

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

**TÜRKİYE’NİN ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ:
TÜRKİYE’NİN ENERJİ KAYNAKLARININ
ENERJİDE DIŞA BAĞIMLILIK KARŞISINDA
ETKİN KULLANIMI**

Yüksek Lisans Tezi

GÜNEY YAĞCI

İSTANBUL, 2021

T.C.

BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

KÜRESEL SİYASET VE ULUSLARARASI İLİŞKİLER

YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**TÜRKİYE’NİN ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ:
TÜRKİYE’NİN ENERJİ KAYNAKLARININ
ENERJİDE DIŞA BAĞIMLILIK KARŞISINDA
ETKİN KULLANIMI**

Yüksek Lisans Tezi

GÜNEY YAĞCI

Tez Danışmanı: ZEKERİYA TÜZEN

İSTANBUL, 2021



BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

...../...../.....

YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY FORMU

Program Adı:	Küresel Siyaset ve Uluslararası İlişkiler
Öğrencinin Adı Soyadı:	Güney YAĞCI
Tezin Adı:	Türkiye'nin Enerji Dönüşümü: Türkiye'nin Kaynaklarının Dışa Bağımlılık Karşısında Etkin Kullanımı
Tez Savunma Tarihi:	11.06.2021

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Doç. Dr. Burak KÜNTAY
Enstitü Müdürü

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

	Ünvanı, Adı Soyadı	
Tez Danışmanı:	Dr. Öğr. Üyesi Zekeriya TÜZEN	
2. Üye :	Doç. Dr. Esra ALBAYRAKOĞLU	
3. Üye :	Dr. Öğr. Üye Yüksel Alper ECEVİT	

Kızım Nil ve Eşim İclal'e



TEŐEKKÖR

Bu tez çalışmasının planlanmasında, araştırılmasında, yürütölmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren Sayın Hocam Dr. Öğr. Üye. Zekeriya TÜZEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Kıymetli eşim İclal YAĞCI ve kardeşim Doruk YAĞCI'ya manevi yardımlarını esirgemedен yanımda oldukları için tüm kalbimle teşekkür ederim.

İstanbul, 2021

Güney YAĞCI

ÖZET

TÜRKİYE’NİN ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ: TÜRKİYE’NİN ENERJİ KAYNAKLARININ ENERJİDE DIŞA BAĞIMLILIK KARŞISINDA ETKİN KULLANIMI

Güney Yağcı

Küresel Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Yüksek Lisans Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üye. Zekeriya TÜZEN

Mayıs 2021, 123 sayfa

Türkiye artan enerji ihtiyacının büyük bir kısmını ithal enerji ile karşılamakta ve bu husus Türkiye’nin iç ve dış politikasına olumsuz etki etmektedir. Bu çalışma Türkiye’nin enerji güvenliğini sağlamak ve enerjide dışa bağımlılığını azaltmak buna bağlı olarak da Türkiye’nin uluslararası arenada daha etkin stratejiler izleyebilmesi amacıyla Türkiye’nin enerji gücünü irdelemektedir. Bu amaçla, yenilenebilir enerji, enerji çeşitliliği, enerji güvenliği gibi anahtar kelimeler tanımlanmıştır. Bu tez enerji dönüşümü sürecinde bulunan Türkiye’nin fosil ve yenilenebilir enerji kaynaklarını veriler ışığında ortaya koyarken Türkiye’deki enerji kaynaklarının genel görünümünü de incelemektedir. Türkiye’nin enerji çeşitliliğini ve enerji verimliliğini arttırabilmesi, enerjide dışa bağımlılığını azaltabilmesi için Türkiye’nin enerji potansiyelini kullanımının yanı sıra bölgesel enerji merkezi olabilmesi amacıyla da izlemesi gereken enerji politikalarına değinilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji Verimliliği, Yenilenebilir Enerji, Enerji Çeşitliliği, Enerji Güvenliği

ABSTRACT

TURKEY'S ENERGY TRANSFORMATION: UTILIZING TURKEY'S ENERGY RESOURCES EFFECTIVELY AGAINST EXTERNAL DEPENDENCE IN ENERGY

Guney Yagci

Global Politics And International Relations Master's Program

Thesis Supervisor: Asst. Prof. Dr. Zekeriya TUZEN

May 2021, 123 pages

Turkey meets a large part of its increasing energy need with imported energy and this issue negatively affects Turkey's domestic and foreign policy. This study examines the energy power of Turkey in order to ensure Turkey's energy security and reduce its dependence on foreign energy. Thereby, Turkey can follow more effective strategies in the international arena. For this purpose, keywords such as renewable energy, energy diversity, energy security have been defined. This thesis reveals the fossil and renewable energy resources of Turkey in the process of energy transformation. For the purpose of increasing its energy diversity and energy efficiency and reducing its dependency on foreign energy, besides, for becoming a regional energy center, the strategies that Turkey must has and Turkey's energy potential are mentioned.

Keywords: Energy Efficiency, Renewable Energy, Energy Diversity, Energy Security

İÇİNDEKİLER

TABLOLAR	x
ŞEKİLLER	xi
KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. ENERJİ, ENERJİNİN SINIFLANDIRILMASI VE ENERJİ GÜVENLİĞİ	8
2.1 ENERJİNİN TANIMI	8
2.2 ENERJİNİN KULLANIŞLARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI.....	9
2.2.1 Yenilenemez Enerji	9
2.2.2 Yenilenebilir Enerji.....	10
2.3 ENERJİ GÜVENLİĞİ VE ENERJİ GÜVENLİĞİNE BAĞLI KAVRAMLAR	11
2.3.1 Enerji Güvenliği	12
2.3.2 Enerji Diplomasisi	13
2.3.3 Enerji Bağımlılığı	14
2.3.4 Enerji Yönetimi	15
2.3.5 Enerji Çeşitliliği.....	16
2.3.6 Enerji Verimliliği.....	16
2.3.7 Alternatif Enerji	18
2.4 ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ	19
3. TÜRKİYE’NİN KULLANIŞLARINA GÖRE ENERJİ KAYNAKLARI	21
3.1 TÜRKİYE’NİN YENİLENEMEZ ENERJİ KAYNAKLARI	22
3.1.1 Türkiye’nin Doğal Gaz İthalatı, İhracatı, Üretimi ve Tüketimi...22	
3.1.2 Türkiye’nin Petrol İthalatı İhracatı Üretimi ve Tüketimi	24
3.1.3 Türkiye’nin Katı Yakıt Kullanımı.....	28
3.1.4 Türkiye’nin Nükleer Enerji Projeleri	31
3.2 TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI	33
3.2.1 Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi.....	33
3.2.2 Türkiye’de Hidrolik Enerjisi.....	35
3.2.3 Türkiye’de Güneş Enerjisi	36
3.2.4 Türkiye’de Biokütle Enerjisi.....	38
3.2.5 Türkiye’de Jeotermal Enerji.....	39
3.2.6 Türkiye’de Dalga ve Gelgit Enerjisi	41
3.3 TÜRKİYE’NİN ELEKTRİK GÖRÜNÜMÜ VE KURULU GÜCÜ	41

3.4 TÜRKİYE’NİN ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ	46
4. TÜRKİYE’NİN ENERJİ BORU HATLARI, ENERJİ KULLANIMI VE BÖLGESEL ENERJİ MERKEZİ OLABİLME POTANSİYELİ	50
4.1 TÜRKİYE’NİN PETROL VE DOĞAL GAZ BORU HATLARI	50
4.1.1 Türkiye’nin Petrol Boru Hatları.....	50
4.1.2 Türkiye’nin Doğal Gaz Boru Hatları	52
4.1.2.1 Rusya Türkiye doğal gaz boru hattı (batı hattı)	53
4.1.2.2 Bakü-Tiflis-Erzurum doğal gaz boru hattı (BTE).....	54
4.1.2.3 Türkiye-Yunanistan doğal gaz enterkonektörü (ITG).....	54
4.1.2.4 Mavi akım boru hattı.....	54
4.1.2.5 Doğu Anadolu doğal gaz ana iletim hattı (İran-Türkiye) .	55
4.1.2.6 Trans Anadolu doğal gaz boru hattı (TANAP).....	55
4.1.2.7 Türk akım gaz boru hattı projesi	56
4.2 TÜRKİYE’NİN ENERJİ ÜRETİMİ, İHRACATI, İTHALATI.....	56
4.2.1 Türkiye’nin Enerji İthalatı.....	58
4.2.2 Türkiye’nin Enerji İhracatı.....	59
4.2.3 Türkiye’de Yerli Enerji Üretimi- Fosil Kaynaklar	60
4.2.4 Türkiye’de Yenilenebilir Kaynaklar ile Enerji Üretimi.	61
4.2.5 Türkiye’de Enerji Tüketimi	62
4.3 TÜRKİYE’NİN BÖLGESEL ENERJİ MERKEZİ OLABİLME POTANSİYELİ.....	63
5. TÜRKİYE’NİN ENERJİDE DIŞA BAĞIMLILIĞI VE SAHİP OLDUĞU ENERJİ POTANSİYELİ	66
5.1 TÜRKİYE’NİN ENERJİDE DIŞA BAĞIMLILIĞININ ANALİZİ.....	66
5.2 TÜRKİYE’NİN SAHİP OLDUĞU ENERJİ POTANSİYELİ.....	70
5.2.1 Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli	70
5.2.1.1 Türkiye’nin su ve hidrolik potansiyeli	71
5.2.1.2 Türkiye’nin rüzgâr enerjisi potansiyeli	72
5.2.1.3 Türkiye’nin güneş enerjisi potansiyeli.....	74
5.2.1.4 Türkiye’nin jeotermal enerji potansiyeli.....	75
5.2.1.5 Türkiye’nin biokütle enerjisi potansiyeli.....	76
5.2.1.6 Türkiye’nin dalga enerjisi potansiyeli	77
5.2.2 Türkiye’nin yenilenemez enerji ve fosil yakıt potansiyeli	78
5.2.2.1 Batı Karadeniz doğal gaz rezervleri	79

5.2.2.2 Doğu Akdeniz doğal gaz rezervleri	79
5.2.2.3 Türkiye gaz hidrat rezervleri	84
5.2.2.4 Türkiye'nin doğal gaz depolama kapasitesi	86
5.2.2.5 Türkiye ve LNG (sıvılaştırılmış doğal gaz)	87
5.2.2.6 Türkiye'nin bor potansiyeli	89
5.2.2.7 Türkiye'nin toryum potansiyeli.....	91
5.2.3 Türkiye ve Enerji Verimliliği	92
5.2.3.1 Türkiye'de enerji yoğunluğu	94
5.2.3.2 Türkiye'nin enerji verimliliği stratejileri	95
5.2.4 Enerji Kooperatifleri	98
6. TARTIŞMA ve SONUÇ	103
KAYNAKÇA	112
SÜRELİ YAYINLAR.....	113
DİĞER YAYINLAR.....	120

TABLÖLAR

Tablo 3.1: Türkiye'nin Yıllara Göre Doğal Gaz Kullanımı (milyon metreküp).....	23
Tablo 3.2: Türkiye Yıllara ve Kaynaklara Göre Kurulu Gücü.....	43
Tablo 3.3: Türkiye'nin Yıllara ve Kaynaklara Göre Lisanslı Elektrik Üretimi.....	44
Tablo 3.4: Türkiye Yıllara Göre Lisanssız Elektrik Üretimi.....	45



ŞEKİLLER

Şekil 2.1: Kaynaklarına göre Dünya enerji kullanımı.....	20
Şekil 3.1: Türkiye'nin yıllara göre petrol ithalatı.....	25
Şekil 3.2: Türkiye'nin yıllara göre petrol üretimi.....	26
Şekil 3.3: Türkiye'nin Yıllara Göre Petrol İhracatı.....	27
Şekil 3.4: Türkiye'nin yıllara göre kömür kullanımı.....	29
Şekil 3.5: Türkiye'nin katı yakıt ithalatı.....	30
Şekil 3.6: Türkiye'nin yıllara göre rüzgâr enerjisi üretimi.....	34
Şekil 3.7: Türkiye hidrolik enerjisi üretimi.....	35
Şekil 3.8: 2019 Yılı Türkiye güneş enerjisi üretimi.....	37
Şekil 3.9: Yıllara göre Türkiye biokütle üretimi.....	39
Şekil 3.10: Yıllara göre Türkiye jeotermal enerji üretimi.....	40
Şekil 3.11: Türkiye'nin kaynaklara göre enerji tüketimi.....	46
Şekil 3.12: Türkiye'nin karbondioksit salınımı.....	48
Şekil 4.1: Türkiye'nin petrol boru hatları.....	51
Şekil 4.2: Türkiye'nin doğal gaz boru hatları.....	53
Şekil 4.3: 2019 yılı Türkiye enerji üretimi, ithalatı ve ihracatı.....	57
Şekil 4.4: 2019 yılı Türkiye enerji ithalatı.....	58
Şekil 4.5: 2019 yılı Türkiye enerji ihracatı.....	59
Şekil 4.6: 2019 Yılı Türkiye Yerli Fosil Kaynaklar ile Enerji Üretimi.....	60
Şekil 4.7: 2019 yılı Türkiye yenilenebilir enerji üretimi.....	61
Şekil 4.8: 2019 yılı Türkiye enerji tüketim sektör payları.....	62
Şekil 5.1: Türkiye'nin net enerji ithalatı.....	67
Şekil 5.2: 2018 yılı Türkiye'nin enerji ithal ettiği ülkeler.....	68
Şekil 5.3: Türkiye'nin yıllara göre enerjide dışa bağımlılığı.....	69
Şekil 5.4: Türkiye rüzgâr enerjisi potansiyel atlası (REPA).....	73
Şekil 5.5: Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyel atlası (GEPA)	75

Şekil 5.6: Türkiye'nin Doğu Akdeniz'deki KS/MEB sınırları.....	80
Şekil 5.7: GKRY'nin KS/MEB iddiası:.....	81
Şekil 5.8: Yunanistan ve GKRY'nin KS/MEB İddiası.....	81
Şekil 5.9: Bölgede Çakışan KS/MEB sınırları.....	82
Şekil 5.10: Doğu Akdeniz potansiyel enerji yolları.....	83
Şekil 5.11: Dünya gaz hidrat dağılımı.....	85



KISALTMALAR

AB	:Avrupa Birliği
ABD	:Amerika Birleşik Devletleri
BM	:Birleşmiş Milletler
BOTAŞ	:Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi
BP	:British Petroleum
BTC	:Bakü Tiflis Ceyhan
BTE	:Bakü Tiflis Erzurum
BTEP	:Bin Ton Eşdeğer Petrol
DSİ	:Devlet Su İşleri
EPDK	:Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
ET	:Erişim Tarihi
ETKB	:Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
FSRU	:Floating Storage Regasification Unit
GKRY	:Güney Kıbrıs Rum Yönetimi
GWh	:Gigawatt Saat
HES	:Hidroelektrik Santrali
IEA	:Uluslararası Enerji Ajansı
IGU	:International Gas Union
Kg	:Kilogram
KKTC	:Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti
KM	:Kilometre
KW	:Kilowatt (1000 Watt)
KWh	:Kilovatsaat
MEB	:Münhasır Ekonomik Bölge
MMO	:Makine Mühendisleri Odası
LNG	:Liquefied Natural Gas
M ³	:Metreküp
MÖ	:Milattan önce
MS	:Milattan Sonra
MTA	:Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
MTEP	:Milyon Ton Eşdeğer Petrol

OECD	:Organization for Economic Cooperation and Development
OPEC	:Organization of Petroleum Exporting Countries
SBE	:Sosyal Bilimler Enstitüsü
SM ³	:Standart Metreküp
SSCB	:Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
TANAP	:Trans Anadolu Doğal gaz Boru Hattı
TAP	:Trans Adriyatik Boru Hattı
TMMOB	:Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TP	:Türkiye Petrolleri
TPAO	:Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TÜİK	:Türkiye İstatistik Kurumu
TWh	:Terawatt Saat
YEGM	:Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
YY	:Yüzyıl
TV	:Televizyon

1. GİRİŞ

Enerji insan hayatıyla doğrudan ilişkilidir ve enerjinin bulunmadığı bir zaman diliminde yaşamdan da söz edilemez. Canlı veya cansız her varlık için gerekli olan enerji doğanın temel hareket kabiliyetidir. İnsan vücudunun günlük fonksiyonlarından, iklimlere, ekolojiye, zoolojiye ve coğrafyaya kadar hayati bir rol üstlenen enerjinin, özellikle son iki yüzyılda önemi artmıştır. Enerjinin sabit bir formu bulunmamaktadır. Enerji form değiştirir, yok edilemez, yoktan var da edilemez. Enerji bir döngü içindedir. Her enerji çeşidinin kaynağında direkt veya dolaylı olarak güneş vardır. Güneşin dünya üzerine gönderdiği enerji form değiştirerek yayılır. Güneşten, rüzgârlardan, yeraltı kaynaklarından ve daha birçok değişik formlarda enerjiden yararlanılmaktadır. Enerji sadece bireyin hayatına değil, toplumsal hayata da yön vermeye başlamıştır. Enerjinin formunu değiştirmede ve bu enerjinin kullanımında başarılı olan ülkelerin refah seviyeleri artma eğilimindedir.

Enerjinin bireysel ve toplumsal hayata bu denli büyük etkisi, zaman içerisinde enerjinin toplumsal ilişkilerde söz sahibi olması ile sonuçlanmıştır. Enerji ihtiyacı, enerji üretimi ve enerji taşımacılığı ülkelerin birbirleriyle olan ilişkilerini şekillendirmeye başlamıştır. Enerji ihtiyacı, uluslararası iş birliği ve ticaret ile sonuçlanabilirken, tarihe bakıldığında krizlerle, çatışmalarla ve hatta savaşlarla da sonuçlanabildiği görülmektedir. Son yüzyılda enerjiye artan talep, enerjinin form değiştirmesi üzerindeki araştırmalara ve teknolojik gelişmelere de sahne olmuştur. Özellikle yaşanan enerji krizleri sonrasında fosil yakıtlara bağımlı olan ülkeler yenilenebilir enerjinin önemini kavramış ve bu alanda çalışmalar yapmışlardır. Özellikle fosil yakıtların dünya üzerindeki düzensiz dağılımı, enerji dönüşümünü hızlandırmıştır. Her gelişmeye rağmen, halen enerji bakımından dış kaynaklara bağımlı olan ülkeler, olası bir enerji krizinde büyük çaplı problemlerle karşılaşabilmektedirler. Enerji güvenliği tam bu noktada ülke güvenliği ile yakından ilişkili duruma gelmektedir. Enerjinin yokluğu, üretimi durduracak, günlük hayatı büyük oranda sekteye uğratacak, daha da ileri gitmek gerekirse ölümlere sebep olacaktır. Bu sebeple enerji güvenliğini sağlayamayan ülkeler, olası enerji krizlerini kolaylıkla atlatamamakla kalmayıp, uluslararası siyasette de özgür kararlar alamayacaklardır.

Türkiye'nin kullandığı enerji kaynakları incelendiğinde, ihtiyaç duyduğu enerjinin yaklaşık dörtte üçünü ihracatçı ülkelerden ithal ettiği anlaşılmaktadır. Türkiye'nin enerji ihtiyacı ve bu ihtiyaca cevap verebilme yöntemleri, Türkiye'nin hem enerji güvenliğiyle hem de uluslararası siyasetteki stratejilerin kurulmasıyla doğrudan alakalıdır. Türkiye'nin enerji ihtiyacını ithalata dayalı olarak karşılaması büyük riskler içermektedir. Türkiye'nin uluslararası ilişkilerinde hareket kabiliyetini sınırlandırabilecek olan enerjide dışa bağımlılığın önüne geçilmesi gerekmektedir. Türkiye sahip olduğu kaynakları iyi etüt ederek ve bunlar üzerine yatırımlar yaparak ithalat oranını düşürme potansiyeline sahiptir. Fosil yakıtlar tarafından kendine yetemeyecek bir ülke olan Türkiye enerji çeşitliliğini arttırmayı amaçlamaktadır. Güneş, rüzgâr, biokütle ve jeotermal enerjisine yapılan yatırımlar Türkiye'nin enerji çeşitliliğine katkıda bulunmaktadır. Enerjide dışa bağımlılığı azaltmak için her geçen gün daha büyük bir pay sahibi olan yenilenebilir enerji Türkiye'nin enerji güvenliğine de katkıda bulunmaktadır.

Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığının getirdiği riskleri azaltabilmesiyle ilgili olarak, Türkiye enerji verimliliği potansiyele sahiptir. Konutlarda, binalarda ve endüstriyel kuruluşlarda enerji verimliliğinin sağlanması, enerji bağımlılığının azaltılmasında önemli bir rol oynayabilir. Türkiye'de son yıllarda enerji yoğunluğunun düşürülerek enerji verimliliğinin artırılması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda yasal ve teknik düzenlemeler yapılmıştır. Enerjinin üretilmesiyle, taşınmasıyla ve tüketimiyle ilgili getirilecek enerji verimliliği standartları ve bu standartları koruma altına alan yasal düzenlemeler, enerji tasarrufunu katkıda bulunmaktadır. Ancak, enerji verimliliği ve enerji tasarrufundaki veriler henüz istenilen seviyelerde olmamakla birlikte sahip olunan potansiyelin büyük bir kısmı henüz kullanıma alınamamıştır. Enerji verimliliği, Türkiye'nin hem enerjide dışa bağımlılığının sonlandırılmasında hem de ekonominin daha güçlü temellere oturtulmasında önemli role sahiptir.

Enerjide dışa bağımlı olan Türkiye'nin de rol alabileceği bir enerji krizinde, Türkiye ekonomisinin ve ulusal güvenliğinin en az şekilde etkilenebilmesi için, Türkiye enerji depolama kapasitesini arttırabilmek için yatırımlar yapmaktadır. Özellikle satın alınan doğal gaz fazlasının depolanması ekonomiye katkı sağlamaktadır. Türkiye'nin enerji güvenliğine de katkısı olan enerji depolama tesislerinin kapasiteleri arttırılmaya

çalışılmaktadır. Fosil yakıtların değişken piyasası ve genellikle ithal eden ülke aleyhine olan anlaşmaları Türkiye'nin enerji güvenliğini olumsuz etkileyebilmektedir.

Türkiye'nin sahip olduğu ve henüz gerçek potansiyelini yansıtamadığı enerji kaynakları mevcuttur. Linyit, toryum, bor ve hidratin Türkiye'nin gelecekteki enerji çeşitliliğine katkı sağlayabilme potansiyeli mevcuttur. Enerjide dışa bağımlılığın azaltılabilmesi amacı ile son yıllarda Türkiye'nin üzerine düştüğü projelerden bir diğeri de nükleer enerji projeleridir. Nükleer enerjinin standartları sağlanarak üretime geçirilmesi Türkiye'nin enerji ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılayabileceği öngörülmektedir. Nükleer enerjinin kullanılmasının olumlu taraflarının yanında olumsuz tarafları Türkiye tarafından değerlendirilmektedir. Ham maddenin yokluğu veya nükleer atığı geri dönüştürecek teknolojiye sahip olunmaması Türkiye'nin karşılaştığı potansiyel problemlerden bazıları olarak değerlendirildiğinden, nükleer enerji projeleri hızlı bir şekilde tamamlanamamaktadır.

Bu araştırmanın konusu Türkiye'nin fosil ve yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirerek bu kaynakların Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığının azaltılabilmesi için alternatif olabilmeleri üzerinde tartışmadır. Bu kapsamda kullanışlarına göre enerji ve enerji güvenliği ile alakalı terimlerin açıklanmasına, Türkiye'nin fosil ve yenilenebilir enerji kaynaklarının irdelenmesine, enerji dönüşümünün ulusal ve uluslararası kurumların verileri, raporları ve grafikleri ışığında incelenmesine öncelik vermektedir. Araştırmanın konusunun bir bölümü de Türkiye'nin sahip olduğu enerji potansiyeli, enerji yolları, uluslararası oluşturulan enerji iş birlikleri ve anlaşmalardır. Bu araştırmanın konusu aynı zamanda Türkiye'nin sahip olduğu bor, toryum, linyit, hidrat gibi enerji kaynaklarının ve üretime geçmesi planlanan nükleer enerji santrallerinin, Türkiye'nin dışa bağımlılığını azaltabilmesine yapabilecekleri katkıların araştırılmasıdır. Yenilenebilir enerji kooperatifi ve enerji verimliliği sektörlerinin enerjide dışa bağımlılığa karşı etkin bir rol alabilme potansiyelini de inceleyen bu araştırma aynı zamanda Türkiye'nin son yıllarda enerjideki üretim ve tüketim eğilimlerini de ele almaktadır. Bu veriler ışığında Türkiye'nin enerjideki ithalat ve ihracat dengeleri araştırılacaktır. Türkiye'nin enerji açığının yıllar bazındaki eğilimi değerlendirilecektir. Genel çerçevede bu araştırmada Türkiye'nin sahip olduğu fosil ve yenilenebilir enerji

kaynaklarının Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını azaltabilme potansiyeli ve enerji çeşitliliğine sağlayabilecekleri katkılar irdelenecektir.

Bu araştırmanın önemine değinildiğinde enerji kaynaklarının özellikle 20. Yüzyılın başından itibaren ülkeler için çok daha önemli bir konuma geldiği, ülkelerin hem iç hem dış politikasında etkin bir faktör olduğu anlaşılmaktadır. Enerji kaynakları, enerji boru hatları, enerji piyasaları, dünya üzerindeki tüm siyasi ve ekonomik hareketliliği olumlu veya olumsuz anlamda etkileyebilmektedir. Enerjinin güvenliği, ulusal güvenlikle doğrudan bağlantılı olduğundan, yaşanacak enerji krizleri veyahut enerji hatlarındaki çatışmalar ülkenin güvenliği, üretimi ve günlük hayatı için önemli rol oynayabilmektedir. Türkiye'nin içinde bulunduğu coğrafya da zaman zaman enerji krizlerine sahne olmaktadır. Türkiye'nin bu kriz dönemlerinden en az şekilde etkilenecek çıkabilmesi ve ulusal güvenliğini sürdürebilmesi, Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını azaltmasıyla doğru oranda olabileceği irdelenmelidir. Türkiye'nin sahip olduğu enerji kaynaklarının en verimli şekilde kullanması, yenilenebilir enerjiye yatırım yapması, teknolojik ilerleme ile kullanım yolu açılacak enerji kaynaklarına eğilmesi, yeni enerji yollarına ev sahipliği yapması ve diğer ülkeler ile enerji konusunda iş birliği içinde olması Türkiye'nin enerji çerçevesinde karşılaştığı problemlerin niteliğini ve niceliğini azaltabilme olasılığına sahiptir. Bu araştırmanın Türkiye'nin sahip olduğu yenilenebilir enerji potansiyelini, boru hatlarını, Türkiye'nin enerji güvenliğini ve Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını azaltabilmesi için alternatif yolları konu alması araştırmanın önemine katkı sağlamaktadır.

Bu araştırmanın amacı, genel çerçevede Türkiye'nin karşılaştığı olası bir enerji krizinde, enerji arz güvenliğini ve buna bağlı olarak ulusal güvenliğini sağlayabilmesi için sahip olduğu fosil ve yenilenebilir enerji potansiyellerinin değerlendirilip alternatif enerji kaynaklarının bulunmasıdır. Araştırmanın amaçlarından biri de Türkiye'nin uluslararası siyasette etki altında kalmadan karar alabilmesi ve ekonomik olarak güçlenebilmesi için enerjide dışa bağımlılığını azaltması amacıyla enerji verimliliği, enerji çeşitliliği gibi Türkiye'nin üzerinde durması gereken stratejileri incelemektir. Uluslararası iş birlikleri ile enerji yollarının arttırılarak Türkiye'nin bölgesel bir enerji merkezi haline gelebilme potansiyelinin irdelenmesi bu araştırmanın bir diğer amaçlarından biridir.

Bu araştırmanın cevap aradığı en genel soru şu şekildedir: Türkiye'nin sahip olduğu yenilenebilir ve yenilemez tüm enerji kaynaklarının, Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını önemli ölçüde azaltmaya ve mümkünse sona erdirmeye yeterli midir? Ayrıca bu soru çerçevesinde bu araştırmanın cevap aradığı sorulardan ikincisi şöyledir: Enerji verimliliği, enerji kooperatifçiliği gibi uygulamalar Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığının azaltılmasında etkin olabilir mi? Cevap aranan üçüncü soru ise, Türkiye'nin sahip olduğu enerji yolları Türkiye'yi bölgesel bir enerji merkezi haline getirebilme potansiyeline sahip midir? Şeklinde olmuştur. Araştırma bu üç soruya cevap ararken ulusal ve uluslararası verilerden yararlanacaktır.

Türkiye'nin enerji açığını ve enerji dönüşümünü ele alan bu araştırmadaki üç argüman vardır. Birincisi, Türkiye'nin sahip olduğu yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynaklarının, bu kaynaklara bağlı projelerin etkin bir şekilde kullanımının enerjide dışa bağımlılığı azaltmaya ve enerji çeşitliliğini sağlamaya yeterli olduğudur. İkinci argüman ise Türkiye'nin enerji verimliliği potansiyelinin ve yenilenebilir enerji kooperatiflerinin Türkiye'nin enerji açığının azaltılmasında etkili olabileceğidir. Üçüncü argüman ise Türkiye'nin bölgesel enerji merkezi haline gelebilme potansiyeline sahip olduğudur.

Bu araştırmada literatür taraması ve örnek olay incelemeleri metodu takip edilmiştir. Örnek olay olarak, enerji kooperatifçiliğini etkin bir şekilde hayata geçiren Amerika, Kanada, Birleşik Krallık ve Almanya örnekleri verilmiştir. Enerji verimliliğinde başarı yakalayan Japonya ve Amerika örnekleri incelenmiştir. Ayrıca her türlü yazılı belge ve bilgi kaynaklarına ulaşmaya çalışılmıştır. Enerji veri ve grafiklerine ulaşılırken, devlet kurumu olarak Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM), Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ), Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Enerji Piyasaları Denetleme Kurumu (EPDK), T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı gibi kurumların resmi raporlarından ve yayınlarından yararlanılmıştır. Uluslararası anlamda veriler *Energy Information Administration* (EIA), *United States Geological Survey* (USGS), *International Gas Union* (IGU) gibi kurumlardan edinilmiştir. Türkiye'nin enerji yıllık enerji raporları 2016-2017-2018-2019 yıllarına kapsayacak şekilde incelenmiştir. Resmi raporların yıl bitiminden yedi sekiz ay kadar sonra yayınlanıyor olması, 2020 verilerinin 2021 yılı Temmuz-Ağustos aylarında yayınlanacak olması 2020 yılına ait enerji raporlarının bulunmamasına

neden olmuştur. Bu araştırma yönelik konuyla ilişkili veriler, resmi bilgi kaynaklarının beyanlarına, bilimsel makale yazılarına, yüksek lisans ve doktora tezlerine, elektronik ortamda yazılı haber kaynaklarına ulaşılarak desteklenmiştir.

Bu araştırma bu giriş bölümü ile birlikte dört ana bölüm ve sonuç bölümünden oluşmaktadır. İkinci bölümde, fosil ve yenilenebilir enerjiler bakımından enerjinin kullanımına göre enerji kavramının tanımı yapılarak özellikle 20. Yüzyılın başlarından itibaren sanayileşen ülkelerin enerjiye ihtiyaç duymasıyla birlikte önem kazanan enerji güvenliği ve buna bağlı diğer kavramlar kapsamlı bir şekilde ele alınmış ve kullanılışlarına göre enerjilerin sınıflandırılması tanımlanmıştır. Dünya üzerinde fosil ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte önem kazanan enerji güvenliği ve enerji güvenliğine bağlı olarak ortaya çıkan enerji verimliliği, enerji çeşitliliği, enerji diplomasisi, enerji yönetimi, enerji bağımlılığı, alternatif enerji gibi kavramlar araştırılarak önemleri vurgulanmıştır. Özellikle enerji güvenliği kavramının ulusal güvenlik kavramıyla yakından ilişkili bir hale geldiği çeşitli kaynaklardan yararlanılarak ele alınmıştır. Uluslararası siyasete yön veren enerji güvenliği ve enerji güvenliğine bağlı diğer kavramlar farklı perspektiflerden ele alınarak ikinci bölüm bitirilmiştir.

Üçüncü bölümde, Türkiye'nin fosil ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı incelenmiş ve Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı resmi kurumların verileri ışığında sayısal olarak analiz edilmiştir. Özellikle fosil yakıtlar bakımından Türkiye'nin enerji üretimi, enerji tüketimi, enerji ithalat ve ihracatı istatistiksel olarak verilmiş ve geçmiş yıllara oranla karşılaştırılmıştır. Türkiye'nin kullandığı yenilenebilir enerji türleri ve bu türlere ait kullanım verileri incelenmiştir. Türkiye'nin bir yılda tükettiği elektrik enerjisi ve bu enerjinin elde edildiği enerji türleri irdelenmiştir. Son olarak Türkiye'nin enerji dönüşümü ele alınmıştır.

Dördüncü bölümde, Türkiye üzerinde bulunan enerji yolları ve enerji hatları hakkında kapsamlı bilgiler verilerek, Türkiye'nin enerji ihtiyacı konusunda lehine olacak ve uluslararası ilişkilerde kendini güçlü konuma getirebilecek müstakbel enerji hat ve projelerine değinilmiştir. Türkiye'nin fosil ve yenilenebilir enerji kaynakları bakımından toplam ithalat ve ihracat verilerine yer verilmiştir. Aynı zamanda Türkiye'nin bölgesel

bir enerji merkezi olabilmesi için sahip olduğu kaynaklar ve stratejik konumu incelenmiştir.

Beşinci bölümde, Türkiye'nin olası bir enerji krizinde zarar görmemesi ve enerjide dışa bağımlılığını azaltabilmesi için muhtemel stratejilere yer verilmiştir. Türkiye'nin enerji potansiyeli ortaya konularak, enerji ithalatını azaltmaya yönelik fikirler sunulmuştur. Türkiye'deki nükleer enerjiye geçiş çalışmaları değerlendirilmiş, enerjide uluslararası iş birliği ve ortaklığın önemine vurgu yapılmıştır. Türkiye'nin henüz işleyemediği bor, toryum, hidrat, kömür gibi yeraltı zenginlikleri hakkında bilgiler verilmiştir. Enerji depolarının ve enerjiyi verimli kullanmanın Türkiye'nin enerji görünümüne olan doğrudan etkilerine değinilmiştir. Doğu Akdeniz'deki keşfedilmiş olan doğal gaz havzalarının Türkiye'ye getirebileceği potansiyel faydalar ele alınmıştır. Enerji konusunda vatandaşların bilinçlendirilmesinin ve enerji kooperatifçiliğinin desteklenmesinin muhtemel faydaları ele alınmış ve bu konuda başarıyı yakalamış ülkeler ışığında değerlendirilmiştir. Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığının azaltılmasının gerçekleştirilebilir olduğu veriler ışığında savunulmuştur.

Sonuç bölümünde, araştırmalar neticesinde elde edilen veriler ışığında genel değerlendirme yapılmış olup; Türkiye'nin genel enerji durumu değerlendirilerek özellikle Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını azaltabilmesi için geliştirilmesi gereken stratejilere yer verilmiştir. Enerji verimliliği ve enerji kooperatifçiliğinin etkin olarak uygulamaya geçmesinin muhtemel sonuçları incelenmiştir. Türkiye'nin bölgesel bir enerji merkezi olabilme potansiyeli çerçevesinde izlediği ve izlemesi gerektiği stratejilere yer verilmiştir.

2. ENERJİ, ENERJİNİN SINIFLANDIRILMASI VE ENERJİ GÜVENLİĞİ

Enerji canlı ve cansız varlıkların temelinde bulunmaktadır. Enerji yaşamı, hareketi mümkün kılan bir kavramdır. İnsanların ve insanların oluşturdukları toplumların hayatta kalabilmesi için enerji gereklidir. Enerji dünya üzerinde çok farklı formlarda bulunmaktadır. Bu bölümde enerjinin tanımı yapılarak kullanışlarına göre sınıflandırılması açıklanacaktır. 20. Yüzyılın başından itibaren önem kazanan enerji, enerji güvenliği ve enerji güvenliğine bağlı birçok kavramın doğuşuna olanak sağlamıştır. Literatürden hareketle bu kavramların tanımları yapıp önemleri açıklanacaktır.

2.1 ENERJİNİN TANIMI

Enerji, yeryüzünde çok farklı şekillerde ve formlarda bulunmaktadır. Her varlığın ihtiyaç duyduğu bir kavram olan enerji, yaşamı mümkün kılmaktadır. Challanor'e (2015, s. 6) göre, iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanabilen enerji kavramı yoktan var edilemediği gibi varken de yok edilemez. Enerjinin yokluğunda hiçbir canlı ve cansız varlık var olamaz. Güneş, rüzgâr, akarsular, denizler hatta yaşam bile varlığını enerjiye borçludur. Hepsinin ardında sürekli bir formdan diğerine dönüşen enerji vardır. İnsanlar ateşten gelen enerjiyi birçok alanda kullandılar, kaslarında hazırda bulunan enerjiyi daha etkin kullanabilmek için araçlar icat ettiler. Son birkaç yüzyılda ise enerjinin insan hayatındaki rolü daha iyi anlaşıldı.

Pamir'e (2016, s. 57) göre enerji, dünya üzerindeki tüm yaşam formları için hayati öneme sahiptir. Enerjinin varlığı veya yokluğu, yaşam ile doğru orantılıdır. Enerjinin bulunduğu yerde yaşamdan, insandan, toplumlardan, üretim ve tüketimden söz edilebilir. İnsan hiçbir şekilde enerjiyi yoktan var etme veya olan enerjiyi de yok etme gücüne haiz değildir; sadece mevcut olan enerjinin formunu değiştirebilir. Enerji güneşten, rüzgârdan, denizlerden elde edilebildiği gibi, uzun yıllar sonucu oluşmuş petrol ve Doğal gaz formunda da yeraltında bulunabilir. Enerjiyi kullanıma dönüştürebilme, enerjinin formunu değiştirebilme yetisi insanlara ve toplumlara ekonomik ve politik güç sağlar; uluslararası ilişkileri şekillendirir. Özellikle uluslararası düzeyde ekonominin yapı taşlarını oluşturan enerji, uluslararası politikada ülkeleri enerjiye ulaşmaya zorlamaktadır.

Traversa ve Idriss'e (2012) göre; enerji, insani gelişim ve insani hareketlilik için yegâne kaynaktır. Bu sebeple var olan enerji kaynakları verimli kullanımını gerekli kılmaktadır. Enerjinin dönüşümünde, depolanmasında, üretiminde ve kullanımında çevre dostu yeni metotlara yönelmek gerekmektedir. Fosil yakıtların çoğunlukta bulunduğu enerji rezervlerinin, insani ihtiyaçları tam olarak karşılayabilmesi için daha fazla miktarlarda olması gerektiğinden, yenilenebilir enerji sistemlerinin ekonomilere uyarlanması gerekmektedir.

2.2 ENERJİNİN KULLANIŞLARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI

Enerji çok geniş ve kapsamlı bir kavram olduğundan birçok şekilde sınıflandırılabilir. Bazı enerji türleri hemen kullanılabilirken bazılarının dönüştürülmesi gerekmektedir. Enerji birçok şekilde sınıflandırılabilir. Bunlardan ilki, enerjinin formunun değişip değişmediğine göre birincil ve ikincil enerjiler olarak yapılmış sınıflandırmadır. Birincil enerjiler, petrol, kömür, doğal gaz gibi ilk formunu koruyan enerjiler olarak sınıflandırılırken; ikincil enerjiler, türetilen enerjiler olarak da bilinmektedir ve elektrik, ısı ve mekanik enerjiler bu sınıfa örnek gösterilebilirler. Bir diğer sınıflandırma şekli de enerji türünün uzun zamandır kullanılıp kullanılmadığına göre yapılan sınıflandırmadır: Klasik (yenilenemez) enerjiler ve yenilenebilir enerjiler. Klasik enerjilere örnek olarak, petrol, kömür, doğal gaz verilebilir. Yenilenebilir enerjilere örnek olarak da güneş, rüzgâr, biokütle, hidrolik ve jeotermal enerji verilebilir. Enerjiler çevreye olan etkileri bakımından temiz ve temiz olmayan enerjiler olarak da sınıflandırılırken enerji yoğunluklarına göre de yoğun olan ve yoğun olmayan enerjiler olarak da sınıflandırılmaktadır. Petrol ve ürünleri yoğun enerji sınıfına girerken, güneş ve rüzgâr enerjisi yoğun olmayan enerji sınıfına girmektedir.

Bu araştırmada enerjiler kullanımlarına göre sınıflandırılıp incelenecektir. Türkiye'nin enerji kullanımı, yenilenebilir ve yenilenemez kaynaklarının varlığı ve potansiyeli araştırılacaktır.

2.2.1 Yenilenemez Enerji

Doğada bir rezerve sahip olan enerji kaynaklarıdır. Uzun yıllar sonucu oluşurlar. Kullanımları ise çok daha hızlı olmaktadır. Coğrafyaya eşit olarak dağılmamış olan fosil

kaynaklar yirminci yüzyılın başından itibaren yoğun bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır.

Karaarslan ve Gezen'e göre (2017, s. 5-7) tabiattaki varlığı kullanım ile ters orantılı olan yenilenemez enerji kaynaklarının ortalama bir ömrü bulunmaktadır. Fosil ve çekirdek dayanaklı olan yenilenemez enerji kaynakları basit yakma işleminin ardından yüksek oranda enerji açığa çıkarabilmektedirler. Dünyada tüketilen enerjinin büyük bir kısmını oluşturan bu kaynakların doğa içinde oluşma süresi çok uzun olduğundan, tüketim hızını karşılayamamaktadır ve yakın bir gelecekte tükenmesi kaçınılmazdır. Petrol, doğal gaz, kömür gibi kaynaklar yenilenemez enerji kaynaklarına örneklerdir.

Yenilenemez enerji kaynaklarının üretimi ve kullanımı yaygındır. Ülkelerin yenilenemez kaynakları kullanma veya ithal etme eğilimlerinin sebeplerinden biri yenilenebilir enerji kaynaklarını ülke enerji üretimine dâhil edebilme yetisi sahip olunan teknolojinin gelişmişliği ve sermaye ile doğru orantılı olmasıdır. Bir diğer sebep de yenilenebilir enerji tesislerinin kurulabilmesi ülke ekonomisine ilk safhalarda bir yük getirebilmesidir.

Kotchen ve Moore'a göre (2007, s. 1-16) Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) yenilenebilir enerji fiyatları geleneksel enerji fiyatlarına göre yüzde 10-30 arası daha pahalıdır.

2.2.2 Yenilenebilir Enerji

Adından da anlaşılacağı gibi doğada sınırsız bir şekilde bulunan ve tekrar oluşabilme kapasitesi olan enerji türleridir. Güneş, rüzgâr, biokütle, jeotermal ve dalga enerjisi başlıca örneklerindendir.

Karaarslan ve Gezen'e göre (2017, s. 7) döngü içerisinde doğada bir sonraki gün tekrar ve tekrar mevcut olabilen kaynaklardır. Hidrolik, güneş, biokütle, rüzgâr, jeotermal, dalga, gel-git ve hidrojen kaynakları bilinen yenilenebilir enerji kaynaklarına örnektir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının çevreye zararlarının minimuma yakın olması, sürekli olması ve her coğrafyada bulunabilmesi günümüzün ve geleceği anahtar enerji kaynakları olmalarını sağlamaktadır.

Gabriel'e göre (2012), yenilenebilir enerji bir ülkeye hem ülke içinde hem de uluslararası ilişkilerde olumlu katkılar sağlar. Ülke içerisinde yenilenebilir enerjinin kullanımı

ekonomik faydaları da beraberinde getirir. Yenilenebilir enerji üretiminde gerekli olan istihdamın, yenilenemez enerji sektörüne göre daha az olduğuna dair yanlış bir inanış söz konusudur. Yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgâr ve güneş enerjisini kullanarak bir *terawatt*¹ elektrik üretmek için 400-410 kişinin iş başında olması gerekmektedir. Aynı miktar enerjiyi doğal gaz veya kömürden sağlamak içinse 80 ila 125 kişinin görev alması gerekmektedir. Bu bağlamda yenilenebilir enerji, sağladığı istihdamla da bir adım öne geçmektedir.

Field, Raupach ve Victoria'a göre (2003) ülkelerin kullandığı fosil yakıtlar, çevre kirliliği yaratıyor ve önümüzdeki birkaç on yıl içerisinde bunu engelleyecek bir teknoloji söz konusu değildir. Bunun yanı sıra, dünyanın sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynakları önümüzdeki yüzyıl boyunca dünyanın tüm enerji ihtiyacını karşılayabilecek güçtedir.

2.3 ENERJİ GÜVENLİĞİ VE ENERJİ GÜVENLİĞİNE BAĞLI KAVRAMLAR

Son yüzyılda, ülkelerin sürdürülebilir kalkınmalarını sağlayabilmeleri için enerjinin önemi daha da belirgin hale gelmiştir. Ülkelerin artan enerji ihtiyacı uluslararası ilişkilerin dinamiklerini de etkilemiştir. Enerji rezervlerinin, enerji tesislerinin ve enerji yollarının güvenliği ülkelerin en önemli hedefleri arasına girmiştir. Enerji güvenliğinin sağlanabilmesi için kimi zaman çatışmalar meydana gelmiş kimi zaman da uluslararası iş birlikleri ortaya çıkmıştır. Enerjinin sürekliliği hem günlük yaşam için hem de ülkelerin sürdürülebilir kalkınmaları için çok önemlidir.

Dźwigoł-Barosz, Zhyvko, Miśkiewicz ve Pushak'a göre (2019), ülkelerin güvenliği enerji güvenlikleriyle aynı çizgide ilerlemektedir. Enerji endüstriden milli güvenliğe, ısınmadan sağlık sektörüne kadar her alanda kullanıldığı için enerjinin yetersizliği işleyen ülke mekanizmasına zarar verebilir. Enerji eksikliği yaşayan sektörlerin etkin hizmet verememesi günlük hayatı zorlaştırır. Üretim yavaşlar ve ekonomi zarar görebilir. Ekonomik yönden kriz yaşayan bir ülke hem iç güvenliğinde hem de dış güvenliğinde tehditlerle karşı karşıya kalabilir.

¹ Watt'ın bir trilyon katı.

2.3.1 Enerji Güvenliği

Yaşamanın her alanında ve her anında enerji olmazsa olmaz bir unsurdur. Ülkelerin üretimi, ulaşımı, günlük yaşamı enerjiye doğrudan bağlıdır. Enerjinin kesintiye uğraması ciddi sonuçlar doğurabilir.

