT ÖZTÜRK**

2024

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANA BİLİM DALI
İKTİSAT TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE DOĞAL GAZ PİYASASININ GELİŞİMİ VE DOĞAL
GAZ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

HASAN GÜRHAN KAYA
20710072
ORCID NO: 0009-0001-1773-6693

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. SAİT ÖZTÜRK

TEMMUZ 2024

Hasan Gürhan KAYA tarafından hazırlanan “TÜRKİYE DOĞAL GAZ PİYASASININ GELİŞİMİ ve DOĞAL GAZ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER” başlıklı çalışma, **31/07/2024** tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği ile başarılı bulunmuş ve jürimiz tarafından İktisat Ana Bilim Dalı İktisat Programında **YÜKSEK LİSANS** tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman

İmza

Prof. Dr. Sait ÖZTÜRK

.....

Jüri Üyeleri

İmza

Prof. Dr. Fazıl KAYIKÇI

.....

Prof. Dr. Hamdi GENÇ

.....

ÖZET

TÜRKİYE DOĞAL GAZ PİYASASININ GELİŞİMİ VE DOĞAL GAZ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Günümüzde enerji kaynaklarının sürdürülebilirliği, artan enerji talebi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının yetersiz kalması, enerji kaynaklarına olan ilgiyi dünya genelinde arttırmaktadır. Bu bakımdan doğal gaz piyasası; üretimdeki temel girdi faktörlerinden biri olması, toplumların gereksinimleri, devletlerin stratejik yatırımları, yanma açısından verimliliği ve düşük karbon salınımı gibi çevresel faktörler ile birlikte düşünüldüğünde enerji sektörünün önemli bir bileşeni olarak karşımıza çıkmaktadır. Son yıllarda emtia fiyatlarının yükselişi, pandemi krizi etkisiyle artan enerji girdi maliyetleri ve küresel ısınma sorunlarının enerji sektörünü ön plana çıkardığı dönemde doğal gaz sektörünün Türkiye’de gelişimi tarihî bir perspektif ile literatüre kazandırılmıştır. Bu araştırma; Türkiye’de, doğal gaz piyasasının gelişimini, doğal gaz tüketiminin bölgesel bazda değerlendirilmesini ve doğal gaz tüketimini etkileyen faktörleri incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma aynı zamanda Dünya’da ve Türkiye’de enerji kaynakları, doğal gaz kaynakları, doğal gaz tüketim eğilimleri ve piyasa yapısı üzerinden doğal gaz tüketimi ile tüketimi etkileyen faktörler arasında analiz yaparak bir değerlendirme sunmayı hedeflemektedir.

Bu doğrultuda Türkiye’de doğal gaz tüketimini etkileyen faktörlerden iktisadi büyüme, nüfus artış hızı, sıcaklık derecesi ve yağış miktarı değişkenleri bağımsız değişkenler; toplam doğal gaz tüketimi bağımlı değişken olmak üzere zaman serisi yöntemi uygulanmıştır. Dönem olarak 1976-2022 yıllarını referans alan çalışmada doğal gaz tüketimi ile büyüme, nüfus artışı ve yağış arasında pozitif bir ilişki, sıcaklık ile negatif bir ilişki tespit edilmiştir. Bu dört bağımsız değişkenden Türkiye’de doğal gaz tüketimini en çok etkileyen unsurun iktisadi büyüme olduğu saptanmıştır. Ardından nüfus artış hızı, sıcaklık derecesi ve yağış miktarı olarak sıralanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Doğal Gaz, Tüketim, İktisadi Büyüme, Nüfus.

ABSTRACT

THE DEVELOPMENT OF TURKISH NATURAL GAS MARKET AND THE FACTORS OF AFFECTING NATURAL GAS CONSUMPTION

The sustainability of energy resources today, coupled with increasing energy demand and the inadequacy of renewable energy sources, is increasing global interest in energy resources. In this regard, the natural gas market emerges as an important component of the energy sector, considering its role as a key input factor in production, societal needs, strategic investments of states, efficiency in combustion, and environmental factors such as low carbon emissions. In recent years, the rise in commodity prices, the increase in energy input costs due to the pandemic crisis, and the persistence of global warming issues have kept the energy sector in the spotlight. Against this backdrop, the development of the natural gas sector in Turkey has been documented in the literature from a historical perspective. This research aims to examine the development of the natural gas market in Turkey, evaluate natural gas consumption on a regional basis, and analyze the factors influencing natural gas consumption. Additionally, the study intends to provide an evaluation by analyzing natural gas consumption trends, market structures, energy resources, natural gas reserves, and factors affecting consumption both globally and in Turkey.

In this context, a time series method has been applied, with economic growth, population growth rate, temperature, and precipitation as independent variables, and total natural gas consumption as the dependent variable, to analyze the factors influencing natural gas consumption in Turkey. The study, referencing the period between 1976 and 2022, has identified a positive relationship between natural gas consumption and economic growth, population growth, and precipitation, while a negative relationship has been observed between natural gas consumption and temperature. The study has determined that economic growth is the most influential factor on natural gas consumption in Turkey among these four independent variables. Following economic growth, population growth rate, temperature, and precipitation are listed in descending order of impact on natural gas consumption.

Keywords: Energy, Natural Gas, Consumption, Economic Growth, Population.

ÖN SÖZ

Türkiye’de enerji kaynakları ve doğal gaz sektörünün tarihî gelişimini, geçirdiği süreçleri ve geline aşamada içinde bulunduğu durumun detaylı olarak değerlendirildiği bu çalışmada, aynı zamanda doğal gaz tüketimi ile doğal gaz tüketimini etkileyen faktörler arasındaki ilişki ortaya konulmuştur.

Tez sürecim boyunca tecrübe ve birikimiyle yol gösteren sayın hocam Prof. Dr. Sait ÖZTÜRK’e ve bu zamana kadar desteğini hiçbir zaman esirgemeyen kıymetli aileme teşekkür ederim.

Hasan Gürhan KAYA
Temmuz, 2024; İstanbul

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iii
ABSTRACT	iv
ÖN SÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
KISALTMALAR LİSTESİ.....	x

1. GİRİŞ.....	1
2. ENERJİ VE DOĞAL GAZ İLİŞKİN KAVRAMSAL ÇERÇEVE	3
2.1. Enerji Kavramı	3
2.2. Doğal Gaz Kavramı.....	4
2.3. Enerji Kaynaklarının Tarihî Gelişimi.....	6
2.4. Enerji ve İktisat İlişkisi	11
2.5. Enerji Kaynakları	14
2.5.1. Yenilenemez (Tükenebilir) Enerji Kaynakları.....	15
2.5.1.1. Kömür	15
2.5.1.2. Petrol	18
2.5.1.3. Doğal Gaz.....	23
2.5.1.4. Nükleer Enerji	27
2.5.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	32
2.5.2.1. Güneş Enerjisi	32
2.5.2.2. Rüzgâr Enerjisi.....	33
2.5.2.3. Hidrolik Enerji	34
2.5.2.4. Jeotermal Enerji	36
2.5.2.5. Biyokütle Enerjisi	37
2.5.2.6. Dalga Enerjisi.....	39
2.5.2.7. Hidrojen Enerjisi	40
2.6. Dünya Enerji Görünümü	41
2.7. Türkiye Enerji Görünümü	43
2.7.1. Türkiye Enerji İhracatı ve Toplam İhracat İçerisindeki Payı.....	46
2.7.2. Türkiye Enerji İthalatı, Toplam İthalat ve Cari Açık İlişkisi	47
3. TÜRKİYE DOĞAL GAZ PİYASASININ GELİŞİMİ.....	51
3.1. Türkiye’de Doğal Gaz Piyasasının Tarihî Gelişimi	51
3.2. Doğal Gaz Kullanımı ve Doğal Gaz Dağıtım Şirketleri	54
3.3. Türkiye Doğal Gaz Tüketimi	57
3.4. Türkiye Doğal Gaz Tüketimi Sektörel Dağılım.....	58
3.5. Türkiye Doğal Gaz Üretimi	62
3.6. Türkiye Doğal Gaz İthalat ve İhracatı.....	62
3.7. Türkiye Doğal Gaz Genel Görünüm	65
3.8. Türkiye Doğal Gaz Alt Yapısı	66

4. TÜRKİYE DOĞAL GAZ TÜKETİMİNİN BÖLGESEL BAZDA İNCELENMESİ	68
4.1. Akdeniz Bölgesi	68
4.2. Doğu Anadolu Bölgesi	71
4.3. Ege Bölgesi	75
4.4. Güney Doğu Anadolu Bölgesi	78
4.5. İç Anadolu Bölgesi.....	80
4.6. Karadeniz Bölgesi	84
4.7. Marmara Bölgesi	87
4.8. Bölgelerde Doğal Gaz Tüketiminin Değerlendirilmesi	92
5. DOĞAL GAZ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER	94
5.1. Literatür.....	94
5.2. Veri Seti ve Değişkenler	97
5.3. Model	98
5.3.1. Birim Kök Testleri	98
5.3.2. Ekonometrik Varsayımlardan Sapmaların Testleri.....	103
5.3.3. Eş Bütünleşme Analizi.....	105
5.3.4. Etki-Tepki Analizi ve Varyans Ayırıştırması	106
5.4. Sonuç.....	109
KAYNAKÇA	113

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Türkiye Enerji İhracatı ve Toplam İhracat İçerisindeki Payı	47
Tablo 2. Türkiye Enerji İthalatı, Toplam İthalat ve Cari Açık	49
Tablo 3. 2000-2022 Yılları Arasında Türkiye Doğal Gaz Tüketimi.....	57
Tablo 4. 2010-2022 Yıllara Göre Doğal Gaz Sektörel Tüketimi (Milyar Sm ³).....	59
Tablo 5. Son 10 Yıllık Periyotta Sektörel Doğal Gaz Tüketimi Alt Kırılımları	60
Tablo 6. Türkiye Doğal Gaz Üretimi (Milyon m ³).....	62
Tablo 7. Türkiye Doğal Gaz İthalatı (Milyon Sm ³)	63
Tablo 8. Türkiye Doğal Gaz İhracatı (Milyon Sm ³)	63
Tablo 9. Türüne Göre Türkiye Doğal Gaz İthalatı (Milyon Sm ³).....	63
Tablo 10. Ülkelere Göre Türkiye Doğal Gaz İthalat Miktarları (Milyon Sm ³)	64
Tablo 11. Türkiye Doğal Gaz Genel Görünüm (Milyon Sm ³).....	66
Tablo 12. Akdeniz Bölgesi Doğal Gaz Göstergeleri (2022).....	69
Tablo 13. Akdeniz Bölgesi Sektörel Doğal Gaz Tüketimi (Milyon Sm ³)	70
Tablo 14. Akdeniz Bölgesi'nde Doğal Gaz Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Nüfus....	71
Tablo 15. Doğu Anadolu Bölgesi Doğal Gaz Göstergeleri (2022).....	72
Tablo 16. Doğu Anadolu Bölgesi Sektörel Doğal Gaz Tüketimi (Milyon Sm ³)	73
Tablo 17. Doğu Anadolu Bölgesi'nde Doğal Gaz Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Nüfus	74
Tablo 18. Ege Bölgesi Doğal Gaz Göstergeleri (2022)	75
Tablo 19. Ege Bölgesi Sektörel Doğal Gaz Tüketimi (Milyon Sm ³).....	76
Tablo 20. Ege Bölgesi'nde Doğal Gaz Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Nüfus.....	77
Tablo 21. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Doğal Gaz Göstergeleri (2022)	78
Tablo 22. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Sektörel Doğal Gaz Tüketimi (Milyon Sm ³)	79
Tablo 23. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Doğal Gaz Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Nüfus	80
Tablo 24. İç Anadolu Bölgesi Doğal Gaz Göstergeleri (2022).....	81
Tablo 25. İç Anadolu Bölgesi Sektörel Doğal Gaz Tüketimi (Milyon Sm ³)	82
Tablo 26. İç Anadolu Bölgesi'nde Doğal Gaz Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Nüfus	83
Tablo 27. Karadeniz Bölgesi Doğal Gaz Göstergeleri (2022)	85
Tablo 28. Karadeniz Bölgesi Sektörel Doğal Gaz Tüketimi (Milyon Sm ³).....	86
Tablo 29. Karadeniz Bölgesi'nde Doğal Gaz Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Nüfus.	87
Tablo 30. Marmara Bölgesi Doğal Gaz Göstergeleri (2022).....	89
Tablo 31. Marmara Bölgesi Sektörel Doğal Gaz Tüketimi (Milyon Sm ³)	90
Tablo 32. Marmara Bölgesi'nde Doğal Gaz Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Nüfus ..	91
Tablo 33. Phillips Perron Birim Kök Test Sonuçları (Düzey Değerinde)	100
Tablo 34. Phillips Perron Birim Kök Test Sonuçları (1. Fark Değerinde)	102
Tablo 35. Jarguea-Bera Normallik Testi.....	104
Tablo 36. Breusch-Godfrey Otokorelasyon LM Testi	104
Tablo 37. Sabit Varyans Testi.....	104
Tablo 38. ARDL Sınır Testi Sonuçları	106
Tablo 39. (Doğalgaz) Varyans ayırıştırması sonuçları.....	108

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Tarih Boyunca Dünya’da Kişi Başına Gelir	9
Şekil 2. Dünya Enerji Tüketimi Tarihî Gelişimi	10
Şekil 3. Genel Üretim Süreci	11
Şekil 4. Katma Değer ve Nihai Üretim	13
Şekil 5. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması	14
Şekil 6. Ülkelere Göre Kömür Üretimleri	16
Şekil 7. Ülkelere Göre Kömür Tüketimleri	17
Şekil 8. Ülkelere Göre Petrol Rezervi	22
Şekil 9. Yeraltında Oluşan Doğal Gaz Sondaj Faaliyeti	24
Şekil 10. Ülkelere Göre Doğal Gaz Rezervleri	26
Şekil 11. Ülkelere Göre Doğal Gaz Üretimleri	27
Şekil 12. Ülkelere Göre Uranyum Kaynakları	28
Şekil 13. Ülkelere Göre Uranyum Üretimleri	29
Şekil 14. Ülkelere Göre Toryum Kaynakları	30
Şekil 15. Dünya Birincil Enerji Tüketimi Seyri	41
Şekil 16. Dünya Birincil Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (2021)	42
Şekil 17. Enerji Kaynaklarına Göre Birincil Enerji Arzı Projeksiyonu	43
Şekil 18. Türkiye Birincil Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (2021)	44
Şekil 19. Türkiye Birincil Enerji İthalatının Kaynaklara Göre Dağılımı (2021)	44
Şekil 20. Türkiye Birincil Enerji Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (2021)	45
Şekil 21. 2000-2020 Yılları Arası Türkiye Toplam Enerji Arzı, Üretimi, İthalat ve İhracatı (MTEP)	46
Şekil 22. 2000-2020 Türkiye Enerji İthalatının Kaynaklara Göre Dağılımı (MTEP)	50
Şekil 23. Doğal Gaz Piyasa Yapısı	55
Şekil 24. Doğal Gaz Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı	58
Şekil 25. Doğal Gaz ve Petrol Boru Hatları Haritası	67
Şekil 26. Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi (Akaike Bilgi Kriteri)	103
Şekil 27. Cusum ² Yapısal Kırılma Testi	105
Şekil 28. Etki-Tepki Fonksiyonu	107

KISALTMALAR LİSTESİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
BOTAŞ	: Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi
BTU	: British Thermal Unit (İngiliz Isı Birimi)
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
EIA	: Energy Information Administration (ABD Enerji Enformasyon Ajansı)
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EPİAŞ	: Enerji Piyasaları İşletme A.Ş.
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
FSRU	: Floating Storage Regasification Unit (Yüzer LNG Terminali)
GSYH	: Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla
GAZBİR	: Türkiye Doğal Gaz Dağıtıcıları Birliği
GAZMER	: Doğal Gaz Teknik Merkezi
HES	: Hidroelektrik Santral
IEA	: International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı)
İGDAŞ	: İstanbul Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi
CNG	: Compressed Natural Gas (Sıkıştırılmış Doğal Gaz)
LNG	: Liquefied Natural Gas (Sıvılaştırılmış Doğal Gaz)
MTEP	: Milyon Ton Eşdeğer Petrol
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development
OPEC	: Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
PETKİM	: Petrokimya Holding A.Ş.
RES	: Rüzgâr Enerji Santrali
SSCB	: Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
TANAP	: Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı Projesi
TAP	: Trans-Adriyatik Doğalgaz Boru Hattı Projesi
TBMM	: Türkiye Büyük Millet Meclisi
TCMB	: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
TEK	: Türkiye Elektrik Kurumu
TMMOB	: Türkiye Makine Mühendisleri Odası Birliği
TKİ	: Türkiye Kömür İşletmeleri
TTK	: Türkiye Taşkömürü Kurumu
TPAO	: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TSKB	: Türkiye Sınai Kalkınma Bankası
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TÜPRAŞ	: Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş.
UGETAM	: İstanbul Uygulamalı Gaz ve Enerji Teknolojileri Araştırma Merkezi

1. GİRİŞ

Enerji sektörü, sanayi devriminin ardından dünyada etkisini artırırken iki genel dünya savaşı sonrası yeniden şekillenen küresel konjonktürde, politika yapıcılar açısından belirleyici bir unsur olarak değerlendirilmiştir. Uzun yıllar ABD Dışişleri Bakanlığı yapan ve aynı zamanda ABD'nin, dünya petrol ve doğal gaz rezervlerinin ciddi bir kısmına sahip olan Ortadoğu politikalarının belirlenmesinde etkili rol oynayan Henry Kissinger'a atfedilen *'Ekmeği kontrol edersen insanları, Petrolü kontrol edersen milletleri yönetirsin'* sözü enerji kaynaklarına hâkim olmanın önemini ortaya koymaktadır. Yaşanan iki dünya savaşı ve sonrasında kurulan çift kutuplu dünya düzeninin geldiğimiz noktada aslında bir sanayi dünyasına hizmet ettiği ortadadır. Dünyanın bir bütün halinde sanayileşmesi, küreselleşme, iktisadi krizler ve savaşlar hem nicelik hem nitelik olarak enerji sektörlerini stratejik bir konuma getirmiştir. Bu anlamda enerjinin teknik, sosyal, ekonomik, devletlerarası ilişkiler ve sürdürülebilir kalkınma alanlarında etkisi düşünüldüğünde birden çok disiplin altında incelenmesi gerektiği açıktır.

Dünyadaki en büyük iktisadi sektörlerden biri olan enerji sektörünün içerisinde önemli bir emtia olarak yer alan doğal gaz; içinde bulunduğumuz zaman diliminde daha da stratejik bir yere yükselmiştir. Doğal gaz, genel olarak elektrik üretiminde, konutlarda ve endüstriyel süreçlerde yaygın bir şekilde kullanılan önemli bir enerji kaynağıdır. Artan nüfus ve gelişen teknoloji ile birlikte enerji tüketiminin ciddi düzeylerde artış göstermesi aynı zamanda elektrik üretiminde de kullanılan doğal gaza talebi arttırmıştır. Enerji kaynakları arasında doğal gazın temiz yanması ve düşük karbon salınımı nedeniyle tercih edilen bir yakıt olduğu bilinmektedir. Ayrıca, doğal gazın kolay depolanabilir olması ve esnek kullanımı, enerji piyasalarında önemli bir avantaj olarak görülmektedir. Bununla birlikte, doğal gazın çıkartılması, taşınması ve kullanılması süreçlerinin çevresel etkileri ve ekonomik maliyetleri de göz önünde bulundurulmalıdır.

Sanayi Devimi ile başlayan doğal gaz kullanımı, 1973 yılındaki 1. Petrol Krizi (OPEC Şoku) ile daha önemli hale gelerek doğal gaz talebinde ciddi artışlar gözlenmiştir. Sonrasında dünya doğal gaz üretimi yaklaşık 8 kat artmıştır (Ertürk, 2011). Savaşlar,

artan nüfus, teknolojik gelişmeler var olan enerji ihtiyacı içerisinde doğal gazı önemli bir alternatif haline getirmiştir. Sanayiinin enerji ihtiyacını karşılamada petrol ve kömüre alternatif olarak yaygınlaşan doğal gaz; I. ve II. Petrol krizleriyle kullanımı artarak 1980 sonrası küreselleşen dünyada kullanım ağı genişlemiştir.

1980 sonrası Dünya ticaret hacminin artması ve sanayi sektörünün hızlı bir şekilde gelişmesi ile başlayan süreç, doğal gaz rezerv alanlarından, kullanım alanlarına doğru doğal gaz dağıtım ağının genişlemesiyle sonuçlanmıştır. 1990'lı yıllarda Orta Asya'da rezerv yatağı bulunan doğal gazın Avrupa'ya transferi için geliştirilen proje ve modeller üzerine çalışmalar yapılmıştır. Rus doğal gazının Türkiye üzerinden Avrupa'ya transferi için geliştirilen Türk Akımı projesi bu duruma güzel bir örnek çalışmadır. Benzer şekilde 90'lı yıllarda sıvılaştırılmış gaz (LNG) ve doğal gazın yeraltına depolanması yöntemleriyle stok oluşturmak suretiyle gaz tedarikine alternatif çözümler geliştirilmeye çalışılmıştır. Gaz temini için alternatiflerin çeşitlendirilmesinde doğal gaz arz güvenliğinin de etkisi büyüktür. Son yıllardaki pandemi krizi ve doğal gaz rezerv kaynaklarına sahip ülkelerin taraf oldukları savaşların yaşandığı günümüz dünyasında tek bir ülkeye bağlı kalmadan enerji kaynağını sağlayabilmek büyük önem taşımaktadır. Bu bakımdan doğal gaz arz güvenliği ile birlikte demografik gelişmeler ve artan doğal gaz talebi düşünüldüğünde, doğal gaz tedarikinin çeşitlendirilmesi çalışmaları daha fazla anlaşılabilmektedir. Artan taleple birlikte ülkelerin doğal gaz üretimi ve kaynak rezervi arama çalışmaları hızlanmıştır. Dünya doğal gaz rezervlerinin önemli bir bölümü Orta Asya ve Orta Doğu ülkeleri olarak konumlandırılan ülkelere yer almaktadır. Bunlarla birlikte belirli bölgelerde Türkiye gibi doğal gaz arama çalışmalarını hızlandıran gelişmekte olan ülkeler de bulunmaktadır. Özellikle son zamanlarda ülkemiz ile birlikte Karadeniz ve Akdeniz havzasında bölge ülkeleri tarafından doğal gaz arama çalışmalarının yoğunlaşmasıyla gündemde öne çıkmaktadır. Bu çalışmada her geçen gün önemi daha da artan, kaynak açısından ülkeler arasında ciddi bir rekabet sebebi olan doğal gazın; ülkemizdeki gelişim seyri, tüketimi, kaynakları, tedarik yöntemleri, kullanıcılara ulaştırmada önemli bir aracı olan dağıtım şirketleri incelenerek, doğal gaz tüketimi ile doğal gaz tüketimini etkileyen faktörler arasındaki ilişkiler analiz edilecektir.

2. ENERJİ VE DOĞAL GAZA İLİŞKİN KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Enerji kaynakları, orta çağ dönemlerinden bugüne kadar toplumlar için ciddi bir ihtiyaç, işletmeler açısından önemli bir girdi kalemi olarak yer almaktadır. Enerji tarihi içerisinde insanların ilk baştan beri ihtiyaçları dâhilinde kullandığı doğal kaynaklar veya hammaddeler, enerji kaynakları açısından başlangıç noktası olarak alınabilir. Ancak ilk insanlardan bugüne birlikte incelenmesi gereken en önemli olay son iki yüzyıllık zaman dilimi içerisinde gerçekleşen sanayi (endüstri) devrimi ile başlayan süreçtir. Sanayi devrimine kadar olağan gidişatını devam ettiren dünya tarihi, 18. yüzyıldan sonra bambaşka bir serüvene başlamıştır. Bu hikâyede enerji kaynakları başat rol oynayarak bir anlamda endüstrileşme sürecinin motoru olmuştur. Sanayi devrimi öncesi, su, güneş, rüzgâr, insan ve hayvan gücü gibi geleneksel yöntemler enerji kaynağı olarak kullanılırken, sanayi devrimi sonrası buhar gücü ve kömürün enerji kaynağı olarak yaygınlaşmasıyla modern enerji kaynaklarının kullanımı başlamıştır.

2.1. Enerji Kavramı

Bir cismin çevrede değişiklik meydana getirebilme yeteneği olarak tanımlanan enerji, maddelerin bünyesinden ısı, ışık, hareket gibi şekillerde açığa çıkabilmektedir. Enerji, evrende hiçbir zaman yok olmaz; ancak bir şekilden diğerine dönüşebilmektedir (İnan, 2008). Kısaca iş yapabilme kabiliyeti olarak özetlenen enerji kavramı, Latince'deki 'energia' kelimesinden türetilmiştir. Kavram olarak ilk defa Aristoteles tarafından kullanılmıştır. Antik Yunanda eylem anlamına gelen enerji kavramı potansiyelin zıttı harekete geçirme hali olarak ortaya çıkmıştır (Güner, 2020). Enerji kavramı Yunanca en (iç) ile ergon (iş) kelimelerinin bir araya gelmesiyle oluşmuştur.

$$\text{Enerji} = \text{Güç} \times \text{Zaman}$$

Enerji, güç kavramı ile ölçülmekte ve gücün ölçü birimi olan 'Watt' ile ifade edilmektedir. Enerji miktarı güç ve harcandığı birim zaman kullanılarak ölçülür (Şen, 2002).

2.2. Doğal Gaz Kavramı

Yeryüzü üzerinde geçmişten günümüze yaşamı sona eren tüm canlılar yeraltındaki ısı ve basınç ile birlikte fosile dönüşmektedir. Bu fosiller yerin farklı tabakalarında farklı yakıt türleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bakımdan başlıca fosil yakıtlar; kömür, petrol ve doğal gazdır. Yer altından çıkartılan doğal gaz bir petrol türevidir. Genelde petrol yataklarında petrolün içinde küçük hava kabarcıkları şeklinde bulunmaktadır. Sert kaya ve taşların baskısıyla birikerek rezerv oluşturmaktadır (İGDAŞ, 1999).

Doğal gaz, bileşiminin büyük bölümü Metan (CH_4) gazı oluşturmaktadır. Metan dışında ve etan (C_2H_6), propan (C_3H_8), bütan (C_4H_{10}) olmak üzere çeşitli hidrokarbonların bir araya gelmesiyle ortaya çıkmaktadır. Doğada yanıcı, havadan hafif, renksiz ve kokusuz bir halde bulunmaktadır (UGETAM, 2016). Kullanımında gaz kaçaqlarının fark edilebilmesi için bir kokulandırma maddeleri belirli oranda katılarak özel olarak kokulandırılmaktadır. Doğal gaz zehirli olmamakla birlikte yüksek gaz oranlarında oksijensiz kalınacağı için boğucu etkisi bulunmaktadır (Ertürk, 2011).

Doğal gaz, yanma özellikleri açısından yüksek verimli olup, kaynağından çıkarıldığı şekilde rafine edilmeden, işlenmeden de kullanılabilir. Doğal gaz, boru hatları ile taşınarak veya sıvılaştırma yöntemi dediğimiz LNG tankerlerle taşınabilmektedir (İnan, 2008).

Doğal gaz ve petrolün tamamı boru hattıyla taşınmamaktadır. Petrol ve petrol ürünleri ihraç eden birçok üretici ülke, ham petrolü ve ürünleri tüketici ülkelerdeki rafinerilere ve diğer müşterilere ulaştırmak için okyanus taşımacılığını kullanmak zorundadır. Doğal gaz ve ham petrol ürünleri tankerlerle taşınmaktadır, ancak ham petrol sevkiyatları açık ara en büyüğüdür. Doğal gazın tankerle taşınırken pratik olacak kadar büyük bir hacim taşıyabilmesi için sıvılaştırılması gerekmektedir. Sıvılaştırılmış doğal gazın (LNG) tankerle taşınması, ihracatçı ülkede bir sıvılaştırma tesisi, alıcı ülkede ise bir gaz tesisi gerektirmektedir. Her iki tesis de genellikle tanker yükleme ve boşaltma limanlarının yakınında bulunmaktadır. 1960'lı yılların başından itibaren sıvı haldeki doğal gazın okyanuslarda taşınması yaygınlaşmıştır. Cezayir ve İran gibi üretici ülkelerdeki büyük doğal gaz rezervleri, boru hattıyla kolaylıkla ulaşılabilen piyasanın çok üzerindedir (Kennedy, 1993).

Doğal gazın üretimi, taşınması, satışı ve tüketimi dışında doğal gazın akışı ve satış değerini etkileyen özellikler bulunmaktadır. Bunlar; basınç, hacim ve sıcaklık ilişkileri, viskozite ve gazın bileşimidir. Yakıtın ısı değeri veya kalitesi, diğer değişkenlerin sabit kalması şartıyla satış değerini etkilemektedir. Doğal gazın satış fiyatı genellikle, İngiliz Isı Birimi (British Thermal Unit – BTU) olarak ifade edilen ısıtma değeriyle ilgili olsa da gözenekli ortam ve borudaki akış, malzeme dengesi, hacim ve gazın bulunabilirliğine ilişkin mühendislik ilkeleri ile ilişkilidir. Bir borudan akan veya bir kuyudan üretilen saf karbondioksit veya nitrojen ısı değeri sıfır olmasına rağmen, özünde tamamı hidrokarbon olan bir gazla aynı genel özellikleri göstermektedir. Doğal gaz, genellikle baz basıncından birkaç kat daha yüksek basınçlarda ve baz sıcaklığının büyük ölçüde üzerindeki sıcaklıklarda üretim operasyonlarında ölçülmektedir (Smith, 1990).

Doğal gaz kaynakları, arzı, talebi, üretimi ve tüketimi; diğer enerji kaynakları gibi birden çok sebep ve sosyo-ekonomik duruma göre değişkenlik göstermektedir. Doğal gaz kaynağı olarak özellikle Orta Asya ülkeleri olarak adlandırdığımız Rusya, İran, Azerbaycan, Türkmenistan, Özbekistan gibi ülkelerde rezervlerin yoğunlaştığı görülmektedir. Kaynak olarak belirli bölgelerde yoğunlaşsa da boru hatları ve LNG yöntemleri ile taşınarak diğer bölgelere taşınabildiğinden doğal gaz tüketimi dünya genelinde yaygın hale gelmiştir. Özellikle sanayinin geliştiği ve refah seviyesi yüksek ülkelerde daha fazla tüketim gerçekleştiği görülmektedir (Yılmaz, 2012). Tüketimi sürekli artan doğal gazın 2040 yılına gelindiğinde tüketim tarafında fosil yakıt olarak tek başına kalacağı öngörülmektedir (TSKB, 2019).

Enerjiye duyulan ihtiyacın artması ile doğal gaz tüketimi ve doğal gaz talebi artış göstermiştir. Doğal gaz tüketimindeki artış temiz enerji olması nedeni ile tercih edilmesi, sanayide kullanılması, elektrik enerjisine çevrimi, gelirin artması, nüfusun artması, sıcaklıkların düşmesi gibi belirli saiklerle gerçekleşebilmektedir (Dilek, 2021). Bunlarla birlikte doğal gaz tüketim tercihini etkileyeceği düşünülen demografik faktörler, konutla ilgili özellikler, ekonomik nedenler ile kişilerin bu alandaki bilgi ve tutumları olmak üzere dört ana başlıkta toplanmıştır (Oktay vd., 2010). Doğal gaz ve doğal gaz tüketimini inceleyerek değerlendirme yapabilmek için enerji kaynakları ve doğal gazın konumunu, Dünyada ve Türkiye’de tarihî gelişimini irdelemek gerekmektedir.

2.3. Enerji Kaynaklarının Tarihî Gelişimi

Enerji piyasalarını oluşturan doğal kaynaklar dünya var olduğundan beri üzerinde süregelen kaynaklardır. Ancak insanlar bu kaynakları keşfetme, kullanma ve yönetme konusundaki becerilerini zamanla geliştirmişlerdir. İnsanlık tarihi boyunca doğal kaynakların kullanımı ve etkileşimi, teknolojik ve toplumsal değişimlere göre gelişme göstermiştir.

İktisadi tarih içerisinde iki büyük kırılma noktası bulunmaktadır. Bu kırılma noktalarından birincisi M.Ö. 8000 yılında gerçekleşen tarım devrimidir. İnsanlar avcı-toplayıcılıktan tarım toplumuna, yerleşik düzene geçme tecrübesi yaşamıştır. İkincisi ise 18. yüzyılda gerçekleşen sanayi devrimidir (Güran, 1997). Tarım toplumundan, endüstrileşme ve makineleşme ile birlikte sanayi toplumuna geçiş tecrübesi yaşanmıştır.

İnsanlar, ilk çağlardan beri ihtiyaçların giderilmesi için gerekli olan enerjiyi belirli şekillerde elde etmeye çalışmıştır. İlk başlarda ısınmak, aydınlanmak, yemek pişirme vs. ihtiyaçları için ateş bulunarak kullanmıştır. Antik çağlarda insanlar, başlıca enerji kaynağı olarak ateşi kullanırken, tarım toplumlarında hayvan gücü de önemli rol oynamıştır. Antik çağ toplumları avcı toplayıcı bir toplum olarak yerleşik düzene geçememiş durağan ve yavaş özellikler göstermiştir. Bu bakımdan herhangi bir ilerleme kaydedilememiştir. Antik çağın başlangıcı ile sonundaki teknoloji neredeyse aynıdır. Antik çağda, işçi sınıfı gelişmemiş, kölelik devam etmiş, teknoloji olmadığından ulaşımda insan ve hayvan gücü kullanıldığından ticaret kendi sınırları içerisinde kalmıştır. Ulaşımın harita, pusula ve üç yelkenli gemilerin kullanılmasıyla biraz daha arttığı orta çağda ticaret ve teknolojik gelişme kısmen hareketlenmiştir (Taş & Günay, 2015). Bu bakımdan antik ve orta çağda genel olarak insan ve hayvan gücüne dayalı bir enerji kaynağı kullanıldığı söylenebilir. Dünya toplumları aşamalı olarak avcı-toplayıcılıktan tarım toplumuna, oradan sırası ile sanayi, bilgi ve teknoloji toplumuna geçişlerde itki gücü olarak enerji kaynaklarını kullanmış ve hâlâ kullanmaktadır.

Eski devirlerde doğal kaynak olarak kabul edilen çeşitli hammaddeler kullanılmıştır. Kullanılan hammaddeler odun, taş, kemik, kum, lif, mineral, kil, kireçtaşı, ahşap ve deri gibi doğal kaynaklar olmuştur. İnsanlar odun, taş, kemik, ahşap, deri gibi malzemeleri işleyerek alet yapmayı öğrenmiştir. Bu zamanlarda insanlar, kilden

çömlek ve tuğla yapmayı; kireçtaşı, kum ve çamurdan cam yapmayı; maden yataklarından maden çıkarmayı, altın ve bakır gibi yumuşak saf metalleri işlemeyi daha sonra da demir ve bronz gibi sert metalleri işlemeyi öğrenmiştir. Benzin ve barut gibi ürünler toplumların tecrübesi ile işlenerek ortaya çıkmıştır. Benzin, petrol işlenerek; barut, kömür ve kükürtten meydana gelmektedir. M.Ö. 2000’li yıllarda Mezopotamyalılar asfalt kayalarını ısıtarak petrol elde etmiştir. Antik Yunan’da kükürt, zift, reçine ve sönmemiş kireç kullanılarak ateş elde edilmiş; mancınık, ok, yangın bombası ve gemilerle de hedefe ulaştırılmıştır (Diamond, 2018).

Orta çağ toplumu olarak adlandırılan tarım toplumlarında ilk safhada hidrolik enerji yani su ve rüzgâr gücü kullanılmaktaydı. 12. yüzyılın sonlarında ilk defa Avrupa’da görülen rüzgâr değirmenleri Fransa, İngiltere ve Hollanda tarafından kullanılmış bu vesile ile karada ve denizde gelişmişlikleri daha önce artmıştır (Karabulut, 1999). Rüzgâr enerjisinden ilk defa elektrik üreten ülke ise 19. yüzyılda Danimarka olmuştur. Danimarkalı P. La Cour 1897’de rüzgâr enerji santralini yapmıştır (Kocatürk ve Ünsan, 2015, s. 4). Orta çağ İslam simyacılarının damıtma işinde uzmanlaşması ile petrolün ayrıştırılması ve işlenmesi sağlanmıştır. Bu sayede ateşli silahlar çeşitlendirilmiştir. Müslümanların haçlıları yenilgiye uğratmalarında ateşli silahlara hâkim oluşları önemli rol oynamıştır. Daha sonra Çinliler içinde kükürt, odun kömürü ve potasyum bulunan barut adı verdikleri patlayıcıyı bulmuşlardır. M.S. 1100 ve M.S. 1200’lü yıllarda kimya ile ilgili İslam eserlerinde toplarda ve ateşleyici silahlarda kullanılmak üzere geçen onlarca barut tarifleri vardır. Orta çağ sonrası 19. yüzyılda petrol işlenerek ortaya çıkan benzin ilk başlarda dönemin kimyacıları tarafından en uçucu sıvı olduğu için kullanılmamaktaydı. Bu dönemde petrolden damıtılan sıvı, gaz lambalarında aydınlatma için kullanılmıştır. Modern uygarlığın en önemli yakıtı olan benzin içten yanmalı motorların en önemli enerji kaynağı olarak yer almaktadır (Diamond, 2018). Dünyada ilk defa sondaj faaliyeti ile çıkartılan petrol ise 1859’da ABD’nin Pennsylvania eyaletinde Edwin Drake tarafından gerçekleştirilmiştir (Kaya, 2016). Dünya insanlık tarihi bazen durağan dönemler geçirmiş olsa da sürekli üst üste koyarak gelişimini devam ettirmiştir. Bu süreç içerisinde en önemli kırılma noktalarından birisi şüphesiz Sanayi Devrimi ve endüstrileşme adımlarıdır. Bu zamana kadar belirli bir standart içerisinde ilerleyen dünya toplumları 18. yüzyıldan sonra birçok değişim göstermiştir. Bir anlamda 18. yüzyıl o zamana kadar insanlık tarihi içerisinde en çok değişiklik gösteren yüzyıl olmuştur. Sanayi devrimi, 18. yüzyıla

kadar geleneksel olarak devam eden el ve emek yoğun mal, ürün, hizmet üretme durumundan sürüm halinde mal üretme makineleşmeye geçiş durumudur (Freyer, 2018).

Enerji kaynaklarının tarihî serüveni incelendiğinde, sanayi devriminin bu kadar öne çıkmasının sebebi; gerçekleşen sanayileşmenin büyük oranda enerji kaynaklarının ortaya çıkartılarak kullanılmasına dayanmaktadır. Çünkü sanayi devriminin başlangıcı toprağın artık tarım için değil kömür ve petrol için kazılmaya başlanması ile ortaya çıkmasıyla gerçekleşmiştir. Kömür, petrol, doğal gaz, elektriğe dönüşecek hidrolik enerji, teknik bakımdan işlenerek dönüşebilecek enerji birikimleri dünya tarihinin iktisadi, sosyal ve politik yapısını doğrudan etkilemiştir. 1768 yılında James Watt tarafından icat edilen buhar makinesinin bulunmasıyla başlayan süreç yeni teknik olarak adlandırılmaktadır. Bu dönem sonrası birbirini etkileyen süreçler şu şekilde kategorize edilebilir (Freyer, 2018);

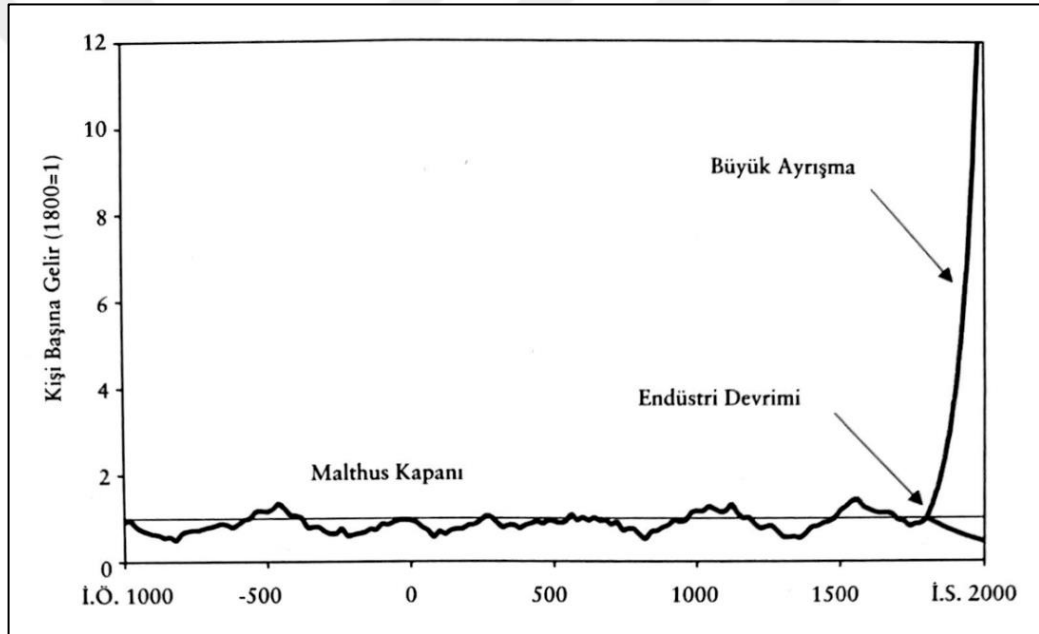
- Dokuma Sanayisi Dalgası (1765 – 1780)
- Demir ve Çelik Dönemi (1800 – 1825)
- Ulaştırma Çağı (1820 – 1850)
- Kimya Çağı (1850 – 1875)
- Elektrik Sanayisi (1875 – 1900)
- Benzin Motoru Çağı (1900 – 1950)
- Atom Çağı (Günümüz –)

Alman sosyolog Hans Freyer, sanayi devrimi ve insanın dönüşümünü ele aldığı '*Sanayi Çağı*' kitabında bu süreci yukarıda belirtilen altı döneme ayırarak kategorize etmiştir. Yedinci olarak günümüzü nükleer enerjinin temelini oluşturan madenin en küçük yapı taşı anlamına gelen atom çağı olarak nitelemiştir. Şüphesiz nükleer alanında yapılan çalışmalar ve 2. Dünya Savaşı'nın ABD'nin Japonya'ya atom bombası göndermesi ile neticelenmesi bu nitelemede etkili olmuştur.

Dünya iktisat tarihi açısından 18. yüzyıldan önce toplumlar ve ülkeler arasında kişi başına düşen gelir, iktisadi büyüme, ticaret hacimleri, üretim, tüketim, teknolojik gelişme ve yaşam standardı açısından çok büyük farklar bulunmamaktaydı. 1800 yılına kadar hemen hemen bütün toplumlar basit bir ekonomik modelde teknolojik gelişme ve herhangi bir ilerleme olmaksızın hayatlarına devam etmekteydi. Malthus ekonomisi denilen bu modelde teknolojik ilerleme hızı sadece nüfus artışına bakılarak

ölçülmekteydi. Thomas Malthus’a göre nüfus arttıkça zenginlik azalmakta, kıtlık ortaya çıkmaktadır. M.Ö. 8000’li yıllarda başlayan tarım devriminden 1800’lü yıllarda gerçekleşen ‘Sanayi Devrimi’ne kadar bu dönem ‘Malthus Kapanı’ olarak da adlandırılmaktadır. Sanayi devrimi ile birlikte sanayileşmeyi gerçekleştiren toplumlar kendi içindeki eşitsizlikleri azaltırken, sanayileşmemiş toplumlarla arasındaki eşitsizlikleri arttırmıştır. Bu sürece ‘Büyük Ayrışma’ denmektedir. Kömür yatakları gibi birtakım enerji kaynaklarını elinde bulunduran veya bu kaynaklara ulaşarak sanayileşme ile birlikte daha fazla gelişen ve kalkınan İngiltere, ABD, Hollanda ve Almanya gibi devletler olmuştur (Clark, 2013).

Şekil 1. Tarih Boyunca Dünya’da Kişi Başına Gelir



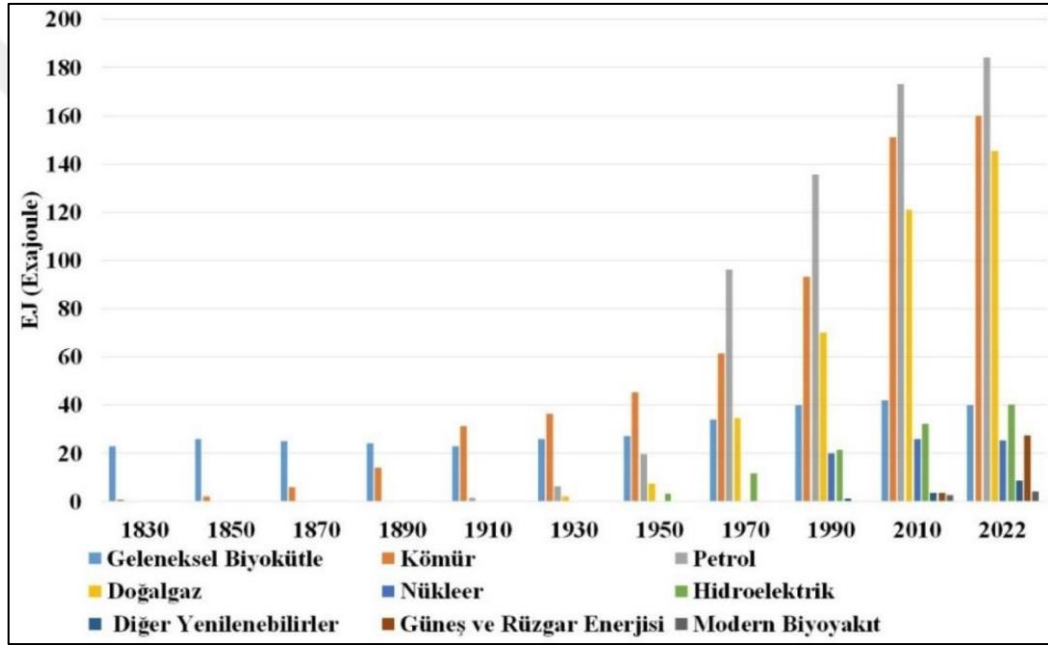
Kaynak: Clark, 2013, s. 2

Şekil 1’de dünyada kişi başına düşen gelirin tarihî süreç içerisinde gösterdiği seyir izlenmektedir. M.Ö. 1000’li yıllardan itibaren dünyada kişi başına düşen gelir olağan bir seyir izlemiştir. Bu trendin endüstri devriminin başladığı 1800’lü yıllara kadar devam ettiği görülmektedir. 18. yüzyıldan itibaren sanayileşme ile birlikte toplumlar arasında büyük ayrışma gerçekleşmiş hızlı değişimler yaşanmıştır.

Endüstri devrimi öncesinde kullanılan enerji kaynaklarının genel olarak su, rüzgâr, insan ve hayvan gücü olduğu anlaşılmaktadır. 18. yüzyılda Sanayi devrimi ile birlikte buharlı makinelerin icadı ile başka bir aşamaya geçilmiş ardından kömür madenine

yakın yerleşim yerleri oluşturulmaya başlanmıştır. Üretim merkezleri değişmiş, sanayileşme ve teknolojik ilerleme ile buharlı motorların gücü artmış, 1752 yılında Benjamin Franklin tarafından bulunan elektrik enerjisi gündelik hayatta ve iş hayatında kullanılmaya başlanmıştır. Endüstrileşme ile gelen makineleşme enerji kaynaklarına olan ihtiyacı daha da arttırmış enerji talebi artmış, enerji kaynakları çeşitlenmiştir (Bulut, 2023). Kronolojik olarak kullanılan enerji kaynakları; antik çağda ateş, orta çağda kas gücü, daha sonra su ve rüzgâr gücü, Sanayi devrimi ile başlayan modern çağlarda petrol, doğal gaz ve kömür olarak gerçekleşmiştir.

