

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



TÜRKİYE'DE ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİNİN
SAĞLANMASINDA YENİLENEBİLİR
ENERJİ KAYNAKLARININ ROLÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

HAZIRLAYAN

Prof. Dr. Abdurrahim Fahimi AYDIN Miraç Batuhan DOĞAN

MALATYA 2025

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI

TÜRKİYE'DE ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİNİN SAĞLANMASINDA
YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ ROLÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN
Miraç Batuhan DOĞAN

DANIŞMAN
Prof. Dr. Abdurrahim Fahimi AYDIN

MALATYA 2025

ONUR SÖZÜ

Prof. Dr. Abdurrahim Fahimi AYDIN danışmanlığında yüksek lisans tezi olarak hazırladığım TÜRKİYE'DE ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİNİN SAĞLANMASINDA YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ ROLÜ” adlı çalışmanın, mevzuatta belirtilen kurallara uygun, bilimsel açıdan etik kurallara riayet edilerek ve teamüllere uygun bir şekilde tarafımca yazıldığını belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Miraç Batuhan DOĞAN

MALATYA 2025

ÖNSÖZ

Türkiye de Enerji Arz Güvenliğinin Sağlanmasında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Rolü adlı çalışma, İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programında Prof. Dr. Abdurrahim Fahimi AYDIN danışmanlığında hazırlanmış bir yüksek lisans tezidir. Bu çalışma, Türkiye'nin enerji arz güvenliğinin yenilenebilir enerji kaynaklarıyla yapılandırılmasındaki faydalarını inceleyen bir araştırmadır.



ÖZET

İnsanın hayatta kalabilmesi adına temel sorunlarının karşılanması için ihtiyaç duyduğu beslenme, ısınma, barınma ve pişirme gereksinimlerinin karşılanmasında enerji en temel kaynak durumundadır. Genel olarak, başlayan sanayi devrimi ile birlikte devletler arasında yaşanan sanayileşme rekabeti halihazırda varlığını sürdüren hammaddeye yönelik olan talebi daha fazla bir biçimde gündeme getirmiştir. Sanayi devriminin yaşanıldığı dönemde enerjiye yönelik ihtiyacın artması ve artan bir talepte bulunulması durumu modern enerji yaklaşımının miladının sanayi devrimi olarak gösterilmesine sebep olup, kavramın önemini uluslararası alanda arttırmıştır. Fakat enerjiye ilişkin sürecin bizleri günümüzde getirdi son durumda, yenilenemez enerji kaynaklarının rezervlerinin sınırlı olması durumu gelecekte enerjiye olan ihtiyacın karşılanması bakımından bir sorun teşkil etmektedir. Bu sebeplerden ötürüdür ki hem tükenmemesi hem de çevre dostu olan yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak her açıdan topluma, devletlere ve nihayetinde dünyaya fayda sağlamaktadır. Orta Doğu ülkeleri zengin yer altı kaynaklarına sahipken, sınır komşusu durumundaki Türkiye, maalesef bu konuda zengin rezervlere sahip değildir. Fakat Türkiye, petrol ve doğalgazın Avrupa'ya taşınıp ulaştırılması yolunda aracı olarak önemli bir role sahip olmanın avantajını elinde bulundurmaktadır. Enerji kaynakları alanında ithalata yönelik ihtiyacın ve bu ihtiyacın sürekli bir biçimde karşılanması sonucu ortaya çıkan dışa bağımlılığın yarattığı risklerin minimal düzeye indirgenmesi yoluyla sağlanan enerji arz güvenliğinin, fosil enerji kaynakları bakımından düşük rezervlere sahip Türkiye açısından sağlanması için yenilenebilir enerji alanındaki politikaların devam ettirilmesi ve arttırılması şarttır. Çalışmamızın amacı enerji arz güvenliğinin sağlanması aşamasında Türkiye'nin, yenilenebilir enerji kaynaklarını verimli kullanması, yeni politikalar oluşturmasının sağlanması, mevcut durum ve kapasitelerinin gözlemlenmesidir.

Anahtar Sözcükler Türkiye, Arz Güvenliği, Yenilenebilir Enerji Kaynakları

ABSTRACT

Energy is the most fundamental resource required to meet the fundamental needs of human survival, such as nourishment, heating, housing, and cooking. In general, industrial revolution and the industrialization competition among nations brought the demand for raw materials to the forefront. During the industrial revolution, the increasing need for and demand for energy marked the beginning of the modern energy approach, elevating the importance of the concept on an international scale. However, in the current state of the energy process, the limited reserves of nonrenewable energy sources (such as natural gas, coal, and nuclear energy) pose a challenge to meeting future energy needs. For these reasons, utilizing renewable energy sources (such as solar, wind, hydrogen, and hydraulic), which are both inexhaustible and environmentally friendly, benefits society, states, and ultimately the world in many ways. While Middle Eastern countries are rich in underground resources, Turkey, as a neighboring country, unfortunately lacks such abundant reserves. However, Turkey holds a strategic advantage as a key transit country for transporting oil and natural gas to Europe. To minimize the risks posed by dependence on energy imports and ensure energy supply security, it is essential for Turkey, which has limited fossil fuel reserves, to continue and expand its policies in the area of renewable powers. The goal of our thesis study is for ensure that Turkey efficiently utilizes renewable energy sources, develops new policies, and observes its current situation and capacities in the process of ensuring energy supply security.

Keywords: Turkey, Supply Security, Renewable Energy Resources

İÇİNDEKİLER

ONUR SÖZÜ	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLOLAR LİSTESİ	x
KISALTMALAR LİSTESİ	xi
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ KAVRAMI, TARİHİ, SEKTÖRÜ VE YATIRIMLARI

1.1. Enerji Kavramı	9
1.2. Enerji Sektörü ve Yatırımlar	10
1.2.1. Enerji Sektörü	10
1.2.2. Enerji Yatırımı Kavramı	11
1.2.3. Enerji Yatırımı Konusu	11
1.3. Enerji Kaynakları	11
1.3.1. Birincil Enerji Kaynakları	12
1.3.2. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları	13
1.3.2.1. Kömür	13
1.3.2.2. Petrol	14
1.3.2.3. Doğal Gaz	18
1.3.2.4. Geleneksel Biyokütle	22
1.3.2.5. Nükleer	23
1.3.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	25
1.3.3.1. Hidroelektrik	26
1.3.3.2. Rüzgar	28
1.3.3.3. Güneş	32
1.3.3.4. Jeotermal	37
1.3.3.5. Hidrojen	40

1.3.3.6. Dalga Gel-Git ve Akıntı.....	41
1.3.4. İkincil Enerji Kaynakları.....	41
1.3.4.1. Elektrik	41

İKİNCİ BÖLÜM

ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ

2.1. Enerji Arz Güvenliği Kavramı	45
2.2. Enerji Arz Güvenliği ve Siber Güvenlik	47
2.3. Enerji Arz Güvenliğinin Ekonomik Boyutu	48
2.4. Türkiye'nin Enerji Arz Güvenliği Sorunu.....	49
2.5. Enerji Arz Güvenliğine Yönelik Teori ve Yaklaşımlar	51
2.6. Enerjinin Yönetimi.....	53
2.7. Enerji ve Çevre.....	54
2.7.1. Enerji Arz Güvenliğinin Çevresel Boyutu	55
2.8. Enerji Verimliliği	56
2.9. Enerji Arz Güvenliği Kapsamında Risk	57

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE'NİN ENERJİ POLİTİKALARI VE YENİLENEBİLİR KAYNAKLARIN ÖNEMİ

3.1. Türkiye'nin Enerji Bağımlılığı.....	61
3.2. Türkiye Ekonomisine Yenilenemez Enerji Kaynaklarının Olumsuz Etkileri.....	61
3.3. Türkiye Açısından Yenilenebilir Enerji Bağlamında Uluslararası Örnekler	65
3.3.2. Çin Örneği.....	67
3.3.3. Almanya Örneği.....	68
3.4. Enerji Arz Güvenliği Çerçevesinde Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikası.....	69
SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	73
KAYNAKÇA.....	77