Özdemir'e göre (2017, s. 143) Enerji güvenliği, bir ülkenin ve ulusal gücünün gelişimi için ihtiyaç duyduğu enerjiyi ve bu enerjiye erişim kapasitesini belirtmektedir. Bir başka deyişle, temiz enerjinin makul fiyat altında, yeterli ve çeşitli olarak piyasaya aktarımında rol alacak olan altyapının kesintisizliğidir. Enerji güvenliği kavramı Türkiye gibi enerji ithal eden ülkeler için arz güvenliği, Rusya ve Ortadoğu ülkeleri gibi enerji ihraç eden için ülkeler için talep güvenliği, enerjinin naklinde ise tüm aktörler için geçerli olan transit güvenliği olarak algılanmaktadır. Stratejik rezervlerin sürdürülebilirliği, gelişim ve üretimin devamlılığı ve bu amaçta dış politik hedeflerin gerçekleştirilme isteği enerji güvenliği kavramının farklı boyutlarıdır. Enerji güvenliğini sağlamaya yönelik yapılan hamleler enerji politikası olarak değerlendirilebilir. Enerji politikası çatışmalara, savaşlara sebebiyet verebildiği gibi, iş birliğine ve barışçıl yaklaşımlara da olanak sağlayabilmektedir.

Erkan'a göre (2014), dünyanın artan enerji ihtiyacı ile birlikte enerji krizlerinin olasılığı da artmaktadır. Enerji güvenliğini ve buna bağlı olarak ülkelerin güvenliklerini tehdit eden enerji krizlerine hazırlıklı olmak gerekmektedir. Öngörülemeyen enerji krizlerinin sonuçları ülkenin ekonomik ve siyasi yapısı bakımından olumsuz sonuçlar doğurabilir. Bunun yanında, diplomatik yaptırım aracı statüsüne gelen doğal gazın öneminin iyice anlaşılması gerekmektedir. Doğal gazın uluslararası ilişkiler çerçevesindeki ağırlığı küreselleşen dünyanın siyasi düzenini yakından etkilemektedir. Fosil yakıtlara dayalı küresel siyasi düzen enerji güvenliği olgusunu daha ciddi boyutlara taşımaktadır.

Fackrell'e göre (2013), enerji güvenliğinin sağlanmasında, uluslararası ve ülke içindeki ticari hayatın sorunsuz işlenmesi gerekmektedir. İç ekonomideki rekabet ihtiyaç duyulan enerjinin daha uygun fiyatlar ile elde edilmesine olanak sağlayabilir.

Bey'e göre (2017), son zamanlarda enerji güvenliğinin tanımı giderek değişmektedir. Küreselleşen dünyada, enerji kaynak zincirinin esnek yapısı enerji güvenliğinin temel taşlarından biri olarak yaygınlaşmaktadır. Öyle ki, son yıllarda kaynak sıkıntısı yaşayan

lkeler, ithal enerji fiyatlarının dalgalanmasından değil, ülke içerisindeki tedarik zincirinin aksamasından enerji açıklarıyla karşılaşmışlardır. Yenilenebilir enerjinin yaygınlaşması ile enerji güvenliği kavramı değişmelere uğrayacaktır. Diğer taraftan enerji güvenliği için kesintisiz olması gereken enerji lityum gibi elementlerle kesintisiz olmak zorunda kalmayacaktır, bu da enerji güvenliği tanımını değişime zorlayacaktır.

Harunoğulları'na göre (2017), güçlü ülkelerin birbirleriyle olan yarışlarında enerji kaynakları belirleyici unsur olarak ne çıkmaktadır. Ekonomide sürdürülebilir ilerleme için enerji kaynaklarının güvenli ve uygun fiyatlı elde edilmesi gerekmektedir. Ancak enerji kaynaklarında bir ülkeye bağımlı kalınması, sürdürülebilir kalkınmayı tehlikeye atmaktadır.

2.3.2 Enerji Diplomasisi

Enerji güvenliğinin sağlanması enerji diplomasisi büyük önem taşımaktadır. Dünya üzerinde enerji rezervleri eşit olarak dağılmadığından, ülkeler arası enerji anlaşmaları kaçınılmazdır.

zdemir'e göre (2017, s. 144) Enerji diplomasisi, enerji güvenliğini tamamlayıcı kavramlardan bir tanesi olmakla beraber giderek tek başına çalışma alanı sağlamaya başlayan bir kavram olmaya devam etmektedir. Enerji, bünyesinde barındırdığı aktörlerle çok boyutlu bir araştırma alanıdır, bu aktörler enerji ile ilgili çıkarlarını korumak ve ilerletebilmek için bir uluslararası siyaset izler, bu siyasetin tamamına enerji diplomasisi denebilir. Enerji diplomasisi çok geniş bir alandır ve bünyesinde siyasetten ekonomiye, enerji şirketlerinden devletlere, uluslararası örgütlerden sivil toplum kuruluşlarına kadar birçok aktör vardır.

Bovan, Vucenovic ve Peric'e göre (2020), enerji diplomasisi her geçen zaman zarfında kapsamı genişleyen bir diplomatik alan olup, nihai hedefi enerji güvenliğini sağlamaktır. Enerji kavramı, ulusal güvenlik ve ulusal ekonomi üzerinde etki sahibi olmaya başladığı andan itibaren, diplomasi ve dış politikanın alanına girmiştir. 1971 yılından 2017 yılına kadar dünya enerji ihtiyaı iki buçuk katına çıkmıştır. Böylelikle, sürekli ve güvenli enerji önem kazanarak ulusal güvenlik programını etkileyecek olan diğer taraftan da enerji güvenliği ve enerji diplomasisi gerektirecek olan bir takım faktörler açığa çıkartmıştır. Ulusal güvenlik birimleri ciddi boyutlara gelen enerji tüketimini yakından takip eder hale

gelmişlerdir. Enerji kavramı, ekonomi ve güç kavramlarıyla yakından ilişkilidir, enerjinin yokluğu ulusal güvenliği direkt olarak etkilerken, zaman zaman çatışmalara, uluslararası veya şirketler arası koalisyonlara zemin hazırlamıştır.

Griffiths'e göre (2019), özellikle yenilenebilir enerjiye dayalı küresel bir sisteme geçmenin; sosyal, politik ve ekonomik sonuçları olacaktır. Çok taraflı diplomasi bu enerji geçişinin çerçevesini ve ölçeğini belirlerken, yine bu enerji geçişinin ortak çıkarları paylaşan ülke ve ülke grupları üzerindeki etkisini de belirlemede de kilit rol oynar. Bunun yanında sağlıklı bir şekilde yürütülen enerji diplomasisi, ülkeler arasındaki uzun vadeli enerji güvenliğinin sağlanmasına ve refah seviyesinin artmasına katkı sağlar.

2.3.3 Enerji Bağımlılığı

Enerji bağımlılığına Türkiye üzerinden örnek vermek gayet uygun olacaktır. Enerjisinin büyük çoğunluğunu yurtdışından ithal etmek durumunda olan Türkiye enerjide dışa bağımlılığa güzel bir örnektir. Üretimin ve gelişimin ihtiyaç duyduğu enerjiyi ancak başka ülkelerden ithal yoluyla alınması enerji bağımlılığı olarak adlandırılabilir. Enerji her canlının her hareketin ardında olduğundan enerjinin yokluğu ciddi sonuçlar doğurabilir, özellikle ona bağımlı olan ülkeler için. Günlük hayatın aksamaması, üretimin durmaması için ihtiyaç duyulan enerji, ona muhtaç ülkelerin dış siyasetinde adeta ülkelerin omuzlamış olduğu birer yüküdür. Enerjiyi arz eden ülkeler enerji bağımlısı olan ülkelere fayda sağlarken, enerji talebi olan ülkeler dezavantajlı konuma düşmektedirler.

Perez'e göre (2019), çoğunlukla yenilenebilir enerji kaynakları üzerinden enerji ihtiyacını karşılayan ülkeler, dış kaynakların manipülasyonuna daha az hedef olurlar. Bunun yanında, asimetrik enerji bağımlılığından kurtularak enerji kaynaklı çatışmalardan uzak kalırlar. Enerji kaynaklarının çeşidini ve arasındaki bağlantıların sayısını arttırmak da, enerjiye ulaşımı daha kolay ve ucuz hale getirir. Dolayısı ile yenilenebilir kaynaklarını etkin teknoloji ile üretime alan ülkeler, hem ülke içinde uygun fiyatlı enerji kullanır hem de enerjinin sürekliliğini sağlayarak enerjide dışa bağımlılığın belirli bir oranda önüne geçer.

Dźwigoł-Barosz, Zhyvko, Miśkiewicz ve Pushak'a göre (2019), enerji güvenliğinin bir parçası olan enerji bağımsızlığı sosyoekonomik bir kategoridir. Enerji bağımsızlığı enerji

güvenliğini sağlamlaştırmaktadır. Enerji bağımsızlığı sahip olan bir ülke, ülke içi ve ülke dışında meydana gelen krizlerden, sürdürülebilir ekonomik ilerlemeyi ve sosyal hayatı zarar görmeden çıkartabilen ülkedir. Kişi başına düşen gelir, enerji üretimi, enerji alanındaki yoğun yatırımlar, lojistik sektörünün gücü, ithal enerjiye bağımlı olmama enerji bağımsızlığının göstergelerinden bazılarıdır. Enerji ihracatı yapan her ülke için enerji bağımlısı değildir demek yanlış olabilir, ihracatın niteliği ve niceliği önem arz etmektedir.

2.3.4 Enerji Yönetimi

Bir ihtiyacı karşılamak için gereken enerjinin üretimi, taşınması, kullanımı, depolanması ve ihtiyacın karşılanması enerji yönetiminin etkinliğine bağlıdır. Enerji yönetimi bilimsel veriler ışığında doğru politikalara ihtiyaç duymaktadır.

Begor'a göre (2015), enerji yönetimini etkileyen unsurların başında artan elektrik talebini karşılayabilecek güvenilir şebekeler gelmektedir. Yoğun elektrik talebini karşılamaya çalışan trafoların yıpranma süreçleri hızlanmaktadır. Eskiyen donanımların değişmesi gerekmektedir. Bunun yanında, teknik veya çevresel sebeplerle meydana gelen enerji kaçaklarının önüne geçilmesi gerekmektedir. Ayrıca, kullanılacak yenilenebilir enerji kaynaklarının getireceği ekonomik katkılar ve çevreye olumlu etkileri etkin bir enerji yönetiminin temellerini atacaktır.

Erdoğan'a göre (2016, s. 228), enerji güvenliğinin sağlanması için süreçleri iyi analiz etme, stratejileri uygun zamanda yürürlüğe sokma, iş birlikleri oluşturma ve bunların tamamını amaca yönelik olarak gerçekleştirmek enerji yönetimi olarak isimlendirilebilir. Enerji kavramıyla alakalı tüm diğer aktörler olması gerektiği gibi olsa da enerji yönetimindeki başarısızlık, enerji politikasının başarısızlığı ile sonuçlanacaktır. Mevcut bulunan rezerv, iş gücü, sermaye, uluslararası ilişkiler ve hatta zaman iyi bir enerji yönetimine sahip olmazsa, enerji yönünde amaca ulaşma şansı düşecektir. Enerjinin taşınması, depolanması, üretiminden tüketildiği ana kadar etkin bir yol izlenmelidir bu da ancak enerjinin iyi yönetilmesi ile mümkündür. Enerji yönetimi için uluslararası kuruluşların yanı sıra, devletler kendi bünyelerinde bakanlıklar kurmuş yasalar çıkartmışlardır. Enerji yönetimi bununla da sınırlı değildir, kamuoyunun

bilgilendirilmesi, yapılacak enerji yatırımlarında sosyal iş birliğinin sağlanması enerji yönetiminin alanına girmektedir.

2.3.5 Enerji Çeşitliliği

Enerji çeşitliliği enerji güvenliği için gerekli bir kavramdır. Fosil yakıtlar yönünden fakir olan ülkeler ithalat yolunu seçmek zorundadır. İthal edilen enerjinin miktarı ne kadar fazla olursa, enerji bağımlılığı da o denli artar. Özellikle bir enerji türünü sadece bir ülkeden ithal etmek o ülkeye karşı uluslararası siyasette de ithal eden ülkenin karar özgürlüğünü kısıtlar. O bakımdan, enerji ithal eden ülkeler için enerji çeşitliliği önem arz etmektedir. Olası bir kriz durumunda, yüksek miktarda ithal edilen enerji türünün yokluğu, başka enerji türleriyle doldurulmak zorundadır. Sadece ithal eden ülkeler için değil enerji üreten ülkeler için de durum aynıdır. Özellikle yenilenebilir enerji üreten ülkeler enerji çeşitliliğine önem vermelidir. Rüzgâr, güneş gibi enerji türleri beklenen şekilde süreklilik arz etmeyebilir. Bu da enerji açığına yol açabilir. Enerjideki çeşitlilik hem ülke içi enerji politikasında hem de uluslararası siyasette oldukça önemli bir yer teşkil etmektedir.

Templet'a göre (1999), artan enerji tüketimi enerji çeşitliliği ile desteklenmediğinde uzun vadeli etkin bir enerji politikasından söz edilemez, çünkü üretkenlik ve enerji verimliliği bu şartlar altında gelişmeyecektir. Yenilenebilir enerji yerine fosil yakıt tüketme stratejisi, artan enerji tüketimini karşılamakta yetersiz kalacaktır. Sürdürülebilir büyüme politikaları enerji çeşitliliğine önem vermeli ve enerji tüketimini minimize etmeye çalışmalıdır. Ucuz olması sebebiyle bir fosil kaynak üzerinden enerji ihtiyacının karşılanması riskler içermektedir. Tek bir kaynağa bağlı kalmak enerji çeşitliliğinin önünü açacak yatırım ve girişimlerden uzaklaşmak anlamına gelmektedir. Yine enerji çeşitliliğinden uzak duran ülkelerde, enerji yoğunluğu yüksek bunun yanında enerji güvenliği düşüktür. Ekonomik istikrar enerji verimliliğine ve fazla enerji çeşitliliğine ihtiyaç duymaktadır, bu ihtiyaç da yenilenebilir enerji kaynaklarıyla karşılanabilir.

2.3.6 Enerji Verimliliği

Enerjinin üretim ve tüketim safhalarında enerjiyi verimli şekilde kullanmak aynı enerji miktarı ile daha fazla üretim veya daha az tüketim anlamına gelebilmektedir. Enerjinin verimli kullanımı, enerji tasarrufu ve enerji kayıplarıyla da yakından ilişkilidir. Enerji

kullanılırken devrede olan teknolojik donanım, yalıtım sistemleri ve enerji taşımasındaki kayıpların azaltılması enerji verimliliğine katkı sağlayabilmektedir.

Shove'a göre (2018), enerji verimliliğinin amacı kullanılan enerjinin azaltılması ve binalarda, ısıtma ve soğutma teknolojilerinde, endüstriyel süreçlerde, bürokratik organizasyonlarda karbon salınımının azaltılmasıdır. İklim değişikliklerine verilen ulusal veya uluslararası cevaplar enerji verimliliğine ve insanların bu konudaki duyarlılığına esas itibarı ile bağlıdır.

Erdoğan'a göre (2016, s. 230) enerji verimliliği, girdi olan kaynaklar ile maksimum üretimi sağlayabilmektir. Daha fazla emek harcamadan daha çok üretim yapabilme kabiliyetidir. Enerji verimliliği de bir kaynak olarak görülebilir, milletlerin zenginliği sayılabilir. Enerji verimliliği, sürdürülebilir enerji ve enerji güvenliği için büyük önem arz etmektedir. Ülke ekonomisi enerji verimliliğinden doğrudan etkilenebilir. Enerji verimliliğine önem verilmesi ve yatırım yapılması istihdam yaratacağı gibi kişi başına düşen geliri de arttıracaktır. Ayrıca konutlarda, binalarda ve kamu kuruluşlarında yürütülecek enerji verimliliği politikaları daha kaliteli bir yaşam kalitesi sağlar. İzlenen politika, enerji tasarrufu da sağlayacağı gibi ülke ekonomisine de görünür katkı sağlayacaktır. Enerji verimliliği özetle, eldeki enerji gücüyle maksimum ürün elde edebilmektir.

Linares, Pintos ve Würzburg'a göre (2017) enerji verimliliği; enerji politikasının temel taşlarından birisidir. Özellikle karbon yakıt kullanımını azaltmayı hedef haline getirmiş ülkeler, enerji verimliliği kavramına gereken önemi vermelidirler. Enerjinin maliyetini azaltmada, kaynak güvenliği sağlamada ve çevrenin korunmasında enerji dönüşümünün en önemli aktörlerinden biridir.

Aste, Caputo, Buzetti ve Fattore'ye göre (2016), son yıllarda enerji politikaları, yenilenebilir enerji ve enerji verimliliğine verilen devlet teşvikleri ile daha da önem kazandı.

Yumurtacı ve Dönmez'e göre (2013), enerji verimliliği kullanılan enerjiden daha azını kullanarak, aynı miktardaki ihtiyacı karşılayabilmektir. Günlük yaşantıda atılacak adımlar sayesinde enerji verimliliğine katkı sağlanabilir. Binaların ısıtılması ve

soğutulmasında, ulaşım ve üretim sektöründe enerji verimliliği açısından büyük bir potansiyel söz konusudur. Kısa vadede olumlu sonuçları olan enerji verimliliğinin uzun vadede de çevre kirliliği ve iklim değişikliğine etkisi vardır. Enerji verimliliği sayesinde sadece enerji ücretleri düşmekle kalmaz, çevresel kirliliğinin önüne geçilmesinin yanı sıra, enerji bağımlılığı da azalır. Özellikle fosil yakıtların gün ve gün azalması enerji verimliliğini daha önemli bir noktaya getirmektedir.

2.3.7 Alternatif Enerji

Enerji türlerinin olumlu ve olumsuz tarafları bulunmaktadır. Bazı fosil yakıtlar coğrafyaya göre büyük rezervler ihtiva ederken çevreyi kirliletmekte, bazı yenilenebilir enerji türleri ise iklim şartları dolayısı ile kesintiye uğrayabilmektedir. Üretimde veya tüketimde sadece bir enerji türüne ağırlık vermenin riskleri mevcuttur. Üretilen veya tüketilen enerji ucuz olsa da, kolay ulaşılabilir olsa da alternatiflerinin bulunmasının olumlu etkileri olabilir. İklim şartları sebebiyle veya uluslararası anlaşmazlıklar sebebiyle enerjiye ulaşımın kesintiye uğraması hayati sonuçlara yol açabilir. Bu nedenle alternatif enerji kaynakları büyük önem arz etmektedir.

Challoner'e göre (2015) Toplumlar fosil yakıt kullanımlarına aynı oranda devam ettiği takdirde, petrol, Doğal gaz ve kömür rezervleri azalırken küresel ısınma artacak ve doğayı tehdit eder niteliğe kavuşacaktır. Fosil yakıtlarının verimli kullanılması yapılması gerekenlerden biridir ancak bunun yanında fosil yakıtlar olmadan da enerji üretebilmek mümkündür. Yenilenebilir olarak doğada bulunan ve karbondioksit salınımı yaparak doğayı kirliletmeyen bu alternatif enerji kaynaklarının başında güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji, dalga enerjisi ve hidroelektrik enerjisi bulunmaktadır. Alternatif enerji kavramını oluşturan bu kaynakların kullanımı hayati önem arz etmektedir.

Kumar'a göre (2020), özellikle *Fukushima* nükleer felaketinden sonra ülkeler diğer güvenli alternatif enerjileri değerlendirmeye başladılar. Son yıllarda, rüzgâr, güneş, jeotermal, hidroelektrik enerjisi gibi alternatif enerjiler önem kazandı. Daha temiz çevre için fosil yakıtlara karşı alternatif enerjiler önem kazandı.

2.4 ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ

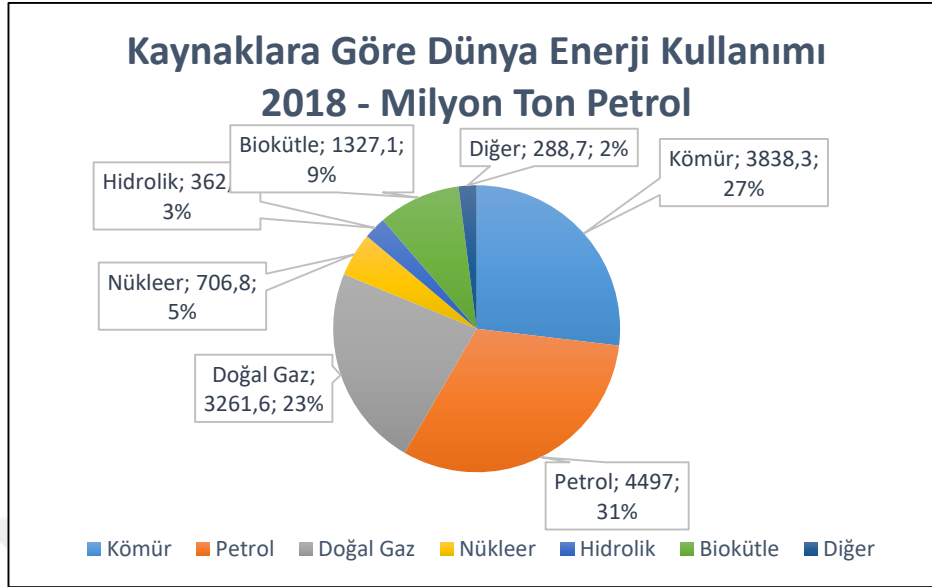
Gelişen teknolojik imkânlar ile birlikte kullanılan enerjinin çeşidi, verimliliği ve miktarı değişmekte ve gelişmektedir. Sürdürülebilir enerji güvenliği için enerji çeşitliliği ve enerji verimliliği önemlidir. Artan enerji ihtiyacının kesintisiz olarak karşılanması gerekiyor olsa da, bu süreçte kullanılan enerjinin rezervleri, verimliliği ve çevreye olan zararı iyi etüt edilmelidir. Fosil yakıtların hegemonyasında bulunan dünya enerji tüketimi yakın bir gelecekte enerji dönüşümüne ihtiyaç duyabilir.

Lachal'a göre (2019) enerji dönüşümü ihtiyaç duyulan enerjinin kaynak bakımından değiştirilmesini ifade eder. Tarihi bakıldığında hayvanların evcilleştirilmesi ve ateşin kullanılmaya başlanmasından itibaren enerji dönüşümü başlamıştır. Ardından kas gücünün yerini su ve yel değirmenlerin almasıyla enerji dönüşümü devam etmiştir. Buhar motorlarının icadı, fosil yakıtların kullanılmaya başlaması, nükleer enerjinin yaygınlaşması enerji dönüşümünü farklı bir boyuta taşımıştır. Özellikle fosil yakıtlarının düşük maliyetle çıkartılabilmesi, taşınabilmesi ve verimli olmaları fosil yakıtlara olan talebi arttırmıştır. Ancak fosil yakıtların sınırlı rezervlerinin olması ve çevreye verdikleri zarar, yenilenebilir enerjinin kullanımının önünü açmaktadır. Yenilenebilir enerji ile enerji dönüşümü devam etmektedir. Fosil yakıtların çevreye verdikleri zararın yanı sıra bu yakıtların dünya coğrafyasına eşit olarak dağılmamış olması yenilenebilir enerjiye olan ihtiyacı sürekli arttırmaktadır.

Küresel enerji piyasası on yıllardır fosil yakıtlar tarafından domine edilmiştir (Fattouh, Poudineh ve West 2018). Fosil yakıtların küresel enerji piyasasındaki payı 1970'lerin başında yüzde 85'lerden gerilemiş olsa da o zamandan beri yüzde 80'lerde seyretmiştir (Equinor, 2018).

Sovacool'a göre (2016), enerji dönüşümü sadece teknolojik değişmelere değil, politik düzenlemelere, yeni fiyatlandırmalara, arz ve talep edenin davranışlarındaki değişmelere de ihtiyaç duyar. Enerji dönüşümünün büyüklüğü, yönü, yöneticileri, aktörleri ve mekanizması da bu dönüşümü etkiler. Odundan kömüre, kömürden petrole ve nükleere, fosil yakıtlardan yenilenebilir enerjiye geçiş zamana ihtiyaç duymuştur.

Şekil 2.1: Kaynaklarına göre Dünya enerji kullanımı



Kaynak: IEA. Key World Energy Statistics²,

Şekil 2.1 incelendiğinde dünya genelinde ihtiyaç duyulan enerjinin büyük kısmının halen fosil yakıtlar tarafından karşılandığı anlaşılmaktadır. Sınırlı rezervlere sahip olan fosil yakıtların çevreye olan zararları da göz önüne alındığında gelecekte yenilenebilir enerji kaynaklarına duyulan ihtiyacın artma potansiyeli söz konusudur. Bunun yanında azalan enerji rezervleri ülkeler arası çatışmalara hatta savaşlara sebebiyet verebilir.

Bu bölümde enerjinin kullanımına göre sınıflandırılması yapılarak, özellikle ülkelerin sanayileşmesi ile birlikte ihtiyaç duyduğu enerjinin temini ve korunması ihtiyacıyla gündeme gelen enerji güvenliği ve buna bağlı olarak literatüre giren diğer kavramlar hakkında bilgi verilmiştir. Özellikle enerji bağımlılığı, enerji güvenliği ve enerji çeşitliliği birbiriyle yakından ilişkili kavramlardır. Bir sonraki bölümde Türkiye'nin enerji kullanımı irdelenecek olup, enerjideki bağımlılığı ve sağlamaya çalıştığı enerji çeşitliliği incelenecektir.

² 2020, <https://www.iea.org/reports/key-world-energy-statistics-2020> adresinden 19.03.2021 tarihinde edinilmiştir.

3. TÜRKİYE’NİN KULLANIŞLARINA GÖRE ENERJİ KAYNAKLARI

Türkiye’nin coğrafi konumu stratejik bir konum olsa da fosil yakıtlar bakımından zengin rezervleri bulunmamaktadır, petrol ve doğal gazda yüksek oranda ithal enerjiye bağımlıdır. Rusya, Azerbaycan, İran ve Irak gibi doğal gaz ve petrol bakımından çok zengin rezervlere sahip olan bölge ülkelerinin rezervleri ise dünya enerji piyasaları için büyük önem arz etmektedir. Türkiye fosil yakıtlar bakımından zengin olmasa da bulunduğu coğrafi konum enerji hatlarının üzerindedir. Arz ve talep eden ülkelerin arasında bulunan Türkiye her geçen gün boru hatlarının kapasitesini ve sayısını arttırmaktadır. LNG³ taşımacılığı ve üretiminde de yavaş yavaş rol almaya başlayan Türkiye bu kapsamda tesislerini ve gemilerini arttırmaktadır. Fosil yakıtlarda bulunan dışa bağımlılık Türkiye için bir risk faktörü olduğundan özellikle 20. Yüzyılın başından itibaren yenilenebilir enerji Türkiye’de önem kazanmıştır. Yapılan yasal düzenlemelerle de desteklenen yenilenebilir enerji üretimi ve kullanımı vatandaşın da bilinçlendirilmesiyle artan bir ivmeyle ilerlemektedir.

Kılıç, F., Kılıç, M., Eyidoğan ve Kaya’ya göre (2019), dünyada bilinen doğal gaz ve petrolün yüzde 70’ine sahip olan stratejik ve coğrafi öneme sahip coğrafyaya çok yakında olan Türkiye, sahip olduğu stratejik avantajın yanı sıra, enerji taşımacılığı çerçevesinde de enerji köprüsü olma avantajına sahiptir. Türkiye’nin ekonomik ve endüstriyel gelişimi, artan enerji ihtiyacını da beraberinde getirmiştir. En temel yaklaşım bölge coğrafyasında bulunan enerji kaynaklarının arz ve talep eden ülke arasında Türkiye’nin enerji taşımacılığı yapması ve bu iş birliğinden gelen kazanımın ulusal ekonomiye aktarılmasıdır. Türkiye’nin yürüttüğü ve yürüteceği enerji diplomasisinin temelinde öncelikle bu husus vardır.

Muhammad, Iftikhar, Shabbir, Saleem, Bilal ve Ulucak’a göre (2020) enerji insanların barınmasında, tarımda ve ulaşımındaki ihtiyaçların sağlanmasında en önemli etkenlerden birisi olup, her geçen gün enerjiye olan ihtiyaç artmakta ve gelecekte de artması beklenmekte. Yine enerji üretim planlaması ve artan enerji ihtiyacı bir ülkenin gelişim planlarının en önemli bileşenlerindendir. Gelişen bir ülke olan Türkiye’nin son yirmi yılda enerji ihtiyacı çok hızlı bir şekilde artmıştır. Ancak, Türkiye’nin enerji ihtiyacının

³ *Liquefied Natural Gas (Sıvılaştırılmış Doğal Gaz)*

çok büyük bir oranı fosil yakıtlarla karşılanmakta olup, Türkiye bu enerjiyi büyük oranda ithal etmektedir. Bunun yanında fosil yakıtlara bağlı enerji tüketimi ekonomik, çevresel ve politik problemleri de beraberinde getirmektedir. Bu veriler ışığında Türkiye, gelişmedeki istikrarını sürdürebilmek için sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynaklarını geliştirmeli ve kullanıma almalıdır.

Çağlar, Kubar ve Korkmaz'a göre (2017), Türkiye enerji çeşitliliğine önem vermeye başlamıştır. Enerji tüketiminin artışı beraberinde ekonomik büyümeyi getirmiştir. Ancak Türkiye'nin yerli kaynakları ile üretilen enerji, ihtiyaç duyulan enerjiyi karşılamamaktadır. Türkiye enerjide yüzde 70-80 dışa bağımlı hale gelmiştir ve ithal enerji ile ihtiyacını karşılamaktadır. İthal enerji, Türkiye ekonomisine ciddi yükler getirmiştir ve cari açığın artmasına sebep olmuştur.

3.1 TÜRKİYE'NİN YENİLENEMEZ ENERJİ KAYNAKLARI

Türkiye'nin yenilenemez enerji kaynakları rezervleri değerlendirildiğinde Türkiye'nin duyduğu enerji ihtiyacını bu kaynakların karşılayamadığı anlaşılmaktadır. Özellikle doğal gaz ve petrol bakımından yetersiz rezervlere sahip olan Türkiye bu ihtiyacını ithal yoluyla karşılamaktadır. Linyit rezervleri Türkiye'nin bir kısım ihtiyacını karşılayabilse de katı yakıt ithalatı devam etmektedir. Nükleer enerji bakımından da Türkiye'nin Uranyum rezervleri bulunsa da nitelik bakımından yeterli değildir.

3.1.1 Türkiye'nin Doğal Gaz İthalatı, İhracatı, Üretimi ve Tüketimi

Türkiye doğal gaz rezervleri yönünden zengin bir ülke olarak sayılmamaktadır. Doğal gaz ihtiyacının büyük bir bölümünü ithal yoluyla sağlamaktadır. Türkiye'nin doğal gaz rezervlerine yönelik keşif çalışmaları devam etmektedir.

Tiftikçigil, Yesevi'ye göre (2015, s. 57-63), EPDK verileri incelendiğinde, Türkiye'nin doğal gaz ihtiyacını ithalat yoluyla karşılamaya çalıştığı anlaşılmaktadır. Türkiye sınırlarında çıkartılan doğal gaz arzı yıllık talebe göre çok düşüktür. Türkiye'de keşfedilmiş ve üretime başlanmış doğal gaz rezervleri Marmara bölgesinin içerisinde bulunmaktadır. Doğal gazda dışarıya bağımlı olan Türkiye kaynak ülke çeşitliliğini arttırmaya çalışmaktadır. Yüksek miktardaki gaz talebini tek ülkeden gidermeye çalışmak, gelecekte hem ekonomik hem siyasi problemlere neden olacaktır. Bu sebeple yapılacak uluslararası antlaşmalar ile gerek Türkiye üzerinden geçen doğal gaz hatlarının

arttırılması gerekse LNG taşımacılığına önem verilerek kaynak ülke sayısının arttırılması Türkiye için hayati bir öneme sahiptir.

Tablo 3.1: Türkiye'nin Yıllara Göre Doğal Gaz Kullanımı (milyon metreküp)

	2016	2017	2018	2019	Fark% (2018-2019)
İthalat	46.352,17	55.249,95	50.282,05	45.211,47	-10,08
Üretim	367,28	354,15	428,17	473,87	10,67
İhracat	674,68	630,67	673,29	762,68	13,28
Tüketim	46.395,06	53.857,14	49.204,14	45.285,50	-7,96
Kalan Miktar	1.700,25	2.948,37	3.167,23	3.095,44	-2,27

Kaynak: Enerji Piyasaları Denetleme Kurulu (EPDK)⁴.

Tablo 3.1 incelendiğinde Türkiye'nin ihtiyaç duyduğu doğal gaz miktarının ortalama sadece yüzde 1 kadarını kendi kaynaklarıyla üretebildiği anlaşılmaktadır. Ürettiğine göre çok daha fazla miktarlarda doğal gaz ithalatı yapan Türkiye, doğal gaz da ihraç etmektedir. Doğal gaz rezervleri yeterli olmasa da, doğal gaz işleme kapasitesi olan teknolojik tesisler ve boru hatları sayesinde Türkiye doğal gaz da ihraç edebilmektedir. Yunanistan'ın ve Bulgaristan'ın doğal gaz ihtiyacı bu anlamda bir fırsat olarak değerlendirilebilir. Özellikle Karadeniz'deki Sakarya Havzası gibi yeni keşfedilecek olan doğal gaz havzalarından çıkartılacak kaynakların Türkiye'de işlenebilir olması, Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasında ve enerjinin çeşitlendirilmesinde rol oynayabilir. Teknoloji ilerledikçe rezerv arama çalışmaları hızlanmaktadır. Özellikle Karadeniz'de 2020 yılında keşfedilen 320 milyar metreküp rezerv⁵, Türkiye'nin sahip

⁴ (2021). Doğal Gaz Piyasası 2016-2017-2018-2019 Yılı Resmi İstatistikleri, <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-167/resmi-istatistikler> adresinden 30 Ocak 2021 tarihinde edinilmiştir.

⁵ Enerji Piyasaları Denetleme Kurulu (EPDK). (2020) <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/2-9210/turkiye-dogal-gaz-piyasasi-kabuk-degistiriyor%E2%80%A6> adresinden 20 Aralık 2020 tarihinde edinilmiştir.

olduğu rezerv arama teknoloji ve araçlarının bir ürünüdür. Türkiye’de sanayinin gelişmesi, nüfusun artması, ulaşım sektörünün yaygınlaşması doğal gaz ihtiyacını arttırmış olsa da enerji verimliliği teknolojilerinin kullanılmaya başlanması bunun yanında yenilenebilir enerjiye olan yönelim ve artan enerji çeşitliliğinin Türkiye’nin yıllık doğal gaz ihtiyacında değişkenliğe yol açabilmiş olduğu anlaşılmaktadır. Son üç yılda Türkiye’nin doğal gaz ithalatının ve tüketiminin düşmesini sağlayan faktörler ilerleyen bölümlerde irdelenecektir.

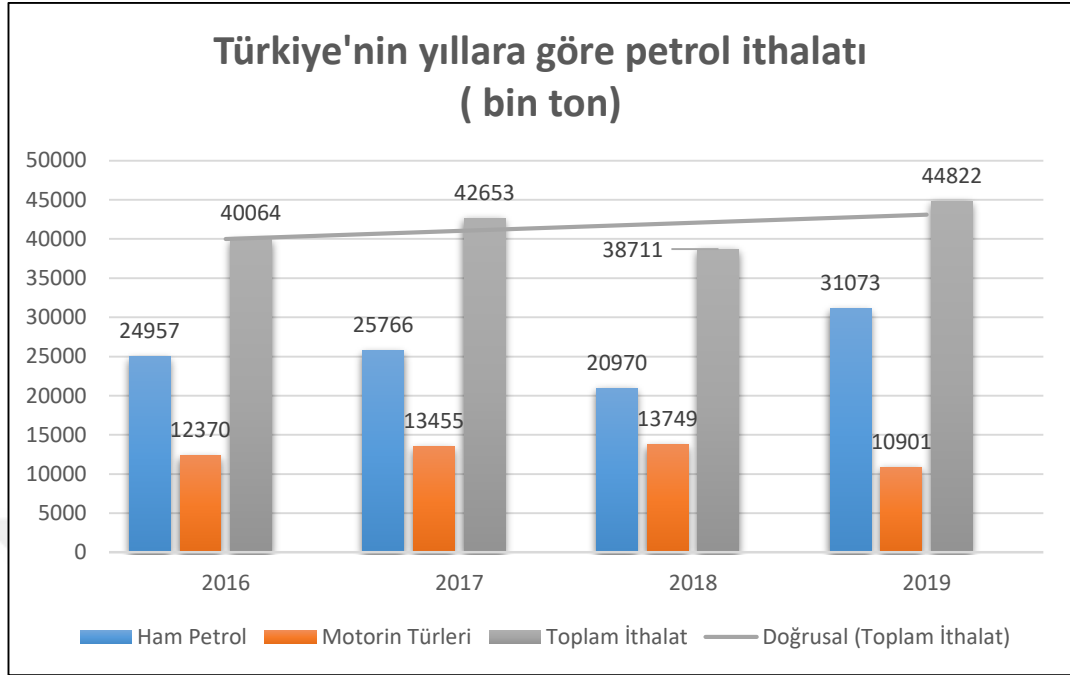
3.1.2 Türkiye’nin Petrol İthalatı İhracatı Üretimi ve Tüketimi

Türkiye’nin sahip olduğu petrol rezervleri Türkiye’nin ihtiyacını karşılayamamaktadır. Artan nüfus ve sanayi ile birlikte enerji ihtiyacı da artan Türkiye petrole bağımlı bir ülkedir. Kendi rezervleri yeterli olmadığından ithal ettiği petrol miktarı çok fazladır ve bu da ekonomisine olumsuz bir etki yapmaktadır.

Abumunshar, Aga ve Ahmed Samour’a göre (2020), Türkiye’nin petrol kaynaklarının ülke içi ihtiyaca cevap veremeyecek düzeyde olmasının yanında artan petrol ihtiyacı enerjisinin büyük bölümünü ithal eden Türkiye’nin enerji güvenliğini tehlikeye düşürmektedir. Ayrıca ithal edilen petrol ülke ekonomisine zarar vermesinin yanında, karbon salınımı ile çevreyi de olumsuz etkilemektedir.

Üşümezsoy’a göre (2017, s. 7-8) Fosil yakıtları bakımından fakir bir ülke olup tarihsel süreç incelendiğinde bunun şans eseri olmadığı anlaşılmaktadır. Kurtuluş Savaşı döneminde, Türkiye’nin Azerbaycan ve Musul-Kerkük topraklarını milli sınırları içerisinde görmesi, Enerji üzerine projeleri olan büyük ülkeleri rahatsız etti. Türkiye’de Yüzbaşı Noel, Suriye’de Lawrence ve Gertrude Bell’in de rol aldığı sınırların belirlenmesi üzerine olan süreçte, Türkiye’ye karşı izlenen stratejiler sonucu Türkiye fosil kaynaklarının dışında tutuldu. Birçok Kürt aşireti Türkiye topraklarında kalabilmek için Türk ordularının yanında İngiliz ve Fransızlarla savaşmış olsa da İngiliz ajanlarının da katkılarıyla bu mümkün olamamıştır. Nitekim Azerbaycan’ın Ruslar tarafından işgal edilmesi de büyük resmin başka bir tarafıdır. Ayrıca, İran’dan, Irak’tan, Azerbaycan’dan gelen ve gelmesi planlanan enerji hatlarındaki terörizm faaliyetleri de Türkiye içerisindeki politik bir çıkmazdan değil, enerji piyasasının ve buna bağlı olarak uluslararası bir siyasetin ürünüdür.

Şekil 3.1: Türkiye'nin yıllara göre petrol ithalatı

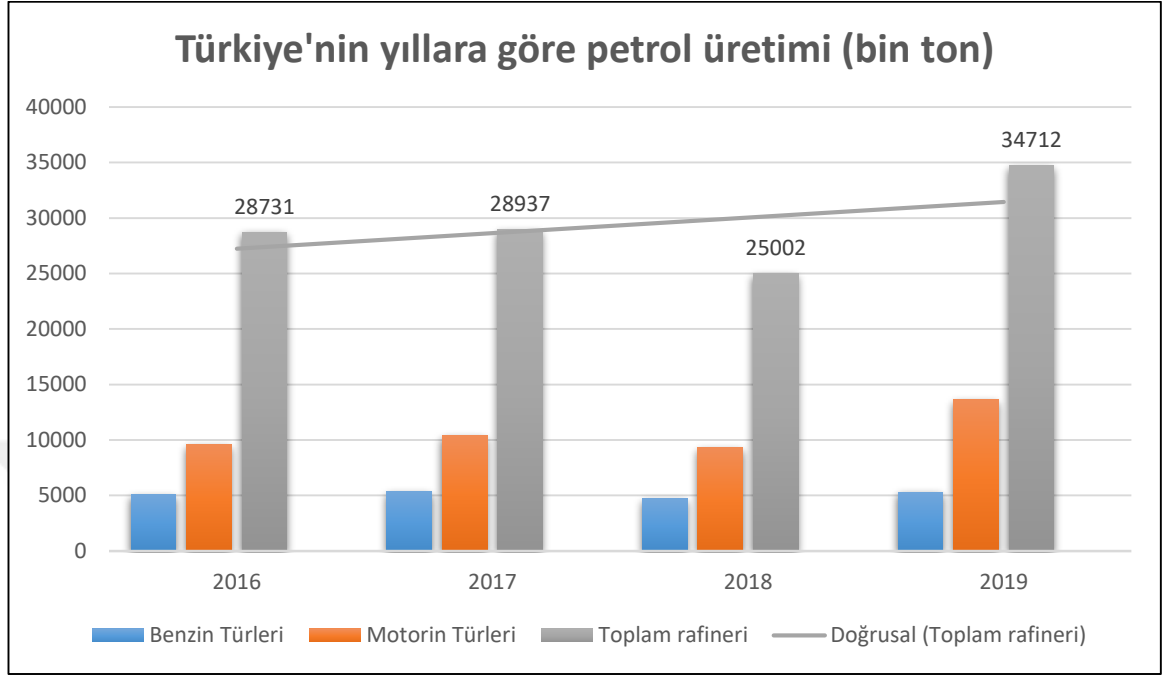


Kaynak: Enerji Piyasaları Denetleme Kurulu (EPDK)⁶.

Şekil 3.1 incelendiğinde Türkiye'nin petrol ithalatının 2018 yılında azalma göstermiş olsa da geçmiş yıllar göz önüne alındığında artan bir eğilimde olduğu anlaşılmaktadır. 2019 yılında motorin türlerinin ithalatında görülen azalma ve ham petrol ithalatındaki artış, Türkiye'nin etkin çalışan rafinerilerini işaret etmektedir. Ancak toplam ithalattaki artan petrol bağımlılığı Türkiye için risk teşkil etmektedir. Ham petrolün işlenmesi, kullanılması ve ihtiyaç fazlasının ihraç edilmesi işlenmiş petrol ürünlerinin ithal edilmesine nazaran daha avantajlı konumdadır. Petrol ithalatındaki artışın beraberinde getirdiği olumsuzluklardan biri ülke ekonomisine getirdiği yükür. Ekonomik yükün yanı sıra, petrol kullanımının çevreye verdiği zarar da açıktır. Türkiye enerji verimliliği politikalarıyla aynı zamanda çevre kirliliğinin de önüne geçmeyi amaçlamaktadır.

⁶ (2021). Petrol Piyasası 2016-2017-2018-2019 Yılı Resmi İstatistikleri, <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-167/resmi-istatistikler> adresinden 30 Ocak 2021 tarihinde edinilmiştir.

Şekil 3.2: Türkiye'nin yıllara göre petrol üretimi



Kaynak: Enerji Piyasaları Denetleme Kurulu (EPDK). (2021)⁷.

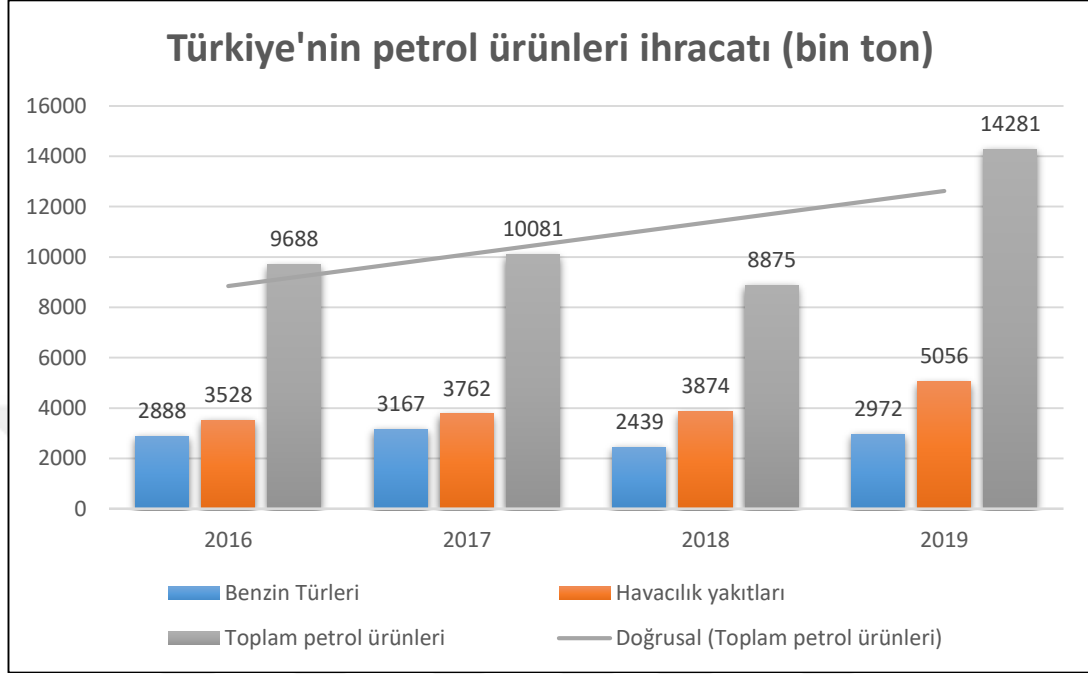
Şekil 3.2 Türkiye'nin rafinerilerindeki petrol üretimini vermektedir. İthal edilen petrol bu verilerin içerisinde yer almaktadır. Türkiye'nin kendi topraklarından çıkarttığı ham petrol sadece 3135 bin tondur.