Şekil 2. Dünya Enerji Tüketimi Tarihî Gelişimi



Kaynak: Kılıç & Oral, 2023, s. 15

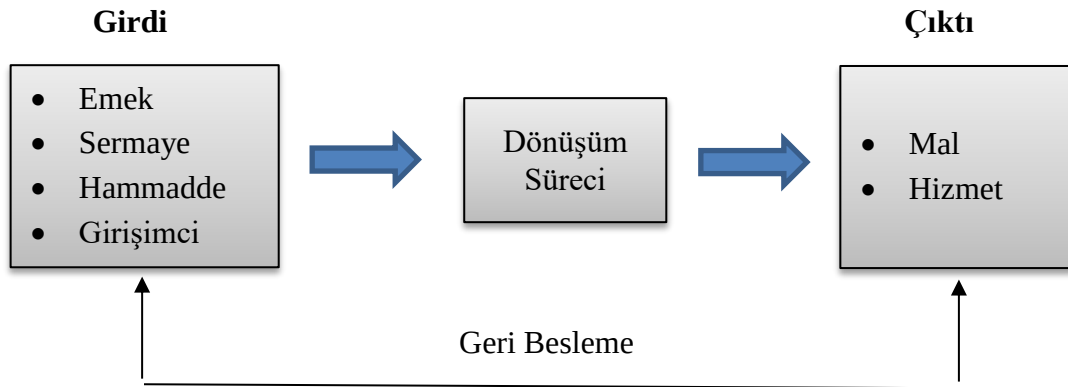
Şekil 2’deki Dünya enerji tüketiminin tarihi gelişimine bakıldığında; 1910’larda diğer fosil yakıt olan petrol, 1930’larda doğal gaz kullanımları görünür şekilde artmaya başlamıştır. 1950’li yıllardan itibaren hidrolik enerji görünür olmaktadır. 1990’lı yıllar itibariyle doğal gazın ivmelendiği ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının arttığı görülmektedir. 2022 yılı itibariyle fosil yakıtların tüketiminin daha az arttığı, yenilenebilir enerji kaynakları tüketiminin daha görünür olduğu, yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş ve rüzgar enerjisinin ciddi derecede ivmelendiği, toplam enerji tüketiminin ise bütün dönemlerden daha fazla olduğu anlaşılmaktadır.

2.4. Enerji ve İktisat İlişkisi

Kıt kaynakların etkin kullanımı olarak ifade edilen iktisat kavramı ile iş yapabilme yeteneği olarak açıklanan enerji kavramı arasında, ihtiyaçların sınırsız ve kaynakların sınırlı olduğu yönünde bir benzerlik kurulabilir. Enerji kaynakları kıttır ve dünya genelinde dengesiz bir şekilde dağılmıştır (Akpolat & Altıntaş, 2013). Sınırlı enerji kaynakları ile birlikte bu kaynakların dünya üzerinde adaletsiz dağılımı nedeniyle, enerjinin ulaşılabilirliği ve sürdürülebilirliğini ifade eden enerji arz güvenliği kavramı geliştirilerek enerji kaynaklarının çeşitliliği amaçlanmıştır (Kavaz, 2022). Ayrıca enerji arz güvenliği konusu, ülkelerin ekonomik büyüme ve kalkınmalarını kökten etkileyen konuların başında gelmektedir (Erdal & Karakaya, 2012).

Mikro iktisat teorisinde, kaynakların sınırlı olduğu bilgisi temel alınarak, tam istihdam dengesinde kullanılması durumunda kaynakların etkin bir şekilde tahsis edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Diğer taraftan makro iktisat teorisinde kaynakların kullanım seviyesi, fiyatlar genel düzeyi, kaynakların büyüme hadleri, potansiyel hasılanın büyümesini nelerin tayin ettiği ile ilgilenilmektedir. Bunlarla birlikte enerji üretimi, enerji arzı, enerji tüketimi, enerji maliyeti, enerji fiyatı gibi konular daha çok üretim ve maliyetleri etkileyen bir değişken olarak göze çarpmaktadır. Üretim, belirli girdilerin belirli çıktılara dönüşme sürecidir. Süreç sonunda girdiler belirli mal ve ya hizmetlere dönüşmektedir (Özgen, 1987). Üretim yönetimi ise girdinin Emek (İşgücü), Sermaye, Toprak (Hammadde) ve Girişimci (Müteşebbis) olduğu üretim sürecinin planlanarak belirli çıktılara dönüşme sürecidir (Roy, 2005).

Şekil 3. Genel Üretim Süreci



Kaynak: Yılmaz, 2010, s. 305

Şekil 3'te Üretim yönetimi olarak adlandırılan genel üretim süreci girdi ve çıktıları ile birlikte gösterilmiştir. Klasik üretim sürecinde girdi olarak bulunan değişkenler dönüşüm süreci ile belirli çıktılara dönüşmektedir. Geri besleme yöntemi de süreç sonunda elde edilen bilgilerin, sürecin başına ve diğer aşamalara iletilerek maliyetleri azaltmak, ürün kalitesini arttırmak ve performansı düzeltmek için kullanılmaktadır.

Üretim sürecinde incelediğimiz üretim faktörleri, sabit ve değişken faktörler olarak ikiye ayrılmaktadır. Sabit faktörler değiştirilmez sabit üretim faktörleridir. Değişken üretim faktörleri ise piyasa şartları içerisinde duruma göre değiştirilebilen hammadde, niteliksiz işgücü gibi üretim faktörleridir (Yaylalı, 2004). Üretim faktörleri ile üretim arasındaki ilişkiyi gösteren üretim fonksiyonu; teknolojinin değişmediği varsayımı altında belirli girdi miktarı ile elde edilecek çıktı miktarı arasındaki ilişkiyi göstermektedir (Ünsal, 2004).

Üretim fonksiyonunda Q_x bağımlı değişken X malı için üretim (çıktı) miktarını, fonksiyonda bağımsız değişkenler L emek, K sermaye, N toprak, E enerji miktarını göstermektedir (Işık & Acar, 2006). Bu bakımdan enerji, üretim fonksiyonunda toprak (hammadde) kısmında yer alan bir girdi olarak değerlendirilmektedir.

$$Q_x = f(L, K, N, E, \dots)$$

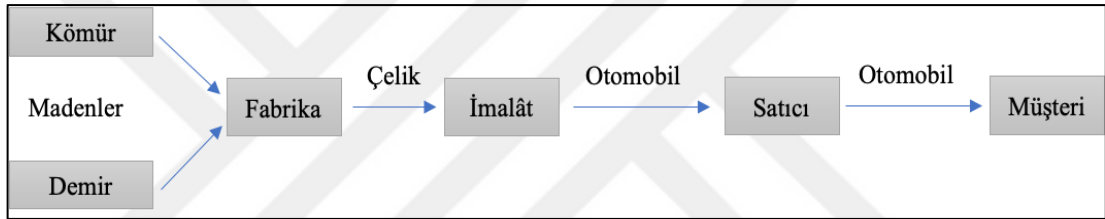
(Üretim Fonksiyonu)

Klasik mikro iktisat teorisinde kıt kaynakların en iyi şekilde kullanılıp tahsis edilmesi üzerine ekonomi tam istihdam seviyesinde yer almaktadır. Yani dolaylı yoldan ekonominin kusursuz işlediğini örtülü olarak kabul etmektedir. Buna göre ekonomi eğer tam istihdam koşulundan ayrılmışsa yalnızca işsizliği azaltmak koşuluyla toplam gelir arttırılabilmektedir. Klasik iktisat teorisi 1907-1908, 1920-1921 ve 1930-1939 yılları arasında ABD ekonomisindeki yüksek işsizlik ile birlikte büyük durgunluğa veya depresyona bir çözüm bulamamıştır. 1936 yılında John M. Keynes tarafından yayınlanan Para, Faiz ve İstihdamın Genel Teorisi kitabı ile bir anlamda modern makro iktisat gelişmiştir. Arz, talep ve fiyattan oluşan klasik teori daha da geliştirilerek faiz, istihdam, işsizlik, yatırım, toplam üretim, toplam tüketim, toplam harcama, toplam gelir gibi diğer değişkenler modele dâhil edilmiştir (Branson, 1995). Keynes'i klasiklerden ayıran en önemli özellik ise nominal ücretlerin esnek olmadığını ve ücretleri dışsal değişken olmasını kabul etmesidir. Makroekonomik göstergelerin en önemlilerinden olan GSYH kavramı basit tabiri ile ülkenin iktisadi büyüklüğünü

göstermektedir. GSYH artışı, üretim faktörlerinin artışı dolayısıyla istihdam artışı ile aynı doğrultuda gerçekleşmektedir (Eğilmez & Kumcu, 2011).

Şekil 4'te nihai üretim ve otomobil üretiminin belirli aşamalarını gösteren üretim akış şeması örnek olarak yer almaktadır. Nihai üretim hesap edilirken kullanılan ara malı ve hizmetler hesaba dâhil edilmemektedir. Üretime katılan toplam faktör gelirlerini hesap eden yaklaşım ise arada oluşturulan katma değerleri hesap etmektedir. Bu iki yaklaşım da birbirine denktir (Branson, 1995). Bu bakımdan enerji kaynaklarının üretim zinciri içerisinde hangi formda ve hangi aşamada yer aldığını, girdi maliyetlerini ne yönde ve ne düzeyde etkilediğini makro iktisadi kavramlar ve göstergeler altında değerlendirmek geniş bir perspektif katacaktır.

Şekil 4. Katma Değer ve Nihai Üretim



Kaynak: Branson, 1995, s. 18

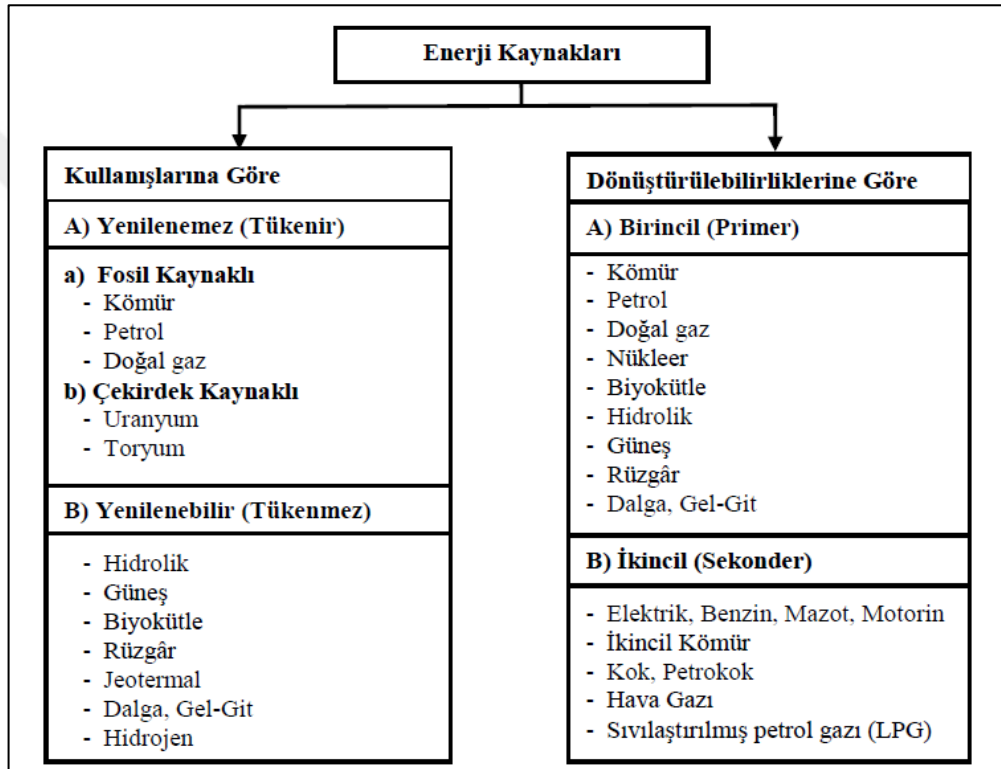
Şekil 4'teki örnekte; kömür ve demir madeninin girdi fiyatları ile işleme tabi tutulmasından başlayarak nihai mal otomobil olarak tüketiciye ulaşan bir otomobil imalât mekanizması verilmektedir. Bu otomobil imalat süreçlerinde kömür ve demir madenleri işlenerek çelik haline getirilmiştir. Bu işlem esnasında sermaye ve emek (iş gücü) kullanılarak değer oluşturulmuştur. Oluşturulan bu değer bir kısmı kömür ve diğer kısmı ise demir madeni için önceden kullanıldığı göz önünde bulundurulduğunda çelik üretme aşamasında sermaye ve iş gücünün katma değeri ortaya çıkmaktadır.

Enerji kaynaklarının üretim safhasında önemli bir girdi maliyeti, tüketim safhasında ise ciddi bir gider kalemi olarak yer alması, gelinen noktada enerjinin iktisadi bir faaliyet olarak ele alınmasını elzem kılmaktadır. İktisadi büyüme enerji tüketimini arttırmaktadır, enerji tüketimi ise kullanıldığı dönemdeki değişim oranına göre iktisadi büyümeyi pozitif veya negatif olarak etkilemektedir. Enerji piyasalarını oluşturan enerji kaynakları; nüfus, üretim, tüketim, teknoloji, arz, talep, kaynak yeterliliği vb. değişkenler açısından iktisadi disiplinler altında sosyal ve çevresel sonuçları ile birlikte değerlendirilmelidir.

2.5. Enerji Kaynakları

Enerji kaynakları, insanların ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılan çeşitli doğal kaynaklardır. Bu kaynaklar, enerjiyi çeşitli formlarda (elektrik enerjisi, ısı enerjisi, mekanik enerji, vb.) üretebilmektedir. Enerji kaynakları, elde edilme (dönüştürülme) biçimlerine göre birincil ve ikincil, kullanımına (devamlılık) göre yenilenemez ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak sınıflandırılmaktadır.

Şekil 5. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması



Kaynak: Koç & Kaya, 2015, s. 36

Şekil 5'te Enerji kaynaklarının sınıflandırılmış şekli görülmektedir. Kullanışına göre enerji kaynakları yaygın olarak tercih edilen enerji kaynakları sınıflandırma şeklidir. Kullanışlarına göre kaynaklar yenilenemez (tükenir) ve yenilenebilir olarak iki gruba ayrılmaktadır. Yenilenemez (tükenir) enerji kaynakları; kullanıldıklarında yenilenemeyen, tükenebilir enerji kaynaklarıdır. Fosil ve çekirdek kaynaklı olarak ikiye ayrılmaktadır. Fosil kaynaklar doğada orijinal halde bulunan olduğu gibi çıkarılıp kullanılan kömür, petrol ve doğal gazdır. Çekirdek kaynaklı enerji kaynakları ise nükleer enerji hammaddesi olarak bilinen uranyum ve toryumdur. Yenilenebilir

enerji kaynakları ise; kullanılıp tüketimi yapılmasına rağmen eksilmeyen, tükenmeyen ya da tüketildiği halde yeniden oluşan enerji kaynaklarıdır. Güneş, Rüzgâr, Hidrolik, Biokütle, Jeotermal, Dalga, Gel-Git ve Hidrojen yenilenebilir enerji kaynakları kategorisinde yer almaktadır.

2.5.1. Yenilenemez (Tükenebilir) Enerji Kaynakları

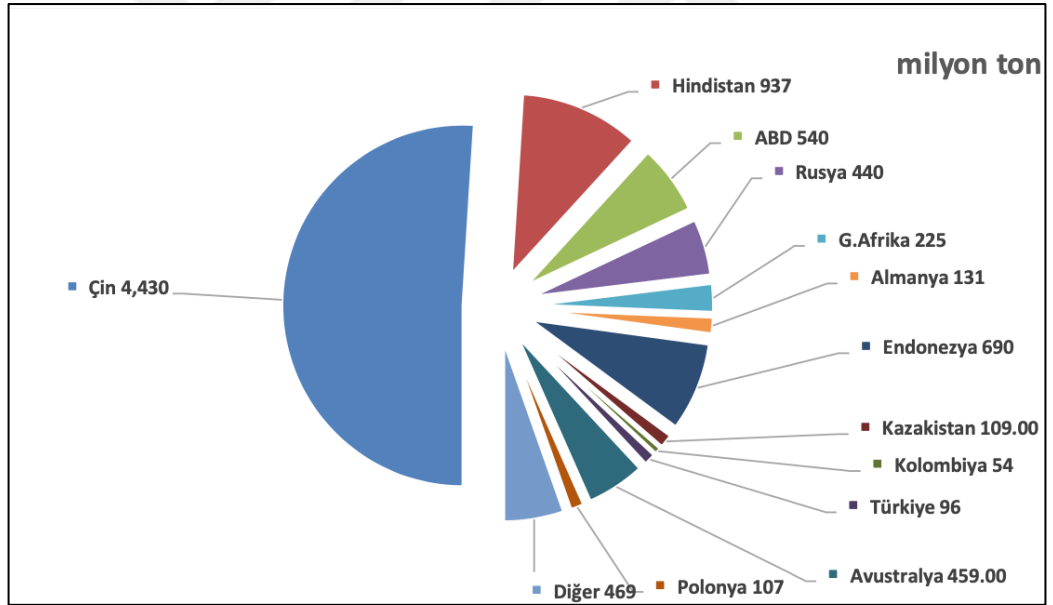
2.5.1.1. Kömür

Katı fosil yakıtlar arasında gösterilen kömür, antik bitkilerin kalıntılarından oluşan tortul bir kaya olarak doğada bulunmaktadır. Yüzyıllar boyunca dünyada kullanılan temel bir enerji kaynağı olarak günümüze kadar gelmiştir. Kömür, bitki materyallerinin milyonlarca yıl boyunca birikmesi ve dönüşümü sonucunda oluşmaktadır. Bataklık ve turba bataklıklarında organik maddeler birikerek basınç ve ısı etkisiyle dönüşüme uğramaktadır. Bu dönüşüm sonucunda çeşitli kömür türlerine, linyit, yarı bitümlü, bitümlü, taşkömürü, antrasit ve grafit gibi dönüşmektedir (TKİ, 2022). Kömür; elektrik üretiminde, endüstriyel süreçlerde ve bireysel olarak hanelerde üzere birçok sektörde kullanılmaktadır. Kömür, küresel enerji üretiminin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Ayrıca altyapı ve inşaat için gerekli malzemeler olan çelik ve çimento üretiminde önemli bir hammadde görevi görmektedir. Dünyanın rezerv anlamında en yaygın enerji kaynağı olarak bilinen kömür madeni, mesleki anlamda da işçiliği en zor şartlara sahip meslek grupları arasında bulunmaktadır.

Tarihte gerçek anlamda kömürün enerji kaynağı olarak 1250’li yıllarda Çinliler tarafından kullanıldığı, 1200 yılında Belçika’da, 12. yüzyılda Fransa’da, 1300’lü yılların başında Almanya’da tanınarak üretime başlandığı bilinmektedir. 16. yüzyılda İngiltere’de kok kömürü üretilmeye başlanmış, 17. ve 18. yüzyıllara gelindiğinde sanayii sektörlerinde kullanılmaya başlanması ile tüketimi yaygınlaşmıştır. ABD ’de ise ilk olarak 17. yüzyılda kömür madeni keşfedilmiş ve 18. yüzyılda buharla çalışan iş makinelerinde yakıt olarak kullanılmaya başlanmıştır (TMD, 2004). Sanayi devriminin gerçekleşmesinde kullanılan en önemli enerji kaynağı kömür madenidir. İngiltere’de 1800’lü yılların başında toplam kömür üretimi yaklaşık 11 milyon tonken Almanya, Fransa ve Belçika’nın toplam üretimi 6 milyon olarak görülmektedir. Sanayi devrimi ile önemli bir enerji kaynağı olarak ihtiyaç duyulan kömür madeni tüketimi diğer kıtalarda da artarak devam etmiştir (Genç, 2007).

Türkiye’de kömür madenciliği ilk defa 1829 yılında Uzun Mehmet tarafında Zonguldak Ereğli bölgesinde taşkömürünün bulunmasıyla başlamaktadır (Coşar & Bildirici, 2010). Bölgede ilk üretim 1848 yılında başlamış, Kırım Savaşı ile idaresi İngilizlere geçmiştir. 1864 yılında Maden İdaresi kurularak yönetim devrin Bahriye Nazır’ına bırakılmıştır. Aynı yıllarda maden idaresinden sorumlu nazır Dilaver Paşa tarafından ‘*Ereğli Maden-i Hümayun Nizamnamesi*’ çıkarılarak maden bölgesinin sınırları çizilmiştir. 1. Dünya Savaşı sırasında üretim yavaşlamış maden Fransızların idaresine geçmiştir (Erkin, 1968). Maden bölgesi 1940’lı yıllarda kamulaştırılmış, 1957 yılında kadar Etibank tarafından yönetilmiştir. Daha sonra çıkartılan 6974 sayılı kanun kapsamında Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) kurumu tarafından idare edilmiş, 1984 yılında Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) kurularak kömür madeni faaliyeti bu çatı altında devam etmiştir (Kara, 2012).

Şekil 6. Ülkelere Göre Kömür Üretimleri



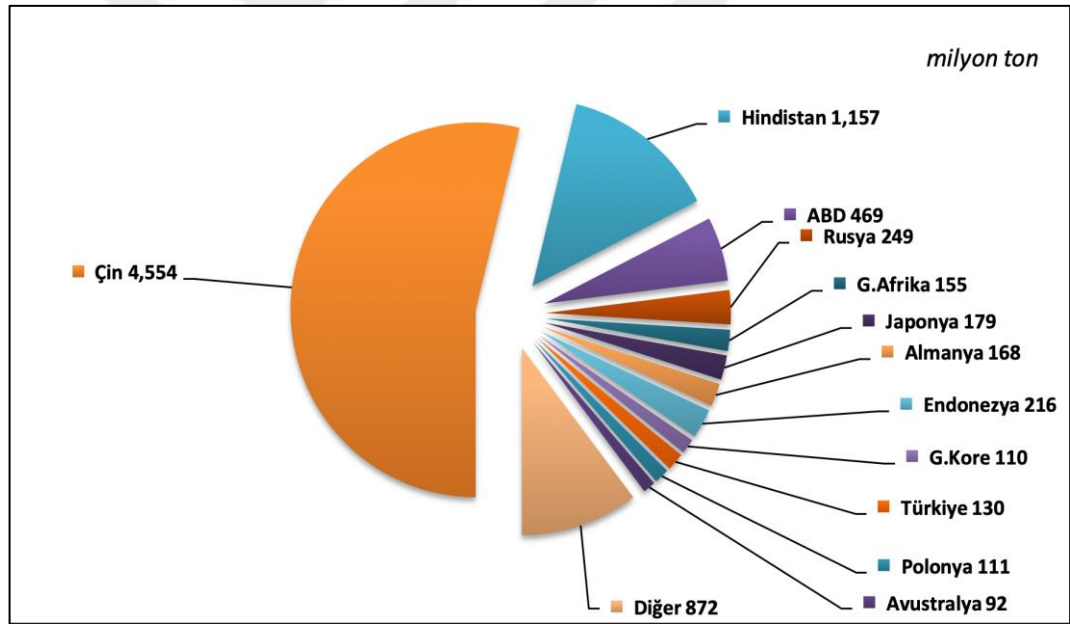
Kaynak: Enerdata & TKİ, 2023.

Şekil 6’da dünya kömür üreten ülkelerin durumuna bakıldığı zaman; 2022 yılında dünya kömür üretiminin yarısını Çin gerçekleştirmektedir. Çin, 2022 yılında 4,430 milyon ton kömür üretmiştir. Bu yüksek tüketimin oluşmasında Çin’in nüfus olarak dünyanın en kalabalık ülkesi olması en önemli etken olarak akıllara gelmektedir. Çin’i sırası ile Endonezya, Hindistan, ABD, Avustralya ve Rusya takip etmektedir. Bu beş ülke dünya kömür üretiminin yaklaşık %35’ini oluşturmaktadır. Çin’den sonra en

yüksek üretim yapan diğer ülkelerin yine en yoğun nüfusa sahip olan Endonezya ve Hindistan olması kömür üretiminin nüfusla doğru orantılı bir ilişki kurulacağını düşündürmektedir. Buna göre kömür üretiminde işgücü olarak istihdam edilen nüfus sayısı ne kadar fazla ise yer altından çıkartılan kömür rezervinin daha fazla olması sonucu ortaya çıkma ihtimali bulunmaktadır.

Ülkelere göre kömür üretimi sıralamasında, Avrupa Birliği (AB) ülkelerinden sadece Almanya ile Polonya'nın bulunması ve bu iki ülkenin son sıralarda yer alması dikkat çekmektedir. Bu durum AB ülkelerinin AB kriterleri çerçevesinde diğer çevreci ve temiz alternatif enerji kaynaklarına yönelişin olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Türkiye ise 96 milyon ton kömür üretimi faaliyeti ile son sıralarda yer almaktadır. Türkiye ülkelere göre kömür üretimi sıralamasında on birinci sırada yer almaktadır.

Şekil 7. Ülkelere Göre Kömür Tüketimleri



Kaynak: Enerdata & TKİ, 2023.

Şekil 7'deki dünya kömür tüketimleri incelendiğinde en yüksek tüketimin yine en yüksek nüfusa sahip Çin tarafından gerçekleştirildiği görülmektedir. Çin, 2022 yılında 4,554 milyon ton kömür tüketerek ürettiğinden fazlasını tüketmiştir. Buradaki rakamlara göre Çin'in 2022 yılında kömür ithal ettiği ortaya çıkmaktadır. Çin'i sırası ile Hindistan, ABD, Rusya ve Endonezya ülkeleri takip etmektedir. Türkiye ise 2022 yılında 130 milyon ton kömür tüketimi gerçekleştirmiştir.

2.4.1.2. Petrol

Petrol kavramı, kelime olarak; Grekçe 'de taş ve kaya anlamına gelen '*petra*' kelimesi ile yağ anlamına gelen '*oleum*' kelimelerinin bir araya gelmesinden ortaya çıkmaktadır. Petrol, çoğunlukla hidrokarbonlardan oluşan, hidrojen ve karbon atomları içeren moleküllerin karmaşık bir bileşimidir. Bu hidrokarbonlar, boyut ve yapılarına bağlı olarak çeşitli petrol ürünlerine dönüşürler. Jeolojik zaman ölçeklerinde, hidrokarbonlar farklı petrol türlerine, crude oil (ham petrol), doğal gaz ve çeşitli bitümen türlerine dönüşmektedir (Öztürk & Karpuz, 2006).

Petrol çıkartma, yer altı rezervuarlarına kuyu delme ve ham petrolü yüzeye pompalama işlemlerini içermektedir. Çıkarıldıktan sonra ham petrol, fraksiyonel damıtma ve diğer teknikler kullanılarak farklı bileşenlere ayrılmak üzere rafine işlemlerinden geçirilmektedir. Rafineriler, ham petrolü benzin, dizel, jet yakıtı ve çeşitli petrokimya hammaddeleri gibi değerli ürünlere ayırmak için fraksiyonel damıtma ve diğer teknikleri kullanmaktadır (Oruç & Yayla, 2020).

Petrol, çok yönlü bir enerji kaynağıdır ve birçok endüstriyel sürecin önemli bir bileşenidir. Ulaşım sektöründe; benzin, dizel ve jet yakıtı gibi petrol ürünleri, araba, kamyon, uçak, gemi ve diğer araçları güçlendirerek küresel hareketliliği ve ticareti geliştirmektedir. Enerji sektöründe; enerji üretiminde kullanılarak elektrik üretimi için termik santrallerde yanmakta ve birçok evde ısıtma amaçlı kullanılmaktadır. Petrokimya sektöründe; plastikler, sentetik kauçuk, yağlayıcılar, çözücüler, gübreler ve ilaçlar gibi birçok ürünün üretiminde hammadde olarak kullanılmaktadır (Uslu vd., 2007).

Tarihte petrolün ilk olarak, M.Ö. 3000'li yıllarda Mezopotamya'da Sümerler tarafından kullanıldığı görünmekte, 18. yüzyılda Fransızların yağlama maddesi olarak kullandığı bilinmektedir (Engin, 1985). Gerçek anlamda ilk sondaj 1859'da ABD'nin Pennsylvania eyaletinde E. L. Drake tarafından yapılmıştır. Bu dönem modern anlamda petrol üretiminin temellerinin atıldığı dönem olarak bilinmektedir. Bugün kullanılan petrol ve gaz boru hatlarının tarihi 1879'da Pensilvanya Bradford'dan Allentown'a kadar olan 175 kilometrelik hattın açılmasıyla başlamaktadır. 1886 yılında Pensilvanya Kane şehrinden, New York Buffalo şehrine kadar yaklaşık 140 kilometrelik doğal gaz hattı inşa edilmiştir (Kennedy, 1993).

ABD 1860'lı yıllardan 1900'lü yıllara kadar petrol üretiminde bir anlamda tekel olarak yer almaktaydı. Dünya üretiminin neredeyse tamamını ABD yapmaktaydı. 1900'lü yıllarda Rusya'da petrol üretimi başlaması ile ABD'nin dünya petrol üretimindeki payı %50'ye düşmüştür. 1910'da Rusya'nın petrol üretimindeki payı %21, ABD'nin %64 olarak görünmektedir. 1927 yılında ise ABD dünya petrol üretimin %70'ni karşılamaktaydı. 1950'li yıllardan itibaren petrol üreten ülkeler sınıfına Orta-doğu ülkeleri de katılarak petrol üreten ülkeler sayısını arttırmışlardır (Alexander, 1963).

Petrol sanayisinin modern anlamda üretimini içeren 1900-1970 yılları arasındaki dönemde küresel ölçekte kullanımı ve ihtiyacı gitgide artan petrol, dünya ticaretinde ve lojistikte daha önemli hale gelmiştir. Bu nedenle çok büyük ve uluslararası petrol şirketleri kurulmuştur (Naycı & Bozkurt, 2022). İlk etapta kurulan bu çok uluslararası petrol şirketlerinden yedi kız kardeş (seven sisters) olarak adlandırılan beşi Amerika, diğer ikisi İngiltere ve Hollanda-İngiltere ortak olmak üzere yedi şirketten oluşmaktadır. Bunlarla birlikte o dönemde İtalya ve Fransa menşeli iki şirketle birlikte toplam dokuz şirket bulunmaktadır (Engin, 1985). ABD menşeli kurulan petrol şirketleri; Standard Oil of New Jersey-Esso/Exxon (1911), Texas Oil-Texaco (1902), Gulf Oil (1901), Standard Oil of California- Chevron (1911), Standard Oil of New York-Socony Mobil (1911). İngiltere menşeli kurulan petrol şirketi; British Petroleum (1908). Hollanda- İngiltere menşeli kurulan petrol şirketi; The Royal Dutch-Shell Group (1907). İtalya menşeli kurulan petrol şirketi; ENİ (1953). Fransa menşeli kurulan petrol şirketi; Elf (1966). Bu şirketlerin faaliyetleri ile birlikte dünya petrol üretimi, taşıması, depolaması ve pazarlaması başlamıştır. Özellikle Exxon, Shell, Bp, Mobil, Texaco, Gulf ve Chevron olmak üzere yedi kız kardeşler olarak adlandırılan bu büyük şirketler 1960 yılında OPEC (Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü) kurulana kadar kartel oluşturmaktaydı. OPEC, 1960 yılında Bağdat şehrinde Irak, İran, Kuveyt, Venezuela ve S. Arabistan olarak beş ülke tarafından petrol ihraç eden ülkeler birliği olarak kurulmuştur (Elmas, 2019).

OPEC, petrol ihraç eden birçok ülkeyi bir araya getiren bir uluslararası örgüttür. OPEC'in temel amacı, üye ülkeler arasında petrol fiyatlarını stabilize etmek ve petrol gelirlerini korumak için iş birliği yapmaktır. OPEC ve Petrol şirketleri, petrol endüstrisinin küresel dinamiklerini etkileyen önemli aktörlerdir. OPEC, petrol fiyatlarını belirleyen ve petrol piyasasını yönlendiren politikalar geliştirirken, Petrol

şirketleri ise endüstri içindeki ticari faaliyetlerin büyük bir kısmını yönetir ve uygular (Demir, 2008).

1970'lere gelindiğinde 1973 ve 1978 yılları arasında, küresel petrol endüstrisi, büyük ölçüde OPEC ve büyük petrol şirketlerinin eylemleri tarafından etkilenen önemli zorluklarla karşı karşıya kalmıştır. Bu dönemde, iki büyük petrol krizi meydana geldi ve petrol piyasasının dinamikleri yeniden şekillendirilmiştir. 1973 yılında, OPEC, petrol üreten ülkelerin bir koalisyonu olarak, Yom Kippur Savaşı sırasında İsrail'e verdikleri desteğe karşılık olarak, özellikle de Amerika Birleşik Devletleri'ni hedef alan bir petrol ambargosu uygulamıştır. Bu ambargo, petrol fiyatlarında önemli bir artışa neden olmuş ve 1973 petrol krizini tetiklemiştir. Petrol fiyatlarının ani yükselmesi, petrol ithalatına ağır bağımlı olan ekonomilerde ciddi etkiler oluşturmuş, birçok ülkede enflasyon baskılarına ve ekonomik durgunluğa neden olmuştur (Örki, 2019). 1970'lerde birçok ülke, özellikle de petrol krizinin etkisiyle stagflasyon yaşamıştır. Petrol krizi, işletmeler için üretim maliyetlerinin artmasına ve tüketiciler için artan maliyetlere yol açarak enflasyon baskılarını arttırmıştır. Aynı zamanda, petrol krizinin neden olduğu ekonomik durgunluk, yüksek işsizlik oranlarına ve durgun büyümeye yol açmıştır (Öztürk & Saygın, 2017). 1979 yılında, OPEC üyeleri, İran Devrimi ve sekiz yıl süren İran-İrak Savaşı gibi jeopolitik gerilimlere yanıt olarak petrol fiyatlarını bir kez daha artırarak üretimi azaltmıştır. Bu ikinci petrol krizi, birçok ekonomide stagflasyon baskılarını daha da kötüleştirerek, 1970'ler boyunca ve 1980'lerin başına kadar uzanan uzun süreli ekonomik zorluklara neden olmuştur (Uzunoğlu & Arzova, 2019).

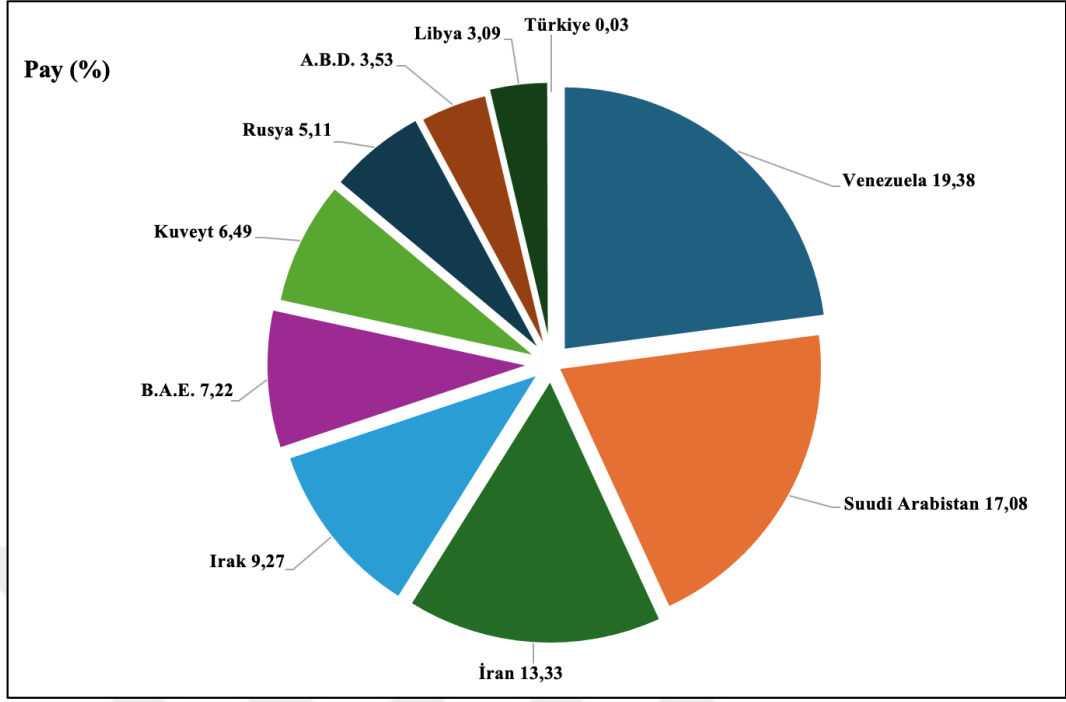
1973 ve 1978 yılları arası dönem, OPEC ülkeleri tarafından yönetilen petrol krizleri ile şekillendirilen stagflasyonla karakterize edilmiş bir dönemdir. Bu olaylar, dünya çapında derin ekonomik sonuçlara yol açarak politika yapıcılara aynı anda yüksek enflasyonu ve yüksek işsizliği ele almaları için çözümler bulma konusunda arayışa yöneltmiştir. Birinci ve ikinci petrol krizleri sonrası 1986 yılında serbest piyasa mekanizmasına geçinceye kadar OPEC bir anlamda piyasanın hâkimi olarak görünmektedir. Günümüzde hala serbest piyasa ile daha rekabetçi bir piyasa oluşmakta idiyse de OPEC dışındaki ülkeler talebi karşılayamamakta bu nedenle OPEC ülkeleri etkinliğini sürdürmektedir (Solak, 2012).

Ülkemizde ise petrol arama çalışmaları, 19. yüzyılda cumhuriyet öncesi dönemde Osmanlı İmparatorluğu zamanında II. Abdülhamid Han'ın Musul ve Bağdat

vilayetlerinde ortaya çıkan petrolü kontrol etme girişimiyle başlamaktadır (Sekin, 1998). Türkiye’de ilk petrol sondajı için 1887 yılında İskenderun’un Kabaev nahiyesindeki Çingen köyünde Ahmed Necati Efendi’ye imtiyaz hakkı verilmiştir (Bostan, 1990). Birinci dünya savaşına kadar geçen sürede başka herhangi bir gelişme olmayınca bu izinler feshedilmiştir. Cumhuriyet döneminde 1926 yılında çıkartılan 792 sayılı Petrol Kanunu petrol hakkında yapılan ilk düzenlemedir. Bu yasa ile petrol arama yetkisi verilmiştir. Daha sonra I. ve II. Sanayi Kalkınma Planlarında petrole yer verilerek özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde petrol bulunma ihtimali olan yerler belirtilmiştir. 1933 yılında Altın ve Petrol Arama ve İşletme İdareleri kurularak Mardin Midyat’ta ilk sondaj vurulmuştur. 1935 yılında Maden Tetkik Arama Enstitüsü kurularak petrol arama ve işletme yetkileri bu kurum altında yürütülmüştür (Özcan, 2006). İkinci dünya savaşı yıllarında Raman dağlarındaki petrol için ilk defa Batman Petrol Rafinerisi kurulmuştur. 1954 yılına gelindiğinde Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) kurularak 6326 sayılı Petrol Kanunu çıkarılmıştır. 1970’lerde yaşanan petrol krizleri ile birlikte 1973 yılındaki Petrol Reformu Kanunu çıkarılarak özel teşebbüslerin rafineri kurma ve var olan tesislerini geliştirmesi yasaklanmıştır (Naycı & Bozkurt, 2022).

1965 yılında petrokimya sanayinde petrol rafineri ürünlerinin değerlendirilmesi amacıyla Petrokimya A.Ş. (PETKİM), 1972’de İzmir Aliaga Petrol Rafinerisi, 1974 yılında ise petrol ve doğal gaz boru hattı taşımacılığı yapmak üzere Boru Hatları ile Ham Petrol Taşıma A.Ş. (BOTAS) kurulmuştur. 1980 sonrası uygulanan serbest piyasa ve liberalizasyon politikaları gereği birçok sektörde olduğu gibi petrol kurumlarında da özelleştirme çalışmaları başlatılmış, kamu peyderpey sektörden çekilmiştir. 2000’li yıllarda mevzuat anlamında serbestleşme adımları atılmıştır. 2001 senesinde 4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu yürürlüğe girmiştir. Devam eden yıllarda 2003’de ise 5015 sayılı Petrol Piyasası Kanunu çıkartılmıştır. Bu adımlardan sonra çıkartılan kanunlarla ilk olarak 2006 yılında TÜPRAŞ, daha sonra 2008 yılında ise PETKİM özelleştirilmiştir (Petrol-İş, 2007).

Şekil 8. Ülkelere Göre Petrol Rezervi



Kaynak: Enerji Atlası, 2023.

Şekil 8’de ülkelerin petrol rezervleri incelendiğinde, Venezuela’nın dünya üzerinde yaklaşık yüzde 20 düzeyinde bir petrol rezervi payına sahip olduğu görülmektedir. Venezuela’dan sonra Arabistan Yarımadası üzerinde bulunan ülkelerin ciddi bir petrol rezervine sahip olduğu görülmektedir. Türkiye’nin dünya üzerinde sahip olduğu petrol rezervi payı yüzde 0,03 gibi çok küçük bir orana karşılık gelmektedir. Ayrıca şekil 10’daki verilere bakıldığında, OPEC ülkelerinin petrol konusundaki rezerv alanı sahipliğinin ne derece yüksek olduğu daha iyi anlaşılmaktadır.

Petrolün fiyatı ve erişilebilirliğinin; iktisadi büyümeyi, enflasyonu ve jeopolitik istikrarı etkileyerek küresel ekonomi üzerinde etkili bir güç olduğu iktisadi otoriteler tarafından kabul edilmektedir. Ancak petrolün çıkarılması, taşınması ve yakılması önemli çevresel sonuçlar doğurabilmektedir. Bunlar arasında hava ve su kirliliği, habitat tahribatı ve iklim değişikliğine katkıda bulunan sera gazı emisyonları bulunmaktadır. Sürdürülebilir enerji alternatiflerine geçiş ve bu etkileri azaltmak için daha temiz teknolojilerin benimsenmesi konusunda dünya genelinde yenilenebilir enerjilere artan bir ilgi bulunmaktadır.

2.5.1.3. Doğal Gaz

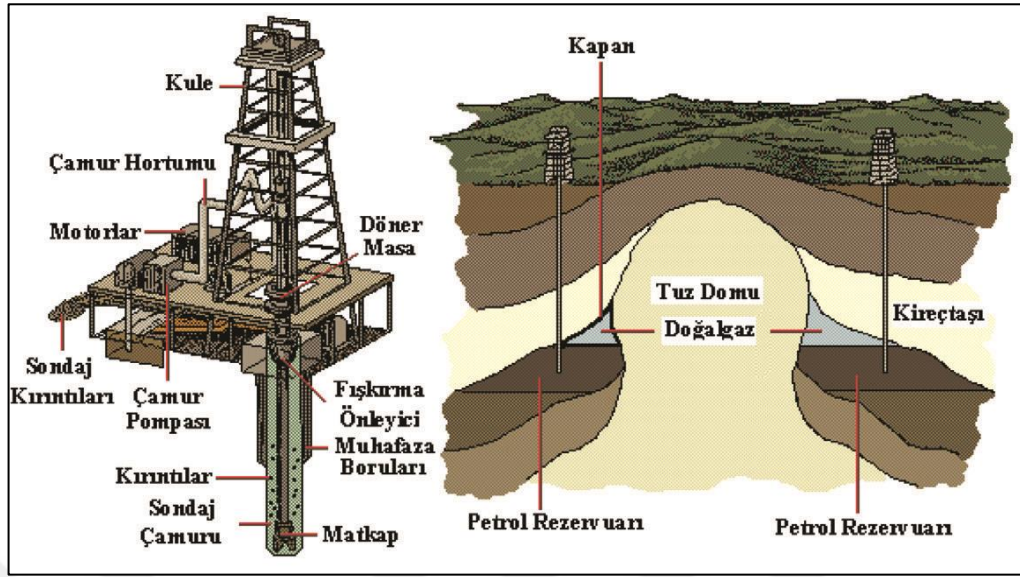
Doğal gaz, dünyanın altındaki derinliklerde uzun süreçler sonucunda oluşan bir fosil yakıttır. Milyonlarca yıl boyunca yüksek basınç ve sıcaklık altında organik maddenin ayrışmasıyla kara ve deniz olarak yeryüzünün derinliklerinde oluşmaktadır. Doğal gazın ayırt edici özelliklerinden olan standart sıcaklık ve basınç altında gaz halinde bulunması doğal gazın, kömür ve petrol gibi diğer fosil yakıtlara göre daha kolay depolanabilir, taşınabilir ve kullanılabilir olmasını sağlamaktadır.

Doğal gazın oluşum süreci, organik maddenin yer kabuğunun derinliklerine gömülmesiyle başlamaktadır. Zamanla bitki ve hayvan kalıntıları, tortul kayalar altında birirmektedir. Organik maddelerin ayrışması sırasında, yüksek basınç ve sıcaklık altında kimyasal değişiklikler meydana gelmektedir. Bu süreçte, organik maddelerin karmaşık yapıları parçalanarak basit hidrokarbon bileşikleri oluşturmaktadır. Metanojenez (Methanogenesis) adı verilen süreç, organik maddelerin metana dönüşmesini sağlamaktadır (Hutten, 1982).

Oluşan doğal gaz, yer kabuğunun içinde yukarı doğru hareket etmekte, bu hareket sırasında farklı kayaç katmanlarından geçerek katmanların arasında gözenekli ve geçirgen olanlarına yerleşmektedir. Bu katmanlar, doğal gazın birikmesine ve rezerv alanları oluşturmaya olanak sağlamaktadır. Biriken doğal gaz, yeraltındaki kuyulardan çıkarılmaktadır. Kuyular, doğal gazın rezervuar kayaçlarına ulaşmasını ve yüzeye çıkmasını sağlayan borular ve ekipmanlarla donatılmıştır. Doğal gaz, kuyulardan yüzeye çıkarıldıktan sonra, depolanabilir veya taşınabilir hale getirilmektedir (UGETAM, 2016).

Şekil 9'da doğal gazın keşfi ve çıkarılması ile ilgili temsili sondaj faaliyeti incelendiğinde; tortul kayaların altında oluşan doğal gazı keşfetmek amacı ile sondaj işleminin yapıldığı görülmektedir. Sondaj işlemleri ile varlığı tespit edilen doğal gaz buradan üretim kuyularına alınmaktadır.

Şekil 9. Yeraltında Oluşan Doğal Gaz Sondaj Faaliyeti



Kaynak: UGETAM, 2016, s. 10

Doğal gaz, modern toplumun çeşitli sektörlerinde önemli bir rol oynayan çok yönlü ve değerli bir enerji kaynağıdır. Doğal gaz; elektrik üretimi, ısıtma, endüstriyel işlemler ve taşımacılık gibi çeşitli sektörlerde geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bu kullanım alanlarını elektrik üretimi, konut ve ticari ısıtma, endüstriyel süreçler ve taşımacılık olarak sınıflandırabiliriz. Elektrik üretimi; doğal gazla çalışan elektrik santralleri, verimlilikleri, güvenilirlikleri ve kömürle karşılaştırıldığında daha düşük emisyon seviyeleri nedeniyle yaygın bir şekilde tercih edilmektedir. Konut ve ticari ısıtma; doğal gaz, evlerin, binaların ve sıcak suyun ısınması için geniş ölçüde kullanılmaktadır. Diğer ısıtma yakıtlarına kıyasla daha düşük maliyetlidir ve temiz bir alternatif sunmaktadır. Endüstriyel süreçler; birçok endüstri, kimyasal üretim için doğal gazı hammadde olarak, endüstriyel kazanlar ve fırınlar için yakıt olarak kullanılmaktadır. Ayrıca metal eritme ve cam imalatı gibi süreçlerde de kullanılmaktadır. Taşımacılık; sıkıştırılmış doğal gaz (CNG) ve sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG), özellikle toplu taşıma filoları ve ağır yük taşıyan kamyonlar gibi araçlarda alternatif yakıt olarak giderek daha fazla kullanılmaktadır (UGETAM, 2016).

Tarihî gelişim içerisinde doğal gazın bilinirliği, binlerce yıl öncesine, antik Yunanlar, Romalılar, Mısırlılar ve Çinliler gibi eski medeniyetlere kadar uzanmaktadır. Doğal gaz eski medeniyetlerde kutsal ateş olarak adlandırılmıştır. Bu erken toplumlar, doğal gaz sızıntılarını ısıtma ve aydınlatma için kullanmışlardır. Doğal gaz alevlerinin ilk defa İran bölgesinde M.Ö. 6000-2000 arasında yeryüzüne çıktığı bilinmektedir. M.Ö.