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Türkiye elektrik sistemi kaynaklara göre kurulu güç istatistikleri ve üretim payı, (2022).....	28
Şekil 2. Rüzgar enerjisine dayalı kurulu güç (MW).	31
Şekil 3. Toplam kurulu güç içerisindeki oranı (MW).	31
Şekil 4. Türkiye'nin genel potansiyel görünümü ve aylık ortalama radyasyon dağılımı (2022).....	35
Şekil 5. Aylık ortalama radyasyon dağılımı (2022).	35
Şekil 6. Türkiye'nin güneş enerjisine dayalı kurulu gücü (MW).....	36
Şekil 7. Toplam kurulu güç içerisindeki oranı (MW).	36
Şekil 8. Jeotermal kaynaklı kurulu güç.	38
Şekil 9. Toplam kurulu güç içerisindeki oranı	39
Şekil 10. Türkiye'de jeotermal güç ve uygulama haritası.....	39
Şekil 11. Türkiye'nin Kredi Derecelendirme Notu , (2022).	59
Şekil 12. Cari İşlemler Dengesi (Milyar Dolar).	62
Şekil 13. Enerji Dış Ticaret Dengesi (Milyar Dolar).....	63
Şekil 14. İhracat Gelişim Hızı, Aralık 2024.	64
Şekil 15. İthalat Gelişim Hızı, Aralık 2024.	64
Şekil 16. 2024 Dış Ticaret Dengesi.	65

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Türkiye'de bölgelere göre ortalama rüzgâr yoğunluğu (2016)	30
Tablo 2. Türkiye'nin Doğal gaz İthalatında Ülke Payları (2022).....	50
Tablo 3. Aylara Göre Dış Ticaret.....	63



KISALTMALAR LİSTESİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: AMERİKA Birleşik Devletleri
ARGE	: Araştırma Geliştirme
BM	: Birleşmiş Milletler
BOTAŞ	: Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi
BTC	: Bakü-Tiflis-Ceyhan
BTE	: Bakü-Tiflis-Erzurum
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EPIAŞ	: Enerji Piyasalar ı İşletme AŞ
ETBK	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAŞ	: Elektrik Üretim Anonim Şirketi
GEPA	: Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası
GSYH	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
IEA	: Uluslararası enerji ajansı
LNG	: Sıvılaştırılmış Doğalgaz
MFA	: Dışişleri Bakanlığı
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü
NGS	: Nükleer Güç Santrali
OECD	: Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü
OPEC	: Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
SMR	: Yerli ve Küçük Modüller Reaktörü
SSCB	: Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği
TBMM	: Türkiye Büyük Millet Meclisi
TEDAŞ	: Türkiye Elektrik Dağıtım AŞ
TEK	: Türkiye Elektrik Kurumu
TETAŞ	: Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt AŞ
TKİ	: Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu
TPAO	: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TTK	: Türkiye Taşkömürü Kurumu
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

YEGM : Yenilenebilir Enerji Genel M¼d¼rl¼g¼
YEKA : Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı



GİRİŞ

Cumhuriyetin ilk dönemlerinde Mustafa Kemal Atatürk, enerji kaynaklarının ekonomik kalkınmanın temel unsurlarından biri olduğunu söylemiş, bu doğrultuda 1935 senesinde maden kaynaklarının araştırılması amacıyla Maden Tetkik ve Araştırma Enstitüsü'nü, elektrik üretimi maksadıyla ise Elektrik İşleri Etüt İdaresi kurulmuştur. Cumhuriyetin ilk yıllarında üretilen enerji kaynakları arasında ülkemizde kaynağı bol bulunan tezek, linyit, taş kömürü ve odun ön plandaydı. Bu dönemde enerji üretiminin temel hedefi, ticaretten ziyade dışa bağımlılığı azaltarak ekonomik kalkınmayı sağlamaktı. 1929 senesinde yaşanan dünya ekonomik bunalımının etkisiyle liberal politikaların yerini devletçi bir yaklaşıma bırakması sonucu, Türkiye'de 1937 senesinde Zonguldak'da bulunan kömür madeni işletmeleri ve Çatalağzı demiryolu ile Alman İstanbul Elektrik İşletmesi kamulaştırılmıştır. 1950 ve 1960 seneleri arasındaysa Türkiye, liberal ekonomik politikalar benimsemiş ve bu dönemde hidroelektrik ile termik santraller kurulmuştur. 1960 senesi akabinde planlı ekonomiye geçişle birlikte enerji alanına daha fazla önem verilmiş ve beş yıllık kalkınma planlarında bu konu detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

Modern dünyada enerji, sürdürülebilir kalkınmanın temel unsurlarından biri olarak öne çıkmaktadır. Enerji, yalnızca ekonomik büyüme için değil, aynı zamanda ulusal güvenliğin sağlanması açısından da kritik bir öneme sahiptir. Türkiye, enerji ihtiyacını büyük ölçüde ithal eden bir ülke olarak, enerji arz güvenliği konusunda ciddi zorluklarla karşılaşmaktadır. Ancak, son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi, bu soruna çözüm oluşturmaktadır. Türkiye'nin sahip olduğu güneş, rüzgar, hidroelektrik ve jeotermal gibi doğal enerji kaynakları, dışa bağımlılığı azaltmak ve ülkemizin enerji üretimini çeşitlendirmek için önemli bir imkan sağlamaktadır.

Amaç:

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılmasıyla, enerji ithalatının azaltılabileceği ve ülkenin sadece enerji taşıyıcısı olmaktan çıkıp üretici konuma geçerek enerji arz güvenliğini güçlendirebileceği yönünde bir değerlendirme yapmaktır.

Kapsam:

Çalışmamızda, Türkiye’de enerji arz güvenliğinin sağlanmasında yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi, veriler, tarihsel olaylar ve teoriler ışığında incelenip değerlendirilecek ve çözüm önerileri sunulacaktır. Çalışmamız üç ana bölümden oluşacaktır. İlk bölümde enerji kavramı, sektörü ve kaynakları ele alınacak, ikinci bölümde enerji arz güvenliği konusu incelenecektir. Son olarak, üçüncü bölümde Türkiye'nin enerji politikaları ve yenilenebilir kaynakların önemi üzerinde durularak çalışmamız, nihai sonuçlar ve hipotezler üzerinden yapılan değerlendirmeye tamamlanacaktır.

Sınırlılıklar:

Çalışmada kullanılan veriler, genellikle kamuya açık kaynaklardan ve uluslararası raporlardan elde edilmiştir. Ancak, bazı özel verilere erişim sağlanamamıştır. Bu durum, daha derinlemesine analizler ve detaylı karşılaştırmalar yapılmasını zorlaştırmıştır. Ayrıca, mevcut veriler belirli bir zaman dilimiyle sınırlı olup, yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelindeki değişimlerin ve uygulama sürecindeki güncel gelişmelerin tam olarak yansıtılabilmesi için daha geniş ve güncel bir veri setine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, konuya ilişkin kaynakların sınırlı olması, konuya dair analiz yapmayı zorlaştırabilmektedir.

Yöntem:

Bu çalışmada, Türkiye'deki enerji arz güvenliğini değerlendirmek amacıyla, yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli ve bu kaynakların enerji arz güvenliğine olan katkıları, bilimsel literatür, resmi veriler ve örnek olay analizi yöntemleri takip edilerek yapılmıştır. Enerji arz güvenliğini sağlamak için mevcut stratejiler, politikalar ve yenilenebilir enerji kaynaklarının rolü üzerine bir analiz gerçekleştirilecek olup, aynı zamanda mevcut enerji piyasası verilerine ve uluslararası deneyimlere de atıfta bulunacaktır. Teorik analiz, enerji arz güvenliği kavramını çeşitli makroekonomik göstergeler (enerji ithalatı, üretim kapasitesi, enerji talebi ve arzı, dışa bağımlılık oranları)

üzerinden ele alınacaktır. Bu bağlamda, Türkiye'nin enerji arz güvenliğine dair güçlü ve zayıf yönleri, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla sağlanabilecek iyileştirmeler üzerinden değerlendirilecektir.