Şekil 3.1 ve Şekil 3.2 birlikte incelendiğinde Türkiye'nin özellikle 2019 yılında ham petrol ithalatı artmış olsa da, petrol ithalatı düşmüş, petrol ihracatı ve üretimi artmıştır. Bu da demek oluyor ki, Türkiye ithal ettiği ham petrolün tamamını kullanmak yerine büyük bir kısmını işleyebilmekte ihtiyaç fazlasını da ihraç edebilmektedir. Ham petrol rezervleri bakımından zengin bölge komşu ülkeleri ile çevrili olan Türkiye, yeterli rezervlere sahip olmasa da ham petrol işleme tesislerini kullanarak ekonomik olarak fayda sağlamaktadır. Petrol kullanımının ve ithalatının ülke ekonomisine getirdiği yük ve

⁷ Petrol Piyasası 2016-2017-2018-2019 Yılı Resmi İstatistikleri, <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-167/resmi-istatistikler> adresinden 30 Ocak 2021 tarihinde edinilmiştir.

çevreye verdiği zarar, ithal fosil yakıt kullanımının azaltılması için yeterli bir neden olarak yerini almaktadır.

Şekil 3.3: Türkiye'nin Yıllara Göre Petrol İhracatı



Kaynak: Enerji Piyasaları Denetleme Kurulu (EPDK). (2021)⁸.

Şekil 3.3 incelendiğinde 2019 yılında topraklarından 3135 bin ton ham petrol çıkartabilen Türkiye'nin 2019 yılında 14281 bin ton petrol ürününü ihraç ettiği anlaşılmaktadır. Özellikle benzin ürünleri ve havacılık yakıtı ihraç eden Türkiye bu anlamda rafinelerini etkin kullanabildiği ortadadır. Petrol rezervi bakımından yetersiz olan Türkiye teknolojisini kullanarak, katma değer üreterek ham petrolü işleyebilmektedir. Bu da gösterir ki, enerjide dışa bağımlılığı azaltmanın bir diğer yolu enerji sektöründe teknolojik gelişmelerdir. Türkiye'nin enerji sektöründe ham petrolü işlemlerini sağlayan teknolojik vasıtalar, Türkiye'nin özellikle teknolojik ambargolara maruz kalan İran gibi petrol ve doğal gaz zengini ülkelerle olan ilişkilerini etkileyebilir. Türkiye'nin enerji verimliliği alanında yapacağı ar-ge çalışmaları Türkiye'nin ihracatını arttırarak, ithalatını azaltabilir. Bunun yanında katma değer sayesinde ekonomik açıdan Türkiye fayda sağlayabilir.

⁸ Petrol Piyasası 2016-2017-2018-2019 Yılı Resmi İstatistikleri, <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-167/resmi-istatistikler> adresinden 30 Ocak 2021 tarihinde edinilmiştir.

3.1.3 Türkiye'nin Katı Yakıt Kullanımı

Türkiye doğal gaz ve petrol gibi fosil yakıtlar yönünden yeterli rezervlere sahip olmasa da linyit yönünden zengin rezervlere sahiptir. Katı yakıtların kullanışları kolay maliyetleri ekonomik olsa da çevreye verdikleri zarar önemli bir seviyededir.

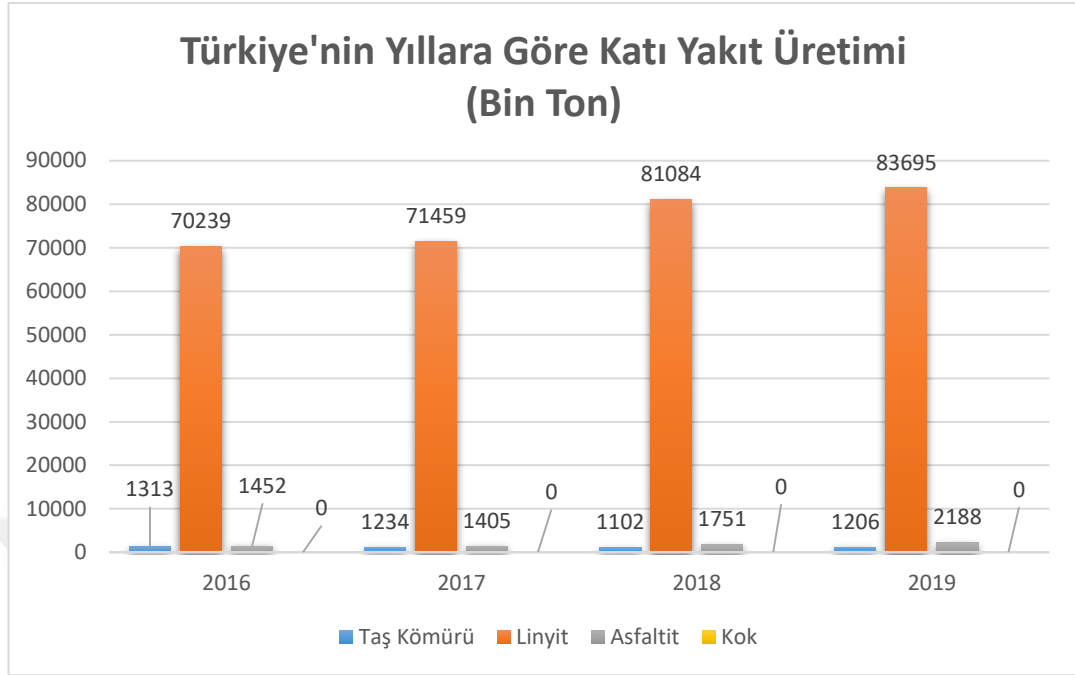
Kasap, Şensöğüt ve Ören'e göre (2020), Türkiye diğer fosil yakıtlar ile karşılaştırıldığında kömür yönünden daha zengindir. Dünya kömür rezervlerinin yaklaşık yüzde 1'ine sahip olan Türkiye, elektrik üretiminde kömürü yoğun şekilde kullanmaktadır. Son on yılda Türkiye'nin enerji tüketimi yüzde 47,5 artmıştır. Ancak enerji üretimi ise sadece yüzde 27,7 artmıştır. 2017 yılı itibari ile yerli kaynaklar enerji ihtiyacının yüzde 24,3'ünü karşılamaktadır.

Linyit, ısı değeri bakımından zengin olmadığından genellikle termik santrallerinin çalışmasında yakıt olarak kullanılan bir kömür çeşidi iken, taş kömürü ise yüksek kalori barındıran kömür statüsündedir. Türkiye linyit bakımından zengin bir ülkedir. Son yıllarda ekonomik yönü olan rezervler keşfedilmiştir. Taş kömürü bakımından aynı zenginlik söz konusu değildir. Linyit rezervlerinin önemli bir bölümü olan yaklaşık yüzde 46 kadarı Afşin-Elbistan havzasındadır. Taş kömürü olarak en zengin havzalar Zonguldak'tadır. 2018 yılında kömür ile çalışan elektrik santrallerinde üretilen elektrik toplam elektrik üretiminin yaklaşık üçte biri kadardır. Linyit ve taş kömürü havzalarının keşfi ve var olanların üretime alınması ile ilgili araştırmalar devam etmektedir.⁹

Türkiye'nin etkin olarak kullandığı linyit, termik santrallerde yoğun olarak kullanıldığından çevreye zarar verebilmektedir. Enerji verimliliği ve çevre koruma amaçlı son yıllarda düzenlenen yasalar ve yapılan teknolojik yatırımlar çevreye verilen zararı minimuma indirmeyi amaçlamaktadır.

⁹ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Kömür, <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Komur> [ET. 17.11.2019].

Şekil 3.4: Türkiye'nin yıllara göre kömür kullanımı



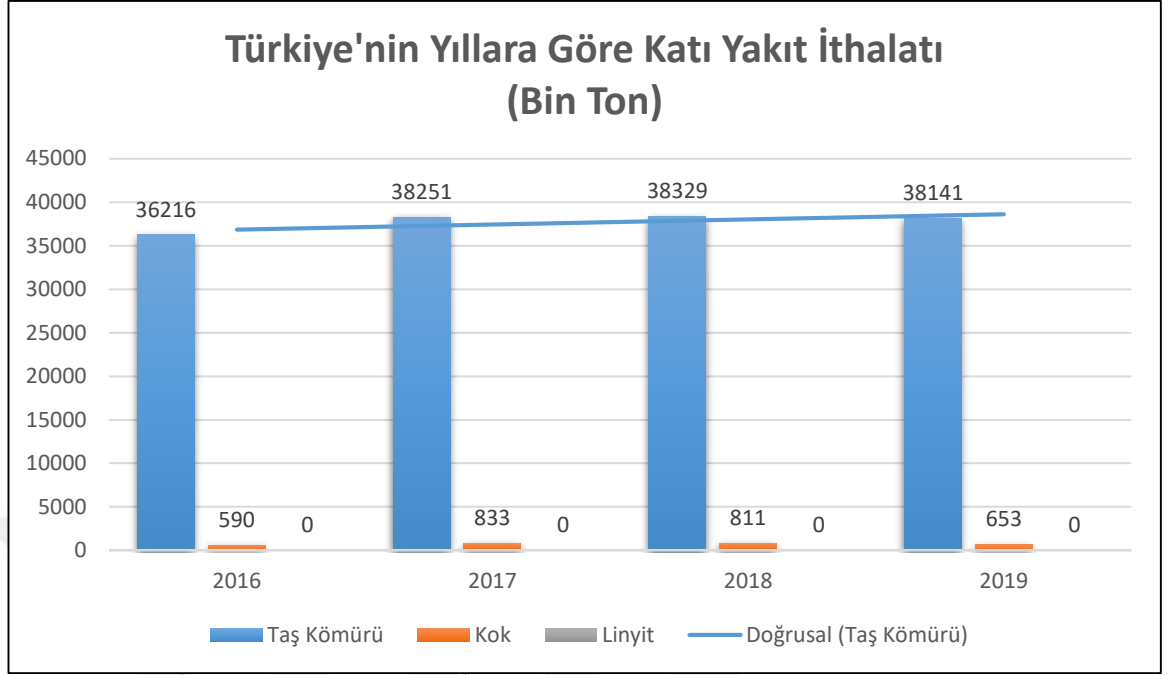
Kaynak: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM). (2020).¹⁰

Şekil 3.4 incelendiğinde Türkiye'nin linyit üretimini yıldan yıla arttırdığı gözlemlenmektedir. Bunun yanında taş kömürü ve asfaltit üretiminin Türkiye'nin enerji ihtiyacını karşılamada ve enerji çeşitliliğini sağlamada yetersiz olduğu görülmektedir. Kok üretimi ise Türkiye'de gerçekleştirilememektedir.

EİGM'nin aynı tablodaki 2019 yılı verilerine göre Türkiye'de 2019 yılında çıkartılan 83695 bin ton linyitin, petrol karşılığı 15609 bin tondur. Aynı yıl 32629 bin ton ham petrol, 21064 bin ton petrol ürünleri ithal eden Türkiye için bu rakam önemlidir. Özellikle linyit ve kömür aramaları hızlanarak devam etmektedir. Türkiye'nin enerji çeşitliliği ve enerji güvenliği açısından kömür rezervleri büyük önem arz etmektedir. Linyit ve taş kömürü rezervlerinin keşfine yönelik arama çalışmaları devam etmektedir.

¹⁰ Türkiye'nin Enerji Denge Tablosu, <https://www.EİGM.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari> adresinden 07 Şubat 2021 tarihinde edinilmiştir.

Şekil 3.5: Türkiye'nin katı yakıt ithalatı



Kaynak: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM). (2020)¹¹.

Şekil 3.5 incelendiğinde, Türkiye'nin katı yakıt ithalatının büyük oranda taş kömürüne dayandığı anlaşılmaktadır. EİGM'nin Türkiye'nin 2019 yılı Enerji Tablosu ithal edilen 38141 bin ton taş kömürünü 23838 bin ton petrol karşılığı olarak vermektedir. Aynı yıl Türkiye'nin 31073 bin ton ham petrol ithalatı gerçekleşmiştir. Taş kömürü açısından da dışa bağımlılığı olan Türkiye'nin enerji güvenliği için bu durum risklidir. Elektrik üretiminde yoğun bir şekilde kullanılan kömürün yokluğu istenmeyen sonuçlara yol açabilir.

Sonuç olarak Türkiye kendi topraklarından Linyit elde edebiliyor olsa da bu rezervleri kendi enerji ihtiyacını gidermek için kullanmaktadır. Taş kömürünü de ithal etmektedir. Bu iki durumdan hareketle Türkiye'nin katı yakıt ihracatı yapamaması normal bir durumdur.

¹¹ Türkiye'nin Enerji Denge Tablosu, <https://www.EİGM.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari> adresinden 07 Şubat 2021 tarihinde edinilmiştir.

3.1.4 Türkiye'nin Nükleer Enerji Projeleri

1954 yılı itibari ile nükleer santral kurulum çalışmaları başlamış olsa da Türkiye 2020 yılı itibari ile nükleer enerji üretimine başlayamamıştır. Devlet politikası olarak takip edilmesi gereken nükleer enerji üretimi ilk maliyetlerinin yüksek olması sebebiyle gereken ilgiyi görmemiştir. Nükleer enerjinin olumlu taraflarından bazılarını sıralamak gerekirse, atmosfere sera gazı bırakmaması, ürettiği enerjinin depolanabilir olması ve gerektiği gibi işletildiğinde üretimde diğer fosil yakıtlara göre daha az maliyetle daha çok enerji üretebilmesi başlıca olumlu taraflarıdır.

Adıgüzel'e göre (2019), Türkiye Mersin ilinde 03 Nisan 2018 tarihinde Akkuyu Nükleer Santralinin temelini attı. Santral 4 reaktörden oluşacak ve 4800 MW gücünde enerji üretmesi planlandı. İlk reaktörü 1200 MW gücünde olup 2023 yılında hizmete gireceği açıklandı. Bu santral için 20 milyar dolar yatırım yapıldı. 60 yıl süreyle işletmede kalacağı, 15 yıl süreyle üretilen enerjinin bir bölümünün Türkiye'nin alacağı, ancak bu miktarın ne kadar olacağı henüz netleşmemiştir.

Adıgüzel'e göre (2019), Türkiye'de kurulacak olan nükleer enerji santrallerinin olası dezavantajları incelendiğinde, Türkiye'nin sahip olduğu uranyumun kalitesi nükleer santrallerin çalışabilmesi için yeterli olmadığından bu konuda ithal yoluna gidilmek zorundadır, bu da bağımlılığı beraberinde getirmektedir. Ayrıca, Türkiye'nin fay hatlarının üzerinde bulunması ve zaman zaman terörizm hareketlerinin olduğu Türkiye coğrafyası nükleer santralin güvenliği açısından tehdit unsurlarıdır. Türkiye'nin zaman zaman yüksek şiddette depremlere şahit olması ileride yaşanması muhtemel olan daha büyük ölçekteki depremlerin de sinyalleridir. Zira nükleer santral kazalarının ne sebeple olursa olsun etkileri hayatidir. Nitekim deprem sebebiyle olmasa da 1986 yılında Ukrayna'nın kuzeyinde bulunan Çernobil Nükleer santralinde meydana gelen patlama, nükleer santral kazalarının ne denli büyük sonuçlar doğurabileceğini tüm dünyaya gösterdi ve en büyük nükleer kaza olarak tarihteki yerini aldı. Dünyada yaşanan ikinci büyük reaktör kazası ise Japonya'nın Fukushima-1 Nükleer santralinde yaşanmıştı. 11 Mart 2011 tarihinde *Sendai* şehrinden 130 km uzakta meydana gelen *Richder* ölçeğine göre 9.0 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmişti. Şiddeti oldukça büyük olan deprem nedeniyle bölgede tsunami meydana geldi. Tsunami sonucunda depremin merkez üssünden 180 km uzakta bulunan *Fukushima* Nükleer Santrali'nde dünyanın en büyük

ikinci nükleer enerji kazası meydana geldi. Başka bir açıdan da nükleer enerji üretiminin ardından meydana gelecek olan nükleer atıkların çevreye zarar vermeden depolanması ve dönüştürülmesi nükleer enerji santrallerinin olmazsa olmazlarındandır. Türkiye'nin nükleer enerji sektörüne girmesi, enerjideki dışa bağımlılığını azaltabilir, ancak nükleer atığın tekrar zararsız hale getirilmesi hem maliyetli hem de ileri teknoloji gerektiren bir süreçtir. Bu atıkların depolanması, taşınması ve koruma altında tutulması Türkiye'nin tek başına başarması gereken hususlardır, aksi takdirde başka bir ülkeye bağımlı hale gelebilir.

Kök ve Benli'ye göre (2017), Türkiye doğal gaz olarak yüzde 60, yüzde 30 petrol olarak Rusya'ya bağımlıdır. Enerji güvenliği ve enerji çeşitliliğinin sağlanması için nükleer enerji bir seçenek olarak gözüktse de, Türkiye'de henüz uranyum işleme teknolojisi bulunmadığı için, Türkiye kendi nükleer kaynaklarını kullanamamaktadır.

Sonuç olarak, enerjide dışa bağımlı Türkiye için nükleer bir alternatiftir enerji kaynağıdır. Ancak, Türkiye, nükleer enerji santralinin kurulumundan sonra, gerek ham madde, gerekse tesisin sağlıklı sürdürülebilirliği bakımından başka bir ülkenin yardımına veya katkısına bağlı kalırsa, nükleer enerji santralinin de enerji bağımsızlığına katkısı sınırlı olacaktır. Nükleer atıkların depolanması bunların başında gelmektedir. Nükleer atık konusunu başka bir ülkeye bağlı kalmaksızın çözüme ulaştıracak teknolojiye sahip olması gerekmektedir. Bunun yanında nükleer enerji santraline dışardan bir müdahale, deprem veya terör saldırısı gibi olaylar, insan sağlığı bakımından geri dönüşü olmayan bir süreci başlatabilir. Deprem ve terör bölgesinde bulunan Türkiye'de, santral güvenliği üzerinde ciddiyetle durulması gereken bir konudur. Nükleer enerji iyi ve temiz bir alternatif kaynak olsa da, standartlar yakalanılmadığı takdirde potansiyel bir bağımlılık ve tehlike içermektedir.

3.2 TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Türkiye’nin coğrafi konumu yenilenebilir enerji kaynakları bakımından potansiyele sahiptir. Güneş, rüzgâr, hidrolik, jeotermal, biokütle enerjileri bakımından zengin olan Türkiye, enerji güvenliğini sağlamak için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedir.

Luskatove, Eyvazov ve Haytanova’ya göre (2019), elektrik üretimi ve tüketimi bir ülkenin sürdürülebilir ekonomik gelişimi ile paralellik gösterir. Özellikle Türkiye gibi ürettiği elektriğin yarısından fazlasını ithal yakıtlara borçlu olup, fosil kaynaklar yönünden yetersiz olan ülkeler bu enerji açığını yenilenebilir enerji kaynakları ile doldurmaya çalışmaktadır. Yenilenebilir yakıtların elektrik üretimindeki artan payı ithal enerjiye olan bağımlılığı da düşürmektedir. Bu sayede hem ülke ekonomisi hem de enerji güvenliği olumlu anlamda etkilenecektir. Yenilenebilir enerji kullanımının artması için Türkiye’de yapılan yasal düzenlemelerin de katkısı çoktur. Yürürlüğe giren 2007 tarihli 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu, 2005 tarihli 5346 sayılı Yenilenebilir Enerjinin Kullanımı kanunu ve bu kanunları tamamlayıcı nitelikteki diğer kanunlar Türkiye’nin etkin bir enerji politikası yürütebilmesi için önemlidir. Türkiye’nin 2023 yılına ait enerji hedefleri arasında üretilen enerjinin yüzde 32’sinin yenilenebilir yerli kaynaklar olması hedeflenmektedir. 2008-2018 yılları arasında elektrik enerjisinin alternatif enerji üretimindeki payı yüzde 800 artmıştır.

3.2.1 Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi

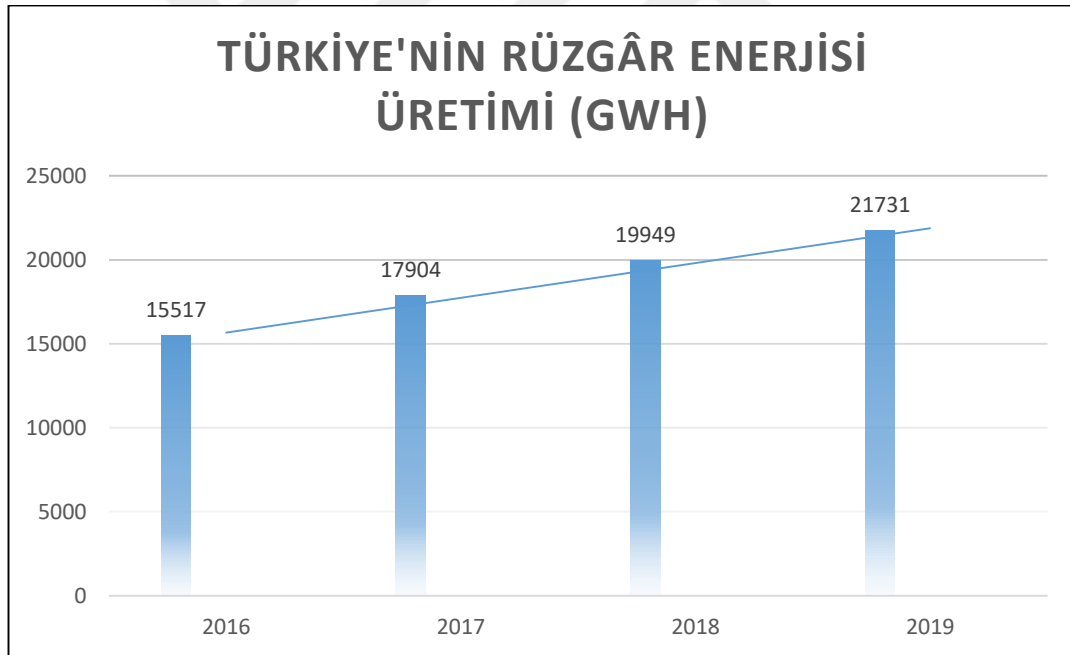
Özgüven’e göre (2018); rüzgâr, denizlerin, karaların ve atmosferin farklı sıcaklıklarda ısınmasına bağlı olarak basınç farkıyla birlikte oluşur. Dünyanın dönmesine bağlı olarak bir merkez çevresinde dolanan rüzgârlar enerji alanında bir aktör haline gelmiştir. Türkiye’nin rüzgâr atlası incelendiğinde Marmara, Ege ve Doğu Akdeniz bölgelerinin rüzgâr enerjisi bakımından zengin olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye’de rüzgâr enerjisinden birçok alanda yararlanılmaktadır. Tahıl üretme, su pompalama ve yağ çıkarma ile birlikte, merkeze uzak kırsal alanlarda üretilen elektrik bu alanlardan bazılarıdır.

Argın, Yerci, Erdoğan, Küçüksarı, ve Çalı’ya göre (2019), Türkiye bulunduğu coğrafya itibari ile rüzgâr enerjisi bakımından şanslı bir ülkedir. Yıllık ortalama rüzgâr hızı 2.58 m/s olup, rüzgâr enerjisi potansiyeli çok yüksektir. Özellikle deniz kıyılarında rüzgârın

hızı ve yoğunluğu daha yüksektir. Marmara ve Ege Denizi yıllık ortalama 50 metre yükseklikte 6,9 m/s hıza sahip rüzgârlara ev sahipliği yapmaktadır. Doğu Akdeniz ve Batı Karadeniz’de yıllık rüzgâr hızı ortalaması 6,4 m/s olup Avrupa ülkeleri ortalamalarının üstündedir. Türkiye’nin kıyıları ve denizleri hem kara hem denizlere kurulacak rüzgâr türbinlerine müsaittir. Bu enerji türbinleri askeri ve ticari deniz hareketliliğini etkilememelidir, ayrıca çevreye zarar vermemelidir. Çünkü bariyer görevi görebilen türbinler kuşların göç yollarını değiştirebilir bu da ekosistemi etkileyebilir. Rüzgâr türbinlerinin meydana getirdiği ses bir kilometre uzaklıktan duyulabildiğinden bölge insanına rahatsızlık verebilir, denizlerin içerisine kurulacak olan enerji türbinleri ile bunun önüne geçilebilir.

Epdk’nın 2019 yılına ait verilere göre Türkiye 294.251 GWh elektrik tüketimi yapmıştır. Bunun yanında rüzgâr enerjisini kullanarak 21.636 GWh elektrik üretimi yapmıştır.

Şekil 3.6: Türkiye’nin yıllara göre rüzgâr enerjisi üretimi



Kaynak: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM). (2020)¹².

¹² Türkiye’nin Enerji Denge Tablosu, <https://www.EİGM.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari> adresinden 07 Şubat 2021 tarihinde edinilmiştir.

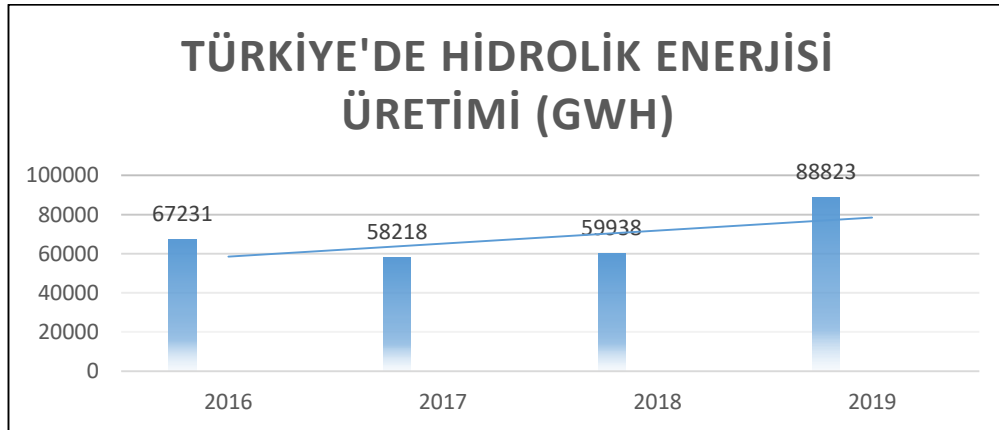
Şekil 3.6 incelendiğinde Türkiye'nin son yıllarda rüzgâr enerjisi üretimini arttırdığı anlaşılmaktadır. EPDK verilerine göre 2019 yılında 294.251 GWh elektrik tüketimi yapan Türkiye, EİGM verilerine göre 21731 GWh elektriğini rüzgâr enerjisi ile karşılamaktadır. Rüzgâr enerjisine yapılan yatırımların Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını azaltmaya katkısı olduğu anlaşılmaktadır. EİGM'nin verilerine göre 21731 GWh 1869 bin ton petrole karşılık gelmektedir. 2019 yılında Türkiye'nin gerçekleştirdiği 31073 ton ham petrol ithalatının az bir kısmına denk gelen rüzgâr enerjisi üretimi, Türkiye'de potansiyele sahip bir enerji türüdür.

3.2.2 Türkiye'de Hidrolik Enerjisi

Türkiye Hidrolik enerji potansiyeli olan bir ülkedir. EİGM'nin 2019 yılına ait verilere göre Türkiye 7639 bin ton petrol eş değerinde, 88.823 GWh elektrik enerjisini hidrolik enerjisi yoluyla üretmiştir.

Türkiye'de zaman zaman tartışma konusu olsa da hidroelektrik santralleri elektrik üretiminde önemli bir rol almaktadır. Orman tahribatlarına ve su yollarının değişmesine neden olan hidroelektrik santral yapımı, çevrecilerce eleştirilere maruz kalmaktadır. Üretim süresince gayet çevre dostu olsa da yapım aşamasında doğaya zararı bir gerçektir. Tarım hayatını ve mikro iklimi de olumsuz etkileyebilmektedir. (Karaaslan, Gezen 2017, s. 23-26)

Şekil 3.7: Türkiye hidrolik enerjisi üretimi



Kaynak: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM).¹³

¹³ (2020). Türkiye'nin Enerji Denge Tablosu, <https://www.EİGM.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari> adresinden 07 Şubat 2021 tarihinde edinilmiştir.

Şekil 3.7 incelendiğinde Türkiye'nin hidrolik enerji üretiminde 2019 yılında ciddi bir artışa sahip olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye coğrafi yapısı ve su kaynakları itibari ile hidrolik enerji potansiyeli olan bir ülkedir. Epdk'nın 2019 yılına ait¹⁴ verilere göre Türkiye 294.251 GWh elektrik tüketimi yaparken hidroelektrik santrallerinde 88823 GWh elektrik üreterek ihtiyacın ortalama beşte birini karşılamıştır. Hidrolik enerjisi üretimi Türkiye'nin enerji çeşitliliğine ve buna bağlı olarak da enerji güvenliğine katkı sağlamaktadır.

3.2.3 Türkiye'de Güneş Enerjisi

Güneş sınırsız bir enerji kaynağıdır, diğer tüm enerji formlarının sebebidir. Güneşten dolaylı olarak enerji üretilebildiği gibi direkt olarak da enerji üretilebilmektedir. Özellikle Türkiye gibi güneşlenme süresi fazla olan ülkeler gelişen teknoloji ile birlikte güneş enerjisi üretimini daha fazla ağırlık vermektedirler.

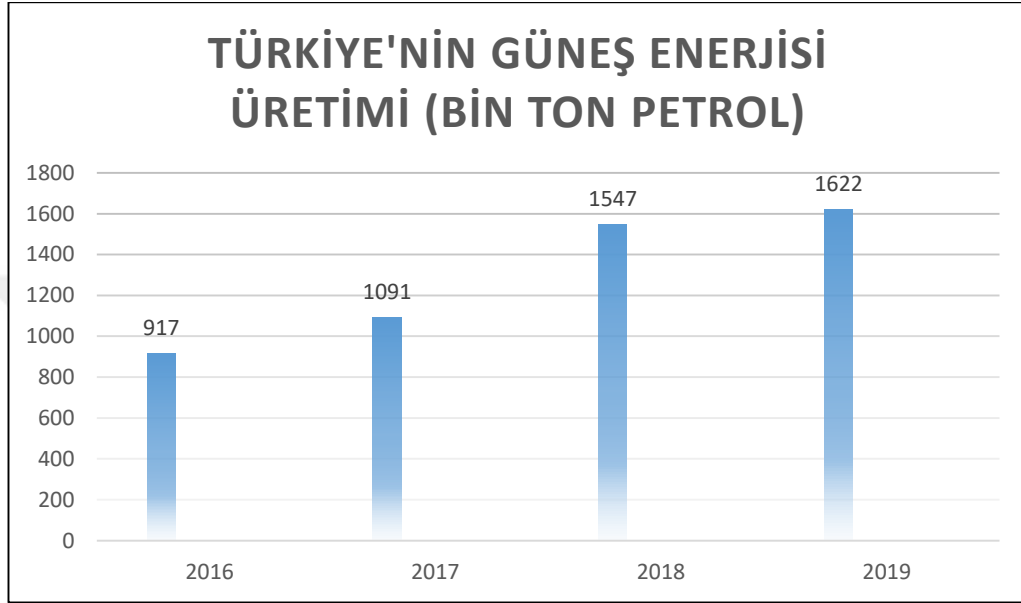
Özgüven'e göre (2018), Güneş'in dünyaya uzaklığı yaklaşık olarak 150 milyon kilometredir. Güneş'in yarıçapı 700.000 kilometredir. Dünya kütesinin yaklaşık 330.000 katıdır. Her saniyede 587 milyon ton hidrojeni 583 milyon ton helyuma dönüştürüp ve 4 milyon tonluk kütle farkına enerjiye dönüştürerek uzaya göndermektedir. Güneşten gelen enerjinin yaklaşık olarak yüzde 43'ü dünyadan yansımaktadır. Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli bulunmaktadır. Özellikle Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz bölgesinde güneşlenme süresi fazla olup, Karadeniz bölgesinde en düşük seviyelerdedir. Türkiye'de güneş enerjisinin kullanım alanları genellikle konut sıcak su ısıtmaları, açık alanlarda tarımsal ürün kurutumu, sera içi ısıtmadır.

Şahin ve Ergin'e göre (2020), güneş enerjisi ekonomik olduğu her coğrafyada en çok tercih edilen yenilenebilir enerji kaynağı türüdür. Güneşten elde edilen enerji güneşe ve meteorolojik verilere dayanmaktadır.

¹⁴ Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu, 2019 Yılı Elektrik Piyasası Sektör Raporu, <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-24/yillik-sektor-raporu> adresinden 10.03.2021 tarihinde edinilmiştir.

Geçer, Şentürk ve Büyükgüngör'e göre (2019), güneş enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde son yıllarda üzerinde en çok çalışılan kaynaklardan birisidir. Yenilenebilir ve temiz enerji kaynağı olan güneş enerjisi birçok alanda kullanılabilir bir enerji kaynağıdır.

Şekil 3.8: 2019 Yılı Türkiye güneş enerjisi üretimi



Kaynak: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM).¹⁵

EİGM'nin verilerine göre Türkiye'nin 2019 yılı itibari ile ithal ettiği petrol ürünleri 20.872 bin ton, ithal ettiği ham petrol miktarı ise 31.075 bin tondur. Türkiye'nin güneş enerjisini kullanarak 2019 yılında ürettiği güneş enerjisinin petrol olarak karşılığı ise 1622 bin tondur. Türkiye'nin petrol rezervlerinden 2019 yılında ürettiği ham petrol ise 3135 bin tondur. Petrol rezervleri yönünden yetersiz olan Türkiye, enerji çeşitliliğini yenilenebilir enerjiyle sağlama potansiyeline sahiptir. Öyle ki, rüzgâr ve güneş enerjisinden üretilen enerji son yıllarda artmaktadır. Yenilenebilir enerjiden elde edilen enerji sadece istihdam sağlamakla kalmayıp, Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını da azaltmaktadır.

¹⁵ (2020). Türkiye'nin Enerji Denge Tablosu, <https://www.EİGM.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari> adresinden 07 Şubat 2021 tarihinde edinilmiştir.

3.2.4 Türkiye’de Biokütle Enerjisi

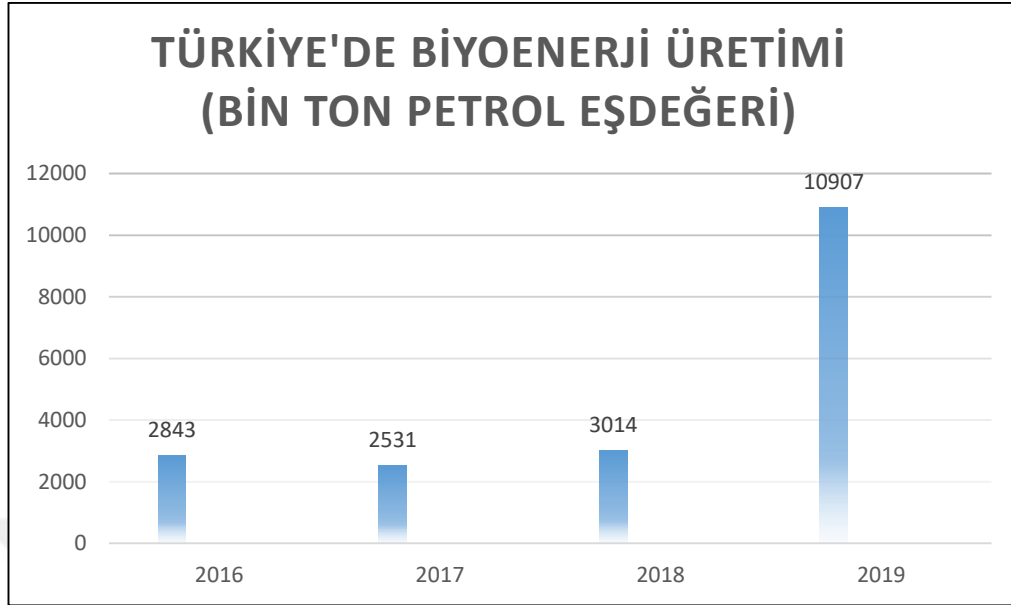
1970’lerde yaşanan küresel enerji krizlerinin ardından, fosil yakıtlarına bağlı kalarak enerji ihtiyacını karşılamak isteyen ülkeler enerji güvenliklerinde karşılaşılabilecekleri muhtemel tehlikelerin farkına vardılar. Önem kazanan yenilenebilir enerji kaynakları araştırılmaya başlandı ve üretim için yatırımlar yapıldı.

Lee, Sankaran ve Chew’e göre (2019) fosil yakıt sektöründeki teknolojinin hızla ilerlemesi, fosil yakıtları ekonomik hale getirdi ve biokütle enerjisine olan ilgi azaldı. Ancak fosil yakıtların, küresel ısınmayı hızlandırması, havayı ölümcül şekilde kirletmesi ve piyasasının sabit olmayışının yanı sıra küresel ulaşımdaki güçlü artışlar biokütle enerjisi sektöründe yeni araştırmalara neden oldu. Biokütle enerjisinin kaynakları üç gruba ayrılabilir. Birinci grup mısır, saman veya orman bitkileri gibi hedef bitkilerin ekilmesidir. İkinci grupta ise ekilen bitkilerin olgunlaştıklarındaki son formları vardır, tahta kıymıkları, kahve kabukları, pirinç kabukları ve şeker kamışları gibi. Üçüncü grup ise bu üretilen bitkilerin hayvanlar ve insanlar tarafından tüketilmesinden arda kalan atıkların kullanılmasıdır.

Popp, Lakner, Harangi-Rakos, Fari’ye göre (2014) biokütleden elde edilme potansiyeli olan enerji miktarı dünyaya 50-100 sene arası yetebilecek kapasitededir. Biokütle üretimi ve kullanımının faydalarından ilki fosil yakıtların kullanılmasıyla atmosfere salınan sera gazının olumsuz etkilerini uygun teknoloji kullanımıyla azaltmasıdır. Her ne kadar artacak olan nüfus tarım alanlarına ihtiyaç duyacak olsa da, tüketilmeye uygun olmayan tarımsal ürünlerin enerji üretiminde kullanılabilir olması, bio kütlenin bir diğer faydasıdır.

Pamir’e göre (2016, s. 515-517) Biokütle enerjisinin potansiyeli artan nüfusla doğru orantılıdır. Nüfus artışı daha fazla atık demektir. Atıklar da biokütle enerjisinin ham maddesini oluşturmaktadır. Organik atıkların yanı sıra bitkiler de biokütle enerjisine katkı da bulunmaktadır. Biokütle enerjisi için özel yetiştirilen bitkiler güneş var olduğu sürece devam edecektir. Böylelikle biokütle enerjisinin tükenmez bir enerji kaynağı olduğu söylenebilir. 2016 yılı itibari ile Almanya’da 10.000 ve Danimarka’da 7.000’den fazla biokütle enerji santrali varken bu sayı Türkiye için 100’den azdır.

Şekil 3.9: Yıllara göre Türkiye biokütle üretimi



Kaynak: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM). (2020).¹⁶

EİGM 2019 verileri incelendiğinde Türkiye’de 3157 bin ton petrole eş enerji biokütle vasıtası ile üretilmiştir. Türkiye’nin yıllık ham petrol üretimi 3.135 bin ton, ham petrol ithalatı 31.075 bin ton, petrol ve petrol ürünleri ithalatı ise 20.872 bin ton petroldür. Petrol ve doğal gaz rezervleri bakımından yetersiz olan Türkiye, bu eksikliğini yenilenebilir enerji üretimi ile karşılamaya çalışmaktadır. Enerji çeşitliliğine katkı sağlama potansiyeline sahip olan yenilenebilir enerjilerden olan biokütle Türkiye için önem teşkil etmektedir. Özellikle tarım alanlarının ve nüfusunun fazlalığı Türkiye’yi biokütleye yönlendirmektedir. 2019 yılındaki artış bunun yerinde bir göstergesidir. Biokütle üretiminde 2018 yılına göre üç kattan fazla artış olmuştur.

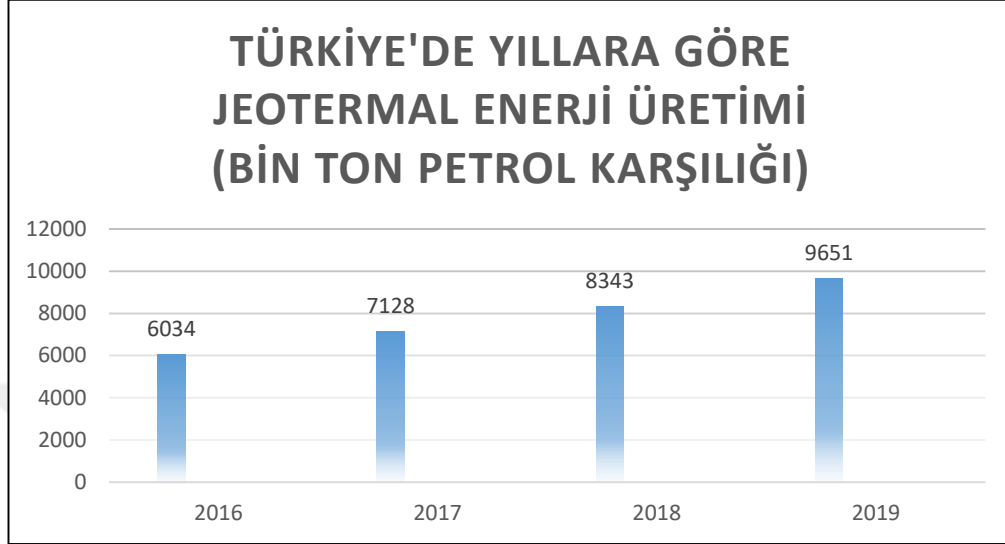
3.2.5 Türkiye’de Jeotermal Enerji

Yenilebilir bir enerji kaynağı olan jeotermal enerji, hem ekonomik olmasıyla hem de çevre dostu olmasıyla tercih edilen bir enerji türüdür. Özellikle Türkiye sahip olduğu jeotermal kaynaklar bakımından zengin kabul edilmektedir. Türkiye’nin her bölgesine yayılmakla birlikte yaklaşık olarak 1.000 adet doğal jeotermal çıkış bulunmaktadır. yüzde 78 rezerv, Batı Anadolu’da bulunmaktadır. Türkiye’nin jeotermal rezervlerinin yüzde 90’ını düşük ve orta sıcaklıkta olduğundan direkt olarak kullanıma uygundur. Turizm

¹⁶ Türkiye’nin Enerji Denge Tablosu, <https://www.EİGM.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari> adresinden 07 Şubat 2021 tarihinde edinilmiştir.

sektöründe, konut ısıtmasında ve endüstriyel girişimlerde kullanılabilen, yüzde 10'luk bir rezerv de elektrik enerji üretimine uygun ısıdadır.¹⁷

Şekil 3.10: Yıllara göre Türkiye jeotermal enerji üretimi



Kaynak: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM). (2020).¹⁸

EİGM 2019 verileri incelendiğinde Türkiye’de 9651 bin ton petrole eş enerji jeotermal enerji sayesinde üretime konmuştur. Enerjide dışa bağımlı olan Türkiye’nin yıllık ham petrol üretimi 3.135 bin ton olmakla birlikte, ham petrol ithalatı 31.075 bin ton olarak kayıtlara girmiş, petrol ve petrol ürünleri ithalatı ise 20.872 bin ton petrol olarak tespit edilmiştir. Yıllık ham petrol üretiminden daha fazla miktarda petrole eş değer enerjiyi jeotermal kaynaklarıyla karşılayan Türkiye, gelişen teknolojilerle birlikte bu alanda daha fazla enerji üretmeye başlamıştır. Türkiye jeotermal enerji aramalarına ve bu sektörde kullanılan teknolojik elementlerin geliştirilmesine önem vermektedir. Çevre dostu olan jeotermal enerjinin ekonomiye ve istihdama olan olumlu etkileri de azımsanamayacak kadar azdır. Türkiye’nin sahip olduğu jeotermal enerji rezervlerinin çoğunluğunun direkt kullanıma uygun olması, bu enerji türünü daha ekonomik hale getirmektedir.

¹⁷ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Jeotermal, <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/jeotermal> [ET. 19.11.2019].

¹⁸ Türkiye’nin Enerji Denge Tablosu, <https://www.EİGM.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari> adresinden 07 Şubat 2021 tarihinde edinilmiştir.

3.2.6 Türkiye’de Dalga ve Gelgit Enerjisi

Türkiye’nin üç tarafı denizlerle çevrili olması dalga ve gelgit enerjisinden yararlanabilmesi için önemlidir. Teknolojinin ilerlemesi ile birlikte yavaş yavaş yaygınlaşan dalga enerjisi santrallerinden henüz Türkiye’de kurulmuş olanı bulunmamaktadır.

Sağlam ve Uyar’a göre (2019), denizler enerji depolarıdır, çevre dostudurlar ve özellikle Türkiye’de enerji çeşitliliğine katkı sağlayabilirler. Türkiye’nin Kalkan açıkları, Batı Karadeniz ve Ege Denizi’nin güneybatı kıyıları dalga enerjisi potansiyeli yönünden zengindir.

3.3 TÜRKİYE’NİN ELEKTRİK GÖRÜNÜMÜ VE KURULU GÜCÜ

Türkiye’nin artan nüfusu ve sanayisi Türkiye’nin enerji ihtiyacını da arttırmaktadır. Türkiye’nin fosil yakıtlar yönünden zengin olmaması ithal edilen enerjinin miktarını arttıran bir faktördür. İthal edilen enerji Türkiye’nin sürdürülebilir enerji güvenliği için hayati önem taşımaktadır. Olası bir enerji krizinde Türkiye’nin yeterli enerjiyi veya ihtiyaç duyulan elektriği üretememesi günlük hayatı olumsuz etkileyebilir. Elektriğin yetersizliği konut sektöründen, ulaşım sektörüne, endüstriden tarım sektörüne her sektörü etkileyebilir.

Elektrik, bir toplumda refahın artabilmesi için vazgeçilmez bir unsurdur. Elektrik üretim tesisleri ilk kurulum aşamasında ekonomik yönden ülkeye bir yük getirmektedir. Arz ve talep ilişkisi iyi incelenmeli adımlar buna göre atılmalıdır. Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılığı elektrik sektörünü doğrudan etkilemektedir. Türkiye’de elektrik üretim faaliyetlerini Elektrik Piyasası Kanunu (EPK) denetlemektedir. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK) da bu süreci yönetmektedir. Üretime geçmek isteyen bir girişimci EPDK’ya başvuru yaptıktan sonra elektrik enerji hattına dâhil olabilmek için Türkiye Elektrik İletim A.Ş.(TEİAŞ)’ın görüşüne ihtiyaç duymaktadır. Uygun şartlar sağlanırsa EPDK tarafından girişimciye lisans verilmektedir. Türkiye’de elektrik enerjisinin arz güvenliği üretim ve günlük hayat için hayati önem arz etmektedir.¹⁹

¹⁹ Makine Mühendisleri Odası (MMO). Türkiye Enerji Görünümü 2019, <https://enerji.mmo.org.tr/wp-content/uploads/2019/04/MMO-TEG-2019-Sunumu-Mart-2019.pdf> [ET. 05.05.2019]

Luskatova, Eyvazov ve Haytanova'ya göre (2019), elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin payının artması enerji ithalini azaltmaktadır. Bu bağlamda, bir ülkenin enerji güvenliği ve ekonomisi üzerinde olumlu etkileri olacaktır. Yasal düzenlemelerdeki gelişmeler, atılan esnek adımlar da ülkenin ekonomik güvenliğinin ayrılmaz bir parçasıdır.