900 yıllarında Çin tarafından kullanılmaya başlandığı, M.Ö. 50 yıllarında, İtalya Roma'da Uesta Tapınağı'nda sürekli alev ile aydınlatma amaçlı kullanıldığı bilinmektedir. M.S. 150 yılında tuz alanlarının kurutulması amacıyla Çin Siçuan bölgesinde kullanılmıştır. 1600'lü yıllarda İtalya'da ısıtma ve aydınlatma amacı ile kullanılmıştır. 1785 yılında kömürden üretilen havagazı ile İngiltere'de aydınlatılan caddeler ve fenerler tarihte doğal gaz kullanımına örnek verilebilir (Bayraç, 2018). Bu erken etkileşimlere rağmen, doğal gazın sistematik çıkarılması ve kullanılması ancak tarihin daha sonraki dönemlerinde başlamıştır. Modern anlamda doğal gaz endüstrisinin doğuşu, 19. yüzyılın başlarına Sanayi Devrimi'nin başlamasına dayanır. Bu dönemde, özellikle sondaj ve boru hattı altyapısı alanındaki teknolojik ilerlemeler, doğal gazın daha uzun mesafelere çıkarılmasını ve taşınmasını kolaylaştırmıştır.

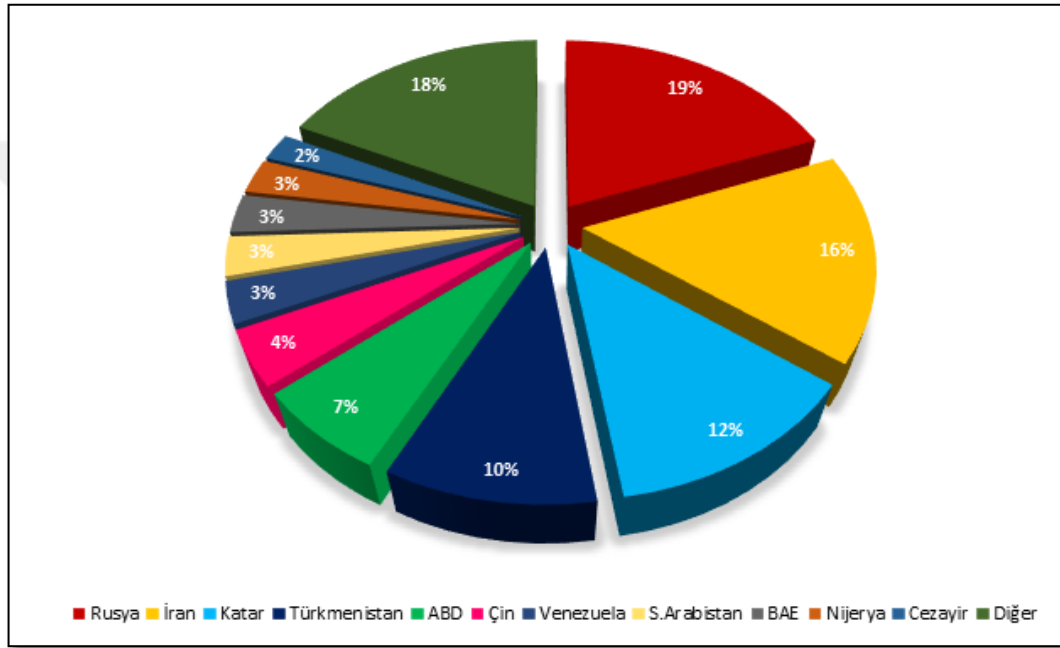
Doğal gaz tarihindeki gelişmelerden en önemlileri 19. yüzyıl ortalarında yaşanmıştır. 1821 yılında William Hart tarafından, ABD'nin New York eyaletinin Fredonia şehrinde ilk başarılı doğal gaz kuyusu açılarak sondaj faaliyeti yapılmış ve bir anlamda ticari doğal gaz üretimi başlatılmıştır. ABD'nin Teksas, Oklahoma ve Louisiana gibi bölgelerindeki geniş doğal gaz rezervlerinin keşfi, ABD'deki doğal gaz endüstrisinin genişlemesini olumlu yönde etkilemiştir. Geniş boru hattı ağlarının inşası, doğal gazın üretim bölgelerinden şehir merkezlerine taşınmasını sağlamıştır. Özellikle İkinci Dünya Savaşı sonrası S.S.C.B.' de yeni doğal gaz rezerv alanlarının bulunması ve 1970'lerdeki petrol krizleri ile dünyada en önemli enerji kaynaklarından biri olarak anılmaya başlamıştır. Bununla birlikte Avrupa Birliği ülkeleri tarafından doğal gaz enerji kaynağına önem verilmiş, sanayi bakımından gelişmiş ülkelerin alt yapısının doğal gaza yönelik ilerleme kaydetmesi sağlanmıştır (Bayraç, 2018).

20. yüzyıl boyunca doğal gaz; keşif, çıkarma ve dağıtım teknolojilerindeki ilerlemelerle büyümesini sürdürmüştür. 20. yüzyılın ortalarında sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) teknolojisinin geliştirilmesi, uluslararası doğal gaz ticaretini ileri bir noktaya götürerek gazın okyanus aşırı sıvı halde taşınmasını sağlamıştır. İlk LNG ticareti 1964 yılında deniz yoluyla Cezayir'den İngiltere'ye gerçekleştirilmiştir. Günümüze gelindiğinde LNG ile yapılan doğal gaz ticareti, boru hatları ile yapılan doğal gaz ticaretine oranla yaklaşık 3 kat fazladır (Karagöl & Kaya, 2016).

İçinde bulunduğumuz zaman diliminde ise doğal gaz, küresel enerji dönüşüm çabalarının önemli bir bileşeni olarak özellikle kömür ve petrole göre daha düşük karbon emisyonlarına sahip olduğu için daha fazla tercih edilmektedir. Hidrolik

kırılma ve yatay sondaj tekniklerindeki ilerlemelerle birlikte 2000'lerin başındaki kaya gazı devrimi, özellikle ABD'de daha önce erişilemeyen geniş doğal gaz rezervlerini açığa çıkarmış ABD'yi petrol ve gazda ihracatçı konumuna getirmiştir (Çaşkurlu, 2022). Dünya'da Rusya, İran, Katar, Türkmenistan ve ABD zengin doğal gaz rezervlerine sahiptir. Bununla birlikte diğer rezerv sahibi ülkeler Çin, Venezuela, Suudi Arabistan, Birleşik Arap Emirlikleri, Nijerya ve Cezayir olarak sıralanabilir.

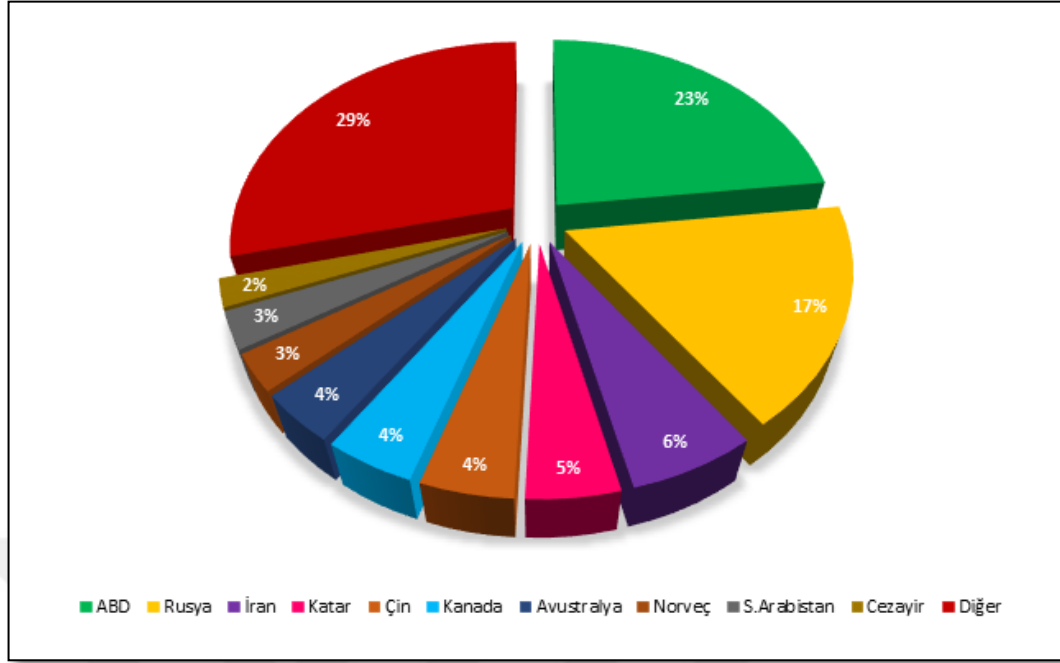
Şekil 10. Ülkelere Göre Doğal Gaz Rezervleri



Kaynak: ETKB, 2023.

Şekil 10'daki veriler incelendiğinde, Dünya üzerinde Rusya %19 oranındaki payı ile en çok doğal gaz rezervine sahiptir. İran'ın sahip olduğu doğal gaz kaynağı oranı %16'dır. Katar %12, Türkmenistan %10, ABD %7, Çin %4, Venezuela %3, Suudi Arabistan %3, Birleşik Arap Emirlikleri %3, Nijerya %3, Cezayir %2 ve diğer ülkeler toplam %18 oranlarında doğal gaz kaynak dağılımında rezerv sahibidir. Buna göre doğal gaz rezervinde dünya genelinde ilk beş sıra Rusya, İran, Katar, Türkmenistan ve ABD'dir. Dünya doğal gaz üretimi; 2020 yılı itibariyle dünya doğal gaz rezervi yaklaşık 200 trilyon m³ olarak bilinmektedir. Aynı yıl içerisinde bu rezervlerden 4 trilyon m³ doğal gaz üretimi yapılmıştır. Yani yıllık dünya genelinde yaklaşık %2 düzeyinde bir üretim yapılmaktadır (ETKB, 2022).

Şekil 11. Ülkelere Göre Doğal Gaz Üretimleri



Kaynak: ETKB, 2022.

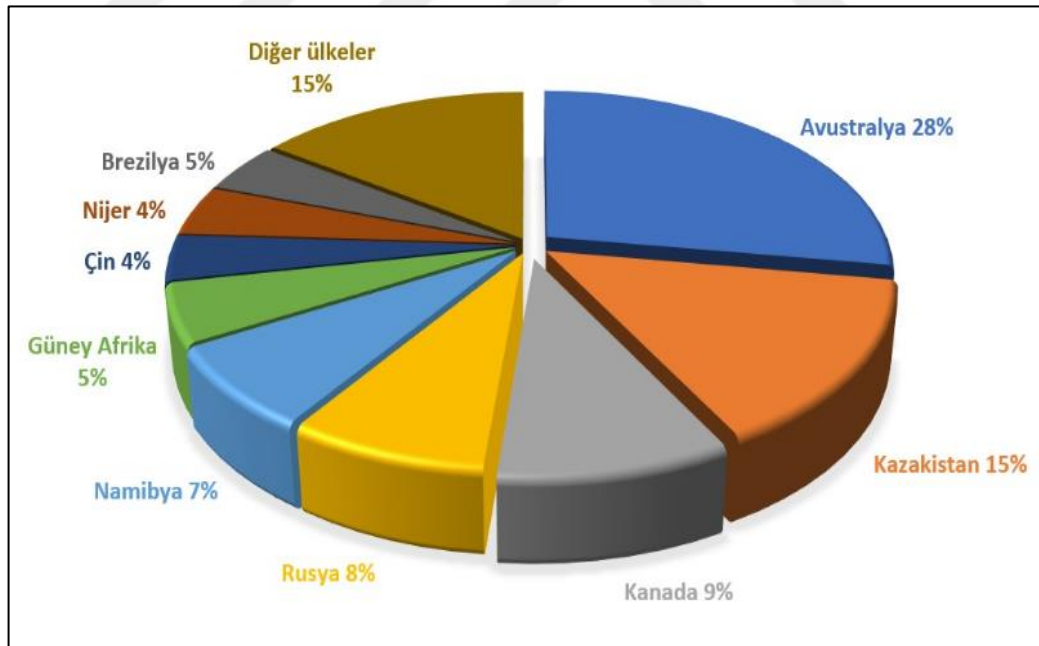
Şekil 11’deki verilere göre dünya doğal gaz üretiminde en yüksek pay %23 düzeyinde üretim gerçekleştiren ABD’ye aittir. Kaynak dağılımı göz önüne alındığında ABD’nin üretimdeki yüksek payında, kaya gazı üzerindeki çalışmaları ve gelişmiş tesislerinin etkili olduğu düşünülmektedir. Bu sıralamada ABD’yi, %17 düzeyinde üretim gerçekleştiren Rusya, %6 düzeyinde üretim gerçekleştiren İran, %5 düzeyinde üretim gerçekleştiren Katar, %4 düzeyinde üretim gerçekleştiren Çin, %4 düzeyinde üretim gerçekleştiren Kanada ve Avustralya, %3 düzeyinde üretim gerçekleştiren Norveç ve Suudi Arabistan, ile %2 düzeyinde üretim gerçekleştiren Cezayir ülkeleri takip etmektedir.

2.5.1.4. Nükleer Enerji

Nükleer enerji, atom çekirdeklerinin etkileşimleri sırasında açığa çıkan enerji olarak tanımlanmaktadır. Atom, pozitif elektrik yüklü proton, negatif elektrik yüklü elektron ve elektrik yükü içermeyen nötronu bir arada tutan bağlardan oluşan çekirdektir. Atom çekirdeğini oluşturan bu bağlar nükleer fisyon (bölünme) ve nükleer füzyon (birleşme) yoluyla ortaya enerji çıkarabilmektedir. Nükleer enerji, fisyon ve füzyon reaksiyonları ile elde edilen enerjidir. Bu enerji nükleer santral reaktörleri aracılığı ile elektriğe dönüştürülerek kullanılmaktadır (Dinçer, 2019).

Nükleer fisyon; atom çekirdeklerinin bölünmesi sürecidir. Nükleer fisyon sürecinde, bir atom çekirdeği nötron alır ve sonuçta çatlayarak iki veya daha fazla parçaya ayrılmaktadır. Bu süreçte büyük miktarda enerji açığa çıkmaktadır. Bu enerji, çatlayan çekirdeklerin kütle farkından kaynaklanır ve ünlü Einstein'ın $E=mc^2$ formülüne göre, kütle ile enerji arasındaki dönüşümü ifade etmektedir (Aras, 2009). Nükleer füzyon; hafif atom çekirdeklerinin birleşmesi sürecidir. Bu çekirdek birleşmesi sırasında, bazı kütle enerjiye dönüşür ve bu da büyük miktarda enerji açığa çıkarmaktadır (Sakal, 2015). Nükleer reaktörler; nükleer fisyon veya nükleer füzyon gibi nükleer reaksiyonları kontrol ederek enerji üretmek için tasarlanmış tesislerdir. Nükleer reaktörler, genellikle elektrik enerjisi üretimi için kullanılmaktadır (Kütükçüoğlu, 2020). Nükleer enerjinin oluşumu, genellikle nükleer fisyon veya nükleer füzyon süreçlerinin kontrol edilmesiyle gerçekleştirilmektedir. Nükleer fisyon; uranyum, plütonyum toryum gibi izotoplar kullanılarak nükleer reaktörlerde elektrik üretimi için yaygın olarak kullanılmaktadır (Karataşlı vd., 2016).

Şekil 12. Ülkelere Göre Uranyum Kaynakları



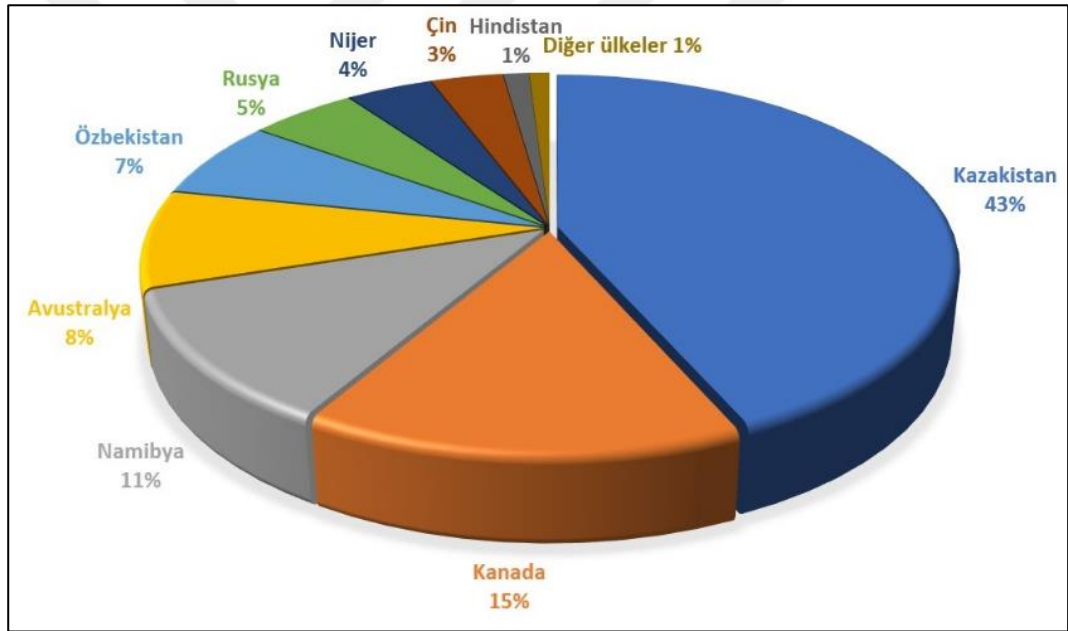
Kaynak: ETKB, 2022.

Şekil 12'deki ülkelere göre dünya uranyum kaynakları verileri incelendiğinde; dünyadaki uranyum rezervlerinin %28'i Avustralya, %15'i Kazakistan, %9'u Kanada ve % 8'i Rusya'da bulunmaktadır. Bir anlamda Avustralya, Kazakistan ve Kanada

lkeleri dünya uranyum kaynaklarının yarısına sahiptir. Güney Batı Afrika’da bir ülke olan Namibya’nın dünyadaki uranyum kaynaklarının %7’sine sahip olduğu görülmektedir. Dünya uranyum kaynaklarından Güney Afrika % 5, Çin % 4, Nijer %4, Brezilya %5 oranlarında paylara sahip bulunmaktadır. Geri kalan %15 düzeyinde pay ise diğer ülkelerin sahip olduğu uranyum kaynaklarını göstermektedir.

Nükleer alanında bir nevi hammadde olarak kullanılan uranyum ve toryum enerji kaynağı, diğer doğal kaynaklar gibi dünya üzerinde dengesiz şekilde dağılmıştır. Nükleer enerji hammaddelerini oluşturan uranyum ve toryum kaynak dağılımları incelendiğinde bazı ülkelerin ne çıktığı, bazılarının ise tek başına ülke olarak toplam rezervin neredeyse yarısına sahip olduğu görülmektedir.

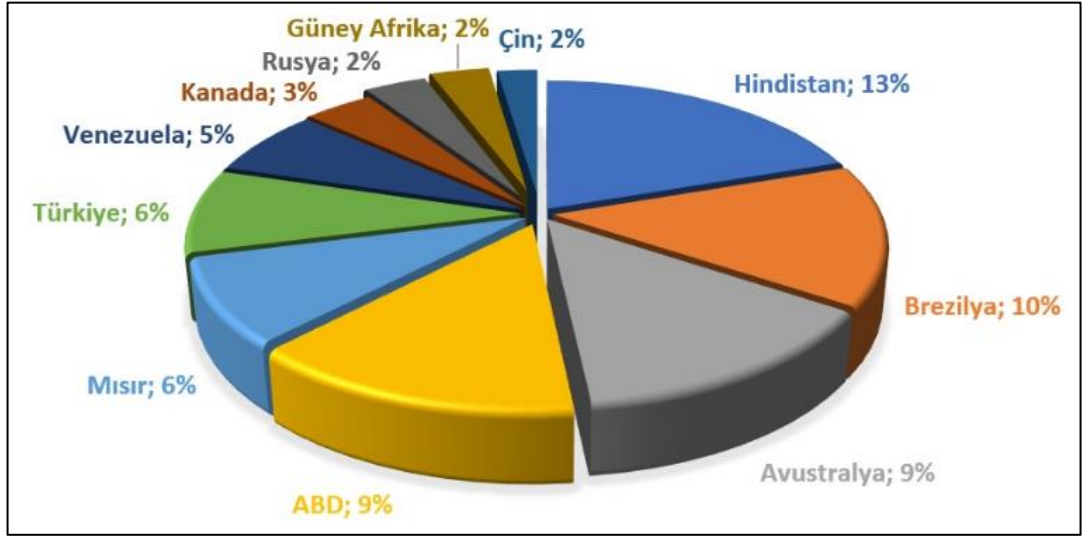
şekil 13. lkelere Göre Uranyum retimleri



Kaynak: ETKB, 2022.

şekil 13’teki ülkelere göre dünya uranyum üretimi verileri incelendiğinde; dünyadaki uranyum üretiminin %43’ Kazakistan’da üretilmektedir. Sırası ile %15 Kanada, %11 Namibya, %8 Avustralya, %7 Özbekistan, %5 Rusya, %4 Nijer, %3 Çin, %1 Hindistan ve %1’de diğer toplam ülkelerin uranyum üretimine sahip olduğu görülmektedir. Uranyum pazarında neredeyse dünya üretiminin yarısını Kazakistan sağlamaktadır.

Şekil 14. Ülkelere Göre Toryum Kaynakları



Kaynak: ETKB, 2022.

Şekil 14'teki veriler incelendiğinde; en yüksek rezerv alanının %13 düzeyinde bir pay ile Hindistan'da bulunduğu görülmektedir. Daha sonra %10 oranında paya sahip olan Brezilya gelmektedir. Avustralya ve ABD %9 oranında rezerv alanına sahipken, Türkiye ve Mısır %6, Venezuela %5, Kanada %3 paya, Rusya ve Güney Afrika % 2, Çin % 2 oranında toryum rezerv alanına sahiptir.

Tarihte nükleer alanındaki gelişmeler incelendiğinde ilk defa M.Ö. 400'lü yıllarda antik Yunan filozoflarından Demokritos tarafından maddenin ilelebet bölünemeyeceği öne atılmıştır. Bölünemeyen en küçük parçaya ise 'atomes' adı verilmiştir. Nükleer enerjinin başlangıcı atomun yapısıyla ilgili araştırmalarla başlamaktadır. 1896 yılında Fransız Fizikçi Henry Bequerel, uranyum tuzlarının ışıma yaydığını keşfetmiştir. Bu keşif, radyoaktivitenin varlığını göstermiş ve bu alandaki araştırmalar hızla ilerletmiştir. 1897 yılında John J. Thomson tarafından elektron keşfedilmiştir. Daha sonra Marie Curie' nin uranyum ve radyum gibi radyoaktif elementleri izole etme çalışmaları, radyoaktivitenin doğası hakkında önemli bilgiler sağlamıştır. 1903 yılında radyoaktiviteyi bulmaları sebebiyle Bequerel, Pierre ve Marie Curie Nobel almışlardır. Şüphesiz nükleer alanında en önemli atılım 1905 yılında Albert Einstein tarafından enerji, kütle ve ışık hızı arasındaki $E=mc^2$ bağıntısını bulmasıyla gerçekleşmiştir. Bu formüle göre reaksiyona giren maddeler yok olarak enerjiye dönüşebileceği kanıtlanmıştır. 1932 yılında James Chadwick nötronu bulmuş, daha sonra Werner Heisenberg elektronların manyetik güçlerle atom çekirdeğine bağlı olmaları gibi,

nötron ve protonların da nükleer güçlerle birbirilerine bağlı olduklarını ve atom çekirdeğini oluşturdıklarını ileri sürmüştür (Kütükçüoğlu, 2020). 1938 yılında Alman Profesör Otto Hahn ve Fritz Strassmann, uranyum atomlarının nötron bombardımanına uğradığında bölünmelerine neden olan nükleer fisyonu keşfettiler. Bu, büyük miktarda enerjinin serbest bırakılabileceği bir süreç olduğunu göstermiştir. 1942 yılında Enrico Fermi ve ekibi, Chicago Pile-1 adlı ilk kontrollü nükleer reaktörü inşa etmişlerdir. Bu, insan yapımı bir nükleer zincir reaksiyonunun başarılı bir şekilde kontrol edilebileceğini gösteren önemli bir adım olarak tarihe geçmiştir (Karataşlı vd., 2016). İkinci dünya savaşı öncesi Nazi Almanyası'ndan ABD'ye göç eden A. Einstein, diğer bilim adamları Oppenheimer, L. Szilard, E. Teller, E. Wigner ile ABD Başkanı Roosevelt'i 1939 yılında Nazi Almanyası'nın nükleer tehdidine karşı Manhattan projesini yapmaya ikna ettiler. 1945 yılında Manhattan Projesi kapsamında, ABD'nin Hiroşima ve Nagazaki şehirlerine atom bombası atmasıyla nükleer enerjinin savaş amaçlı kullanımı başlamıştır. İkinci Dünya Savaşı'nın ardından, nükleer enerjinin barışçıl amaçlar için kullanımı teşvik edilerek elektrik üretimi için nükleer enerji santralleri kurulmaya başlanmıştır. 1960'lardan sonra birçok ülke, nükleer enerjinin temiz ve verimli bir enerji kaynağı olduğunu düşünerek nükleer santrallerin inşasına yatırım yapmaya başlamıştır. 1986 yılında Çernobil'deki ve 2011 yılında Fukuşima'daki gibi büyük nükleer kazalar, nükleer enerji endüstrisinin güvenliği konusundaki endişeleri arttırmıştır (Kütükçüoğlu, 2020).

Türkiye'de nükleer enerji alanındaki ilk çalışmalar, 1955 yılında ABD tarafından başlatılan '*Barış İçin Atom*' anlaşmasının imzalanması ile başlamıştır. 1956'da T.B.M.M.' de kabul edilen "*Atom Enerjisi Komisyonu Yasası*" ile AEK bu alanda devlet nezdinde ilk kurum oluşturulmuştur. 1957 yılında Türkiye, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı'na başvuruda bulunarak üye devlet statüsü elde etmiştir. 1956 yılında İstanbul'da Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Ankara'da Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Lalahan Hayvan Sağlığı Nükleer Araştırma Enstitüsü ve Ankara Nükleer Tarım Araştırma Merkezi kurulmuştur (Karataşlı vd., 2016). Türkiye'nin belli başlı girişimlerine rağmen nükleer santral kurması 2010 yılında kadar başarılı olamamıştır. 2010 yılında Rusya ile anlaşma sağlanan Mersin Akkuyu Nükleer Güç Santralinin Tesisi ve İşletimine Dair İşbirliği Anlaşması Türkiye için nükleer alanında bir ilktir.

2.5.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

2.5.2.1. Güneş Enerjisi

Birçok enerji kaynağının temelinde evreni aydınlatan *Güneş* sistemi bulunmaktadır. Aslında yenilenebilir ve yenilenemez çoğu enerjinin kaynağı güneş ısısı ve ışığıyla ilgilidir. Örneğin fosil yakıtlar olarak adlandırılan kömür, petrol ve doğal gaz, esasen binlerce yıl önce bitki ve hayvan kalıntılarının güneş ışığı ve ısısı altında dönüşmesiyle oluşmuştur. Bu organik materyaller güneş enerjisini fotosentez yoluyla emerler ve daha sonra milyonlarca yıl boyunca yer altında fosilleşerek fosil yakıtları oluşturmaktadır.

Güneş enerjisi, güneşten gelen ışık ve ısı enerjisini kullanarak elektrik enerjisi üreten veya ısıtma amaçları için kullanılan bir tür yenilenebilir enerjidir. Güneş enerjisi genellikle güneş panelleri veya güneş kolektörleri gibi teknolojiler aracılığıyla toplanmaktadır. Toplanan güneş enerjisi elektrik üretimi, su ısıtma, ısıtma ve soğutma sistemleri gibi çeşitli alanlarda kullanılabilir. Güneş, sürdürülebilir bir temiz enerji kaynağıdır. Ayrıca güneş enerjisi kullanımı fosil yakıtlara kıyasla daha az sera gazı emisyonu üretmektedir. Bu da iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir rol oynamaktadır (Yolcan & Köse, 2020).

Güneş enerjisinin tarihî gelişimi incelendiğinde, insanlık tarihinin en eski ve en önemli enerji kaynaklarından olduğu bilinmektedir. Binlerce yıl boyunca, insanlar güneşten gelen ışık ve ısıyı çeşitli amaçlar için kullanmışlardır. Antik uygarlıklar, güneş ışığını ısıtmak, aydınlatmak ve tarım için kullanmışlardır. M.Ö. 3. yüzyılda Romalılar ve Yunanlılar güneş ışınlarından meşale yakarak dini törenlerinde kullanmışlardır. Mısırlılar, Yunanlar, Romalılar ve Çinliler, güneşin ışığını ve ısını kullanarak çeşitli mimari yapılar inşa etmişlerdir. Örneğin, antik Mısırlılar, güneş ışığını iç mekânlara yönlendirmek için aynalar kullanmışlardır. M.S. 6. yüzyılda Roma’da güneş odaları yapılarak herkesin güneş ışığı ve ısına ulaşması amaçlanmıştır. Ancak güneş enerjisinin modern anlamda kullanımı ve teknolojik gelişimi, son birkaç yüzyılda gerçekleşmiştir (Durak, 2016).

Güneş enerjisi alanında ilk defa 19. yüzyılın başlarında 1839 yılında Fransız bilim adamı Becquerel, Photovoltaic (fotovoltaik) etkiyi bulmuştur. Yunanca ışık anlamına gelen ‘*Photos*’ ve İtalyan fizikçi A. Volta’dan gelen elektron hareketini ifade eden ‘*Volt*’ kelimelerinin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Fotovoltaik etki, belirli

materyallerin ışığa maruz kaldıklarında elektrik üretmelerini sağlamaktadır. Becquerel'in keşfi, güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştürme potansiyelini ortaya koymuştur (Sayın & Koç, 2011). 1954 yılında ABD. Bell Laboratuvarındaki araştırmacılar, güneş hücrelerinin verimliliğini artırmak için silikon tabanlı güneş pilleri geliştirmişlerdir. Bu gelişme, modern fotovoltaiik teknolojinin temelini oluşturmaktadır. 1970'li ve 1980'li yıllarda, güneş enerjisi teknolojileri hızla gelişmiş ve ticarileşmeye başlamıştır. Bu dönemde, güneş panellerinin maliyeti düşmeye başlamış ve güneş enerjisi sistemleri, çeşitli uygulama alanlarında kullanılmaya başlanmıştır. Bu dönemde güneş enerjisi ile uçan ilk uçak ve çalışan ilk araç geliştirilmiştir (Durak, 2016).

Türkiye'de ilk olarak 2005 yılında '*Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun*' çıkartılarak yenilenebilir enerji kaynaklarının mevzuat açısından sınırları belirlenmiş, 2010 değişikliği ile Yenilenebilir Enerji Kaynakları destekleme mekanizması kurulmuştur. Bu vesile ile güneş enerjisine verilen tarife yükselmiş, yerli üretim için teşvikler getirilmiştir. Günümüzde güneş enerjisi teknolojileri giderek daha yaygın hale gelmiştir.

2.5.2.2. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi, güneş ışınlarının yeryüzüne farklı açı ve seviyelerde gelmesi sebebiyle hava ve denizlerin farklı düzeylerde ısınması sonucu oluşan basınç farkıdır. Ortaya çıkan basınç farkı hava olaylarının gerçekleşmesine sebebiyet vermektedir. Yüksek basınçtan, alçak basınç alanlarına doğru olan hava hareketi rüzgâr olarak tanımlanmaktadır (Koç & Kaya, 2015). Oluşan hava hareketi ile kinetik enerjiye sahip olan rüzgâr enerjisi, rüzgâr türbinleri ve rüzgâr enerji santralleri (RES) gibi sistemlerle mekanik enerjiye dönüştürülerek elektrik üretme amacıyla kullanılmaktadır. Ekonomik açıdan daha az maliyetli, temiz enerji olması sebebiyle de çevreci ve aynı zamanda diğer enerjilere kolay dönüştürülebilir bir kaynak olan rüzgâr enerjisi günümüzde üretim süreçlerinde katkı sağlayabilecek yenilenebilir bir enerji kaynağıdır (Albayrak, 2011).

Tarihi gelişimi incelendiğinde; rüzgâr enerjisinin eski medeniyetlerden beri insanlar tarafından binlerce yıl boyunca kullanılmış olduğu bilinmektedir. Rüzgâr, yel değirmenleri ve yelkenli gemilerde, tahıl öğütme, tahıl işleme ve su çekmek gibi çeşitli amaçlar dâhilinde kullanılmıştır. Rüzgâr enerjisinin Antik Yunan ve Roma

medeniyetlerinde yelkenli gemilerde kullanıldığı, İran, Pakistan, Afganistan, Çin gibi Asya medeniyetlerinde ise yel değirmenlerinde kullanıldığı görülmektedir. Tarihçiler M.Ö. 1700'lü yıllarda Babillerin, Mezopotamya bölgesinde sulama amaçlı yel değirmenlerinin kullandığını belirtmektedir. İlk yazılı bilgilerin M.S. 700'lü yıllarda İran'da bulunduğu bilinmektedir. Rüzgâr enerjisi 10. yüzyıl içerisinde Asya toplumlarından Avrupa'ya geçmiştir. Bu durum 11. ve 12. yüzyılda İngiltere'de kullanılan yel değirmenlerinden anlaşılmaktadır. 1190'lı yıllarda Almanlar Haçlı Seferleri ile yel değirmenlerini Suriye bölgesinden kendi ülkelerine götürmüşlerdir. Bu durum Avrupa ülkelerinden çok Asya ve Mezopotamya bölgesindeki ülkelerin rüzgâr enerjisinde öncü olduğunu göstermektedir. 18. ve 19. yüzyıllarda sanayi devrimi ile birlikte rüzgâr enerjisi kullanımı azalmıştır. Çünkü bu dönemde buhar gücü ve hidrolik güç gibi diğer enerji kaynakları daha yaygın hale gelmiştir (Durak & Özer, 2012)

Modern anlamda rüzgâr türbinlerinin gelişimi ve endüstriyel ölçekte kullanımı 19. yüzyıldan itibaren başlamaktadır. İlk modern rüzgâr türbini, yaklaşık 18 metre yüksekliğinde elektrik üretmek amacıyla 1888'de Amerikalı mucit Charles F. Brush tarafından Ohio'daki evinde inşa edilmiştir (Öger Gürbüz, 2006). Daha geliştirilmiş rüzgâr elektrik enerjisi 1897 yılında Danimarkalı Profesör Paul La Cour tarafından 89 Watt gücündeki rüzgâr elektrik enerjisi santralini kurmasıyla hayata geçmiştir. Ancak, endüstriyel ölçekte rüzgâr enerjisi kullanımı 20. yüzyılın ortalarına dayanır. 20. yüzyılın ortalarında, petrol krizi ve artan çevresel endişelerle birlikte, modern rüzgâr enerjisi teknolojisinin geliştirilmesine yönelik ilgi artmıştır. 1970'li yıllarda Danimarka, Almanya, Hollanda ve ABD gibi ülkelerde rüzgâr enerjisi santralleri kurulmaya başlanmıştır (Kocatürk & Ünsan, 2015). Yenilenebilir enerjiye olan ilginin artmasıyla birlikte rüzgâr enerjisi giderek daha önemli bir elektrik üretim kaynağı haline gelmiştir. Günümüzde, birçok ülke rüzgâr enerjisini elektrik üretim girdilerinin önemli bir parçası olarak görmektedir.

2.5.2.3. Hidrolik Enerji

Hidrolik enerji suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüşmesi ile ortaya çıkan enerjidir (Gökdemir vd., 2012). Suyun yüksekten alçak seviyelere doğru hareket etmesi sonucu oluşan potansiyel enerjisinden faydalanılarak genellikle barajlar veya bentler gibi yapılar aracılığıyla toplanan enerji; hidroelektrik santraller veya hidrolik

türbinler aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Dönen türbinlerle kinetik enerji mekanik enerjiye dönüşmekte, daha sonra türbinler jeneratörleri döndürerek elektrik enerjisi ortaya çıkmaktadır (Yaman & Haşıl, 2017). Sürecin sonunda elektrik üretimi gerçekleşerek dağıtıcılara elektrik iletilmektedir. Hidrolik enerjinin temelinde suyun kullanımı ve hareketliliği yer aldığı için mevsimsel ve iklim şartları ile coğrafi özellikler önemli yer tutmaktadır. Hidroelektrik enerji santrallerinin (HES) kurulacağı yerlerde bu özellikler verimlilik açısından dikkate alınmaktadır.

Hidrolik enerjinin tarihi gelişimi incelendiğinde, insanlık tarihinin başından beri su bilindiği için suyun gücü kullanılmaktadır. Tarihte ilk defa antik dönemlerde mekanik biliminin kurucusu olarak bilinen İskenderiyeli Ktesibios'da gördüğümüz basınçlı hava tekniği (pnömatik) mekanik bilimine en önemli katkıdır. Ktesibios bunu 'mekanik' biliminde kullanarak, M.Ö. 3. yüzyıllarda Yunan mühendisler Philon ve Heron gibi mekanikçilere yol açmış 'İskenderiye Mekanik Okulu' olarak adlandırılacak bir geleneğin oluşmasına liderlik etmiştir (Coplugil, 2018). Romalılar da suyun gücünü tarım sulaması, taş işleme ve su kanalları benzeri hidrolik sistemler inşa etmişlerdir. Orta çağda su değirmenleri tahıl öğütme gibi işlemlerde kullanılmıştır. Endüstri devrimi ile birlikte hidrolik güçle çalışan makine ve aletler kullanılmaya başlanmıştır. Tekstil, maden ve metal işlemede hidrolik güç enerji kaynağı olmuştur. Modern zamanda hidroelektrik santraller ile elektrik üretimi elde edilmiştir. Hidrolik santrallerle ilgili tarihte ilk defa 1881 yılında Güney İngiltere'den doğup Londra'nın doğusundan denize dökülen Thames Nehri'nin Wey kolu üzerinde Central Power Station isimli hidrolik santral bilinmektedir (Dinçer vd., 2017).

Türkiye'de hidrolik enerji ile ilgili gelişmeler ilk defa 1902 yılında Tarsus'ta nispeten küçük bir hidroelektrik santral ile başlamıştır. Daha gelişmiş bir santral ise 1913 yılında İstanbul'da kurulmuştur. 1932 yılında Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü kurularak enerji ihtiyacı ve hidrolik gücünü belirlemek adına çalışmalar başlatmıştır. Aydınlatma ve elektrik şebekesi ilk defa Ödemiş'te 1933 yılında inşa edilmiştir. 1935 yılında elektrik işleri ile ilgili 2805 sayılı Etibank Kanunu çıkarılmıştır. İlk baraj 1930-1936 yılları arasında inşa edilen Çubuk Barajı'dır. 1950'li yıllardan sonra Seyhan, Sarıyar, Hirfanlı, Kesikköprü, Demirköprü ve Kemer Barajları ve Hidroelektrik Santralleri kurularak elektrik üretilmeye başlanmıştır (Gökdemir vd., 2012).

1950-1969 arası dönemde DSİ, İller Bankası, Sümerbank ve Etibank gibi devlet kurumlarının yatırımları ile hidroelektrik santraller kurularak ülkenin dört bir yanına elektrik götürülme girişimi başlatılmıştır. 1970 senesinde Türkiye Elektrik Kurumu'nun (TEK) kurulmasıyla bu görev bir kuruluşa birleştirilmiştir. Türkiye'de TEK tarafından 1970-1990 döneminde tüm il, ilçe ve köylere elektrik enerjisi götürülmüştür. Bu süreçte 1984 yılında çıkartılan 3096 sayılı kanun kapsamında yap-işlet-devret modeli ile hidroelektrik santraller DSİ ve özel sektör tarafından yapılmıştır. 2001 yılında Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) kurulması ve 4628 sayılı *Elektrik Piyasası Kanunu* ile ülkemizde elektrik üretimi, iletimi ve dağıtımı için yeni bir dönem başlamıştır. Daha sonra 2005 yılındaki 5346 sayılı *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerji Üretim Amaçlı Kullanıma İlişkin Kanunu* ile birlikte özel sektöre HES santrallerinden elektrik üreterek satış yapma imkânı getirilmiştir. 2011 yılındaki değişiklik ile küçük ölçekli hidrolik santrallerin de kurulumuna imkân sağlanmıştır (Yaman & Haşıl, 2018).

2.5.2.4. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yer altında bulunan sıcak su ve buhar kaynaklarının kullanılmasıyla elde edilen bir enerji türüdür. Bu kaynaklar, yerin derinliklerindeki bulunan sıcak bölgelerden yüzeye ulaşan ısıyla oluşmaktadır (Kılıç, F.Ç. & Kılıç, M.K., 2013). Isınan yer altı suları, elektrik üretimi, ısınma, sıcak su, sera yetiştiriciliği ve endüstriyel uygulamalar gibi alanlarda kullanılmaktadır. Yer altındaki sıcak su ve buharın, sera yetiştiriciliği, gıda kurutma, sağlık turizmi gibi sektörlerde doğrudan kullanımı mümkündür (Serpen, 2005). Bu kaynaklar jeotermal enerji santralleri aracılığıyla elektrik üretimi için de kullanılmaktadır. 1970'li yıllardaki petrol krizleri ile önemi artan diğer alternatif enerji kaynakları gibi jeotermal enerjiye yöneliş olmuştur. Jeotermal enerji, fosil yakıtlara kıyasla daha az karbondioksit emisyonu ürettiği için çevreci bir enerji kaynağıdır (Zaim & Çavşı, 2018).

Jeotermal kelimesi; Yunanca 'geo' (yer) ve 'termal' (ısı) kelimelerinin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır (İnce, 2005). Jeotermal enerji tarihî açıdan yeni bir enerji kaynağı olmakla birlikte, eski medeniyetlerde hamam sularının ısıtılması gibi çeşitli kullanım alanlarıyla antik dönemlere kadar uzanmaktadır. Antik Roma döneminde termal banyolarda sağlık amaçlı kullanıldığı bilinmektedir. Orta çağ dönemlerinde yer altı sularının ortaya çıktığı veya volkanik bölgeler olarak bilinen yerlerde kullanımı

görülmektedir. Sanayi devrimi ile birlikte buhar gücünün kullanılmasıyla elektrik üretimi ve buhar fabrikalarının işletilmesi sağlanmıştır (Kılıç, F.Ç. & Kılıç, M.K., 2013). Dünyada jeotermal enerji ile ilgili ilk araştırmalar 1800'lü yıllarda İtalya'da başlamıştır. 1904 yılında İtalya'nın Larderello kentinde ilk kez buhardan elektrik üretimi yapılmıştır. 1930'lu yıllarda İzlanda'da, 1950'li yıllarda Yeni Zelanda'da ısıtma amaçlı kullanılmıştır. 1960 yılında ABD California eyaletinde ticari elektrik üretimi için ilk defa kuru buhar kullanılmıştır. 1960'ta ABD, 1961'de Meksika, 1966'da Japonya'da ve 1970'te Çin'de jeotermal elektrik santralleri kurulmuştur. 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizleri ile birlikte alternatif enerji kaynağı olarak yönelim artmıştır (Gökgedik, 2013).

Dünyada, 1995 yılından 2000 yılına kadar geçen sürede jeotermal elektrik üretiminde %17, elektrik haricindeki jeotermal uygulamalarda ise %87 artış olmuştur. Bu yeni dönemde jeotermal enerjinin önemini ortaya koymaktadır. Dünyada jeotermal elektrik üretiminde ilk beş ülke ABD, Filipinler, İtalya, Meksika ve Endonezya olarak gerçekleşmektedir. Dünyada jeotermal ısı ve kaplıca uygulamalarında ilk beş ülke sırasıyla Çin, Japonya, ABD, İzlanda ve Türkiye olarak gelmektedir (Kervankıran, 2012).

Türkiye'de jeotermal enerjinin tarihi gelişimi incelendiğinde; Ülkemizde 1962 yılında Maden Tetkik Arama (MTA) Genel Müdürlüğü tarafından jeotermal enerji araştırmaları başlatılmıştır. İlk jeotermal kuyu 1963 yılında MTA tarafından İzmir Balçova'da bir termal otelin bahçesinde açılarak 40 metre derinliğinde, 124°C sıcaklıkta kaynak tespit edilmiştir. (Dinçer & Ezan, 2020). İlk jeotermal ısıtma uygulaması ise 1964 yılında Balıkesir Gönen ilçesi sınırları içinde bulunan Park Oteli ısıtması ile başlamıştır. 1968 yılında en yüksek sıcaklık değerine sahip alanlardan biri olarak Denizli Kızıldere jeotermal sahası tespit edilmiştir. Türkiye'de sıcaklıkları 20°C -287°C arasında değişen bin beş yüz adet termal ve mineral su kaynağı ve iki yüz yirmi iki tane jeotermal saha keşfedilmiştir (Satman, 2013).

2.5.2.5. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle enerjisi, bitki ve hayvan atıkları gibi organik malzemelerin yanması veya fermantasyonu yoluyla elde edilen yenilenebilir bir enerji türüdür. Bu organik malzemeler genellikle tarımsal ürünler, hayvan gübreleri, gıda atıkları veya endüstriyel atıklar gibi kaynaklardan elde edilmektedir. Biyokütle enerjisinin oluşumu

biyoetanol, biyodizel, biyogaz ve biyokütle doğrudan yakıt kullanımı gibi farklı yöntemlerle gerçekleştirilmektedir (Albayrak, 2011).

Biyoetanol; organik malzemelerin dönüştürülerek etanol elde edilmesiyle oluşmakta ve benzinle karıştırılarak biyoyakıt olarak kullanılmaktadır (Adıgüzel, 2013). Biyodizel; bitkisel veya hayvansal yağların kimyasal işlemlerle biyodizele dönüştürülmesi işlemidir ve dizel motorlu araçlar için bir alternatif yakıt olarak kullanılmaktadır (Özdemir & Mutlubaş, 2016). Biyokütleyi doğrudan yakma yöntemi; odun ve bitkisel atıklar gibi organik malzemelerin yakılarak ısı ve elektrik üretilmesi işlemidir. Bu yöntem, biyokütle enerjisinin en eski ve en basit yöntemlerinden biridir. Biyokütle buharlaşması ve gazlaştırma ise; Organik malzemelerin yüksek sıcaklık ve basınç altında gazlaştırılması veya buharlaştırılıp sentez gazı üretilmesi işlemidir. Bu gazlar daha sonra elektrik ve ısı üretimi için kullanılmaktadır (Eskin, 2018). Ayrıca biyokütle enerjisi üretimi, fosil yakıtlara kıyasla daha düşük karbon salınımı sağladığı için çevresel olarak daha sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır.

Biyokütle enerji, tarihi gelişim içerisinde insanlığın ilk dönemlerinden günümüze kadar enerji üretimi amacıyla kullanılan kaynakların arasında gelmektedir. Bu biyolojik kaynakların arasında en bilineni ormanların içinde bulunan bilumum ağaç ürünleridir. Ağaçtan ortaya çıkan; tomruk, direk, sanayi odunu vb. ürünlerden geriye kalan gövde parçaları ile kabuk, kök, dal ve yaprakların kullanımı neticesinde enerji elde edilmesi oldukça önem kazanmıştır (Kaplukan, 2014). Biyoetanolün motor yakıtı olarak kullanılmaya başlanması içten yanmalı motorların kullanımıyla aynı dönemlere denk gelmektedir. İçten yanmalı motoru bulan Alman makine mühendisi Dr. Nicolaus August Otto 1897 yılında motor çalışmalarında alkol kullanmış, Amerikalı sanayici ve ünlü iş adamı Henry Ford otomobil tasarımlarını yaparken alkolü de yakıt olarak kullanıma dâhil etmiştir. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra özellikle 1970'lerden sonraki petrol krizleri ile birlikte konu hakkında yapılan çalışmalar bilimsel zeminde ilerlemiştir (Karaosmanoğlu, 1990). Biyoetanol, biyokütle enerjisi alanında dünyada en çok üretilen sıvı yakıt olarak bilinmektedir. Dünyada üretilen sıvı yakıtlardan yaklaşık %80'i biyoetanol olarak gerçekleşmektedir. Dünya'da biyoetanol üreten ülkeler sıralamasında ABD, Brezilya, Çin, AB ülkeleri ve Fransa gelmektedir. Biyodizel üreten ülke sıralaması ise Almanya, İspanya, Fransa ve İtalya şeklindedir (Kaplukan, 2014).