Hipotez:

Tez çalışmamız esas itibarıyla “Türkiye'nin enerji arz güvenliğinin sağlanmasında yenilenebilir enerji kaynakları ne ölçüde rol oynayabilir?” sorusuna odaklanacaktır.

Bu temel soru yanında ayrıca şu alt soruların da cevabı aranacaktır:

Türkiye’de yenilenebilir enerji dönüşümüne niçin gerek duyulmaktadır?

Türkiye’nin yenilenebilir enerji sektörü için sahip olduğu potansiyel ve fırsatlar nelerdir?

Türkiye’de yenilenebilir enerjinin gelişimi, enerji arz güvenliğinin hangi boyutlarına ne ölçüde katkı sağlar?

Bu çalışma, Türkiye'deki enerji arz güvenliğini güçlendirirken yenilenebilir enerji kaynaklarının rolünü analiz etmek amacıyla dört ana hipotez etrafında şekillendirilmiştir.

İlk hipoteze göre, enerji arz güvenliğinin sağlanmasında yenilenebilir enerji kaynaklarının öncelikli çözüm olarak değerlendirilmesi gerektiği savunulmaktadır. Bu hipotezi test edebilmek adına, Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli ile cari açığının temel nedenleri TÜİK verileri ile analiz edilecek ve yenilenemez enerji alanında edinilen olumsuz tecrübeler incelenecektir.

İkinci hipotezimizde, Türkiye'nin jeopolitik durumu nedeniyle enerji köprüsü olmaya devam etmesi, doğru bir yöntem olup, enerji tedariki ve dış borçlanmasının azaltılması konusunda yetersiz olduğu yönündedir. bunun yanı sıra enerji tedarikçisi durumumuzu devam ettirerek karşılıklı bağımlılık ekseninde avantajlı bir konuma geçmemiz gerekmektedir. Türkiye'de bu doğrultuda tek politika olarak fosil kaynaklardan uzaklaşmamalıdır. Bu hipotezimizi test edebilmek adına Türkiye'nin enerji tedarikçisi olma durumunu mevcut boru hatları ve antlaşmalar üzerinden gösterip inceleyeceğiz.

Üçüncü hipotezimize göre, Türkiye, oluşturduğu politikalar çerçevesinde yenilenebilir enerjiye yönelik önemli bir ilerleme kaydetmiştir. Bu bağlamda, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından belirlenen Milli Enerji ve Maden Politikası detaylı bir şekilde incelenecektir.

Son hipotezimize göre, Türkiye, enerji arz güvenliğini sağlamak amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya başlarken, örnek alınabilecek ülkelerin planlamalarını dikkate almalı ve bu doğrultuda ilk adımlarını atmalıdır. Yenilenebilir enerjiye yönelik teşvikler, yatırımlar ve eğitim alanlarında hukuki zemini güçlendirerek, sektörde olumlu bir gelişim sağlanabilir. Bu hipotezi test edebilmek için, örnek ülke yaklaşımları incelenecektir.

Tezin Önemi:

Bu tez, Türkiye'nin enerji arz güvenliğini güçlendirmeyi amaçlayan stratejilerde yenilenebilir enerji kaynaklarının rolünü anlamak adına önemli bir boşluğu doldurmaktadır. Türkiye, enerji kaynakları bakımından büyük ölçüde dışa bağımlıdır. Bu durum, ekonomi ve güvenlik kavramları açısından riskler barındırmaktadır. Bu çalışmanın önemi, enerji arz güvenliğini artırmaya yönelik yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelinin incelenmesi ve Türkiye'nin mevcut enerji kapasitesinin içerisinde oranının artırılmasını hedeflemektedir.

Enerji arz güvenliği, sadece ekonomik kalkınma için değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik ve ulusal güvenlik açısından da kritik bir meseledir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının, fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltarak, Türkiye'nin enerji arz güvenliğini sağlamada önemli bir alternatif oluşturacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda, bu tez, Türkiye'nin enerji sektöründeki yenilikçi çözümler ve stratejik adımlar için önerilerde bulunarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının uzun vadede nasıl bir katkı sağlayabileceğini ortaya koymayı hedeflemektedir.

Literatür Taraması:

Çalışmamızda literatür taraması bilimsel metinler, resmi veriler ve örnek olay analizi metodolojisi takip edilerek yapılmıştır. Bu araştırmada kaynak taraması üç temel konu üzerinde yapılmıştır. İlki enerji arz güvenliğiyle bağlantılı konular olup, ikincisi yenilenebilir enerji kaynaklarının arz güvenliğiyle olan yakın ilişkisini konu alan kitaplar, araştırmalar, resmi veriler, tezler ve makaleler şeklindedir. Üçüncüsü ise Türkiye'nin enerji politikalarına ilişkin stratejilerini ve bu alanda yapılan çalışmaları kapsamaktadır.

Yenilenebilir enerjiye dair yapılan araştırmaların büyük kısmı, teorik bir temele dayanmakta olup, bu çalışmalar genellikle enerjinin yaygınlaştırılması ve geliştirilmesine yönelik politikalar ile kullanılan sistemlere odaklanmaktadır.

Kopenhag Okulu'nun önde gelen temsilcilerinden Barry Buzan ve Ole Wæver, güvenlik kavramını genişletmeye ve analiz etmeye yönelik farklı bir bakış açısı sundukları "Security: A New Framework for Analysis (Güvenlik: Analiz İçin Yeni Bir Çerçeve)", adlı eserlerini yayımlamışlardır. Bu eserlerinde, güvenliği yalnızca askeri tehditlerle sınırlamayıp, ekonomik, çevresel ve toplumsal faktörleri de güvenlik analizine dâhil ederek, güvenlik çalışmalarına yeni bir çerçeve kazandırmışlardır. Bu doğrultuda enerji arz güvenliği, yalnızca ekonomik ve askeri tehditler üzerinden değerlendirilemeyip, bunun yanında çevresel ve toplumsal unsurların da dikkate alınması önemlidir. Özellikle enerji kaynaklarının temininde meydana gelen aksaklıklar, küresel enerji stratejileri ve çevresel faktörler, ülkelerin enerji güvenliğini tehdit edebilir. Kopenhag Okulu'nun teorik çerçevesi, enerji arz güvenliğini yalnızca askeri ya da stratejik tehditlerle değil, aynı zamanda enerji bağımlılığı, enerji fiyatlarındaki dalgalanmalar ve çevresel sürdürülebilirlik gibi ekonomik ve ekolojik unsurlarla da ele almayı gerektirir. Bu yaklaşım, enerjinin güvenli bir biçimde sağlanabilmesi için devletlerin, uluslararası işbirliklerine ve sürdürülebilir enerji politikalarına yoğunlaşmalarını zorunlu kılar.

Nye ve Keohane, 1977'de geliştirdikleri karşılıklı bağımlılık yaklaşımı ile uluslararası arenada devletler arası etkileşimlerin karmaşıklığını ve birbirine bağımlılığını vurgulamışlardır. Bu teori, ekonomik ve ticari ilişkilerin, özellikle enerji arz güvenliği gibi stratejik alanlarda, devletler arası iş birliğinin önemini ortaya koymaktadır. Karşılıklı bağımlılık teorisi, devletlerin yalnızca askeri ve politik güçle değil, aynı zamanda ekonomik ilişkilerle de birbirlerine bağılı olduklarını savunur. Arz güvenliği bağlamında, bu teori, ülkelerin enerji kaynaklarını güvence altına almak için birbirleriyle nasıl etkileşime girmeleri gerektiği konusunda önemli bir çerçeve sunar. Nye ve Keohane'in bu yaklaşımı, enerji güvenliği tartışmalarında uluslararası iş birliği ve ekonomik entegrasyonun kritik rolünü göstermektedir. Çünkü enerji kaynaklarının sağlanması ve dağıtılması, yalnızca bir ülkenin iç politikalarıyla değil, aynı zamanda uluslararası düzeydeki ilişkilerle de doğrudan bağlantılıdır.