Tablo 3.2: Türkiye Yıllara ve Kaynaklara Göre Kurulu Gücü

Kaynak Türü	2018 Değeri (MW)	Pay (%)	2019 Değeri (MW)	Pay (%)	2018-2019 Değişimi (%)
DOĞAL GAZ	25.731,93	30,93	25.935,41	30,53	0,79
BARAJLI	20.534,80	24,69	20.642,51	24,30	0,52
LİNYİT	9.597,12	11,54	10.101,03	11,89	5,25
İTHAL KÖMÜR	8.938,85	10,75	8.966,85	10,55	0,31
AKARSU	7.748,90	9,32	7.851,85	9,24	1,33
RÜZGAR	6.942,27	8,35	7.520,33	8,85	8,33
JEOTERMAL	1.282,52	1,54	1.514,69	1,78	18,10
TAŞ KÖMÜR	616,15	0,74	810,77	0,95	31,59
BİYOKÜTLE	590,92	0,71	725,92	0,85	22,85
ASFALTİT KÖMÜR	405	0,49	405,00	0,48	0,00
FUEL OİL	709,21	0,85	305,93	0,36	-56,86
GÜNEŞ	81,66	0,10	169,70	0,20	107,81
NAFTA	4,74	0,01	4,74	0,01	-0,08
LNG	1,95	0,00	1,95	0,00	0,00
MOTORİN	1,04	0,00	1,04	0,00	0,00
Genel Toplam	83.187,05	100,00	84.957,72	100,00	2,13

Kaynak: Enerji Piyasaları Denetleme Kurulu (EPDK). (2021).²⁰

Tablo 3.2 incelendiğinde Türkiye'nin elektrik üretiminde en büyük kurulu gücünün doğal gaz sektöründe olduğu anlaşılmaktadır. Kurulu güç ile birlikte daha fazla enerji üretilmektedir ancak doğal gaz rezervleri yetersiz olan Türkiye üretimi ithal doğal gaz ile

²⁰ Doğal Gaz Resmi İstatistikleri, <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-167/resmi-istatistikler> adresinden 30 Ocak 2021 tarihinde edinilmiştir.

yaptığı için bu riskli bir durumdur. Nitekim doğal gazın ithal edilmesi ekonomiye de bir yük getirmektedir. Aynı zamanda artan enerji bağımlılığına da olumsuz katkı yapmaktadır. Elektrik üretiminde doğal gazı yoğun olarak kullanan Türkiye ulusal ve uluslararası risklerle karşı karşıyadır. Doğal gaz sektöründen sonra barajlar üzerinde kurulu olan güç ikinci sıradadır. Türkiye'nin elektrik üretiminde en büyük paya sahip olan hidrolik enerjisi yenilenebilir bir enerji kaynağı olduğundan hem ekonomik hem de çevreye olan zararı az seviyelerdedir.

Tablo 3.3: Türkiye'nin Yıllara ve Kaynaklara Göre Lisanslı Elektrik Üretimi

Kaynak Türü	2018 Değeri (GWh)	Pay (%)	2019 Değeri (GWh)	Pay (%)	2018-2019 Değişimi (%)
HİDROLİK	59.902,04	20,24	88.850,17	30,20	48,33
İTHAL KÖMÜR	62.988,54	21,28	60.381,27	20,52	-4,14
DOĞAL GAZ	91.639,14	30,96	56.522,71	19,21	-38,32
LİNYİT	45.087,00	15,23	46.893,73	15,94	4,01
RÜZGAR	19.827,00	6,70	21.636,28	7,35	9,13
JEOTERMAL	7.430,98	2,51	8.929,73	3,03	20,17
BİYOKÜTLE	3.240,96	1,09	4.266,32	1,45	31,64
TAŞ KÖMÜR	2.844,58	0,96	3.518,87	1,20	23,70
ASFALTİT KÖMÜR	2.328,50	0,79	2.323,95	0,79	-0,20
FUEL OİL	328,89	0,11	732,92	0,25	122,84
GÜNEŞ	385,86	0,13	194,37	0,07	-49,63
MOTORİN	0,22	0,00	1,00	0,00	349,30
Genel Toplam	296.003,71	100,00	294.251,32	100,00	-0,59

Kaynak: Enerji Piyasaları Denetleme Kurulu (EPDK). (2021).²¹

²¹ Doğal Gaz Resmi İstatistikleri, <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-167/resmi-istatistikler> adresinden 30 Ocak 2021 tarihinde edinilmiştir.

Tablo 3.3'e göre Türkiye'nin elektrik ihtiyacının karşılanmasında hidrolik enerji üretiminin en büyük paya sahip olduğu anlaşılmaktadır. İthal kömür ve doğal gaz diğer en büyük paylara sahiptir. Elektrik üretiminin yaklaşık yüzde 40'ı ithal enerjiyle yapılmaktadır. Türkiye'nin artan enerji bağımlılığı göz önüne alındığında doğal gazın elektrik üretimindeki payın 2018 yılına göre ciddi oranda azalması olumlu bir gelişmedir. Bunun yanında yenilenebilir enerjinin elektrik üretimindeki payı bir önceki yıla göre artmaktadır. Güneş enerjisinin elektrik üretimindeki payı bir önceki yıla göre azalmış olsa da Tablo 3.4'te lisanssız elektrik üretiminde güneş enerjisinin payının arttığı görülecektir. Rüzgâr enerjisinin elektrik şebekelerine güneş enerjilerine göre daha kolay adapte edilebilmesi rüzgâr enerjisinin elektrik üretiminde daha büyük pay sahibi olması ile sonuçlanmaktadır.

Tablo 3.4: Türkiye Yıllara Göre Lisanssız Elektrik Üretimi

Kaynak Türü	2018		2019	
	Kurulu Güç (MWe)	Oran (%)	Kurulu Güç (MWe)	Oran (%)
Güneş	5.016,99	94,47	5.825,46	92,33
Doğal gaz	153,04	2,88	328,66	5,21
Biokütle	79,18	1,49	75,67	1,20
Rüzgar	51,95	0,98	70,83	1,12
Hidrolik	8,91	0,17	8,65	0,14
Genel Toplam	5.310,57	100,00	6.309,27	100,00

Kaynak: Enerji Piyasaları Denetleme Kurulu (EPDK). (2021).²²

Tablo 3.4 incelendiğinde lisanssız elektrik üretimindeki en büyük pay güneş enerjisine ait olduğu anlaşılmaktadır. 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nda lisanssız elektrik üretiminin çerçevesi çizilmiştir. 5 MW'a kadar lisanssız elektrik üretimine müsaade

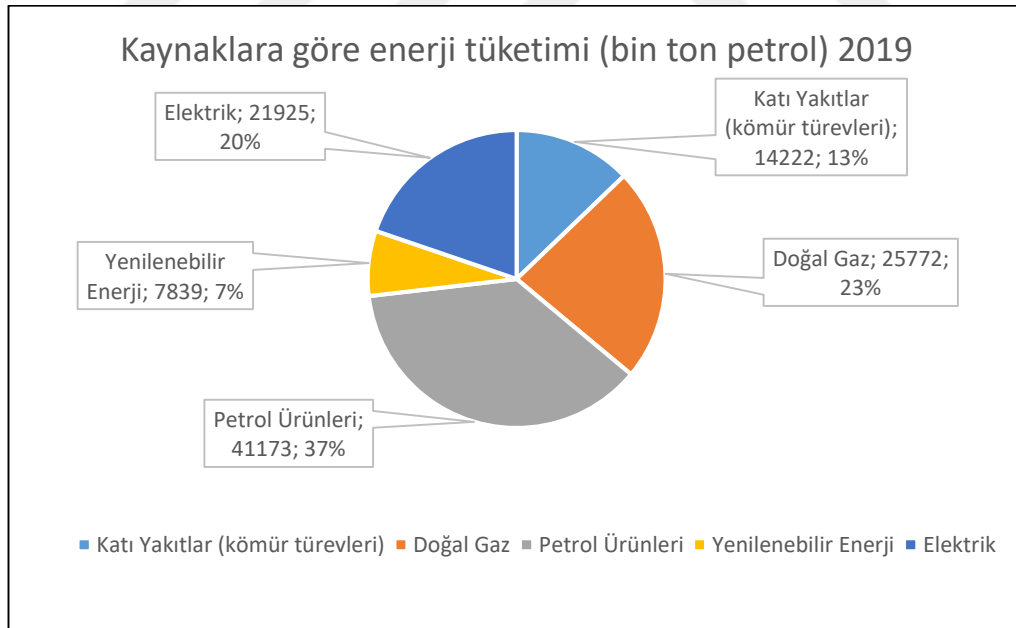
²² Doğal Gaz Resmi İstatistikleri, <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-167/resmi-istatistikler> adresinden 30 Ocak 2021 tarihinde edinilmiştir.

edilmektedir. Lisanssız elektrik üretiminin önünde bürokratik engellerin olmaması bu sektörün büyümesine katkı yapmaktadır.

3.4 TÜRKİYE’NİN ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ

Türkiye artan nüfusu ve gelişen sanayisi ile birlikte enerji ihtiyacını düzenli olarak arttıran ülkelerden biridir. Fosil kaynaklar yönünden zengin rezervlere sahip komşu ülkelere sahip olan Türkiye, birim enerjiye göre taşıma ve kullanma maliyetleri düşük olan fosil yakıtlara yönelmiştir. Yenilenebilir enerji yatırımlarının birim enerji fiyatına göre maliyetli olması fosil yakıt kullanımını arttıran bir diğer sebeptir. Nükleer enerji üretimine henüz geçememiş olan Türkiye’nin fosil yakıtları bu denli yoğun kullanması hem ülke ekonomisine hem de çevreye olumsuz etki yapabilir. Türkiye’nin yenilenebilir enerjinin daha ön planda olduğu bir enerji dönüşümüne ihtiyacı bulunmaktadır. Türkiye’nin son yıllarda izlediği stratejilerle birlikte yenilenebilir enerjiye dönüşüm beraberinde olumlu gelişmeleri getirmektedir. Enerji çeşitliliği, çevreye verilen zararın azaltılması örnek olarak gösterilebilir.

Şekil 3.11: Türkiye’nin kaynaklara göre enerji tüketimi

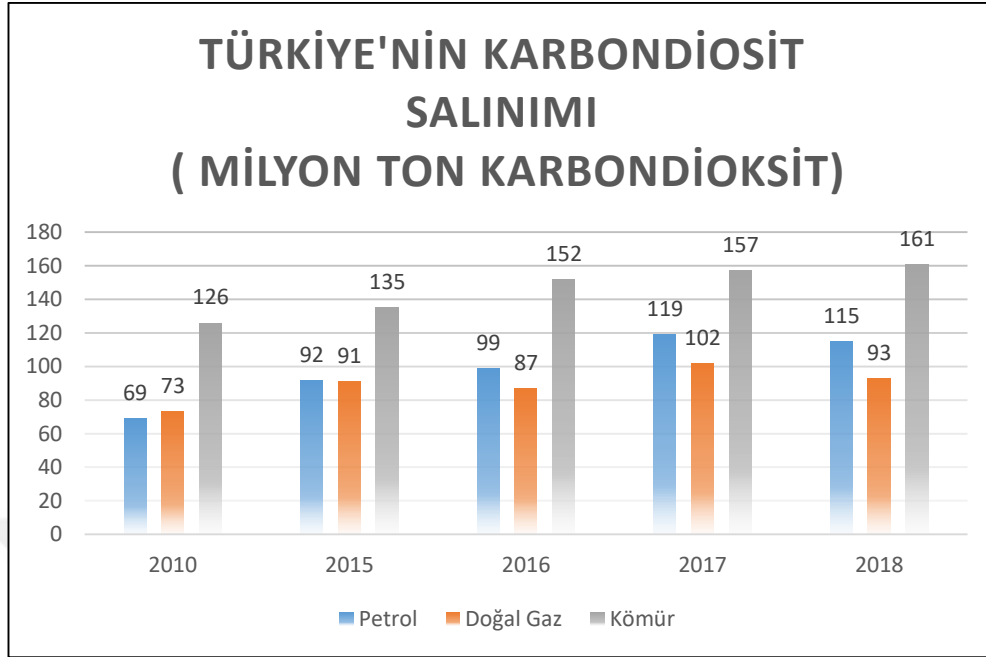


Kaynak: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM). (2020).²³

²³ Türkiye’nin Enerji Denge Tablosu, <https://www.EİGM.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari> adresinden 07 Şubat 2021 tarihinde edinilmiştir.

Şekil 3.11 incelendiğinde Türkiye'nin 2019 yılında toplamda 110834 bin ton petrole eşit enerji harcadığı anlaşılmaktadır. Enerji kaynaklarına bakıldığında ortalama dörtte üçünü fosil kaynak kullanımı oluşturmaktadır. Türkiye'nin fosil kaynaklar bakımından dışa bağımlılığı dikkate alındığında bu riskli bir durumdur. Artan enerji bağımlılığı uluslararası ilişkilerde Türkiye'nin aleyhine bir durumdur. Ayrıca fosil yakıtların bu denli yoğun kullanımı çevreye de büyük zararlar verebilmektedir. Gelişen sanayisi ile her yıl daha fazla enerji ihtiyacı olan Türkiye'nin sürdürülebilir enerji güvenliğine ihtiyacı bulunmaktadır. Son yıllarda her ne kadar enerji çeşitliliği sağlayabilmek amacı ile yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimi arttırılmış olsa da bu kaynakların fosil yakıtlara oranı düşüktür. Teknolojik ilerlemelerle birlikte elektrik ile çalışan motorlu araçların kullanımı yaygınlaştırılmaya çalışılmaktadır. Fosil yakıt kullanımının bu şekildeki yatırımlarla azalma eğilimindedir ancak bu eğilim üretilen elektriğin Türkiye'nin yenilenebilir kaynaklarınca üretilmiş olmasına da doğrudan bağlıdır.

Şekil 2.12: Türkiye'nin karbondioksit salınımı



Kaynak: International Energy Agency (IEA).²⁴

Şekil 3.12'ye göre Türkiye'nin artan enerji ihtiyacını ithal fosil yakıtlar ile karşıladığı anlaşılmaktadır. 2019 yılına gelindiğinde doğal gaz ve petrol kullanımı azalmış olsa da kömür kullanımının arttığı gözlemlenmektedir.

Türkiye'nin artan karbondioksit salınımının çevreye olan zararı beraberinde iklim değişikliklerini de getirebilir. Doğanın zarara uğraması, iklimleri değiştirirken yağış miktarlarının azalmasına da yol açabilir. Özellikle hidrolik enerjiyi yoğun kullanan Türkiye için bu istenmeyen bir durumdur. Bunun yanında bu denli yoğun karbondioksit salınımı bazı önlemleri de gerekli kılmaktadır. Yasal düzenlemeler ile bu salınımlar kontrol altına alınmalı, çevreye daha az zarar verecek teknolojiler geliştirilmeli veya kullanılmalıdır.

Tüm bu şartlar göz önüne alındığında, Türkiye'nin enerji dönüşümüne ihtiyacı bulunmaktadır. Fosil yakıtlara olan bağımlılık azaltılmalı buna bağlı olarak da çevreye verilen zarar minimuma indirilmelidir. Enerji dönüşümü ile birlikte yenilenebilir enerjilerin yoğun kullanılmaya başlanması Türkiye'nin enerji güvenliğine katkı sağlama

²⁴ 2019 Turkey's Energy Transition Indicators 2019 <https://www.iea.org/countries/turkey#reports> adresinden 04 Nisan 2020 tarihinde edinilmiştir.

potansiyeline sahiptir. Yenilenebilir enerjilerin sınırsız oluşu sürdürülebilir enerji güvenliği için hayati önem taşımaktadır.

Araştırmanın bu bölümünde Türkiye'nin sahip olduğu fosil yakıt rezervlerinin kullanımı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, yıllık üretilen ve tüketilen elektrik enerjisi ile Türkiye'nin enerji dönüşüm süreci incelenmiştir. Analizler neticesinde Türkiye'nin yenilenemeyen enerji kaynaklarından olan petrol ve doğal gazda üretimin Türkiye'nin ihtiyaçlarını karşılamada yeterli olmadığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle fosil yakıtlar açısından ithal yoluna giden Türkiye enerji güvenliği anlamında risk altındadır. Ülke içi üretimin büyük bir kısmı fosil yakıtlar tarafından karşılandığından, enerji güvenliğine bağlı olarak ülke güvenliği de risk altında sayılabilir. Enerji çeşitliliği ve alternatif enerji arayışında olan Türkiye, bu konularda yasal düzenlemeler ve yatırımlar yapmaktadır. Alternatif bir enerji olarak nükleer enerji hedefi olan Türkiye üretime henüz geçememiştir. Son yıllarda yenilenebilir enerji alanında yaptığı yatırımlarla yenilenebilir enerjilerin enerji ihtiyacını karşılamadaki payını arttırmış olduğunu ortaya koymaktadır. Enerjide dışa bağımlılığını yenilenebilir enerji ile azaltma hedefinde olan Türkiye bu yolda kararlılıkla ilerlemektedir.

Bu bölüm Türkiye'nin yıllık enerji üretimini ve ihtiyacını ortaya koyduğu için önem arz etmektedir. Bir sonraki bölümde Türkiye'nin ithal ettiği enerjinin izlediği boru hatları, Türkiye'nin toplam yıllık enerji ithalat ve ihracat verileri incelenecektir. Türkiye'nin enerji boru hatlarından sonra Türkiye'nin bölgesel enerji merkezi olabilme potansiyeli değerlendirilecektir.

4. TÜRKİYE’NİN ENERJİ BORU HATLARI, ENERJİ KULLANIMI VE BÖLGESEL ENERJİ MERKEZİ OLABİLME POTANSİYELİ

Türkiye nüfusu hızlı artmaktadır. Nüfus ile beraber gelen üretim ihtiyacı enerji ihtiyacını da beraberinde getirmektedir. Türkiye’nin fosil rezervlerinin yetersiz oluşu, enerji ithalatının önünü açmıştır. Türkiye’nin enerji ithalatının büyük bir kısmı petrol ve doğal gaz rezervleri bakımından zengin olan ülkeler ile boru hatları vasıtası ile gerçekleşmektedir. Deniz yoluyla da ithalat yapan Türkiye coğrafi olarak avantajlı bir konumda sayılabilir. Fosil yakıtlar bakımından zengin komşular ile çevrili Türkiye an itibari ile bir enerji koridoru konumundadır. Bu bölümde Türkiye’nin kullandığı enerji boru hatlarının yanı sıra Türkiye’nin hem stratejik konumu hem de sahip olduğu teknoloji iyi değerlendirildiğinde Türkiye’nin bölgesel bir enerji merkezi olabilme potansiyeli irdelenecektir.

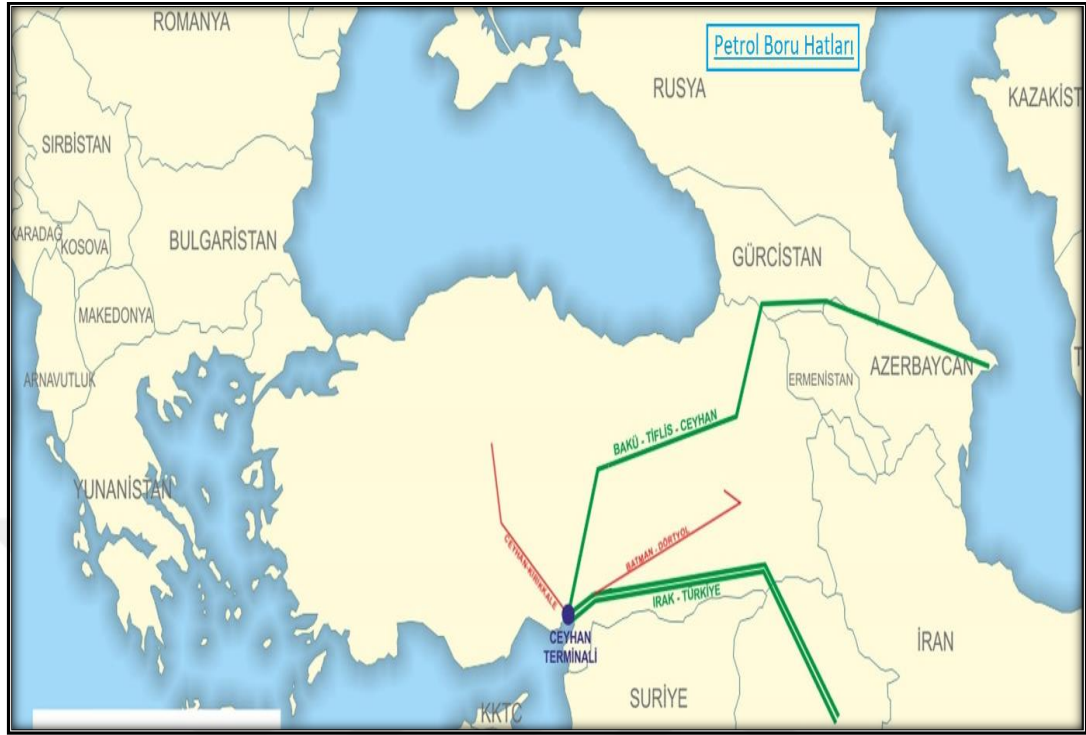
4.1 TÜRKİYE’NİN PETROL VE DOĞAL GAZ BORU HATLARI

Türkiye fosil yakıtlar bakımından zengin bir ülke olmasa da, bulunduğu konum enerji sektörü bakımından birçok avantajlara sahiptir. Fosil rezervlere sahip ülkeler, ihraç edecekleri enerjiyi sadece işlemekle değil taşımakla da yükümlüdür. Rusya’da, İran’da, Azerbaycan’da, Arap ülkelerinde ve Doğu Akdeniz’de bulunan zengin fosil kaynaklarının taşınabilmesi için boru hatlarına ve LNG tesislerine ihtiyaç vardır.

4.1.1 Türkiye’nin Petrol Boru Hatları

Dünya üzerinde petrol, dünya ekonomisini ve ticaretine buna bağlı olarak da uluslararası ilişkilerine büyük etkileri olan bir rezervdir. Çıkarılması, işlenmesi, taşınması ülkelerin iç ve dış siyasetini doğrudan etkileyebilmektedir. Petrol boru hatları sadece enerji aracı değil zaman zaman uluslararası bir politika aracı olarak da kullanılabilir.

Şekil 3.1: Türkiye'nin petrol boru hatları



Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.²⁵

Şekil 4.1'e göre Türkiye'nin petrol boru hatları incelendiğinde Kerkük Yumurtalık Ham Petrol Boru Hattı ve Bakü-Tiflis-Ceyhan (BTC) Petrol Boru Hattı'nın petrol ithalatında rol oynadığı anlaşılmaktadır. Türkiye Cumhuriyeti ve Irak Hükümetleri arasında imzalanan anlaşma çerçevesinde, Kerkük ve diğer havzalarda çıkartılan petrolün Ceyhan'da bulunan deniz terminaline ulaştırılabilmesi için yapımı tamamlanmıştır. 986 kilometrelik ilk hat inşa edildikten sonra, aynı hata paralel olan bir diğer hat inşa edilmiştir. Yıllık taşıma kapasitesi 70,9 milyon tona çıkarılmıştır. Irak'tan alınmak istenilen petrol çeşitli sebeplerden ötürü zaman zaman kesintiye uğramaktadır. Bu bölgedeki petrol boru hatlarının güvenliğinin sağlanması kapsamlı bir konudur. Özellikle bu coğrafyadaki siyasi istikrarsızlıklar güvenlik sorunlarını doğurmaktadır. Bu noktada enerjide bağımlı olmanın riskleri göze çarpmaktadır. Sadece Türkiye için değil enerji ithal edilen ülkelerdeki siyasi ve ekonomik krizler de Türkiye'nin enerji güvenliğini etkileyebilmektedir. Kriz durumlarında alternatif enerjiler ve enerji çeşitliliğinin önemi tekrar anlaşılmaktadır.

²⁵ Türkiye'nin Petrol Boru Hatları, <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Petrol-Boru-Hatlari> adresinden 11 Kasım 2019 tarihinde edinilmiştir.

BTC boru hattının kurulmasındaki amaç da, Hazar havzasında çıkartılacak petrolün güvenli bir şekilde Ceyhan'a taşınmasıdır. Ceyhan üzerinden uluslararası enerji piyasasına çıkması planlanmıştır. Azerbaycan, Gürcistan ve Türkiye'nin arasında 1999 yılında anlaşma imzalanmıştır.²⁶ Türkiye'nin enerji güvenliğine büyük katkı sağlayan bu boru hattı, gelişen teknolojilerle birlikte beraberinde birçok ekonomik faydayı getirmektedir. Türkiye'nin rafinerilerinde işlenen ham petrol hem ülke içinde daha ekonomik şekilde kullanılmakta hem de diğer ülkelere ihraç edilerek ekonomik gelir elde edilmektedir.

4.1.2 Türkiye'nin Doğal Gaz Boru Hatları

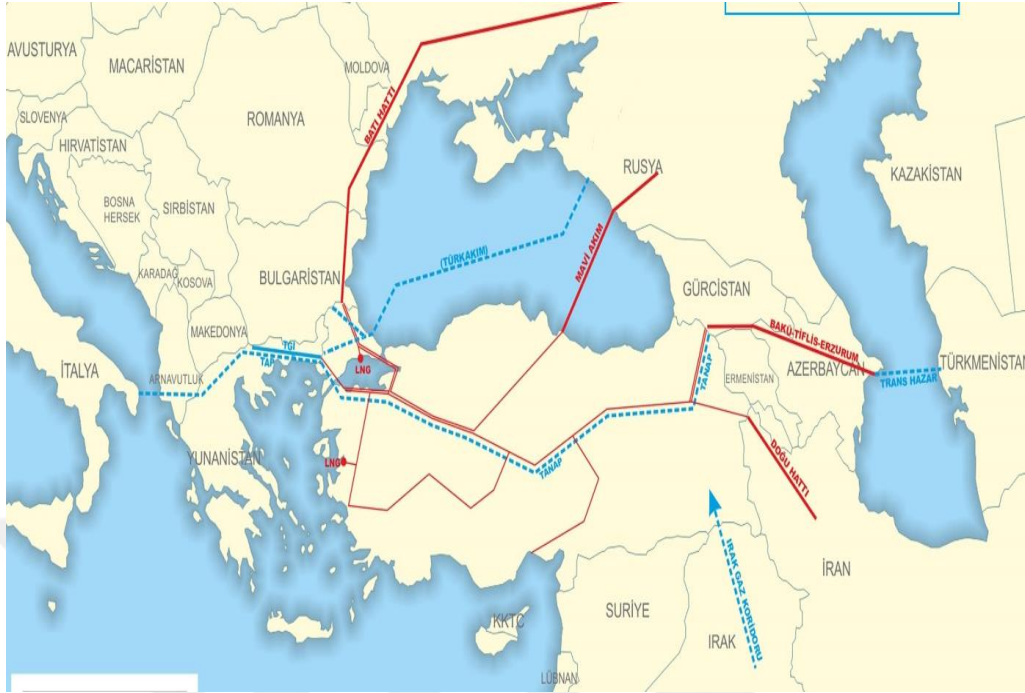
Doğal gaz boru hatları enerji taşımacılığında enerji arz ve talep ülkeler arasında sıklıkla kullanılan bir taşıma türüdür. Hem karadan karaya hem de deniz aşırı taşımacılıkta kullanılabilirler. Enerjide dışa bağımlı ülkelerin güvenliği, günlük yaşantısı ve sürdürülebilir büyümeleri açısından hayati önem taşıyan boru hatlarının güvenliklerinin sağlanması da önem taşır. Boru hatlarına yapılması muhtemel saldırılar, sabotajlar olumsuz sonuçlar doğurabilmektedir.

Boru hatlarının enerji yönünden ve ekonomi yönünden öneminin yanı sıra, uluslararası politikalarda da önem taşımaktadır. Özellikle enerji talebi olan ülkelere karşı politik bir silah olarak kullanılabilen boru hatları, enerji arzında bulunan ülkelerin lehine izlenecek politikaları desteklemektedir. Boru hatlarının üzerinden geçtiği ülkelerin siyaseti, ekonomisi ve uluslararası tutumu boru hatlarının akıbetlerini etkileyebilmektedirler.

Türkiye'nin coğrafi konumu incelendiğinde, zengin fosil rezervlere sahip komşu bölge ülkelerine komşu olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle Avrupa'nın doğal gaz rezervleri bakımından Türkiye gibi yetersiz olması, Doğu gazının Batı'ya taşınmasını elzem kılmaktadır. Türkiye'nin bu anlamda boru hatları vasıtası ile enerji koridoru haline gelmiş olduğu anlaşılmaktadır.

²⁶ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. Türkiye'nin Petrol Boru Hatları, <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Petrol-Boru-Hatlari> [ET. 11.11.2019].

Şekil 4.2: Türkiye'nin doğal gaz boru hatları



Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019).²⁷

Şekil 4.2'deki haritada yer aldığı şekliyle Türkiye'nin doğal gaz ihtiyacını karşılayan boru hatları şunlardır; Rusya Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı (Batı Hattı), Mavi Akım Boru Hattı, Türk Akım Gaz Boru Hattı Projesi, Bakü Tiflis Erzurum Doğal Gaz Boru Hattı, Doğu Anadolu Doğal Gaz Ana İletim Hattı (İran – Türkiye), Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı ve Türkiye-Yunanistan Doğal Gaz Enterkonektörü. Irak Gaz Koridoru Projesi ise henüz proje aşamasındadır.

4.1.2.1 Rusya Türkiye doğal gaz boru hattı (batı hattı)

1984 yılında, Türkiye Cumhuriyeti ve Eski Sovyetler Birliği arasında imzalanan anlaşma neticesinde, Bulgaristan sınırından Malkoçlar üzerinden 1987 yılında Türkiye'ye gaz akışı başlamış ve 1993 yılında taşıma kapasitesi yıllık 6 milyar metreküpe Rus doğal gazı Ankara'ya ulaşmıştır.²⁸ Batı hattı sadece Türkiye için değil Ukrayna, Romanya, Moldova ve Bulgaristan için de önem arz etmektedir. Rus gazı hem Balkanlar hem de Avrupa için çok önemlidir. Birçok ülkenin topraklarından geçip Türkiye'ye gelen bu boru hattının

²⁷ Türkiye'nin Doğal Gaz Boru Hatları, <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Dogal-Gaz-Boru-Hatlari-ve-Projeleri> adresinden 11 Kasım 2019 tarihinde edinilmiştir.

²⁸ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). Türkiye'nin Doğal Gaz Boru Hatları, <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Dogal-Gaz-Boru-Hatlari-ve-Projeleri> [ET. 11.11.2019].

güvenliği önem arz etmektedir. Özellikle Rusya ve Ukrayna arasındaki gerginlikler güvenlik risklerine sebep olmaktadır.

4.1.2.2 Bakü-Tiflis-Erzurum doğal gaz boru hattı (BTE)

Azerbaycan'ın Hazar havzasından çıkartılan doğal gazın Türkiye'ye ulaşması için BTC ile aynı güzergâh ve koridor üzerinde olan bu hat, 980 km. uzunluğundadır. 2007 yılında Türkiye'ye başlayan gaz akışı, 2018 yılında da TANAP sistemine ilk kez dâhil olup gaz akışına dâhil olmuştur.²⁹ Bu boru hattının Türkiye'nin enerji güvenliğine katkıları üst seviyededir. Doğal gaz ithalatının büyük bir bölümünü Rusya üzerinden yapan Türkiye için BTE büyük önem arz etmektedir. Rus enerjisine alternatif bir enerji olarak kullanılmaktadır. Türkiye'nin enerji güvenliğinin sağlanmasında bu boru hattı önemli bir oynar. Bu boru hattının güvenliğinin sağlanması da önemlidir. Ermenistan ile sağlıklı diplomasiye sahip olmayan Türkiye ve Azerbaycan boru hattını Gürcistan sınırından geçirmişlerdir.

4.1.2.3 Türkiye-Yunanistan doğal gaz enterkonektörü (ITG).

Türkiye-Yunanistan doğal gaz bağlantısının gerçekleştirilmesi ve Hazar ve Ortadoğu doğal gazını Türkiye Cumhuriyeti üzerinden Yunanistan'a oradan da İtalya'ya doğal gaz arzı hedefi ile kabul edilen anlaşmalar sonucunda, 2007 yılında boru hattı üzerinden gaz arzına başlanmıştır.³⁰ Türkiye'nin Avrupa'ya gaz taşıma kapasitesinin artması, Türkiye'nin enerji güvenliğine olumlu katkı yapmaktadır. Türkiye'nin enerji güvenliği Avrupa ülkelerinin de enerji güvenliğini sağlayacağı için önem arz etmektedir. Türkiye'nin bölgesel enerji merkezi potansiyeli için bu boru hatlarının nitelik ve nicelikleri arttırılmak istenmektedir. Yatırımlar devam etmektedir.

4.1.2.4 Mavi akım boru hattı

1997 yılında Rusya ve Türkiye arasında imzalanan anlaşma neticesinde yıllık 16 milyar metreküplük doğal gazın Türkiye'ye aktarımı olmaktadır. Rusya'nın Karadeniz kıyısından başka ülke topraklarına girmeden deniz üzerinden direkt Samsun'a ulaşan hat, Türkiye'nin doğal gaz ihtiyacının büyük bir bölümünü karşılamaktadır.³¹ Direkt olarak Türkiye'ye gelen bu boru hattının güvenlik riski Batı Hattı'na göre daha azdır.

²⁹ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). Türkiye'nin Doğal Gaz Boru Hatları

³⁰ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). Türkiye'nin Doğal Gaz Boru Hatları,

³¹ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). Türkiye'nin Doğal Gaz Boru Hatları

4.1.2.5 Doğu Anadolu doğal gaz ana iletim hattı (İran-Türkiye)

Türkiye'nin ihtiyaçları doğrultusunda yıllık ortalama 10 milyar metreküplük doğal gazın İran'dan Türkiye'ye taşınmasına yönelik anlaşma 1996 yılında imzalanmış 2001 yılı itibari ile de gaz akışı başlamıştır. Doğubayazıt'tan Türkiye'ye giriş yapan hattın bir kolu Seydişehir'e bir kolu da Ankara'ya ulaşmaktadır.³² İran fosil yakıtlar yönünden zengin olsa da bu rezervleri etkin olarak işleyecek teknolojiye sahip değildir. Özellikle teknolojik ambargolara maruz kalan İran enerji verimliliğini etkin bir şekilde sağlayamamaktadır. Türkiye'nin İran'a teknolojik enerji ürünleri ihraç etmesi Türkiye'nin enerji güvenliğine katkı sağlamaktadır.

4.1.2.6 Trans Anadolu doğal gaz boru hattı (TANAP)

Türkiye'nin artış gösteren doğal gaz ihtiyacını Azerbaycan üzerinden karşılamak ve aynı şekilde enerjiye ihtiyaç duyan Avrupa'ya gaz aktarımı yapabilmek amacıyla taraflar arasında imzalanan anlaşmayla, Türkiye'ye yıllık 6 milyar metreküplük gaz arzı öngörülmüş ve 10 milyar metreküplük gazı Avrupa'ya taşıyabilecek ikinci bir proje üzerinde anlaşılmıştır. 16 milyar metreküp kapasite ile başlayan TANAP tüm inşaatların ardından yıllık maksimum 32 milyar metreküp kapasitesine erişecektir. 2018 yılı sonu itibari ile Türkiye'ye gaz akışı başlamış olup, 2019 yılı sonunda da Avrupa bağlantısının açılışı yapılmıştır. 2020 yılı içerisinde de yıllık 10 milyar metreküplük gazın Avrupa'ya sevki beklenmektedir.³³

3500 kilometre uzunluğundaki boru hattı Güney Kafkasya boru hattı, TANAP ve TAP olarak üç bölümden oluşmakta olup, Türkiye sınırları içerisinde kalan TANAP kısmı 600 yerleşim yerinden geçerek sınıra ulaşmaktadır. (Petroleum Bazaar, 2019)

³² T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). Türkiye'nin Doğal Gaz Boru Hatları

³³ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). Türkiye'nin Doğal Gaz Boru Hatları

4.1.2.7 Türk akım gaz boru hattı projesi

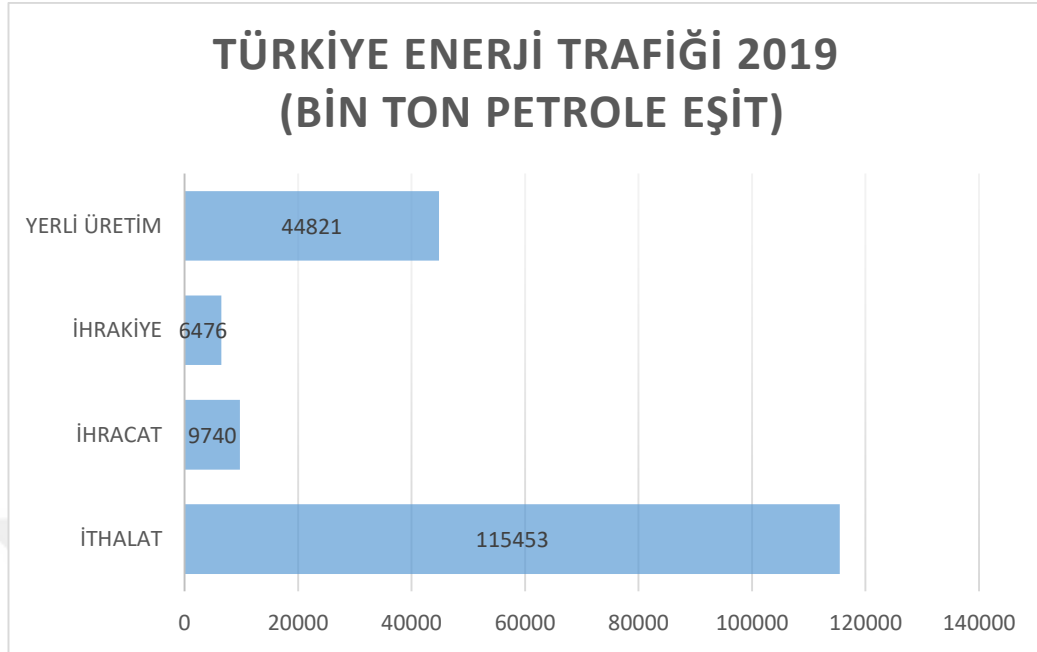
Rusya'dan Türkiye'ye direkt Karadeniz üzerinden gelen Türk Akımı Projesi, toplam kapasitesi 31,5 milyar metreküp olan iki ayrı hattan oluşmaktadır. 2016 yılında imzalanan, 2018 yılında inşası tamamlanan hat 2020 yılı başında hem Türkiye'ye hem de Bulgaristan'a doğal gaz arzı başlamıştır.³⁴ Alternatif bir enerji hattı konumunda olan Türk Akım Gaz Boru Hattı projesi, Türkiye'nin doğal gaz ihtiyacını karşılamının yanında stratejik olarak da Türkiye'ye faydalar sağlamaktadır. Kaynak ülkeden hedef ülkeye enerji taşınması yapan bu boru hattı başka bir ülkenin topraklarından geçmediği için Türkiye'nin enerji güvenliğine sıra dışı bir risk teşkil etmemektedir. Bunun yanında bölgesel bir enerji merkezi olma yolunda enerji sarf eden Türkiye'nin var olan boru hatlarını ve bu hatlara ait kapasiteleri arttırması gerekmektedir.

4.2 TÜRKİYE'NİN ENERJİ ÜRETİMİ, İHRACATI, İTHALATI

Türkiye her ne kadar birçok enerji türünde potansiyel sahibi olsa da enerjide dışa bağımlı bir ülkedir. Kendi kaynakları ile ihtiyacının ortalama dörtte birini karşılayabilmektedir. İhtiyaç duyduğu enerjinin yaklaşık dörtte üçünü ithal yoluyla karşılayan Türkiye'nin enerji taşınmasında ve kullanılan enerjinin faturalandırılmasında da bazı eksiklikleri bulunmaktadır. Kayba uğrayan enerjisinin miktarı azımsanmayacak kadar fazladır. İthal enerjinin ekonomik yükünün yanı sıra taşıma kayıpları da enerji ithalinin bir başka olumsuz yönüdür. Türkiye enerji kayıplarının önüne geçmek için adımlar atmaktadır. Enerji taşımacılığının sebep olduğu kayıpların önüne geçmek için özellikle ihtiyaç olan yerleşim yerlerinde yenilenebilir enerji üretim tesisleri kurmakta ve bu kuruluşları teşvik etmektedir. Bunun yanı sıra ithal ettiği özellikle ham petrolü işleyerek kullanmakta ve bir kısmını da ihraç ederek ekonomiye fayda sağlamaktadır.

³⁴ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). Türkiye'nin Doğal Gaz Boru Hatları

Şekil 4.3: 2019 yılı Türkiye enerji üretimi, ithalatı ve ihracatı



Kaynak: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM). (2020).³⁵

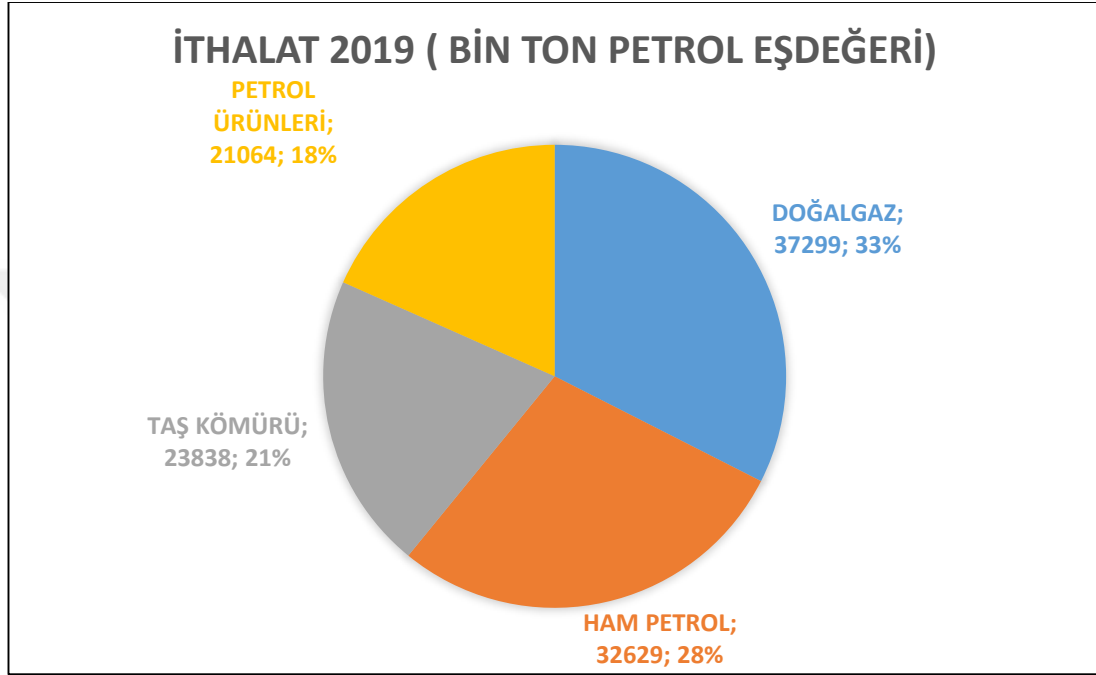
Türkiye'nin yıllık enerji trafiği ithalat ağırlıklı olarak gerçekleşmektedir. Enerjide dışa bağımlı olan Türkiye'nin ihtiyaç duyduğu enerjinin sadece yaklaşık dörtte birini karşılayabildiği açıktır. Bu da göstermektedir ki, Türkiye enerjide dışa bağımlı bir ülkedir. Enerjide dışa bağımlılık birçok riski de beraberinde getirmektedir. Enerjide dışa bağımlılık enerji güvenliğini enerji güvenliği de ülke güvenliğini tehdit eden bir unsur olarak uluslararası ilişkilerde yerini almaktadır. Türkiye sahip olduğu tesis ve rafinerilerle az da olsa enerji ihracatı yapabilmektedir. Yenilenebilir enerji üretimini arttırmayı hedefleyen Türkiye'nin ithal ettiği ham petrolü işleyip talep eden ülkelere ihraç etme seçeneği bulunmaktadır. Bunun yanında dünya çapında gittikçe büyüyen bir sektör olan LNG sektörüne de Türkiye'nin yatırımları devam etmektedir. Tüm girişimlere rağmen Türkiye enerji ithalatını istenilen seviyeye düşürememiştir. Enerji ithalatını düşürebilmek için Türkiye'nin enerji verimliliği, yenilenebilir enerji ve enerji kooperatifçiliği yatırımları devam etmektedir.

³⁵ Türkiye'nin Enerji Denge Tablosu, <https://www.EİGM.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari> adresinden 07 Şubat 2021 tarihinde edinilmiştir.

4.2.1 Türkiye'nin Enerji İthalatı

Türkiye İstatistik Kurumunun verilerine göre Türkiye'nin 2019 yılı ithalatı toplamda 210.343.459.270 Amerikan Dolarıdır. Bu ithalatın, 41.184.553.000 doları enerji ithalatının payıdır.³⁶

Şekil 4.4: 2019 yılı Türkiye enerji ithalatı



Kaynak: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM). (2020).³⁷

Şekil 4.4 incelendiğinde 2019 yılı sonu itibari ile toplam 115453 bin ton petrol karşılığı enerji ithal edilmiştir. Her yıl Türkiye ekonomisine ortalama 40-50 milyar Amerikan Doları yük getiren enerji ithali, Türkiye'nin refahının önündeki engellerden birisidir. Her yıl bu miktar doların Türk ekonomisi içerisinde değerlendirilebilmesi ancak enerjide dışa bağımlılığın azaltılabilmesiyle gerçekleşebilir. İthal edilen enerjinin fiyatlandırılması değişkendir ve enerji rezervleri kimi zaman stratejik bir silah olarak da kullanılabildiğinden enerji ithali başlı başına ülke güvenliği ve ekonomisi için risk teşkil etmektedir.