Türkiye’de biyoenerji ile ilgili yakıtlar ilk olarak 1931 yılında gündeme gelmiş, İkinci Dünya Savaşı esnasında %20 düzeylerinde biyoetanol karıştırılarak orduda yakıt olarak kullanılmıştı. Petrol krizlerinin yaşandığı 1970’li yıllarda üzerinde çalışılmış ancak uygulamaya geçirilememiştir. 2004 yılında fabrika olarak buğdaydan yakıt alkolü üretecek bir özel teşebbüs kurulmuştur. Hammadde olarak şeker pancarının kullanıldığı etil alkolden etanol üretilmektedir. Bursa’nın Mustafa Kemal Paşa ilçesinde biyoetanol üretim tesisi, Çumra Şeker Fabrikası biyoetanol ünitelerinin de faaliyete geçtiği bilinmektedir (Bölük & Koç, 2008).

2.5.2.6. Dalga Enerjisi

Dalga enerjisi; okyanus veya deniz gibi su kütleindeki dalgalanmaların kinetik enerjisinden elde edilen enerji türüdür. Bu enerji rüzgâr, gelgitler veya depremler gibi doğal olaylar sonucu su yüzeyinde oluşan dalgalanmaların hareketinden kaynaklanır. Genelde rüzgârın etkilediği okyanus dalgalarıdır. Bu nedenle en temelde güneş bulunmaktadır. Güneş, dünyaya ışık saçar ve havayı ısıtarak, rüzgârların hareket etmesine neden olan basınç farkları oluşturmaktadır. Güneşten gelen enerji, bu şekilde rüzgâra aktarılaraq rüzgârda yoğunlaşmaktadır. Rüzgâr, bir su yüzeyinin üzerinden estiğinde dalgalar oluşmaktadır. Rüzgârdaki enerjinin bir kısmı bu dalgalara aktarılaraq güneşten gelen enerji tekrar dalgaların hareketine yoğunlaşmaktadır. Süreç, rüzgardaki türbülans nedeniyle okyanus yüzeyindeki küçük basınç farkları ile başlar, bu basınç farkları küçük düzensizlikler veya küçük dalgalar oluşturmaktadır. Dikey rüzgâr basıncı ile bu küçük dalgalar arasındaki rezonans, rüzgâr hızı farklarından kaynaklanan kesme gerilimi ile birlikte dalgaların büyümesine neden olmaktadır. Rüzgâr ile su arasındaki sürtünme ve dalganın rüzgâr tarafından kalkan etkisi nedeniyle oluşan basınç farkları, dalgaların büyümesine katkıda bulunmaktadır. Enerji, rüzgârdan dalgalar boyunca sürekli olarak aktarılmaktadır. Dalgaların en son ne kadar büyüdüğü, üç ana faktöre bağlıdır; rüzgâr hızı, rüzgârın ne kadar süre estiği ve rüzgârın estiği su üzerindeki mesafe yani çekiştir (Waters, 2008).

Dalga enerjisinin elektriğe dönüştürülmesi bilim adamları tarafından araştırılarak bu alanda çalışmalar yapılmış ve çeşitli uygulamalar test edilmiştir. AB ülkelerinde dalga enerjisine ilgi, diğer alternatif enerji kaynakları gibi 1970’li yıllarda yaşanan ilki 1973 yılında I. Petrol krizi ve diğeri 1978 yılında II. Petrol krizi sonucu petrol fiyatlarının aşırı düzeyde yükselmesi sonucu başlamıştır. Ciddi bir dalga enerjisi potansiyeline

sahip olan AB Ülkeleri dalga enerjisini muhtemel güç kaynakları arasında görerek konu hakkında araştırma geliştirme projeleri uygulamaya koymuştur (Eskin, 2018). İlk defa 1974 yılında İskoç akademisyen Stephen Hugh Salter tarafından denizdeki dalgaların gücünün kullanılması ‘Wave Power’ başlıklı makalesi ve hesaplamaları ile önerdiği dalga enerjisinin elektriğe dönüştürülmesinin modeli ortaya konmuştur (Salter, 1974).

2.5.2.7. Hidrojen Enerjisi

Hidrojen, evrenin en bol elementlerinden biridir. Hidrojen, doğada genellikle su (H_2O) veya hidrokarbon bileşiklerinde bulunmaktadır. Su molekülünde iki hidrojen atomu ve bir oksijen atomu yer almaktadır. Hidrojen, güneş ışığının etkisiyle suyun elektrolizi yoluyla veya doğal gazın re-formasyonu gibi kimyasal reaksiyonlarla üretilmektedir. Yunanca ‘hidro’ (su) ve ‘gen’ (doğmak) kelimelerinin bir araya gelmesiyle oluşan hidrojen; renksiz, kokusuz ve oldukça yanıcı bir gazdır. Yanma ısısı yüksek olan hidrojenin zehirli bir etkisi bulunmamaktadır. Oksijen ile birlikte yakılarak ısıtma amaçlı kullanılabilen hidrojen, çok amaçlı bir yakıt olarak bilinmektedir. Motor veya gaz türbinleriyle bir jeneratörü çalıştırarak veya yakıt pili aracılığı ile elektrik üretiminde de kullanılmaktadır. Araçlarda, sıvı halde depo edilerek motor yakıtı olarak kullanılırken, kimya sanayiinde hammadde olarak kullanılmaktadır (Kademli, 2017).

Tarihi olarak gelişimi incelendiğinde; hidrojenin varlığı insanlık tarihi ile birlikte binlerce yıl öncesine kadar dayanmaktadır ancak element olarak keşfi daha yeni bir tarihçeye sahiptir. Hidrojenin modern keşfi, 1766'da İngiliz kimyager Henry Cavendish'e tarafından gerçekleştirilmiştir. Cavendish metrik gazlar üzerine yaptığı deneyler sırasında hidrojen gazını keşfetmiştir. 1783 yılında Fransız kimyager Antoine Lavoisier'in çalışmalarıyla hidrojenin havanın bir bileşeni olduğu keşfedilerek Fransızca ‘hydrogène’ (hidrojen) adı verilmiştir. 1838 yılında yine Alman bir kimyager olan C. F. Schoenbein tarafından hidrojen ve oksijen gazlarının birleşmesiyle su ve elektrik akımı üretebilen, yakıt pili teknolojisinin ilk adımları atılmıştır. 1845 yılında İngiliz bilim insanı S. W. Grove, Schoenbein'in yakıt pili keşfini geliştirmiştir. Sonraki yıllarda, hidrojenin çeşitli endüstriyel ve bilimsel uygulamalarda kullanımı keşfedilerek geliştirilmiştir. Özellikle 20. yüzyılın

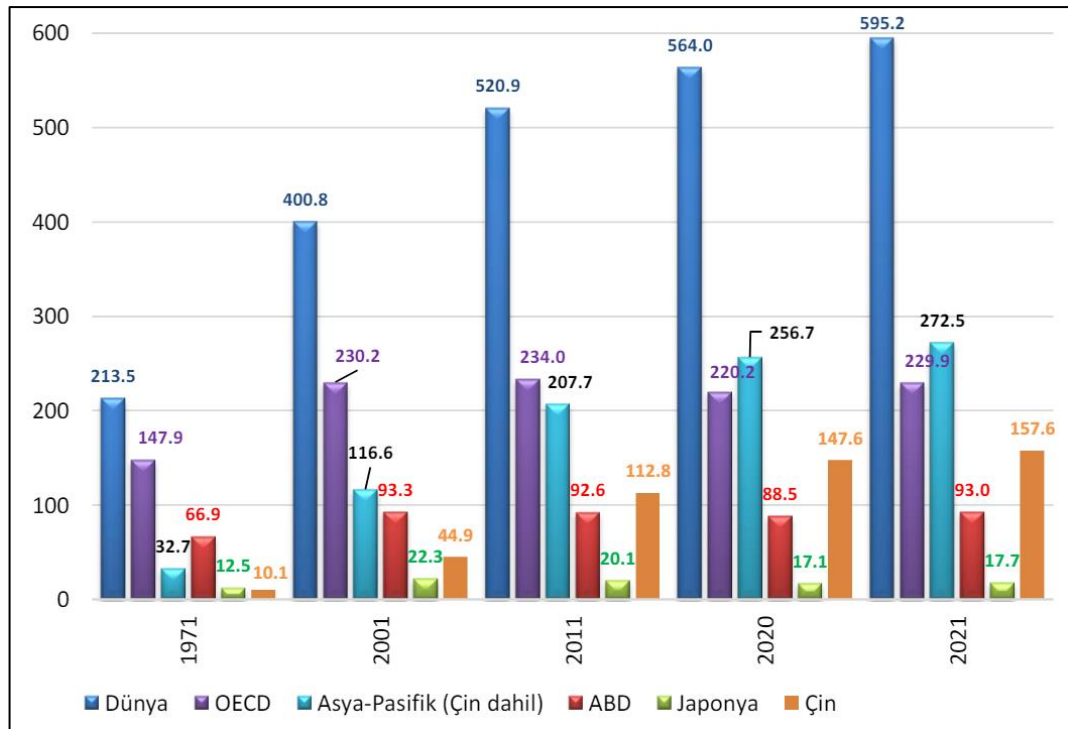
başlarında, hidrojen gazının pek çok farklı alanda kullanımı yaygınlaşmıştır (Kılıç & Oral, 2023).

Hidrojen enerjisi ile ilgili çalışmalar ise soğuk savaş döneminde tarafları ABD ve SSCB arasında hidrojenin askeri gücünü de keşfetmesi ile başlamıştır. 1953 yılında SSCB tarafından ilk hidrojen bombası denemesi, 1954 yılında ise ABD tarafından hidrojen bombası denemesi yapılmıştır. 1958 yılında ABD tarafından Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) kurulmuştur. NASA uzay programında roket ateşleme için en çok kullandığı sıvı yakıt hidrojendir (Kılıç & Oral, 2023). Günümüzde hidrojen enerji depolama, yakıt hücreleri ve endüstriyel süreçler gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Ancak daha çok yakıt olarak hidrojenden elektrik üretme amacıyla kullanılan yakıt pili teknolojisidir.

2.6. Dünya Enerji Görünümü

Dünya enerji tüketiminin dönemler bazında gelişimine bakıldığında, Şekil 15'e göre enerji talebinin sürekli arttığı görülmektedir. Buna göre; 1971 yılındaki gerçekleşen toplam enerji tüketimi 2021 yılına kadar artarak devam etmiştir.

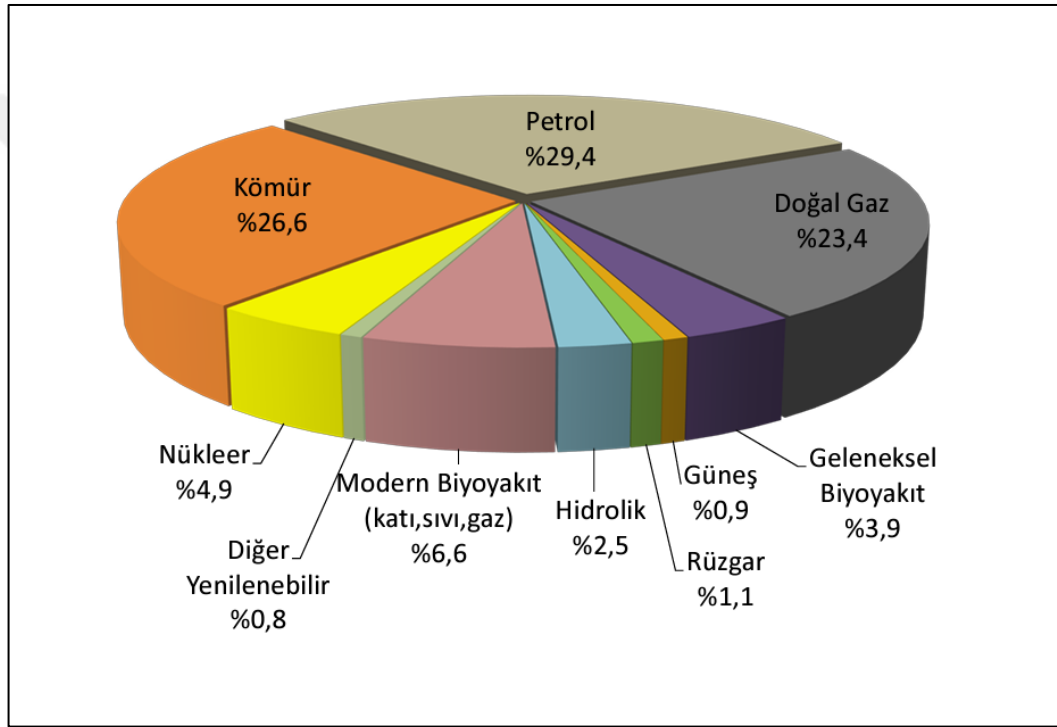
Şekil 15. Dünya Birincil Enerji Tüketimi Seyri



Kaynak: BP & TKİ, 2022.

2020 yılındaki pandemi sürecinde enerji tüketimi artış hızının azaldığı, Çin ve dâhil olduğu Asya-Pasifik grubu haricinde tüketimin net olarak azaldığı görülmektedir. Bunun oluşmasında ilgili dönemde kapanmalar nedeniyle üretimin yavaşlaması ve üretim kaynaklı enerji talebinin azalması etkili olmuştur. Çin ülkesinin nüfus itibarıyla hem tüketim kaynaklı hem de dünyanın birinci ihracatçısı olarak üretim kaynaklı enerji talebi bütün dönemler itibarıyla sürekli artmaktadır. OECD ülkeleri ve ABD'nin enerji tüketimini de etkileyen pandemi dönemi Çin'i enerji arzı yönünden etkilememiştir.

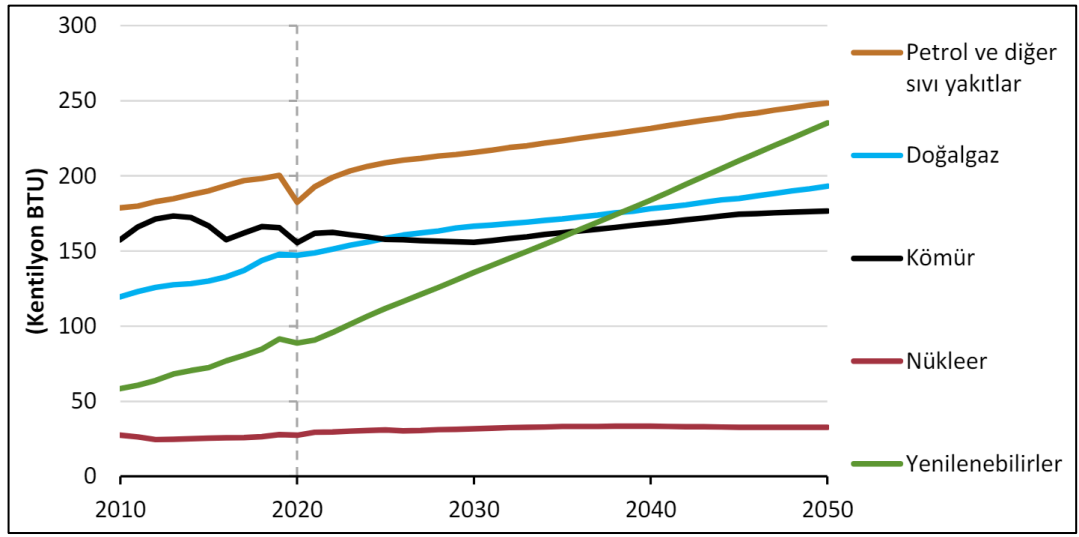
Şekil 16. Dünya Birincil Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (2021)



Kaynak: IEA, 2021 & TMMOB, 2022.

Şekil 16'daki Dünya enerji tüketiminin kaynaklara göre dağılımı incelendiğinde, yapılan toplam tüketimin yaklaşık %30'u petrol, %27'si kömür, %24'ü doğal gaz, %5'i nükleer enerji olarak gerçekleşmiştir. Bu grup fosil yakıtların dünya enerji talebinde hala ciddi oranda kullanıldığını göstermektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından toplam %10,5 düzeyinde biyoyakıt, %2,5 hidrolik enerji, %1,1 rüzgâr enerjisi, yaklaşık %1 oranında güneş enerjisi ve %0,8 oranında yenilenebilir enerji kullanılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları tüketiminin fosil yakıtlara göre çok düşük düzeylerde kullanıldığı görülmektedir.

Şekil 17. Enerji Kaynaklarına Göre Birincil Enerji Arzı Projeksiyonu



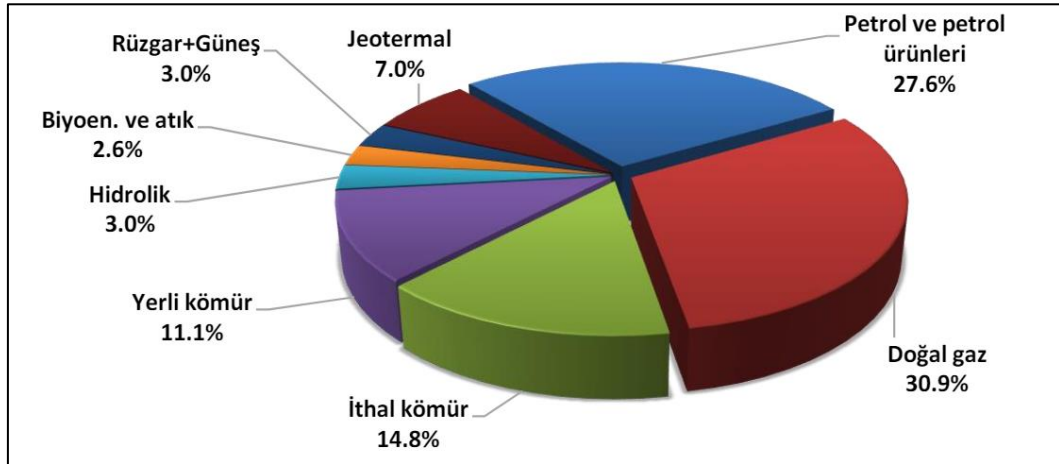
Kaynak: EIA, 2021.

Şekil 17’de dünya üzerinde tüketilen enerji kaynaklarının durumu ve 2050 yılına gelindiğinde tahmini olarak ne düzeyde bulunacağı noktasında fikir vermektedir. Buna göre, toplam enerji arzı içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının ciddi bir düzeyde artış göstereceği öngörülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının, doğal gaz ve kömürden daha fazla enerji talebini karşılayacağı öngörülmektedir. Projeksiyona göre doğal gaz ve kömür arzının artış hızının azalacağı, nükleer enerji arzının ise 10 yıllık periyotlar halinde artış veya azalış olmadan belirli düzeyde devam edeceği tahmin edilmektedir.

2.7. Türkiye Enerji Görünümü

Türkiye birincil enerji arzının kaynaklara dağılımında dönemler itibariyle önemli değişiklikler bulunmaktadır. Türkiye’de 1971 yılında toplam enerji ihtiyacı; %46 petrol, %29 biyoenerji ve atıklar, %24 düzeyinde yerli kömürden (linyit, taşkömürü ve asfaltit) karşılanmaktadır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı [ETKB], 2022). Şekil 22’de görüldüğü üzere Türkiye’de 2021 yılsonu itibariyle enerji tüketiminin kaynakları göre dağılımı; %30,9 doğal gaz, %27,6 petrol, %11,1 yerli kömür ve %2,6 düzeyinde biyoenerji ve atıklar şeklinde gerçekleşmiştir.

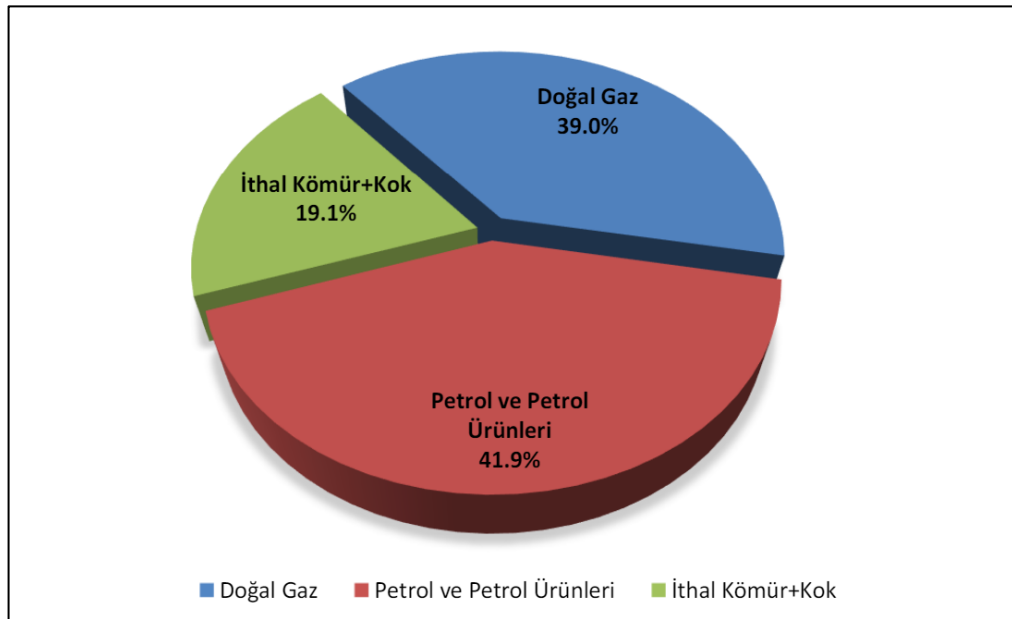
Şekil 18. Türkiye Birincil Enerji Tüketiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (2021)



Kaynak: ETKB & TKİ, 2022.

Doğal gaz tüketiminin 50 yıl içerisinde petrol tüketiminden daha fazla gerçekleşmesi dikkat çekmektedir. Rüzgâr, güneş ve jeotermal enerjinin ülkemiz birincil enerji arzındaki payının her geçen yıl giderek artması yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının giderek yaygınlaşması anlamına gelmektedir. Buna rağmen toplam enerji tüketiminde olarak fosil yakıtlar bilinen petrol, kömür ve doğal gaz toplam kullanımı yaklaşık %85 düzeyinde gerçekleşmiştir (ETKB, 2022).

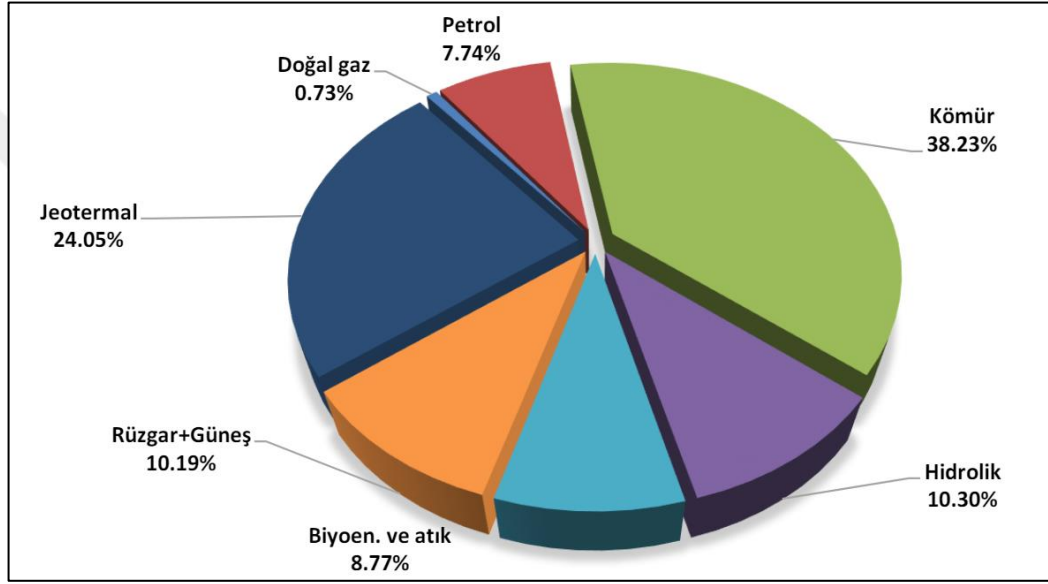
Şekil 19. Türkiye Birincil Enerji İthalatının Kaynaklara Göre Dağılımı (2021)



Kaynak: ETKB & TKİ, 2022.

Ülkemizdeki enerji arzının yerli kaynaklardan karşılanma oranı 2019 yılında %31,1, 2020 yılında %29,9 iken 2021 yılında yerli enerji kaynakların birincil enerji arzındaki payı %29,3'e gerilemiştir. 2021 yılında Türkiye enerji tüketiminde ithal kaynakların payı %70,7 olarak gerçekleşmiştir. Şekil 19'da Türkiye enerji ithalatının 2021 yılında kaynaklara göre dağılımı ise; %42 ham petrol ve petrol ürünleri, %39 doğalgaz, %19 kömür şeklindedir (ETKB, 2022).

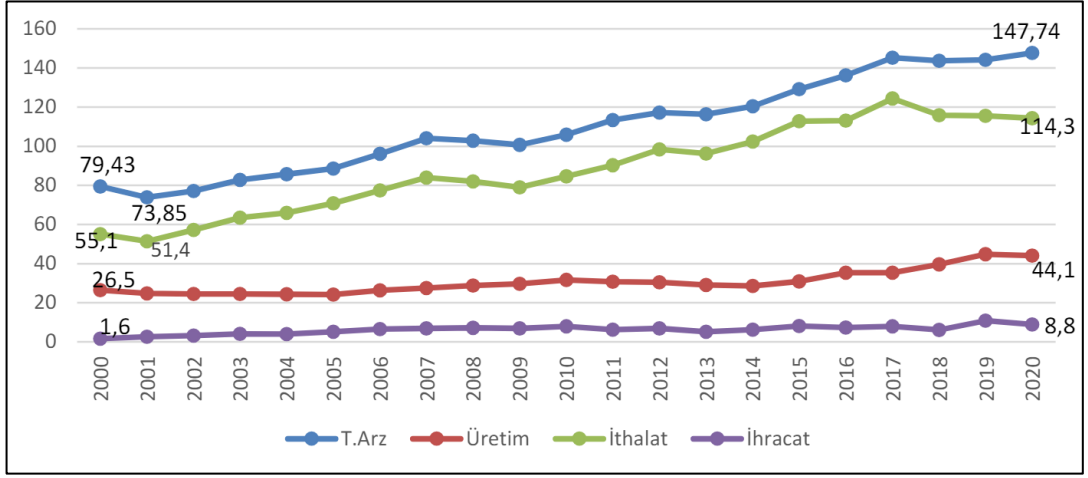
Şekil 20. Türkiye Birincil Enerji Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (2021)



Kaynak: ETKB & TKİ, 2022.

Şekil 20'de Türkiye enerji üretiminin kaynaklara göre dağılımı incelendiğinde 2021 yılı sonu itibarıyla %38 kömür, %24 jeotermal, %10 hidrolik, %10 rüzgâr ve güneş enerjisi, %8 petrol, %8 biyoenerji ve atıklar şeklinde gerçekleşmiştir. Doğal gaz üretiminin toplam enerji üretimindeki payı %0,7 oranında çok cüzi bir oranla ifade edilmektedir (ETKB, 2022).

Şekil 21. 2000-2020 Yılları Arası Türkiye Toplam Enerji Arzı, Üretimi, İthalat ve İhracatı (MTEP)



Kaynak: TMMOB, 2022.

Şekil 21’de Türkiye toplam enerji arzı (üretim + ithalat + ihracat) ve toplam enerji arzını oluşturan üretim, ithalat ve ihracatın miktarsal olarak milyon ton petrol eşdeğeri ölçüsünde seneler içerisindeki seyri gösterilmektedir. Buna göre Türkiye’nin enerji ihtiyacının çok önemli bir bölümü ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Enerji üretimi ve enerji ihracatı 2000 yılından itibaren artış gösterse de toplam enerji arzını oluşturan en önemli kalem enerji ithalatıdır. Enerji ithalat miktarsal olarak 55,1 mtep’ten 2020 yılında 114,3 mtep’e çıkmıştır. Bu dönemde enerji arzı yaklaşık %90, enerji ithalatı da yaklaşık %110 artmıştır.

2.7.1. Türkiye Enerji İhracatı ve Toplam İhracat İçerisindeki Payı

Türkiye, enerji alanında büyük oranda net ithalatçı konumundadır. Bununla birlikte 2000 yılından itibaren yıllık enerji ihracatının toplam ihracat içerisindeki payı sürekli artmaktadır. Tablo 1 incelendiğinde; 2000 yılında toplam ihracat içerisindeki enerji ihracatı payı %1,1’den 2023 yılında %6,4’e ulaşmıştır. Bu oran yaklaşık %450 oranında artmıştır. Buna rağmen Türkiye, enerji ihtiyacının büyük çoğunluğunu ithalat yoluyla karşılamaktadır. Düşük miktarlarda gerçekleşen enerji ihracatının seneler itibariyle genel durumuna bakıldığında durgunluk dönemlerinde sert düşüşler yaşandığı görülmektedir. 2009 yılı küresel krizinde, 2009 sonrasında dünyada yaşanan parasal genişleme sonrası 2015 ve 2016 yıllarındaki küresel yavaşlamada ve 2020 yılındaki pandemi krizi sürecinde enerji ihracatı neredeyse yarı yarıya düşmüştür.

Tablo 1. Türkiye Enerji İhracatı ve Toplam İhracat İçerisindeki Payı

Yıllar	Enerji İhracatı (Milyar \$)	Toplam İhracat (Milyar \$)	Enerji İhr./Toplam İhr. (%)
2000	329	27.774	1,18
2001	445	31.334	1,42
2002	961	36.059	2,67
2003	980	47.252	2,07
2004	1.429	63.167	2,26
2005	2.641	73.476	3,59
2006	3.567	85.534	4,17
2007	5.147	107.271	4,80
2008	7.531	132.027	5,70
2009	3.921	102.142	3,84
2010	4.469	113.883	3,92
2011	6.539	134.906	4,85
2012	7.708	152.461	5,06
2013	6.724	151.802	4,43
2014	6.111	157.610	3,88
2015	4.518	143.838	3,14
2016	3.211	142.529	2,25
2017	4.327	156.992	2,76
2018	4.412	167.921	2,63
2019	8.447	180.832	4,67
2020	4.715	169.637	2,78
2021	8.507	225.214	3,78
2022	16.411	254.171	6,46
2023	16.390	255.438	6,42

Kaynak: TÜİK ve Ticaret Bakanlığı, 2024.

2.7.2. Türkiye Enerji İthalatı, Toplam İthalat ve Cari Açık İlişkisi

Türkiye; enerji kaynağı bulunmayan, enerji kaynağı ihtiyacı olan, dışarıdan enerji ithal eden, ithalat rakamları yüksek, cari açık veren bir ülke konumundadır. Enerji bağımlılığının yüksek olması, enerji ithalatının da yüksek düzeyde gerçekleşmesi

sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Türkiye’de gerçekleşen toplam ithalat içerisindeki enerji ithalatı payı ortalama %20 ile %25 civarındadır. Bu oran yapılan ithalatın neredeyse dörtte birinin enerji kaynağı olarak gerçekleştiğini göstermektedir.

Tablo 2’deki veriler incelendiğinde, Türkiye’de toplam ithalatın seneler itibariyle genel olarak arttığı, bununla birlikte cari açığın da artış gösterdiği görülmektedir. Toplam ithalat 2000’li yılların başından 2009 krizine kadar sürekli artış göstermiş, 2009’da sert düşmüş, devam eden küresel genişleme yıllarında zirve yapmıştır. 2011 yılında %11,2 gibi cumhuriyet tarihinin en yüksek büyüme oranlarından birinin gerçekleştiği yılda ithalat o zamana kadarki zirve noktasına ulaşmıştır. Türkiye’de yüksek büyüme oranlarının gerçekleştiği yıllarda ithalatın da zirve yaptığı görülmektedir. Benzer şekilde yüksek büyüme oranlarının gerçekleştiği yıllarda daha fazla cari açık verilmiştir. Ardından ABD’nin ‘QE’ (Quantitative Easing à Nicel / Parasal Genişleme) programından çıkacağını açıklamasıyla küresel genişlemenin bittiği yıllara denk gelen 2015’li yıllardan itibaren ithalatın azaldığı görülmektedir. Pandemi sürecinden çıkışta 2022 ve 2023 yıllarında küresel enflasyon ve Türkiye’de yaşanan yüksek düzeyli enflasyon etkisi ile toplam ithalat tarihi zirve noktalara ulaşmıştır. Enerji ithalatı da 2009’daki düşüşün ardından, yüksek büyüme oranlarının gerçekleştiği 2011 ve 2012 yıllarında enerji ithalatı da yüksek düzeyde gerçekleşmiştir. Küresel yavaşlama ile 2016 yılında ciddi düşüş göstermiş 2016 yılında toplam ithalat içindeki payı %13’lere kadar düşmüştür. Bununla birlikte pandemi sürecinden çıkış 2022 yılında tarihi zirve noktaya ulaşmıştır. Yine yüksek ithalatın gerçekleştiği dönemlerde cari açığın da daha fazla gerçekleştiği görülmektedir. Buna göre 2011, 2013 ve 2022 yılları cari açığın en yüksek düzeylerde gerçekleştiği yıllar olarak görülmektedir. Özetle yüksek büyümenin gerçekleştiği yıllarda yüksek ithalat düzeyleri ve yüksek enerji ithalatı bununla birlikte yüksek cari açık gerçekleştiği görülmektedir.

Tablo 2. Türkiye Enerji İthalatı, Toplam İthalat ve Cari Açık

Yıllar	Enerji İthalatı (Milyar \$)	Toplam İthalat (Milyar \$)	Enerji İth./Toplam İth. (%)	Cari Açık (Milyar \$)
2000	9.540	54.502	17,5	-9.920
2001	8.339	41.399	20,1	3.760
2002	9.203	51.553	17,8	-626
2003	11.575	69.339	16,7	-7.554
2004	14.407	97.539	14,8	-14.198
2005	21.226	116.774	18,2	-20.980
2006	28.828	139.576	20,6	-31.161
2007	33.846	170.063	19,9	-36.946
2008	48.252	201.964	23,8	-39.425
2009	29.889	140.928	21,2	-11.360
2010	38.467	185.544	20,7	-44.620
2011	53.999	240.852	22,4	-74.402
2012	59.843	236.545	25,2	-47.278
2013	55.915	260.823	21,4	-55.092
2014	54.889	251.142	21,8	-38.020
2015	37.843	213.619	17,7	-26.625
2016	27.169	202.189	13,4	-26.668
2017	37.200	238.715	15,5	-39.955
2018	43.005	231.152	18,6	-20.151
2019	41.184	210.347	19,6	10.798
2020	28.925	219.516	13,1	-31.914
2021	50.691	271.422	18,7	-7.398
2022	96.549	363.711	26,5	-49.085
2023	69.114	361.766	19,1	-45.513

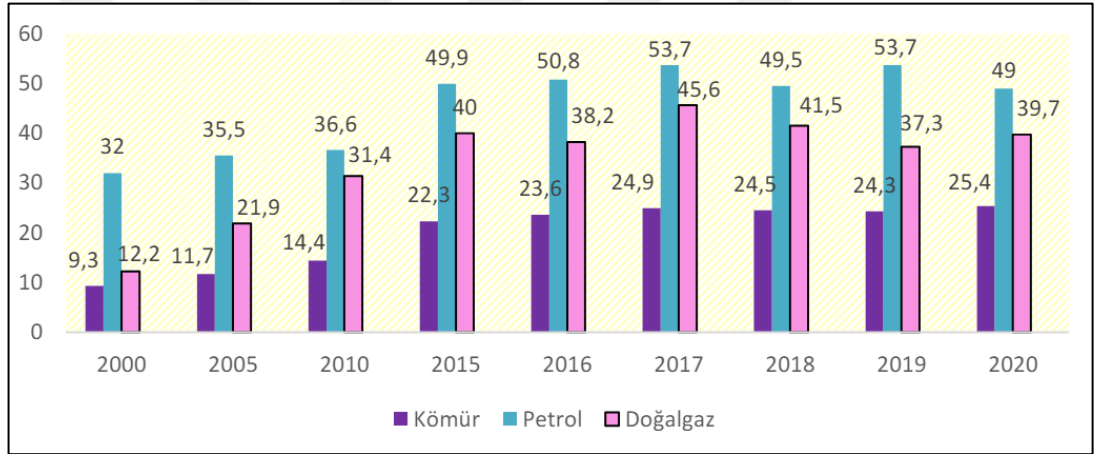
Kaynak: Ticaret Bakanlığı, TÜİK ve TCMB, 2024.

Türkiye, ülke ekonomisinin dışa açılmasıyla başlayan 80’li yıllardan beri cari açık veren bir ülke pozisyonundadır. Uzun yıllardan sonra 2018 yılındaki ABD başkanı Donald Trump’ın direkt Türkiye’yi hedef alan konumu ve akabinde gerçekleşen kur atağı etkisi ile 2019 yılında cari fazla vermiştir. Bunun haricinde özellikle pandemiden çıkış yıllarını kapsayan 2021 ve 2022 yıllarında ciddi düzeyde cari açık verdiği görülmektedir. Türkiye’nin verdiği cari açıklarda enerji ithalatının da önemli ölçüde payı bulunmaktadır. Kriz ve durgunluk dönemleri hariç enerji ithalatı ve cari açığın

arttığı görülmektedir. Enerji ithalatının cari açık içindeki oranına bakıldığında genel olarak diğer göstergelerle birlikte artış gösterdiği görülmektedir. Türkiye’de enerji alanında dışa bağımlılığının yüksek olduğu, sürekli artan enerji ithalatı ve küresel enerji fiyatlarının yüksek seyretmesi ile birlikte bu durumun cari açığın oluşmasında önemli bir etken olduğu anlaşılmaktadır. Enerji ithalatı, toplam ithalat, iktisadi büyüme, cari açık birbirini etkileyen ekonomik faktörler olarak yer almaktadır.

Şekil 22’de yapılan enerji ithalatının MTEP (Milyon Ton Eşdeğer Petrol) cinsinden dağılımı gösterilmiştir. Buna göre genel olarak en çok ithal edilen enerji kaynağı petroldür. Daha sonra doğal gaz ve ardından kömür sırası ile gelmektedir.

Şekil 22. 2000-2020 Türkiye Enerji İthalatının Kaynaklara Göre Dağılımı (MTEP)



Kaynak: TMMOB, 2022.

Enerji ithalatının kaynaklara göre dağılımına bakıldığında, seneler içerisinde doğal gaz ithalatının diğer ithal edilen ana enerji kaynağı olarak gösterilen fosil yakıtlara göre daha fazla arttığı gözlemlenmektedir. 2000 yılında miktarsal olarak 12,2 mtep olan doğal gaz ithalatı 2020 yılında 39,7 mtep olarak gerçekleşmiştir. Doğal gaz ithalatında yaklaşık %220 oranında bir artış bulunmaktadır. Bununla birlikte 2000 yılında 32 mtep olan petrol ithalatı ise 2020 yılında 49 mtep olarak gerçekleşmiştir. En az artış gösteren kömür ithalatı ise 2000 yılında 9,3 mtep olarak gerçekleşmiş, 2020 yılında 25,4 mtep olarak ithalat yapılmıştır.

3. TÜRKİYE DOĞAL GAZ PİYASASININ GELİŞİMİ

Doğal gaz piyasalarının gelişimi; doğal gazın kullanımı, üretimi, tüketimi, ticaret dengesi, depolanması, dağıtımı ve iletimi vs. diğer enerji kaynakları gibi birbirinden bağımsız olmayan birden çok aşamayla ilgilidir. Türkiye'nin yaklaşık elli beş yıl önce başlayan doğal gaz hikâyesinde bu aşamaların her birinde tecrübesi bulunmaktadır. Bu sürecin tarihî olarak gelişimi ele alınarak, tüketimi etkileyen faktörler ile birlikte bu noktada bazı değerlendirmelerde bulunulacaktır.

3.1. Türkiye’de Doğal Gaz Piyasasının Tarihî Gelişimi

Dünya tarihinin belli başlı kırılma noktaları olmuştur. Şüphesiz ki bu kırılmalardan en önemlilerinden biri Sanayi Devrimi'nin yaşandığı 18. yüzyıldır. Sanayi devrimi ile birlikte dünya devlet ve milletleri hiç olmadığı kadar birbirinden ayrılmaya başlamıştır. Dünya ülkeleri arasında 18. yüzyıla kadar hemen hemen birlikte devam eden makro iktisadi göstergeler Sanayi Devrimi'nden itibaren sert ayrılmaya başlamıştır. 18. yüzyıla kadar Avrupa, Afrika ve Asya ülkeleri arasında birbirine yakın seyreden büyüme oranları, kişi başına düşen milli gelir ve dış ticaret rakamları gibi makro iktisadi göstergeler, sanayi devrimi ile birlikte ilk başta Birleşik Krallık (İngiltere) daha sonra Almanya, İtalya ve ABD gibi devletler lehine ayrılmaya başlayarak günümüze kadar gelmiştir (Clark, 2013). İlk etapta kömür, buhar ve demirin hammadde şeklinde enerji kaynağı olarak kullanıldığı sanayileşme ve makineleşme sürecinde enerji kaynakları büyük önem arz etmeye başlamıştır (Davutoğlu, 2020).

Sanayi devriminde kilit bir rol oynayan enerji kaynakları için devletler arayışlara girmiştir. Modern anlamda ilk defa ABD Pensilvanya eyaletinde 1859 yılında petrol çıkarılmıştır. Daha sonra sırası ile petrol rafinerisi, içten yanmalı motor, ilk otomotiv sanayi ve içten patlamalı motor ile petrol daha da önem kazanmıştır (Sekin, 1999). Petrol ile birlikte insanların hareket kabiliyeti artmış, elektrik ile birlikte internet çağı açılmıştır. Enerji ihtiyacı ve enerji talebi sürekli artan bir seyir izlemiş talep arttıkça, ihtiyaç artmış bununla birlikte barındırdığı risk ve gereksinimlerinden dolayı enerji

güvenliği kavramı önemi haiz olmuştur. Birinci Dünya Savaşı öncesi ünlü İngiliz komutan Winston Churchill'in Britanya'nın savaş gemilerinin yakıtını kömürden petrole çevirme kararı ile başka bir kırılma noktası yaşanacaktır. Petrole olan talep artacak, toprakları üzerinde petrol rezervi bulunmayan Britanya, Galler'den elde ettiği kömürün yerini diğer coğrafyalardan arayacağı petrole bırakacaktır. Enerji arz çeşitliliği yaklaşımını ortaya çıkaran Churchill, enerjideki güvenliğin tek bir ülkeye, tek bir alana, tek bir kaliteye bağlı kalınamayacağını enerjide güvenliğin çeşitlilikte aranacağını belirterek enerji arz çeşitliliğinin önemini vurgulamıştır (Yergin, 2014).

Doğal gazın dünya ekonomisinde ve enerji sektöründe yaygın olarak yerini alması 1973 petrol bunalımı sonrasıdır. Alternatif enerji kaynakları arayışı, var olan doğal gaz rezervlerine yenilerinin eklenmesine ve tüketiminin giderek yaygınlaşmasına neden olmuştur (Dokuzlar, 2006).

Türkiye'de doğal gaz ilk defa 1970 yılında Kırklareli civarında Hamitabat ve Kumrular bölgesinde keşfedilmiştir. Bulunan doğal gaz ilk olarak 1976 yılında Pınarhisar Çimento Fabrikası'nda kullanılmıştır (Özdemir, 2017). Yurt dışından ülkemize tedarik edilen gazın iletilmesinde yetkili tek firma olan Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi (BOTAŞ), 1974 senesinde Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) tarafından kurulmuştur (BOTAŞ, 2018). Bir başka keşif sahası Mardin Çamurlu sahasında 1975 yılında doğal gaz bulunmuştur. Burada bulunan doğal gaz 1982 yılında Mardin Çimento Fabrikası'nda kullanılmaya başlanmıştır. Doğal gaz ile elektrik üretimi ülkemizde ilk defa 1985 yılında Hamitabat Doğal Gaz Çevrim Santralinde yerli kaynaklarla gerçekleştirilmiştir (Yardımcı, 2011). İlk defa 1984 tarihinde Türkiye ve Sovyetler Birliği (SSCB) arasında doğal gaz taşıma anlaşması yapıldıktan sonra, BOTAŞ ile SSCB'nin doğal gaz ticareti alanında sorumlu şirketi Soyuzgaz export arasında 1986 yılında 25 yıl süreli ve bir doğal gaz alım satım anlaşması imzalanmıştır. 1987 yılında ilk gaz ithalatı gerçekleşmiştir. Yapılan bu ilk alım-satım anlaşmasını diğer anlaşmalar da takip etmiştir. 1986 yılına kadar toplam tüketim iç kaynaklarla karşılanmakta idi (Özçelik, 2018).

1986 yılı itibari ile yapılan doğal gaz alım-satım antlaşmaları ile doğal tüketiminin güçlü artış seyri görülmektedir. Bu aynı zamanda o yıllarda kaynak bakımından rezerv yetersizliğimizi de ortaya koymaktadır (Özçelik, 2018). Sovyet Rusya ile yapılan gaz alım-satım anlaşmasının ardından inşasına başlanan 842 km uzunluğundaki Rusya-Türkiye doğal gaz boru hattı Bulgaristan üzerinden Türkiye gelmektedir (Engin,

2010). Bu hat sırası ile Hamitabat, Ambarlı, İstanbul, İzmit, Bursa ve Eskişehir üzerinden geçerek Ankara'ya kadar uzatılmıştır. Hanelerde ilk defa 1988'de Ankara'da kullanılmaya başlanmıştır. 1992'de İstanbul ve Bursa'da, 1996'da İzmit ve Eskişehir'de konut ve ticari sektörün hizmetine sunulmak üzere kullanılmaya başlanmıştır (Özçelik, 2018).

Doğal gaz kaynakların çeşitlendirilmesi ve doğal gaz arz güvenliği oluşturmak amacıyla 1988 yılında Cezayir, 1995 yılında Nijerya ile LNG alım anlaşması imzalanmıştır. Yapılan antlaşmalar neticesinde Cezayir'den 1994 yılında, Nijerya'dan ise 1999 yılında LNG alımına başlanmıştır. LNG alımına başlanan 1994 yılında mülkiyeti BOTAS'ta olan Marmara Ereğlisi LNG terminali devreye alınmıştır (Yardımcı, 2011). 90'lı yıllarda yapılan doğal gaz alım antlaşmaları ile doğal gaz ithalatı ve doğal gaz tüketimi hız kazanmıştır. 1996 yılında İran ile 1997 yılında Rusya (Mavi Akım Projesi), 1998 yılında Rusya (Batı) ve 1999 yılında Türkmenistan olmak üzere sırası ile doğal gaz alım antlaşmaları imzalanmıştır. Yapılan antlaşmalar ve yatırımlarla birlikte doğal gaz alımları ve tüketimi de artarak 2000'li yıllara zemin oluşturulmuştur (Aydın, 2022).

2001 yılında Doğal gaz piyasalarının hukuki alt yapısını oluşturan 4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu yürürlüğe girmiştir. Bu kanun ile 2001 yılında 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu gereği kurulan Elektrik Piyasası Düzenleme Kurumu'nun yetki alanına Doğal gaz piyasası kanunu da eklenmiştir. Düzenleme ile kurum Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) olarak günümüzdeki halini almıştır. Bu kanunla piyasada tekel konumunda bulunan BOTAS'ın yanında piyasanın serbestleştirilerek daha rekabetçi bir yapıya evrilmesi istenmiştir (Özdemir, 2017).

Daha önce doğal gaz alım antlaşmaları yapılan ülkelerden 2001 yılında İran ve 2002 yılında Rusya (Mavi Akım) ilk gaz alımları gerçekleşmiştir. Yine 2002 yılında Azerbaycan ile doğal gaz alım antlaşması imzalanmıştır. Türkiye'nin aynı zamanda doğal gaz ihracatını gerçekleştirdiği Yunanistan'la boru hattı inşası 2005 yıllarında başlanmıştır. Yine aynı yıllarda 2001 yılında yürürlüğe alınan Doğal gaz piyasası kanunu gereği piyasanın serbestleştirilmesi ve rekabetçi bir yapıya kavuşturulması adına BOTAS haricinde sektördeki diğer gaz şirketleriyle görüşmeler başlatılmıştır. Bu şirketlerden bazıları; Gazprom Export, Enerco Enerji, Shell Enerji, Avrasya Gaz ve Bosphorus Gaz'dır. 1994 yılında devreye alınan BOTAS'ın mülkiyetinde kurulan

Marmara Ereğlisi LNG Gaz Terminaline ilave 2006 yılında Ege Gaz A.Ş. tarafından Aliğa LNG Gaz Terminali işleme alınmıştır (PETFORM, 2013).