1970'li yıllar, Türkiye'nin enerji politikaları açısından önemli bir dönüm noktası olmuştur. Bu dönemde hızla artan enerji talebi, sınırlı üretim kapasitesi ve yüksek dışa bağımlılık nedeniyle enerji arzı ciddi sorunlar doğurmuştur. Halûk Ceyhan'ın "Türkiye'de 1970–80'lerde Enerji İhtiyacı ve Arzı" (1973) başlıklı çalışması, bu süreci erken dönemde analiz eden önemli kaynaklardan biridir. Ceyhan, enerji tüketimindeki artışın üretim altyapısıyla karşılanamadığını ve bu nedenle arz-talep dengesinin bozulduğunu belirtmektedir. Özellikle 1973 Petrol Krizi'nin etkisiyle, dışa bağımlılığın ekonomik ve politik kırılganlıkları artırdığı vurgulanmaktadır. Çalışmada, yerli enerji kaynaklarının (özellikle hidroelektrik ve linyit) daha etkin kullanılması gerektiği ifade edilmekte, enerji arz güvenliğine yönelik yapısal önlemler önerilmektedir.

1970'lerde meydana gelen enerji krizlerinin ardından, enerji güvenliği meselesi farklı açılardan ele alınmaya başlanmıştır. Enerji güvenliği üzerine önemli katkılar sağlayan Daniel Yergin, "The Prize: The Epic Quest for Oil, Money and Power" adlı eserinde, enerji politikalarının ekonomik ve siyasi etkilerine odaklanarak enerji piyasalarının tarihsel evrimini detaylı bir şekilde incelemiştir.

Enerji arz güvenliğinin sağlanmasını dört temel şart üzerinden inceleyen Chevalier, bu koşulları şu şekilde tanımlamaktadır: arzın güvenli bir şekilde temin edilmesi, kaynak çeşitliliğinin oluşturulması, altyapının geliştirilmesi ve uygun fiyat mekanizmalarının oluşturulması şeklindedir. Chevalier'a göre, enerji arz güvenliği yalnızca mevcut enerji kaynaklarının sürekliliğini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda bu kaynakların çeşitlendirilmesi, arz kapasitesinin artırılması ve enerji alt yapılarının güçlendirilmesi gereklidir. Ayrıca, enerji fiyatlarının dengeli ve sürdürülebilir bir şekilde belirlenmesi, arz güvenliğinin sağlanmasında kritik bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Bu unsurlar, enerji piyasalarının istikrarını sağlamanın ve potansiyel dışa bağımlılığı azaltmanın önemli yollarıdır.

Turan, Baker ve Çırpa (2012), Türkiye'nin enerji ihtiyacına yönelik çözüm arayışlarını ele aldıkları çalışmalarında, güneş enerjisinin uzun vadeli ve sürdürülebilir bir çözüm önerisi olduğunu vurgulamaktadırlar. Çalışmada, Türkiye'nin enerji bağımsızlığını artırma ve çevre dostu enerji seçeneklerine yönelme hedeflerinin güneş enerjisiyle gerçekleştirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Ayrıca, bu araştırma, Türkiye'de güneş enerjisi alanında yapılan akademik ve uygulamalı çalışmaların öncüsü olan Orta Doğu Teknik Üniversitesi Güneş Enerjisi

Araştırma ve Uygulama Merkezi (ÖDTÜGÜNAM) üzerine de odaklanmaktadır. Çalışmada, ÖDTÜGÜNAM'ın, güneş enerjisi alanındaki araştırmalarına ve teknolojik gelişmelere yaptığı katkıların, Türkiye'nin enerji politikaları ve güneş enerjisi teknolojilerindeki ilerlemeler için büyük önem taşıdığı vurgulanmaktadır.

Bu çalışma, Türkiye'nin enerji sorunlarını çözmeye yönelik bir öneri sunarken, güneş enerjisi alanındaki potansiyelin daha fazla araştırma ve yatırım gerektirdiğini de ortaya koymaktadır.

Enerji arz güvenliği, özellikle gelişmekte olan ülkeler için ekonomik ve siyasal istikrarın önemli bileşenlerinden biri haline gelmiştir. Türkiye'nin bu alandaki politikaları da artan enerji talebi ve ithalata bağımlılık nedeniyle giderek daha stratejik bir boyut kazanmıştır. Erdoğan (2016), enerji politikalarını arz güvenliği perspektifinden ele aldığı çalışmasında, Türkiye'nin enerji stratejilerinin büyük ölçüde dış kaynaklara dayalı olduğunu ve bu durumun uzun vadede risk oluşturduğunu belirtmektedir. Çalışmada, enerji arz güvenliğinin yalnızca enerjiye kesintisiz erişim değil, aynı zamanda sürdürülebilir, ekonomik ve çevresel açıdan dengeli bir yapı gerektirdiği vurgulanmaktadır. Erdoğan, Türkiye'nin enerji arzını çeşitlendirme çabalarının, özellikle doğal gaz tedarikinde yaşanan dışa bağımlılığı azaltmada yeterince etkili olamadığını ifade etmektedir. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarının payını artırmaya yönelik atılan adımların önemi bulunmakla birlikte, yapılanların politika düzeyinde yapısal bütünlükten uzak olduğunu savunur.

Bu çalışma, Türkiye'nin enerji güvenliğini sağlamada karşılaştığı yapısal sorunlara dikkat çekmekte ve arz güvenliği odaklı enerji politikalarının bütüncül bir stratejiye oturtulması gerektiğini ileri sürmesi açısından önem arz etmektedir.

Aydın (2016) tarafından hazırlanan Enerji Ekonomisi ve Politikaları adlı çalışmada, Türkiye'nin enerji yapısı, ekonomik ve stratejik yönleriyle ele alınmakta; dışa bağımlılığın yarattığı sorunlar ve bu bağımlılığın azaltılmasına yönelik çözüm yolları tartışılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik potansiyeli üzerinde duran Aydın, bu kaynakların enerji arz güvenliği açısından taşıdığı önemi vurgulamakta ve sürdürülebilir enerji politikalarına geçişin gerekliliğine dikkat çekmektedir. Çalışma, Türkiye özelinde uygulamaya yönelik öneriler içermesiyle literatüre önemli katkılar sağlamaktadır.

Arslan ve Solak (2021), Türkiye’de yenilenebilir enerji tüketiminin ithalat üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının enerji ithalatını azaltmadaki potansiyelini incelemektedirler. Araştırmada, Türkiye'nin enerji ihtiyacının büyük bir kısmını ithalat yoluyla karşıladığı ve bu durumun ekonomiye olan etkilerinin önemli olduğu vurgulanmaktadır. Özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının artan kullanımının, ithalat bağımlılığını azaltma ve enerji güvenliğini sağlama konusunda önemli bir rol oynayabileceğini belirtmişlerdir.

Çalışma, aynı zamanda Türkiye'deki yenilenebilir enerji yatırımlarının ve bu alandaki politikaların etkilerini de analiz etmektedir. Arslan ve Solak, yenilenebilir enerjinin daha fazla entegre edilmesiyle, enerji arz güvenliğinin güçlenebileceğini ve dışa bağımlılığın azalabileceğini savunmaktadırlar. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji tüketiminin ithalat üzerindeki olası olumlu etkileri detaylandırılmıştır.

Enerji sistemlerinin sürdürülebilir, güvenilir ve ekonomik şekilde planlanması, enerji politikalarının etkinliğini doğrudan etkilemektedir. Ertuğrul, Tür ve Tekin (2023), enerji sistemlerinin bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmesi gerektiğini vurguladıkları çalışmalarında; enerji üretim, iletim ve tüketim aşamalarının sistem düzeyinde modellenmesinin önemine dikkat çekmektedir.