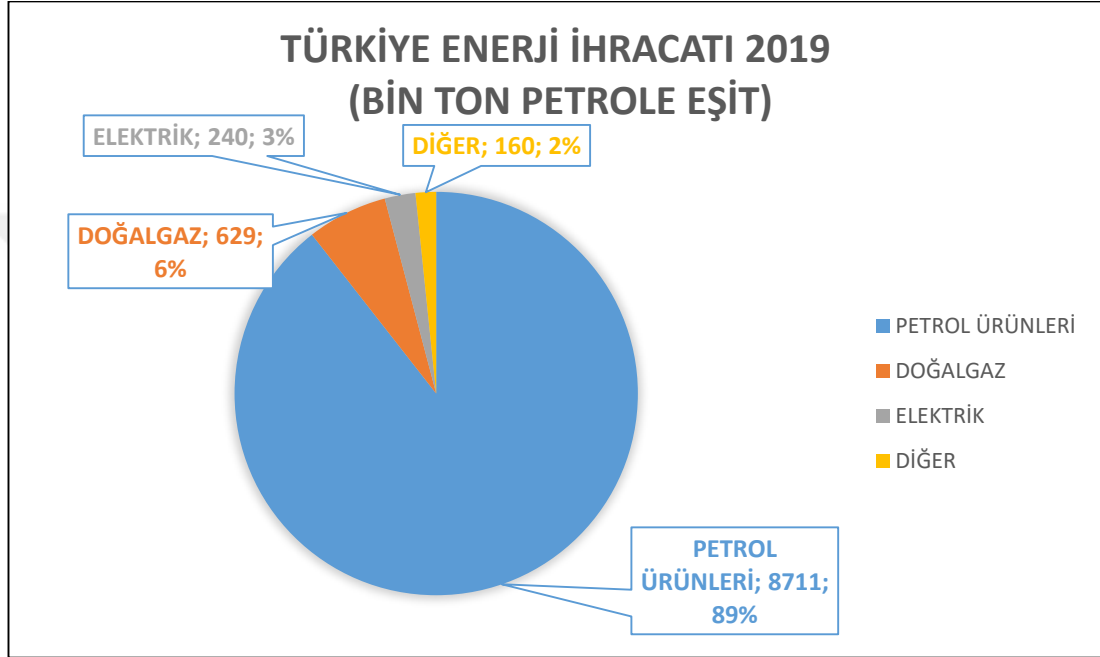
³⁶ Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK). (2019). Türkiye'nin 2019 yılına ait ithalat verileri, <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> [ET. 10.04.2020].

³⁷Türkiye'nin Enerji Denge Tablosu, <https://www.EİGM.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari> adresinden 07 Şubat 2021 tarihinde edinilmiştir.

4.2.2 Türkiye'nin Enerji İhracatı

Türkiye enerjide dışa bağımlı olmasına rağmen enerji ihraç edebilen bir ülkedir. İthal ettiği petrol ve doğal gazı işleyebilecek teknoloji ve tesislere sahip olan Türkiye LNG ve petrol ürünlerini ihraç edebilmektedir. Doğal Gazı LNG'ye dönüştürerek, ham petrolü rafinerilerinde işleyerek ihtiyaç sahibi ülkelere ihraç etmektedir.

Şekil 4.5: 2019 yılı Türkiye enerji ihracatı



Kaynak: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM). (2019).³⁸

Enerji sektöründe, Türkiye'nin sınırlı ihracat kapasitesi mevcuttur. İthal edilen ham petrol rafinerilerde işlenerek komşu ülkeler başta olmak üzere diğer ülkelere ihraç edilmektedir. Son zamanlarda gelişen LNG teknolojisi ile uzak ülkelere de doğal gaz ihracatı mümkün kılınabilmektedir.

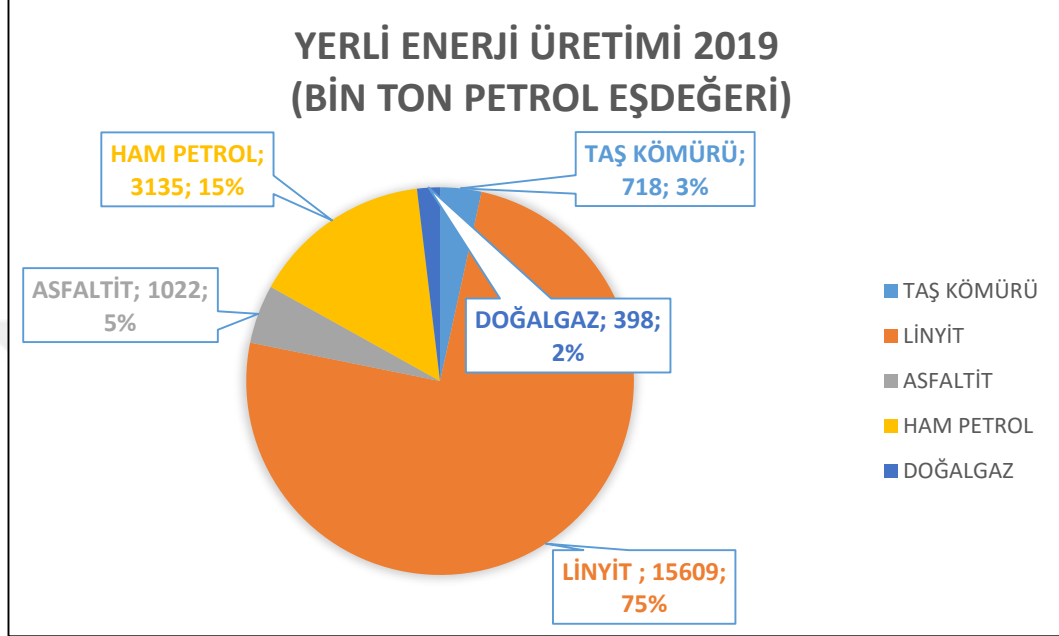
Türkiye enerjide dışa bağımlı olmasına rağmen enerji ihraç edebilen bir ülkedir çünkü yeterli teknolojik donanım ve tesislere sahiptir. Ham petrolü işleyebilmekte, doğal gazı LNG olarak denizaşırı ülkelere ihraç edebilmektedir. Türkiye'nin bu özelliği ve sahip olduğu stratejik konum Türkiye'nin bölgesel enerji merkezi olabilme yolundaki desteklerinden biridir.

³⁸ 2018 yılı Türkiye'nin Enerji Denge Tablosu, <https://www.EİGM.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari> adresinden 07 Ekim 2019 tarihinde edinilmiştir.

4.2.3 Türkiye’de Yerli Enerji Üretimi- Fosil Kaynaklar

Türkiye fosil rezervler bakımından zengin bir ülke değildir, her ne kadar petrol, doğal gaz ve taş kömürü üretimini çok sınırlı yapabilse de ithal enerjiye bağımlıdır.

Şekil 4.6: 2019 Yılı Türkiye Yerli Fosil Kaynaklar ile Enerji Üretimi



Kaynak: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM). (2020).³⁹

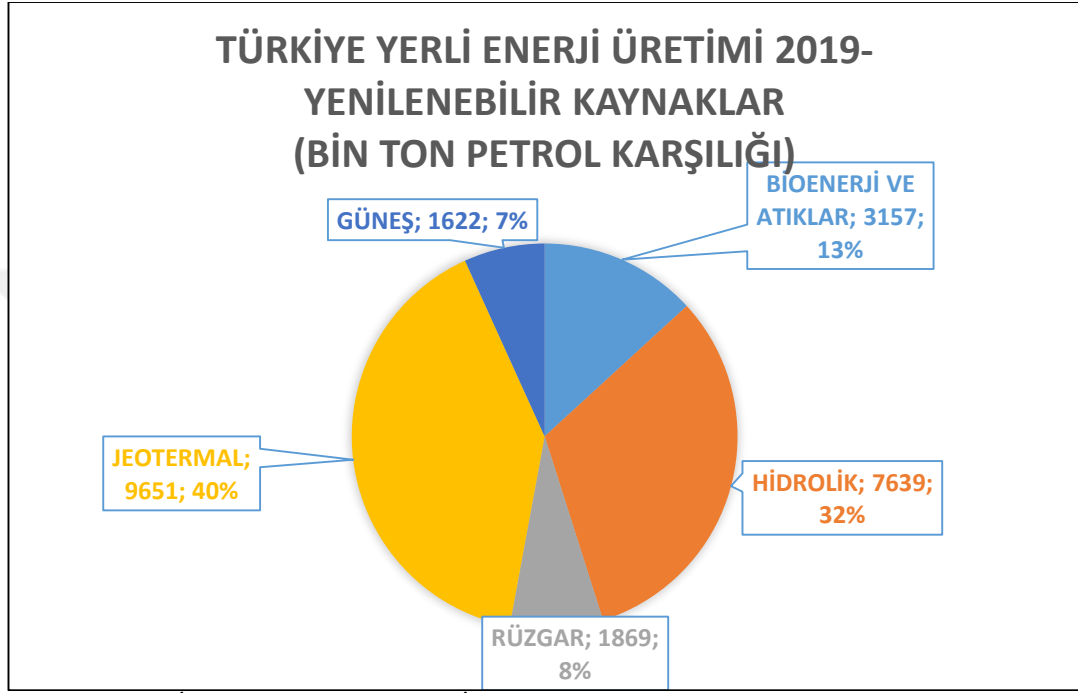
2019 yılı sonu itibari ile toplamda 20.882 bin ton petrol karşılığı enerji üretilmiştir. Türkiye’nin aynı yıl için ithal ettiği petrol 21.064 bin ton, ithal ettiği ham petrol ise 32.629 bin tondur. Fosil yakıtlar yönünden ithal enerjiye bağımlı olan Türkiye sadece linyit üretimini yeterli miktarda yapabilmektedir. Her ne kadar linyit yönünden Türkiye zengin olsa da potansiyel kaynaklarının tamamını işleme alamamıştır. 2020 yılında Karadeniz’de keşfedilen doğal gaz rezervi, Türkiye’nin enerji çeşitliliğine katkıda bulunabilecek potansiyele sahiptir. Taş kömürü, doğal gaz ve petrol yönünden zengin olmayan Türkiye, bu açığını yenilenebilir enerjiler ile karşılamaya çalışmaktadır. Hem karada hem denizde enerji keşif çalışmalarına devam eden Türkiye, yerli enerji üretimini arttırmayı hedeflemektedir.

³⁹ Türkiye’nin Enerji Denge Tablosu, <https://www.EİGM.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari> adresinden 07 Şubat 2021 tarihinde edinilmiştir.

4.2.4 Türkiye’de Yenilenebilir Kaynaklar ile Enerji Üretimi.

2019 yılı sonu itibari Türkiye’de yerli yenilenebilir enerji kaynakları ile toplamda 23938 bin ton petrol karşılığı enerji üretilmiştir. 115.453 bin ton eşdeğerinde de enerji ithalatı gerçekleşmiştir.⁴⁰

Şekil 4.7: 2019 yılı Türkiye yenilenebilir enerji üretimi



Kaynak: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM). (2020).⁴¹

Şekil 4.7 incelendiğinde Türkiye’nin 2019 yılında yenilenebilir enerji üretiminin 23938 bin ton petrol karşılığında olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye’nin 2019 yılı petrol ürünleri ithalatının 21064 ham petrolün ise 32629 bin ton petrol olduğu göz önüne alındığında, Türkiye’nin yerli yenilenebilir enerji üretiminin ortalama bir seviyede olduğu ancak enerjide dışa bağımlılığı azaltmak için üretimin artması gerektiği anlaşılmaktadır. Jeotermal rezervleri bakımından zengin olan Türkiye her geçen yıl jeotermal enerji üretim miktarını arttırmaktadır. Hidrolik enerji Türkiye’de potansiyele sahip bir enerji türüdür, ayrıca Türkiye’nin elektrik üretiminde başı çekmektedir Enerjide dışa bağımlılığı azaltmak için enerji çeşitliliği ve yenilenebilir enerji üretimi önemli rol oynamaktadır.

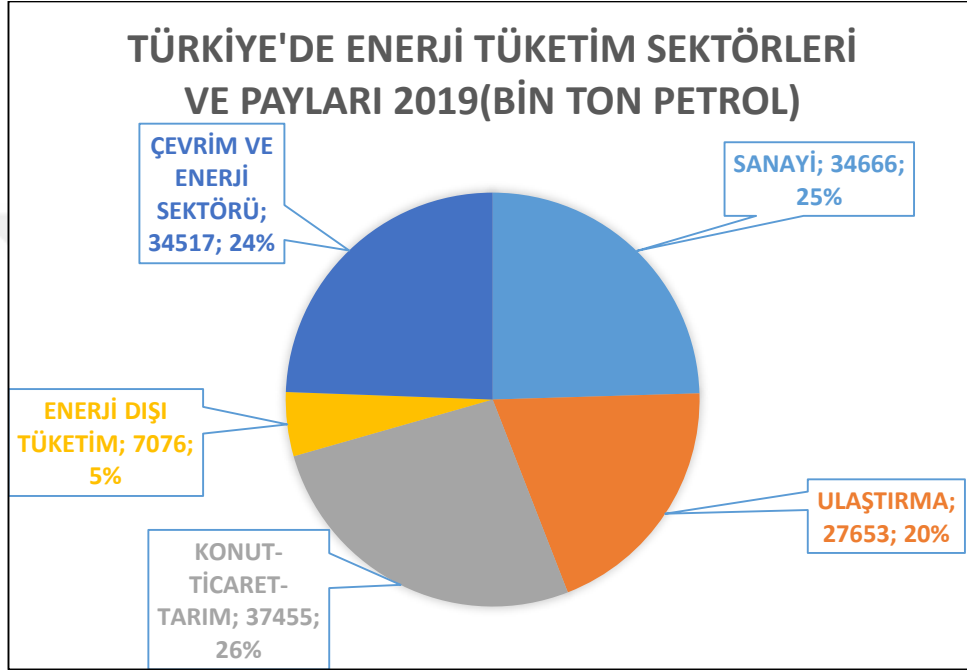
⁴⁰ EİGM 2019 yılı Ulusal Enerji Tablosu

⁴¹ Türkiye’nin Enerji Denge Tablosu, <https://www.EİGM.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari> adresinden 07 Şubat 2021 tarihinde edinilmiştir.

4.2.5 Türkiye’de Enerji Tüketimi

EİGM verilerine göre 2019 yılında Türkiye’de toplam 110834 bin ton petrole eşit enerji tüketilmiştir. Sektörlerin enerji tüketim payları incelendiğinde, konut-ticaret-tarım sektörü, sanayi sektörü, ulaşım sektörü ve enerji sektörü tüketimi paylaşmış bulunmaktadır. Değerler birbirine yakındır.

Şekil 4.8: 2019 yılı Türkiye enerji tüketim sektör payları



Kaynak: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM). (2020).⁴²

Şekil 4.8 incelendiğinde Türkiye’nin enerji tüketiminin büyük kısmının sanayi, çevrim ve enerji sektörü, konut-ticaret-tarım sektörü tarafından gerçekleştirildiği, ulaşım sektörü ve enerji dışı tüketimin de yüzde 25’lik paya sahip olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılığını bu sektörlerdeki enerji verimliliği ve enerji tasarrufu doğrudan etkilemektedir. Konut sektöründe yapılan yalıtım çalışmaları, ulaşım sektöründeki tasarruf çalışmaları, sanayi sektöründe enerji verimliliği sağlayan teknolojik yatırımlar ve enerji sektöründeki enerji kayıplarının önüne geçen çalışmaların tamamı, enerjide dışa bağımlılıkla mücadelede önemli role sahiptir.

⁴² Türkiye’nin Enerji Denge Tablosu, <https://www.EİGM.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari> adresinden 07 Şubat 2021 tarihinde edinilmiştir.

4.3 TÜRKİYE’NİN BÖLGESEL ENERJİ MERKEZİ OLABİLME POTANSİYELİ

Türkiye sahip olduğu komşular ve buna bağlı olarak sınırlarında bulunan boru hatları vasıtası ile bir enerji koridoru konumundadır. Doğu ülkelerinden çıkartılan fosil yakıtların Batı ülkelerine taşınmasında Türkiye rol almaktadır. Türkiye’nin fosil yeterli fosil yakıta sahip olmaması Türkiye’nin enerji koridoru statüsünden çıkıp bir enerji merkezi haline gelebilmesine engel olmayabilir.

Altundeg er’e göre (2015), “*energy hub*” yani enerji merkezi olan bir ülkeden bahsedebilmek için o ülkenin kendi topraklarından serbestçe enerji satın alıp gerekirse i leyerek başka ülkelere ihraç edebilmesi gerekmektedir. Böylelikle mevcut olan üreticiden veya alıcıdan bağımsız olarak fiyatlandırma yapabilir.

Eralp’e göre (2015), “*energy hub*” olan bir ülkenin enerji ithalatını azaltarak, enerji çeşitliliğini sağlaması gerekmektedir. Ayrıca enerji işleme, depolama, taşıma işlevi gören tesislerinin de sayılarını arttırmalıdır.

Winrow’a göre (2013), Türkiye’nin birincil hedefi enerji açığını kapatmak ikincil hedefi ise bölgesel bir enerji merkezi haline gelmektir. Türkiye’nin stratejik konumu ve bölge ülkelerinin hem enerji arz eden hem de enerji talep eden ülkelerden oluşması Türkiye için olumlu olsa da, “*energy hub*” olabilmesi için birçok standardı yakalamalı ve önemli yatırımlar yapmalıdır. İki şekilde enerji merkezi olunabilir, ilki fiziki olarak enerji merkezi olabilmek için enerji boru hatları, enerji depoları ve LNG tesisleri gibi mevcut yapılarla bu gerçekleşebilir. Bunun yanında ikinci bir yol ise enerji arz ve talep eden ülkelerin o ülke içerisinde enerji görüşmelerinde ve alı veri lerinde bulunmaları gerekir. Bunun için etkin bir diplomasi ve bahse konu ülkelerle iyi ilişkiler elzemdir. Ayrıca enerji yollarının güvenliği ve enerjinin sürekliliği bu anlamda enerji merkezi olabilmek için büyük önem taşımaktadır. Ayrıca oluşturulacak enerji borsasının sağlam bir hukuki alt yapısının olmasının yanı sıra, rekabete açık şeffaf bir sistemin mevcudiyeti gerekmektedir. Türkiye’nin  u an için bölgesel enerji merkezi gibi değerlendirilmesi söz konusu olmasa da enerji taşımacılığı için önemli bir ülke konumundadır.

Yıldızel’e göre (2016), Dünya petrolünün yüzde 54’ ne, doğal gazının yüzde 60’ına bir bölgeye komşu olan Türkiye’nin enerji merkezi haline gelme potansiyeli vardır. Özellikle Batı  lkelerinin fosil rezervler bakımından yetersiz olması, Türkiye’nin önemini

arttırmaktadır. Türkiye'nin enerji merkezi haline gelmesi birçok yönden Batı ülkelerinin faydasına olacaktır. Dünya üzerindeki enerji ticaret merkezlerine bakıldığında, doğal gaz çerçevesinde İngiltere'de *National Blancing Point*, Hollanda'da *Title Transfer Facility*, ABD'nde *Henry Hub*, Avusturya'da *Central European Gas Hub*, petrol çerçevesinde ise Amerika'daki *Western Texas Intermediate*, Kuzey Denizi'nde *Brent Blend*, Dubai'de *Dubai-Oman* ve Malezya'daki *Tapis* göze çarpmaktadır.

Yıldızıl'e göre (2016), Türkiye enerji talep eden ve arz eden ülkeler arasında bulunmaktadır ve şu an için geçerli olmasa da gelecekte doğru adımlarla enerji merkezi haline gelebilir. Öncelikle, kamu veya özel şirketlerinin bölgede petrol ve doğal gaz rezervine sahip olmaları gerekmektedir. Enerji piyasasında ve fiyatların belirlenmesinde bu elzemdir. Ardından ülke içinde şeffaf bir enerji borsası oluşturulmalı ve politik riskler en aza indirgenmelidir. Türkiye, teknik açıdan büyük yatırımlar yapılarak hammaddeleri işleyebilecek ve katma değer katacak hale gelmelidir. LNG tesisleri ve deniz taşımacılığı da büyük önem arz etmektedir. Tüm bu oluşumları hukuki çerçeve ile sağlamlaştırmak gerekmektedir. Bu hususlar yerine getirildiğinde Türkiye'nin enerji merkezi olabilmesinden söz edilebilir. Ancak mevcut şartlarda bu mümkün görülmemektedir.

Yılmaz ve Bozkuş'a göre (2019), Türkiye'nin konumu Türkiye'nin bölgesel enerji merkezi olabilmesi için bir avantajdır. Dünyanın günde tükettiği petrolün yüzde 3'ü Türkiye topraklarından iletilmektedir. Ancak Türkiye'nin bölgesel enerji merkezi olabilmesinin önüne çıkan engeller de mevcuttur. Bunlardan bazıları, Azerbaycan gazının Yunanistan'a Türkiye topraklarından ulaşan kısmının henüz ciddi miktarlarda olmaması, Türkiye'nin artan enerji ihtiyacı ve enerji açığı, enerji piyasasının çoğunlukla devlet tekelinde bulunması, mevcut boru hatlarının yetersizliği, enerji işleme kapasitesi bulunan rafinerilerin sayısının azlığı olarak sayılabilir.

Türkiye'nin sahip olduğu coğrafi konum, enerji arz ve talep edilen ülkelerin ortasında yer alması, sahip olduğu rafineriler, iş gücü ve teknolojik imkânlar Türkiye'nin bölgesel enerji merkezi olabilmesi için yeterli değildir. Türkiye'nin sahip olduğu boru hatlarının sayısı ve hacimleri artırılmasının yanında Türkiye'nin şeffaf bir enerji borsasına ihtiyacı bulunmaktadır.

Araştırmanın bu bölümünde genel hatları ile Türkiye'nin yenilenemez ve yenilenebilir kaynaklarının kullanımı, üretimi, ithalatı ve ihracatı incelenmiş ayrıca Türkiye üzerinde

bulunan enerji boru hatları hakkında detaylı bilgiler verilmiştir. Bunun yanında fosil yakıt rezervleri bakımından zengin komşuları olan bir bölgede bulunan Türkiye'nin bölgesel enerji merkezi olabilme potansiyeli değerlendirilmiştir. 2019 yılına ait veriler ışığında Türkiye'nin ihtiyaç duyduğu yıllık enerjinin yaklaşık dörtte üçünü ithal ettiği anlaşılmaktadır. Fosil yakıt rezervleri bakımından kendine yetemeyecek durumda olan Türkiye son yıllarda yenilenebilir enerji alanına yatırımlar yapsa da enerjide dışa bağımlılığı ciddi oranda azaltabilecek seviyelere gelememiştir. Bu bölümde analiz edilmiş olan Türkiye'nin enerji ihtiyacı, buna bağlı olarak ürettiği ve ithal ettiği enerji kalemleri bir sonraki bölümde incelenecek olan Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı ve çözüm önerilerine ışık tutacaktır.



5. TÜRKİYE’NİN ENERJİDE DIŞA BAĞIMLILIĞI VE SAHİP OLDUĞU ENERJİ POTANSİYELİ

Araştırmanın bu bölümünde Türkiye’nin enerji güvenliği üzerinde etkisi bulunan Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılığı incelenerek, dışa bağımlılığı azaltabilmek için potansiyeli olan stratejilerin analizi yapılacaktır. Türkiye’nin fosil rezervleri, yenilenebilir enerji kaynak potansiyeli irdelenecektir. Üretilen veya ithal edilen enerji kaynaklarının verimli kullanımının enerji bağımlılığını azaltmadaki önemi incelenecektir. Bunun yanında enerji kooperatiflerinin enerji çeşitliliğine katkıları ve enerji bağımlılığını azaltmadaki etkin rolü, bu konuda başarılı olmuş ülkelerden örneklerle anlatılacaktır.

Çevik, N., Çevik,E ve Diboğlu’na göre (2020), Türkiye birçok enerji güvenliği sorunu ile karşı karşıya kalmış bir ülkedir. Bu sorunların en başında da enerji kaynaklarının yetersizliği gelmektedir. Türkiye’nin fosil yakıt ithal ettiği ülkelerin başında İran ve Rusya gelmektedir. Bu ülkelerle yaşanacak olan ekonomik ve politik anlaşmazlıkların Türkiye’nin enerji güvenliğini riske atması muhtemeldir.

Bu bağlamda Türkiye enerji güvenliğini sürdürebilmesi ve dış enerji kaynaklarına olan bağımlılığını azaltabilmesi için enerji çeşitliliğini sağlamalıdır. Türkiye’deki doğal gaz ve petrol kaynakları, Türkiye’nin ihtiyacını karşılamamaktadır. Bu nedenle Türkiye yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapmalıdır. Türkiye’deki yenilenebilir enerji kaynakları hidroelektrik, rüzgâr, güneş, biokütle ve dalga enerjisini kapsamaktadır (Etokakpan, Adedoyin, Vedat, Bekun, Does, 2020)

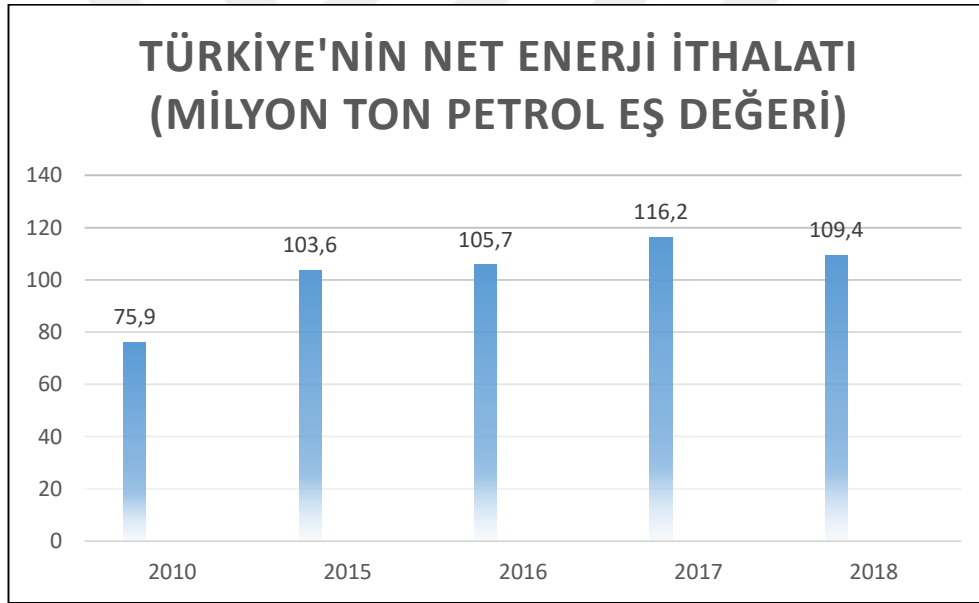
5.1 TÜRKİYE’NİN ENERJİDE DIŞA BAĞIMLILIĞININ ANALİZİ

Türkiye’nin enerji ithali ortalama her sene artmaktadır. Enerji ithali beraberinde enerji bağımlılığını getirmektedir. Enerji bağımlılığı her yıl artan Türkiye, bu hususta birçok sektörde adımlar atmaktadır. Yasal düzenlemelerle yapılan yatırımları güçlendirmeye çalışan Türkiye, enerji çeşitliliğini de arttırmak için hem yeni rezerv arayışına girişmekte hem de yenilenebilir enerji potansiyelini açığa çıkartmak için girişimlerde bulunmaktadır.

Erdoğan’a (2016, s. 23) göre ülkelerin enerjiye ulaşma çalışmaları beraberinde kimi zaman ticareti ve iş birliğini kimi zaman da; krizleri, çatışmaları ve savaşları getirmiştir. Özellikle enerji krizi ve savaş durumlarında ülkelerin enerji arz güvenlikleri önem

kazanmış hatta ulusal güvenlikleriyle çok yakından ilişkili bir duruma gelmiştir. Türkiye'nin genel enerji görünümünü incelediğimizde, enerji ihtiyacının çok büyük bir bölümünü ithalat yoluyla karşıladığı anlaşılmaktadır. Türkiye'nin enerjide dışa bağımlı olması enerji güvenliğini azaltmaktadır. Enerji güvenliğinin azalması ulusal güvenliğin de aynı oranda azalması anlamına gelmektedir. Olası bir enerji krizi veya savaş durumunda Türkiye, hem ekonomik hem de politik olarak ciddi şekilde etkilenebilir. Türkiye'nin enerji arz güvenliğini arttırmak için; ithal kaynakların çeşidi ve kaynak ülke sayıları arttırılmalı, enerji verimliliğine önem verilerek sahip olunan enerji en etkin ve kayıpsız şekilde kullanılmalı, fosil yakıtlar haricinde Türkiye'de potansiyeli bulunan yenilenebilir enerji kaynakları değerlendirilmeli, çok uluslu iş birlikleriyle enerji üretimi ve taşınması en üst seviyelere çıkarılmalıdır.

Şekil 5.1: Türkiye'nin net enerji ithalatı



Kaynak: International Energy Agency (IEA).⁴³

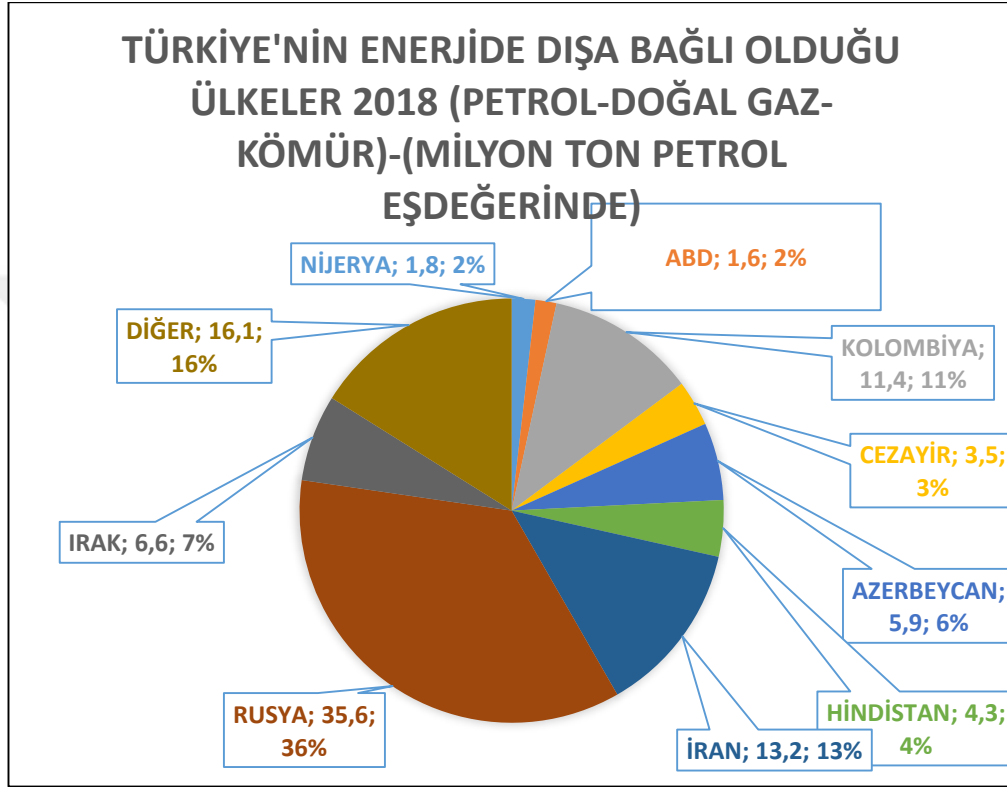
Şekil 5.1'e göre Türkiye'nin net enerji ithalatı ve buna bağlı olarak da enerjide dışa bağımlılığı yüksek seviyelerdedir. Özellikle fosil yakıtlar yönünden fakir olan Türkiye petrol ve doğal gaz ithalini yüksek miktarlarda yapmaktadır.

Makine Mühendisleri Odası'nın verilerine göre Türkiye ihtiyaç duyduğu enerjinin yaklaşık sadece dörtte birini üretebilmektedir. Dörtte üçlük oranda bir dışa bağımlılık Türkiye'nin ekonomisini ve gündelik yaşantısını olası bir enerji krizinde kırılgan bir hale

⁴³ 2019 Turkey's Net Energy Import 2019 <https://www.iea.org/countries/turkey#reports> adresinden 04 Nisan 2020 tarihinde edinilmiştir.

getirebilmektedir. Bununla birlikte Türkiye'nin uluslararası alanda yürüttüğü siyaset, enerji bağımlılığından ötürü rahat hareket alanı bulamayabilmektedir. Kişi başına düşen gelire kadar etkisi olan enerjide dışa bağımlılık bir ülkenin refahının önündeki en büyük engellerden biridir.

Şekil 5.2: 2018 yılı Türkiye'nin enerji ithal ettiği ülkeler



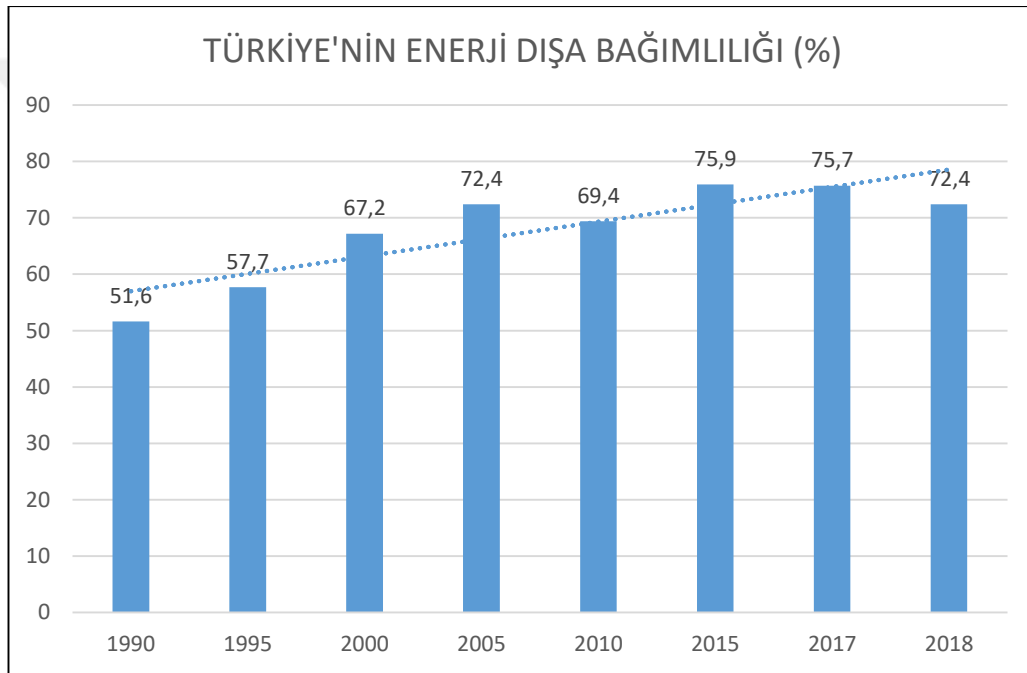
Kaynak: Makine Mühendisleri Odası (MMO). (2020).⁴⁴

Şekil 5.2'ye göre Türkiye'nin en çok enerji ithal ettiği dolayısıyla enerjide en çok bağımlı olduğu ülkenin Rusya ve ikinci sırada da İran olduğu anlaşılmaktadır. Bölge komşuları olan bu iki ülke ile yaşanacak olası siyasi krizler Türkiye'nin enerji güvenliğini tehlikeye düşürebilir. Enerji bağımlılığı artan bir grafik sergileyen Türkiye'nin Rusya gibi bir ülkeye bu denli bağımlı kalması beraberinde birçok riski getirmektedir. Milli güvenlik çerçevesinde Türkiye NATO üyesidir, Rusya ise değildir. NATO politikaları sonucunda Türkiye Rusya ile karşı karşıya gelebilme potansiyeline sahiptir. Enerji çerçevesinde Amerika Rusya'ya bağımlı olan Avrupa'nın enerji güvenliği için adımlar atmakta

⁴⁴ Türkiye Enerji Görünümü 2020, <https://enerji.mmo.org.tr/wp-content/uploads/2020/05/TurkiyeEnerjiSorunumuSunumu2020.pdf> adresinden 07 Mart 2021 tarihinde edinilmiştir.

dengeleri korumaya çalışmaktadır. Bu denge arayışında Türkiye her an Rusya ile ters düşebilme veyahut taraf olma zorunluluğu potansiyeline sahiptir. Sadece askeri ve enerji çerçevesinde değil, ticari anlamda da Rusya Türkiye için önem arz etmektedir. Türkiye'nin ithalat ve ihracat yaptığı ülkelerden biri olan Rusya, Türkiye'nin enerji bağımlılığını Türkiye'ye karşı her an kullanabilir. Türkiye'nin artan enerji bağımlılığı ciddi seviyelerdedir yılda toplamda 110 Mtep değerinde enerji ithal edilmektedir. (1 TEP; 0,952 ton ham petrol, 0,997 ton petrol ürünü, 1,6 ton taşkömürü ve 1.212 m3 doğal gazı eşdeğer olarak alınmıştır.⁴⁵)

Şekil 5.3: Türkiye'nin yıllara göre enerjide dışa bağımlılığı



Kaynak: Makine Mühendisleri Odası (MMO). (2020).⁴⁶

Türkiye'de artan nüfus ve sanayi enerji ihtiyacını hızlandırmıştır. Ancak son yirmi yıldaki enerji bağımlılığı artışı endişe vericidir. Bu veriler aynı zamanda Türkiye'nin mevcut kaynaklarını etkin değerlendiremediği ve enerji verimliliğini sağlayamayarak enerji yoğunluğunu düşüremediği anlamı taşımaktadır.

⁴⁵ Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM). 2019 Yılı Enerji Denge Tablosu

⁴⁶ Türkiye Enerji Görünümü 2020, <https://enerji.mmo.org.tr/wp-content/uploads/2020/05/TurkiyeEnerjiSorunumuSunumu2020.pdf> adresinden 07 Mart 2021 tarihinde edinilmiştir.

5.2 TÜRKİYE’NİN SAHİP OLDUĞU ENERJİ POTANSİYELİ

Türkiye enerjide dışa bağımlı bir ülkedir. Fosil yakıt rezervleri bakımından yetersiz olan Türkiye ithalat yoluna gitmektedir. Bazı fosil kaynak potansiyelini de henüz ortaya çıkaramamış olan Türkiye’nin büyük miktarlarda yaptığı enerji ithalatı beraberinde riskleri getirmektedir. Günlük hayatın işleyişi ve sürdürülebilir büyümenin devamı için enerji kaynaklarının sektöre uğramaması gerekmektedir. Tek bir ülkeye veya tek bir enerji türüne bağlı kalmak ne kadar ekonomik olursa olsun risklidir. Yenilenebilir enerji tam da bu noktada önem arz etmektedir. Yenilenebilir enerjinin sınırsız oluşu ve ilerleyen teknoloji ile birlikte tesis maliyetlerinin azalıyor oluşu, öbür taraftan çevreye zarar vermeyişi yenilenebilir enerjinin önemini daha da arttırmaktadır.

Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılığı yıldan yıla artma eğilimindedir. Enerji çeşitliliği enerjide dışa bağımlılıkta etkili bir yol olsa da, Türkiye için yeterli değildir. Türkiye sahip olduğu yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynak potansiyeli tam anlamıyla kullanamamaktadır. Türkiye’nin petrol ve doğal gaz rezervleri çok kısıtlı olsa da, linyit, bor gibi fosil kaynaklarının yanı sıra rüzgâr ve güneş enerjisi potansiyeli başta olmak üzere birçok yenilenebilir enerji çeşidinin potansiyeline sahiptir. Biokütle ve jeotermal enerji dikkat çeken çeşitlerdir.

5.2.1 Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli

Türkiye’nin artan enerji açığı ve enerjide dışa bağımlılığı beraberinde hem ekonomik hem politik riskleri beraberinde getirmektedir. Türkiye’nin petrol ve doğal gaz rezervlerinin yetersiz olması, yenilenebilir enerji kaynaklarını önemli kılmaktadır.

Karakaş ve Yıldırım’a göre (2019), Türkiye son on beş yılda OECD ülkeleri arasında artan enerji ihtiyacı sıralamasında ilk sırayı almaktadır. İthal enerji, artan enerji fiyatları ve getirdiği ciddi çevresel kirlilik ile birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini arttırmıştır. Türkiye’nin bulunduğu coğrafi konum itibarı ile güneş, rüzgâr, jeotermal, biokütle ve hidrolik enerjisi bakımından iyi bir potansiyele sahiptir. Türkiye’nin bu potansiyeli Avrupa Birliği üyesi ülkelerin tamamının toplam potansiyelinin yüzde 13’üne eşittir. Türkiye’nin 2030 hedefi, elektrik üretiminde yenilenebilir enerji payının yüzde 30’u bulmasıdır. Türkiye’nin yenilenebilir enerji santrallerinden üretebileceği ekonomik enerji potansiyeli yılda 240,165 GWh civarındadır. 144 GWh hidrolik enerji, 14,665

GWh jeotermal enerji, 60 GWh rüzgâr enerjisi, 14 GWh biokütle enerjisi, 7500 GWh güneş enerjisi potansiyeli bulunmaktadır. (Şirin ve Ege, 2012)

Bulut ve Muratoğlu'na göre (2018), Türkiye'nin artan enerji ihtiyacı ithal enerjiye dayalı karşılanmaktadır. Fosil yakıtlar yönünden yetersiz olan Türkiye, yenilenebilir enerji kaynakları yönünden zengin bir ülkedir. Etkin bir enerji politikası ve doğru yatırımlar ile Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları sayesinde enerjide dışa bağımlılığını azaltmasının yanında ekonomisini de güçlendirebilir. İnsanların yenilenebilir enerjinin önemi konusunda bilinçlendirilmesi önem arz etmektedir. Yöneticilerin bu anlamda yasal düzenlemeler yapması, enerji politikalarını yürürlüğe alması ve enerji sektörünü daha rekabetçi hale getirmesi, yenilenebilir enerjiyi daha da önemli kılmaktadır.

5.2.1.1 Türkiye'nin su ve hidrolik potansiyeli

Türkiye'nin coğrafi şartları incelendiğinde akarsular yönünden zengin olduğu anlaşılmaktadır. Hemen hemen her bölgesinde akarsulara sahip olan Türkiye, elektrik ihtiyacının büyük bir kısmını hidrolik enerjisinden karşılarken, üretimi arttırabileceği potansiyele de sahiptir.

Pak, Albayrak ve Erensal'a göre (2017), Türkiye'nin sahip olduğu enerji kaynaklarının arasında en az maliyetlisi rüzgâr enerjisi olup en sürdürülebilir yenilenebilir enerji kaynağı ise hidrolik enerjisidir. Türkiye dünya hidroelektrik potansiyelinin yüzde 1'ine, ekonomik olarak da Avrupa'nın yüzde 16'sına eşittir.

2017 verilerine göre, Türkiye yılda ortalama olarak 450 milyar m³ suya denk yağış almaktadır. Yağışlar sonrasında tüketilebilecek su potansiyeli yılda ortalama 94 milyar m³'tür. Yerüstünde kalmayıp, bir şekilde yeraltına geçen suyun potansiyeli de yılda 18 milyar m³ olup toplamda 112 milyar m³'lük bir kullanılabilir su potansiyeli bulunsa da bunun sadece 54 milyar m³'ü tüketilmektedir. Türkiye suyunun yüzde 73'ünü tarım ve sulama faaliyetlerinde kullanmaktadır. Yüzde 11'i sanayi ve endüstri alanında kullanılırken yüzde 16'sı ise evsel kullanıma aittir.⁴⁷

Yine 2017 yılı için, Türkiye'nin hidroelektrik potansiyeli incelendiğinde, toplam yağışların ve mevcut akarsu debilerinin yüzde 100 oranında kullanılıp elektriğe çevrildiği

⁴⁷ Makine Mühendisleri Odası (MMO). Türkiye'nin Enerji Raporu 2018, https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/EnerjiGorunumu2018_2_0.pdf [ET. 15.08.2019]

varsayılırsa; Türkiye'nin brüt hidroelektrik potansiyeli yılda 433 milyar KWh'tır. Kaçınılmaz kayıplar hariç olarak tüm su kaynakları değerlendirildiğinde, uygulanabilmesi mümkün tüm projeler ile birlikte teknik olarak Türkiye'nin hidroelektrik potansiyeli yılda 216 milyar kWh'tır. Mevcut yatırımlarla ise Türkiye'nin hidroelektrik potansiyeli yılda 158 milyar kWh'tır.⁴⁸

Türkiye Devlet Su İşleri'nin 2020 verilerine baktığımızda, işletmede olan hidroelektrik santrallerinin yılda 102.138 GWh potansiyelinin olduğu anlaşılmaktadır. Kamu ve özel sektöre ait inşaat halinde olan hidroelektrik santrallerinin ise yılda 9.220 GWh potansiyelleri bulunmaktadır. Etüt ve proje safhasında olan hidroelektrik enerji potansiyelinin 27.702 GWh olduğu anlaşılmaktadır. Özetle 31.03.2020 itibari ile DSI verilerine göre, hidroelektrik santrallerinden işletmede bulunan, inşaatı süren ve olası projelerin toplam potansiyeli yılda ortalama 139.060 GWh'tır.⁴⁹

EPDK'nın 2019 verilerine göre Türkiye'de hidroelektrik santralleri vasıtası ile 88850 GWh elektrik üretilmiştir. Yine aynı verilere göre Türkiye'nin yıllık elektrik tüketimi 294.251 GWh'tır. İşletmede bulunan santrallerin yanı sıra, inşaatı süren ve planlanan projelerin tamamlanmasıyla Türkiye'nin yıllık 139.060 GWh elektriği hidroelektrik santraller vasıtası ile üretebileceği öngörüldüğünde, Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığının azalması muhtemeldir.⁵⁰

Türkiye'nin enerji bağımlılığını kendi yenilenebilir enerji kaynaklarla azaltabilmesi Türkiye'nin amaçlarındandır. Hidrolik enerjinin sınırsız, ekonomik ve doğa dostu olması Türkiye'nin faydasına olan bir durumdur.

5.2.1.2 Türkiye'nin rüzgâr enerjisi potansiyeli

Enerji İşleri Genel Müdürlüğü'nün 2019 yılı verilerine göre Türkiye'nin 2019 yılında rüzgâr enerjisi ile 1869 bin ton petrole eşit enerji üretmiştir. Toplamda 21.731 GWh elektrik enerjisi eş değerindedir.⁵¹

⁴⁸ Makine Mühendisleri Odası (MMO). Türkiye'nin Enerji Raporu 2018.