2007 yılında İstanbul Silivri’de Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) tarafından Türkiye’nin ilk yeraltı doğal gaz depolama tesisi olan Kuzey Marmara ve Değirmenköy depolama tesisleri kurularak devreye alınmıştır. Yine 2007 yılında Türkiye’den Yunanistan’a ilk doğal gaz ihracatı gerçekleştirilmiştir. İhraç edilen yaklaşık 30 milyon metreküp doğal gaz, tüketilen doğal gaz miktarları göz önünde bulundurulduğunda çok cüzi bir miktarı teşkil etse de bu alandaki başlangıç açısından önemlidir. Aynı yıllarda ilk olarak özel ithalatçı konumunda bulunan Shell Enerji ile ülkemiz sınırları içerisinde doğal gaz taşıyan ilk özel şirket olan Aksa Enerji ülkemizde bu alanda BOTAŞ dışında ilk defa faaliyet gösteren şirketler olmuşlardır (Dinçer & Ezan, 2021). Kaynak çeşitliliğinin artırılması kapsamında LNG (sıvılaştırılmış gaz) terminallerinin artırılması ile 2010 yılında yürürlüğe giren LNG Kullanım Usul ve Esasları ile bu alanda düzenlemeler getirilmiştir. 2012 yılında ise Yer Altı Depolama Tesisleri Kullanım Usul ve Esasları yürürlüğe alınarak uygulanmaya başlanmıştır (Petform, 2012).

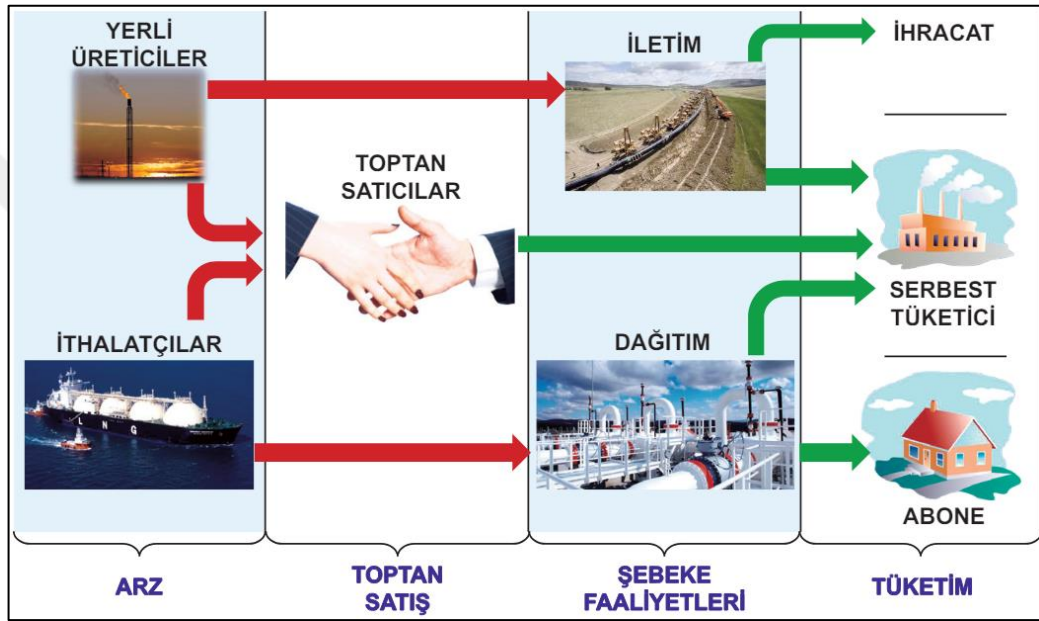
2010’lu yıllarda özel gaz alım Gazprom Export ve SOCAR’ dan gaz ithaline başlanmıştır. 2015 yılında Trans Anadolu doğal gaz boru hattı (TANAP) kapsamında gaz tedariki yapılan bölgelerin sayısı 66’ya ulaşmıştır. 2016 yılında Yüzer LNG Depolama ve Gazlaştırma Ünitesi (FSRU Projesi) işleme başlamıştır. Tuz Gölü’nde Yer Altı Doğal Gaz Depolama tesisine gaz dolumu faaliyetleri başlatılmıştır. Enerji Piyasaları İşletme Anonim Şirketi (EPIAŞ) kurularak piyasadaki paydaşların doğal gaz alış-satış taleplerinde bulunabilecekleri ortam oluşturulmuştur. Mevzuat çalışmaları ile bu konuda zemin atılmıştır. 2018 yılına gelindiğinde EPIAŞ çatısı altında organize toptan doğal gaz satış piyasası faaliyete başlamıştır (Dinçer & Ezan, 2021). 2019 yılı itibari ile 81 ilimizde doğal gaz kullanılmaya başlanmıştır (EPDK, 2020). Son olarak 2021 yılına gelindiğinde EPIAŞ kuruluşu bünyesinde vadeli doğal gaz piyasası faaliyete başlatılmıştır. EPIAŞ’ın faaliyetleri ile bu alanda doğal gaz alım-satım enstrümanları çeşitlendirilerek mevcut piyasa derinleştirilmeye çalışılmıştır.

3.2. Doğal Gaz Kullanımı ve Doğal Gaz Dağıtım Şirketleri

Doğal gaz dağıtım şirketleri, aynı zamanda doğal gazın bireysel kullanımı anlamında doğal gazın hanelere götürülmesi, tüketicilere ulaştırılarak doğal gazın satışının

yapılmasından sorumludur. Bu faaliyetleri 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ile 4646 sayılı Doğal Gaz Piyasası Kanunu Doğal Gaz Piyasası Dağıtım ve Müşteri Hizmetleri Yönetmeliği gereği yürütmektedir. Doğal gaz kullanmak isteyen bireyler bulundukları bölgede faaliyet gösteren dağıtım şirketine başvuruda bulunarak gerekli işlemleri tamamladıktan sonra doğal gaz kullanmaya başlayabilmektedir (4646 Sayılı Kanun, 2001).

Şekil 23. Doğal Gaz Piyasa Yapısı



Kaynak: Kaya Caner, 2020, s. 36

Şekil 23'te doğal gaz piyasasındaki tüm paydaşların yer aldığı doğal gaz arzı, toptan satışı, iletim ve dağıtımındaki şebeke faaliyetleri ve tüketim kısmında yer alan paydaşlar gösterilmektedir. Doğal gaz arzı yerli üreticiler ve ithalatçılar tarafından karşılanmakta, toptan satıcılar tarafından (Epiaş üzerinden) satış gerçekleştirmekte, iletim ve dağıtımını sorumlu dağıtım şirketi yapmakta ve tüketiciye ulaştırılmaktadır. Doğal gazın ihracat yoluyla, hanelerde bireysel kullanım (abone) ve girişimciler tarafından sanayi (serbest tüketici) tüketimi mevcuttur. Ülkemizde 81 ilin tamamına BOTAŞ aracılığı ile boru hatları bağlanarak doğal gaz ulaştırılmıştır. 81 ilde faaliyet gösteren doğal gaz dağıtım şirketlerinin sayısı 72'dir. Doğal gaz dağıtım şirketlerinin yatırımları ile 743 yerleşim bölgesine doğal gaz ulaştırılmıştır (GAZBİR, 2022).

Doğal gazın ülkemizde kullanımının başladığı yıllarda yerel yönetimlerin ve devlet kurumlarının ön alarak kurulan dağıtım şirketleri zaman içerisinde serbest piyasa düşüncesi çerçevesinde özelleştirilmiş anonim şirket hüviyetinde faaliyet göstermektedir. Hala yerel yönetim bünyesinde 1986 yılında kurulan İstanbul Büyükşehir Belediyesi iştirak şirketi olarak faaliyet yürüten İstanbul Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi haricinde diğer bütün şirketler özel sektör aracılığı ile faaliyet yürütmektedir (İGDAŞ, 2023). Örnek olarak verebileceğimiz bir diğer şirket Ankara Büyükşehir Belediyesi'nin girişimleri ile 1988 yılında faaliyetlerine başlayan Ankara'da doğal gazın dağıtılmasından sorumlu Ankara Elektrik, Havagazı ve Otobüs İşletme Müessesesi (EGO Genel Müdürlüğü) özelleştirilmiş, doğal gaz dağıtım faaliyeti 2009 yılında Başkent Gaz A.Ş. şirketine devredilmiştir (Başkentgaz, 2023). Kamunun ön alarak başlattığı sonradan özel girişimlere devrettiği dağıtım şirketleri haricinde sonradan doğal gaz boru hatları götürülerek doğal gaz kullanılmaya başlanan illerde genel olarak özel sektör kurumları faaliyet göstermişlerdir.

Türkiye, 2022 yılsonu itibariyle Avrupa genelinde en çok doğal gaz abonesi olan 3'üncü ülke olarak yer almaktadır. Sıralamanın ilk sırasında İtalya ve ikinci sırasında Almanya yer almaktadır. Türkiye'de 2022 yılsonu itibariyle doğal gaz abone sayısı 19,7 milyona ulaşmıştır. Yani yaklaşık 20 milyon doğal gaz abone sayısı bulunmaktadır (EPDK, 2022). Bu rakam bireysel anlamda nüfusumuzun neredeyse 4'te 1'ine karşılık gelmektedir. Ülkemizde ortalama 4 kişilik bir aile yapısı baz alınırsa hemen hemen her evde doğal gaz kullanıcısı bulunduğu söylenebilir. Bu aboneler içerisinde en önemli payı yaklaşık 6,9 milyon gibi önemli bir abone sayısı ile İstanbul almaktadır. Bu açıdan İstanbul ülkemizdeki toplam abone sayılarının 3'te 1'ni oluşturmaktadır. Ülkemizde 2022 yılsonu itibariyle dağıtım şirketleri aracılığıyla tüketicilere ulaştırılan doğal gaz miktarı 53,3 milyar m³ olmuştur (EPDK, 2022). Dağıtım şirketleri aracılığıyla tüketicilere ulaştırılarak kullanılan doğal gaz kullanım oranı her geçen yıl artmaktadır. Yatırımlar tarafında ise 2022 yılsonu itibariyle Doğal gaz dağıtım şebekesi uzunluğu toplam 180.200 km uzunluğundadır. Çelik hat uzunluğu 16.500 km, Polietilen hat uzunluğu 115.700 km ve servis hattı uzunluğu 48.000 km uzunluğa ulaşmıştır. Türkiye'nin bu alandaki konumuna bakacak olursak Avrupa ülkeleri ile karşılaştırıldığında doğal gaz dağıtım şebekesi olarak en uzun şebekeye sahip 6. ülke konumunda olduğu görülmektedir (EPDK, 2022).

3.3. Türkiye Doğal Gaz Tüketimi

Türkiye doğal gaz tüketiminin seneler içerisindeki seyri Tablo 3'te görülmektedir. Türkiye 2022 yılında toplam 53,5 milyar m³ doğal gaz tüketimi gerçekleştirmiştir.

Tablo 3. 2000-2022 Yılları Arasında Türkiye Doğal Gaz Tüketimi

Yıl	Tüketim (milyar Sm ³)	Bir önceki yıla göre değişim (%)
2000	14,6	17,8
2001	16	9,9
2002	17,4	8,4
2003	20,9	20,5
2004	22,3	6,4
2005	27,3	22,8
2006	31	13,3
2007	35,4	14,2
2008	36,9	4,2
2009	35,2	-4,5
2010	37,4	6,22
2011	43,6	16,8
2012	45,2	3,53
2013	45,9	1,5
2014	48,7	6,1
2015	47,9	-1,47
2016	46,4	-3,16
2017	53,8	15,87
2018	49,2	-8,64
2019	45,2	-7,96
2020	48,2	6,57
2021	59,8	24,02
2022	53,5	-10,58

Kaynak: EPDK, 2022.

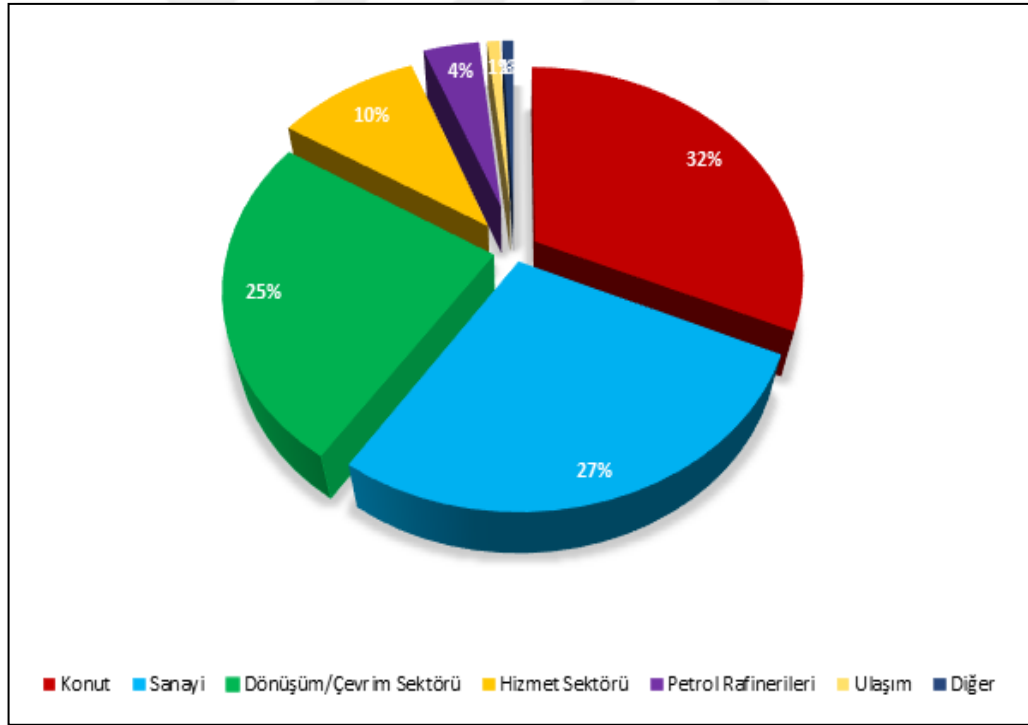
Türkiye, 2022 yılsonu itibariyle gerçekleştirdiği doğal gaz tüketimi, 2000 yılına göre yaklaşık 3,5 kat artmıştır. Doğal gaz tüketimi 2009 yılındaki küresel krizde bir önceki yıla göre negatif değişme göstermiş, yani azalmıştır. Yine ani döviz ataklarının

gerçekleştiği 2018 ve 2019 yıllarında negatif değişme göstererek tüketim bir önceki yıla göre azalmıştır. 2021 yılında yani pandemi sürecinden bir sonraki yılda %24 oranında ciddi bir pozitif değişme göstererek doğal gaz tüketimi artmıştır. 2021 yılında gerçekleşen 59,8 milyar m³ en yüksek düzey olarak görülmektedir. Son olarak 2022 yılında ise 2021 yılına göre 5,5 milyar m³ azalarak 53,5 milyar m³ tüketim gerçekleşmiştir.

3.4. Türkiye Doğal Gaz Tüketimi Sektörel Dağılım

Türkiye’deki doğal gaz tüketiminin sektörel dağılımı incelendiğinde konutlarda kullanılan hane halkı doğal gaz kullanımının yüksek olduğu görülmektedir. Bununla birlikte diğer önemli bir bölümü sanayi ve elektrik dönüşümlü santrallerde kullanılmaktadır.

Şekil 24. Doğal Gaz Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı



Kaynak: ETKB, 2022.

Şekil 24’te Türkiye’deki doğal gaz tüketiminin sektörel dağılımı incelendiğinde; konutlarda %32, sanayi sektöründe %27, elektrik kullanımında dönüşüm/çevrim

sektöründe %25, hizmet sektöründe %10, petrol rafinerilerinde %4 ve ulaşımda %1 olmak üzere tüketim gerçekleşmektedir.

Tablo 4. 2010-2022 Yıllara Göre Doğal Gaz Sektörel Tüketimi (Milyar Sm³)

Yıllar	Dönüşüm/Çevrim Sektörü	Enerji Sektörü	Ulaşım Sektörü	Sanayi Sektörü	Hizmet Sektörü	Konut	Diğer Sektörler	Genel Toplam
2010	19.079,67	-	-	11.971,55	-	6.359,89	-	37.411,11
2011	21.142,32	1.326,96	22,30	10.333,12	2.479,05	8.841,72	9,16	44.154,63
2012	21.635,71	1.383,25	33,40	10.032,20	2.722,58	9.210,94	238,56	45.256,64
2013	21.053,00	591,00	88	11.528,00	3.035,00	9.540,00	77	45.912,00
2014	23.441,97	367,41	86,56	12.375,53	3.018,49	9.304,42	122,8	48.717,18
2015	19.010,67	302,34	423,11	13.965,52	3.160,64	11.000,36	136,62	47.999,26
2016	16.736,28	1.756,54	456,05	12.600,34	3.123,33	11.701,25	106,99	46.480,78
2017	20.536,52	2.056,51	529,42	13.372,13	3.725,76	13.514,94	121,86	53.857,14
2018	18.191,64	1.735,04	430,5	11.993,23	3.995,64	12.625,17	232,93	49.204,14
2019	11.258,00	1.986,82	411,06	12.424,04	4.606,06	14.396,42	203,1	45.285,50
2020	13.645,29	1.641,41	257,89	12.697,67	4.288,43	15.613,23	117,43	48.261,35
2021	20.833,86	1.810,58	313,43	15.289,31	4.773,37	16.678,87	154,76	59.854,17
2022	14.508,40	1.324,21	312,89	13.383,45	5.869,49	18.007,26	115,36	53.521,06

Kaynak: EPDK, 2022.

Tablo 4'teki doğal gaz tüketiminin sektörel dağılımı incelendiğinde özellikle hanelerde doğal gaz tüketiminin sürekli artan seyri dikkat çekmektedir. Bu durumun oluşmasında sıcaklık değerleri gibi etmenler sabit kabul edilirse en önemli etki; doğal gaz alt yapısının gelişmesi ve doğal gaz ağının 81 ile ulaştırılması olarak kabul edilebilir. Bununla ilgili olarak sanayi sektöründe kullanılan doğal gaz konutlarda kullanılan gazdan neredeyse 2 katı düzeyinden bulunduğu ancak seneler ilerledikçe konutlardaki kullanılan gazın sanayi sektöründeki kullanılan doğal gaz miktarından daha fazla gerçekleşmesi de örnek gösterilebilir. Ticarethane ve resmi dairelerin içinde bulunduğu hizmet sektörünün de sürekli artan bir seyir izlemesi diğer bir örnek olarak verilebilir. Bunun dışında doğal gaz kullanılan önemli bir diğer sektörün dönüşüm/çevrim sektörü yani elektrik elde edilmek amacıyla çevrim santrallerinde dönüştürülen doğal gazı ifade eden sektör olduğu görülmektedir. Enerji sektörü içerisinde ise daha çok petrol rafinerilerinde kullanılan doğal gaz en az ulaşım sektöründe tercih edilmektedir.

Tablo 5. Son 10 Yıllık Periyotta Sektörel Doğal Gaz Tüketimi Alt Kırılımları

Sektör	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1. Dönüşüm/Çevrim Sektörü	21.635,71	21.053,00	23.441,97	19.010,67	16.736,28	20.536,52	18.191,64	11.258,00	13.645,29	20.833,86	14.508,40
1.1. Elektrik Santralleri	13.229,60	13.585,00	13.889,77	11.414,66	12.509,80	19.367,08	15.644,87	9.285,42	11.881,63	18.145,61	12.337,92
1.2. Otoprodüktör Elektrik Santralleri	7.949	4295	6629,27	6867,08	3490,31	351,13	1020,08	586,89	469,53	692,58	512,99
1.3. Isı ve Elektrik (CHP) Santralleri	157	146	133,14	19,23	33,21	72,67	46,13	72,88	61,74	89,4	114,61
1.4. Otoprodüktör Isı ve Elektrik Santralleri	42,00	7,00	128,88	64,89	482,05	738,46	1.475,96	1.299,19	1.224,97	1.899,65	1.536,16
1.5. Isı Santralleri	0	0	-	-	25,62	0	0	0	0	0	0
1.6. Otoprodüktör Isı Santralleri	255	2991	2660,91	644,79	195,22	7,09	2,3	0	7,43	0	0,59
1.7. Diğer Çevrim Sektörü Tüketicileri	8,00	28,00	-	0,02	0,07	0,10	2,30	13,61	0,00	6,62	6,12
2. Enerji Sektörü	1.383,25	591,00	367,41	302,34	1.756,54	2.056,51	1.735,04	1.986,82	1.641,41	1.810,58	1.324,21
2.1. Petrol Rafinerileri	1.262,36	0,00	0,03	123,83	1.665,72	1.898,38	1.592,46	1.831,35	1.527,72	1.611,17	1.156,32
2.2. Yüksek Fırınlr	0	0	-	0,07	0,03	0,03	0,01	0,15	0,31	0,58	0,34
2.3. Elektrik, CHP ve Isı Santrallerinde yakıt olarak tüketilen	119	352	242,77	5,29	5,28	5,23	0,59	1,04	23,34	104,41	17
2.4. Diğer Enerji Sektörü Tüketicileri	113	239	124,61	173,14	85,52	152,87	141,98	154,28	90,04	94,42	150,54
3. Ulaşım Sektörü	334	88	86,56	423,11	456,05	529,42	430,5	411,06	257,89	313,43	312,89
3.1. Araç yakıtı	293	86	82,55	85,9	82,37	83,62	92,32	97,1	80,64	80,44	85,87
3.2. Boru hattı taşımacılığı	39	0	0,22	336,88	372,59	444,47	337,97	313,35	176,87	232,94	226,95
3.3. Diğer Ulaşım Sektörü Tüketicileri	1,7	2	3,79	0,33	1,09	1,32	0,21	0,61	0,38	0,05	0,07
4. Sanayi Sektörü	10.032,20	11.528,00	12.375,53	13.965,53	12.600,34	13.372,13	11.993,23	12.424,04	12.697,67	15.289,31	13.383,45
4.1. Ağaç ürünleri işleme	121	166	177	203,46	200,02	195,66	76,87	41,15	39,46	74,13	47,22
4.2. Alkol ve alkol ürünleri	305	1773	24,56	21,36	19,92	19,87	1085,83	2114,96	19,26	19,45	19,71
4.3. Ametal mineraller (cam, seramik, çimento, vs.)	1.162,83	142,00	1.758,67	1.542,02	1.718,02	1.775,34	155,18	155,96	1.638,35	1.956,28	1.404,08
4.4. Demir - Çelik	1.009,24	48,00	1.355,35	1.388,36	1.287,19	1.521,70	70,41	50,71	1.257,65	1.485,68	1.330,40
4.5. Demir dışı metal üretimi ve işleme (krom, bakır, vs.)	559	613	486,76	535,48	586	446,95	693,18	730,46	344,86	414,38	382,78

Sektör	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
4.6. Gıda ve içecekler	731	15	815,36	938,7	1088,14	1163,48	31,7	24,68	954,82	988,87	864,7
4.7. Gübre	794	146	634,5	879,46	588,5	493,28	102,72	132,09	637,32	1.021,07	685,18
4.8. İnşaat (inşaat ürünleri, yol yapım, vs.)	337	2907	319,52	360,01	550,57	610,86	3589,26	3589,24	392,37	393,88	334,33
4.9. Kağıt, selüloz ve baskı	136	539	229,65	222,26	275,26	246,47	868,78	674,63	300,42	279,02	175,27
4.10. Kimya (petrokimya dahil)	858,00	26,00	1.701,40	2.563,12	961,45	1.035,49	20,57	19,86	1.599,95	1.962,10	1.900,94
4.11. Madencilik ve taş ocakçılığı	113	1312	131,29	130,39	109,96	144,05	1354,69	1328,99	171,85	199,18	159,94
4.12. Makine sanayi	40	1383	53,97	68,78	63,38	72,93	1239,03	1198,18	54,43	64,2	85,13
4.13. Tekstil, deri ve giyim sanayi	622	374	725,75	856,51	788,66	799,74	259,65	324,96	724,69	926,23	847,29
4.14. Tütün ve tütün ürünleri	18	763	15,58	21,75	17,94	10,36	910,83	858,79	17,58	9,24	16,86
4.15. Ulaşım araçları sanayi (otomotiv, uçak sanayi, vs.)	116	672	141,72	150,59	165,39	156,13	840,69	578,22	151,07	171,47	145,04
4.16. OSB'ler	2.856,68	414,00	3.267,74	3.143,76	3.256,98	3.788,85	479,30	349,37	3.665,00	4.434,28	4.153,64
4.17. Diğer Sanayi SektörüTüketicileri	280	235	536,71	939,53	922,96	890,99	214,52	251,8	728,59	889,87	830,94
5. Hizmet Sektörü	2.722,58	3.035,00	3.018,49	3.160,64	3.123,33	3.725,76	3.995,64	4.606,06	4.288,43	4.773,37	5.869,49
5.1. Ticarethane	1.357,10	1.708,00	1.764,15	1.492,89	1.360,48	1.694,60	2.157,15	2.416,85	2.164,84	2.453,38	2.987,38
5.2. Resmi daire	1.085,02	989,00	1.071,99	1.396,34	1.474,08	1.692,56	1.512,98	1.843,10	1.853,93	1.996,81	2.353,48
5.3. Diğer Hizmet Sektörü Tüketicileri	280,00	338,00	182,36	271,41	288,76	338,6	325,51	346,11	269,66	323,19	528,63
6.1. Konut	8.847,50	9.617,00	9.304,42	11.000,36	11.804,14	13.632,78	12.855,13	14.596,14	15.613,23	16.678,87	18.007,26
6.2. Tarım/Ormancılık	104,00	23,00	22,80	20,74	17,87	20,39	18,54	22,88	23,34	22,88	19,04
6.3. Hayvancılık (balıkçılık, kümes ve ahır hayvancılığı, vs.)	57	37	37,68	59,67	50,2	58,62	41,62	42,69	44	45,66	49,08
6.4. Belirtilmemiş Diğer Sektör Tüketicileri	238	17	61,19	52,82	34,81	38,83	169,8	134,16	46,64	82,87	44,21
7.1. Kayıplar		6	1,13	3,39	4,1	4,02	2,97	3,38	3,44	3,34	3,03
Genel Toplam	45.241,76	45.918,00	48.717,18	47.999,28	46.480,78	53.857,14	49.204,14	45.285,50	48.261,35	59.854,17	53.521,06

Kaynak: EPDK, 2012-2022.

Tablo 5’te sektörel tüketimin daha iyi anlaşılabilmesi adına son 10 yıldaki doğal gaz tüketiminin sektörlere göre alt kırılımları gösterilmektedir. Buna göre genel toplamda 2022 yılında azalan doğal gaz tüketimine rağmen hanelerde ve hizmet sektöründe artan doğal gaz tüketimi dikkat çekmektedir. Özellikle dönüşüm/çevrim sektöründe azalış yönündeki ciddi ivme ile diğer sektörlerde azalan doğal gaz tüketimi genel toplamı da aşağı yönlü etkilemiştir. Bunlarla birlikte sanayi sektöründeki 2021 yılında en yüksek düzeye çıkan doğal gaz tüketiminin 2022 yılında azalış göstermesi bir diğer dikkat çeken kalemlerden biri olmuştur.

3.5. Türkiye Doğal Gaz Üretimi

Türkiye’de doğal gaz üretimi çok düşük miktarlarda gerçekleşmektedir. Türkiye, veriler incelendiğinde doğal gaz alanında diğer fosil yakıtlara göre ciddi oranda dışa bağımlı bir ülke olarak görülmektedir.

Tablo 6. Türkiye Doğal Gaz Üretimi (Milyon m3)

Yıllar	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Miktar	537	479	381	366	354	428	474	442	394	380

Kaynak: EPDK, 2022.

Tablo 6’da son 10 yıldaki doğal gaz üretim miktarlarının seyri gösterilmektedir. Buna göre 2022 yılında 380 milyon m³ yapılmıştır. Türkiye’de son yıllarda üretim miktarı azalış gösteren doğal gaz, 2013 yılına göre dörtte bir oranında azalış göstermiştir. Bu rakam ülkemizde senelik gerçekleşen doğal gaz tüketim miktarının da ortalama 50 milyar m³ düşünüldüğünde yerli kaynakların iç talebi hiçbir şekilde karşılayamadığını ortaya koymaktadır.

3.6. Türkiye Doğal Gaz İthalat ve İhracatı

Türkiye, doğal gaz ihtiyacının %99’unu ithalat yoluyla karşılamaktadır. Çok düşük miktarlarda üretilen doğal gaz veya elde kalan stoklardan genelde Bulgaristan veya Yunanistan’a ihracat yapılmaktadır. Seneler itibariyle üretilen ve tüketilen doğal gaz miktarları göz önüne alındığında, doğal gaz piyasasında net ithalatçı olduğumuz ortaya çıkacaktır.

Tablo 7. Türkiye Doğal Gaz İthalatı (Milyon Sm³)

Yıllar	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Miktar	45.269	49.262	48.427	46.352	55.250	50.282	45.211	48.126	58.704	54.662

Kaynak: EPDK, 2022.

Tablo 7’de son 10 yıl itibariyle Türkiye’nin doğal gaz ithalatı miktarları görülmektedir. Buna göre Türkiye’nin doğal gaz tüketiminin arttığı yıllarda, doğal gaz ithalatı da artmış, azaldığı dönemlerde doğal gaz ithalatı azalmaktadır.

Tablo 8. Türkiye Doğal Gaz İhracatı (Milyon Sm³)

Yıllar	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Miktar	611	682	632,6	623,9	674,7	630,7	673,3	762,7	577,5	382,9	581,4

Kaynak: EPDK, 2022.

Tablo 8’de Türkiye doğal gaz ihracatı rakamları verilmektedir. Buna göre, ülkemizin senelik doğal gaz tüketimi ve doğal gaz ithalatı ortalama 50 milyar m³ düzeylerinde gerçekleşirken, senelik doğal gaz ihracatı 1 milyar m³’ün altında gerçekleşmektedir. Son 10 yıl içinde en yüksek doğal gaz ihracatı rakamı 2019 yılında 763 milyon m³ olarak gerçekleşmiştir.

Doğal gaz ithalatının büyük bir kısmı boru hatları aracılığı ile yapılırken bir kısım ithalat sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) olarak yapılmaktadır. LNG ithalatı son yıllarda yükselmekle birlikte, ithalat yapılan ülkelerin de çeşitliliğini sağlamaktadır.

Tablo 9. Türüne Göre Türkiye Doğal Gaz İthalatı (Milyon Sm³)

Doğal Gaz	Boru Hattı Gazı		LNG (Sıvılaştırılmış Gaz)		Toplam
Yıl	Miktar (Sm ³)	Pay (%)	Miktar (Sm ³)	Pay (%)	Miktar
2013	39.419,44	87,08	5.849,54	12,92	45.268,98
2014	41.981,41	85,22	7.280,87	14,78	49.262,28
2015	40.778,11	84,21	7.648,96	15,79	48.427,08
2016	38.724,48	83,54	7.627,68	16,46	46.352,17
2017	44.484,67	80,52	10.765,28	19,48	55.249,95
2018	39.032,13	77,63	11.249,92	22,37	50.282,05
2019	32.517,40	71,92	12.694,07	28,08	45.211,47
2020	33.047,16	68,67	15.078,35	31,33	48.125,51
2021	44.596,57	75,97	14.107,36	24,03	58.703,93
2022	39.490,98	72,25	15.170,69	27,75	54.661,67

Kaynak: EPDK, 2022.

Tablo 9'daki veriler incelendiğinde; seneler itibariyle LNG ithalatının payının arttığı görülmektedir. 2013 yılında yaklaşık %13 olan LNG ithalatı payı, 2022 yılına gelindiğinde yaklaşık %28'e ulaşmıştır. LNG ithalatının başlaması ile birlikte doğal gazın yalnızca boru hatları üzerinden taşınarak ticaretinin yapılmasına güçlü bir alternatif oluşmuştur. Türkiye, boru hatları olmayan ülkelerle de doğal gaz ticareti yapmaya başlamıştır.

Tablo 10. Ülkelere Göre Türkiye Doğal Gaz İthalat Miktarları (Milyon Sm³)

Ülkeler	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
ABD				243	768	444	1.219	2977	4740	5.642
Angola						97		95		96
Azerbaycan	4.245	6.074	6.169	6.480	6.544	7.527	9.585	11.548	8.820	8.705
Belçika			83	86						
Cezayir	3.917	4.179	3.916	4.284	4.617	4.521	5.678	5.573	5.987	5.261
Ekvator Gine'si					286	85	83	182		90
Endonezya										88
Fransa			91	90		176	95	131		195
Hollanda	50			85	86					
İngiltere					93					
İran	8.730	8.932	7.826	7.705	9.251	7.863	7.736	5.321	9.434	9.405
İspanya		254	85			93		83	106	
Kamerun								97		
Katar	310	1.005	1.707	919	1.562	2.981	2.459	3248	299	86
Mısır	347			99		202	468	92	1351	2.231
Nijerya	1.274	1.488	1.422	1.398	2.080	2.147	2.420	1.881	1.430	818
Norveç	87	271	180	90	854	88	88	86		
Rusya	26.212	26.975	26.783	24.540	28.690	23.642	15.196	16.178	26.343	21.575
Trinidad ve Tobago		85	166	332	419	416	185	634	195	364
Umman										107
Yemen	97									
Genel Toplam	45.269	49.262	48.427	46.352	55.250	50.282	45.211	48.126	58.704	54.662

Kaynak: EPDK & TPAO, 2022.

Tablo 10'daki veriler incelendiğinde; Türkiye daha önce doğal gaz ticareti yapmadığı ve herhangi bir boru hattı bağlantısı bulunmayan ABD ile LNG ticareti yapmaya başlamıştır. Buna göre; 2016'da yapılan 250 milyon m³ doğal gaz ithalatı, 2022 yılında

5,6 milyar m³ e kadar çıkmıştır. Son. 10 yıllık ithalat verilerine bakıldığında bütün yıllarda en yüksek doğal gaz ithalatı Rusya'dan yapılmıştır. Daha sonra İran, Azerbaycan ve Cezayir ithalat yapılan ilk 5 ülke içerisinde yer almıştır. Ancak 2022 yılına gelindiğinde ABD'den yapılan ihracat miktarı artarak en çok doğal gaz ithalatı yapılan ülkeler sıralamasına girmiştir. 2022 yılında en çok doğal gaz ithalatı yapılan ülkeler sırasıyla; Rusya, İran, Azerbaycan, ABD, Cezayir ve Mısır şeklinde gerçekleşmiştir.

3.7. Türkiye Doğal Gaz Genel Görünüm

Tablo 11'deki Türkiye doğal gaz piyasası genel olarak incelendiğinde; 2022 yılında doğal gaz üretimi 379 milyon m³, doğal gaz tüketimi 53 milyar m³, doğal gaz ihracatı 581 milyon m³, doğal gaz ithalatı 54 milyar m³, stoklarda bulunan doğal gaz rezervi ise 5,3 milyar m³ olarak gerçekleştiği görülmektedir.

Doğal gaz üretimi ve doğal gaz ithalatı toplamı, toplam doğal gaz arzını oluşturmaktadır ve 2022 yılında Türkiye'nin 55 milyar m³ doğal gaz arzı bulunmaktadır. Doğal gaz tüketimi (yurtiçi satışlar) ve doğal gaz ihracatı toplamı ise toplam doğal gaz talebini oluşturmaktadır ve 2022 yılında Türkiye doğal gaz talebi 54 milyar m³ olarak gerçekleşmiştir.

Planlanan tüketimin altında gerçekleşen tüketimlerde veya depolarda bir önceki yıldan kalan eldeki stok doğal gazın seneler içindeki seyri gösterilmiştir. Buna göre 2022 yılında dönem sonu stok 5,3 milyar m³ olarak görülmektedir. Gerçekleşen dönem sonu doğal gaz stokunun bir önceki yıla göre yaklaşık %200 oranında bir değişim söz konusudur. Bu durumun oluşmasında bir önceki yıla göre yaklaşık %11 oranında azalan doğal gaz tüketiminin etkili olduğu düşünülmektedir.

2022 yılında yapılan doğal gaz ihracatı bir önceki yıla göre %50 oranında artarak 581 milyon m³ olarak gerçekleşmiş, doğal gaz ithalatı ise yaklaşık %7 oranında azalış göstererek 54,6 milyar m³ olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 11. Türkiye Doğal Gaz Genel Görünüm (Milyon Sm³)

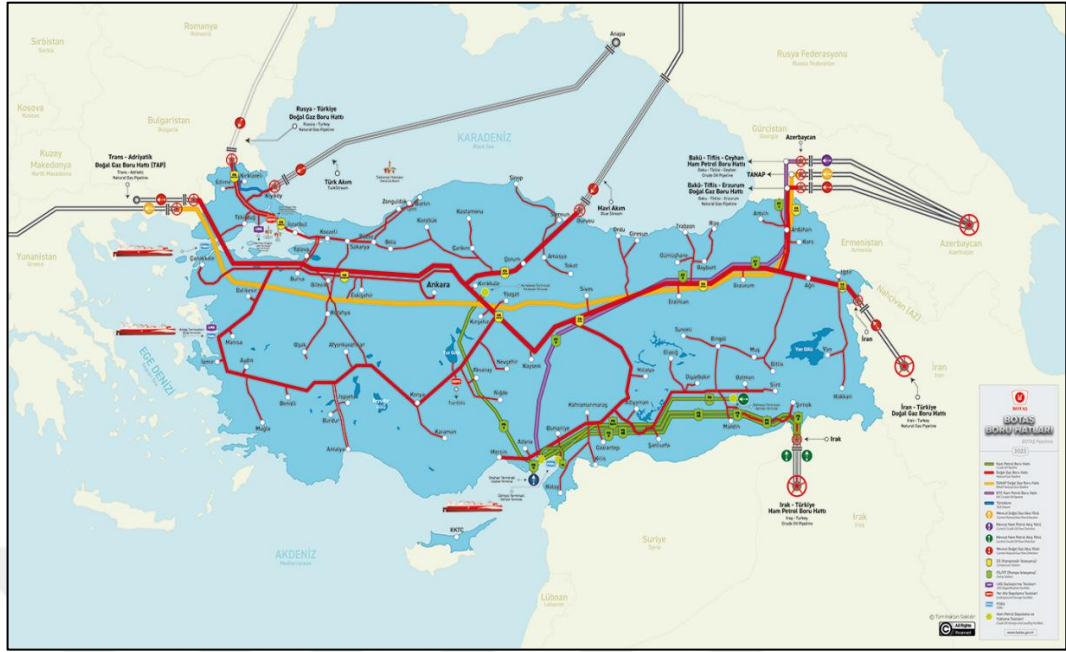
Yıllar	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Değişim (%)
İthalat	55.249,95	50.282,05	45.211,47	48.125,51	58.703,93	54.661,67	-6,89
Üretim	354,15	428,17	473,87	441,27	394,44	379,81	-3,71
İhracat	630,67	673,29	762,68	577,52	382,89	581,43	51,86
Tüketim (Yurtiçi Satışlar)	53.857,14	49.204,14	45.285,50	48.261,35	59.854,17	53.521,06	-10,58
Dönem Sonu Stok	2.948,37	3.167,23	3.095,44	2.852,00	1.914,17	5.334,46	178,68
Toplam Arz (Üretim + İthalat)	55.604,10	50.710,22	45.685,34	48.566,78	59.098,37	55.041,48	-6,86
Toplam Talep (Yurtiçi Satışlar + İhracat)	54.487,81	49.877,43	46.048,18	48.838,87	60.237,06	54.102,49	-10,10

Kaynak: EPDK, 2022.

3.8. Türkiye Doğal Gaz Alt Yapısı

Hazar ve Orta Doğu bölgelerindeki doğal gazın Türkiye üzerinden Avrupa'ya getirilmesini öngören “Doğu-Batı” doğal gaz boru hattı projesi “Güney Gaz Koridoru” (SGC) olarak adlandırılmaktadır. Azerbaycan'daki Şahdeniz bölgesinde bulunan gazın TANAP (Trans-Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı) ve Türkiye güzergâhından TAP (Trans-Adriyatik Boru Hattı) geçişiyle Avrupa'ya taşınması sağlanmaktadır. Diğer taraftan Türk Akım projesi Karadeniz üzerinden Rusya'dan Türkiye'ye uzanan yeni bir doğal gaz ihraç boru hattıdır. Projenin ilk hattı Türkiye'deki tüketicilere yöneliktir, ikinci hat ise güney ve güneydoğu Avrupa'ya doğal gaz ulaştıracaktır (Dinçer & Ezan, 2021). Mavi Akım, Rusya Federasyonu'ndan Karadeniz geçişli bir hat ile Türkiye'ye uzanan bir boru hattıdır. Mavi Akım Projesi, Türkiye'nin kuzeyinde Samsun'dan başlayarak Amasya, Çorum ve Kırıkkale güzergâhını izleyerek Ankara'ya ulaşmakta ve burada ana hat ile entegre olmaktadır (Erbaş Doğan, 2017).

Şekil 25. Doğal Gaz ve Petrol Boru Hatları Haritası



Kaynak: BOTAŞ, 2023.

Şekil 25'te BOTAŞ'ın petrol ve doğal gaz boru hatları haritasına göre, Türkiye; İran, Azerbaycan, Mavi Akım, Türk Akım ve TANAP boru hattı giriş noktalarıyla doğal gaz ithalatı yaptığı belirtilmektedir. Diğer taraftan LNG ve FSRU terminalleri ile İzmir, Dörtyol ve Marmara Ereğli'sinde BOTAŞ ve özel sektör doğal gaz alımı yapmaktadır. BOTAŞ tarafından işletilen toplamda 16000 kilometre uzunluğunda bir doğal gaz boru hattımız bulunmaktadır. Harita üzerinde ayrıca yer altında doğal gazın depolanmasını ve sisteme verilmesini sağlayan Tuz Gölü ve Silivri yer altı depolarımız belirtilmektedir. Boru hattında bulunan toplam dokuz adet kompresör istasyonu 81 ilimize doğal gazın iletimini sağlamaktadır (Dinçer & Ezan, 2021).

Ülkemizde 7 bölge 81 ilde faaliyet gösteren 72 doğal gaz dağıtım şirketi bulunmaktadır. Bazı dağıtım şirketleri birden fazla ilde faaliyet göstermektedir. Diğer bölümde 7 bölgedeki dağıtım şirketleri ve doğal gaz tüketimleri iller bazında incelenecektir (GAZBİR, 2022).

4. TÜRKİYE DOĞAL GAZ TÜKETİMİNİN BÖLGESEL BAZDA İNCELENMESİ

Türkiye, yüksek nüfus yoğunluğuna, artan enerji talebine ve dışa bağımlı enerji yapısına sahip bir ülkedir. Üretim potansiyeli mevcuttur ancak cari açık verme eğilimindedir ve iktisadi büyümesi kısmen cari açığa bağlıdır. Bu nedenlerle, Türkiye, enerji kaynakları tüketim tercihini dönemlere bağlı olarak değiştirebilmektedir. Bu durumun oluşmasında üretim, enflasyon, büyüme, nüfus, gelir düzeyi, hava sıcaklığı gibi faktörler bunda etkili olabilmektedir. Son yıllarda Türkiye'de, iller bazında doğal gaz tüketiminin incelendiği bu bölümde, öncelikle illerin mevcut durumunu gösteren verilere odaklanılarak genel bir değerlendirme yapılmıştır. İkinci olarak, bölgeler arasında doğal gaz tüketiminin sektörel dağılımı ele alınarak 2020 ve 2021 yılları arasındaki tüketim eğilimleri incelenmiştir. Son olarak, 2020 ve 2021 yıllarında illerdeki doğal gaz tüketimi, iktisadi büyüme ve nüfus artış hızındaki değişimler göz önüne alınarak analiz edilmiştir. Bu bağlamda, doğal gaz tüketimi, il bazında artış hızını; iktisadi büyüme il bazında gayri safi yurtiçi hasılanın değişim oranını; nüfus artış hızı ise il bazında nüfusun artış hızını yansıtmaktadır.

4.1. Akdeniz Bölgesi

Akdeniz Bölgesi içerisinde faaliyet gösteren 4 farklı doğal gaz dağıtım şirketi bulunmaktadır. 2022 yılsonu itibari ile abone sayısı ve serbest tüketici sayısı toplamı 1.153.087'dir. Bölgede tüketilen doğal gaz tüketim miktarı toplamı 4,5 milyar m³'tür. Bölgedeki toplam nüfus ise 11.147.604 olarak belirlenmiştir.

Bölgede yer alan Antalya ilinde Enerya; Burdur ve Isparta illerinde Toros Gaz; Adana, Hatay, Mersin ve Osmaniye illerinde Aksa; Kahramanmaraş'ta ise Armadaş şirketleri faaliyet göstermektedir. Akdeniz Bölgesi'nde toplam 8 il yer almaktadır. Bu illerden Antalya, Kahramanmaraş, Adana, Hatay ve Mersin büyükşehir; Burdur, Isparta ve Osmaniye ise il statüsündedir (6360 Sayılı Kanun, 2012).

Tablo 12. Akdeniz Bölgesi Doğal Gaz Göstergeleri (2022)

İller	Dağıtım Şirketi	Tüketici Sayısı	Nüfus	Tüketim (Milyon Sm ³)
Antalya	ENERYA	154.114	2.619.832	883,17
Burdur	TOROSGAZ	59.017	273.716	92,29
Isparta	TOROSGAZ	103.584	445.678	169,11
Adana	AKSA	198.720	2.263.373	554,94
Hatay	AKSA	147.684	1.670.712	1.103,01
Mersin	AKSA	151.651	1.891.145	849,55
Osmaniye	AKSA	55.958	553.012	257,85
Kahramanmaraş	ARMADAŞ	214.856	1.171.298	532,57

Kaynak: EPDK & GAZBİR & TÜİK

Tablo 12'deki Akdeniz Bölgesi doğal gaz verileri incelendiğinde; en yüksek doğal gaz tüketiminin Hatay ilinde en düşük doğal gaz tüketiminin ise Burdur ilinde olduğu görülmektedir. Hatay ilinde doğal gaz tüketici sayısının Kahramanmaraş ilinden daha az olması ve aynı zamanda iklim şartlarının Hatay ili lehine seyretmesine rağmen Hatay'da doğal gaz tüketiminin Kahramanmaraş'ın tüketiminden 2 kat fazla olması dikkat çekmektedir. Hatay ilindeki doğal gaz tüketiminin yüksek olmasının nedeni, il sınırları içinde bulunan İskenderun ilçesindeki yoğun sanayi faaliyetleri ve ülkemizin önde gelen ticaret limanlarından birinin varlığı olabilir. Bu durum, İskenderun'daki endüstriyel kullanımın, Hatay genelindeki doğal gaz tüketimini artırdığını düşündürmektedir. Ayrıca, nüfus ve doğal gaz tüketici sayısı açısından Burdur'dan daha düşük seviyede olan Osmaniye ilinde de doğal gaz tüketiminin görece yüksek seyretmesi, bu bölgede endüstriyel doğal gaz kullanımının önemi açısından fikir vermektedir.

Tablo 12'deki veriler doğrultusunda Akdeniz Bölgesi'nde yaşayanların yaklaşık %10'unun doğal gaz abonesi olduğu görülmektedir. Bölgede yaşayan nüfusun ortalama olarak 4 kişilik bir aile olarak kabul edilmesi durumunda, yaklaşık 1/3 doğal gaz kullanım oranına ulaşılmaktadır. Bu bilgiye dayanarak, Akdeniz Bölgesi'nde doğal gaz kullanım oranının yaklaşık %30 olduğu tahmin edilebilir. Bunlarla birlikte en yüksek doğal gaz tüketiminin Hatay'dan sonra sırasıyla Antalya, Mersin ve Adana illerinde olduğu görülmektedir. Bu illerimizde iklim şartlarının Kahramanmaraş'a göre daha ılıman seyretmesine rağmen, doğal gaz tüketiminin daha yüksek olması, doğal gazın turizm ve sanayi sektöründe de önemli bir rol oynadığını göstermektedir.