Çalışmada, Türkiye'nin enerji yapısı, kaynak çeşitliliği, bölgesel dengesizlikleri ve teknolojik yeterlilikleri dikkate alınarak analiz edilmiştir. Özellikle yenilenebilir enerji yatırımlarının entegrasyonunda karşılaşılan planlama ve altyapı sorunlarına değinilerek, karar destek sistemleri ve enerji modelleme araçlarının etkin kullanımının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma, enerji politikalarının yalnızca kaynak bazında değil, sistem bakımından değerlendirilmesi gerektiğini savunarak, Türkiye’de enerji planlamasına yönelik daha yapısal ve veriye dayalı bir perspektif sunmaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ KAVRAMI, TARİHİ, SEKTÖRÜ VE YATIRIMLARI

1.1. Enerji Kavramı

Enerji, çeşitli şekillerde ortaya çıkabilen ve maddelerin yapısında yer alan etkili bir güç olarak tanımlanabilir. Fiziksel anlamda enerji, iş yapabilme kapasitesine sahip olan ve nesnelerin hareket etmesini sağlayan güçtür. Yunancada aktivite anlamına gelen enerji kelimesi, yiyeceklerde yakıtlarda ve diğer kimyevi maddelerde depolanmış olarak bulunmaktadır (Arnold N, 2013). "Enerji, genel anlamda bir iş yapabilme kabiliyetidir" (Yatar, 2007:1). "İnsanlık tarihi kadar eski bir kavram olan enerji, ısınma, aydınlatma ve pişirme amaçlı kullanılmaktadır." Örneğin, kömürün kullanımı milattan önce başlamasına rağmen sanayi devrimiyle beraber yaygınlaşmıştır (Erdoğan, 2016:25). Temel ihtiyaçların giderilmesi bakımından, gereken temel faktörlerin ilk sırasında gelen enerji, tüketimden üretime her aşamada insanların gerek duyduğu temel bir kavramdır. Sanayi devrimi neticesinde ortaya çıkan bilimsel ve teknolojik gelişmelerle birlikte tüketim sürecinde yaşanan endüstri ve hızlı makineleşme enerjiye olan ihtiyacı meydana getirmiştir. Nihayetinde sınırlarını aşarak uluslararası alana taşınan enerji kavramı, teknolojik gelişmeler, kendisine duyulan ihtiyaç ve zamanla beraber üretim faktörleri arasındaki en önemli parametrelerden biri olmuştur (Yatar, 2007:1). Enerjinin iletilmesi ve kontrolü açısından tarihi buluşlar on dokuzuncu yüzyıl başlarında ortaya çıkmış ve akabinde insanoğlunun tarihinde önemli değişimlere öncülük etmiştir. Bilhassa Nikola Tesla ve Thomas Edison'un önderliğinde gelişim gösteren elektrik kaynaklı enerji gündelik hayatımızın kaçınılmaz gerekliliklerinden biri halini almıştır. 1882 senesinde New York şehrinde ilk enerji güdümlü santrali yapıp, 85 yapıyı aydınlatan Thomas Edison modern ampulü icat etmiş, kablosuz enerji iletimini ve manyetik saha teorisi gibi buluşlar yapıp alternatif akım üzerine çalışan Nikola Tesla ise elektiriğin maximum fayda ile dağıtılmasını olanak bulmuştur (Serin, 2009:4).

"Çağdaş yaşam koşullarının enerjiyi toplumsal çıkarların merkezine yerleştirmiş olması, enerji ihtiyacının karşılanmasında hangi yöntem ve kaynakların kullanılacağını,

20. Yüzyılın olduğu gibi 21. Yüzyılın da temel sorunlarından biri haline getirmiştir" (Ünsal,2015: 14).

Kavramsal olarak enerjiye yönelik ihtiyaç ise bu sebeplerden dolayı önemlidir. Sanayi devrimi ve ardından süre gelen gelişmeler devlet politikalarını da şekillendirmiş olup, hammadde arayışına önem kazandırmıştır. Bahse konu hammadde ise enerjidir. Hükümetler ulaştıkları hammaddeler neticesinde elde ettikleri enerji vasıtasıyla gelişme hızlarını arttırıp, ekonomik refahı elde etme amacındadırlar. Bunun yanı sıra sanayileşmenin getirdiği nüfus artışı, kentleşme, teknoloji alanındaki gelişmeler ve refah seviyesinin artması nedeniyle enerjiye yönelik talep devamlı artıştır.

1.2. Enerji Sektörü ve Yatırımlar

Dünya tarihinde enerjinin gelişimine baktığımızda, enerji sektörü ve bu alanda yapılan yatırıma ilişkin kavramların ve konuların henüz yeni gelişmekte olduğunu görmekteyiz. Enerji üretim yöntemleri zamanla evrilmiş, fosil yakıtlardan yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru bir geçiş süreci yaşanmıştır. Özellikle son dönemlerde, devamlılık, sürdürülebilirlik, verimlilik, çevresel etkiler ve dijitalleşme gibi unsurlar, enerji sektöründe önemli gündem maddeleri haline gelmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının daha verimli kullanılabilmesi için yapılan yatırımlar ve teknolojik gelişmeler, sektördeki dönüşümün hızlanmasına sebep olmuştur. Ayriyeten, yeşil enerji, çevre dostu kaynaklar ve akıllı sistemler gibi yeni kavramlar da sektörü şekillendiren önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Bu dinamik yapılar, enerji piyasalarının gelecekte nasıl şekilleneceğine dair önemli ipuçları sunmaktadır.

1.2.1. Enerji Sektörü

Devletler sanayileşme yarışı nedeniyle ihtiyaç duydukları enerji ihtiyacını giderebilmek adına hammadde yarışına girmiş, ulaştıkları hammaddeler vasıtasıyla ortaya çıkarttıkları enerji ile gelişmişlik düzeyini arttırmayı hedeflemişlerdir. Bu gelişmelerde beraberine orta çağın feodalleri olarak adlandırılan zümreyi artık burjuva konumuna sokmuştur. Bu burjuvaların bir kısmıysa gelişip, değişerek şu anki enerji sektöründe varlığını sürdüren aktörlerden yatırımcılara dönüşmüşlerdir. Sektörel anlamda enerjiye yönelik kısa geçmişe değinmek bu şekilde muhtemeldir.

Bir ülkenin ekonomik anlamda büyümesinde ve kalkınmasında pozitif bir etkiye sahip olan enerji sektörünün gelişmesi için devletler başta yerli yatırımcılar olmak üzere,

yabancı yatırımcılara da teşvik sağlamaktadırlar. Enerji sektörü alanında gelişme sağlanmasının önemini bilen ve kulak ardı etmeyen Türkiye de bu nedenle yatırımcılara yönelik önemli teşvikler sağlamaktadır. Türkiye AB üyeliği adına ve bu yolda Avrupa'yla bütünleşme sağlamak amacıyla ülke mevzuatını Avrupa Birliği müktesebatına uygun bir hale sokabilmek adına kanunlarını revize etmiştir. Bahse konu hukuki yenilikler ekonomi başta olmak üzere pek çok alana ilişkin olup, enerji yatırımcılarını bu alanda teşvik edici nitelikte ve sektörel anlamda enerjiyi de etkin kılmaya olanak sağlamaktadır.

1.2.2. Enerji Yatırımı Kavramı

"Bilinenden daha evvel kavramsal olarak kullanılan enerji yatırımı ulusal alandan ziyade on sekizinci yüzyıl ortalarında globalleşerek doğrudan yatırım olarak ifade edilerek günümüze varmıştır" (Ünsal, 2015: 12).