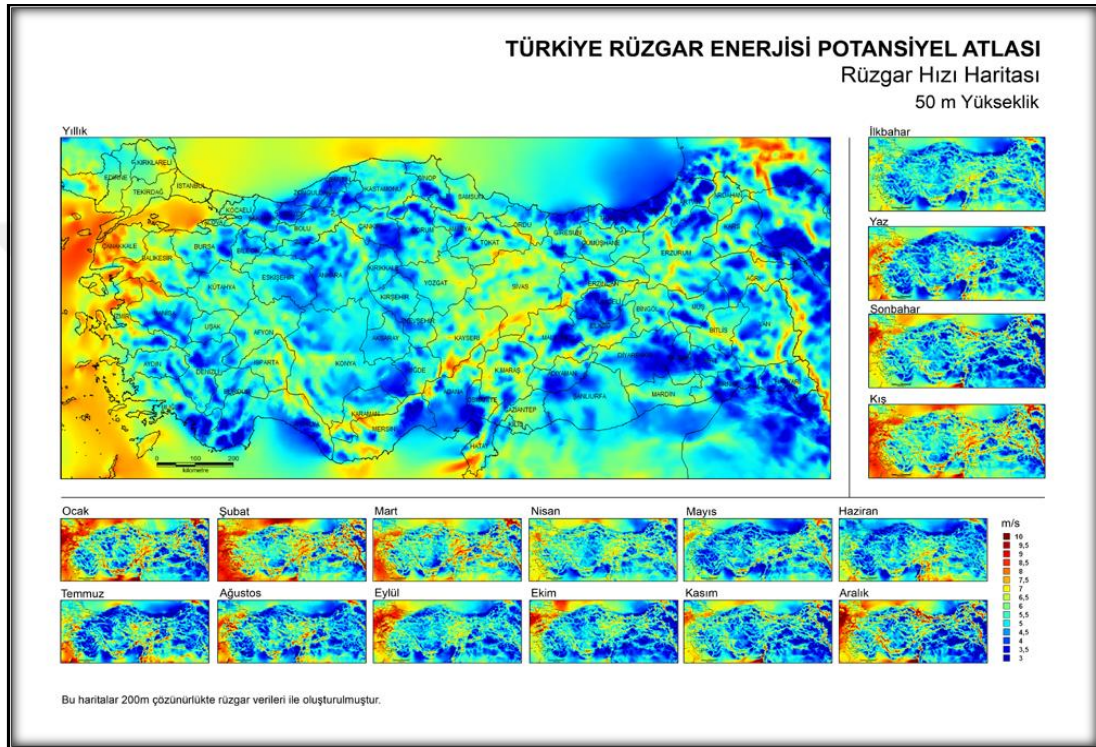
⁴⁹ Makine Mühendisleri Odası (MMO). Türkiye'nin Enerji Raporu 2018.

⁵⁰ Makine Mühendisleri Odası (MMO). Türkiye'nin Enerji Raporu 2018.

⁵¹ Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM). (2019). 2018 yılı Türkiye'nin Enerji Denge Tablosu, <https://www.EİGM.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari> [ET. 07.10.2019]

REPA incelendiğinde Türkiye elektrik enerjisinin büyük bir bölümünü rüzgâr enerjisinden karşılayabilme potansiyeline sahiptir. Devlet politikalarının bu konuyu etkin bir şekilde ele alıp, yatırım noktasında doğru adımlar atması, Türkiye'nin elektrik ihtiyacının çoğunu karşılamakla kalmayıp, Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını büyük ölçüde azaltma potansiyeline sahiptir.

Şekil 5.4: Türkiye rüzgâr enerjisi potansiyel atlası (REPA)



Kaynak: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM). (2019).⁵²

Şekil 5.4 incelendiğinde Türkiye’de Marmara Denizi, Ege Kıyıları ve Hatay civarının rüzgâr enerjisi potansiyeli bakımında zengin olduğu anlaşılmaktadır. Bu bölgelere kurulacak olan tesisler verimli olabilir. Ayrıca nüfus yoğunluğunun kıyı bölgelerde olması enerji taşıma maliyetini ve enerji kayıp oranını azaltmaya yardımcı olabilir.

Türkiye Rüzgâr Enerji Atlası (REPA) incelendiğinde Türkiye’nin rüzgâr enerjisi yönünden zengin bir ülke olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle kıyı şeritleri, dağ tepeleri, bayırlar ve açık alanlardır. Açık alanlarda en çok rüzgâr alan kesimler ise Türkiye’nin batı kıyıları, Marmara Denizi çevresi ve Antakya yakınlarıdır. REPA’ya göre Türkiye rüzgâr enerjisi potansiyeli 47.849 MW olarak belirlenmiştir. EPDK 2019 yılı verilerine

⁵²Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası. http://www.yegm.gov.tr/YEKrepa/REPA-duyuru_01.html adresinden 10 Ekim 2019 tarihinde edinilmiştir.

göre Türkiye'nin rüzgâr kurulu gücü 2019 yılı için 7520 MW'tır ve 21.636 GWh elektrik üretebilmektedir.

Özetle Türkiye'nin rüzgâr enerjisi potansiyeli doğru strateji ve yatırımlarla açığa çıkartıldığı takdirde kurulu güç neredeyse yedi katına çıkabilmektedir. 47849 MW'lık kurulu güç ile de ortalama yıllık 130.000 GWh elektrik üretilebilmektedir. Türkiye'nin yıllık enerji tüketimi EPDK'nın 2019 verilerine göre 294.251 GWh'tır.⁵³

REPA Türkiye'nin rüzgâr enerjisi potansiyeline ışık tuttuğu için önem arz etmektedir. Türkiye'nin rüzgâr enerjisi yatırımlarını da yönlendiren REPA, Türkiye'nin bu potansiyelden en etkin şekilde yararlanabilmesi için yol gösterici konumundadır.

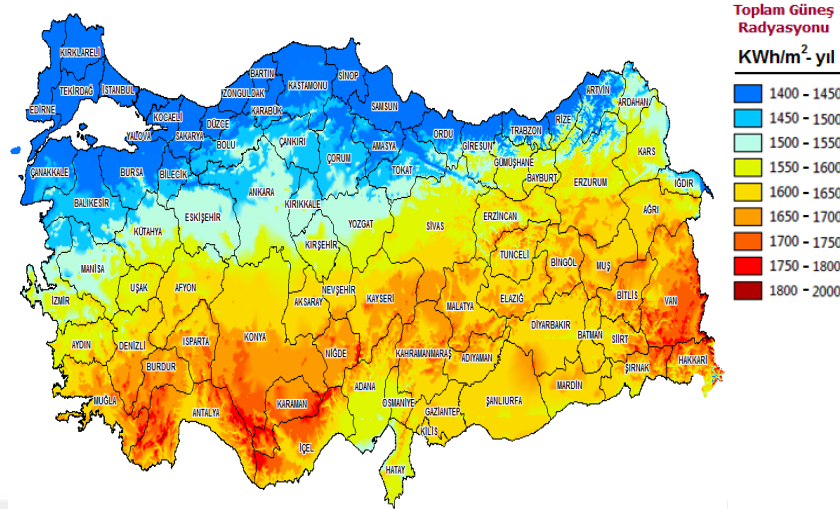
5.2.1.3 Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli

Türkiye'nin bulunduğu coğrafi konum, güneş enerjisi potansiyeli bakımından zengindir. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası'na (GEPA) göre yıllık toplam güneşlenme süresinin 2.737 saat, yıllık ülke topraklarına ulaşan güneş enerjisinin 1.527 kWh/m² olduğu tespit edilmiştir. Bu rakamlar ışığına Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli yılda 380 GWh olarak hesaplanmaktadır.⁵⁴ Bu rakam EİGM 2019 verilerine göre Türkiye'nin 2019 yılında harcadığı elektrik 294.251 GWh'tır.

⁵³ Enerji Piyasaları Denetleme Kurulu (EPDK). (2019). Elektrik Piyasası Resmi 2018 Yılı İstatistikleri, <https://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-24/yillik-sektor-raporu> adresinden [ET. 10.08.2019]

⁵⁴ Makine Mühendisleri Odası (MMO). Türkiye'nin Enerji Raporu 2018, https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/EnerjiGorunumu2018_2_0.pdf [ET. 15.08.2019]

Şekil 5.5: Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyel atlası (GEPA)



Kaynak: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM). (2019).⁵⁵

Ayrıca yine 2019 yılı EİGM verilerine göre Türkiye güneş enerjisinden 2019 yılında 1622 bin ton petrole eşit üretim yapmaktadır. Bunun yanında ithal ettiği tüm enerji formlarının bin ton petrol karşılığı 115.453'tür.⁵⁶

GEPA Türkiye'nin en çok güneş gören bölgelerinin verilerini ortaya koymaktadır. Güneş enerjisi ile alakalı yapılacak olan yatırımlarda rehber niteliğindedir. GEPA irdelendiğinde Türkiye'nin güney bölgelerinin güneş enerjisi üretimini uygun olduğu anlaşılmaktadır.

5.2.1.4 Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyeli

Makine Mühendisleri Odası'nın 2017 yılı için hazırladığı raporda, Dünya'da Türkiye Jeotermal potansiyeli bakımından yedinci sıradadır. Türkiye'nin jeotermal potansiyeli 31.500-60.000 MWt olarak tahmin edilmektedir. Tesisler ile kullanılabilir olabilecek teknik kapasitenin 4.809 MWt olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca teknik kapasitenin 2.880 MWt'lik kısmı ispatlanmış olup, 1.005 MW kaplıcalarda, 380 MWt termal tesis ısıtmasında, 612 MWt sera ısıtmasında ve 612 MWt'de konut ısıtmasında kullanılmaktadır.⁵⁷

⁵⁵ Türkiye Toplam Güneş Radyasyonu. <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx> adresinden 10 Ekim 2019 tarihinde edinilmiştir.

⁵⁶ Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM). (2020). 2019 yılı Türkiye'nin Enerji Denge Tablosu, <https://www.EİGM.gov.tr/tr-TR/Denge-Tabloları/Denge-Tabloları> [ET. 07.10.2019]

⁵⁷ Makine Mühendisleri Odası (MMO). Türkiye'nin Enerji Raporu 2018, https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/EnerjiGorunumu2018_2_0.pdf [ET. 15.08.2019]

EİGM 2019 verilerine göre, Türkiye'nin jeotermal enerji kullanarak 2019 yılı içerisinde ürettiği elektrik 9651 ton petrole eşittir. Bu kurulu güç ile toplamda yıllık 8343 bin ton petrole eşit enerji üretilmektedir. Toplam ithal edilen enerjinin 115.792 bin ton petrole eşit olduğu bilinmektedir.⁵⁸

Ayrıca EPDK'nın 2019 verilerine göre Jeotermal enerji ile Türkiye'de 8.929 GWh değerinde elektrik üretilmiştir. 2019 yılı için Türkiye'nin elektrik tüketimi 294.251 GWh olarak bilinmektedir.⁵⁹

Özetle, teknik kapasitenin tamamı kullanıma alınabilirse, hali hazırda üretilen enerji kadar bir artış gözlemlenebilir. Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını azaltmada etkin bir şekilde kullanılabilir.

5.2.1.5 Türkiye'nin biokütle enerjisi potansiyeli

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından Biokütle Enerjisi Potansiyel Atlası (BEPA) hazırlanmıştır. Bu atlasa göre Türkiye'nin biokütle potansiyeli 8,6 MTEP, tahmini elektrik üretimi de 100.018 GWh kurulu güç ise 20.000 MW olarak belirlenmiştir. Biyogaz potansiyeli ise 2 MTEP, kurulu güç 4500 GW, tahmini elektrik üretimi de 23.260 GWh olarak belirtilmiştir.⁶⁰

Bununla birlikte MMO'nun 2017 yılı için hazırlamış olduğu raporda, bitkilerin fotosentez yolu ile elde edilebilen enerjiye ilişkili olarak, teorik olarak biokütle enerjisinin brüt potansiyeli 135-150 milyon ton eşdeğeri petrol (MTEP) olarak hesaplanmaktadır. Muhtemel enerji kayıplarının düşülmesinden sonra bu rakam 90 MTEP'e gerileyecektir. Bunun yanı sıra ülkenin tüm arazileri biokütle enerjisi üretimi için ayrılamayacağından, mümkün olabilecek en fazla potansiyelin 40 MTEP seviyesinde olabileceği düşünülmektedir. Nihai olarak ekonomik kısıtlar ve çevre faktörleri göz önüne alındığında Türkiye'nin biokütle enerjisinin ekonomik potansiyeli 25 MTEP olduğu söylenebilir.⁶¹

⁵⁸ Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM). (2012). 2019 yılı Türkiye'nin Enerji Denge Tablosu, <https://www.EİGM.gov.tr/tr-TR/Denge-Tabloları/Denge-Tabloları> [ET. 07.10.2020]

⁵⁹ Enerji Piyasaları Denetleme Kurulu (EPDK). (2020). Elektrik Piyasası Resmi 2019 Yılı İstatistikleri, <https://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-24/yillik-sektor-raporu> [ET. 10.08.2020]

⁶⁰ T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). Türkiye'nin Biokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası, <https://bepa.enerji.gov.tr/> [ET. 15.11.2019]

⁶¹ Makine Mühendisleri Odası (MMO). Türkiye'nin Enerji Raporu 2018, https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/EnerjiGorunumu2018_2_0.pdf [ET. 15.08.2019]

EİGM'nin 2019 yılı için hazırlamış olduğu rapor incelendiğinde, Türkiye'nin 2019 yılı için toplam biokütle enerji üretiminin 3157 bin ton petrole eşit olduğu gözlemlenmektedir. Aynı raporda Türkiye'nin 2019 yılında ithal ettiği enerji kalemlerinin toplamı 115.453 bin ton petroldür.⁶²

Ayrıca Epdk'nın 2019 yılı için hazırlamış olduğu raporda⁶³ da Türkiye'nin biokütle enerjisinden 4.266 GWh elektrik ürettiği görülmektedir. Aynı raporda Türkiye'nin 2019 yılı için harcadığı elektriğin 294.251 GWh olduğu anlaşılmaktadır.

Özcan, Öztürk ve Oğuz'a göre (2015), biokütle enerjisi; tarımsal ürünlerden, atık sulardan, hayvanlardan, ağaçlardan, ev ve endüstriyel atıklardan elde edilebilir. Yapılan incelemelere göre Türkiye'nin biyogaz potansiyeli 4,85 TWh olup tüm uygun araziler kullanıldığında ise 165,29 TWh seviyelerine çıkmaktadır. Türkiye'nin en büyük 16 ilinden toplanan çöplerin yıllık potansiyeli ise 13,90 TWh seviyelerindedir. Tüm uygun araziler kullanıma alındığında biokütle enerjisi potansiyeli ise 200,85 TWh civarındadır.

5.2.1.6 Türkiye'nin dalga enerjisi potansiyeli

Türkiye üç tarafı denizlerle çevrili bir ülkedir ve yaklaşık kıyı uzunluğu 8210 kilometredir. Tüm gemi rotaları tatbikat sahaları ve yerleşim yerlerinin yanı sıra ticari tüketimi karşılayamayacak düşük güce sahip dalga enerjisi barındıran kuzeydoğu ve güney Anadolu kıyıları hariç tutulursa, 8210 kilometrenin beşte birinde dalga enerjisi elde etmek için tesisler yapılabilir. Ortalama bir dizi küçük ölçekli dönüştürücüden yıllık 4-17 KW/m arasında dalga gücü olan sularda, yıllık en az 10 TW enerji elde edilebilir. Bu da Türkiye'nin yıllık enerji tüketiminin otuzda biri kadardır. Türkiye'de en iyi dalga gücüne sahip Kalkan açıkları dalga gücü yoğunluğunun 6,6 KW/m-7,6 KW/m arasında olduğu, dalgaların ulaşabildiği yüksekliğin 1,21 metre olduğu ve dalga periyodlarının 6,09 saniye olduğu bir bölgedir. Dalga enerjisi yatırımları için en iyi bölgelerden biridir. Kıyıda oturmayı tercih eden nüfus istihdam için uygundur. Enerji üretildiği bölgede kullanılacağından, böylelikle elektrik şebeke yatırımları da azalacaktır.⁶⁴

⁶² Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM). 2019 yılı Türkiye'nin Enerji Denge Tablosu, <https://enerji.gov.tr/enerji-isleri-genel-mudurlugu-denge-tablolari>

⁶³ EPDK, 2019 Yılı Elektrik Piyasası Sektör Raporu

⁶⁴ Sağlam, M., Uyar, T.S. (2005). *Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli*, http://www.emo.org.tr/ekler/20bb2d9a50d5ac1_ek.pdf [ET. 08.04.2020]

Çatalbaş, N. ve Çatalbaş, M.'ye göre (2020), Türkiye'de yoğun nüfusun kıyı illerinde bulunması, o bölgelerde yapılacak dalga enerjisi üretim tesislerinin enerjiyi en kısa yoldan nüfusa ulaştırmasına imkân sağlayacaktır. Ancak, bu tesislerin mevcut teknoloji ile kurulması ve üretime alınmasının büyük maliyetleri mevcuttur. Türkiye'nin bu alanda yatırım yapması gerekmektedir. Dalga enerjisi çevre dostudur, bunun yanında herhangi bir tarım alanını işgal etmeyeceğinden ve sınırsız bir enerji kaynağı olduğundan gelecekte Türkiye'nin enerji çeşitliliğini arttırmaya adaydır.

5.2.2 Türkiye'nin yenilenemez enerji ve fosil yakıt potansiyeli

MTA (Maden Tetkik Arama) verilerine göre Türkiye, dünya kömür rezervlerinin yaklaşık olarak yüzde 2,1'ine sahiptir. Sahip olunan rezervlerin 2500 kCal/kg ısı değeri altında olması sebebiyle, bu rezervler genellikle termik santrallerinde kullanılmaktadır. Linyit ile çalışan termik santrallerin kurulu gücü 8.515 MW olup, toplam kurulu gücün yüzde 23,6'sına eşittir. Linyit sahalarına yapılacak olan yatırımlar sonrası ve mevcut olan tesislerin geliştirilmesi neticesinde mevcut olan termik santral kurulu gücünün 20000 MW arttırılması sağlanabilir. 2019 itibarı ile Türkiye'nin 19,32 milyar ton linyit rezervi bulunmaktadır.⁶⁵

2019 yılını yansıtan EİGM'nin enerji denge tablosunda⁶⁶ Türkiye'nin yıllık linyit üretiminin 83.695 ton olduğu, bunun da petrol karşılığı 15.609 bin ton petrol olduğu gösterilmektedir. MTA verilerine göre, yatırımlar ve geliştirmelerle kurulu gücün 28000 MW'lar bandına gelmesi, üretimi de arttıracak olup, yaklaşık yıllık üretimi 250.000 ton seviyelerine taşıyacaktır. Bu miktar linyitin de karşılığı yaklaşık 45000 bin ton petrole denk olacaktır. Yine EİGM verilerine göre Türkiye'nin 2019 yılı ham petrol ithalatı 31.075 ton, petrol ürünleri ithalatı ise 20.872 tondur. Bakıldığında, Türkiye'nin kömür rezervleri tam olarak kullanılabilirse, petrol ithalatına ihtiyaç kalmayacak şekilde üretim sağlanabilir. Bir kısım petrol ürünlerine duyulan ihtiyaç devam etse bile, petrol ithalatı düşecektir. Enerji arz güvenliği artacak ve Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı azalacaktır.

⁶⁵ Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA). (2019). Kömür Arama Araştırmaları. <https://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/komur-arama-arastirmalari> [ET. 04.02.2020]

⁶⁶ EİGM 2019 Yılı Ulusal Enerji Denge Tablosu

5.2.2.1 Batı Karadeniz doğal gaz rezervleri

Türkiye 2020 yılında Karadeniz’de Sakarya sahasında ortalama 320 milyar metreküp doğal gaz keşfetmiştir.⁶⁷ Kıyıya yaklaşık 170 km. uzaklıkta bulunan doğal gaz kuyusunun 2023’te aktif hale gelmesi planlanmaktadır. BOTAŞ⁶⁸ ve TPAO’nun bu doğal gazı bağımsızca çıkartma ve taşıyabilme yetkileri bulunmaktadır.⁶⁹ Türkiye’nin bu miktardaki doğal gazı kullanıma sunabilmesinin büyük katkıları olabilir. Doğal gazın tamamına yakınının ithal eden Türkiye, bu keşifle beraber enerjide dışa bağımlılığını azaltmasının yanı sıra, bölgesel enerji merkezi haline gelebilmek için bir adım atmış olacaktır. Alternatif enerji olarak düşünülebilen bu keşif, Türkiye’nin enerji çeşitliliğine de büyük katkılar sağlayabilir.

Bunun yanı sıra Türkiye’nin sahip olduğu Fatih, Yavuz ve Kanuni sondaj gemileri Karadeniz’de yaptığı çalışmalar neticesinde yeni rezervler keşfetmiş olup 2021 yılı Haziran ayı itibari ile Karadeniz’de keşfedilen toplam doğal gaz rezervi 540 milyar metreküpe ulaşmıştır.⁷⁰

5.2.2.2 Doğu Akdeniz doğal gaz rezervleri

EPDK’nün 2018 yılı için yayınlamış olduğu resmi istatistiklere göre, Türkiye’nin yıllık Doğal gaz tüketimi 2018 yılı için 49.328,93 Sm³ olarak kayıtlara girmiştir. Doğu Akdeniz’de keşfedilen veya keşfedilmesi muhtemel Doğal gaz rezervlerini incelerken bu verilere göre incelemekte yarar vardır.⁷¹

Doğu Akdeniz’de son yıllarda yapılan doğal gaz keşifleri ve buna bağlı olarak tespit edilen doğal gaz rezerv miktarı dikkat çekicidir. Toplam rezerv miktarı 2.24 trilyon m³ olmakla beraber, İsrail’in Leviathan sahası 623 milyar m³, Tamar sahası 280 milyar m³, Mısır’a ait Zohr sahası da 850 milyar m³ boyutundaki rezervleriyle dikkat çekiyor. Bunun yanında Kıbrıs’ın güneyinde 138,2 milyar m³ rezerv ile Afrodit sahası ile alakalı herhangi

⁶⁷Enerji Piyasaları Denetleme Kurulu (EPDK). (2020) <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/2-9210/turkiye-dogal-gaz-piyasasi-kabuk-degistiriyor%E2%80%A6-he> adresinden 20 Aralık 2020 tarihinde edinilmiştir.

⁶⁸ Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi

⁶⁹ T.C. Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi <https://www.invest.gov.tr/tr/news/news-from-turkey/sayfalar/turkey-to-make-a-major-transformation-following-natural-gas-discovery-in-black-sea.aspx> 20 Aralık 2020 tarihinde edinilmiştir.

⁷⁰ Tccb.gov.tr adresinden 11 Haziran 2021 tarihinde edinilmiştir.

⁷¹ Enerji Piyasaları Denetleme Kurulu (EPDK). (2019). Doğal Gaz Piyasası Resmi 2018 Yılı İstatistikleri, <https://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-166/resmi-istatistikleri> adresinden 10 Ağustos 2019 tarihinde edinilmiştir.

bir plan henüz açıklanmış değildir. Türkiye açısından rezervleri değerlendirdiğimizde, 1985-1986 yıllarında yapılan Adana ve İskenderun açıklarındaki çalışmalarda 4.2-13.5 milyon varil petrol rezervi tespit edilmiştir ancak dönem şartlarında ekonomik gözükmediği için proje terk edilmiştir. Jeoloji mühendisleri odasının Mart 2019 tarihli raporunda, Doğu Akdeniz havzası ve Türkiye'nin konumuna detaylı yer verilmiştir. Türkiye ve GKRY⁷² arasında gerginlik ve anlaşmazlığa sebep olan başlıca konu Münhasır Ekonomik Bölgeler konusudur. Karasularının alanı ve MEB, 1994 yılında yürürlüğe giren, Birleşmiş Milletler Deniz Hukuku Konvansiyonu ile düzenlenmiştir. Buna göre karasuları 22 km., MEB ise karasularından 370 km. uzaklığa uzanan bir alanı kapsar. Afrodit havzasının KKTC'ye⁷³ yakınlığı ve bazı bölgelerinin açık denizde bulunması anlaşmazlıkları arttırmaktadır.

Şekil 5.6: Türkiye'nin Doğu Akdeniz'deki KS/MEB sınırları



Kaynak: Erciyes, Çağatay. (2019)⁷⁴

⁷² Güney Kıbrıs Rum Yönetimi

⁷³ Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti

⁷⁴ Doğu Akdeniz: Deniz Yetki Alanlarının Sınırlandırılması, <http://www.mfa.gov.tr/data/dogu-akdeniz-deniz-yetki-alanlarinin-sinirlandirilmasi.pdf> adresinden 25 Aralık 2019 tarihinde edinilmiştir.

Şekil 5.7: GKRY'nin KS/MEB iddiası



Kaynak: Erciyes, Çağatay. (2019) ⁷⁵

Şekil 5.8: Yunanistan ve GKRY'nin KS/MEB İddiası

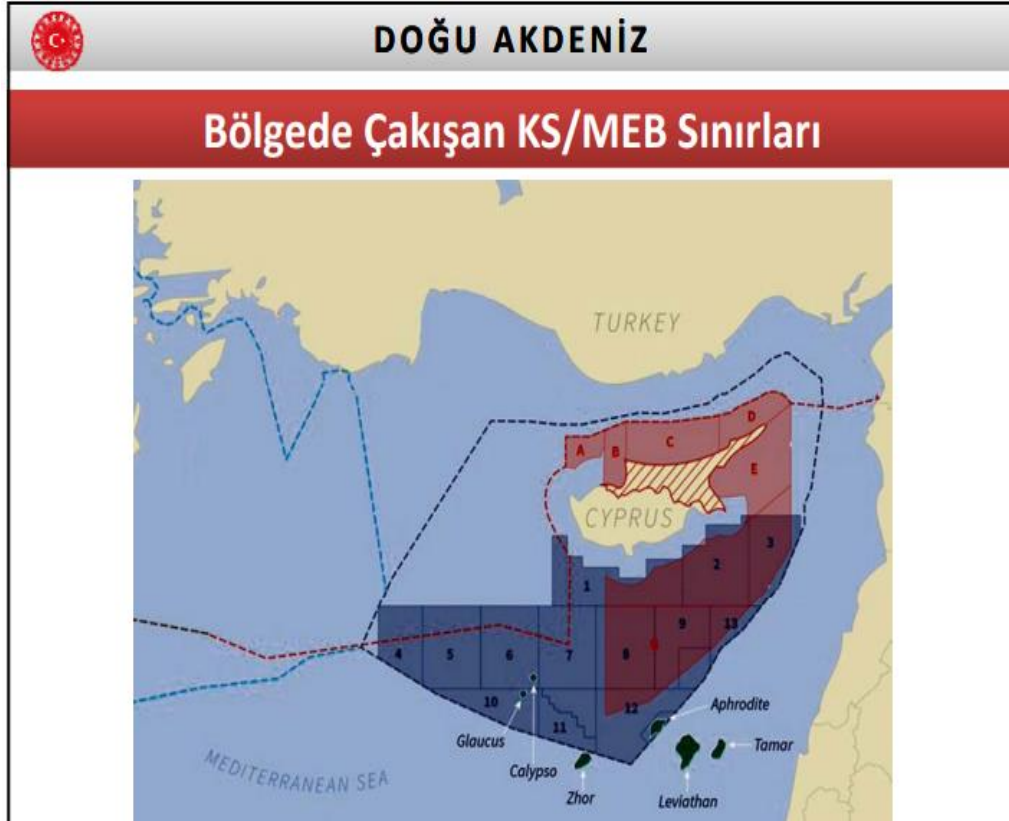


Kaynak: Erciyes, Çağatay. (2019) ⁷⁶

⁷⁵ Doğu Akdeniz: Deniz Yetki Alanlarının Sınırlandırılması, <http://www.mfa.gov.tr/data/dogu-akdeniz-deniz-yetki-alanlarinin-sinirlandirilmasi.pdf> adresinden 25 Aralık 2019 tarihinde edinilmiştir.

⁷⁶ Doğu Akdeniz: Deniz Yetki Alanlarının Sınırlandırılması, <http://www.mfa.gov.tr/data/dogu-akdeniz-deniz-yetki-alanlarinin-sinirlandirilmasi.pdf> adresinden 25 Aralık 2019 tarihinde edinilmiştir.

Şekil 5.9: Bölgede Çakışan KS/MEB sınırları



Kaynak: Erciyes, Çağatay. (2019) ⁷⁷

Türkiye'nin MEB olarak gördüğü aşağıdaki bölge GKRY tarafından tam olarak tanınmamaktadır. Özellikle bu havzalardan çıkartılacak gazın Girit ve akabinde Yunanistan'a ulaştırılmasında alt yapı maliyetleri çok fazla olacağından uygulanabilir bir proje olmaktan uzakta olup aynı zamanda Türkiye'nin ekonomik alanı ihlal edilecektir. Bu da siyasi krizlere sebep olmaktadır. Zohr, Afrodit, Tamar ve Leviathan havzalarından çıkarılacak olan gazın Avrupa'ya taşınmasında her ne kadar Türkiye en kısa ve ekonomik yol olsa da siyasi sebeplerden ötürü bu yol şimdilik öngörülmemektedir. GKRY Afrodit havzasından çıkartmış olduğu gazı Mısır ile yaptığı antlaşma gereği Mısır sahillerine ulaştırıp oradan LNG üretim tesislerince gazın kullanılmasını sağlamak istemektedir. Bunun yanında çıkartılan gazda KKTC vatandaşlarının hakkı yok sayılmaktadır.⁷⁸

⁷⁷ Doğu Akdeniz: Deniz Yetki Alanlarının Sınırlandırılması, <http://www.mfa.gov.tr/data/dogu-akdeniz-deniz-yetki-alanlarinin-sinirlandirilmasi.pdf> adresinden 25 Aralık 2019 tarihinde edinilmiştir.

⁷⁸ Kaynak: Balkaş, Ö. (2019). *Doğu Akdeniz'de Doğal Gaz Keşifleri, Pazarlama Senaryoları, Enerji Güvenliği ve Jeopolitika*, Jeoloji Mühendisleri Odası, https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/9a30643920bb533_ek.pdf [30.03.2019]

Türkiye'nin, Afrodit havzasından çıkarılacak gazın yarısını kullanma hakkı olsa dahi, ortalama yıllık 50 milyar metreküp doğal gaz tüketimi olan Türkiye'nin sadece birkaç yıllık ihtiyacını karşılamaya yetecektir. Bununla birlikte yapılması gereken, sondaj ve arama çalışmalarına devam edip, denizlerin iyi etüt edilmesi başka rezerv keşiflerini sağlayabilir. Herhangi bir rezerv bulunmasa dahi, Türkiye'nin konumu onu değerli kılabilmek gücüne sahiptir. Özellikle, Doğu Akdeniz ve Ortadoğu gazının Avrupa'ya kara üzerinden ulaştırılması en ekonomik ve hızlı olarak teoride Türkiye üzerinden gerçekleşebilmektedir.

Muhtemel doğal gaz sevk yolları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Tablodaki sayılar Doğal gaz rezervlerini milyar metreküp olarak göstermektedir.

Şekil 5.10: Doğu Akdeniz potansiyel enerji yolları



Kaynak: Balkaş, Ö. (2019).⁷⁹

Şekil 5.10'a göre Mısır'ın Zohr sahasının ve İsrail'in Leviathan sahasının doğal gaz yönünden çok zengin olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye'nin henüz bu bölgede tespit

⁷⁹ Doğu Akdeniz'de Doğal Gaz Keşifleri, Pazarlama Senaryoları, Enerji Güvenliği ve Jeopolitika, Jeoloji Mühendisleri Odası, https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/9a30643920bb533_ek.pdf adresinden 30 Mart 2019 tarihinde edinilmiştir.

edilmiş ekonomik bir rezervi keşfedilmemiş olsa da, bölgede çıkartılan doğal gazın Avrupa'ya taşınmasında önemli bir rolü olabilir.

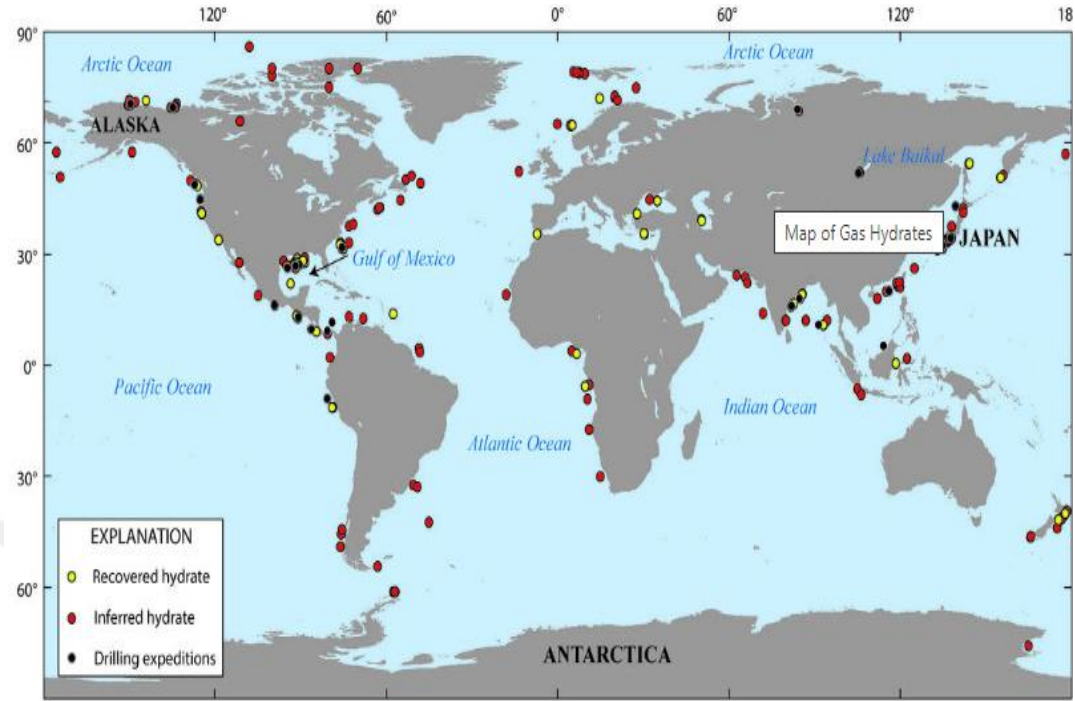
Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını azaltabilmesi için, Doğu Akdeniz'de atması gereken en hızlı adım, çıkartılan doğal gazın Avrupa'ya iletiminde rol sahibi olabilmesidir. Türkiye üzerinden gazın taşınması, Türkiye'ye hem enerji çeşitliliği sağlayacak, hem de uluslararası siyasette elini güçlendirecektir. Bunun yanında henüz doğal gaz arama faaliyetlerine başlamamış olan Libya ile gerekli ticari ilişkiler kurulup, TPAO'nun bu arama faaliyetlerinde yer alması sağlanmalıdır. Bunlarla birlikte Türkiye'nin MEB'ni ilan etmemiş olması gelecek için uluslararası riskler barındırmaktadır.

5.2.2.3 Türkiye gaz hidrat rezervleri

Gaz hidratlar, metan gazları ile deniz suyunun belirli bir sıcaklıkta ve basınç altında birleşerek oluşturduğu, buz kristallerine benzeyen katılardır. Toplamda sağlayabileceği enerji çok fazla olmasına rağmen sığ derinliklerde, tortullar içerisinde bulunan gaz hidratın çıkartılmasına yönelik sondaj çalışmaları oldukça maliyetlidir. Metan gazı hidrokarbon rezervleri için iyi örtüdür, ayrıca enerji açısından zengindir. Bulunduğu yerler petrol ve doğal çıkışları ile alakalı olabilir. Ancak metan hidratın üretimi ve çıkartılması yoğun yamaç kaymalarına hatta tsunamilere neden olabilir. Dünyadaki gaz hidrat rezervlerinin tam olarak miktarı bilinmemekle birlikte yapılan araştırmalar neticesinde ortalama 3700 trilyon m³ ile 10.000.000 trilyon m³ olduğu öngörülmektedir. Dünya üzerinde tespit edilen rezervlerden bazıları, Kuzey Amerika'nın her iki kıyısı, Kuzey Denizi, Karadeniz'in doğu ve güney kısımlarında, Hazar Denizinde Japonya'da, Akdeniz'de Antalya Körfezi civarında bulunmaktadır.⁸⁰

⁸⁰ Dündar, S. *Yeni Bir Enerji Kaynağı Gaz Hidrat*, TPAO Arama Grubu, https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/f74dd4476e662a7_ek.pdf?dergi=MAV%DD%20GEZEEN%20POP%DCLER%20YERB%DDL%DDM%20DERG%DDS%DD adresinden 05 Mart 2020 tarihinde edinilmiştir.

Şekil 5.11: Dünya gaz hidrat dağılımı



Kaynak: International Gas Union (IGU).⁸¹

Türkiye’de bulunan gaz hidrat rezervleri gelecekte Türkiye’nin enerji ihtiyacının tamamen karşılayabilecek niceliktedir. Türkiye’nin Doğu Karadeniz, Doğu Akdeniz ve Ege bölgelerinde gaz hidrat rezervleri bulunmaktadır. Özellikle Doğu Karadeniz’deki rezervler zengindir. Bu alandaki rezervler 71.8 trilyon m³ (bu miktar gaz hidratın yüzeye taşındıktan sonra genişlediği miktardır). Ancak, devam eden araştırmalar neticesinde çıkartılabilecek hidratın yüzeye çıkmış hali hesaplandığında 13.6 trilyon m³ ‘lük bir miktar öngörülmüştür. Bu miktarın ne kadarının efektif olarak üretime alınabileceği henüz net olmamakla birlikte teknolojik gelişmeler ve yatırımlara bağlıdır. Bu rezerv Türkiye’nin doğal gaz ihtiyacıyla karşılaştırıldığında, Türkiye’nin yaklaşık 272 yıllık gaz ihtiyacını karşılayabileceği öngörülmektedir. Japonya, Çin, Almanya, ABD ve Hindistan gibi ülkeler bu alanda araştırmalar ve yatırımlar yapmaktadırlar. Çin bu konuda en çok patent almış olan ülke olmakla beraber Japonya da 2013 yılında gaz hidrat rezervini az da olsa çıkarıp kullanabilir hale getirmeyi başarmıştır. Bu rezervin çıkarılıp işlenmesi, Türkiye için şimdilik uzak bir gelecek olsa da, bu alanda yapılacak altyapı AR-GE

⁸¹ Dünya LNG Raporu 2019, https://www.igu.org/sites/default/files/node-news_item-field_file/IGU%20Annual%20Report%202019_23%20loresfinal.pdf adresinden 13 Nisan 2020 tarihinde edinilmiştir.

alışmaları, uluslararası alanda kurulabilme potansiyeline sahip ekonomik ve teknolojik iş birlikleri Türkiye’yi gelecekte avantajlı konuma getirebilecektir.⁸²

Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılığını azaltma potansiyeli bulunan gaz hidrat rezervleri için şimdiden çalışmalar yapılması gerekmektedir.

5.2.2.4 Türkiye’nin doğal gaz depolama kapasitesi

Enerji arz güvenliğinin sağlanması ve olası enerji krizleri karşısında daha hazırlıklı olunması için, bir ülkenin enerji depolama kapasitesinin fazla olması o ülkenin enerji güvenliğine katkı sağlama potansiyeline sahiptir. Enerji depolamanın birçok olumlu yanı vardır. Özellikle enerji krizi durumunda depolarda bulunan enerji ile üretime bir müddet devam edilebilir en önemlisi kış aylarında ısınma sekteye uğramaz ve bu zafiyetten yararlanmak isteyen enerji ihraç eden ülkelere fırsat verilmez. Depolama kapasitesinin arttırılmasının bir başka olumlu yönü de değişkenlik arz eden enerji fiyatlarında uygun fiyatlardan alınan enerjinin depolanmasıdır. Bir başka yönü de, ihraç eden ve ithal eden ülke arasında ithal edilecek enerji miktarı üzerinde önceden anlaşılması ve parasının peşinen ödenmesi tüketilmeyen enerjinin de parasının ödenmesi anlamına gelmektedir. Özellikle Türkiye gibi enerjiye bağımlı ve yıllık 45-50 milyar dolar arası enerjiye para harcayan bir ülke için bu hayati bir öneme sahiptir. Türkiye’nin Doğal gaz depolama kapasitesi 3.44 milyar metreküp olarak bilinmektedir. Tuz Gölü havzasında inşası devam eden 5.4 milyar metreküplük doğal depolar ve Faz 3 Kuzey Marmara doğal gaz depolama tevsi projesinin yanı sıra Saros FSRU⁸³ projesi ile 2023 yılında ortalama 11 milyar metreküp doğal gazın depolanması hedeflenmektedir. Bu da Türkiye’nin bir yılda tükettiği gazın yaklaşık yüzde 20’sidir. Depolama yatırımlarına hızla devam edilmelidir. Doğal gaz depolama sadece depolarla değil ülke içerisindeki mevcut boru hatlarıyla da sağlanabilir. Ülke içerisindeki doğal gaz borularının uzunluğu, çapı, sayısı ne kadar artarsa, o kadar gazı içinde barındırır ve bir depo gibi düşünülebilir. Depolanan gazın miktarı arttıkça olası bir enerji krizinden görülecek zarar da o denli azalacaktır. Bu da

⁸² ifti, B. (2019). *Türkiye’de Gaz Hidrat’ın Potansiyeli*, Enerji Notları, Bilkent Üniversitesi, <http://berument.bilkent.edu.tr/no025.pdf> adresinden 05 Şubat 2020 tarihinde edinilmiştir.

⁸³ Floatin Storage Regasification Unit (Yüzer Depolama ve Tekrar Gazlaştırma Ünitesi)

uluslararası ilişkilerde Türkiye'nin lehine olacak ve enerji konusunda tehdit edilmesini kısmen ve bir süreliğine önleyecektir.⁸⁴

Erdoğan'a (2016, s. 234) göre olası bir enerji krizi veya savaşta, Türkiye'deki üretimin aksamaması ve Türkiye'nin ulusal güvenliğin zedelenmemesi için izlenecek yollardan bir tanesi de enerji taşıma ve depolama imkânlarının arttırılması olarak değerlendirilmektedir. Özellikle Doğal gaz ve petrol depolarının sayı ve kapasitelerinin arttırılması, Türkiye'nin elini güçlendirecektir. Doğal gaz ve petrol piyasaları değişken fiyatlar üzerinden işlem gördüğünden uygun fiyatla alınıp depolanacak olan enerji ekonomik olarak son derece fayda sağlayabilir. Ayrıca ithal edilen enerjinin beklenmedik bir olay ile birlikte kesintiye uğraması, Türkiye'deki üretimi depolama kapasitesiyle orantılı olarak etkilemeyecektir. Bu Türkiye'nin olası bir enerji krizi veya savaşında daha uzun süre zarar görmeden hareket etmesinin önünü açabilir.

5.2.2.5 Türkiye ve LNG (sıvılaştırılmış doğal gaz)

LNG⁸⁵ sektörü dünyada hızla büyüyen enerji sektörlerinin başında gelmektedir. Özellikle fosil yakıtlar yönünden yetersiz rezervlere sahip olan ülkeler için LNG önem arz etmektedir. Gelişen teknolojilerle birlikte LNG taşımacılığının niceliği ve niteliği artmıştır. Hem karadan hem denizden taşınabilir hale gelen LNG ülkelerin enerji ihtiyaçlarını karşılamakta her geçen gün daha fazla pay sahibi olmaktadır.

Özdemir'göre (2017, s. 57-60) son yıllar incelendiğinde doğal gaz piyasasındaki yapısal değişiklikler göze çarpmaktadır. Doğal gaz ithalat ve ihracatını sadece boru hatları vasıtası ile değil gemiler ve tankerlerle sağlamak mümkün hale gelmiştir. "*Liquefied natural gas*" olarak açılımı olan LNG, sıvılaştırılmış doğal gaz, boru hatlarına ihtiyaç duymaksızın taşınmaya başlamıştır. Boru hatları vasıtası ile doğal gaz temin etmesi mümkün olmayan ülkeler için bu yöntem enerji güvenliği açısından hayati önem arz etmeye başlamıştır. Atmosferik basınç altında Doğal gaz -162 derecenin altında bir ısıya maruz bırakıldığında yaklaşık 600 kat hacminde küçülerek sıvı bir şekilde depolanabilmektedir. Varacağı noktada tekrar ısıtılarak kullanıma sunulabilmektedir.

⁸⁴ Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi (BOTAŞ). Enerji Merkezi Olma Yolunda Dünyanın En Büyük Depolama Tesisi, <https://www.botas.gov.tr/Icerik/enerji-merkezi-olma-yolunda-d/171> adresinden 05 Ocak 2020 tarihinde edinilmiştir.

⁸⁵ Liquefied Natural Gas

Özellikle son yıllarda *Shale Gas*⁸⁶ çıkarımı yaygınlaşmış ve LNG ile paralel hareket etmeye başlamıştır. *Shale Gas*, Kayaç gazı olarak da bilinmektedir. Kuzey Amerika'da çıkarımı yaygınlaşmaya başlayan kayaç gazı, LNG piyasasını büyütmüş, arz bolluğu sağlamıştır. Sıvılaştırma, tanker taşımacılığı ve tekrar gaza dönüştürme işlemleri ilk etapta maliyetli olsa da, bu konu üzerine küresel çapta yapılan yatırımlar, maliyetleri günden güne düşürmektedir. Teknolojik gelişmelerin ışığında sabit LNG terminallerinin yanı sıra su üzerinde yüzen, mobil LNG terminal sayıları da artmaya başlamıştır. FSRU'nun piyasaya dâhil oluşu, piyasanın daha hızlı büyümesine ve ihracatçı veya ithalatçı ülke sayılarının artmasına sebebiyet vermiştir. LNG ihracatı yapan 18, ithalatı yapan 23 ülke bulunmaktadır. Türkiye ithalatçı ülkelerden bir tanesidir.