Tablo 13. Akdeniz Bölgesi Sektörel Doğal Gaz Tüketimi (Milyon Sm³)

İller	2020				2021			
	Dönüşüm	Sanayi	Hizmet	Konut	Dönüşüm	Sanayi	Hizmet	Konut
Antalya	566,2	36,6	95,1	63,02	924,60	47,50	139,20	69,70
Burdur	2,90	23,10	12,10	43,60	3,60	27,40	11,60	44,80
Isparta		21,50	32,10	92,80		27,10	31,70	92,40
Adana	73,70	331,70	27,20	107,80	74,80	347,10	45,50	125,70
Hatay	726,00	359,40	11,50	79,50	822,60	420,80	11,70	90,90
Mersin	37,30	581,50	17,50	75,90	50,80	725,50	18,10	78,10
Osmaniye		201,90	5,30	29,20		207,80	5,30	32,80
Kahramanmaraş	84,90	86,30	32,50	156,70	123,5	216,30	34,90	174,90
Toplam	1.491	1.642	233,3	648,5	1.999,9	2.019,5	298	709,3

Kaynak: EPDK

Tablo 13'te Akdeniz Bölgesi doğal gaz tüketiminin sektörel ayrıştırıldığı tabloda 2020 ve 2021 yıllarındaki tüketim seyri görülmektedir. Buna göre Akdeniz Bölgesi'nde toplam tüketim içinde en yüksek payın sanayi sektöründe daha sonra elektrik dönüşüm/çevrim santralleri, ardından konutlarda ve son olarak hizmet sektörü alanında gerçekleştiği görülmektedir. 2021 yılında bir önceki yıla göre bütün sektörlerde tüketim artmıştır.

En az sanayi tüketiminin Isparta ve Burdur illerinde en yüksek sanayi tüketiminin Mersin, Hatay ve Adana'da gerçekleştiğine bakılırsa bu illerin diğer illere göre daha çok geliştiği iktisadi faaliyetlerin daha yüksek olduğu düşünülebilir. Elektriğe dönüştürülen doğal gaz ise en yüksek Antalya ve Hatay'da gerçekleşmiştir. Bu durumun oluşmasında Hatay'a bağlı İskenderun Limanı ve sanayi bölgesi ile Antalya'da turizm sektöründeki hareketliliğin hızlanması ile elektriğe dönüştürülen doğal gazın daha yüksek düzeyde kullanılmasına neden olduğu düşünülmektedir. Bunların dışında enerji sektörü ve ulaşım sektöründe kullanılan doğal gaz birkaç il haricinde cüzi miktarda gerçekleştiği için sanayi sektörü altında değerlendirilmiştir. Buna göre Kahramanmaraş'ta 2021 yılında ulaşım sektöründe gerçekleşen 100 milyon m³ sanayi sektörü altında ele alınmıştır.

Tablo 14. Akdeniz Bölgesi’nde Doğal Gaz Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Nüfus

	2020			2021		
İller	Doğal Gaz Tüketimi (%)	İktisadi Büyüme (%)	Nüfus Artışı (%)	Doğal Gaz Tüketimi (%)	İktisadi Büyüme (%)	Nüfus Artışı (%)
Antalya	3,2	-24,1	1,4	54,5	26,5	2,8
Burdur	3,3	4,5	-1,4	6,4	6	2,5
Isparta	1,1	0,9	-1,5	3,3	4,8	1,2
Adana	24,7	6,4	1	5,5	10,5	0,2
Hatay	25,3	5,6	1,8	14,4	18,3	0,7
Mersin	-9,9	6,9	1,5	22,1	11,1	1,2
Osmaniye	9,2	7,2	1,8	3,9	13,3	0,8
Kahramanmaraş	11,1	2,4	1,2	43,6	5,6	0,3

Kaynak: EPDK & TÜİK

Tablo 14’teki doğal gaz tüketimi değişim oranı, illerin büyüme oranları ve nüfus artış hızları ile birlikte değerlendirildiğinde; Antalya’nın 2020 yılında küresel pandemi krizinden ciddi oranda etkilenecek negatif düzeyde % -24,1 büyüme oranı ile küçüldüğü görülmektedir. Bu küçülmenin doğal gaz kullanımının düşük düzeyde gerçekleşmesinde etkili olduğu düşünülmektedir. Antalya’da bir sonraki 2021 senesinde %26,5 oranında yüksek düzeyde gerçekleşen büyüme ile nüfus artış hızının yükselmesi ile birlikte doğal gaz tüketiminin de ciddi oranda arttığı gözlemlenmektedir. Benzer şekilde, Mersin, Osmaniye ve Maraş’ta artan büyüme oranlarıyla birlikte doğal gaz tüketimi de artmıştır. Adana’da ise büyüme oranının artmasına rağmen tüketimin düşmesi, nüfus artış hızının azalması veya hava sıcaklıklarının yüksek seyretmesi gibi faktörlere bağlanabilir.

4.2. Doğu Anadolu Bölgesi

Doğu Anadolu Bölgesi sınırları içerisinde 3’ü büyükşehir statüsünde olmak üzere 14 il yer almaktadır. Büyükşehir statüsünde olan iller Van, Malatya ve Erzurum’dur (6360 Sayılı Kanun, 2012). Bu bölgede faaliyet gösteren 11 farklı doğal gaz dağıtım şirketi bulunmaktadır. 2022 yılsonu itibari ile abone sayısı ve serbest tüketici sayısı toplamı 945.169’dur. Bölgede tüketilen doğal gaz tüketim miktarı toplamı yaklaşık 2 milyar m³’tür. Toplam nüfus ise 5.998.778’dir.

Doğu Anadolu Bölgesi'nde yaşayan yaklaşık 6 milyon nüfusun ortalama 4 kişilik bir hanede yaşadığı varsayılırsa, yaklaşık 1 milyon doğal gaz aboneliği sayısı, bölgede doğal gaz aboneliğinin oldukça yaygın olduğunu göstermektedir. Ağrı, Elâzığ, Malatya ve Van illerinde AKSA; Ardahan ve Kars illerinde KARGAZ (Kars-Ardahan Doğal Gaz); Bitlis, Bingöl ve Muş illerinde Doğuş Gaz; Hakkâri ve Tunceli illerinde Akmercan; Erzurum'da Palen Enerji; Erzincan'da Enerya; Iğdır'da Serhat Gaz şirketleri faaliyet göstermektedir.

Tablo 15. Doğu Anadolu Bölgesi Doğal Gaz Göstergeleri (2022)

İller	Dağıtım Şirketi	Tüketici Sayısı	Nüfus	Tüketim (Milyon Sm ³)
Ağrı	AKSA	34.593	510.626	67,69
Ardahan	KARGAZ	10.619	92.481	25,50
Bitlis	DOĞUGAZ	41.141	353.988	178,35
Bingöl	DOĞUGAZ	51.257	282.556	176,60
Elazığ	AKSA	161.451	591.497	228,40
Erzincan	ENERYA	61.598	239.223	88,80
Erzurum	PALEN ENERJİ	150.999	749.754	341,26
Hakkâri	AKMERCAN	9.170	275.333	16,77
Iğdır	SERHATGAZ	23.801	203.594	34,09
Kars	KARGAZ	36.965	274.829	73,72
Malatya	AKSA	190.826	812.580	339,15
Muş	DOĞUGAZ	35.200	399.202	183,67
Tunceli	AKMERCAN	12.081	84.366	16,60
Van	AKSA	125.468	1.128.749	189,36

Kaynak: EPDK & GAZBİR & TÜİK

Tablo 15'teki verilerden yola çıkarak Doğu Anadolu Bölgesi'nde en yüksek nüfus Van ilinde, en düşük nüfus Tunceli ilinde ölçülmüştür. En yüksek doğal gaz tüketici sayısı Malatya ilinde, en düşük doğal gaz tüketici sayısı Hakkâri ilindedir. Doğal gaz tüketimi en yüksek olan il, 341 milyon m³ ile Erzurum ilidir. Onu sırasıyla Malatya, Elazığ ve Van illeri takip etmektedir. Bölgede nüfusu daha yüksek olmasına rağmen doğal gaz tüketici sayısının Malatya'da daha fazla olması, Malatya'nın diğer illere göre

daha fazla sanayi şehri ve gelişmişlik düzeyi daha yüksek bir şehir olma durumu açısından fikir vermektedir. En düşük doğal gaz tüketimi ise 16 milyon m³ ile Tunceli ilindedir. Ayrıca, Erzurum'un nüfusunun Malatya ve Van illerine göre daha az olmasına rağmen doğal gaz tüketiminin daha yüksek olması, Erzurum'un mevsim şartlarına göre daha soğuk bir dönem geçirmiş olma ihtimalini veya diğer illerden daha soğuk iklim şartlarına sahip bir şehir olma ihtimalini güçlendirmektedir. Bununla birlikte, Hakkâri ilinin nüfusunun Ardahan, Tunceli ve Kars gibi illerden daha fazla olmasına rağmen daha az doğal gaz abone-tüketici sayısına sahip olması, Hakkâri'de doğal gaz dağıtım yatırımlarının tam olarak tamamlanmadığına işaret etmektedir.

Tablo 16. Doğu Anadolu Bölgesi Sektörel Doğal Gaz Tüketimi (Milyon Sm³)

İller	2020				2021			
	Dönüşüm	Sanayi	Hizmet	Konut	Dönüşüm	Sanayi	Hizmet	Konut
Ağrı		11,6	11,7	18,8	0,9	11,1	15,5	24,6
Ardahan		1,4	8,1	9,5		1,1	10,5	11,4
Bitlis		2,7	8,7	26,8		3,2	11,1	32,7
Bingöl		2,1	8,3	30,3		8,1	12,9	37,1
Elazığ	5,7	19,3	43	120,5	6,8	23,4	42,1	133,7
Erzincan		5,9	17,8	46,3		5,8	20,2	51,2
Erzurum		38,3	77,1	139,1	3,70	70,10	51,50	147,30
Hakkâri		1,3	1,1	1,7		1,9	3,4	5,4
Iğdır		0,7	8,2	19,3		0,6	10,2	21,5
Kars		1,9	23,1	35,1		3,7	24,5	38,3
Malatya	2,2	67,4	40,5	171,7	2,4	89,6	42,3	189,5
Muş		6,4	9,6	30,5		17,8	23,1	33,8
Tunceli		0,5	2,3	5,9			3,4	8,1
Van	2,7	5,2	41,3	94,4	2,8	5,1	45,6	106,4
Toplam	10,6	164,7	300,8	749,9	16,6	241,5	316,3	841

Kaynak: EPDK

Tablo 16'da Doğu Anadolu Bölgesi doğal gaz tüketimi sektörel bazda genel olarak incelendiğinde en çok konutlarda doğal gaz tüketimi gerçekleştiği görülmektedir. Ardından kamu dairelerini de içinde barındıran hizmet sektörünün yer alması Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki iktisadi faaliyetler ve gelişmişlik düzeyi hakkında fikir

vermektedir. Bununla birlikte bölgede en yüksek sanayi kullanımı Malatya ve Erzurum illerinde gerçekleşmektedir.

Tablo 17. Doğu Anadolu Bölgesi'nde Doğal Gaz Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Nüfus

	2020			2021		
İller	Doğal Gaz Tüketimi (%)	İktisadi Büyüme (%)	Nüfus Artışı (%)	Doğal Gaz Tüketimi (%)	İktisadi Büyüme (%)	Nüfus Artışı (%)
Ağrı	44,2	9,8	-0,1	23,6	4,5	-2,5
Ardahan	0,6	12,2	-1,2	20,3	-5,4	-1,3
Bitlis	20,8	8,2	0,8	21,9	5,5	0,4
Bingöl	8	5,1	0,7	35,3	5,5	0,5
Elazığ	-1,8	11,8	-0,5	9,1	6,4	0,02
Erzincan	-4,6	9,2	-0,1	8,9	7,7	1,3
Erzurum	-2,8	4,5	-0,5	5,4	4,3	-0,2
Hakkâri	173,6	3,5	-0,2	165,1	2,2	-0,8
Iğdır	19,3	9	1	16,1	7	0,9
Kars	-3,1	10	-0,2	9,2	2,3	-1,4
Malatya	2,9	4,6	0,7	14,9	6,3	0,3
Muş	13,7	7,9	0,6	51,9	0,8	-1,5
Tunceli	177,5	7,3	-1,5	32,2	0,8	0,2
Van	6,6	4,8	1,1	11,1	4,3	-0,7

Kaynak: EPDK & TÜİK

Tablo 17'deki Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki doğal gaz tüketimi değişim oranı, illerin büyüme oranları ve nüfus artış hızları ile birlikte değerlendirildiğinde; azalış ve artış yönünde anlamlı bir ilişki görülmemektedir. Ancak Malatya ve Bingöl illerinde 2021 yılında bir önceki yıla göre büyüme hızı artarken doğal gaz tüketim miktarının da arttığı görülmektedir. Benzer şekilde Tunceli ilinde büyüme oranı ciddi oranda düşmüş, bununla birlikte doğal gaz tüketiminde de ciddi oranda bir azalış gözlenmektedir. Bölgede hemen hemen diğer bütün illerde büyüme oranı azalmasına rağmen doğal gaz tüketimi artmıştır. Nüfus tarafına baktığımızda oradaki değişim de çoğu yerde azalış olmasına rağmen tüketimin arttığı yönünde görülmektedir. Bu durumda mevsimsel koşullar ve hava sıcaklıklarının etkili olduğu düşünülmektedir.

4.3. Ege Bölgesi

Ege Bölgesi'nde 8 ilimiz yer almaktadır. Ege Bölgesi'nde yer alan 8 ilin 5 tanesi Büyükşehir statüsündedir. Ege Bölgesi'ndeki büyükşehirler; Aydın, Denizli, İzmir, Manisa ve Muğla illeridir (6360 Sayılı Kanun, 2012). Ege Bölgesi'nde faaliyet gösteren doğal gaz dağıtım şirketleri ise; Afyon ve Manisa illerinde Aksa; Aydın ve Denizli illerinde Enerya; İzmir'de İzmir Gaz; Kütahya'da Çini Gaz; Muğla'da Akmercan ve Uşak ilinde Udaş doğal gaz dağıtım şirketleri faaliyet göstermektedir.

Ege Bölgesi'nde 2022 yılsonu itibariyle abone sayısı ve serbest tüketici sayısı toplamı 1.912.577'dir. Bölgede tüketilen doğal gaz tüketim miktarı toplamı 7,4 milyar m³'tür. Bölgedeki toplam nüfus ise 10.886.803'tür.

Tablo 18. Ege Bölgesi Doğal Gaz Göstergeleri (2022)

İller	Dağıtım Şirketi	Tüketici Sayısı	Nüfus	Tüketim (Milyon Sm ³)
Afyon	AKSA	118.611	747.555	212,15
Aydın	ENERYA	132.281	1.148.241	233,41
Denizli	ENERYA	262.702	1.056.332	999,65
İzmir	İZMİRGAZ	901.314	4.462.056	4.423,54
Kütahya	ÇİNİGAZ	148.688	580.701	561,05
Manisa	AKSA	212.645	1.468.279	599,52
Muğla	AKMERCAN	40.944	1.048.185	124,62
Uşak	UDAŞ	95.392	375.454	248,49

Kaynak: EPDK & GAZBİR & TÜİK

Tablo 18'deki verilerden yola çıkarak Ege Bölgesi'nde en yüksek nüfusun yaklaşık 4,5 milyon olarak İzmir ilinde yaşadığı görülmektedir. En düşük nüfus ise Uşak ilinde bulunmaktadır. Ege Bölgesi'nde en yüksek doğal gaz tüketici sayısı 901.314 ile İzmir ile İzmir ilinde olduğu görülmektedir. İzmir'i, 262.702 tüketici sayısı ile Denizli takip etmektedir. Bölgede doğal gaz tüketici sayısında Denizli ilinin 2. sırada bulunması, Denizli'deki sanayileşmeyi, fabrikaları ve Denizli Serbest Bölgesi'nin varlığını akla getirmektedir. Ege Bölgesi'nde en düşük doğal gaz tüketici sayısı Muğla'da görülmektedir. Bu durum, Muğla'da doğal gaz dağıtım şirketinin yatırımlarını tamamlamadığını düşündürülebilir. Ayrıca, Ege Bölgesi'nde en yüksek doğal gaz

tüketimi yaklaşık 4,5 milyar m³ ile İzmir ilinde gerçekleşmiştir. İzmir’de gerçekleşen yüksek düzeydeki doğal gaz tüketiminde yüksek nüfusun yanı sıra İzmir’in Türkiye’nin 3. büyükşehri olması, ülkemizin önemli sanayi ve ticaret şehirlerinden biri olması önemli rol oynamaktadır. Çünkü görece daha ılıman bir iklim ve deniz etkisinin İzmir’in genelinde etkili olduğu düşünüldüğünde, yüksek doğal gaz tüketimi İzmir’in gelişmişlik düzeyi hakkında önemli ipuçları sunabilmektedir. Ege Bölgesi’nde en düşük doğal gaz tüketiminin Muğla gibi bir diğer büyükşehirde gerçekleştiği düşünüldüğünde, Muğla’da doğal gaz altyapı yatırımlarının tam olarak tamamlanmadığı ve şehrin daha çok bir turizm merkezi olduğu, mevsimsel ve iklimsel etkilerin daha ılıman olduğu şeklinde yorumlanabilmektedir.

Tablo 19. Ege Bölgesi Sektörel Doğal Gaz Tüketimi (Milyon Sm³)

İller	2020				2021			
	Dönüşüm	Sanayi	Hizmet	Konut	Dönüşüm	Sanayi	Hizmet	Konut
Afyon	1,20	59,20	19,60	87,50	1,7	75,2	22,6	95,7
Aydın	10,50	76,90	8,80	63,10	24,2	95,7	10,8	70,3
Denizli	842,50	165,20	40,20	205,50	896,8	183,1	47,9	214,8
İzmir	887,40	2.350,90	74,10	588,20	2.048,5	2.505,2	99,5	659,5
Kütahya	24,50	287,50	25,20	118,10	29,6	369,6	29,1	127,6
Manisa	227,80	228,10	26,70	135,60	242,4	268,6	29,7	160,8
Muğla		11,30	18,40	34,30	1,2	23,1	24,5	38,2
Uşak	21,40	121,90	12,60	70,30	24,3	145,3	13,1	75,7
Toplam	2.015,3	3.301	225,6	1.302,6	3.268,7	3.665,8	277,2	1.442,6

Kaynak: EPDK

Tablo 19’deki veriler altında Ege Bölgesi doğal gaz tüketiminin daha çok sanayi sektöründe gerçekleştiği daha sonra doğal gazın elektrik dönüşüm santrallerinde kullanıldığı görülmektedir. Hanelerde doğal gaz kullanımı sanayi ve elektriğe dönüştürülen doğal gazdan daha azdır. Bu durumun gerçekleşmesinde Ege bölgesinin özellikle denize kıyısı olan yerlerde daha ılıman bir iklimle karşılaşılması etkili olabilmektedir. Bunlarla birlikte İzmir’in bütün sektörlerde bölgedeki diğer illerden açık ara çok önde doğal gaz tüketimi gerçekleştirdiği ardından sırasıyla Denizli ve Manisa illerinin geldiği görülmektedir. İzmir’de 2020 yılında enerji sektöründe gerçekleşen 413,8 milyon m³ ve 2021 yılında gerçekleşen 413,5 milyon m³ tüketim sanayi sektörü altında ele alınmıştır.

Tablo 20. Ege Bölgesi’nde Doğal Gaz Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Nüfus

İller	2020			2021		
	Doğal Gaz Tüketimi (%)	İktisadi Büyüme (%)	Nüfus Artışı (%)	Doğal Gaz Tüketimi (%)	İktisadi Büyüme (%)	Nüfus Artışı (%)
Afyon	12,4	3,6	1	16,4	5,7	1
Aydın	8	-1,2	0,7	26	10,7	1,4
Denizli	33,7	2,7	0,4	7	11,2	1
İzmir	-9,8	2,2	0,6	36	14,1	0,7
Kütahya	5	0,8	-0,4	22	6,8	0,3
Manisa	14,1	5,5	0,7	12,8	7,6	0,4
Muğla	-9	-8	1,8	33,6	15,4	2
Uşak	3,3	3,9	-0,3	14,1	9,5	1

Kaynak: EPDK & TÜİK

Tablo 20’de Ege Bölgesi’nde doğal gaz tüketimi değişim oranları, büyüme oranları ve nüfus artış hızı birlikte karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Afyon, Aydın, İzmir, Kütahya, Muğla ve Uşak illerinde 2021 yılındaki büyüme oranları bir önceki yıla göre artış gösterirken doğal gaz tüketimleri de artış göstermiş; Denizli ve Manisa illerinde ise büyüme oranı artmasına rağmen doğal gaz tüketimi daha az artmıştır. Denizli ilinde nüfus da artmasına rağmen doğal gaz tüketiminin azalması hava sıcaklığının görece daha yüksek seyretmesi ihtimalini düşündürmekte dolayısıyla doğal gaz tüketimini etkileyen faktörlerden biri olan sıcaklık etkisini ortaya koymaktadır.

Manisa ilinde ise il bazında gerçekleşen büyüme oranının artmasına rağmen doğal gaz tüketimi daha az artmıştır. Bu bakımdan Manisa ilinde nüfus artış hızının bir önceki seneye göre azalması; doğal gaz tüketimindeki artışın bir önceki yıla göre azalış yönünde seyretmesinde etkili olabileceğini ortaya koymaktadır. Antalya gibi bir başka turizm bölgesi olan Muğla’nın pandemi yılı 2020’deki negatif büyümesi göze çarpmaktadır. Pandemiden çıkış 2021 yılında büyüme ve doğal gaz tüketiminin birlikte dikkate değer yükselişi birbirini itici güç olarak etkileyebileceğini göstermektedir.

4.4. Güney Doğu Anadolu Bölgesi

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 9 il bulunmaktadır ve bu illerden 4'ü büyükşehir konumundadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki büyükşehirler; Diyarbakır, Gaziantep, Mardin ve Şanlıurfa illeridir (6360 Sayılı Kanun, 2012).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Adıyaman, Mardin ve Şırnak illerinde Akmercan; Batman, Şanlıurfa ve Siirt illerinde Aksa; Gaziantep ve Kilis illerinde Gazdaş; Diyarbakır ilinde Diyarbakır Gaz dağıtım şirketi olarak yetkilidir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 2022 yılsonu itibariyle abone sayısı ve serbest tüketici sayısı toplamı 1.086.163'tür. Bölgede tüketilen doğal gaz tüketim miktarı toplamı 1,8 milyar m³'tür. Bölgede toplam nüfus 9.305.910'dur.

Tablo 21. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Doğal Gaz Göstergeleri (2022)

İller	Dağıtım Şirketi	Tüketici Sayısı	Nüfus	Tüketim (Milyon Sm ³)
Adıyaman	AKMERCAN	110.820	635.169	123,65
Batman	AKSA	76.154	634.491	126,17
Diyarbakır	DİYARBAKIR GAZ	232.972	1.804.880	314,63
Gaziantep	GAZDAŞ	374.108	2.154.051	770,86
Kilis	GAZDAŞ	25.286	147.919	32,57
Mardin	AKMERCAN	62.685	870.374	166,72
Şanlıurfa	AKSA	151.978	2.170.110	217
Siirt	AKSA	37.219	331.311	44,67
Şırnak	AKMERCAN	14.941	557.605	15,85

Kaynak: EPDK & GAZBİR & TÜİK

Tablo 21'deki verilere göre Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde en fazla nüfusa sahip il Şanlıurfa'dır. Gaziantep ve Diyarbakır ise sırasıyla ikinci ve üçüncü sıradadır. En az nüfusa sahip il ise Kilis'tir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde doğal gaz tüketici sayısı en fazla olan il Gaziantep iken, en az tüketici sayısına sahip il ise Şırnak'tır. Bu bölgede en yüksek doğal gaz tüketimi 770 milyon m³ ile Gaziantep'te kaydedilmiştir. En düşük doğal gaz tüketimi ise Şırnak ilinde gerçekleşmiştir. Gaziantep ve Şanlıurfa'nın nüfuslarının benzer olduğu düşünüldüğünde, bölgede en yüksek doğal gaz tüketiminin Gaziantep'te

gerçekleşmesi, şehrin bir sanayi merkezi olması ve gelişmişlik düzeyinin diğer illere kıyasla daha yüksek olabileceği fikrini akıllara getirmektedir. Öte yandan, Şanlıurfa'dan daha düşük nüfusa sahip olan Diyarbakır'da doğal gaz tüketiminin daha yüksek olması, Diyarbakır'daki sanayi kullanımının artmış olabileceği ya da mevsimsel olarak daha sert iklim koşullarının etkili olabileceği düşüncesini ortaya koymaktadır.

Tablo 22. Güneydoğu Anadolu Bölgesi Sektörel Doğal Gaz Tüketimi (Milyon Sm³)

İller	2020				2021			
	Dönüşüm	Sanayi	Hizmet	Konut	Dönüşüm	Sanayi	Hizmet	Konut
Adıyaman		5,70	15,90	75,80		7,70	13,90	77,50
Batman	0,10	45,10	13,90	47,40	0,20	41,70	15,50	55,40
Diyarbakır	12,50	13,10	42,30	166,10	6,20	24,30	59,70	207,80
Gaziantep	7,10	317,10	71,20	317,30	8,40	382,70	76,20	318,90
Kilis		2,90	5,10	16,20		3,70	5,20	16,60
Mardin	16,40	106,50	2,50	30,60	18,40	109,80	4,40	37,50
Şanlıurfa	57,00	14,10	22,60	95,40	40,40	19,60	21,50	107,10
Siirt		0,60	8,30	26,50		0,40	8,60	28,60
Şırnak		1,10	0,90	1,70		1,80	1,90	6,50
Toplam	93,1	506,2	182,7	777	73,6	591,7	206,9	855,9

Kaynak: EPDK

Tablo 22'deki verilere bakıldığında, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde 2021 yılında konut, sanayi ve hizmet sektörlerinde doğal gaz tüketimi artmış; elektrik dönüşümünde kullanılan doğal gaz azalmıştır. Hanelerde kullanılan doğal gaz diğer sektörlerin toplamı kadardır. Bölgede doğal gaz tüketiminde ilk sırada konutlar gelmektedir. Konutlarda ve sanayide en yüksek kullanım bölgenin en gelişmiş şehri Gaziantep'te gerçekleşmiştir. Sanayi sektörü doğal gaz tüketiminde Gaziantep'ten sonra en yüksek kullanımlar Mardin ve Batman illerinde bulunmaktadır. En düşük tüketimler ise Siirt, Şırnak, Kilis ve Adıyaman'da kaydedilmiştir. Batman'da 2020 yılında enerji sektöründe gerçekleşen 32 milyon m³ ve 2021 yılında gerçekleşen 24 milyon m³ tüketim sanayi sektörü altında ele alınmıştır.

Tablo 23. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Doğal Gaz Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Nüfus

	2020			2021		
İller	Doğal Gaz Tüketimi (%)	İktisadi Büyüme (%)	Nüfus Artışı (%)	Doğal Gaz Tüketimi (%)	İktisadi Büyüme (%)	Nüfus Artışı (%)
Adıyaman	-0,8	4,5	0,9	1,6	8,9	-0,05
Batman	5,8	1,2	1,9	5,9	8,4	1
Diyarbakır	6	1,3	1,5	20,1	5,6	0,4
Gaziantep	8	12,4	1,5	10,3	13,1	1,4
Kilis	8,2	6,6	0,2	4,8	11,6	2,1
Mardin	35,3	8,2	1,9	8,7	13,1	0,9
Şanlıurfa	-4,5	4,7	2	-0,3	8,3	1,3
Siirt	-6	1,7	0,2	6,5	4,9	0,3
Şırnak	65,8	8,4	1,5	175,2	11,6	1,6

Kaynak: EPDK & TÜİK

Tablo 23'teki verilere göre; Diyarbakır'da 2021 yılında büyüme oranı 2020 yılına göre ciddi bir ivme yakalayarak yükselmiş, nüfusun artış hızının düşmesine rağmen doğal gaz tüketiminin arttığı görülmektedir. Benzer şekilde Adıyaman, Şanlıurfa, Gaziantep, Siirt ve Şırnak illerinde de büyüme oranlarının arttığı ve doğal gaz tüketiminin arttığı gözlenmektedir. Ancak Kilis ve Mardin'de büyüme oranının yükselmesine rağmen doğal gaz tüketimi azalmıştır. Bununla birlikte Kilis'te nüfus artış hızı yükselmiş, Mardin'de azalmıştır. Bu durumdan Mardin ili özelinde 2021 yılında hava sıcaklıklarının daha yüksek seyretmiş olabileceği ihtimaline ulaşılabilmektedir.

4.5. İç Anadolu Bölgesi

İç Anadolu Bölgesi'nde 13 il yer alır. Bu illerden 4'ü, Ankara, Eskişehir, Kayseri ve Konya, Büyükşehir statüsündedir (6360 Sayılı Kanun, 2012). Bölgenin en kalabalık ve gelişmiş ili başkent Ankara'dır. Ankara'yı Konya, Kayseri ve Eskişehir takip etmektedir.

Doğal gaz dağıtım şirketleri açısından bakıldığında ise bazı illerde birden fazla dağıtım şirketi yetkilendirilmiştir. Ankara, Eskişehir ve Kırşehir illerinde birden fazla doğal gaz dağıtım şirketi faaliyet göstermektedir. Ankara'nın Polatlı ilçesinde Polgaz; Kızılcahamam ilçesinde Kızılcahamam Gaz; Ankara merkez ve diğer ilçelerde ise Başkent Gaz faaliyet göstermektedir. Eskişehir İnönü ilçesi ile Tepebaşı ilçesinin

Çukurhisar mahallesinde Aksa doğal gaz dağıtım şirketi; Eskişehir merkez ve diğer ilçelerde ise Esgaz doğal gaz dağıtım şirketi faaliyet göstermektedir. Kırşehir ilinde ise Çiçekdağı ilçesinde Sürmeli Gaz, merkez ve diğer ilçelerde Kırgaz doğal gaz dağıtım şirketi faaliyet göstermektedir. Diğer yandan Aksaray, Konya, Karaman, Nevşehir ve Niğde’de Enerya; Kayseri’de Kayseri Gaz; Çankırı’da Kargaz; Kırıkkale’de Kırgaz; Sivas’ta Aksa; Yozgat’ta Sürmeli Gaz hizmet vermektedir. İç Anadolu Bölgesi’nde 2022 yılsonu itibariyle abone ve serbest tüketici sayısı toplamı 4.108.975’tir. Tüketilen doğal gaz tüketim miktarı toplamı 10,5 milyar m³ olarak kaydedilmiştir. Bölgedeki toplam nüfus ise 13.566.792 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 24. İç Anadolu Bölgesi Doğal Gaz Göstergeleri (2022)

İller	Dağıtım Şirketi	Tüketici Sayısı	Nüfus	Tüketim (Milyon Sm ³)
Aksaray	ENERYA	95.954	433.055	168,8
Ankara	BAŞKENTGAZ POLGAZ KIZILCAHAMAMGAZ	1.996.020	5.782.285	4.588,73
Çankırı	KARGAZ	48.169	195.766	118,46
Eskişehir	ESGAZ AKSA	359.491	906.617	1.117,00
Karaman	ENERYA	67.503	260.838	129
Kayseri	KAYSERİGAZ	433.121	1.441.523	775,36
Kırıkkale	KIRGAZ	87.789	277.046	1.744,68
Kırşehir	KIRGAZ SÜRMELİ	73.573	244.519	111,48
Konya	ENERYA	559.204	2.296.347	1.094,44
Nevşehir	ENERYA	71.417	310.011	103,19
Niğde	ENERYA	72.815	365.419	123,19
Sivas	AKSA	155.417	634.924	310,4
Yozgat	SÜRMELİ	88.502	418.442	152,00

Kaynak: EPDK & GAZBİR & TÜİK

Tablo 24'teki verilere göre; İç Anadolu Bölgesi'nde en kalabalık nüfusa sahip il Ankara, en az nüfusa sahip il ise Çankırı olarak belirlenmiştir. Doğal gaz tüketici sayısı açısından en yüksek il Ankara iken, en düşük il Çankırı'dır. Bölgede doğal gaz tüketimi en fazla olan il ise 5,8 milyar m³ ile Ankara olmuştur. En az doğal gaz tüketimi ise 103 milyon m³ ile Nevşehir ilinde kaydedilmiştir. Nevşehir'deki abone sayısının nüfus içindeki oranı bölgedeki diğer illere göre daha düşük olduğundan bu durum daha net bir şekilde açıklamaktadır. Ayrıca Nevşehir ilinde nüfus ve abone sayılarının daha fazla olmasına rağmen doğal gaz tüketiminin daha az olmasında, diğer illere nazaran mevsim şartlarının görece daha ılıman olması, şehirdeki gelir düzeyi ve şehir büyüme hızının daha az olması gibi etmenlerin etkili olabileceği düşünülmektedir. Ankara'nın nüfusu ve abone-tüketici sayıları açısından değerlendirildiğinde, daha yüksek düzeyde doğal gaz tüketimine sahip olması olağan karşılanmaktadır. Benzer şekilde, Konya, Kayseri ve Eskişehir gibi illerin, diğer illere nazaran daha yüksek düzeyde doğal gaz tüketimi gerçekleştirmesi, yüksek nüfus hareketliliğine sahip olmalarıyla birlikte bu illerin önemli sanayi ve ticaret merkezleri olmalarını akla getirmektedir.

Tablo 25. İç Anadolu Bölgesi Sektörel Doğal Gaz Tüketimi (Milyon Sm³)

İller	2020				2021			
	Dönüşüm	Sanayi	Hizmet	Konut	Dönüşüm	Sanayi	Hizmet	Konut
Aksaray	2,1	69,2	19,5	62,3	1,9	66,3	21,9	70,9
Ankara	609,8	393,9	709,8	1.997,3	888,9	778,4	768,4	2.057,1
Çankırı		42,8	12,5	37,5		75,4	14,9	41,5
Eskişehir	40,7	536,6	80,9	292,2	51,4	641,3	83,1	317,6
Karaman	3,2	58,7	12,1	52,5	3,4	59,1	12,8	53,7
Kayseri	20,1	213,3	92,1	371,1	20,1	239,1	97,6	397,3
Kırıkkale	1.624,6	271,4	19,3	66,7	1794,8	278,5	20,4	68,8
Kırşehir	1,4	27,4	14,1	49,1	1,5	34,6	15,3	52,4
Konya	21,4	230,1	148,9	510,1	25,6	267,1	173,9	538,7
Nevşehir		7,9	20,2	56,2		9,2	23,7	59,2
Niğde		18,1	15,2	71,4		17,3	18,5	73,3
Sivas	40,6	42,4	46,8	129,2	89,4	47,9	50,5	142,4
Yozgat		47,7	25,3	63,4		52,5	28,3	69,2
Toplam	2.363,9	1.959,5	1.216,7	3.759	2.877	2.566,7	1.329,3	3.942,1

Kaynak: EPDK

Tablo 25'teki veriler altında İç Anadolu Bölgesi doğal gaz tüketimi sektörel olarak incelendiğinde; konutlarda kullanılan doğal gazın diğer sektörlerle göre daha fazla gerçekleştiği görülmektedir. Sanayi ve elektrikte kullanılan doğal gaz tüketimi birlikte düşünüldüğünde hizmet ve konut sektöründen daha fazla gerçekleştiği açıktır. Bunlarla birlikte bölgedeki en gelişmiş şehir Ankara'nın en fazla tüketimi açık ara hanelerde gerçekleştiği göz önüne alınırsa bu durum Ankara'nın bir memur şehri olduğu benzetmesini doğrular niteliktedir. Bununla birlikte bölgedeki diğer gelişmiş şehirler Eskişehir, Konya, Kayseri ve Kırıkkale'nin de sanayi tüketimleri diğer illere göre daha yüksek kaydedilmiştir. Ankara'da 2020 yılında ulaşım sektöründe gerçekleşen 58 milyon m³ ve 2021 yılında gerçekleşen 56 milyon m³ ve Kırıkkale'de 2020 yılında enerji sektöründe gerçekleşen 250 milyon m³ ve 2021 yılında gerçekleşen 255 milyon m³ tüketim sanayi sektörü altında ele alınmıştır.

Tablo 26. İç Anadolu Bölgesi'nde Doğal Gaz Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Nüfus

İller	2020			2021		
	Doğal Gaz Tüketimi (%)	İktisadi Büyüme (%)	Nüfus Artışı (%)	Doğal Gaz Tüketimi (%)	İktisadi Büyüme (%)	Nüfus Artışı (%)
Aksaray	7,8	15,6	1,6	5,3	8,9	1,4
Ankara	-3,3	5,6	0,4	21	9,8	1,5
Çankırı	43,3	10,8	-1,7	42,1	11,1	2,1
Eskişehir	-3,1	2,3	0,1	15	9,9	1,1
Karaman	4,1	2,5	0,6	1,7	3	1,5
Kayseri	1,7	5,6	1	8,3	9,9	0,9
Kırıkkale	27	-2,3	-1,5	9,1	12,5	-1
Kırşehir	2,9	10,1	0,04	12,8	7,6	-0,04
Konya	6,4	6,3	0,8	10,4	6,1	1,2
Nevşehir	4,1	3,5	0,6	10,4	4,4	1
Niğde	8,3	-0,2	-0,2	8,7	4,6	0,5
Sivas	-0,1	2	-0,5	27,6	8,1	0,04
Yozgat	7,6	8,1	-0,5	10	-1,1	-0,1

Kaynak: EPDK & TÜİK

Tablo 26'daki verilere göre İç Anadolu Bölgesi'ndeki illerin doğal gaz tüketimi, büyüme ve nüfus değişim oranları incelendiğinde, başkent Ankara'nın 2021 yılında büyüme oranındaki ve nüfus artış hızındaki artış ile birlikte doğal gaz tüketiminin de ciddi oranda arttığı dikkat çekmektedir. Ayrıca, Eskişehir, Sivas ve ülkemizin önemli

sanayi şehirlerinden Kayseri'de büyüme oranlarının artmasıyla birlikte doğal gaz tüketiminin de arttığı gözlemlenmektedir. Kayseri ilinde nüfus artış hızının yükselmemesine rağmen doğal gaz tüketiminin artması, sanayi kullanımının varlığını güçlü şekilde göstermektedir. Bunlarla birlikte Aksaray ilinde büyüme oranının azalmasıyla birlikte doğal gaz tüketimi de azalmıştır.

4.6. Karadeniz Bölgesi

Karadeniz Bölgesi sınırları içerisinde 18 ilimiz bulunmaktadır. Samsun, Ordu ve Trabzon olmak üzere 3 il Büyükşehir statüsündedir (6360 Sayılı Kanun, 2012). Karadeniz Bölgesi'nde Bolu, Samsun ve Zonguldak ilinde birden fazla doğal gaz dağıtım şirketi faaliyet göstermektedir. Bolu Gerede ilçesi Kargaz, Bolu merkez ve diğer ilçelerde Aksa dağıtım şirketi hizmet vermektedir. Samsun Bafra, Havza, Vezirköprü, Lâdik, Ondokuz Mayıs, Alaçam ve Yakakent ilçeleri Akmercan; Samsun Çarşamba ve Terme ilçeleri Aksa; Samsun merkez ve diğer ilçelerde ise Samgaz doğal gaz dağıtım şirketi faaliyet göstermektedir. Zonguldak Ereğli ve Alaplı ilçesi, Güllüç beldesi Aksa; diğer ilçelerde ise Akmercan doğal gaz dağıtım şirketi faaliyet göstermektedir. Bölgede diğer illerde Artvin, Bartın ve Sinop'ta Akmercan; Amasya, Bayburt, Düzce, Gümüşhane, Giresun, Ordu, Rize, Trabzon ve Tokat'ta Aksa, Çorum'da Çorum Gaz; Kastamonu ve Karabük'te Kargaz dağıtım şirketleri faaliyet göstermektedir.

Karadeniz Bölgesi'nde 2022 yılsonu itibarıyla abone ve serbest tüketici sayısı toplamı 1.705.889 olarak kaydedilmiştir. Bölgede tüketilen doğal gaz tüketim miktarı toplamı 4,2 milyar m³ olarak gerçekleşmiştir. Bölgede toplam nüfus 7.970.406 olarak hesaplanmıştır. Karadeniz Bölgesi'nde yaklaşık 8 milyon nüfus ve 2 milyona yakın doğal gaz abone-tüketici sayısı bulunmaktadır. Bu rakamlar, genellikle ortalama 4 kişilik bir aile düşünüldüğünde önemli bir doğal gaz kullanıcı kitlesine işaret etmektedir. Özellikle bölgenin en gelişmiş şehri olan Samsun'da, nüfus içindeki doğal gaz tüketici oranı oldukça yüksek bir seviyede, yaklaşık olarak 1/4 oranında bulunmaktadır.

Tablo 27'deki verilere göre Karadeniz Bölgesi'nde en yüksek nüfusa sahip il Samsun olarak hesaplanmıştır. Onu sırası ile Trabzon, Ordu, Tokat ve Zonguldak illeri takip etmektedir. En düşük nüfusa sahip il ise Bayburt'tur. Karadeniz Bölgesi'nde doğal gaz tüketici sayısı en yüksek il Samsun, en düşük il ise Artvin'dir.

Tablo 27. Karadeniz Bölgesi Doğal Gaz Göstergeleri (2022)

İller	Dağıtım Şirketi	Tüketici Sayısı	Nüfus	Tüketim (Milyon Sm ³)
Artvin	AKMERCAN	9.994	169.403	9,63
Amasya	AKSA	90.086	338.267	129,87
Bayburt	AKSA	16.313	84.241	28,09
Bartın	AKMERCAN	34.267	203.351	76,08
Bolu	AKSA KARGAZ	84.801	320.824	222,23
Çorum	ÇORUMGAZ	144.585	524.130	203,07
Düzce	AKSA	106.969	405.131	272,04
Gümüşhane	AKSA	21.875	144.544	35,43
Giresun	AKSA	59.080	450.862	69,93
Kastamonu	KARGAZ	68.338	378.115	109,04
Karabük	KARGAZ	75.112	252.058	173,26
Ordu	AKSA	138.019	763.190	180,2
Rize	AKSA	60.755	344.016	102,61
Samsun	SAMGAZ AKMERCAN AKSA	343.680	1.368.488	1.643,67
Sinop	AKMERCAN	40.472	220.799	36,89
Trabzon	AKSA	144.692	818.023	162,68
Tokat	AKSA	125.334	596.454	172,2
Zonguldak	AKMERCAN AKSA	141.517	588.510	619,78

Kaynak: EPDK & GAZBİR & TÜİK

Karadeniz Bölgesi'nde doğal gaz tüketimi, 1,4 milyar m³ ile en yüksek seviyede Samsun'da gerçekleşmiştir. Buna karşılık, en düşük doğal gaz tüketimi 9,6 milyon m³ ile Artvin ilinde görülmüştür. Samsun'daki yüksek tüketimde, yoğun nüfus, ilin gelişmişlik düzeyi ve liman şehri olması gibi faktörler etkili olabilmektedir. Artvin'in en düşük nüfusa sahip olmamasına rağmen en az doğal gaz kullanıcı sayısına ve doğal gaz tüketim miktarına sahip olması hava şartlarının daha ılıman geçmesi, gelir düzeyinin daha az olması veya doğal gaz altyapısının yeterince gelişmemiş olması gibi etmenler rol oynamaktadır.

Tablo 28. Karadeniz Bölgesi Sektörel Doğal Gaz Tüketimi (Milyon Sm³)

İller	2020				2021			
	Dönüşüm	Sanayi	Hizmet	Konut	Dönüşüm	Sanayi	Hizmet	Konut
Artvin		2	1,5	0,09		0,6	2,1	0,8
Amasya	11,4	18,4	13,6	72,1	9,5	19,2	14,3	81
Bayburt		0,4	8,7	13,2		0,9	10,7	14,6
Bartın		33,6	5,7	27,9		41,4	7,4	30,7
Bolu	26,6	32,1	38,9	82,5	29,1	45,1	40,1	90,1
Çorum	4,3	41,5	28,3	112,5	3,4	42,2	29,4	122,9
Düzce		148,6	23,9	80,5	3,3	156,9	21,9	90,9
Gümüşhane		1,8	8,5	18,1		0,2	9,5	19,9
Giresun		11,9	6,5	28,9		13,5	9,2	37,1
Kastamonu	4,1	6,9	24,5	55,5	4,1	9,6	26,1	63,2
Karabük	0,01	88,2	18,1	58,5		107,1	15,1	63,3
Ordu		31,1	16,2	83,7		36,9	17,8	101,8
Rize		38,1	21,7	37,2		30,1	42,1	41,3
Samsun	1.191,3	73,6	56,5	260,1	1.693,3	80,1	58,8	281,8
Sinop		0,2	3,5	19,1		0,8	4,4	23
Trabzon		13,6	21,1	94,6	0,1	13,8	25,1	105,7
Tokat	3,1	31,4	21,8	92,5	2,9	30,5	23,8	104,9
Zonguldak	162,8	312,1	19,4	105,7	193,5	378,5	20,7	119,8
Toplam	1.403,61	885,5	338,4	1.242,69	1.939,20	1.007,40	378,5	1.392,80

Kaynak: EPDK

Tablo 28'deki sektörel doğal gaz tüketimi incelendiğinde, bölgede elektriğe dönüştürülmek için kullanılan doğal gazın diğer sektörlerle göre daha yüksek düzeyde gerçekleştiği görülmektedir. Bu durumun oluşmasında en etkili il bölgenin en gelişmiş şehri Samsun ve kömür madeni işletmeleri bulunan Zonguldak'tır. Sanayi sektöründe kullanılan doğal gaz ise en fazla Zonguldak'ta gerçekleşmiştir. Daha sonra Düzce ve Karabük illeri Samsun gelmektedir. Sektörlerdeki doğal gaz kullanımı açısından en az gelişmiş iller Artvin, Sinop, Bayburt, Gümüşhane ve Giresun'dur.

Tablo 29. Karadeniz Bölgesi'nde Doğal Gaz Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Nüfus

	2020			2021		
İller	Doğal Gaz Tüketimi (%)	İktisadi Büyüme (%)	Nüfus Artışı (%)	Doğal Gaz Tüketimi (%)	İktisadi Büyüme (%)	Nüfus Artışı (%)
Artvin	10,9	5,5	-0,8	-3,5	10,2	0,03
Amasya	4,4	2,4	-0,7	7,4	0,8	-0,05
Bayburt	-7,6	0,2	-3,5	17,5	-0,5	3,8
Bartın	-1,1	5,2	0,3	18,3	5,9	1,4
Bolu	6,7	6,1	-0,4	12,8	8,8	1,6
Çorum	4,7	5,6	-0,1	6,2	1,6	-0,7
Düzce	4,2	5,2	0,9	7,8	14,5	1,3
Gümüşhane	6,1	6,6	-14,5	6,7	-4,8	5,8
Giresun	32,6	4,3	0,07	26,3	2,1	0,3
Kastamonu	2,5	7,7	-0,8	13,3	7,7	-0,2
Karabük	-1	0,9	-2	12,4	9,7	2,3
Ordu	13,8	2,5	0,9	19,3	-1,2	-0,07
Rize	4,5	1,9	0,3	16,5	-2,3	0,4
Samsun	55,2	5	0,6	33,6	5,5	1,1
Sinop	37,1	4,4	-0,8	22,6	-2,7	0,9
Trabzon	13,3	1,4	0,4	12	1,6	0,6
Tokat	7,7	4,4	-2,5	9,1	1,4	0,7
Zonguldak	16,2	8,8	-0,8	18,7	10,3	-0,3

Kaynak: EPDK & TÜİK

Tablo 29'daki verilere göre, Karabük ilindeki büyüme hızındaki artışla birlikte doğal gaz tüketimi önemli ölçüde artmıştır. Benzer şekilde, Zonguldak ve Düzce illerinde de artan büyüme oranları ile doğal gaz tüketimi artmıştır. Bu illerdeki artan büyüme ve doğal gaz tüketimi, sanayi ve madencilik faaliyetlerinin bölgedeki etkisini akıllara getirmektedir. Bartın ve Bolu illerinde de aynı şekilde artan büyüme ile doğal gaz tüketiminin yükseldiği görülmektedir. Ancak, Artvin ilinde büyüme oranı ve nüfus artış hızının artmasına rağmen doğal gaz tüketiminin azalması, muhtemelen hava sıcaklığı gibi etkenlerin etkili olduğunu düşündürmektedir.

4.7. Marmara Bölgesi

Marmara Bölgesi'nde 11 il bulunmaktadır. Bunların 6'sı büyükşehir statüsündedir; İstanbul, Tekirdağ, Kocaeli, Sakarya, Bursa ve Balıkesir'dir (6360 Sayılı Kanun, 2012). Marmara Bölgesi, ülkemizin en yoğun nüfusuna sahip bölgesidir ve sanayi,

ticaret, hizmet, turizm, ulaşım ve lojistik gibi alanlarda gelişmişlik düzeyi en yüksek bölgelerden biridir. İstanbul, Tekirdağ, Kocaeli, Sakarya ve Bursa gibi büyük illerinde birden fazla doğal gaz dağıtım şirketi faaliyet göstermektedir.