1.2.3. Enerji Yatırımı Konusu

"20. Yüzyılda olduğu gibi 21. Yüzyılda da modern hayatın oluşturduğu şartlar enerjiyi toplumsal hayatın ayrılmaz bir parçası haline getirip, kaynak ve yöntem sorununu devam ettirmiştir" (Ünsal, 2015: 14). Konusu bakımından enerji yatırımı ise, gerçek ve/veya tüzel kişilerin ya da hükümetlerin kar elde edebilmesinin sağlanması ve yatırımın yapıldığı ülkenin de kazançlı çıkabilmesinin sağlanması amaçlı bölgede varolan enerji kaynaklarının açığa çıkartılması amaçlı antlaşmalardır. Teşvikçi ülke ise bu sözleşmeler kapsamında en düşük maliyet ve en yüksek kazancı hedefleyerek, doğru bir kalkınmayı sağlamaktır.

Enerji kaynaklarının üç temel özelliği bulunmaktadır. Bunlar:

- "• Kıt olmaları,
- Dünya üzerinde eşitsiz bulunmuş olmaları,
- Enerjiye dönüşümün çevre kirliliğine yol açmasıdır" (Bilginoğlu, 1991: 123).

1.3. Enerji Kaynakları

Enerji kaynakları, yenilenebilir ve yenilenemez olmak üzere iki ana sınıfa ayrılmaktadır. Yenilenebilir kaynaklar, sınırı olmayan, devamlı ve yeniden tekrarlanabilen özelliklere sahip olup; rüzgar, güneş, su, biyogaz ve jeotermal gibi çeşitli örneklerle temsil edilebilirken, eski zamanlarda varlığını sürdürüp ardından ölen canlıların kalıntılarından meydana gelen, kullanılmasıyla tükenen ve sınırlı rezervlere

sahip yenilenemez kaynaklar kömür ve doğalgaz gibi çeşitlerle örneklendirilebilir. (Erdoğan, 2016:45).

Yenilenemez enerji kaynaklarının yerini yenilenebilir enerji kaynaklarına bırakmasındaki zorunlu sebepler arasında tükenebilir olması, atıklar nedeniyle oluşan çevre ve çoğunlukla karbondioksit temelli hava kirliliğine sebep olması yer almaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılması ve geliştirilmesi konusuna ilişkin çalışmaların hızlanmasındaki etken, son zamanlarda yenilenemez enerji kaynaklarının kullanımındaki artıştır (Erdoğan, 2016:46).

"Birincil kaynaklı enerji değişime uğramaksızın kullanılabilirken, ikincil kaynaklı enerji birincil enerjinin bazı teknik işlemler geçirip, değiştirilmesi neticesinde oluşarak kullanılmaktadır" (Berberoğlu, 1982:11).

Birincil kaynaklı enerjiyi yenilenebilir ve yenilenemez olarak iki grupta inceleyen Birleşmiş milletler, yenilenebilir enerji kaynaklarını tekrardan kullanılabilen bir enerji biçimi şeklinde, yenilenemez kaynaklı enerjiyi ise tekrardan kullanılamayan enerji biçimi şeklinde tanımlamıştır. Yenilenemez enerji kaynakları petrol, kömür, gaz ve uranyum olarak sıralanabilirken, yenilenebilir kaynaklarsa güneş temelli diyebiliriz (Taşdemiroğlu, 1988:1).

"Dünya yenilenemez enerji kaynak rezervi %70 kömür, %14 petrol, %14 doğalgaz ve %2 diğer yenilenemez kaynaklar tarafından oluşmaktadır" (Can, 2011:3).

Ticarete dayalı ve ticarete dayanmayan olarak iki şekilde kategorileştirilebilen ticaret enerji kaynakları, büyük önem arz etmektedir. Ticari olmayan enerji kaynakları arasında ise odun, tezek ve tarım atıkları gibi unsurlar bulunur. Bu sınıflandırmada, petrol, kömür, doğalgaz, LPG, motorin, dalga, biokütle, hidrolik, güneş, rüzgar, jeotermal ve hidrojen gibi çeşitli kaynaklar farklı kategorilerde değerlendirilir (Ceyhan vd., 1973:3).

"Kullanımı bakımından yerden yere farklılık gösteren ticari enerji kaynakları ülkelerin endüstriyel yapısı, coğrafi durumu, iklimi, sosyal yapısı ve ekonomik gelişmişlikleri gibi çeşitli sebeplerden kaynaklanmaktadır" (Taşdemiroğlu, 1988:5).

1.3.1. Birincil Enerji Kaynakları

Karbon temelli olarak tanımlanan ve doğalgaz, kömür ve petrol gibi enerji kaynaklarını içinde barındıran birincil enerji kaynakları, yenilenemeyen kaynaklardır. Birincil enerji kaynaklarının yenilenmeleri ve meydana gelmeleri uzun zaman almakta

olup, yenilenemez enerji kaynakları olarak isimlendirilmelerinin sebebi de buradan gelmektedir. 19.y.y. da radyoaktif enerjinin keşfedilmesi sonrası nükleer enerji kaynağı da bu gruba dahil olmuştur.

"Birincil enerji kaynakları ihraç potansiyeli, sahip oldukları çevresel etkiler, nihai kullanım esnekliği ve ikame potansiyeli vb. açılardan birbirlerinden önemli farklılıklar göstermektedir "(Kılınç Savrul, 2016: 7).

1.3.2. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Yenilenemez enerji kaynaklarının sınırlı olmalarının nedeni bulunan stokların az olması ve azaldıkça fiyatlarının yükselmesidir. Ayrıca çevre kirliliği tehdidi bulunur. Çünkü çevresel kirliliğin ve tahribatın oluşumundaki en önemli sebeplerden birini oluşturmaktadırlar. Fakat Fosil kaynaklı enerji trendini kaybetmemesi nedeniyle piyasaya hakim olmaya devam etmektedir. Yenilenemez kaynaklı enerjinin neler olduğunu bakarsak doğalgaz, kömür, nükleer enerji ve petrol olarak sıralayabiliriz.

1.3.2.1. Kömür

Kullanımı en yaygın ve diğerlerine göre daha eski tarihe dayanan kömür, fosil kaynakların başında gelmektedir. Kömür, bataklık ortamında bitkisel madde ve atıkların farklı jeolojik zamanlarda ısı ve basınç etkisiyle kimyasal ve fiziksel değişime uğraması sonucu oluşur. Oksijen, hidrojen ve karbondan meydana gelen kömür az miktarda azot ve kükürt de içerir. %55-95 oranında karbon içeren kömür oksijen doğrudan yanabilen organik kökenli bir kayadır. Enerji değeri birim kalori olarak ölçülen kömür kalori durumuna bakılarak tas kömürü, antrasit, turba ve linyit olarak 4 gruba bölünmektedir. (Erdoğan, 2016:46).

Birkaç bin yıl önce yakıt olarak kullanıldığı tahmin edilen kömür, zamanla insanlık tarihinde önemli bir enerji kaynağı haline gelmiştir. İlk olarak Çin'deki "Çengi" madenlerinde milattan önceki dönemlerde çıkarılmaya başlanmış ve bu kaynak, hem ısınma hem de çeşitli sanayi faaliyetlerinde kullanılmıştır. Marco Polo'nun 1280 yılında Çin'e yaptığı seyahatte, kömürden "tutuşan siyah toprak" olarak bahsetmesi, kömürün tarihsel kullanımını gösteren önemli bir kayıttır. Avrupa'da ise, Yunanlılar kömürü bilmekte olup, ona "antrasit" ismini veren "antrax" terimiyle tanıyorlardı. Romalılar ise Galler'i işgal ettiklerinde, Saint-Etienne bölgesinde kömür çıkarıldığını ve kullanıldığını gözlemlemişlerdir. Bu şekilde, kömür, binlerce yıl boyunca farklı kültürler ve

medeniyetler tarafından değerli bir enerji kaynağı olarak kullanılmaya devam etmiştir (Yücel, 1994:68).

1692'de Savery tarafından kömürle çalışan buhar makinesinin icadı, kömürün kullanım alanını önemli ölçüde genişletmiştir. Bu önemli gelişmenin ardından, 1813'te George Stephenson, ilk buharlı lokomotifi başarıyla demiryolunda çalıştırarak ulaşım alanında devrim niteliğinde bir adım atmıştır (Yücel, 1994:72).