IGU'nun (Uluslararası Gaz Birliği), 2018 yılını kapsar nitelikteki raporu incelendiğinde, 316,5 milyon ton büyüklüğünde küresel LNG ticareti gerçekleştiği anlaşılmaktadır. 2017 yılına göre 28,2 milyon ton artış göstermiştir. 2000 yılından günümüze LNG sektörü yıllık ortalama yüzde 6,4 büyümektedir. Sıvılaştırma ve gazlaştırma tesislerinin veya yüzen tesislerin sayısı ve kapasiteleri artmaktadır. 2018 yılı itibari ile denizler üzerinde 525 tanker-gemi LNG taşımacılığı yapmaktadır ve 2017 yılının verilerine göre dünya doğal gaz trafiğinin yüzde 10,7'sini karşılamaktadır. Bu tankerlerle 2018 yılında 316,5 milyon ton sıvılaştırılmış doğal gaz taşınmıştır. Dünya üzerinde bulunan tekrar gazlaştırma işlemi yapan tesislerin kapasiteleri 824 milyon tona ulaşmıştır. Sıvılaştırma işlemi yapan tesisler 2018 yılı sonu itibari ile 392,9 milyon tondur ve 2025 yılına kadar projelendirilmiş tesislerin hayata geçmesi ile birlikte bu sayı 843 milyon tona ulaşacağı öngörülmektedir. FSRU kapasitesi 80,1 milyon ton civarındadır ve yıldan yıla artmaktadır.⁸⁷

Türkiye doğal gaz ithalatı yapmak zorunda olan bir ülke olup dışarıya bağımlı olsa da, doğal gaz piyasalarını etkileyen LNG piyasalarını yakından takip etmelidir. Bu konuda yatırımlarını sürdürmelidir. Her yıl büyümekte olan LNG sektörü, Türkiye'nin enerji çeşitliliğine ve arz güvenliğine ciddi katkılar yapabilme kapasitesine sahiptir. Türkiye'nin bu konudaki tesislerine ve kapasitesine bakıldığında, Botaş Marmara Ereğlisi LNG

⁸⁶ Kaya Gazı. Yeryüzü Katmanları arasında bulunan doğal gaz.

⁸⁷ International Gas Union (IGU). Dünya LNG Raporu 2019, https://www.igu.org/sites/default/files/node-news_item-field_file/IGU%20Annual%20Report%202019_23%20loresfinal.pdf [13.04.2019]

Terminali ve EGEGAZ LNG terminallerinin yanı sıra, iki adet FSRU terminali göze çarpmaktadır. Türkiye yıllık ithal ettiği 50 milyar metreküplük doğal gazın yaklaşık 11 milyar metreküpünü LNG yoluyla alıyor. Doğal gaz ihtiyacının yüzde 20'sini bu yolla gerçekleştiren Türkiye'nin bu konuda daha fazla yatırım yapması gerekiyor. Türkiye'nin karayollarında da ortalama 350 tane LNG aracı boru hattı olmayan noktalara doğal gaz taşıyor. Böyle hızla gelişen bir piyasa da Türkiye'nin sıvılaştırma ve gazlaştırma tesis kapasitelerine arttırması, FSRU sayılarını arttırması, bölgede LNG merkezi olabilme potansiyeline gün yüzüne çıkarabilir. Hem Doğu Akdeniz'de çıkarılan gazın Avrupa'ya veya başka ülkelere taşınmasında, hem de Rusya'dan, Azerbaycan'dan ve İran'dan gelen doğal gazın taşınmasında önemli rol alabilme potansiyeline sahip olan Türkiye, bu konuda yaptığı yatırımların dönüşlerine alacaktır. Zira ilk etapta maliyetli olan bu tesisler birkaç yıl içerisinde kendini karşılayabilmektedir. LNG kapasitesinin artmasıyla birlikte, hem doğal gaz depolama kapasitesi artacak hem de olası bir krizde Türkiye'nin enerji arz güvenliği korunacaktır.⁸⁸ LNG sektörü sadece Türkiye'de değil dünyada büyümeye hızla devam eden bir sektördür. Ayrıca Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını kaynak çeşitliliği yaratarak azaltılabilecek olan LNG teknolojisinde de olduğu gibi enerjinin depolanması hayati önem taşımaktadır. Türkiye 2020 itibarı ile 3,44 milyar metreküp doğal gaz depolayabilirken, yürüttüğü projeler ile bu sayıyı 11 milyar metreküp civarına çekmeyi planlamaktadır. Bu sayı Türkiye'nin yılda harcadığı doğal gazın yaklaşık beşte biridir. Daha da arttırılacak olan depolama kapasitesi Türkiye'nin enerji arz güvenliğine büyük katkılar sağlayacaktır.

5.2.2.6 Türkiye'nin bor potansiyeli

Bir ülke için fosil yakıt rezervleri açısından zengin olmak bir avantajdır. Bu rezervleri işleyebilecek teknolojik donanımlı tesislere sahip olmak bu avantajı tamamlayan bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye bor madenleri yönünden dünyanın en fazla rezervine sahip olan ülkedir. Türkiye'nin artan enerji ihtiyacının azaltılmasında önemli bir rol üstlenebilecek potansiyele sahiptir. Ancak ham rezervi işleyebilmek önem arz

⁸⁸ <https://petroturk.com> . (2019) Ülkemizde LNG'de Yeni Pazarlar Geliştirme Potansiyeli Fazlasıyla Var, <http://petroturk.com/dogalgaz/ulkemizin-lngde-yeni-pazarlar-gelistirme-potansiyeli-fazlasiyla-var> adresinden 11 Aralık 2019 tarihinde edinilmiştir.

etmektedir. Teknoloji ile hammaddeyi buluşturabilmek uluslararası alanda Türkiye'yi güçlendirebilir. Türkiye'nin enerji çeşitliliğine ve enerji ticaretine faydalar getirebilir.

Acaroğlu'na göre (2013) Türkiye açısından son derece fazla stratejik önem arz eden bir mineral, bir alternatif enerji potansiyelidir. Romalılara kadar uzanan bor madeni, Türkiye'de ilk defa 1852 yılında keşfedilmiştir. 1867 yılında bir Fransız firması tarafından ilk verimli bor madenciliğine başlanmıştır. Daha sonraları, 1980'li yılların başından itibaren Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü tarafından hayata sokulan tesisler, önemli üretim kapasitelerine eriştiler. Enerji alanında şimdilik kullanılsa da, gelecekte bor madeninin Türkiye'nin enerji gücü olacağı öngörülmektedir. Stratejik bir maden olan bor uzay teknolojisinden deterjanlara kadar çok geniş bir yelpazede kullanılabilir. Cam sanayinde, nükleer sanayide, askeri sanayide, elektronik sektöründe, enerji sektöründe, otomobil ve kimya sanayinde, tıp ve ilaç sanayinde kullanılan bor Dünya Sağlık Örgütü'nce de insan yaşamı için önemli olduğu yönünde açıklamalara konu olmuştur zira birçok içecekten bile bor bulunmaktadır. Dünya bor rezervinin yüzde 72 kadarı Türkiye topraklarında bulunmaktadır. Türkiye'nin boru yeterince işleyemeden ham şekilde satması potansiyelinden daha düşük gelirler elde etmesine olmaktadır. Bunun yanında bor ve hidrojen arasında da ayrılmaz bir ilişki söz konusudur. Hidrojenin taşıyıcısı olarak kullanılan bor geleceğin yakıtı olan görülen hidrojenin olmazsa olmazıdır. Hidrojenden daha etkin bir hammadde olması da boru öne çıkarmaktadır. Füzyon reaktörlerinde de kullanılan bor ticari yetisinin üst seviyelerde olduğunu kanıtlamıştır. Araçlarda yakıt olarak kullanılmaya çalışılan bor ile alakalı Japonya ve ABD çalışmalarına devam etmektedir. Bazı elementlerin enerji içerikleri incelendiğinde benzin 43.00 MJ/l, fosfor 43.01 MJ/l, Karbon 54.01 MJ/l, Silikon 51.55 MJ/l yanma enerjisine sahip olduğu halde Bor 92.77 MJ/l ile en üst sırada yer almaktadır. Normal şartlar altında patlama ve yanma niteliği bulunmayan borun, saf oksijenle yüksek basınca maruz kaldığında içten yanmalı motorlara itme kuvveti sağladığı kanıtlanmıştır. Ayrıca, borun bor santrallerinde elektrik enerjisi üretebileceği öngörülmektedir. 200 gram bor ile 100 MW elektrik enerjisi üretilabileceği düşünülmektedir. Türkiye'nin sahip olduğu bor potansiyeli, Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını azaltma gücüne sahip olabilir. Ancak Türkiye bor madenini ham olarak ihraç etmesinin yanı sıra bu maden üzerinde yapacağı AR-GE çalışmaları ile bu madeni daha fazla katma değerle satmalı. Elektronikte, uzay ve ulaşım teknolojisinde kullanılacak ürünleri ihraç etmelidir. Gelişen

teknoloji ile paralel hareket edebilme şansını Türkiye eğer yakalayabilirse bu gelişmelerin devamında bor ile çalışabilen araçlar veya elektrik üretecek santraller yapabilir. Hidrojenin enerji olarak kullanılmasında bora duyduğu ihtiyaç gelecekte Türkiye'nin elini güçlendirecektir. Türkiye hidrojeni veya boru direkt olarak enerji ihtiyacını karşılama yönünde kullanamasa da bu teknolojiyi gerçekleştirebilmiş ülkelerle yapacağı enerji alışverişlerinde veyahut kuracağı siyasi ilişkilerde eli güçlenecektir. Dünya bor rezervlerinin yaklaşık dörtte üçüne sahip olan Türkiye bor ve hidrojen enerji piyasasını yönetme kapasitesine sahiptir.

5.2.2.7 Türkiye'nin toryum potansiyeli

Türkiye'nin petrol ve doğal gaz rezervleri kendi ihtiyacını karşılamak için yeterli değildir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı henüz istenilen seviyeye ulaşmadığı için enerji bağımlılığı giderek artmaktadır. Toryum rezervleri açısından Türkiye'nin zengin rezervleri söz konusudur. Toryum rezervlerini ise Türkiye henüz etkin bir şekilde kullanamamaktadır. Toryumu işlemek ve enerji üretimine dâhil edebilecek bir teknolojisi henüz olmayan Türkiye, kurmak istediği nükleer santralleri için hammadde sıkıntısı yaşayacaktır.

Adıgüzel'e göre (2019, s. 384-386) Türkiye her ne kadar enerjide dışa bağımlılığını azaltabilmek için nükleer enerjiye yönelmek istese de nükleer enerji elde etmek için yeterli kalitede uranyum rezervine sahip değildir. Bu da bir bağımlılık unsuru olarak göze çarpmaktadır. Dünya Uranyum rezervi yaklaşık 2,6 milyon ton civarındadır. Türkiye'nin sahip olduğu 10 bin ton Uranyum rezervi ise nükleer santraller için yeterli kalitede değildir. Ancak tam aksine Türkiye Toryum yönünden çok zengin bir ülkedir. Toryum radyoaktif bir element olduğu için ciddi bir nükleer enerji kaynağıdır. Bunun yanı sıra elektronikten, endüstriye kadar da birçok alanda kullanılmaktadır.

Erdoğan'a göre (2016, s. 63-65) Türkiye'nin yaklaşık 380 bin ton Toryum rezervi bulunmaktadır. Dünya Toryum rezervlerinin dörtte birine sahip olan Türkiye, bu potansiyelini teknolojik ilerlemelerle birleştirebilirse, nükleer enerjinin hammaddesi konusunda bağımsız olabilir. Türkiye'nin nükleer enerjiye adım atarken aldığı eleştirilerin başında Rusya'nın ortaklığında konunun gerçekleşmesidir. Nükleer enerjinin hammaddesinden, santralin yürütülmesi ve nükleer atığın ayrıştırılmasına kadar Rusya konunun içinde olacaktır. Her ne kadar Akkuyu'da kurulacak santral ile Türkiye'nin

elektrik ihtiyacının yaklaşık onda biri giderilebilecekse de bu da Türkiye’yi farklı bir bağımlılığa itebilir. Türkiye’nin hidrat ve bor alanındaki teknolojik geriliği maalesef toryum alanında da geçerlidir. Ancak henüz geç kalınmış bir durum söz konusu değildir. Bu teknolojiler yeni yeni gelişmektedir. Başından itibaren bu çalışmalara dâhil olmak Türkiye’nin önümüzdeki yıllarda yararına olacaktır. Nükleer enerji santrali kurulsun kurulmasın, Türkiye elinde bulundurduğu Toryum rezervlerini doğru ve katma değerli işleyebilirse enerji alanında söz sahibi olabilir.

5.2.3 Türkiye ve Enerji Verimliliği

Enerji verimliliği kavramı her geçen gün önemini arttırmakta, bu alanda büyük araştırmalar ve yatırımlar yapılmaktadır. Gelişen teknolojinin üretime ve tüketime uygulanmasıyla enerji daha verimli şekilde kullanılabilir. Türkiye’nin tükettiği yıllık elektrik 300.000 GWh civarındadır. Bu azımsanmayacak kadar fazla bir miktardır. Kullanılan bu enerjinin taşınmaya, üretmeye ve tüketmeye bağlı kayıpları da göz önüne alındığında; öbür yandan Türkiye’nin enerjide dışa bağımlı olma durumu hesaba katıldığında Türkiye için enerji verimliliğinin önemi öne çıkmaktadır. Tüm kullandığı enerjinin yaklaşık dörtte üçünü ithal eden ve her geçen yıl enerjide dışa bağımlılığı artan Türkiye’nin enerji verimliliği alanında yaptığı yatırımlar henüz istenilen nitelik ve nicelikte olmasa da büyük bir potansiyel barındırmaktadır.

Enerji verimliliği, enerji politikası hedeflerinde bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmektedir. 2011 yılı verilerine bakıldığında 300 milyar ABD Doları tutarında enerji verimliliğine yapılan yatırımlar görülebilir. Bu yatırımlar, 2011 yılında ABD’nin Doğal gaz, petrol ve kömür yatırımlarının toplamına eşittir. Makro ekonomistlere göre enerji verimliliği, arz kaynakları arasında en güvenilir olanıdır. Enerji verimliliği yatırımlarının 2035 yılı itibari ile dünya ekonomisine kümülatif olarak 18 trilyon ABD Doları katkı yapacağı öngörülmektedir.⁸⁹

Enerji verimliliği bir ülkenin sahip olduğu önemli bir öz kaynaktır. Global enerji talebi 2015’te yüzde 0,8 artarken, 2002 yılında tüketilen enerjiye eş bir enerji tüketilmesinin yanında OECD ülkelerinin GSYİH’ı yüzde 23 artmıştır. Teknolojik gelişmelere ve artan nüfusa oranla, ihtiyaç duyulan enerjinin geçmiş yıllarla aynı olabilmesi, enerji

⁸⁹ Makine Mühendisleri Odası (MMO). Türkiye’nin Enerji Raporu 2018, https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/EnerjiGorunumu2018_2_0.pdf [ET. 15.08.2019]

verimliliğine yapılan yatırımlarla ancak söz konusu olabilir. Uluslararası Enerji Ajansı (UEA)'ya üye ülkelerin 2000-2015 yılları arasında 4 trilyon doların üzerinde kümülatif enerji harcamalarından tasarruf ettiği bilinmektedir.⁹⁰

Enerji verimliliğini strateji aline getirebilmiş ülkelerin, enerji verimliliği sayesinde elde ettiği birçok fayda mevcuttur. Sosyal hayattan, iş hayatına, çevreden ekonomiye olmak üzere hemen hemen hayatın her alanına olumlu etkileri vardır. 2014 yılından günümüze sera gazı emisyonlarının kontrol altına alınabilmesi enerji yoğunluğunun düşürülebilmesiyle doğrudan alakalıdır. Enerji yoğunluğunun düşürülmesinin yanında yenilenebilir enerji kaynak kullanımının artışı da emisyonları azaltan faktörler arasındadır. Daha az emisyon daha sağlıklı bir çevre anlamına gelmektedir. Çevresel katkılarının yanı sıra, enerji verimliliği enerji güvenliğini de katkı sağlamaktadır. Öyle ki, enerji verimliliği sayesinde ülkeler enerjide daha az ithalat yoluna yönelmeye başlamışlardır. Örnek olarak Japonya enerji verimliliğine yatırımlar yapmamış olsaydı 2016 yılı itibari ile petrol ithalatı yüzde 20 daha fazla olmasının yanı sıra Doğal gaz ithalatı da yüzde 23 daha fazla olacaktı. Türkiye'ye enerji de dışa bağımlılıkta yakın olan Almanya enerji ihtiyacının yüzde 70'ini ithalat yoluyla karşılamaktadır. Almanya uygulamaya koyduğu enerji verimliliği stratejileri sayesinde 2020 yılı sonunda enerji ithalatını yüzde 6 azaltarak yaklaşık 4,3 milyar avro tasarruf etmeyi öngörmektedir. Azalan enerji ithalatı, elektrik fiyatlarına da doğrudan etki edecek ve fiyatları düşürecektir.⁹¹

Enerji verimliliğinin yukarıda sayılan faydalarının yanı sıra, ekonomik ve sosyal hayattaki katkıları da çok fazladır. Enerji verimliliği yatırımlarında istihdam sağlanan vatandaşlar ekonomiye kazandırılmış olmaktadır. Enerji verimliliği, bunun yanında gayri safi milli hasılayı arttırırken dış ticaret açığının da azalmasına direkt veya dolaylı yoldan katkı yapmaktadır. Enerji verimliliği piyasası genişlerken, yatırımlar artmakta ve buna bağlı teknolojiler de gelişmektedir. Konut sektöründe, araç sektöründe yapılan yatırımlar, ekonomiye her alanda katkı sağlamaktadır. Sanayi sektörü de enerji verimliliğinin olumlu etkilerinden yararlanmaktadır. 200-2016 yılları arasında yaklaşık yüzde 20 oranında azalan enerji yoğunluğu bunun bir göstergesidir. ISO 50001 sertifika sayısı 2015 itibari

⁹⁰ Makine Mühendisleri Odası (MMO). Türkiye'nin Enerji Raporu 2018.

⁹¹ Makine Mühendisleri Odası (MMO). Türkiye'nin Enerji Raporu 2018, https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/EnerjiGorunumu2018_2_0.pdf [ET. 15.08.2019]

ile yaklaşık 12000'lere ulaşmıştır. Bu standartlarda üretime devam eden ülkeler yıllık enerji tüketimleri ve maliyetlerinden yüzde 10'un üzerinde tasarruf sağlamıştır.⁹²

5.2.3.1 Türkiye'de enerji yoğunluğu

Türkiye enerjiyi yoğun kullanan ve tasarruf potansiyeli fazla olan ülkelerden birisidir. Enerji yoğunluğunun düşmesi, daha az enerji ile daha fazla üretim yapmak anlamına gelmektedir. Türkiye'nin bu sektörde kullanmış olduğu teknik ve teknolojik donanımlar kısmen yeterli olsa da geliştirilmeye açıktır.

2015 yılı itibari ile Türkiye'nin birincil enerji yoğunluğu değeri 0,12 olmakla beraber dünya ortalaması 018'lerde, OECD ülkelerinde ise bu değer 0,11 bandındadır. Her ne kadar ülkemiz OECD ülkeleriyle yakın değerleri paylaşıyor olsa da, Avrupa Birliği'ni meydana getiren 28 ülkenin ortalaması 0,09'dur. Bunun yanı sıra Almanya 0,08 ve Japonya 0,07 gibi değerlere sahiptir. Bu veriler ışığında Türkiye'nin enerji tasarruf potansiyelinin fazla olduğu söylenebilir.⁹³

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü'nün (YEGM) verilerine göre Türkiye'nin 200-2017 yıllarını kapsayan zaman diliminde, enerji yoğunluğu indeksi yıllık bazda yaklaşık yüzde 1,3, nihai enerji yoğunluğu ise yüzde 1,4 oranda azalma göstermiştir. 2000 yılı ile 2017 yılı arasında bir kıyaslama yoluna gidildiğinde, birincil enerji yoğunluğu indeksinde yüzde 20,5, nihai enerji yoğunluğu indeksinde ise bu rakam yüzde 20,8'lere çıkmaktadır.⁹⁴

Erdoğan'a göre (2016) Türkiye konumu itibari ile enerji yolları üzerinde bulunmaktadır. Taşınan ve dağıtılan enerjide kayıplar ve kaçaklar olabilmektedir. Enerjinin üretildiği ve kullanıldığı tesislerde, binalarda yalıtıma önem verilmelidir. Enerji verimliliği en kısa zamanda uygun stratejilerle maksimum seviyeye çıkartılmalı, birim enerji maliyeti en aza indirilirken birim enerji ile gerçekleştirilen üretim en üst noktaya taşınmalıdır. Enerji verimliliği ile alakalı olarak çıkarılan bir dizi kanunlar ve yönetmelikler standartları yakalamanın önünü açmıştır. Bu düzenlemeler binalarda, ulaşımda, enerjinin

⁹² Makine Mühendisleri Odası (MMO). Türkiye'nin Enerji Raporu 2018.

⁹³ Makine Mühendisleri Odası (MMO). Türkiye'nin Enerji Raporu 2018, https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/EnerjiGorunumu2018_2_0.pdf [ET. 15.08.2019]

⁹⁴ Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM). (2017). Birincil ve Nihai Enerji Yoğunluğu. http://www.yegm.gov.tr/duyurular_haberler/document/Birincil%20ve%20Nihai%20Enerji%20Yo%C4%9Funlu%C4%9Fu.pdf [ET. 15.10.2019]

taşınmasında verimliliği hedeflemekte ve verimlilik üzerine hayata geçirilmek istenen projeleri desteklemektedir.

5.2.3.2 Türkiye'nin enerji verimliliği stratejileri

Türkiye'de 2007 yılında yürürlüğe girmiş olan 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu, bu alanda birçok kanun ve yönetmeliğe çerçeve oluşturmuştur. Bu kanunla beraber enerji verimliliği konusunda seminerler başlatılmış ve sertifikalı programlara geçilmiştir, bankalar tarafından krediler verilmeye başlanmıştır. Yine bu kanun kapsamında belirli bir büyüklüğün üzerindeki, sanayi, bina ve işletmeler için zorunlu uygulamalar gelmiştir. Bu zorunlu uygulamalar sayesinde 2017 sonu itibari ile Türkiye'de faaliyet gösteren sertifikalı enerji yönetici sayısı 8500'lere ulaşmıştır.⁹⁵

5627 sayılı mevzuat gereği, enerji tüketimi yılda ortalama beş bin TEP⁹⁶ ve üzerinde olan sanayi kuruluşları ile inşaat sahası yirmi bin metrekarenin üzerinde olan tüm binaların enerji etütlerinin yapılması zorunludur. Kamu binalarında yapılan enerji etütleri sonrasında, kamu binalarının elektrik enerjisi tasarrufu potansiyeli yüzde 13, ısı potansiyeli yüzde 35 olmakla birlikte ortalama yüzde 27 gibi enerji tasarruf potansiyeli ortaya çıkmıştır. Bu rakamları yakalayabilmek için Türkiye'nin enerji verimliliği konusunda yapması gereken yatırımların geri ödeme süresi 3,32 yıl olarak kayıtlarda bulunmaktadır.

Türkiye'nin 02 Ocak 2018'de Resmi Gazete'de yayımlanan Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'na (2017-2023) göre; sanayi, teknoloji, tarım, ulaştırma, enerji, bina ve hizmet alanlarında toplam 55 eylemin hayata geçirilmesi ve bu adımlar sayesinde Türkiye'nin mevcut durumuna göre enerji tüketimini yüzde 14 azaltması hedeflenmektedir. Türkiye'nin artan enerji açığının azaltılmasında bu önemli bir orandır. Türkiye'nin artan enerji açığı Türkiye'yi hem ekonomik hem uluslararası boyutta riske sokmaktadır.⁹⁷

⁹⁵ Makine Mühendisleri Odası (MMO). Türkiye'nin Enerji Raporu 2018, https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/EnerjiGorunumu2018_2_0.pdf [ET. 15.08.2019]

⁹⁶ Ton Eşdeğeri Petrol

⁹⁷ Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/01/20180102M1-1-1.pdf> [ET. 15.08.2019]

Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023⁹⁸ enerjinin etkin kullanılması, enerji tasarrufunun sağlanması, enerjinin ekonomi üzerindeki maliyetlerinin azaltılması için yürürlüğe alınmıştır. Bu plan ile birlikte Türkiye'nin ihtiyaçları göz önüne alınarak gerçekçi hedefler ortaya koymaya çalışılmıştır. Bu plana göre, yüzde 14 birincil enerji tüketiminin azaltılması hedeflenmektedir. Bu da ortalama 23,9 MTEP karşılığında enerjiye denk gelmektedir. 2017-2019 yılları arası 10,9 milyar dolar yatırım ile 2033 yılı itibari ile 30,2 milyar dolar yatırım hedeflenmektedir.

Aydın'a göre (2016), Türkiye enerjide dışa bağımlı bir ülke olduğundan enerji verimliliği kavramı Türkiye için büyük bir öneme sahiptir. Enerji verimliliği bir enerji kaynağı gibi görülmeli ve bu yönde yatırımlar yapılmalıdır. Enerji verimliliğinin sağlanması birçok alanda koordineli çalışma gerektirmektedir. Enerji firmaları kayıp ve kaçak enerjinin önüne geçerken, enerji konusunda etkin ve kapsayıcı yasal düzenlemelere gidilmelidir. Karayolu taşımacılığının yerine demiryolu ve denizyolu taşımacılığı almalıdır. Türkiye'de enerji tüketiminin yüzde 25'i ulaşım sektörüne aittir. Karayolu, deniz ve demiryolu taşımacılığına göre birim km'de daha fazla enerji tüketmektedir. Almanya'da yapılan bir araştırmaya göre ulaşım sektöründe demiryolu 1 birim, karayolu 3 birim ve havayolunun sadece yolcu taşımada 5,2 birim enerji tükettiği anlaşılmıştır. Ulaşım ve taşımacılıkta çevre dostu olan ve az yakıt tüketen araçlar tercih edilmelidir. Konutlarda yalıtıma önem verilmeli ve bu konuda yasal düzenlemelere öncelik verilmelidir. Kullanılan günlük ev aletlerinde az enerji tüketen aletler tercih edilmelidir. Konutlarda ihtiyaç duyulan enerjinin yüzde 80'i ev aletleri tarafından tüketilmektedir. Ayrıca gün ışığından maksimum seviyede yararlanmak enerji tüketimini düşürecektir. Türkiye'de tüketilen elektriğin yüzde 25'ini aydınlatma kalemi almaktadır, kullanılacak tasarruflu aydınlatma araçları fayda sağlayacaktır. Türkiye'nin sanayi sektöründe yüzde 25'e yaklaşık bir tasarruf potansiyeli bulunmaktadır. Isı yalıtımı ve uygun yakma sistemlerinin kullanılması enerji tasarrufu için etkin adımlardan bazılarıdır. Bireysel olarak ve toplumsal olarak enerji verimliliği hakkında bilinçlenmek gerekmektedir. Sürdürülebilir kalkınma için enerji verimliliği hayati önem taşımaktadır.

Yanpeng'e göre (2009), enerji verimliliğini arttıracak olan enerji tasarrufunun en maliyetsiz adımlarından bir tanesi de, binaların dış cephe ve çatısının rengidir. Özellikle

⁹⁸ Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023.

yaz aylarında elektrik ile soğutulan binaların çatılarının beyaz renge boyanmasının ısıyı yansıttığı birçok şirket ve akademisyen tarafından doğrulanmıştır. Teknoloji ürünü duvar ve çatı kaplamalarının termal ısıyı yüzde 90'a kadar yansıttığı ve enerji faturalarında yüzde 40'a varan tasarruf sağladığı bilinmektedir. Bunun yanı sıra, özellikle kamusal binalarda yaz ve kış aylarında enerji tasarrufu sağlanması için, binaların ve bina bölümlerinin kullanım durumlarına göre ısıtılıp soğutulması gerekmektedir. İnsan yoğunluğu çok az olan büyük salonların ısıtılması ve soğutulması maliyetli olabilmektedir. Bunun önüne geçebilmek için kamusal alanlarda enerji kullanımının etkin takibi gerekmektedir.

Sonuç olarak, enerji verimliliği alanında üretilen stratejilerin ve yapılan yatırımların özellikle enerjide dışa bağımlılığı azaltmak olmak üzere birçok alanda uygulayıcı ülkeye faydası ispatlanmıştır. Türkiye'nin de enerjide dışa bağımlılığını azaltabilmesi için enerji yoğunluğunu düşürüp enerji verimliliğine önem vermesi mecburi bir husustur. Ancak günümüzde gereken önem verilmemekte, etkin yatırımlar yapılamamaktadır. Enerji verimliliği bir ülkenin bir enerji kaynağı gibi görülebilir zira sağladığı faydalar ekonomiden, sosyal düzene, çevre temizliğinden, iklim değişikliklerine kadar geniş bir yelpazeye yayılabilmektedir. Türkiye'de enerji arz güvenliğine verilen önem, enerji verimliliğine henüz verilmemektedir. Özellikle, bu alandaki devlet kurumları ve kanunlar güçlendirilmeye açıktır. Türkiye'de özel ve kamu sektörüne yapılan yatırımların arttırılması, enerjiyi yoğun tüketen kurumlara alt yapı yatırımları için uzun vadede maddi destek sağlanması, kamusal ve özel binalarda, elektrik ve ısı denetimlerinin arttırılması hedeflenmiş olsa da enerji tam anlamıyla verimli kullanılmamaktadır. Yeni yapılan yapılar başta olmak üzere tüm binalara enerji tasarrufuyla alakalı getirilen yasal düzenlemelerin uygulanabilirliği denetlenmektedir ancak binaların tasarruf seviyeleri istenilen düzeyde değildir. Enerji verimliliğinin önemini her bir bireye anlatılabilmesi için bu alandaki düzenlenen seminer ve eğitimler istenilen seviyelere gelmemiştir. Her binada ortalama yüzde 25 düzeyinde enerji tasarrufu sağlanabileceği düşünülürse, enerjide dışa bağımlılığın azalma potansiyeli bulunmaktadır. Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı azalırken, kişi başına düşen gelir artacak, istihdamlar gerçekleştirilecek ve çevrenin korunacağı öngörülebilir. Aynı miktar enerjiyle daha fazla üretim yapılacağından enerji arz güvenliğine de olumlu etkileri olabilir. Türkiye'nin enerji verimliliğini bir devlet politikası olarak ele alıp, yatırımlar yapması büyük önem arz

etmektedir. Türkiye'nin enerji verimliliğinin sağlanmasında atması gereken birçok adım bulunmaktadır. Türkiye enerji verimliliği potansiyeli, enerji tasarruf potansiyeli olan bir ülkedir. Bu potansiyelini gerçekleştirmek için gereken yatırımları yaptığında enerjide dışa bağımlılığın azalma potansiyeli bulunmaktadır.

5.2.4 Enerji Kooperatifleri

Enerji kooperatifleri, bireylerin katılımı ile enerji üretimini ve bu üretime bağlı fayda elde etmeyi amaçlamaktadır. Enerji taşımanın maliyetini ve enerji kaybını en aza indirmeyi hedefleyen enerji kooperatifleri bulunduğu sosyal yapıya da ekonomik faydalar sağlamaktadır. Üretimi her bir bireye kadar indirgeyen bu sistemin sosyal ve ekonomik faydaları azımsanmayacak kadar çoktur. Enerji kooperatifçiliğinde Türkiye çok yeni bir ülkedir. 2010'lu yıllarda ilk enerji kooperatifleri hayata geçirilmiştir. Türkiye'nin bu sektörde büyük potansiyeli söz konusudur. Türkiye'nin özellikle zor coğrafyalarına enerji taşımacılığı maliyetli ve riskli bir husustur. Enerji kooperatifleri bu riskleri azaltma ve bunun yanında o coğrafyaya istihdam sağlama potansiyeline sahiptir.

Özgül, Koçar ve Eryaşar'a göre (2020), enerji kooperatiflerinin birçok faydası bulunmaktadır. Yenilenebilir enerjinin öğrenilmesi ve kullanımı için sosyal bir mekanizma yaratması, ekonomik gelişmeyi desteklemesi, yerel nüfusun enerji politikalarına dâhil olabilmesi bu faydalara örnek verilebilir.

Yildiz, Rommel, Debor, Holstenkamp, Mey, Müller, Radtke, Rognli'ye göre (2015), Avrupa'nın en güçlü ekonomisine sahip olan ve yakın zamanda enerji dönüşümüne karar veren Almanya'nın enerji kooperatifi modelleri iyi incelenmelidir ve özellikle gelişmekte olan ülkelere bu modellere uyum sağlayacak politikalar üretmelidir. Bunun yanında enerji kooperatifleri, fosil tabanlı yakıtların kullanımının azalmasına yardımcı olacak, gelirlerin tekrar yatırıma dönmesini sağlayacak, demokratik ve yasal kooperatiflerde üye ve yöneticiler arasında güven ortamını sağlayacaktır.

Gelişmiş ülkelerin ekonomisinde kamu ve özel sektörden sonra üçüncü bir sektör olarak sayılabilen kooperatif sektörü, özellikle 1970'lerde yaşanan küresel enerji krizinden sonra dünya çapında yayılmaya başlamıştır. Yerel bölgelerin enerji ihtiyacını karşılamaya yönelik sorumluluk alan bireylerin bir araya gelmesiyle oluşturulan kooperatifler yerele fayda sağladığı gibi genele de fayda sağlar hale gelme potansiyeline sahiptir.

Yenilenebilir enerji alanlarında oluşturulan kooperatifler topluma birçok fayda sağlamaktadır ve tarihte de başarılı enerji kooperatif örnekleri bulunmaktadır.

Şensöz'e göre (2019), enerji kooperatifleri, kurulduğu bölgenin enerji ihtiyacını sağlamakla birlikte istihdam yarattığı için sosyo-ekonomik alanda da verimli hale gelebilmektedir. Kooperatif üyelerinin yönetimde olması ile beraber daha demokratik bir ortamda artık gelirin nasıl değerlendirileceği tartışılabilmektedir. Enerjinin taşınma süresini ve mesafesini de kısaltacağı için enerji kayıplarının önüne geçebilen enerji kooperatifçiliği hem kurulduğu bölgenin enerji ihtiyacını karşılayacak hem de ekonomik katkı sağlayacaktır. Enerjiyi çeşitlendireceğinden tekelleşmenin önünü kesebilmektedir. Sermayeyi tabana yayarak yerel halkın refahına artırabilmektedir. Üretim aşamaları çevreye bir zarar vermediğinden, çevrenin korunması sağlanabilmektedir. Üretilen her miktar enerji, ülkenin enerjide dışa bağımlılığını azaltabilmektedir.⁹⁹

Enerji kooperatifleri tarihinde birçok başarılı ülkeler mevcuttur. ABD bu ülkelerden biridir. ABD'nin 47 eyaletinde toplam 42 milyon kişi elektriğini enerji kooperatifleri yoluyla sağlamaktadır. Almanya ve Danimarka'da da kurulmuş olan enerji kooperatifleri çok sayıda insanın enerji ihtiyacını da karşılayabilmektedir.¹⁰⁰

Ayanoğlu'na göre (2018) Kanada birçok sektörde kooperatifçiliği hayata geçirmeye başarmıştır. Bankacılık, enerji ve tarım sektörlerinde yaklaşık 9 bin kooperatife ev sahipliği yapmaktadır. Vatandaşlarını bilinçlendirmeyi başaran Kanada, vatandaşların bireysel değil toplu halde hareket etmesini sağlamıştır. Disiplin içinde ve birlik olarak hareket eden vatandaşlar devlet desteği ile kurumsallaşmayı başaramışlardır. Kanada 89 GW gücündeki yenilenebilir enerji kapasitesiyle elektrik ihtiyacının yaklaşık yüzde 64'ünü karşılamaktadır. Kanada'nın eyaletlerinden örnek vermek gerekirse Ontario Eyaleti 80 adet yenilenebilir enerji kooperatif sayısı ile dikkat çekmektedir, 2015 verilerine göre bu eyalette her sektörden toplam 1300 kooperatif ve buna bağlı olarak 1,5 milyon ortak bulunmaktadır. Tüm bu kooperatiflerin ekonomiye katkısı 6 milyar Kanada

⁹⁹ T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı. (2019). Yenilenebilir Enerji Üretim Kooperatifleri, <https://ticaret.gov.tr/kooperatifcilik/bilgi-bankasi/kooperatifler-hakkinda/yenilenebilir-enerji-kooperatifleri> [07.05.2020].

¹⁰⁰ T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı. (2019). Yenilenebilir Enerji Üretim Kooperatifleri

Doları'dır. 2020 itibari ile 6 milyar Kanada Doları yaklaşık 27 Milyar Türk Lirası'na eşittir.

Ayanoğlu'na göre (2018) kooperatif sektöründe Almanya da başarıya ulaşmış ülkelerden bir tanesidir. Dünyadaki 1973 enerji krizi ve sonrasındaki 1979 yılındaki ikinci kriz yenilenebilir enerjinin önemini zirveye taşımıştır. Almanya her ne kadar nükleer enerjiye yatırım yapsa da yenilenebilir enerji konusunda da farkındalığı her zaman üst seviyelerde olmuştur. Özellikle kooperatif üyelerine tanıdığı sabit fiyat garantisi veya ürettikleri enerjiyi satabilme imtiyazı Almanya'da kooperatifçiliği geliştirmede bir araç olmuştur. Almanya kooperatiflerinin yaklaşık 17,8 milyon üyesi bulunmaktadır. Danimarka da kooperatif sektöründe başarıya ulaşabilmiş ve geleceğe yönelik hedefleri olan ülkelerden bir tanesidir. Danimarka toplam elektrik ihtiyacının yüzde 28'ini rüzgâr türbinlerinden karşılamaktadır. Danimarka yönetiminin sağladığı birçok destek yenilenebilir enerji üretimini ve kullanımını arttırmaktadır. Üretilen enerjinin şebekeye bağlanabilmesi, üretilen enerjiye satın alma garantisi verilmesi kooperatifçiliğin önünü açmış ve gelişmesini sağlamıştır. Danimarka'da 150.000'den fazla aile rüzgâr projesi ortağıdır.

Birleşik Krallık'ta kooperatifçiliğin tarihi 19.yy'a dayanmaktadır. Bilinçlendirilmiş ve farkındalık seviyesi arttırılmış vatandaşları sayesinde Birleşik Krallık'ta bünyesinde toplam 13,6 milyon ortak barındıran kooperatiflerin sayısı 6.815'tir. Bu kooperatifler ekonomiye 36 milyar Sterlin sağlamak ve 226.300 kişiyi istihdam etmektedir.¹⁰¹

ABD enerji kooperatiflerinden büyük faydalar sağlamaktadır. Bu sektöre yeterli yatırımı yapmayı başarmış olan ABD enerji kooperatifleri sayesinde, 2017 yılında dolaylı veya direkt olarak 611600 kişiye istihdam sağlamıştır. Ayrıca yıllık 22 milyar dolardan fazla vergi veren bu enerji kooperatifleri toplamda 88.4 milyar dolar Amerikan ekonomisine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, her yıl 12 Milyar dolar değerinde yerel ekonomilere yatırımlar yapmaktadır.¹⁰²

ABD, Almanya, Kanada ve Birleşik Krallık gibi ekonomisi güçlü ülkelerin izlediği bu enerji politikası Türkiye'de de başarılı olabilir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynak potansiyeli irdelendiğinde güneş, rüzgâr ve biokütle enerjilerinin ön plana çıktığı

¹⁰¹Birleşik Krallık Enerji Kooperatiflerinin 2017 Yılı Verileri, <http://reports.uk.coop/economy2017/> [ET. 16.04.2020]

¹⁰² Amerika'nın Elektrik Kooperatifleri 2017 Yılı Verileri, https://www.electric.coop/wp-content/uploads/2019/10/Co-op-Facts-and-Figures_WEB_PAGES_10-11-19.pdf [ET. 15.10.2019]

anlaşılmaktadır. Daha önce paylaşılan YEGM'nün verilerinden de görüldüğü üzere Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli yıllık ortalama 380 TWh, rüzgâr enerjisi potansiyeli ortalama 130 TWh, biokütle enerjisi de yıllık ortalama 100 TWh civarındadır. EİGM'nin 2019 yılına ait raporunda Türkiye'nin yıllık güneş enerjisi üretimi 1622 bin ton petrol karşılığı, rüzgâr enerjisi üretimi 21731 GWh, biokütle enerjisi üretimi de 10907 bin ton petrol karşılığıdır. Bu rakamlar mevcut potansiyel ile kıyaslandığında çok azdır. Türkiye'nin coğrafik yapısı, yer şekilleri ve yerleşim bölgeleri de dikkate alındığında, enerji kooperatifçiliği potansiyeli ortaya çıkmaktadır.

Tüm ülkeler gibi Türkiye için de, enerji taşımacılığı maliyetli bir iştir. Özellikle az nüfusa sahip şehir merkezine uzak yerler için maliyetler artmaktadır. Türkiye'nin hemen hemen her coğrafyasında en az bir yenilenebilir enerji türünün potansiyeli mevcuttur. Vatandaşın enerji kooperatifçiliğine yönlendirilmesi hem ülkenin hem de vatandaşın yararına olacaktır. Devletin sağlayacağı destek ve teşvikler ile yatırımda bulunacak vatandaşlar hem ürettiği elektriği kullanacak hem de ekonomik yönden gelir elde edecektir. Sosyal etkileri çok fazla olacak olan enerji kooperatifçiliği özellikle kırsal kesimde yaşayan vatandaşlara iş imkânı sağlayacak öbür yandan da devleti enerji taşıma maliyetinden kurtaracaktır. Yenilenebilir enerjiler üzerine kurulan bu kooperatifler çevreye fosil yakıtların verdiği zararları vermeyecek ve bir şekilde iklim değişikliğine katkıda bulunmayacaktır.

Koçal, Eryaşar ve Özgül'e göre (2019), Türkiye'de enerji kooperatifçiliğinin çerçevesi olan iki ana mevzuat bulunmaktadır: "Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik" "Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelikte Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik". Bu yönetmelikler sayesinde Türkiye'de kooperatifçiliğin yolu açılmıştır. Türkiye'de ilk kooperatif 2014 yılında kurulmuş, 2018'de bu sayı 28'e ulaşmıştır. Enerji kooperatifçiliğinin Türkiye'de daha hızlı gelişmesi için atılması gereken adımların başında enerji kooperatiflerinin değil bu kooperatiflere üyelerin sayısı arttırılmalıdır. Özellikle geçmiş yıllarda konut kooperatifçiliğinde yaşanan mağduriyetler vatandaşları üyelikten uzak tutabilmektedir. Bu konudaki algı değiştirilmelidir.

Sonuç olarak, Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığının önüne geçebilmesi için yenilenebilir enerji kaynakları Türkiye'nin vazgeçilmez bir unsur olarak karşımıza

çıkılmaktadır. Türkiye’de vatandaşların yenilenebilir enerji hakkındaki farkındalığı ve ilgisi henüz istenilen seviyede değildir. İlgi ile birlikte özel sektör yatırımcılarının yanı sıra vatandaşların bir araya gelerek oluşturduğu kooperatiflerin sayısının artması beklenmektedir. Yenilenebilir enerji alanında oluşturulacak kooperatifler, yerel ekonomileri geliştirecek potansiyele sahiptir. Türkiye’nin iş sahibi olmayan vatandaşları bulunduğundan istihdam konusu önem arz etmektedir. Bireyler henüz istenilen seviyede enerji üretimine ve enerji verimliliğine istenilen düzeyde katkı sağlayamamaktadır.

Bu bölümde resmi kurum ve kuruluşlara ait araştırmalar ışığında Türkiye’nin yıllık tükettiği elektrik enerjisi 300.000 GWh ortalamasındadır. Türkiye’nin sadece güneş enerjisi 380.000 GWh potansiyele sahiptir. Bunun yanında Türkiye’de rüzgâr enerjisi potansiyeli 130.000 GWh olarak belirlenmiştir. Hidrolik enerjisi potansiyeli 139.000 GWh seviyelerindedir. Biokütle enerjisi potansiyeli Türkiye için 100.000 GWh civarındadır. Jeotermal rezervleri bakımından dünyada ilk onda bulunan Türkiye’nin jeotermal enerji potansiyeli 7.611 GWh olarak kayıtlara girmiştir. Bu denli yenilenebilir enerji potansiyeline sahip olan Türkiye, tüm kaynaklarını kullanarak sadece enerji ihtiyacının yüzde 25’ini kendi üretebilmektedir.



6. TARTIŞMA ve SONUÇ

Enerji kavramının insan hayatının ayrılmaz bir parçası olduğu son yüzyılda artan nüfus ve gelişen teknoloji ile birlikte daha net bir şekilde anlaşılmıştır. Enerjinin bulunması, kullanımı, taşınması, ticareti istenilen refah seviyesi için önemli aktörler olmaya başlamıştır. Enerjinin bir ülke tarafından elde tutulması o ülkenin güvenliğiyle, ekonomisiyle ve izlediği siyasetle doğrudan ilişkili hale gelmiştir. Enerjiyi elde etme ve elde tutma isteği ülkeler arasında çatışmalara hatta savaşımlara sebep olabilmektedir. Çünkü enerji hayat, enerji üretim, enerji refah demektir. Sadece ülke içi dinamikleri değil uluslararası siyaseti de şekillendiren enerji kavramı, üzerinde özenle durulması gereken bir konudur. Enerji vardan yok, yoktan var edilemediği için, enerjinin sadece formu değişir ve bu döngü insan hayatına yakından etkileyerek sürekli devam eder. Fosil yakıtlar veya yenilenebilir enerji, sadece günümüzde değil gelecekte de uluslararası politikayı belirleyen etkin bir unsur olarak gelecekteki yerini alacaktır.

Bu araştırma, günümüzde enerji kaynaklarının ve bu kaynakların ülkeler için önemini ortaya koyduktan sonra özellikle Türkiye'nin artan enerji bağımlılığını konu almıştır. Türkiye'nin enerji bağımlılığı ve bu bağımlılığı azaltabilme için Türkiye'nin sahip olduğu alternatif enerjileri irdelemiştir. Türkiye'nin son yıllardaki enerji harcama, üretim, ithalat ve ihracat verileri incelenerek, enerjide dışa bağımlılığın boyutu ortaya konmuştur. Bunun yanında, Türkiye'nin sahip olduğu fosil ve yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelleri üzerinde araştırmalar yapılarak, bu kaynakların enerji bağımlılığını azaltabilmede ne gibi etkileri olacağı araştırılmıştır. Diğer taraftan Türkiye'nin enerji verimliliği potansiyeli ve enerji verimliliğinin olası getirileri araştırılmıştır. Enerji kooperatifleri incelenmiş, bu sistemin Türkiye'nin enerji bağımlılığının azaltılmasında ne şekilde rol alabileceği araştırılmıştır. Türkiye'nin sahip olduğu enerji boru hatları hakkında bilgiler verilmiş, Türkiye'nin bölgesel bir enerji merkezi haline gelebilme potansiyeli incelenmiştir.