İstanbul ili Başakşehir ilçesi Bahçeşehir mahallesinde Bahçeşehirgaz, İstanbul'un diğer ilçelerinde İGDAŞ hizmet vermektedir. Tekirdağ ili Çorlu ve Ergene ilçesi Marmaracık mahallesinde Çordaş hizmet verirken Tekirdağ merkez ve diğer ilçelerde Trakyagaz faaliyet göstermektedir. Kocaeli ili Gebze ilçesinde Palgaz, Karamürsel ilçesinde Armagaz, Kocaeli merkez ve diğer bütün ilçelerde İzgaz hizmet vermektedir. Sakarya ili Geyve ve Pamukova ilçeleri Akmercan, Sakarya (Adapazarı) merkez ve diğer ilçelerde ise Agdaş faaliyet göstermektedir. Bursa İnegöl ilçesinde İnegölgaz, Bursa Gemlik ilçesinde Aksa, Bursa Orhangazi ilçesinde Armagaz ve Bursa merkez ve diğer ilçelerde ise Bursa gaz dağıtım şirketleri yetkilidir. Bölgedeki diğer iller; Edirne'de Trakyagaz, Kırklareli'nde Trakyagaz, Yalova'da Armagaz, Bilecik, Balıkesir ve Çanakkale'de Aksa doğal gaz dağıtım şirketleri hizmet vermektedir.

Marmara Bölgesi'nde 2022 yılsonu itibariyle abone sayısı ve serbest tüketici sayısı toplamı 8.864.544'dur. Bölgede tüketilen doğal gaz tüketim miktarı toplamı 22,8 milyar m³ olarak kaydedilmiştir. Bölgede toplam nüfus 26.530.314 olarak sayılmıştır. Marmara Bölgesi, Türkiye'nin nüfus, doğal gaz tüketici sayısı ve doğal gaz tüketim miktarı bakımından açık ara önde olan bir bölgesidir. Bu bölgenin lokomotif görevini ise her açıdan İstanbul şehri üstlenmektedir. İstanbul, yaklaşık 16 milyon nüfusuyla, doğal gaz tüketimi ve doğal gaz tüketici-abone sayısı açısından ülkemizde lider konumdadır. Bu faaliyetlerin yönetimi İstanbul Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı olan İstanbul Gaz Dağıtım Sanayi ve Ticaret Anonim Şirketi (İGDAŞ) tarafından gerçekleştirilmektedir.

Bölge, Türkiye'nin en önemli sanayi, ticaret ve turizm şehirlerini bünyesinde barındırdığından bu alanlarda bir merkez haline dönüşerek nüfus yoğunluğu ve nüfusa dayalı hareketlilikten dolayı diğer bölgelere kıyasla daha yüksek doğal gaz tüketici sayısı ve doğal gaz tüketim miktarlarına ulaşmaktadır.

Tablo 30. Marmara Bölgesi Doğal Gaz Göstergeleri (2022)

İller	Dağıtım Şirketi	Tüketici Sayısı	Nüfus	Tüketim (Milyon Sm ³)
İstanbul	İGDAŞ BAHÇEŞEHİR GAZ	5.613.048	15.907.951	8.346,66
Edirne	TRAKYAGAZ	97.928	414.714	121,56
Kırklareli	TRAKYAGAZ	106.471	369.347	945,4
Tekirdağ	TRAKYAGAZ ÇORDAŞ	377.673	1.142.451	1.719,49
Çanakkale	AKSA	131.884	559.383	429,54
Kocaeli	ARMAGAZ İZGAZ PALGAZ	695.541	2.079.072	3.823,27
Yalova	ARMAGAZ	127.322	296.333	187,59
Sakarya	AGDAŞ AKMERCAN	320.415	1.080.080	1.469,79
Bilecik	AKSA	70.529	228.673	605,42
Bursa	BURSAGAZ AKSA ARMAGAZ İNEGÖLGAZ	1.060.614	3.194.720	3.354,65
Balıkesir	AKSA	263.119	1.257.590	1.832,33

Kaynak: EPDK & GAZBİR & TÜİK

Tablo 30'daki verilere göre Marmara Bölgesi'nde en yüksek nüfusa sahip il İstanbul'dur. Onu sırasıyla Bursa, Kocaeli, Balıkesir, Tekirdağ ve Sakarya büyükşehirleri takip etmektedir. Bölgede en düşük nüfusa sahip iller ise Bilecik, ardından Yalova ve Kırklareli'dir. Marmara Bölgesi'nde doğal gaz tüketici sayısı en fazla olan il İstanbul'dur. Daha sonra Bursa, Kocaeli, Tekirdağ, Sakarya ve Balıkesir gelmektedir. Balıkesir'in diğer büyükşehirlere göre görece daha az abone sayısı bulunması ılıman ve denizel etkinin daha fazla hissedilmesi, şehirleşme oranının daha az olması veya doğal gaz altyapısının diğer illere kıyasla daha az gelişmesi olabilir. En az doğal gaz tüketici sayısı olan il ise Bilecik ilidir.

Marmara Bölgesi'nde en yüksek doğal gaz tüketimi 8,4 milyar m³ ile İstanbul'da kaydedilmiştir. Ardından sırasıyla Kocaeli, Bursa, Balıkesir, Tekirdağ ve Sakarya büyükşehirleri gelmektedir. Balıkesir ilinin tüketici sayısının diğer iller ile karşılaştırıldığında daha az olduğu görülmektedir. Ancak doğal gaz tüketiminin tüketici sayısına göre çok fazla gerçekleşmesi yine burada dikkat çekmektedir. Bölgede en düşük doğal gaz tüketimi ise 121,5 milyon m³ ile Edirne ilinde kaydedilmiştir. Bilecik'te nüfusun ve doğal gaz tüketici sayısının daha az olduğu halde doğal gaz tüketiminin daha fazla gerçekleşmesi, Bilecik'te iklim şartlarının görece daha sert geçmesi durumunu akla getirmektedir. Marmara Bölgesi ülkemizin en gelişmiş ve yoğun bölgesi olduğundan doğal gaz tüketimi de birden fazla nedenden etkilenmektedir. Bu bölge, birçok sektörde faaliyet gösteren bir çekim alanı olduğundan doğal gaz talebi de oldukça yüksektir ve bölge doğal gaz alanında önemli bir merkez konumundadır.

Tablo 31. Marmara Bölgesi Sektörel Doğal Gaz Tüketimi (Milyon Sm³)

İller	2020				2021			
	Dönüşüm	Sanayi	Hizmet	Konut	Dönüşüm	Sanayi	Hizmet	Konut
İstanbul	1.329,4	555	1.292,5	4.743,2	1.713,9	637,1	1.448,2	4.942,4
Edirne		4,3	25,9	66,5		5,5	28,9	69,2
Kırklareli	1.080,8	213,6	16,2	76,1	1.392,9	242,7	18,1	81,5
Tekirdağ	492,4	754,8	42,2	252,5	1.123,5	861,5	50,6	280,1
Çanakkale	39,1	233,3	21,5	92,8	0,5	330,1	20,8	99,2
Kocaeli	618,3	2.264	88,6	572	1.226,1	2.481,1	97,1	611,6
Yalova		83,2	14,1	81,3		64,1	15,3	89,6
Sakarya	19,6	267,3	38,4	238,9	1.385,2	290,1	51,8	271,7
Bilecik	0,4	453,6	13,4	56,4	0,4	559,1	14,9	64,9
Bursa	1.131,8	908,5	223,4	783,3	1.980,1	1429,1	238,6	858,4
Balıkesir	1.570,4	107,3	33,2	170,9	1.843,5	124,1	34,8	194,6
Toplam	6.282,2	5.844,9	1.809,4	7.133,9	10.666,1	7.024,5	2.019,1	7.563,2

Kaynak: EPDK

Tablo 31'deki verilere göre, Marmara Bölgesi doğal gaz tüketiminin sektörel bazda ayrıştırılacak olursa sanayi ve elektrikte kullanılan doğal gazın konutlar ve hizmet sektörüne göre daha fazla gerçekleştiği görülmektedir. Bu durum Marmara Bölgesi'nin hemen hemen bütün sektörlerde öncü olduğunu göstermekle birlikte

önemli bir sanayi ve endüstriyel merkez olduğunu da ortaya koymaktadır. Konutlarda ise İstanbul'da kullanılan doğal gaz miktarı yaklaşık 5 milyar metreküptür. Daha sonra Bursa, Kocaeli, Tekirdağ ve Sakarya gelmektedir. Hizmet sektöründe en fazla tüketim yapılan şehir İstanbul'dur. Bu da İstanbul'un daha çok turizm ve idari yönden gelişen bir şehir, Tekirdağ, Kocaeli ve Bursa gibi çevre illerinin ise daha çok sanayi yönünden geliştiği bir bölge olduğunu göstermektedir. Kocaeli ilinde 2020 yılında enerji sektöründe gerçekleşen 837 milyon m³ ve 2021 yılında gerçekleşen 924 milyon m³ tüketim sanayi sektörü altında ele alınmıştır.

Tablo 32. Marmara Bölgesi'nde Doğal Gaz Tüketimi, İktisadi Büyüme ve Nüfus

İller	2020			2021		
	Doğal Gaz Tüketimi (%)	İktisadi Büyüme (%)	Nüfus Artışı (%)	Doğal Gaz Tüketimi (%)	İktisadi Büyüme (%)	Nüfus Artışı (%)
İstanbul	3,7	-0,1	-0,4	10,2	12,8	2,4
Edirne	10,1	0,1	-1,5	7,2	8,1	1,1
Kırklareli	54,5	3,9	-0,03	25	10,5	1,3
Tekirdağ	15,8	5,4	2,4	50,1	20	3
Çanakkale	15,3	14,1	-0,1	16,5	-1,2	2,9
Kocaeli	-0,2	5,5	2,5	24,6	19	1,8
Yalova	15,5	7,2	1,7	-5,7	19,6	5,3
Sakarya	-29,4	1,7	1,3	251,4	5,2	1,7
Bilecik	9,6	6,8	-0,3	21,5	15	4,3
Bursa	0,1	-1,9	1,5	47,7	13,5	1,5
Balıkesir	50	3,7	0,9	16,5	9,3	0,8

Kaynak: EPDK & TÜİK

Tablo 32'de Marmara Bölgesi'ndeki illerin doğal gaz tüketimi, büyüme oranları ve nüfus artış hızlarına ilişkin veriler incelendiğinde, İstanbul'da nüfus artışının ve büyüme oranının yükselmesinin doğal gaz tüketimindeki artışla ilişkili olduğu görülmektedir. Bu durum, İstanbul'un doğal gaz talebinin artmasıyla ilişkili olarak anlamlı bir pozitif ilişkiye işaret edebilir. Öte yandan, Edirne, Kırklareli ve Yalova'da büyüme ve nüfus artışına rağmen doğal gaz tüketiminde azalma gözlenmesi, bu illerde hava sıcaklıklarının yüksek olmasının etkili olabileceğini düşündürmektedir. Tekirdağ, Kocaeli, Sakarya ve Bursa gibi Marmara Bölgesi'ndeki önemli sanayi şehirlerinde ise büyüme oranlarının artmasıyla doğal gaz tüketiminin artması, bu illerin sanayi potansiyeliyle ilişkilendirilebilir.

4.8. Bölgelerde Doğal Gaz Tüketiminin Değerlendirilmesi

Enerji, küresel anlamda stratejik bir öncelik haline gelmiştir ve gün geçtikçe daha da önem kazanmaktadır. Dünya nüfusunun artması, demografik değişimler, günlük yaşam ihtiyaçlarının çeşitlenmesi, küresel ticaretin büyümesi, ulaşım ve lojistik gereksinimlerinin artması gibi etkenler, enerji sektörünün, yer altı ve yer üstü doğal kaynaklarının, değerli maden ve rezerv alanlarının önemini artırmaktadır. Bu faktörler, enerji kaynaklarına olan talebi arttırırken, enerji politikalarının ve stratejilerinin belirlenmesinde kritik bir rol oynamaktadır.

Dünya ülkeleri, varlıklarını devam ettirebilmek ve iktisadi ilişkilerini sürdürebilmek için enerji kaynaklarına erişim sağlamak zorundadır. Son yıllarda enerji alanında stratejik önemi artan doğal gaz, özellikle dikkat çeken bir sektördür. Hem dünya genelinde hem de ülkemizde doğal gazın kullanımı artmaktadır. Bu artışın arkasında birçok sebep bulunmaktadır. Doğal gaz, konutlarda, elektrik dönüşümlerinde, ticarethanelerde ve sanayide kullanılmak üzere çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır. Nüfus artışı, hava koşulları, gelir seviyeleri, ekonomik büyüme oranları gibi faktörler, doğal gaz kullanımını etkileyen önemli etmenlerdir.

Türkiye’de bölgelerdeki doğal gaz tüketiminin incelendiği bu bölümde; ilk olarak doğal gaz tüketimi, doğal gaz tüketici sayısı, ilgili doğal gaz dağıtım şirketi ve bölgede yaşayan nüfus tespit edilerek konu hakkında genel bir fotoğraf ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ardından illerdeki doğal gaz tüketimi sektörel bazda ayrıştırılıp pandemi yılını da kapsayan 2020 ve 2021 yılları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Son olarak illerin doğal gaz tüketim değişim oranı, büyüme oranı ve nüfus artış hızları açısından durumu karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Ülkemizdeki doğal gaz kullanımı bölgesel olarak incelendiğinde; en yüksek doğal gaz tüketiminin Marmara Bölgesi’nde gerçekleştiği görülmektedir. Bu durumun arkasında, bölgedeki yüksek nüfus ve doğal gaz tüketici sayısının etkili olduğu düşünülmektedir. Diğer yandan, en düşük tüketim miktarı Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde gözlemlenmiştir. Doğal gaz tüketici sayısının en az olduğu bölge ise Doğu Anadolu bölgesidir. Bu bölgede toplam nüfusun en az olduğu bilinmektedir. Bu veriler, doğal gaz tüketimi ile nüfus yoğunluğu arasında bir ilişkinin bulunduğu işaret etmektedir.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nde en düşük doğal gaz tüketim miktarının gerçekleştiği ve toplam nüfusun en az Doğu Anadolu Bölgesi’nde bulunduğu düşünüldüğünde;

doğal gaz tüketiminin Doğu Anadolu Bölgesi'nde Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nden daha yüksek düzeyde gerçekleşmesi Doğu Anadolu Bölgesi'nde mevsim-iklim şartlarının daha sert, hava sıcaklığının daha düşük olabileceği yorumlarını akıllara getirmektedir. Zira tüketici sayısı ve nüfus diğer bölgelerle karşılaştırıldığında, doğal gaz tüketim miktarının daha yüksek olması, bölgenin karasal iklime sahip olduğu hipotezini desteklemektedir.

Sektörel bazlı doğal gaz tüketimine genel olarak bakıldığında, Marmara Bölgesi'nin bir sanayi bölgesi olduğu anlaşılmaktadır. Her sektörde en yüksek doğal gaz tüketimi Marmara Bölgesi'nde gerçekleşmiştir. Bunun dışında konutlarda diğer alanlara göre daha yoğun tüketilen doğal gazın Doğu ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinde gerçekleştiği, Akdeniz Bölgesi'nde ise turizm kaynaklı hizmet sektöründe daha yoğun tüketildiği anlaşılmaktadır. Ayrıca doğal gaz tüketiminin daha çok elektrik dönüşümlerinde kullanıldığı görülmektedir.

İllerin ve oluşturdıkları coğrafi bölgelerin gelişmişlikleri, coğrafi konumu, çekim merkezi haline gelmeleri, nüfus yoğunluğu, nüfusun hareketliliği, hane halklarının gelir düzeyleri, büyüme oranları, mevsim-iklim şartları gibi çeşitli sosyo-ekonomik ve toplumsal nedenler doğal gaz tüketim düzeyini etkileyen önemli etmenlerdir. Ancak tek bir değişken anlamlı bir nedensellik ilişkisinin kurulması için yeterli olmayabilir. Çünkü il bazında iklim şartları ve hava sıcaklığının mevsimsel olarak doğal gaz tüketimine etkisi olduğu yadsınamaz bir gerçektir. Bu konuda iller ve bölgeler bazında; mevsimsel olarak sıcaklık değerleri, satın alma gücü pariteleri, bölgesel sanayi üretim endeksleri, kapasite kullanım oranları gibi değerler eklenerek yapılacak olan ampirik çalışmalar ile spesifik sonuçlara ulaşılabilecektir. Bu doğrultuda, il bazında yapılacak olan projeksiyonlar ve geleceğe yönelik planlamalar, doğal gaz tüketim miktarlarıyla ilgili daha etkili stratejilerin belirlenmesine yardımcı olabilir.

5. DOĞAL GAZ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

5.1. Literatür

Doğal gaz tüketimini etkileyen faktörler veya doğal gaz tüketiminin tercihi birden çok sebepten kaynaklanmaktadır. Bireyler ve sanayiciler (müteşebbisler) enerji kullanımlarını ihtiyaçları doğrultusunda hanelerde ısınma, aydınlanma amaçlı veya sanayide üretim amaçlı tercih etmektedirler. Doğal gazın temiz enerji olması ve diğer enerji kaynaklarına göre avantajlı maliyette ve kolay ulaşılabilir olması gibi nedenler tercih oranlarını arttırabilmektedir. Bunların haricinde; iktisadi açıdan içinde bulunulan dönem, sıcaklık ve iklim şartları, gelir düzeyi, nüfus, enflasyon, büyüme, kişi başına düşen gelir, vergiler gibi faktörler doğal gaz kullanım tercihini olumlu veya olumsuz etkilemektedir.

Doğal gaz tüketimini etkileyen faktörler veya doğal gaz kullanımı tercihi konusu araştırmacıların ilgisini çeken ve üzerinde çalıştığı konulardan biri olduğu görülmektedir. İleriye yönelik doğal gaz talep tahmini veya doğal gaz tüketim projeksiyonu çalışmalarında da doğal gaz tüketimini etkileyen faktörler ilgili araştırmalara konu olmaktadır. Bu kapsamda Türkiye ve diğer ülkelerde çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda doğal gaz tüketimini etkileyen en önemli değişkenin genel olarak o dönemde yaşanan sıcaklık değerleri olduğu belirtilmektedir.

Bakkal (2023), doğal gaz tahmini ile alakalı Türkiye İçin Doğal Gaz Talep Tahmini konulu tez çalışmasında; çoklu doğrusal regresyon, destek vektör regresyonu ve rastgele orman regresyonu yöntemlerini kullanarak HDD (Heating Degree Days), nem ve 12 aylık gecikme değerlerinin doğal gaz tüketimi üzerinde etkili bağımsız değişkenler olarak saptamıştır. Buradaki HDD, belirli bir zamanda (gün, ay, yıl) dış ortam ve oda sıcaklığını hesaba katarak soğukun şiddetini ifade etmektedir (Sensoy vd., 2007).

Aydın (2022), doğal gaz tüketimini etkileyen faktörleri dikkate alarak Türkiye’de doğal gaz tüketim talebinin modellemesini yaptığı tez çalışmasında; Mars, Regresyon ve Logit yöntemlerini kullanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre doğal gaz tüketimini etkileyen en önemli değişkenin sıcaklık oranı ile yenilenebilir enerji kullanımı olarak

ortaya çıkmıştır. Sıcaklık değerlerinin düştüğü zamanlarda tüketimin ciddi oranda arttığı ve yenilenebilir enerji kullanımının arttığı durumda doğal gaz tüketiminin düştüğü belirtilmiştir.

Yılmaz (2022), Denizli ili için doğal gaz tüketim tahmini ile ilgili yaptığı tez çalışmasında kullanılan verilerle gerçekleştirilen pearson korelasyon analizlerinde sıcaklık parametresi ile tüketim arasında daha fazla korelasyon olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca bu çalışmada BBS (bağımsız birim sayısı), nem ve güneşlenme süresi ile doğal gaz tüketimi arasında orta şiddette bir korelasyon; rüzgâr hızı, bulutluluk, yağış ve doğal gaz satış fiyatı ile tüketim arasında düşük şiddette bir korelasyon olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Çelik (2021), Sinop ilinde doğal gaz tüketim profilinin araştırılması ile alakalı yaptığı tez çalışmasında çoklu regresyon analizi ve yapay sinir ağları yöntemlerini kullanarak doğal gaz tüketimine dair profil ortaya koymuştur. Buna göre doğal gaz talebine yönelik sıcaklık ve abone sayısı değişkenleri ile anlamlı bir ilişki olduğu sonuçlarını tespit edilmiştir. Bununla birlikte doğal gaz tüketimine yönelik fiyat değişkenin duyarsız olduğu belirlenmiştir.

Dilek (2021), Rize ili için doğal gaz kullanımını etkileyen faktörleri incelediği çalışmasında, logit model yöntemiyle doğal gazı tercih etme nedenleri araştırmıştır. Buna göre, sosyoekonomik faktörler ve ikamet edilen konutun özellikleri doğal gaz tüketimini etkileyen en önemli bağımsız değişkenler olarak yer almaktadır. Gelir seviyesi, ev sahipliği durumu, işsizlik durumu, ailedeki birey sayısı, ailede çalışan sayısı, yedi yaşından küçük çocuğu olanlar, elektrik faturası görece düşük olanlar, ısı yalıtımı olan konutlar gibi durumların doğal gaz kullanımını etkileyen en önemli faktörler olduğu belirtilmiştir.

Tuna (2019), Erzurum ilinde doğal gaz talep tahmini ile ilgili yaptığı tez çalışmasında, doğal gaz tüketimini etkileyen faktörleri logit yöntemiyle araştırmıştır. Buna göre GSYH'deki artışın doğal gaz tüketimine etkisinin daha az olduğu, doğal gazın temiz enerji ve diğer enerji kaynaklarına göre maliyetinin daha avantajlı olması gibi durumların tercih nedeni olduğu belirtilmiştir. Doğal gaz kullanılan konutun büyüklüğünün tüketimi arttırdığı, hanede yaşayan sayısının tüketimi etkilediği, doğal gaz fiyatlarındaki değişimlerin tüketimi daha az etkilediği, tüketimin ısı yalıtımına ve sıcaklığa daha fazla duyarlı olduğu ortaya konmuştur.

Liu vd. (2018), Çin'in 30 ilinde hanelerde doğal gaz tüketimini ve kişi başına doğal gaz tüketimini araştırmak için 16 aylık veri kullanılarak yapılan çalışmada genelleştirilmiş LS yöntemi ile doğal gaz tüketimi tahmin edilmiştir. Tüketimi etkileyen faktörler arasında fiyatın belirli bir tarihe kadar etkili olduğu daha sonra anlamsız bir ilişki ortaya çıktığı vurgulanmaktadır.

Taşkın (2018), Ankara ilinde sıcaklık, abone sayısı ve nem değişkenlerini kullanarak yapay sinir ağları yöntemiyle doğal gaz tüketim tahmini geliştirmiştir. Doğal gaz tüketimini en çok etkileyen değişkenin sıcaklık olduğunu belirtmesi ile beraber tüketimi etkileyen diğer değişkenler arasında anlamlı ilişkiyi ortaya koymuştur.

Chang vd. (2016), 1965-2011 yılları arasında İngiltere hariç olmak üzere G7 ülkelerinde eşbütünleşme ve granger nedensellik analizi ile doğal gaz tüketimi ve iktisadi büyüme arasında nedensellik bulgularına ulaşmıştır.

Qanbari vd. (2013), İran'da 1993-2012 yılları arasında doğal gaz tüketim verileri incelenerek Anfis ve Mape yöntemiyle doğal gaz tüketim tahmini yapmışlardır. Doğal gaz tüketimini etkileyen en önemli iki değişken iktisadi büyüme ve nüfus olarak alınmıştır. Buna göre 2013 yılından itibaren 2020 yılına kadar nüfus aynı seviyede ilerlerken, iktisadi büyüme ve doğal gaz tüketimi sürekli artmaktadır.

Gülcü ve Hatırlı (2012), Isparta ili için anket ve logit yöntemiyle doğal gaz kullanımını etkileyen faktörleri incelemiş, hanelerin gelirleri ile doğal gaz kullanımı arasında doğru orantılı bir ilişki bulmuşlardır. Ayrıca doğal gazın diğer yakıtlara göre maliyet açısından daha avantajlı olması, kullanım kolaylığı, temiz enerji dolayısıyla çevreci olması doğal gaz tercihini arttıran nedenlerden sayılmıştır. İkamet edilen binanın eski olması sebebiyle doğal gaza geçişin daha maliyetli olması ise doğal gaz kullanım tercihini negatif yönde etkilemektedir.

Işık (2010), Türkiye genelinde 1977-2008 yılları arasında birim kök ve ARDL sınır testleri ile doğal gaz tüketiminin iktisadi büyüme oranını kısa dönemde pozitif, uzun dönemde ise negatif yönde etkilediğini saptamıştır.

York (2007), yaptığı çalışmada Sturpat modeli yöntemiyle kentleşme ve enerji arasında anlamlı ilişki bularak, gelişmiş ve şehirleşmiş ülkelerde enerji tüketiminin daha fazla olduğu sonuçlarına ulaşmıştır.

Özçomak vd. (2006), *'Erzurum İlinde Potansiyel Doğalgaz Talebini Etkileyen Faktörlerin Tespiti'* konulu çalışmalarında anket ve logit yöntemiyle apartman

dairesinde oturanların müstakil evde oturanlara göre daha çok doğal gaz talebinde bulunduğu ortaya konmuştur. Bunun dışında hava kirliliği, ısınma giderleri ve hane halkı reisinin doğal gaz konusundaki bilgisinin doğal gaz talebini etkilediği tespit edilmiştir.

Pachauri (2004), Hindistan'da anket yöntemiyle hanehalkları arasında kişi başına enerji tüketiminin şehirlerde köylere göre daha yüksek olduğunu fakat hanehalkı sayısı ve gelir düzeyi daha düşük olduğunda şehirde yaşayanların köylerde yaşayanlara göre daha az enerji talep ettiği sonuçlarına ulaşmıştır.

Tarı (2000), Kocaeli ilinde hanelerde doğal gazı tüketimini etkileyen faktörleri anket, yatay kesit verileri kullanarak logit model yöntemi ile analiz etmiştir. Bu çalışmada hanelerde soba veya kaloriferli kullanılması ve gelir düzeyinin doğal gaz tüketimini etkilediği ortaya konmuştur.

Verhallen ve Van Raaij (1981), Hollanda'da konutlarda kullanılan doğal gazın tüketimini etkileyen faktörleri anket yöntemiyle incelediği Hane halkı Davranışı ve Ev Isıtması için Doğal Gaz Kullanımı başlıklı çalışmalarında konut özellikleri, ısı yalıtımı, bireylerin kişisel davranışları ve demografik özelliklerinin doğal gaz tüketimi üzerinde en etkili faktörler olduğu sonuçlarına ulaşmıştır.

5.2. Veri Seti ve Değişkenler

Araştırmada, Türkiye'deki doğal gaz tüketimini açıklamak için ekonometrik bir model kurulacaktır. Bağımlı değişken doğal gaz tüketimi olup, model dört bağımsız değişken kullanarak Türkiye'nin ekonomik verilerini içerecektir. Bağımlı değişken Türkiye'de yıllık doğal gaz tüketimi miktarını; bağımsız değişkenler ise iktisadi büyüme (GDP), nüfus artış hızı, sıcaklık ve yağış miktarıdır. Bağımlı değişken yıllık doğal gaz tüketimi, T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) ve T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı temin edilmiş olup; Türkiye genelinde bireysel ve ticari (sanayi) yıllık toplam doğal gaz tüketim miktarını vermektedir.

Bağımsız değişkenlerden iktisadi büyüme ve nüfus artış hızı T.C. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) kurumundan, sıcaklık ve yağış değerleri T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiş olup, sıcaklık; Türkiye yıllık ortalama sıcaklık derecesini, yağış; Türkiye yıllık ortalama yağış miktarını vermektedir.

Araştırma kapsamında, 1976-2022 yılları arasındaki yıllık veriler kullanılarak kurulacak ekonometrik model, tamamen logaritmik bir zaman serisi yaklaşımıyla oluşturulacaktır. Bağımlı değişken olarak yıllık doğal gaz tüketimi miktarı ele alınacak ve bu modele Türkiye'nin iktisadi büyüme (GDP), nüfus artış hızı, sıcaklık ve yağış miktarı gibi bağımsız değişkenler logaritmik olarak dâhil edilecektir.

5.3. Model

Araştırmada ilk olarak, durağanlık özelliklerini belirlemek için ilgili literatür doğrultusunda her bir değişkenin durağanlık durumu, birim kök testleri ile değerlendirilecektir. Ardından, değişkenlerin durağanlık durumlarına göre uygun bir eş bütünleşme testi yapılarak uzun dönemli ilişkilerinin varlığı incelenecektir. Değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edilirse uzun dönemli katsayıların tahmini yapılacaktır. Eğer uzun dönemli bir ilişki tespit edilemezse, varyans ayrıştırma ve etki-tepki analizi yöntemleriyle desteklenen bir vektör otoregresif model (VAR) kurularak ampirik analiz tamamlanacaktır. Her iki durumda da kısa ve uzun dönemli ilişkiden bağımsız olarak ekonometrik varsayımlardan sapmalar sınanacaktır. Ekonometrik analize başlamadan önce modelin matematiksel denklemini açıklamak çalışmamız için faydalı olacaktır.

$$\text{LOG(Doğal Gaz)} = \beta_0 + \beta_1\text{LOG(İktisadi Büyüme)} + \beta_2\text{LOG(Nüfus Artışı)} + \beta_3\text{LOG(Sıcaklık)} + \beta_4\text{LOG(Yağış)} \quad (1)$$

(1) numaralı eşitlikte; LOG(Doğal Gaz) Türkiye’de kullanılan yıllık doğal gaz tüketim miktarının logaritmasını, LOG(İktisadi Büyüme) Türkiye’de yıllık büyüme hızının logaritmik formunu, LOG(Nüfus Artışı) Türkiye’de yıllık nüfus artış hızının logaritmik formunu, LOG(Sıcaklık) Türkiye’de yıllık ortalama sıcaklık değerlerini ve LOG(Yağış) Türkiye’de yıllık ortalama yağış miktarını göstermektedir. Bu nedenle, tüm değişkenler ekonometrik analiz için logaritmik formatta kullanılacak ve sonuç olarak tam bir logaritmik model tahmin edilecektir.

5.3.1. Birim Kök Testleri

Zaman serileri analizinde durağanlık, ekonometrik yöntemlerin seçiminde önemli bir kriterdir. Durağanlık, bir serinin ortalama ve varyansının zaman içinde değişmediği durumu ifade eder (Çil, 2014). Serilerin sürekli değiştiği durumda regresyon analizi

uygulanırsa belirlenlik katsayısı yüksek ve t istatistikleri anlamsız olmaktadır. Bundan dolayı uzun dönemde model ve katsayı tahminleri doğru sonuçlar vermeyebilir. Ayrıca, Granger ve Newbold (1974) tarafından ortaya konulan sahte regresyon sorunu ile de karşılaşılabilir. Bu nedenle, serilerin durağanlık analizlerinin yapılması, sahte regresyon probleminin önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, serilerin durağanlık analizlerini yapmak amacıyla Phillipps-Perron (PP) birim kök testi uygulanacaktır.

Çalışmada serilerin durağanlık analizlerinde kullanılacak olan Phillipps-Perron (PP) birim kök testi, literatürde en önemli birim kök testi olarak kabul görmüş Dickey-Fuller (DF) birim kök testi ve Augmented Dickey-Fuller Testi (ADF) testlerinden daha güçlü sonuçlar vermektedir. Phillips ve Perron (1988) çalışmalarında, zaman serilerinin birim kök testlerinde otokorelasyonun etkilerini göz önünde bulundurarak, birim kök testlerinin gücünü artırmak için düzeltilmiş istatistikler sunmuşlardır. Bu çalışma, zaman serilerinin durağanlığını belirleme sürecinde önemli bir adım olmuş ve ekonometride temel bir araştırma olarak kabul edilmiştir (İzolloğlu, 2019).

Phillips-Perron testi için regresyon denklemleri;

$$y_t = \mu + \alpha y_{t-1} + u_t \quad (2)$$

$$y_t = \tilde{\mu} + \tilde{\beta}(t - \frac{1}{2} T) + \tilde{\alpha} y_{t-1} + \tilde{u}_t \quad (3)$$

Burada u_t hata terimini, T ise gözlem sayısını göstermektedir. (μ, α) ve $(\tilde{\mu}, \tilde{\beta}, \tilde{\alpha})$ en küçük kareler (EKK) regresyonu katsayılarını ifade etmektedir.

Phillips ve Perron (1988), parametre bağımlılığı problemini asimptotik olarak bertaraf etmek için geleneksel test istatistiklerini dönüştürmüşler ve Z istatistiklerini kullanmışlardır. Bu test, Dickey-Fuller testi ile aynı limit dağılımına sahip olduğundan Z istatistikleri için Dickey-Fuller kritik değerleri ve hipotezleri kullanılır (İzolloğlu, 2019).

$H_0: \rho = 1$ veya $\delta = 0$ (Seri durağan değildir, birim kök bulunmaktadır).

$H_1: \rho < 1$ veya $\delta < 0$ (Seri durağandır, birim kök bulunmamaktadır).

Yukarıdaki teorik açıklamalara göre Phillips ve Perron (PP) birim kök testi sonuçları Tablo 33 ve Tablo 34'te sunulmuştur.

Tablo 33. Phillips Perron Birim Kök Test Sonuçları (Düzey Değerinde)

Değişkenler		Sabitli	Sabitli/Trendli	Deterministik Bileşensiz
Doğalgaz		-1.905059	-1.041193	1.409450
Kritik Değerler	%1	-3.581152	-4.170583	-2.616203
	%5	-2.926622	-3.510740	-1.948140
	%10	-2.601424	-3.185512	-1.612320
İktisadi Büyüme		-6.878828*	-7.155035*	-4.061381*
Kritik Değerler	%1	-3.581152	-4.170583	-2.616203
	%5	-2.926622	-3.510740	-1.948140
	%10	-2.601424	-3.185512	-1.612320
Nüfus Artışı		-1.645714	-6.870979	-1.363666
Kritik Değerler	%1	-3.581152	-4.170583	-2.616203
	%5	-2.926622	-3.510740	-1.948140
	%10	-2.601424	-3.185512	-1.612320
Sıcaklık		-4.655190*	-6.691873*	1.461532
Kritik Değerler	%1	-3.581152	-4.170583	-2.616203
	%5	-2.926622	-3.510740	-1.948140
	%10	-2.601424	-3.185512	-1.612320
Yağış		-5.743619*	-6.012198*	-0.725566
Kritik Değerler	%1	-3.581152	-4.170583	-2.616203
	%5	-2.926622	-3.510740	-1.948140
	%10	-2.601424	-3.185512	-1.612320

Not 1: *, **, *** sırasıyla %99, %95 ve %90 anlamlılık düzeylerinde H_0 hipotezinin reddini göstermektedir.

Not 2: Kritik değerler MacKinnon tarafından sağlanmıştır (1996).

Tablo 33'teki Phillipps-Perron (PP) birim kök testi sonuçlarına göre doğal gaz tüketimi değişkenine ait test istatistiği her üç model için benzerlik göstermektedir. Buna göre serinin test istatistiklerinin kritik değerlerden mutlak değerce küçük olmasından mütevellit her üç durumda da birim köklü olduğu, yani durağan olmadığı görülmektedir. Bu durumda 'seri birim kök içerir' şeklindeki temel hipotez reddedilememiştir.

İktisadi Büyüme değişkeni; PP birim kök testi sonuçlarına göre iktisadi büyüme değişkenine ait test istatistiklerinin her üç yapıda da %99 güven seviyesinde elde edilen kritik değerler, serinin birim kök içerdiğini ve temel hipotezin reddedildiğini göstermektedir. Bu sonuçlara göre, her üç farklı model yapısında da iktisadi büyüme değişkeninin düzey değerinde durağanlık olduğu söylenebilir.

Nüfus artışı değişkeni için ise PP birim kök testi, sabitli ve deterministik/bileşensiz yapılarda test istatistiklerinin kritik değerlerden mutlak değerce küçük olmasından dolayı birim kök içerdiğine işaret etmektedir. Buna göre, nüfus artışı değişkeni için serinin birim kök içerdiği yönündeki temel hipotez reddedilememiş ve serinin durağan olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Sıcaklık değişkeni ile alakalı PP birim kök testi sonuçlarına göre test istatistiğinin sabitli (-4.655) ve sabitli/trendli (-6.691) yapılarda serinin durağan yapıda olduğu görülmektedir.

Diğer bir bağımsız değişken yağış için de PP birim kök testinin sabitli ve sabitli/trendli yapılarda serinin durağan olduğu yönünde sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Bu bağlamda, yağış değişkeni için serinin birim kök içerdiği yönündeki temel hipotez reddedilmiş ve serinin durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bu sonuçlara göre düzey değerlerinde birim kök içeren doğal gaz tüketimi ve sıcaklık değişkenlerinin birinci fark değerlerine birim kök testi uygulanması gerekmektedir.

Tablo 34. Phillips Perron Birim Kök Test Sonuçları (1. Fark Değerinde)

Değişkenler		Sabitli	Sabitli/Trendli	Deterministik Bileşensiz
Doğalgaz		-8.056848*	-8.444769*	-7.390467*
Kritik Değerler	%1	-3.584743	-4.175640	-2.617364
	%5	-2.928142	-3.513075	-1.948313
	%10	-2.602225	-3.186854	-1.612229
Nüfus Artışı		-19.14219*	-20.94818*	-15.66684*
Kritik Değerler	%1	-3.584743	-4.175640	-2.617364
	%5	-2.928142	-3.513075	-1.948313
	%10	-2.602225	-3.186854	-1.612229

Not 1: *, **, *** sırasıyla %99, %95 ve %90 anlamlılık düzeylerinde H0 hipotezinin reddini göstermektedir.

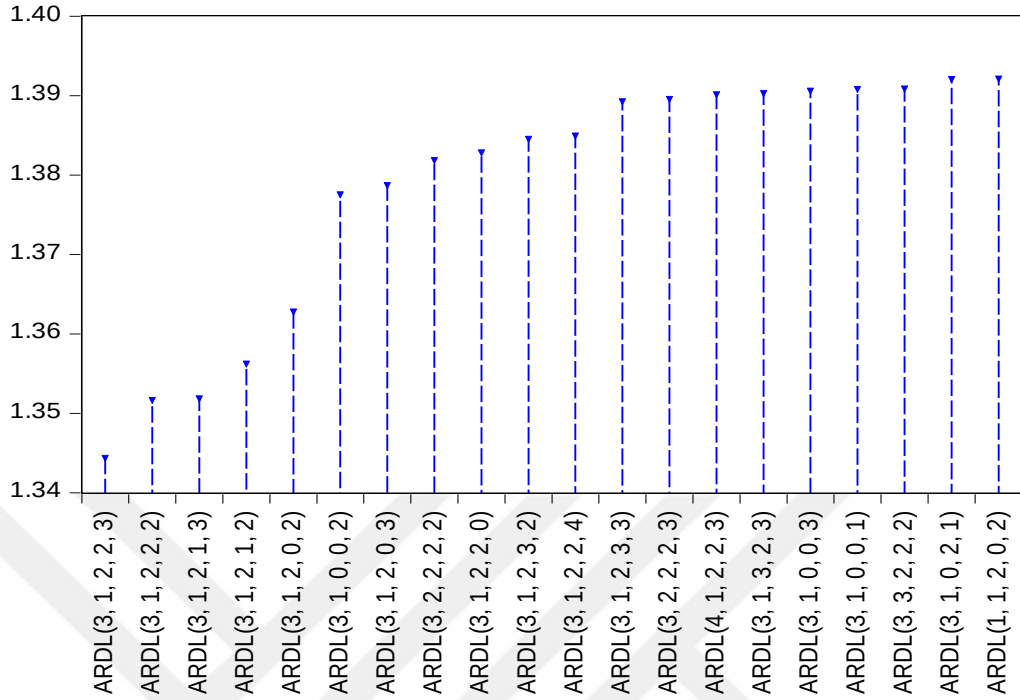
Not 2: Kritik değerler MacKinnon tarafından sağlanmıştır (1996).

Tablo 34'te serilerin birinci fark değerleri için PP birim kök testi sonuçları sunulmaktadır. Bu sonuçlar doğrultusunda her iki değişken için de %95 güven seviyesinde birim kök içerdiği hipotez reddedilmiştir. Seriler 1. Fark değerinde durağan hale gelmektedir. Dolayısıyla her iki serinin de birinci fark değerlerinde birim kök içermedikleri ve durağan hale geldikleri söylenebilir.

O halde serilerin durağanlık düzeyleri belirlendikten sonra, bu değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı test edilebilir. Ekonometrik analizlerde, değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkilerin tespiti için eş bütünleşme analizleri temel bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada ARDL sınır testi (Autoregressive Distributed Lag Bound Test) yaklaşımının eş bütünleşme analizi için kullanılmasına karar verilmiştir. Bu yaklaşım, model değişkenlerinin farklı durağanlık seviyelerine sahip olması ve bu değişkenlerin birlikte değerlendirilebilmesi gibi avantajlara sahiptir (Akel & Gazel, 2014). Bu bağlamda ilk olarak ekonometrik modelin akaike bilgi kriteri denilen gecikme uzunluğu belirlenecektir.

Şekil 26. Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi (Akaike Bilgi Kriteri)

Akaike Information Criteria (top 20 models)



Gecikme uzunluğunun belirlenmesinde Akaike bilgi kriteri kullanılmıştır. Modelin ARDL (3, 1, 2, 2, 3) yapılandırmasıyla ekonometrik varsayımlardan sapmaları test edilecek ve sonrasında eş bütünleşme analizi yapılacaktır.

5.3.2. Ekonometrik Varsayımlardan Sapmaların Testleri

Ekonometrik modellerden güvenilir tahminler elde edebilmek için bu modellerin belirli varsayımları sağlaması gerekmektedir. Bu bağlamda ekonometrik analiz çerçevesinde, modelin varsayımlardan sapmalarının sınanması için sırasıyla normal dağılım, otokorelasyon, sabit varyans ve yapısal kırılma testleri uygulanacaktır.

Tablo 35. Jarguea-Bera Normallik Testi

Jarguea-Bera Test İstatistiği	Olasılık Değeri	Çarpıklık	Basıklık
3.81	0.15	-0.19	4.38

H₀: Hata terimleri normal dağılıma sahiptir.

H₁: Hata terimleri normal dağılıma sahip değildir.

Olasılık değeri=0.15>0.05 olduğu için H₀ hipotezi reddedilememektedir. Bu durumda, hata terimlerinin normal dağıldığı kabul edilmektedir.

Tablo 36. Breusch-Godfrey Otokorelasyon LM Testi

F-istatistiği	Olasılık Değeri
0.014	0.9853

H₀: Otokorelasyon sorunu yoktur.

H₁: Otokorelasyon sorunu vardır.

Olasılık değeri=0.9853>0.05 olduğu için H₀ hipotezi reddedilememektedir. Bu durumda, modelde otokorelasyon sorunu olmadığı kabul edilmektedir.

Tablo 37. Sabit Varyans Testi

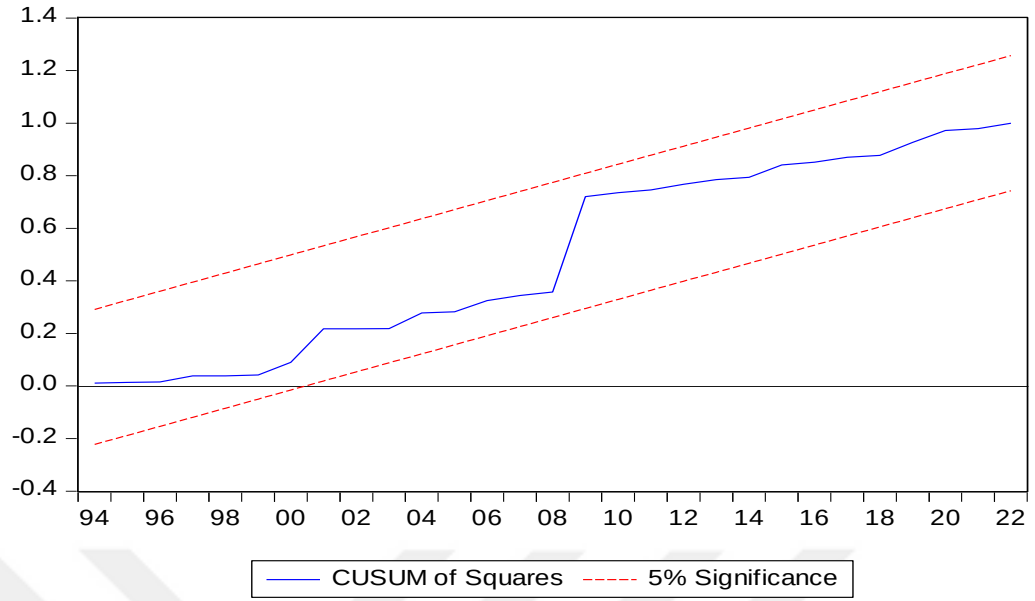
	F-istatistikleri	Olasılık Değerleri
Breusch-Pagan-Godfrey Testi	1.585	0.1421

H₀: Hata terimleri sabit varyansa sahiptir.

H₁: Hata terimleri değişen varyansa sahiptir.

Breusch-Pagan-Godfrey testi sonuçlarına göre sabit varyans varsayımını gösteren H₀ hipotezi reddedilememektedir. Bu durumda, modelde değişen varyans sorunu olmadığı kabul edilmektedir.

Şekil 27. Cusum² Yapısal Kırılma Testi



Şekil 27’de Cusum² yapısal kırılma testindeki trend eğrisi, %95 anlamlılık düzeyinde kritik sınırlar içinde bulunduğundan dolayı yapısal kırılma problemi modelde bulunmamaktadır.

Model varsayımlarından sapma testi sonucunda bu varsayımlara uygun olduğu belirtilebilir. Bu durumda, modelde yer alan değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı incelenebilir.

5.3.3. Eş Bütünleşme Analizi

Bu çalışmada, Pesaran, Shin ve Smith (2001) tarafından geliştirilen Otoregresif Dağıtılmış Gecikmeli Model (ARDL) sınır testi kullanılacaktır. ARDL sınır testi yaklaşımında farklı durağanlık derecelerine sahip seriler arasındaki eş bütünleşme ilişkisini test edebilme gibi önemli özellikler bulunmaktadır (Çil, 2014).

ARDL denklemi genellikle şu şekildedir (Pesaran vd., 2001);

$$\Delta Y = \varphi_0 + \sum_{i=1}^m \varphi_{1i} \Delta Y_{t-i} + \sum_{i=0}^m \varphi_{2i} \Delta X_{1t-i} + \cdots \sum_{i=0}^m \varphi_{ki} \Delta X_{kt-i} + \varepsilon_1 Y_{t-1} + \varepsilon_2 X_{1t-1} + \cdots + \varepsilon_k X_{kt-1} + u_t \quad (4)$$

4 numaralı ARDL denkleminde “ φ ” sabit terimi “ Δ ” fark terimi “ u ” hata terimini göstermektedir. ARDL sınır testi yaklaşımında temel hipotez seriler arasında eş

bütünleşme ilişkisi bulunmadığı yönündedir. Sınır testinde, F istatistik değeri kritik üst sınır değerinden büyükse H_0 temel hipotezi reddedilmekte, kritik alt sınır değerinden küçükse reddedilmemektedir. Alt ve üst kritik sınır değerleri arasında ise eş bütünleşme ilişkisiyle ilgili belirsizlik bulunmaktadır (Nkoro & Uko, 2016).