Dünyanın her kıtasında var olan kömür minerali kaynak bakımından en çok ABD'de bulunan 50 eyaletin 37'sinde, eski Sovyetler Birliği'nin yaklaşık %23'ünde, Birleşik Krallık'ın %23 ve Çin'in %11'inde yer almaktadır. Çin, Birleşik Krallık'tan sonra kömür üretiminde dünya piyasasında en büyük rezerve sahiptir. Kömür başlıca elektrik üretimi, buhar türbini ve demir sanayisinde çok amaçlı faydalanılmaktadır (Kruger, 2006, s. 43).

Dünya üzerinde en yaygın ve bol bulunan fosil yakıt durumundaki kömür insanlık tarihi boyunca odundan sonra kullanılan önemli bir kaynaktır. Kömürün büyük bir güç kaynağı olduğu, buhar makinesinin icadıyla birlikte açığa çıkmıştır. Genel kullanım bakımından kömür ilk olarak elektrik olmak üzere birçok alanda kaynak durumundadır. Tüketilen kömürün üçte ikisi elektrik sektörü, üçte biri sanayi, ulaşım ve ısınmada kullanılmaktadır. Yirminci yüzyılın başına göre kömürün kullanımı doğalgaz ve petrolün yaygınlaşmasından sonra azalmıştır (Erdoğan, 2016: 47).

Kömür üretimi Türkiye'de çoğunlukla kamu kurumlarınca gerçekleştirilmekte ya da amme hizmetinin gördürülmesine ilişkin usullere göre devlet kontrolüyle gördürülmektedir. Kömür çeşitlerinden biri olan linyit çoğunlukla TKİ (Türkiye Kömür İşletmeleri) ve EÜAŞ (Elektirik Üretim Anonim Şirketi) kurumunca, taş kömürü üretimiye tamamen Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) tarafından yapılmaktadır. Türkiye'de linyit kömürü başlıca, Manisa, Ankara, Kütahya, Muğla, Kahramanmaraş ve Trakya bölgesinde yer almaktadır. Taş kömürü kaynaklarıysa çoğunlukla Bartın ve Zonguldak şehirlerinde bulunmaktadır (<https://enerji.gov.tr/bilgimerkezi-tabiiikaynaklar-komur>).

1.3.2.2. Petrol

Uzun yıllar boyunca yaşamış olan canlıların kalıntılarının, farklı biyolojik süreçler ve yer kabuğundaki sertleşme etkisiyle toprağın derinliklerinde oluşan petrol, çeşitli

hidrokarbon karışımlarından meydana gelir ve sabit bir kimyasal bileşime sahip değildir. Farklı kimyasal bileşimler, farklı petrol türlerini oluşturur; örneğin parafin bazlı veya asfalt bazlı petroler gibi. Petrol, sınırlı bulunan bir yakıt olduğundan, oldukça değerli bir maddedir (Kılınç Savrul, 2016: 8).

İnsanlar, ilk kez ham petrolü topraktaki sızıntılarla biriken havuzlarda keşfettiler. Antik Mısır'da petrol, mumyaların korunmasında ve tekerlekli arabaların yağlanmasında kullanılmıştır. 5000 sene önce Babiller ve Asurlular asfalt ve kumu harmanlayarak inşaat malzemeleri elde edip, bu bileşenleri yol ve baraj yapımında kullandılar. Ayrıca, petrol vasıtasıyla boya ve yapıştırıcılar üreterek başarılı bir petro-kimya endüstrisi kurdular. Çin M.Ö. 3000'de kılıç ve zırhları cilalamak için petrolü kullanmıştır. Aynı dönemde Çinliler ilkel lambalar ve tavalarda da petrolü kullanmışlardır (Aydın, 2016:40).

Petrol piyasası, 18. yüzyıl sonlarında "Quinquet" isimli Parisli bir eczacının petrol lambasını bulmasıyla başlamıştır. Lamba petrolü, hızla en çok talep gören ürün haline getirmiştir. Ayrıca, 1850 senesinde Samuel Kier, petrol kökenli bir sıvıyı toplayarak New York eczanelerine "Kier Merhemi" adıyla satmıştır. Kier'in elde ettiği başarı ve aydınlatma ihtiyacı nedeniyle lamba petrolüne yönelik artan talep, birçok kişiyi Titusville'de petrol aramaya yöneltmiştir. Petrol aramak için Titusville'ye gelen bir grup kişi, "Seneca Oil Company"yi kurmuştur. Ardından şirketin güçlü olabilmesi adına yönetimi Albay L. Drake'e bırakmışlardır. Petrol rezervlerine ulaşmak amacıyla yüzeydeki sızıntıların altında bir sondaj yapılmış ve 1859'da dünyanın ilk petrol kuyusu böylece faaliyete geçerek günde 25 varil petrol çıkartmaya başlamıştır (Yücel, 1994:84).

Savaşlarda içi petrol ve güherçile ile doldurulan pişmiş topraktan yapılmış güller, kalelere mancınıklar vasıtasıyla yanar halde atılarak yangın çıkarmak ve düşmanın savunma direncini kırmak için kullanılıyordu. Deniz savaşlarında da yararlanılan bu güllere "rum ateşi" de denilmektedir (Yücel, 1994:84). Önemi nedeniyle enerji sektöründe mihenk taşı olarak gösterilen petrolün kullanımı, on dokuzuncu yüzyılda savaş ve ticaret gemilerinde başlamıştır. Bir kömür çeşidi olan tolüenin patlayıcı madde amaçlı üretimi başladığında ise daha fazla talep görmüştür (Serin, 2009:4).

20. yüzyıla gelindiğinde, mekanizasyonun hız kazandığı bir dönem olmuştur. Hareketli güç kullanımlarında tek enerji kaynağı olarak petrol ön plana çıkmıştır. Bu nedenle, petrol endüstrisi benzin, mazot ve kerosen üretimiyle çok hızlı bir şekilde büyümüştür. 1900 yılında 20 milyon ton, 1920'de 97 milyon ton, 1930'da ise 196 milyon

tona ulaşan petrol üretimi, artık uluslararası bir boyut kazanmıştır. 1922'de petrol üretimi artık geniş ölçüde uluslararası duruma gelmiştir. Petrol üretiminde ABD'nin arkasından Meksika (Shell, Standard Oil), Romanya, Endonezya (Shell), İran (Anglo Persian, Shell), Venezuela (Shell, Standard Oil, Gulf Oil) gelmektedir. Bu şirketler, kartel oluşturmuş ve piyasada hakim konuma gelmişlerdir (Yücel, 1994:94).

İkinci Dünya Savaşı'na kadar Körfez bölgesi, önemli bir üretim merkezi olmuştur. Ancak, rekabetçi piyasa koşulları altında, bu bölgedeki küçük üreticilerin hayatta kalması zordur, çünkü üretim maliyetleri dünya ortalamasının oldukça üzerindedir. 1947'ye kadar, kartel şirketleri Meksika Körfezi'ni uluslararası fiyatlar üzerinde kontrol sağlamak amacıyla kullanmışlardır. Dünya genelindeki herhangi bir ham petrol yükünün fiyatını hesaplamak için, bu petrolün Meksika Körfezi'nden geldiği kabul edilip, aradaki mesafeye bağlı olarak hayali bir navlun eklenmiştir. Bu uygulama, uzun bir süre boyunca uluslararası şirketlere, düşük maliyetle ürettikleri Ortadoğu ham petrolünü yüksek fiyatlarla satma ve farkı kendi kazançlarına ekleme fırsatı sunmuştur. Yeni ortaya çıkan ulusal ve özel şirketler, maliyetlerin kar oranına nazaran düşük olduğu bu ortamda, çözülmesi güç finansman sorunlarıyla karşılaşmışlardır. Çünkü petrol endüstrisinde, keşfe açık alanlarda yeni yatakların bulunup bulunamayacağı kesin olmadığından, başlangıç yatırımları oldukça yüksek olmaktadır. Ancak "Occidental" gibi bazı firmalar, kısa süre içinde önemli miktarda ucuz ham petrol bularak, kendilerine rahat bir karlılık ve finansman kaynağı sağlamayı başarmıştır. Nihayetinde, yeni katılan şirketler fiyatların düşmesine katkıda bulunsa da, üretimleri ham petrol piyasasında rekabet edebilecek kadar büyük olmamıştır. Böylece, büyük şirketler Ortadoğu üretimini kontrol ettikleri müddetçe piyasadaki egemenliklerini sürdürmeye devam etmişlerdir (Yücel, 1994:97).