Bu araştırmayı önemli kılan unsurların başında özellikle 20. Yüzyılın başlarından itibaren ulusal güvenlikle o ülkenin enerji güvenliğinin paralel şekilde hareket etmeye başlamış olmasıdır. Ulusal güvenlik kavramı ile doğru orantılı bir hale gelen enerji güvenliği, ülkelerin izlediği ülke içi ve dışı tüm stratejileri etkilemektedir. Bu yönde hareketle, kimi

zaman iş birlikleri kimi zaman da kriz ve anlaşmazlıklar ortaya çıkabilmektedir. Enerji krizleri, sadece ithal ve ihraç eden ülkeleri değil tüm dünyayı etkilemeye başlamıştır. Bir ülkeye uygulanan ambargo ve beraberinde getirdiği kriz, ülkeleri yeri geldiğinde taraf olmaya, enerji veya ekonomik yönden zarara uğratmaya itebilir. Türkiye, konum itibari ile fosil yakıtlar bakımından zengin durumda olan ülkelere çevrilmiştir. Özellikle doğal gaz ve petrol gibi önemli fosil yakıtların çoğunluk rezervlerini ellerinde bulunduran, Ortadoğu ve eski Sovyet Ülkeleri, sadece bu bölgenin değil dünya siyasetinde de aktif belirleyicilerdendir. İran'a uygulanan bir ambargo veyahut Ortadoğu'daki askeri bir hareketlilik, Türkiye'nin ekonomisini, siyasetini ve iş birliği yaptığı ülkeleri anlık olarak etkileyebilmektedir. Türkiye'nin olası bir enerji krizinde en az şekilde etkilenebilmesi için Türkiye'nin sahip olduğu alternatif enerji kaynaklarını inceleyen bu araştırma, Türkiye'nin sürdürülebilir ekonomisi ve günlük hayatın devamlılığı açısından önem arz etmektedir. Türkiye'nin enerji güvenliğinin sağlanmasında enerji verimliliğinin sağlanması, enerji kaybının azaltılması, enerji kooperatifçiliği ile enerji üretiminin artırılması potansiyelinin incelenmesi bu araştırmayı önemli kılan diğer unsurlardır.

Bu araştırma Türkiye'nin dışa bağımlılığını azaltabilmesi için alternatif enerji kaynaklarını ve uygulanabilir enerji stratejilerini bulmayı amaç edinmiştir. Öyle ki Türkiye'nin enerjide dışa bağımlı olması onu enerji krizlerine karşı savunmasız bir konuma getirebilir. Kriz sadece Türkiye'nin içinde bulunduğu yakın coğrafyada değil, dünyanın herhangi bir yerinde enerji marketinde söz sahibi olan bir ülkenin taraf olmasıyla bile, Türkiye'ye etkileri olabilmektedir. Meydana gelen enerji krizi, enerji kaynaklarının, taşınmasında, maliyetinde, miktarında dalgalanmalara yol açmaktadır. Enerjide dışa bağımlı olmanın barındırdığı bu büyük riskler, Türkiye'yi hem ekonomik hem de politik anlamda tehlikeye düşürmektedir. Türkiye'nin refah seviyesinin artması ve uluslararası siyasette daha etkin olabilmesi için, enerjide dışa bağımlılığını azaltması gerekmektedir. Bu hedef, Türkiye için imkânsız değildir, doğal gaz ve petrol yönünden zengin rezervleri bulunmasa da, sahip olduğu diğer fosil yakıtlar ve yenilenebilir enerji potansiyelinin kullanımı ile Türkiye enerjide dışa bağımlılığını azaltabilir. Bu araştırma Türkiye'nin bu hedefe ulaşabilmesi için atması gereken adımları ortaya koymayı amaçlamıştır.

Bu araştırma Türkiye'nin sahip olduğu enerji kaynakları Türkiye'nin enerjide giderek artan dışa bağımlılığını azaltabilir mi? Sorusu başta olmak üzere Türkiye'nin enerji

verimliliği potansiyelinin ve enerji kooperatifçiliği uygulamaları enerjide giderek artan dışa bağımlılığı azaltabilir mi? Sorusuna, son olarak da, Türkiye bölgesel enerji merkezi haline gelebilme potansiyeline sahip midir? Sorularına cevap aramıştır. Bu sorular cevaplanırken ulusal ve uluslararası verilerden yararlanılmıştır. Araştırma neticesinde, Türkiye'nin sahip olduğu enerji kaynaklarının ve enerji yollarının Türkiye'nin enerji bağımlılığını azaltabilecek potansiyele sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmanın ikinci bölümünde, Türkiye'nin enerji güvenliğini ve enerji bağımlılığını irdelleyebilmek için enerji kaynaklarının kullanışlarına göre sınıflandırmaları yapılmıştır. Enerji güvenliği ve enerji güvenliğine bağlı kavramlar açıklanmıştır.

Araştırmanın üçüncü bölümünde, Türkiye'nin yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynak kullanımı resmi kurumların verileri ışığında incelenmiştir. IEA, EPDK, EİGM ve T.C. Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı'nın yıllık raporlarından faydalanılmıştır. Türkiye'nin artan enerji bağımlılığını ortaya koyabilmek için Türkiye'nin yıllık enerji üretimi ve tüketimi ortaya konmuştur. Türkiye'nin kullandığı enerji türünün yıllara göre üretim, tüketim, ithalat ve ihracat verilerine yer verilmiştir. Türkiye'nin yıllık elektrik ihtiyacı ve bu ihtiyacı karşılayan enerji türlerinin verileri sunulmuştur.

Araştırmanın dördüncü bölümünde, Türkiye'nin bölgesel enerji merkezi olabilme potansiyelinin olup olmadığı sorusuna cevap aramak üzere Türkiye'nin sahip olduğu enerji boru hatları irdelenmiştir. Türkiye'nin yıllık toplam enerji ithalat ve ihracat verileri ele alınmıştır. TÜİK, T.C. Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı ve EİGM yıllık raporları ve resmi verilerinden faydalanılmıştır.

Araştırmanın beşinci bölümünde, Türkiye'nin enerjide giderek artan bağımlılığını azaltabilir mi? Sorusuna cevap bulabilmek üzere resmi kurumların verileri ışığında Türkiye'nin yenilenebilir ve yenilenemez enerji potansiyeli irdelenmiştir. Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığının yıllara göre analizi yapılmıştır. Diğer yandan, Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını azaltabilmesinde enerji verimliliği potansiyeli ve enerji kooperatifçiliği uygulamaları etkin olabilir mi? Sorusunu cevaplayabilmek için Türkiye'nin enerji verimliliği potansiyeli resmi veriler ile değerlendirilmiş, enerji kooperatifçiliği yöntemleri irdelenmiştir. Araştırma esnasında EPDK, EİGM, IEA, MMO, T.C. Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı yıllık raporlarından ve verilerinden yararlanılmıştır.

Bu araştırma bu sorulara cevap ararken üç ana argüman üzerinden hareket edilmiştir. Birinci argüman, resmi kurum ve kuruluşların verileri ışığında Türkiye'nin sahip olduğu kaynakların etkin bir şekilde kullanımının enerjide bağımlılığı önemli ölçüde azaltabilmede yeterli olmasıdır. Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı giderek artmakta olduğundan etkin bir şekilde bu bağımlılığın azaltılmaya çalışılması önemli bir adımdır. Enerji açığının artması Türkiye'yi ulusal ve uluslararası alanlarda sıkıştıran konuların başında gelmektedir. Türkiye'nin sahip olduğu yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları, bu kaynakların potansiyeli Türkiye'nin enerji bağımlılığını azaltabilecek seviyede olması nedeniyle bu argüman geçerlidir.

İkinci argüman Türkiye'nin sahip olduğu enerji verimliliği ve enerji kooperatifçiliği potansiyelinin enerjide dışa bağımlılığı azaltabilir olduğudur. Enerjide dışa bağımlılığı azaltma konusunda önemli bir rol oynayan enerji verimliliği potansiyeli Türkiye'de çok fazladır. Özellikle enerji yalıtımı konusunda Türkiye'nin atacağı adımların enerji açığını azaltmada büyük katkıları olabilir. Öte yandan Türkiye'nin enerji kooperatifçiliğini vatandaşa iyi anlatabilmesi ve bu konuda gerekli teşvikleri verebilmesi istihdamın ve buna bağlı olarak ekonomik gelişimin önünü açabilir. Enerji kooperatifçiliği ile birlikte, Türkiye enerji kayıplarını ve enerji taşıma maliyetlerini en aza indirebilecektir. Bu nedenlerle bu argüman da geçerli kabul edilmiştir.

Üçüncü argüman ise Türkiye'nin bölgesel enerji merkezi olabilme potansiyeline sahip olduğudur. Türkiye'nin bölgesel enerji merkezi olma girişimleri arttıkça, Türkiye'nin enerji güvenliği artar ve enerji bağımlılığı azalır. Türkiye'nin sahip olduğu stratejik konum, enerji yollarına yakınlığı doğru politikalar ile Türkiye'nin bölgesel enerji merkezi olabilmesi potansiyelini gerçekleştirebilmede önem arz etmektedir. Bu nedenle bu argüman da geçerli kabul edilmiştir. Türkiye hali hazırda sahip olduğu enerji altyapısıyla, enerji boru hatlarıyla, rezervleriyle bölgesel enerji merkezi olabilmek için yeterli seviye de olamasa da yapılacak yasal düzenlemeler ve yatırımlar bunun önünü açabilir.

Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığını azaltabilmesi için, öncelikle sahip olduğu kaynakları verimli bir şekilde kullanması gerekmektedir. Enerji verimliliği kavramı Türkiye'nin gündemine alınmalı ve devlet politikası haline getirilmelidir. Japonya gibi etkin enerji verimliliği politikası izleyip yıllık petrol ve doğal gaz ihtiyacını yüzde 20 kadar düşürmeyi başarmış olan ülkeler örnek alınmalı ve enerji yoğunluğu düşürülmeye

çalışılmalıdır. Bu araştırmada da yer verildiği üzere, Türkiye enerjiyi yoğun kullanan bir ülkedir ve tasarruf potansiyeli fazladır. Kamu binaları için yapılan etütlerde ısı ve elektrik alanında ortalama yüzde 27 tasarruf potansiyeli bulunmaktadır. Bunu her konuta, kamu binasına ve endüstriyel binalara uygulanabilmesi, Türkiye'nin enerji ihtiyacını düşürecektir. Enerji verimliliği yatırımları, hem enerji ihtiyacını düşürecek hem de istihdam yaratarak refah seviyesini arttıracaktır. Enerji verimliliği Türkiye'nin bir enerji kaynağı gibi algılanmalı ve bu hususta yatırım yapmaktan kaçınılmamalıdır. Düşen enerji yoğunluğu ve artan enerji verimliliği kişi başına düşen geliri de arttıracak ve Türkiye'de refah seviyesi yükselecektir. Önem kazanması gereken izolasyon ve tasarruf kavramları devletin sertifika programlarına tabi tutulmalıdır. Kullanıma başlayacak olan her binada ve her tesiste, enerji verimliliği standartlarının uygulanması zorunluluğu getirilmelidir.

Türkiye'nin enerji bağımlılığını azaltma amacı doğrultusunda izlenmesi gereken stratejilerden bir diğeri ise Türkiye'nin sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynak potansiyelidir. Türkiye; hidrolik, güneş, rüzgâr, biokütle, jeotermal enerji potansiyeli yönünden zengin bir ülkedir. Enerji Piyasası Denetleme Kurulu, Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, Makine Mühendisleri Odası, Devlet Su İşleri gibi resmi kurumların araştırmaları neticesinde Türkiye'nin yıllık tükettiği ortalama 300.000 GWh elektrik, Türkiye'nin öz kaynaklarınca karşılanabilme potansiyeline sahiptir. Yenilenebilir enerjinin güneş kaynaklı ve sınırsız oluşu, enerji bağımlılığı yaratmaması, ekonomik ve çevre dostu olması bu enerjinin olumlu yönleridir. Yenilenebilir enerji alanında yatırım yapılması, bu alanda istihdam sağlayacağı gibi, ülkenin enerji açığını da hızla kapatacaktır. Bu sayede Türkiye'nin yılda enerji ithalatına harcadığı ortalama 40-50 milyar Amerikan Doları, Türkiye'de kalacaktır. Yenilenebilir enerji sektörüne sadece üretim sektörü gözüyle değil bir teknoloji sektörü olarak da bakmak gerekmektedir. Yenilenebilir enerji sektöründe yatırımlar yapıp teknoloji geliştirmeyi başarabilen Türkiye bu teknolojileri, yenilenebilir enerji alanında yatırım yapmak isteyen ülkelere ithal edip ekonomisine katkı sağlayabilir. Bu konuda yetiştirdiği uzmanları ihtiyaç duyan ülkelere gönderip bilgi alış verişinde bulunmalarını ve enerji piyasasını yakından takip etmelerini sağlayabilir.

Türkiye'nin enerji bağımlılığını yenilenebilir enerji potansiyeli kullanarak azaltabilmesi, enerji üretiminin sadece devlet eliyle değil en ücra bölgede yaşayan vatandaşlar vasıtasıyla da yapılabilmesiyle mümkündür. Kamu sektörü ve özel sektörün ardından

üçüncü bir sektör olarak yer alabilme potansiyeli olan enerji kooperatifleri bu anlamda hayati önem taşımaktadır. Enerji kooperatiflerinde binlerce üyesi ve milyar dolarlarca sermayesi bulunan Amerika, Birleşik Krallık ve İskandinav ülkeleri bu konuda örnek alınmalıdır. Enerjiyi taşımanın maliyetli olduğu ülke topraklarında bilinçlendirilmiş vatandaşlar sayesinde mümkün olacak kooperatif oluşumu devlet yardımına ihtiyaç duymaktadır. Türkiye'nin enerjiye yatırım yapmak isteyen vatandaşına sağlayacağı teşvik ve yardımlar, Türkiye'yi enerji taşıma maliyetinden kurtarmakla kalmayacak, birçok istihdam yaratarak Türkiye ekonomisine katkılar sağlayabilecektir. Üretilen enerji devletin tarafından belirli bir süre boyunca satın alınma garantisi veya vergi muafiyeti gibi teşvikler, özellikle kırsal bölgelerde enerji üretiminin önünü açabilir. Kendi enerjisini daha ucuza mal eden bölge halkı aynı zamanda ürettiği enerjiyi satarak kazanç sağlayacaktır. Enerji ithaline yönelmektense vatandaşları tarafından üretilen yenilenebilir enerjiyi daha ucuza mal edebilecek olan Türkiye'nin ekonomisi güçlenebilecek ve enerji çeşitliliği sayesinde enerjide dışa bağımlılığını azaltabilecektir.

Resmi kurumların verileri ışığında, Türkiye petrol ve doğal gaz rezervleri bakımından kendine yetebilecek bir ülke olmayabilir ancak ülke sınırları içerisinde büyük potansiyeli bulunan fosil kaynaklara sahiptir. Enerjideki dışa bağımlılığını bu kaynakların doğru kullanımıyla azaltabilir. Karadeniz'de keşfedilen doğal gaz rezervi gelecek keşiflere de ışık tutmaktadır. Denizlerde ve karada doğal gaz ve petrol aramaları devam etmektedir. Keşif için özel donatılmış gemilerden faydalanılmaktadır. Türkiye'nin potansiyeli bulunan fosil kaynaklarından biri de linyittir. Türkiye'deki enerji santrallerinin kurulu gücünün yaklaşık dörtte biri Linyit sayesinde hayata geçmektedir ve Türkiye linyit potansiyelini doğru kullanabilirse kurulu gücü yaklaşık iki buçuk katına çıkarabilir. Linyit potansiyelinin açığa çıkartılması yerli enerji üretimi arttırıp, ithalatı azaltacaktır.

Bunun yanında, dünya çapında gelişen teknoloji ile özellikle deniz tabanında bulunan hidrat gelişmiş ülkelerin gündemindedir. Belirli bir ısı ve basınç altında deniz tabanında bulunan hidrat ileri teknolojilerle çıkartılıp enerjiye dönüştürülebilmektedir. Japonya ve Çin pilot uygulamalara başlamayı başarmıştır. Karadeniz ve Akdeniz kıyılarında da hidrat varlığı tespit edilmiştir. Türkiye'deki çıkartılabilir rezervin 13,6 trilyon metreküp olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye'nin yıllık ortalama 50 milyar metreküp Doğal gaz kullandığını öngördüğümüzde çok uzun bir süre enerji ihtiyacı olmayacaktır.

Bu kaynaklardan bir diğeri de geleceğin kaynağı olarak görülen ve dünya rezervlerinin yaklaşık dörtte üçüne Türkiye'nin sahip olduğu bor mineralidir. Borun kullanım alanları çok geniştir. Türkiye boru ham olarak daha çok ihraç etmektedir. Uluslararası alanda, enerji konusunda söz sahibi olabilmek için Türkiye boru teknolojik gelişmelerle entegre etmeli ve katma değerli ürünler ihraç etmelidir. Sadece temizlik ve günlük yaşantıda değil elektronik ve uzay sektörlerinde de kullanılacak ürünlerin üretimi Türkiye'yi ileriye taşıyacak hatta bazı ülkelerin Türkiye'ye enerjide bağımlılığı söz konusu hale gelebilecektir. Ayrıca bor, yapılan araştırmalara göre uygun teknoloji ile bir yakıtla çevrilebilir ve yine yapılan araştırmalarda yanma işlemiyle en çok enerji açığa çıkaran madendir. Bunun yanında geleceğin yakıtı olarak görülen hidrojen ile bor arasında direkt bir ilişki vardır. Bor hidrojeni taşıyabilme yeteneğine sahiptir. Hidrojen teknolojisinde her alanda kullanılabilir. Toryum açısından da zengin olan Türkiye, henüz toryumu işleyecek veyahut nükleer santrallerde kullanabilecek teknolojiye sahip değildir. Ancak hali hazırda, bor ve linyit madeninin kısa vadede etkin kullanımı Türkiye'nin enerji çeşitliliğine katkı yaparak enerji bağımlılığının azaltılmasında etkin rol alabilir.

Dünya genelinde enerji piyasası sürekli değişmekte ve gelişmektedir. LNG, (Liquefied Natural Gas) yani sıvılaştırılmış doğal gaz sektörü de sürekli gelişen sektörlerden biridir. Yılda ortalama yüzde 6,4 oranında büyüyen bu sektör, bu alanda yatırım yapan ülkelere kazanç sağlamaktadır. Özellikle Türkiye gibi enerji bağımlısı bir ülke LNG sayesinde kaynak çeşitliliği yaratabilir. Türkiye'nin henüz yeni gelişen bu alana yatırım yapması gerekmektedir. Türkiye doğal gaz ihtiyacının yaklaşık beşte birini bu yolla karşılamaktadır. Hali hazırda bulunan FSRU sayılarını ve LNG taşıyabilen gemilerini arttırıp hem kendi ihtiyacını karşılamalı hem de bu enerjiye ihtiyacı olan ülkelere bu hizmeti pazarlamalıdır. Bu sektörde yapacağı yatırımlar ile söz sahibi olacak Türkiye, bu alanda teknoloji ve araç ihraç edecek kapasiteye ulaşabilir. Özellikle Doğu Akdeniz'de yeni keşfedilen doğal gaz havzaları ve buradan çıkartılacak gazın Avrupa ve dünyanın diğer ülkelere ihracı çoğunlukla LNG sektörüyle sağlanabilecektir. Türkiye Doğu Akdeniz'de rol sahibi olmalıdır. Doğal gaz üretimi yapamasa dahi o bölgede enerji taşımacılığı ve enerji merkezi olma yolunda adımlar atmalı iş birliği içine girmelidir. Türkiye bu sayede hem kendi ihtiyacını karşılayacak kaynak ülke sayısını arttırır hem de doğal gaz depolamış olur. Sahip olduğu gemi ve tesislerle de kendi ekonomisine kazanç sağlar.

Türkiye'nin coğrafi konumu ve fosil yakıtlar yönünden zengin rezervlere sahip olan komşu ülkeleri Türkiye'nin enerji koridoru şeklinde değerlendirilmesine zemin hazırlamaktadır. Ancak Türkiye'nin bölgesel enerji merkezi olma potansiyeli de mevcuttur. Bölgesel enerji merkezi haline gelebilmek için sadece doğal gaz ve petrol boru hatlarının yeterli olmadığı bilinmektedir. Enerji sektöründe büyük yatırımlara ve yasal düzenlemelere ihtiyaç duyulmaktadır. Oluşturulacak enerji borsası, şeffaflıkla ve uluslararası mevzuatla desteklenmelidir. Teknolojik gelişmeler bu sürece entegre edilmeli yurtiçi ve yurtdışı enerji şirketleri desteklenmesi önem arz etmektedir. Türkiye için dünya üzerinde petrol ve doğal gaz rezervine sahip olan şirketlerin bulunması elzemdir. Petrol ve doğal gaz rezervlerine kamu veya özel şirketler tarafından sahip olunmadığı takdirde hukuki ve teknik altyapı ne kadar sağlam olursa olsun kısır döngüden kaçınılamayarak enerji koridorundan enerji merkezine geçiş sağlanamaz. Diğer taraftan fosil yakıtlar yönünden yetersiz olan Türkiye kuracağı ileri teknoloji ve katma değere sahip tesisler ile bölge devletlerinin hammaddelerini işleyecek konuma gelme potansiyeline sahiptir. Özellikle İran gibi sahip olduğu fosil yakıtları teknolojik yetersizlikler ve maruz kaldığı teknolojik yaptırımlar sebebiyle işleyemeyen ülkeler için Türkiye büyük bir fırsat olabilir. Doğu Akdeniz gazının Avrupa'ya Türkiye üzerinden taşınması, Türkiye'nin bölgesel enerji merkezi olabilmesine bağlıdır. Bölgesel enerji merkezi olabilmek için kamu veya özel şirketler tarafından fosil rezervlerin satın alınması ve Türkiye'ye taşınması gerekmektedir. Ayrıca şeffaf bir enerji borsası ve yasal düzenlemelerin de bölgesel enerji merkezi olabilmek için büyük önemi vardır. Bu kadar fazla fosil yakıt rezervine sahip olan ülkelere komşu olmak enerji merkezi olabilmek yolunda enerji depolarını da elzem kılmaktadır. Türkiye bu anlamda adımlar atmaktadır. Özellikle doğal gaz depolarının kuruluşuna son yıllarda önem verilmektedir.

Özetle bu araştırmada enerji arz güvenliğinin, enerji verimliliğinin, enerji çeşitliliğinin, yenilenebilir enerjinin, teknolojik gelişmeler ile birlikte enerji üretimine katkı sağlayacak kaynakların önemi vurgulanmıştır. Enerji kooperatifçiliğinin getireceği faydalar sıralanarak, enerji depolamanın önemine değinilmiştir. Türkiye'nin yeraltı ve yer üstü enerji kaynaklarını etkin bir şekilde kullandığında ve uygun uluslararası stratejiler geliştirdiğinde enerjide dışa bağımlılığını azaltabileceğini ve olası bir enerji krizinden çok daha az etkilenecek çıkabileceğini ayrıca Türkiye'nin bir bölgesel enerji merkezi haline gelebilme potansiyelinin olduğu gösteren veriler derlenerek çalışma bitirilmiştir.

Sonuç olarak, Türkiye'nin enerjide dışa bağımlı olması bir kader değildir. Mevcut yenilenebilir ve yenilenemez enerjisini verimli kullanarak ve enerji potansiyellerini açığa çıkartarak Türkiye bu bağımlılığını azaltabilecek güçtedir. Bu sayede potansiyel enerji krizlerinden çok daha az etkilenecektir. Doğru devlet politikası ve desteği, bilinçlendirilen vatandaşlarla birlikte Türkiye'nin enerji bağımlılığı azaltılabilir. Enerjide bağımlılığını azaltan Türkiye hem refah seviyesini arttıracak hem de uluslararası siyasette daha rahat kararlar alarak söz sahibi olacaktır.

Bu konunun çalışılmasında, resmi kurumlardan gelen yıllık enerji kullanımı verilerinin takip eden yılın ortalarında yayınlanıyor olması aksaklıklardan biridir. Diğer bir husus da, dünya çapında bilinen enerji istatistiklerine sahip olan kurum ve kuruluşların, Türkiye istatistiklerine her yıl yer vermemesidir. Dolayısıyla bu konuda araştırma yapacak araştırmacılara da Türkiye'nin resmi kurumları tarafından yayınlanan yıllık enerji raporlarını irdelemelerini ve uluslararası kaynaklar ile karşılaştırarak sonuca varmaları tavsiye edilir.

KAYNAKÇA

Kitaplar

- Acaroğlu, M. (2013). *Alternatif Enerji Kaynakları*, Nobel Yayıncılık, Ankara.
- Adıgüzel, M.B. (2019). *Dünya Enerji Savaşları ve Türkiye*, Sonçağ Yayıncılık, İstanbul.
- Ayanoğlu, G.G.D. (2018). *Yenilenebilir Enerji Üretim Kooperatifleri*, Cinius Yayınları, İstanbul.
- Challoner, J. (2015). *Yakından Tanıyın Enerji*, (Akpınar, Ö., Trans.) Tübitak Yayınları, Ankara.
- Demir, İ. (2015). *Gaz İhraç Eden Ülkeler Forumu*, Dora Yayıncılık, Bursa.
- Döner, İ. (2018). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Muhasebe, Vergi Uygulamaları, Sektöre Sağlanan Teşvik ve Hibeler*, Gazi Kitabevi, Ankara.
- Erdoğan, S. (2016). *Türkiye’de Enerji Politikaları*, Orion Kitabevi, Ankara.
- Karaaslan, A., Gezen, M. (2017). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Değerlendirilmesi*, Ekin Yayınevi, Ankara.
- Özdemir, V. (2017). *Doğal gaz Piyasaları*, Kaynak Yayınları, İstanbul.
- Özgüven, M.M. (2018). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları*, Akfon Yayınları, Ankara.
- Pamir, N. (2015). *Enerjinin İktidarı*, Hayygrup Yayıncılık, İstanbul.
- Tiftikçigil, Y.B., Yesevi, Ç.G. (2015). *Türkiye’nin Enerji Görünümü Stratejiler ve İlişkiler*, Derin Yayınları, İstanbul.
- Üşümezsoy, Ş. (2017). *Türkiye’nin Kesik Damarları*, İleri Yayınları, İstanbul.

Süreli Yayınlar

- K. Sovacool. *How long will it take? Conceptualizing the temporal dynamics of energy transitions* Energy Res. Soc. Sci., 13 (2016), pp. 202-215
- Altundeger, N. (2015). A dream coming true? Turkey becoming an energy hub. In The 2015 WEI international academic conference proceedings (pp. 72–81). Prague: The West East Institute.
- Ana Bovan, Tamara Vučenović, & Nenad Peric. (2020). *Negotiating Energy Diplomacy and its Relationship with Foreign Policy and National Security*. International Journal of Energy Economics and Policy, 10(2), 1–6.
- Aste, N., Caputo, P., Buzzetti, M., & Fattore, M. (2016). *Energy efficiency in buildings: What drives the investments? The case of Lombardy Region*. Sustainable Cities and Society, 20, 27–37.
- AYDIN, M. (2016). *Enerji Verimliliğinin Sürdürülebilir Kalkınmadaki Rolü: Türkiye Değerlendirmesi*. Journal of Administrative Sciences / Yönetim Bilimleri Dergisi, 14(28), 409–441.
- B. Fattouh, R. Poudineh, R. West. (2018) *The Rise of Renewables and Energy Transition: what Adaptation Strategy for Oil Companies and Oil-Exporting Countries?*
- Balkaş, Ö. (2019). *Doğu Akdeniz’de Doğal Gaz Keşifleri, Pazarlama Senaryoları, Enerji Güvenliği ve Jeopolitika*, Jeoloji Mühendisleri Odası, https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/9a30643920bb533_ek.pdf adresinden 30 Mart 2019 tarihinde edinilmiştir.
- Bey, M. (2017). *What Energy Security Looks Like in the 21st Century*. Stratfor Geopolitical Diary, 6.
- Bud E. Fackrell. (2013). *Current Developments in Regional Energy Security and Turkey*. Insight Turkey, 15(1), 67.
- Bulut, U., & Muratoglu, G. (2018). *Renewable energy in Turkey: Great potential, low but increasing utilization, and an empirical analysis on renewable energy-growth nexus*. Energy Policy, 123, 240–250.

- Catalbas, N., & Catalbas, M. C. (2020). *Wave Energy Converter Technology and an Analysis of its Potential in Turkey*. 2020 International Conference on Electrical Engineering (ICEE), Electrical Engineering (ICEE), 2020 International Conference On, 1–7.
- Cevik, N.K.; Cevik, E.I.; Dibooglu, S. *Oil Prices, Stock Market Returns and Volatility Spillovers: Evidence from Turkey*. J. Policy Model. 2020, 42, 597–614.
- Çağlar, E. A., Kubar, Y., Korkmaz, A. *Türkiye Ekonomisinde Büyümenin Dinamiği Olarak Enerji*. Akdeniz İİBF Dergisi, 2017(10068), 103–129.
- Çiftçi, B. (2019). *Türkiye’de Gaz Hidrat’ın Potansiyeli*, Enerji Notları, Bilkent Üniversitesi, <http://berument.bilkent.edu.tr/no025.pdf> adresinden 05 Şubat 2020 tarihinde edinilmiştir.
- Dündar, S. *Yeni Bir Enerji Kaynağı Gaz Hidrat*, TPAO Arama Grubu, https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/f74dd4476e662a7_ek.pdf?dergi=MAV%D D%20GEZEĞEN%20POP%DCLER%20YERB%DDL%DDM%20DERG%DDS %DD adresinden 05 Mart 2020 tarihinde edinilmiştir.
- Dźwigoł, H., Dźwigoł-Barosz, M., Zhyvko, Z., Miśkiewicz, R., & Pushak, H. (2019). Evaluation of the Energy Security as a Component of National Security of the Country. Journal of Security & Sustainability Issues, 8(3), 307–317. [https://proxy.bau.edu.tr:2061/10.9770/jssi.2019.8.3\(2\)](https://proxy.bau.edu.tr:2061/10.9770/jssi.2019.8.3(2))
- Eralp, A. (2015, July 13). International energy politics: Turkey can become a key player [Interview by K. Schmermund].
- Erciyes, Çağatay. (2019) *Doğu Akdeniz: Deniz Yetki Alanlarının Sınırlandırılması*, <http://www.mfa.gov.tr/data/dogu-akdeniz-deniz-yetki-alanlarinin-sinirlendirilmasi.pdf> adresinden 25 Aralık 2019 tarihinde edinilmiştir.
- Erkan, A. Ç. (2014). *Küresel Doğal Gaz Krizlerine Karşı Enerji Arz Güvenliğinin Sağlanması Ve Enerji Arz Güvenliği İçin Kriz Yönetimi*. Sosyal Bilimler Enstitüsü - Sosyal Bilimler Dergisi, 7, 87–110.

- Esra Karakaş, & Ozan Veli Yıldırım. (2019). *Evaluation of Renewable Energy Alternatives for Turkey via Modified Fuzzy AHP*. International Journal of Energy Economics and Policy, 9(2), 31–39.
- Etokakpan, M.U.; Adedoyin, F.; Vedat, Y.; Bekun, F.V. *Does globalization in Turkey induce increased energy consumption: Insights into its environmental pros and cons*. Environ. Sci. Pollut. Res. 2020
- Field CB, Raupach MR, Victoria R. *The global carbon cycle: integrating humans, climate and the natural world*. Global carbon cycle integr humans, Clim Nat World; 2003. p. 1–13.
- Gareth M. Winrow. (2013). The Southern Gas Corridor and Turkey's Role as an Energy Transit State and Energy Hub. *Insight Turkey*, 15(1), 145–163.
- Ge Enerji Yönetimi Dünya Başkanı Marc Begor'a Göre; *Enerji yönetiminde dört megatrend*. (2015, February 12). Dünya - Daily Bulletin.
- Geçer, E., Şentürk, İ., & Büyükgüngör, H. (2019). *Yeşil Bina Tasarımında Su ve Enerji Yönetimi Üzerine Uygulama Örneği*. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(2), 332–343.
- Griffiths, Steven. 2019. *Energy Diplomacy in a Time of Energy Transition*. Energy Strategy Reviews 26 (November). doi:10.1016/j.esr.2019.100386.
- Harunoğulları, M. (2017). Enerji kaynaklarının jeopolitiği ve küresel güçlerin enerji politikaları. S. 168
- J. Gabriel. *Betriebliche Beschäftigungseffekte der erneuerbaren Stromerzeugung* *Energiewirtschaftliche Tagesfr.*, 62 (2012), p. 3
- J. Popp, Z. Lakner, M. Harangi-Rakos, M. Fari. *The effect of bioenergy expansion: food, energy, and environment* *Renewable Sustain Energy Reviews*, 32 (2014), pp. 559-578
- Kasap, Y., Şensöğüt, C., & Ören, Ö. (2020). *Efficiency change of coal used for energy production in Turkey*. Resources Policy, 65.

- Kilic, F. C., Kilic, M. K., Eyıdogan, M., & Kaya, D. (2019). *A General Evaluation of Turkey's Energy Diplomacy and the Latest Climate Change Studies*. International Journal of Ecosystems & Ecology Sciences, 9(1), 23–32.
- Koçar, Günnur., Eryaşar, Ahmet., Özgöl, Sevim. (2019), *Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kooperatiflerinin Mevcut Durumu*.
<https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/2020-09/CRK%20YE%2080%99DE%20YEN%20LENEB%20BOL%20R%20ENERJ%20KOOPERAT%20FLER%20BON%20MEVCUT%20DURUMU%20Prof.%20Dr.%20Gunnur%20Ko%C3%A7ar.pdf>
- Kok, B., & Benli, H. (2017). *Energy diversity and nuclear energy for sustainable development in Turkey*. Renewable Energy, 111, 870–877.
- Kotchen MJ, Moore MR (2007) *Private provision of environmental public goods: household participation in green-electricity programs*. J Environ Econ Manag 53(1):1–16
- Kuleli Pak, B., Albayrak, Y. E., Erensal, Y. C. *Evaluation of sources for the sustainability of energy supply in Turkey*. Environmental Progress and Sustainable Energy, (2017), 36(2), 627–637.
- Kumar, G., Kim, S.-H., Lay, C.-H., Ponnusamy, V. K. (2020). *Recent developments on alternative fuels, energy and environment for sustainability*. Bioresource Technology, 317
- Lachal, B. (2019). Energy transition. ISTE, Ltd.
- Lee, S.Y., Sankaran, R., Chew, K.W. et al. *Waste to bioenergy: a review on the recent conversion technologies*. BMC Energy 1, 4 (2019). <https://doi.org/10.1186/s42500-019-0004-7> 06 Ocak 2020 tarihinde edinilmiştir.
- Linares, P., Pintos, P. & Würzburg, K. *Assessing the potential and costs of reducing energy demand*. Energy Transit 1, 4 (2017). <https://doi.org/10.1007/s41825-017-0004-5> adresinden 09 Ocak 2020 tarihinde edinilmiştir.

- Luskatova O. V., Eyvazov R. A., Haytanova M. M. (2019). *Priority directions of the energy sector development in the Republic of Turkey*. E3S Web of Conferences, 124, 04022.
- Luskatova, Eyvazov R.A., Haytanova. *Priority directions of the energy sector development in the Republic of Turkey 2019*
- María de la Esperanza Mata Pérez, Daniel Scholten, and Karen Smith Stegen. 2019. *The Multi-Speed Energy Transition in Europe: Opportunities and Challenges for EU Energy Security*. Energy Strategy Reviews 26.
- Mehmet Argin, Volkan Yerci, Nuh Erdogan, Sadik Kucuksari, Umit Cali. (2019). *Exploring the offshore wind energy potential of Turkey based on multi-criteria site selection*. Energy Strategy Reviews, 23(33–46), 33–46
- Mohammed Abumunshar, Mehmet Aga, Ahmed Samour. (2020). *Oil Price, Energy Consumption, and CO2 Emissions in Turkey*. New Evidence from a Bootstrap ARDL Test. Energies, 13(5588), 5588.
- Muhammad, Iftikhar, Malik Shahzad Shabbir, Sharjeel Saleem, Kanwal Bilal, and Recep Ulucak. 2020. *Nexus between Willingness to Pay for Renewable Energy Sources: Evidence from Turkey*. Environmental Science and Pollution Research, 1. doi:10.1007/s11356-020-10414-x.
- Mustafa Ozcan, Semra Öztürk, & Yuksel Oguz. (2015). *Potential evaluation of biomass-based energy sources for Turkey*. Engineering Science and Technology, an International Journal, 18(2), 178–184.
- Ö. Yildiz, J. Rommel, S. Debor, L. Holstenkamp, F. Mey, J.R. Müller, J. Radtke, J. Rog nli. *Renewable energy cooperatives as gatekeepers or facilitators? Recent developments in Germany and a multidisciplinary research agenda*. Energy Res. Soc. Sci., 6 (2015), pp. 59-73,
- Özgül, S., Koçar, G., & Eryaşar, A. (2020). *The progress, challenges, and opportunities of renewable energy cooperatives in Turkey*. Energy for Sustainable Development, 59, 107–119.

- Sağlam, M., Uyar, T.S. (2005). *Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli*, http://www.emo.org.tr/ekler/20bb2d9a50d5ac1_ek.pdf adresinden 08 Nisan 2020 tarihinde edinilmiştir.
- Sağlam, Mustafa., Uyar, Tanay Sıdkı. *Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli*. https://www.emo.org.tr/ekler/20bb2d9a50d5ac1_ek.pdf adresinden 20 Kasım 2019 tarihinde edinilmiştir.
- Shove, E. (2018). *What is wrong with energy efficiency?* Building Research & Information, 46(7), 779–789.
- Sirin, S.M., Ege, A. (2012), *Overcoming problems in Turkey's renewable energy policy: How can EU contribute?* Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16, 4917-4926
- Şahin, M. E. (2020). *Energy Management and Measurement of Computer Controlled Solar House Model for Rize City*. Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10(2), 404–414.
- Şensöz, R. (2019). *Yenilenebilir Enerji Kooperatifçiliği Ve Etkileri*.
- Templet, P. H. (1999). *Energy, diversity and development in economic systems; an empirical analysis*. Ecological Economics, 30(2), 223–233.
- Traversa ve Idriss'e (2012) göre; Traversa, E., Idriss, H. *Materials for Renewable and Sustainable Energy* provides the connection between materials, energy, and sustainability. *Mater Renew Sustain Energy* 1, 2 (2012). <https://doi.org/10.1007/s40243-012-0002-x> adresinden 04 Ocak 2020 tarihinde edinilmiştir.
- Yanpeng Wu. (2009). *Scientific Management - The First Step of Building Energy Efficiency*. 2009 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering, 2009 International Conference On, 4, 619–622.

Yıldız, Zeynep. (2016) *Türkiye Bir Enerji Hub'ı*.
<http://arsiv.petroturk.com/HaberGoster.aspx?id=14624&haber=Turkiye-bir-enerji-hub-i> adresinden 15 Aralık 2019 tarihinde edinilmiştir.

Yılmaz-Bozkus, R. (2019). Analysis of Turkey's role as a possible energy hub. *GeoJournal: Spatially Integrated Social Sciences and Humanities*, 84(5), 1353.
<https://proxy.bau.edu.tr:2061/10.1007/s10708-018-9928-6>

Yumurtacı Z, Hacı Dönmez A. *Konutlarda Enerji Verimliliği*. Engineer and the Machinery Magazine. 2013;(637):38-43. Accessed November 29, 2020.



Diğer Yayınlar

Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi (BOTAS). *Enerji Merkezi Olma Yolunda Dünyanın En Büyük Depolama Tesisi*, <https://www.botas.gov.tr/Icerik/enerji-merkezi-olma-yolunda-d/171> adresinden 05 Ocak 2020 tarihinde edinilmiştir.

BP 2018 Enerji Raporu, *Bp Statistical Rewiev of World Energy 2019*, <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf> adresinden 09 Eylül 2019 tarihinde edinilmiştir.

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ). (2020). *Hidroelektrik Enerji Potansiyelimizin Gelişim Durumu*, <http://enerji.dsi.gov.tr/haberler/2020/03/11/hi-droelektri-k-enerji-potansi-yeli-mi-zi-n-geli-%C5%9Fi-m-durumu> adresinden 5 Mayıs 2020 tarihinde edinilmiştir.

[electric.coop](http://www.electric.coop) . *Amerika'nın Elektrik Kooperatifleri 2017 Yılı Verileri*, https://www.electric.coop/wp-content/uploads/2019/10/Co-op-Facts-and-Figures_WEB_PAGES_10-11-19.pdf adresinden 15 Nisan 2020 tarihinde edinilmiştir.

Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM). (2020). *Türkiye'nin Enerji Denge Tablosu*, <https://www.EİGM.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari> adresinden 07 Şubat 2021 tarihinde edinilmiştir.

Enerji Piyasaları Denetleme Kurulu (EPDK). (2019). *Elektrik Piyasası Resmi 2018 Yılı İstatistikleri*, <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-24/yillik-sektor-raporu> adresinden 05 Ağustos 2019 tarihinde edinilmiştir.

Enerji Piyasaları Denetleme Kurulu (EPDK). (2020). *Doğal Gaz Resmi İstatistikleri*, <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-167/resmi-istatistikler> adresinden 30 Ocak 2021 tarihinde edinilmiştir.

Enerji Piyasaları Denetleme Kurulu (EPDK). (2020). *Petrol Piyasası Resmi 2016-2017-2018-2019 Yılı İstatistikleri*, <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-168/resmi-istatistikleri> adresinden 05 Şubat 2021 tarihinde edinilmiştir.

Equinor Energy Perspectives, Norway (2018)

IEA. Key World Energy Statistics, 2020, <https://www.iea.org/reports/key-world-energy-statistics-2020> adresinden 19.03.2021 tarihinde edinilmiştir.

International Energy Agency (IEA). 2019 *Turkey's Net Energy Import 2019* <https://www.iea.org/countries/turkey#reports> adresinden 04 Nisan 2020 tarihinde edinilmiştir.

International Gas Union (IGU). *Dünya LNG Raporu 2019*, https://www.igu.org/sites/default/files/node-news_item-field_file/IGU%20Annual%20Report%202019_23%20loresfinal.pdf adresinden 13 Nisan 2020 tarihinde edinilmiştir.

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA). (2019). *Kömür Arama Araştırmaları*. <https://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/komur-arama-arastirmalari> adresinden 04 Şubat 2020 tarihinde edinilmiştir.

Makine Mühendisleri Odası (MMO). (2020). *Türkiye Enerji Görünümü 2020*, <https://enerji.mmo.org.tr/wp-content/uploads/2020/05/TurkiyeEnerjiSorunumuSunumu2020.pdf> adresinden 07 Mart 2021 tarihinde edinilmiştir.

Makine Mühendisleri Odası (MMO). *Türkiye'nin Enerji Raporu 2018*, https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/EnerjiGorunumu2018_2_0.pdf adresinden 15 Ağustos 2019 tarihinde edinilmiştir.

Oxford Institute for Energy Studies (2018).

petroturk.com . (2019) *Ülkemizde LNG'de Yeni Pazarlar Geliştirme Potansiyeli Fazlasıyla Var*, <http://petroturk.com/dogalgaz/ulkemizin-lngde-yeni-pazarlar-gelistirme-potansiyeli-fazlasıyla-var> adresinden 11 Aralık 2019 tarihinde edinilmiştir.

[reports.uk](http://reports.uk.coop/economy2017/). *Birleşik Krallık Enerji Kooperatiflerinin 2017 Yılı Verileri*, <http://reports.uk.coop/economy2017/> adresinden 16 Nisan 2020 tarihinde edinilmiştir.

T.C. Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi. <https://www.invest.gov.tr/tr/news/news-from-turkey/sayfalar/turkey-to-make-a-major-transformation-following-natural-gas-discovery-in-black-sea.aspx> 20 Aralık 2020 tarihinde edinilmiştir.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). *Jeotermal*, <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/jeotermal> adresinden 19 Kasım 2019 tarihinde edinilmiştir.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). *Kömür*, <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Komur> adresinden 17 Kasım 2019 tarihinde edinilmiştir.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). *Türkiye'nin Biokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası*, <https://bepa.enerji.gov.tr/> adresinden 15 Kasım 2019 tarihinde edinilmiştir.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). *Türkiye'nin Doğal Gaz Boru Hatları*, <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Dogal-Gaz-Boru-Hatlari-ve-Projeleri> adresinden 11 Kasım 2019 tarihinde edinilmiştir.

T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2019). *Türkiye'nin Petrol Boru Hatları*, <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Petrol-Boru-Hatlari> adresinden 11 Kasım 2019 tarihinde edinilmiştir.

T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı. (2019). *Yenilenebilir Enerji Üretim Kooperatifleri*, <https://ticaret.gov.tr/data/5d41d76813b87639ac9e0224/1b09ffd7b60d97ea6c23b09188ee4a0e.pdf> adresinden 07 Mayıs 2020 tarihinde edinilmiştir.

T.C. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı. (2019). *Yenilenebilir Enerji Üretim Kooperatifleri*, <https://ticaret.gov.tr/kooperatifcilik/bilgi-bankasi/kooperatifler-hakkinda/yenilenebilir-enerji-kooperatifleri> adresinden 07 Mayıs 2020 tarihinde edinilmiştir.

TANAP *highlights Turkey's key role for Europe's energy supply security*. (2019) Petroleum Bazaar - PetroMag.

Think Geoenergy. (2019). *Jeotermal Enerjide ilk 10 ülke*, <https://www.thinkgeoenergy.com/the-top-10-geothermal-countries-2018-based-on-installed-generation-capacity-mwe/> adresinden 12 Aralık 2019 tarihinde edinilmiştir.

Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK). (2019). *Türkiye'nin 2019 yılına ait ithalat verileri*, <http://www.tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist> adresinden 10 Nisan 2020 tarihinde edinilmiştir.

Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023,

<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/01/20180102M1-1-1.pdf> [ET. 15.08.2019]

[usgs.gov](https://www.usgs.gov/faqs/where-are-gas-hydrates-found?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products) . *Gaz Hidratlar Nerde Bulunur?* https://www.usgs.gov/faqs/where-are-gas-hydrates-found?qt-news_science_products=0#qt-news_science_products adresinden 10 Mayıs 2020 tarihinde edinilmiştir.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM). (2017). *Birincil ve Nihai Enerji Yoğunluğu*.http://www.yegm.gov.tr/duyurular_haberler/document/Birincil%20ve%20Nihai%20Enerji%20Yo%C4%9Funlu%C4%9Fu.pdf adresinden 15 Ekim 2019 tarihinde edinilmiştir.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM). (2019). *Jeotermal Enerji Nedir*.http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/jeo_enerji_nedir.aspx adresinden 10 Ekim 2019 tarihinde edinilmiştir.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM). (2019). *Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası*. http://www.yegm.gov.tr/YEKrepa/REPA-duyuru_01.html adresinden 10 Ekim 2019 tarihinde edinilmiştir.

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM). (2019). *Türkiye Toplam Güneş Radyasyonu*. <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>