Tablo 38. ARDL Sınır Testi Sonuçları

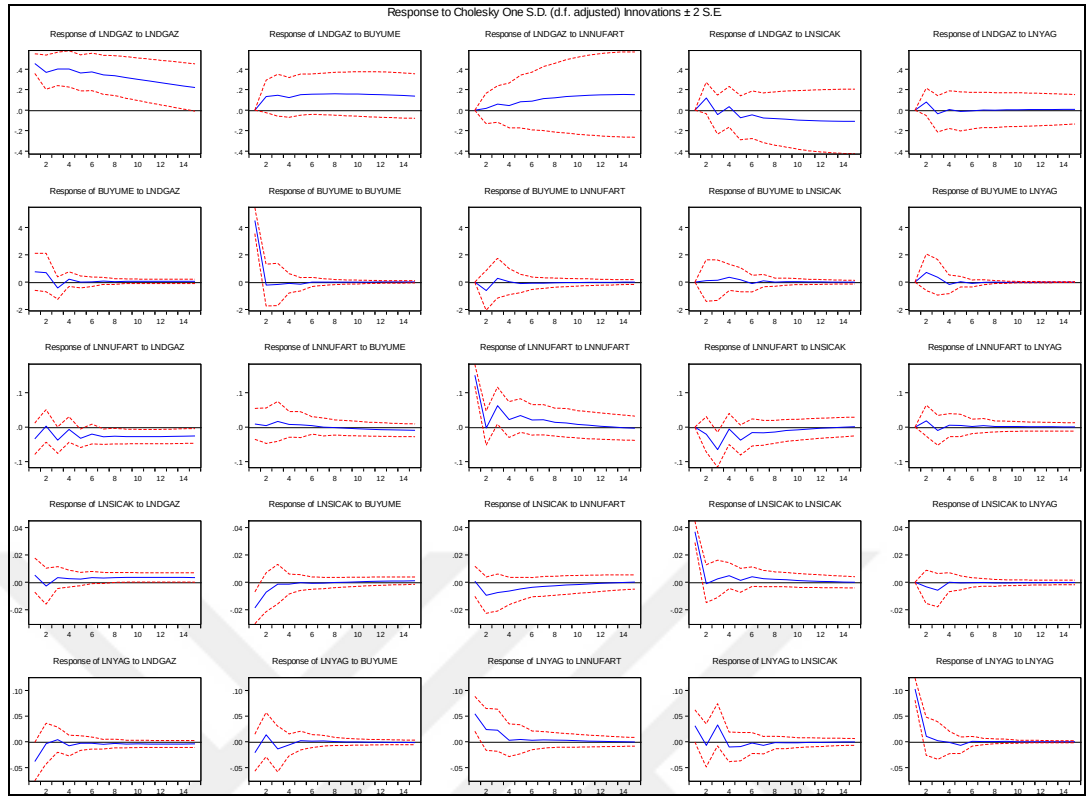
Test İstatistiği	Değer	K
F İstatistiği	2.753	4
Kritik Sınır Değerleri		
Anlamlılık	I0	I1
%10	1.90	3.01
%5	2.26	3.48
%2.5	2.62	3.90
%1	3.07	4.44

ARDL sınır testi sonuçları doğrultusunda F istatistiği (2.753) tablo üst kritik değerinden (I1) %95 anlamlılık düzeyinde (3.48) küçüktür. Bu bakımdan değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki bulunmadığı kabul edilmektedir. Bu durumda kısa dönemli ilişkiler incelenecektir.

5.3.4. Etki-Tepki Analizi ve Varyans Ayırıştırması

Bu başlık altında bağımlı değişken doğal gaz tüketimi ile tüketimi etkileyen diğer bağımsız değişkenler arasındaki ilişki etki-tepki fonksiyonu ve varyans ayırıştırması analizleri ile incelenecektir.

Şekil 28. Etki-Tepki Fonksiyonu



Şekil 28’de yer alan etki tepki fonksiyonu sonuçlarına göre büyüme oranına uygulanan bir standart sapmalılık şoka doğal gaz tüketimi pozitif yönde tepkiler vermektedir. Keza nüfus artış hızı ve sıcaklık değerleri de büyüme oranı kadar olmasa da doğal gaz tüketimi üzerinde oldukça etkilidir. Doğal gaz tüketiminin büyüme oranına verdiği pozitif tepki ilk dört dönem artmakta, daha sonra belirli bir seyrinde devam etmektedir. Aynı şekilde diğer değişkenler de kısa dönemde doğal gaz tüketimi üzerinde oldukça etkili görülmekte, uzun döneme yayıldıkça bu etki belirli bir düzey içerisinde ilerlemektedir. Bu sonuçlar iktisadi büyüme oranı ve nüfus artışlarının doğal gaz tüketimini kısa dönemde ivmeli bir şekilde arttırdığını, uzun döneme doğru gidildikçe, doğal gaz tüketiminin büyüme ve nüfus artışına tepkisinin azalarak daha yatay bir seviyeye doğru meylettiğine işaret etmektedir. Sıcaklık değerlerindeki artışın ise doğal gaz tüketimini azaltarak devam ettiği, doğal gaz tüketiminin sıcaklık değerlerine karşı duyarlı olduğu görülmektedir. Yağış miktarı ile doğal gaz tüketimi arasında diğer değişkenlere göre daha düşük düzeyde bir ilişki kurulduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 39. (Doğalgaz) Varyans ayrıştırması sonuçları

Periyot	S.H.	Doğalgaz	Büyüme	Nüfus Artışı	Sıcaklık	Yağış
1	0.454631	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	0.618759	89.80627	4.698607	0.078282	3.711772	1.705073
3	0.757092	88.34728	6.809338	0.663007	2.816906	1.363471
4	0.868442	88.69012	7.198881	0.774336	2.296795	1.039865
5	0.959854	86.87819	8.387662	1.379493	2.486393	0.868258
6	1.046615	85.82993	9.277070	1.877717	2.281267	0.734014
7	1.121465	84.21656	10.06660	2.639859	2.437381	0.639605
8	1.190677	82.68346	10.74524	3.374317	2.629561	0.567418
9	1.252841	81.12003	11.30276	4.194127	2.869715	0.513368
10	1.309448	79.58787	11.78722	4.982855	3.171118	0.470935
11	1.360841	78.09563	12.20431	5.771671	3.491017	0.437381
12	1.407418	76.67337	12.56520	6.528343	3.822353	0.410739
13	1.449566	75.31935	12.87772	7.255208	4.158409	0.389316
14	1.487579	74.04978	13.14745	7.943726	4.486979	0.372070
15	1.521759	72.86305	13.37994	8.592315	4.806557	0.358138

Not: S.H. = Standart Hata

Tablo 39’da yer alan doğal gaz tüketimi varyans ayrıştırması sonuçlarına göre büyüme oranı, nüfus artış hızı, sıcaklık dereceleri ve yağış miktarının doğal gaz tüketimini kademeli bir şekilde yükselerek açıkladığı ve 15. dönem sonunda toplamda %28,2’lik bir açıklama gücüne sahip olduğu görülmektedir. Özellikle büyümenin ilk 3 dönemde yüksek bir ivme ile doğal gaz tüketimini etkilediği daha sonra belirli bir düzeyde devam ettiği görülmektedir. Bütün dönemler sonunda doğal gaz tüketimi üzerinde en çok büyümenin, ardından nüfus artış hızının, daha sonra sıcaklık değerlerinin etkili olduğu anlaşılmaktadır. Doğal gaz tüketimi üzerinde en az etkili olan değişken yağış miktarı olarak görülmektedir. Doğal gaz tüketimini kısa dönemde büyüme ve sıcaklık derecelerinin daha çok etkilediği ve bu etkinin daha sonra azaldığı söylenebilir. Bu sonuç etki tepki fonksiyonunun değişkenler arasındaki kısa dönemli pozitif ve negatif ilişkinin varlıklarına dair sonuçları desteklemektedir. İktisadi büyüme, nüfus artış hızı arttıkça doğal gaz tüketimi artmaktadır. Sıcaklık dereceleri arttıkça doğal gaz tüketimi azalmaktadır. Bu durum doğal gaz tüketimi ile iktisadi büyüme ve nüfus artış hızı arasındaki pozitif, sıcaklık ile arasında negatif ilişkinin varlığını ortaya koymaktadır. Doğal gaz tüketimi ile yağış miktarı ile arasındaki ilişki ise kısa dönemde pozitif, uzun döneme yayıldıkça nötr bir ilişki bulunmaktadır.

5.4. Sonuç

Türkiye doğal gaz piyasasının gelişimi ve doğal gaz tüketimini etkileyen faktörler üzerine yapılan çalışmada, tündengelim mantığı ile öncelikle enerji kaynakları ve çeşitleri incelenmiştir. Enerji kavramı ve doğal gaza ilişkin kavramsal çerçeve belirlenmiş, doğal gazın gelişimi ile ilgili bölümlere geçmeden doğal gaz kavramı olarak açıklanmış ve doğal gazın oluşumu itibarıyla yapısı detaylı anlatılmıştır. Enerji kavramı, doğal gaz kavramı, enerji kaynaklarının tarihî gelişimi, sınıflandırılması, enerji ile iktisat ilişkisine değinilerek enerji kaynakları çeşitleri; fosil (yenilenemez) yakıtlar ve yenilenebilir enerji kaynakları başlığı altında ele alınmıştır. Bu kısımda enerji kaynaklarının neler olduğu, oluşumu, dünyada ve Türkiye’de gelişimi aktarılmıştır. Türkiye’de doğal gaz ileriki bölümlerde detaylı olarak değerlendirileceğinden bu bölümde sadece dünyadaki gelişimi anlatılmıştır. Bu bölümde son olarak Dünya ve Türkiye’de enerji görünümü, Türkiye’de enerji dış ticaret dengesi ve enerji ithalatı ile cari açık ilişkisi ortaya konulmuştur.

Üçüncü bölümde Türkiye’de Doğal Gaz Piyasasının Gelişimi başlığı altında ilk olarak Türkiye’de doğal gazın tarihî gelişimi detaylı incelenmiştir. Daha sonra Türkiye’de doğal gaz dağıtım şirketlerinin gelişimi, hukuki yapısı ve faaliyet alanlarına değinilerek doğal gaz kullanımı piyasa yapısı üzerinden anlatılmaya çalışılmıştır. Ardından doğal gaz üretimi, tüketimi, sektörel dağılımı, ihracat ve ithalat dengesi belirtilerek doğal gaz hakkında belirli göstergeler üzerinden rakamsal ifadelerle genel görünüm ortaya konmuştur.

Türkiye doğal gaz tüketiminin bölgesel olarak incelendiği dördüncü bölümde, coğrafi bölgeler altında illerin toplam doğal gaz tüketimleri, bölgedeki ilgili doğal gaz dağıtım şirketi, nüfus ve abone sayılarının geline nokadaki durumu tespit edilmiştir. Daha sonra illerde kullanılan doğal gazın sektörel olarak ayrıştırılması yapılmış, ardından illerdeki doğal gaz tüketimleri, iktisadi büyüme ve nüfus artış hızları ile karşılaştırmalı olarak incelenerek illerdeki doğal gaz tüketim eğilimleri değerlendirilmiş, doğal gaz tüketim nedenleri anlaşılmaya çalışılmıştır. Türkiye’de doğal gaz altyapısının genel olarak tamamlanması ile iller bazında doğal gaz tüketimlerini belirleyen faktörün çoğunlukla iktisadi büyüme olarak gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Türkiye'nin bölgeleri arasındaki sosyo-ekonomik ve demografik farklılıklar, doğal gaz tüketim miktarını etkileyen önemli faktörlerdir. Bu nedenle, bu tür farklılıklar doğal gaz

talebinin bölgesel olarak değişmesine ve bölgeler arasında doğal gaz tüketim düzeylerinin çeşitlilik göstermesine yol açmaktadır. Bunlarla birlikte gelecekteki çalışmalara politika önerisi olarak; iller bazında sanayi doğal gaz tüketiminin, illerdeki toplam tüketim üzerinde ne derece etkili olduğu yönünde bir çalışma yapılabileceği konusu ortaya çıkmıştır. Son olarak, beşinci bölümde Türkiye genelinde doğal gaz tüketimini etkileyen dört ana faktör zaman serisi yöntemi kullanılarak analiz edilmiş bununla alakalı birtakım sonuçlara ulaşılmıştır.

Türkiye’de 1970’li yıllarda başlayan doğal gaz kullanımı seneler içerisinde artarak gelişimini sürdürmüştür. Türkiye’deki doğal gaz talebi, doğal gaz endüstrisinin gelişimiyle birlikte hızla yükselmiş ve günümüzde önemli bir seviyeye ulaşmıştır. Mevcut durumda, Türkiye’de yıllık ortalama 50 milyar metreküp doğal gaz tüketilmektedir. Türkiye’de özellikle son 13 yıldaki doğal gaz tüketim rakamları göz önüne alındığında; bu rakamın alt sınırı 40 milyar metreküp, üst sınırı 60 milyar metreküp olarak belirlenmiş bir tüketim koridoru arasında seyrettiği görülmektedir.

Gelinen noktada Dünya’da gelişen savaşlar, stratejik olaylar, hastalıklar, devletlerin birbirleri arasındaki rekabeti, ilerleyen teknoloji, ulaşımın gelişmesi, nüfusun hiç durmadan devamlı artması gibi gelişmeler enerji kaynaklarına olan ihtiyacın önemini göstermektedir. Enerji kaynakları arasında temiz enerji olması, elektriğe dönüşmesi ve sanayide kullanılması gibi sebeplerle fosil yakıtlar içerisinde kullanımı artarak devam eden doğal gaz; ülkemizde de sanayi ve konutlarda yüksek oranda tercih edilmektedir. Türkiye’de 81 ilin hepsine doğal gaz alt yapısı götürülmüş, doğal gaza ulaşım kolay hale getirilmiştir. Son 40 yılda doğal gaz altyapısının sürekli olarak gelişmesiyle birlikte, doğal gaz tüketimini etkileyen faktörler de çeşitlenmiştir. Bu durum, doğal gaz tüketimini artık birden fazla değişkenin etkilediği bir tablo oluşturmuştur. Türkiye’de doğal gaz tüketim miktarının değişimindeki belirleyici faktörler arasında bölgeler arasındaki büyüme oranları, nüfus artış hızları, sıcaklık değerleri, gelir seviyeleri ve gelişmişlik düzeylerindeki farklılıklar öne çıkmaktadır.

Bu çalışmada doğal gaz tüketimi üzerinde etkili olabilecek birtakım faktörler ele alınarak bağımsız değişkenler belirlenmiş ve doğal gaz tüketimi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu bağlamda Türkiye’de toplam doğal gaz tüketiminin bağımlı değişken; iktisadi büyüme, nüfus artış hızı, sıcaklık derecesi ve yağış miktarının ise bağımsız değişken olarak incelendiği çalışmada doğal gaz tüketimi üzerinde iktisadi büyümenin anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir. Burada, büyüme ve doğal gaz

tüketimi arasında birbirini etkileyen bir döngü olabileceği gibi, birbirinden bağımsız olaylar ve diğer değişkenlerin de süreci etkileyebileceği ihtimali göz ardı edilmemelidir. Özellikle yüksek büyüme rakamlarının elde edildiği yıllarda, örneğin 2011 gibi, doğal gaz tüketiminin de artması ya da ekonomik yavaşlama dönemlerinde tüketimin görece azalması, sıcaklık etkisinden bağımsız olarak incelenmelidir. Çalışmada büyüme, nüfus, sıcaklık etkisi ve yağışın birlikte ele alınması bu durumu ortadan kaldırmakta, sıcaklık ve nüfusun veri kabul edilmediği durumda iktisadi büyümenin doğal gaz tüketimi üzerinde daha fazla etkili olduğu görülmektedir.

Türkiye’de doğal gaz tüketim miktarının değişimini etkileyen unsurlardan iktisadi büyüme, nüfus artış hızı ve yağış miktarı ile doğal gaz tüketimi arasında pozitif, sıcaklık derecesi ile doğal gaz tüketimi arasında negatif bir ilişki bulunduğu saptanmıştır. Değişkenler arasında yağış miktarının doğal gaz tüketimi üzerinde oldukça düşük bir etkisi olduğu, var olan etkinin de kısa dönemli gerçekleştiği ve uzun dönemde yağışın tüketim üzerinde tepkisiz olduğu görülmektedir. Sıcaklık derecesi düştükçe doğal gaz tüketimi artmaktadır ancak bu ilişki büyüme oranları ile doğal gaz tüketimi arasındaki ilişki kadar güçlü değildir. Yani Türkiye’de görece daha sıcak geçen ancak yüksek büyüme oranlarının yakalandığı dönemlerde doğal gaz tüketimi çok fazla azalış göstermeden belirli bir düzeyde devam etmiştir. Diğer bir değişken nüfus artış hızı ile doğal gaz tüketimi arasındaki ilişki açısından bakıldığında; nüfusun, doğal gaz tüketimi üzerindeki etkisinin sıcaklık ve yağış değişkenlerinden daha fazla etkili olduğu görülmektedir. Benzer şekilde büyüme oranı gibi nüfus artış oranı hızlandıkça doğal gaz tüketimi artmaktadır. Ancak bu etki büyüme oranının etkisinden daha azdır. Kısaca doğal gaz tüketimini etkileyen dört önemli değişkeni etki sırası ile belirtecek olursak; iktisadi büyüme, nüfus artış hızı, sıcaklık derecesi ve son olarak yağış miktarı şeklinde gerçekleşmektedir.

Türkiye’de doğal gaz tüketimi bazı seneler hariç artarak devam etmiştir. Doğal gaz altyapı ağının seneler içerisinde tam anlamıyla gerçekleşmesi bu durumun oluşmasında etkili olmuştur. Ancak, piyasanın hareketli olduğu ve yüksek büyüme oranlarının gerçekleştiği yıllarda doğal gaz tüketiminin belirgin şekilde artması veya iktisadi durgunluk dönemlerinde doğal gaz tüketimin azalması, doğal gaz tüketimi üzerinde etkili olan en önemli faktörün iktisadi büyüme oranları olduğu konusunda daha fazla bilgi sunmaktadır.

Türkiye, enerji alanında son yıllarda yapılan atılımlara ve enerji kaynakları arzını arttırmaya yönelik politika değişikliklerine rağmen hala büyük bir enerji ithalatçısı konumundadır. Cari açığımızın yaklaşık %25'lik kısmı enerji ithalatı sebebiyle gerçekleşmektedir. Enerji alanında yüksek düzeyde ithalat yapan Türkiye'nin, cari açığı azaltmak için bu ithalatı düşürecek politikalara ihtiyaç duyduğu açıktır. Bu durum, enerji sektöründe geleceğe yönelik planlama yapmanın zaruri olduğunu göstermektedir. Enerji kaynakları açısından geleceğe yönelik projeksiyonlar, geçmişteki davranışlara dayanarak yapılan yaklaşık tahminleri içermektedir. Bu projeksiyonlarda, özellikle seneler içerisindeki tüketim miktarları ve bu tüketimi etkileyen faktörlerin rolü belirleyici bir öneme sahiptir. Doğal gaz hakkında yapılacak planlamalarda dikkate alınması gereken en önemli faktör iktisadi büyüme ve bu alandaki politikalar olmalıdır. Bu çalışmadaki doğal gaz tüketimini etkileyen faktörler olarak belirlenen değişkenler ve etki düzeyleri, doğal gaz hakkında geleceğe yönelik yapılacak projeksiyonlarda araştırmacılar tarafından dikkate alınabilir. Ayrıca burada yapılan incelemeler, doğal gaz tüketim tahmini ve doğal gaz planlaması adına yapılacak çalışmalara bir aşama olarak görülebilir. Sonraki çalışmalarda, Türkiye genelinde ve bölgelerde sanayide kullanılan doğal gazın daha detaylı analizi yapılarak, illerde doğal gaz tüketim planlaması için spesifik politika önerileri geliştirilebilir. Geliştirilecek politika önerileri, organize sanayi bölgeleri ve sanayi faaliyetlerinin çeşitlendirilmesi gibi planlamalarla illerin büyüme potansiyelini ortaya çıkarmada katkı sağlayacak; ayrıca yerel ekonomilerin güçlendirilmesine, istihdam fırsatlarının artırılmasına ve enerji verimliliğinin iyileştirilmesine de destek olacaktır.

KAYNAKÇA

- 4646 Sayılı Kanun. (18 Nisan 2001). *Doğal Gaz Piyasası Kanunu*. T.C. Resmi Gazete: <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.4646.pdf>
- 6360 Sayılı Kanun. (11 Kasım 2012). *Büyükşehir Belediyesi Kanunu*. T.C. Resmi Gazete: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121206-1.htm>
- Adıgüzel, A. O. (2013). Biyoetanolün Genel Özellikleri ve Üretimi İçin Gerekli Hammadde Kaynakları. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 2(2), 204-220.
- Akel, V. & Gazel, S. (2015). Döviz Kurları İle Bıst Sanayi Endeksi Arasındaki Eşbütünleşme İlişkisi: Bir Ardl Sınır Testi Yaklaşımı. *Erciyes Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (44), 23-41.
- Akpolat, A. G. & Altıntaş, N. (2013). Enerji Tüketimi ile Reel GSYİH Arasındaki Eşbütünleşme ve Nedensellik İlişkisi: 1961-2010 Dönemi. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 115-127.
- Albayrak, B. (2011). *Elektrik Enerjisi Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Finansmanı: Bir Uygulama* (Yayın No 279937) [Doktora Tezi, Kadir Has Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Alexander, J. W. (1963). *Economic Geography*. Prentice-Hall, 255-259, New Jersey.
- Aras, N. K. (2009). *Nükleer Gücün Temsili*. Türkiye Bilimler Akademisi Forumu, Birinci Basım, Yeni Reform Matbaacılık, Ankara.
- Aydın, R. (2022). *Türkiye Doğal Gaz Tüketiminin Modellenmesi ve Tahmini: Enerji Tedarik Verimliliğine Yönelik Strateji Önerileri* (Yayın No 743595) [Doktora Tezi, İstanbul Medipol Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Bakkal, S. (2023). *Türkiye İçin Doğal Gaz Talep Tahmini* (Yayın No 819096) [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Başkentgaz. (2023). *Başkent Doğalgaz Dağıtım Faaliyet Raporu*. Ankara. <https://www.baskentdogalgaz.com.tr/uploads/3d89aa3f-35f3-4e06-86c0-e696eccf7d59.pdf>
- Bayraç, H. N. (2018). Uluslararası Doğalgaz Piyasasının Ekonomik Yapısı ve Uygulanan Politikalar. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 13(3), 13-36.
- Branson, W. H. (1995). *Makro İktisat Teorisi ve Politikası (İ. Kanyılmaz, Çev.)*. Alfa Yayınları, s.4-12.
- Bostan, İ. (1990). Osmanlı Topraklarında Petrolün Bulunuşu ve İskenderun'da ilk Petrol İşletme Çalışmaları. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 129-135.
- BOTAŞ. (2023). *Faaliyet Raporu*. Almanak 2023, Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş. (BOTAŞ), Ankara. <https://www.botas.gov.tr/uploads/sayfaResim/730561-botasalmanak2023.pdf>

- BOTAŞ. (2018). *Sektör Raporu*. Strateji Geliştirme Daire Başkanlığı, BOTAŞ, Ankara.
<https://www.botas.gov.tr/uploads/galeri/844491-2018sektorraporu.pdf>
- Bölük, G. & Koç, A. A. (2008). Dünya’da ve Türkiye’de Biyo-yakıtlar: Üretim, Politikalar, Maliyet ve Etkileri. *İktisat, İşletme ve Finans Dergisi*, Vol.23, Sayı:269, s. 25-50.
- Bulut, R. (2023). Dünya enerji kaynaklarının gelişimi: Rusya Federasyonu Örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 25(3), 972-989.
- BP. (2022). *Statistical Review of World Energy 2022*. 71st Edition, BP.
<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2022-full-report.pdf?ysclid=Izqozk4bkj662784669>
- Chang, T. & Gupta, R. & Inglesi-Lotz, R. & Masabala, L.S. & Simo-Kengne, B.D. & Weideman, J.P. (2016). The Causal Relationship Between Natural Gas Consumption And Economic Growth: Evidence From The G7 Countries. *Applied Economics Letters*, 23(1), 38-46.
- Clark, G. (2013). *Fukaralığa Veda Dünyanın Kısa İktisadi Tarihi* (E. Demircioğlu, Çev.). Bilgi Üniversitesi Yayınları, Birinci Baskı, İstanbul.
- Coşar, N. & Bildirici, M. (Ed.). (2010). *Tarihi, Siyasi, Sosyal Gelişmelerin Işığında Türkiye Ekonomisi 1908-2008*. Ekin Yayınevi, İstanbul.
- Coplugil, A. (2018). *Helenistik Dönemde Mekanik Anlayışı: Tekhnê'den Automata'ya Geçiş* (Yayın No 529803) [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Medeniyet Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Çaşkurlu, S. (2022). ABD-Çin Hegemonya Mücadelesi: Kaya Gazı Devrimi, Yenilenebilir Enerji ve Nadir Elementler. *Fiscaoeconomia*, 6(1), 59-80.
- Çelik, M. E. (2021). *Sinop İlinde Doğal Gaz Tüketim Profiline Araştırılması ve Yapay Sinir Ağlarıyla Modellenmesi* (Yayın No 668568) [Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Çil, N. (2014). *Finansal Ekonometri*. Der Yayınları, İstanbul.
- Davutoğlu, N. A. (2020). Üçüncü ve Dördüncü Sanayi Devrimleri Arasındaki Temel ve Sistemik Farklılıkların Determinist Bir Yaklaşımla Analizi. *Management and Political Sciences Review*, 2(1), 176-194.
- Demir, İ. (2008). OPEC: Güçlü Bir Kartel. *SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18, 231-246.
- Diamond, J. (2018). *Tüfek, Mikrop ve Çelik* (Ü. İnce, Çev.). Pegasus Yayınları, Birinci Baskı, İstanbul.
- Dilek, Ö. (2021). Doğalgaz Kullanım Tercihinde Etkili Olan Sosyo-Ekonomik Faktörlerin Analizi: Rize Örneği. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25(3), 951-967.
- Diğer, İ. (2019). *Tüba-Nükleer Enerji Raporu*. Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, Tek Ses Ofset Matbaacılık, Ankara.
- Diğer, İ. & Ezan, M.A. (2021). *Türkiye Bilimler Akademisi Doğal Gaz Raporu*. Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, Tek Ses Ofset Matbaacılık, Ankara.

- Dinçer, İ. & Ezan, M. A. (2020). *Tüba-Jeotermal Enerji Teknolojileri Raporu*. Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları, Berk Grup Matbaacılık, Ankara.
- Dinçer, F. & Atik, İ. & Yılmaz, Ş. & Çıngı, A. (2017). Hidrolik Enerjisinden Yararlanmada Ülkemiz ve Gelişmiş Ülkelerin Mevcut Durumlarının Analizi. *DÜMF MD*, 8(3), s. 555–561.
- Dokuzlar, B. (2006). *Dünya Güç Dengesinde Yeni Silah Doğal Gaz (Orta Asya'dan-Avrupa'ya)*. IQ Kültür Sanat Yayıncılık, İstanbul.
- Durak, M. (2016). *Güneş Enerjisi: Teori ve Uygulama*. TMMOB Makine Mühendisleri Odası, MMO Enerji Köşesi, Türkiye Yayınları, İstanbul.
- Durak, M. & Özer, S. (2012). *Rüzgâr Enerjisi: Teori ve Uygulama*. Enermet Enerji Meteoroloji Müşavirlik ve Mümessillik Ltd., İkinci Baskı, Ankara.
- Eğilmez, M. & Kumcu, E. (2011). *Ekonomi Politikası Teori ve Türkiye Uygulaması*. Remzi Kitabevi, On Altıncı Basım, İstanbul.
- EIA. (2021). *International Energy Outlook 2021*. Energy Information Administration, Washington, DC, U.S.
- Elmas, M. (2019). Petrol Endüstrileri ve Petrol İhraç Eden Ülkeler. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(3), 29-41.
- Engin, N. (2010). Enerji Kaynağı Olarak Doğal Gaz ve Türkiye. *Marmara Coğrafya Dergisi*, İstanbul.
- Engin, N. (1985). Petrol ve Türkiye. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Maliye Araştırma Merkezi Konferansları*, 105-120, İstanbul.
- Enerdata. (2023). World Energy & Climate Statistics-Yearbook 2023. <https://yearbook.enerdata.net/coal-lignite/coal-world-consumption-data.html>
- Enerji Atlası. (2023). Ülkelere Göre Petrol Rezervi. <https://www.enerjiatlası.com/rezerv/dunya-petrol-rezervi.html>
- EPDK. (2022). *Doğalgaz Piyasası Sektör Raporu*. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Ankara.
- EPDK. (2012). *Doğalgaz Piyasası Sektör Raporu*. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Ankara.
- ETKB. (2022). *Türkiye Ulusal Enerji Planı*. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara. <https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/EIGM/tr/Raporlar/TUEP/T%C3%BCrkiye%20Ulusal%20Enerji%20Plan%C4%B1.pdf>
- ETKB. (2022). *2022 Yılı Ulusal Enerji Denge Tablosu*. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Erbaş Doğan, G. (2017). Karadeniz Bölgesinde Boru Hatları Jeopolitiği. *Karadeniz Araştırmaları Merkezi*, XV/57, s.17-31.
- Erdal, L. & Karakaya, E. (2012). Enerji Arz Güvenliğini Etkileyen Ekonomik, Siyasi ve Coğrafi Faktörler. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, s. 107-136.
- Ertürk, M. (2011). *Dünya'da ve Türkiye'de Doğal Gaz Sektörü ve İnovasyon Etkileri*. İstanbul Ticaret Odası Yayınları, İstanbul.

- Erkin, T. (1968). Türkiye Kömür Madenciliği ve Geleceği. *İTÜ Maden Fakültesi 15. Kuruluş Yıldönümü Konuşması*, Cilt: VIII, Sayı: 1, İstanbul.
- Eskin, M. C. (2018). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevreye ve Ekonomiye Etkisi*. Mali Hizmetler Uzmanlığı Uzmanlık Tezi, Ankara.
- Freyer, H. (2018). *Sanayi Çağı (B. Akarsu & H. Batuhan, Çev.)*. Doğu Batı Yayınları, Ankara.
- Gazbir. (2022). *Türkiye Doğal Gaz Dağıtıcıları Birliği 2022 Yılı Doğal Gaz Dağıtım Sektörü Raporu*. Ankara. <https://www.gazbir.org.tr/GAZBIR-2022-Yili-Dogal-Gaz-Dagitim-Sektoru-Raporu/>
- Genç, H. (2007). *Ereğli Kömür Madenleri (1840-1920)* (Yayın No 207949) [Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Gökdemir, M. & Kömürcü, M.İ. & Evcimen, T.U. (2012). Türkiye’de Hidroelektrik Enerji ve HES Uygulamalarına Genel Bakış. *T.M.M.O.B. İnşaat Mühendisleri Odası İnşaat Mühendisliği Kurultayı*, Sayı: 471, 57/2012-1.
- Gökgedik, H. (2013). *İleri Ekserji Analizi ile Jeotermal Güç Sisteminde Termodinamik Performansın İyileştirilmesinin Tespiti* (Yayın No 343622) [Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Gülcü, Y. & Hatırlı, S. A. (2012). Doğalgaz Kullanımını Etkileyen Sosyo-Ekonomik Faktörlerin Analizi: Isparta İli Örneği. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11, 83-95.
- Güner, A.Ü. (2020). *Uluslararası İlişkilerde Güç Kavramı Enerji Kaynaklarının Güce Etkisi*. Sosyal Bilimler Perspektifinden Güç, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Güran, T. (1997). *İktisat Tarihi*. Acar Yayıncılık, İstanbul.
- Granger, C.W.J. & Newbold, P. (1974). Spurious Regressions in Econometrics. *Journal of Econometrics*, 2, 111-120.
- Hutten, T. (1981). Methanogenesis Studies Of The Process And The Micro-Organisms Involved In Methane Formation. *Radboud University Nijmegen Catholic University Mathematics And Natural Sciences Phd Thesis*, 1-160.
- IEA. (2021). *World Energy Outlook 2021*. International Energy Agency, Paris.
- Işık, C. (2010). Natural Gas Consumption And Economic Growth In Turkey: A Bound Test Approach. *Energy System*, 1, 441-456.
- Işık, N. & Acar, M. (2006). İmalat Sanayi ve Tekstil Sektörü İçin Cobb-douglas, Ces ve Translog Üretim Fonksiyonlarının Tahmini. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 6(11), 91-109.
- İGDAŞ. (2023). *İstanbul Büyükşehir Belediyesi İGDAŞ Faaliyet Raporu*. İstanbul. <https://uploads.ibb.istanbul/uploads/2023 Faaliyet Raporu 1 fa79d76a01.pdf>
- İGDAŞ. (1999). *İGDAŞ Şebeke Aktiviteleri*. Temel Doğal Gaz Eğitim Notları, İGDAŞ Yayınları 1, İstanbul.
- İnan, İ. (2008). *İGDAŞ Doğal Gaz İşletmecilik Sözlüğü*. İGDAŞ Genel Müdürlüğü, İGDAŞ Yayınları:19, Birinci Baskı, İstanbul.

- İnce, U. (2005). *A Case Study Of Material Testing For Corrosion In Low Temperature Geothermal Systems*. School Of Engineering And Science Of Izmir Institute Of Technology, Master Of Science, Izmir.
- İzolluoğlu, C. (2019). *Zaman Serisi Birim Kök Testleri ve Bir Uygulama*. İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Malatya.
- Kademli, M. (2017). Hidrojen Enerjisi, Potansiyeli ve Geleceği. *Mesleki Bilimler Dergisi*, 6 (2), s.106-110.
- Kapluhan, E. (2014). Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Biyokütle Enerjisinin Dünyadaki ve Türkiye’deki Kullanım Durumu. *Marmara Coğrafya Dergisi*, Sayı: 30, s.97-125, İstanbul.
- Kara, M. (2012). Cumhuriyet Donemi’nde Ereğli Kömür Havzası (1920-1940). *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14 (1), s. 111-137.
- Karabulut, Y. (1999). *Enerji Kaynakları*. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.
- Karagöl, E.T. & Kaya, S. (2016). *LNG’ nin Dünya Enerji Ticaretindeki Yeri*. Seta Yayınları, Birinci Baskı, İstanbul.
- Karataşlı, M. & Özer, T. & Varinlioğlu, A. (2016). Enerji ve Çevre. *İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi* 30, s. 103-124, İstanbul.
- Karaosmanoğlu, F. (1990). *Alkollü Benzinlerin Alternatif Motor Yakıtı Olarak Değerlendirilmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, s.1-117, İstanbul.
- Kavaz, İ. Ed. (2022). *Türkiye’nin Enerjisi Politikalar ve Stratejiler*. Seta Vakfı İktisadi İşletmesi, İstanbul.
- Kaya Caner, B. (2020). Türkiye Doğal Gaz Piyasası Genel Görünümü ve EPDK’nın Düzenleme Çalışmaları. TÜBA–Doğal Gaz Çalıştay ve Paneli, 8-9 Ekim 2020.
- Kaya, M. (2016). *Petrolün Kısa Tarihi; Petrol Gerçekleri ve Türkiye*. Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO), Ankara.
- Kennedy, J. L. (1993). *Oil And Gas Pipeline Fundamentals*. PennWell Publishing Company, 4-5, Tulsa, Oklahoma.
- Kervankıran, İ. (2012). Afyonkarahisar İlinde Jeotermal Enerji Kullanımı Ve Sorunları. *Marmara Coğrafya Dergisi Sayı: 25*, s. 108-126.
- Kılıç, F. Ç. & Kılıç, M. K. (2013). Jeotermal Enerji ve Türkiye. *Mühendis ve Makina*, cilt 54, sayı 639, s. 45-56.
- Kılıç, F. & Oral, M. (2023). *Alternatif Bir Kaynak Olarak Türkiye’de Hidrojen Enerjisi*. İksad Yayın Evi, Ankara.
- Kocatürk, A. S. & Ünsan, Y. (2015). Rüzgâr Enerji Santrallerinin Tarihsel Gelişimi ve Açık Deniz Rüzgâr Enerji Santrallerinin Tipleri. *İTÜ Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi GIDB Dergi*, Sayı 2, 3-16, İstanbul.
- Koç, E. & Kaya, K. (2015). Enerji Kaynakları–Yenilenebilir Enerji Durumu. *Mühendis ve Makine Dergisi*, cilt 56, sayı 668, s. 36-47.
- Kütükçüoğlu, A. (2020). *Dünden Bugüne Türkiye’de Nükleer Enerji*. Fizik Mühendisleri Odası, Tekses Ofset Matbaacılık, s. 1-376, Ankara.

- Liu, G. & Dong, X. & Jiang, Q. & Dong, C. & Li, J. (2018). Natural Gas Consumption Of Urban Households In China And Corresponding Influencing Factors. *Energy Policy*, 122, 17-26.
- Naycı, N. & Bozkurt, T. (2022). Türkiye’de Petrol Sanayinin Tarihsel Gelişimi ve Endüstri Mirası Bağlamında Batman ve Ataş Rafineri Tesisleri. *ÜBA-KED Türkiye Bilimler Akademisi Kültür Envanteri Dergisi* (26), 31-54.
- Nkoro, E. & Uko, A.K. (2016) Autoregressive Distributed Lag (ARDL) Cointegration Technique: Application and Interpretation. *Journal of Statistical and Econometric Methods*, 5, 63-91.
- Oktay, E. & Naralan, A. & Özçomak, M. S. (2010). Konutlardaki Doğal Gaz Sisteminin Tercih Edilmesinde Etkili Olan Faktörlerin Araştırılması: Erzurum Örneği. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 341-353.
- Oruç M. & Yayla S. (2020). Petrol-Su Ayrışma Sistemlerindeki Birleştirilmiş Plakaların Ayrışma Verimliliği Üzerindeki Etkisinin Deneysel Olarak İncelenmesi. *BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 7. Cilt, 163-174.
- Öger Gürbüz, Ö. (2006). *Pelton Tipi Rüzgar Türbini Kullanarak Elektrik Enerjisi Üretme* (Yayın No 180230) [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Örki, A. (2019). *1973 Petrol Krizi ve Sonuçları*. İstanbul Rumeli Üniversitesi Açık Erişim Sistemi Working Paper (Çalışma Metni), s. 5-9, İstanbul.
- Özcan, H. E. (2006). *Fotoğraflarla Ulusal Petrol 1929- 1954*. TPAO Arama Daire Başkanlığı Arşiv ve Tarih Yayınları I, Ankara.
- Özçelik, H. (2018). *Doğal Gaz Dağıtım ve Satış İşletmelerinde Özellik Arz eden Muhasebe İşlemleri: İGDAŞ Örneği* (Yayın No 533066) [Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi
- Özçomak, M.S. & Oktay, E. & Özer, H. (2006). Erzurum İlinde Potansiyel Doğalgaz Talebini Etkileyen Faktörlerin Tespiti. *EKEV Akademi Dergisi*, cilt 10.
- Özdemir, Z. Ö. & Mutlubaş, H. (2016). Biyodizel Üretim Yöntemleri ve Çevresel Etkileri. *Kirklareli University Journal of Engineering and Science* 2, 129-143.
- Özdemir, Ö. (2017). *Doğal Gaz Piyasaları: Türkiye Enerji Güvenliği Üzerinde Tezler*. Kaynak Yayınları, İstanbul.
- Özgen, H. (1987). *Üretim Yönetimi*. Bizim Büro Basımevi, s. 2-5, Adana.
- Öztürk, İ. & Karpuz, S. (Ed.). (2006). *Türkiye’nin Enerji Ekonomisi ve Petrolün Geleceği*. Müsiad Araştırma Raporları, Tavaslı Matbaacılık, İstanbul.
- Öztürk, S. & Saygın, S. (2017). 1973 Petrol Krizinin Ekonomiye Etkileri ve Stagflasyon Olgusu. *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(12), 1-12.
- Pachauri, S. (2004). An Analysis Of Cross-Sectional Variations In Total Household Energy Requirements In India Using Micro Survey Data. *Energy Policy*, 32(15), 1723–1735.
- Pesaran, M. H. & Shin, Y. & Smith, R. J. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of applied econometrics*, 16(3), 289-326.

- Petform. (2013). *Türkiye Doğalgaz Ticareti Üssünün / Borsasının Geliştirilmesi. Aralık 2013, Petrol ve Doğal Gaz Platformu Derneği, Ankara.* https://docs.petform.org.tr/docs/report_10_turkish_natural_gas_market_report_son_18122013.pdf
- Petform. (2012). *Petform Faaliyet Raporu*, Petrol ve Doğal Gaz Platformu Derneği, Ankara. https://docs.petform.org.tr/docs/4_faaliyet_raporu_2012.pdf
- Petrol-İş. (2007). Türkiye’de Petrol Faaliyetleri ve TPAO. *Petrol-İş Dergisi Petrol-İş Yayını:106*, RMS Matbaacılık, İstanbul.
- Qanbari, M. & Javadi, S. & Sabbaghi Nadooshan, R. (2013). The Forecasting Of Iran Natural Gas Consumption Based On Neural-Fuzzy System Until 2020. *International Journal Of Smart Electrical Engineering*, 2(3), 181- 184.
- Roy, R. N. (2005). *Modern Approach to Operations Management*. New Age International Publishers, s. 1-5, New Delhi.
- Sakal, M. (2015). *Nükleer Füzyon Enerjisi Üreten Reaksiyonlarda Kullanılan Çekirdeklerin Yapılarının İncelenmesi* (Yayın No 380362) [Yüksek Lisans Tezi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Salter, S. H. (1974). *Wave Power, Bionics Research Laboratory*. University of Edinburgh, Nature Publishing Group, s.721-724, Edinburgh UK.
- Sayın, S. & Koç, İ. (2011). Güneş Enerjisinden Aktif Olarak Yararlanmada Kullanılan Fotovoltaik (Pv) Sistemler ve Yapılarda Kullanım Biçimleri. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 26(3), 89-106.
- Sekin, S. (2013). Türkiye’de Petrol. *Marmara Coğrafya Dergisi* (2), 122-127, İstanbul.
- Sekin, S. (1999). Enerji ve Hammadde Kaynağı Olarak Petrol. *Öneri Dergisi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul.
- Sensoy, S. & Eken, M. & Sağır, R. & Ulupınar, U. (2007). Türkiye Uzun Yıllar Isıtma ve Soğutma Gün Dereceleri. *Makine Mühendisleri Odası İklimlendirme Konferansı*, 1. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara. https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/14_isitma_sogutma.pdf
- Serpen, U. (2005). Jeotermal Enerjinin Türkiye ve Dünyada Kullanımı. *Jeotermal Enerji Semineri*, s.435-447.
- Smith, R. V. (1990). *Practical Natural Gas Engineering*. PennWell Publishing Company, 14-15, Oklahoma.
- Solak, A. O. (2012). Petrol Fiyatlarını Belirleyici Faktörler. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 4(2), 117-124.
- Şen, Z. (2002). *Temiz Enerji ve Kaynakları*. Su Vakfı Yayınları, 18-19, İstanbul.
- Tarı, R. (2000). İzmit’te Doğal Gaz Kullanımını Etkileyen Faktörler. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1, s. 69-76.
- Taş S. & Günay E. (2015). Antik Çağ Toplamlarının Özellikleri, Geleneksel Statüleri ve İktisadi Yapıyı Belirleyen Kurumları. *KSÜ Sosyal Bilimler Dergisi / KSU Journal of Social Sciences*, 12 (2).

- Taşkıner, B. (2018). *Ankara İli Doğal Gaz Tüketiminin Yapay Sinir Ağları İle Öngörüsü* (Yayın No 512373) [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- TKİ. (2022). T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, *Kömür 'Linyit' Sektör Raporu*, Ankara.
- TMD. (2004). *Türkiye Madenciler Derneği Kömür ve Sektörde Bir Örnek Olay: Çayırhan*, Sell Tanıtım Baskı, İstanbul.
- TMMOB. (2023). *Türkiye Enerji Görünümü*, TMMOB Enerji Çalışma Grubu, Ankara. [mmo.org.tr/sites/default/files/gonderi_dosya_ekleri/Türkiye Enerji Görünümü 2023 Sunum Mayıs 2023 A.pdf](https://mmo.org.tr/sites/default/files/gonderi_dosya_ekleri/Türkiye_Enerji_Görünümü_2023_Sunum_Mayıs_2023_A.pdf)
- TMMOB. (2022). *Türkiye'nin Enerji Görünümü*, TMMOB Oda Raporu, Yayın No: MMO/731, Ankara. <https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/teg%202022.pdf>
- TPAO. (2023). *Türkiye Petrolleri A.O. Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu*. Ankara. <https://www.tp.gov.tr/file/2405/tpao-2023-petrol-ve-dogal-gaz-sektor-raporu-19746659d1d4d2383.pdf>
- TSKB. (2019). *Doğal Gaz Sektörü*. Türkiye Sınai Kalkınma Bankası, İstanbul. <https://www.TSKB.com.tr/uploads/file/dogalgaz-tr-web.pdf>
- Ticaret Bakanlığı. (2024). T.C. Ticaret Bakanlığı Ekonomik Görünüm Ocak 2024. <https://ticaret.gov.tr/data/5e18288613b8761dccc355ce/Ekonomik%20G%C3%B6r%C3%BCn%C3%BCm%202024%20Ocak.pdf>
- Tuna, Ç. (2019). *Doğal Gaz Talep Tahmini: Erzurum İli Üzerine Bir Uygulama* (Yayın No 572263) [Yüksek Lisans Tezi, Erzurum Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- TÜİK. (2024). *Dış Ticaret İstatistikleri*, Yıllara Göre Dış Ticaret, Ankara. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Dis-Ticaret-Istatistikleri-Haziran-2024-53530&dil=1>
- TÜİK. (2024). *Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi İstatistikleri*, Ankara. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayal%C4%B1-N%C3%BCfus-Kay%C4%B1t-Sistemi-Sonu%C3%A7lar%C4%B1-2023-49684&dil=1>
- TÜİK. (2023). *Yıllık Gayri Safi Yurt İçi Hâsıla*, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Yillik-Gayrisafi-Yurt-Ici-Hasila-2022-49742>
- TÜİK. (2023). *İl Bazında Gayrisafi Yurt İçi Hâsıla*, Türkiye İstatistik Kurumu, Ankara. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Il-Bazinda-Gayrisafi-Yurt-Ici-Hasila-2022-45867>
- UGETAM. (2016). *Genel Doğal Gaz*, UGETAM Yayınları, İstanbul. <https://ugetam.istanbul/wp-content/uploads/2020/12/Genel-Dogalgaz.pdf>
- Uslu, K. & Sözen, İ. & Çelik, A. A. (2007). Enerji Kaynaklarından Petrol Ve Doğalgazdaki Tekel Oluşumları. *Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* (1), 2007, 82- 107.
- Uzunoğlu, İ. S. & Arzova, S. B. (2019). İkinci Petrol Krizi: Nedenleri, Dünya ve Türkiye Ekonomisine Etkileri. *Türkiye'nin Ekonomik Krizleri, İstanbul Okan Üniversitesi*, s. 143-160.

- Ünsal, E. (2004). *Mikro İktisada Giriş*. Gözden Geçirilmiş İkinci Baskı, Turhan Kitabevi, Ankara.
- Verhallen, T. M. M. & Van Raaij, W. Fred (1981). Household Behavior And The Use Of Natural Gas For Home Heating. *Journal of Consumer Research*, 8(3), 253-257.
- Waters, R. (2008). Energy from Ocean Waves Full Scale Experimental Verification of a Wave Energy Converter. *Department of Engineering Sciences*, Box 534, Uppsala University, SE-75121 Uppsala, Sweden.
- Yaman, M. & Haşıl, F. (2018). Türkiye’deki Hidroelektrik Santrali (Hes) Uygulamalarına Çevre Açısından Bakış. *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi*, 3(5), 145-156.
- Yardımcı, O. (2011). Türkiye Doğal Gaz Piyasası: Geçmiş 25 Yıl, Gelecek 25 Yıl, *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 3(2), 157-166.
- Yaylalı, M. (2004). *Mikro İktisat*. Üçüncü Baskı, Beta Basım Yayınları, İstanbul.
- Yergin, D. (2014). *Enerjinin Geleceği (Ü. Şensoy, Çev.)*. Optimist Yayınları, İstanbul.
- Yılmaz, C. (2022). *Yapay Sinir Ağları İle Denizli İli Doğal Gaz Tüketim Analizi Ve Tahmini* (Yayın No 759275) [Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Yılmaz, N. (2010). Temel İşletme: Girişimcilik, İş Kurma ve Yönetim, İçinde Akın, B. H. (Ed.). *İşletmelerde Üretim Yöntemi*, 1. Baskı, Liberte Yayınları, İstanbul.
- Yılmaz, A. (2012). *Türkiye’de Sektörel Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler ve Alternatif Enerji Politikaları* (Yayın No 312387) [Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Yolcan, O.O. & Köse, R. (2020). Türkiye’nin Güneş Enerjisi Durumu Ve Güneş Enerjisi Santrali Kurulumunda Önemli Parametreler. *Kırklareli Üniversitesi Mühendislik Ve Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 196-215.
- York, R. (2007). Demographic Trends And Energy Consumption In European Union Nations. 1960–2025, *Social Science Research*, 36, 855–872.
- Zaim, A. & Çavşı, H. (2018). Türkiye’deki Jeotermal Enerji Santrallerinin Durumu. *Mühendis ve Makine*, cilt 59, sayı 691, s. 45-58.