1973 senesinde Suriye ve Mısır, İsrail'e yönelik bir saldırı başlatmışlardır (Kippur Savaşı). Aynı ülkeler, İsrail'i destekleyen ABD ve Hollanda'ya yönelik ambargo uygulamışlardır. Daha sonrasında, OPEC ülkeleri, petrol fiyatlarını yükseltme kararı almış ve bu durum küresel enerji krizine yol açmıştır. Petrol üretiminde sınırlama getirilen bu dönemde, arz sıkıntıları ve petrol fiyatlarının hızla artması, dünya ekonomisinde ciddi sarsıntılara neden olmuştur. Özellikle gelişmiş ülkeler, enerji tüketimlerini düşürme ve alternatif enerji kaynaklarına yönelme stratejileri geliştirmiştir. Bu olay, enerji politikaları ve uluslararası ilişkilerde kalıcı etkiler yaratmış, OPEC'in gücünü artıran önemli bir dönüm noktası olmuştur. Yaşanan bu olaylar literatürde birinci

petrol şoku olarak anılmaktadır. Daha sonrasında, İran Devrimi nedeniyle petrol sevkiyatının kesintiye uğraması, ABD Başkanı Reagan'ın seçim vaatlerine uygun olarak petrol fiyat denetimlerini kaldırması ve İran-Irak Savaşı gibi faktörlerin bir araya gelmesiyle yaşanan olaylar ikinci petrol krizi olarak anılmaktadır. 1979'daki İran İslam Devrimi, ülkenin petrol üretimini büyük ölçüde düşürmüş ve dünya çapında arz sıkıntılarına yol açmıştır. Ayrıca, İran-Irak Savaşı (1980-1988) da petrol üretiminde ciddi aksamalara neden olmuş ve Ortadoğu'daki jeopolitik gerilimler enerji piyasalarını daha da istikrarsızlaştırmıştır. Bu dönemde, petrol fiyatları hızla yükselmiş, dünya ekonomisinde yüksek enflasyon ve durgunluk yaşanmış, enerji kaynaklarına olan bağımlılık ve alternatif enerji arayışları artmıştır. ABD'nin petrol fiyatları üzerindeki denetimleri kaldırması, fiyatların dünya piyasalarına paralel olarak yükselmesine yol açmış ve bu da krizin derinleşmesine neden olmuştur (Yücel, 1994:102-106).

Petrol rezervi açısından dünyanın ikinci büyük ülkesi Suudi Arabistan, dünya rezervlerinin %16'sına sahip olurken rezerv açısından 265 milyar varili bulunup, bu rezervin yaklaşık %90'ını satmaktadır. Orta Doğu'nun zengin petrol rezervlerine sahip diğer bir ülkesi olan Irak, Körfez Savaşı ve İran-Irak arasında yaşanan savaş sebebiyle petrol üretimi düzensiz bir seyir izlemiş ve bu savaşlar sırasında ambargoya maruz tutulmuştur (Erdoğan, 2016:51).

Petrolün ve farklı yer altı kaynaklarının bulunduğu Orta Doğu'da yaşanan krizlerin ve savaşların sebepleri enerjiye olan hammadde rekabetinden kaynaklanmaktadır.

Petrol enerji kaynağı bakımından zenginliği bulunmayan Türkiye için durum, petrolün ulaşımı bakımından üstlendiği aracılık faaliyetleri açısından olumlu yöndedir. Ayrıca son dönemlerde doğalgaz ve petrol bulma faaliyeti yürüten devlet kurumu biçiminde ki Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPO), Şırnak ilinde bulunan Gabar'da yaptığı çalışmalar nihayetinde petrol bulmuştur (BOTAŞ, 2018).

Petrol enerji kaynağı açısından büyük bir rezervi olmayan Türkiye, mevcut var olan petrol kaynaklarını çoğunlukla Güneydoğu Bölgesi'nde Şanlıurfa, Siirt, Batman ve Diyarbakır illerinde temin etmektedir. Türkiye'de üretilen petrol ihtiyacını karşılayamadığı için çoğunlukla ihtiyacını ithalat yoluyla gidermektedir (BOTAŞ, 2018).

"Türkiye ham petrolün temini ve transit ülke olarak enerjinin transferini sağlamak üzere önemli boru hatlarına sahiptir"(BOTAŞ, 2018). Bunlar;

- Irak-Türkiye Ham Petrol Boru Hattı,

- Bakü-Tiflis-Ceyhan (BTC) Ham Petrol Boru Hattı,
- Batman- Dört Yol Ham Petrol Boru Hattı,
- Ceyhan- Kırıkkale Ham Petrol Boru Hattı
- Şelmo- Batman Ham Petrol Boru Hattı'ndan meydana gelmektedir" (BOTAŞ, 2018).

Ülkemizdeki petrol hatları aşağıda özetlenmektedir.

- Irak-Türkiye Ham Petrol Boru Hattı

Uzunluğu 1876 km. olan Irak-Türkiye Ham Petrol Boru hattı Körfez Krizi esnasında Birleşmiş Milletler'in (BM) Irak'a uygulamış olduğu yaptırım sebebiyle 1990 yılında kapatılıp, Birleşmiş Milletler'in 1995 yılında aldığı kararla sadece belirli alanlara petrol verilmesi şartıyla 1996 senesinde aktif hale getirilerek altı aylık dönemlerle petrol sevkine devam etmiştir (BOTAŞ, 2018).

- Bakü-Tiflis-Ceyhan (BTC) Ham Petrol Boru Hattı

Azerbaycan petrolü, güvenli ve uygun bir şekilde Gürcistan üzerinden Ceyhan'a taşınmakta ve ardından tankerler aracılığıyla dünya pazarlarına dağıtılmaktadır. (<https://www.botas.gov.tr/>).

- Batman- Dört Yol Ham Petrol Boru Hattı

"1967'de Batman'dan TPAO aracılığıyla çıkartılan ham petrolün diğer bölgelere ulaştırılması nedeniyle yapılan boru hattının sahibi BOTAŞ olmuştur "(<https://www.botas.gov.tr/>).

- Ceyhan- Kırıkkale Ham Petrol Boru Hattı

"Dört Yol-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı 2022 aktif hale gelmiş olup, Hatay'ın Dört Yol ilçesi istikametinden Adana'nın Ceyhan ilçesi istikameti boyunca 37 km uzunluğuna sahip bir boru hattıdır" (<https://www.botas.gov.tr/>).

- Şelmo- Batman Ham Petrol Boru Hattı

"Şelmo - Batman Ham Petrol Boru Hattı Şelmo bölgesinde üretilen ham petrolün Batman'da bulunan Terminale taşıyan boru hattıdır. Toplam uzunluğu 42 km'dir" (Yılmaz,2005:5).

1.3.2.3. Doğal Gaz

Uzun seneler önce varolup ölen hayvan kalıntılarının ve bitkilerin kalıntılarıyla meydana gelen doğalgaz fosil temelli bir enerji kaynağıdır. Hidro karbon şeklinde ki bir

gaz olarak, çoğunlukla su ve petrolle beraber bulunan doğalgaz son zamanlarda ortaya çıkan en mühim fosil enerji kaynağıdır (Erdoğan, 2016:54).

"%70-95'i metan maddesinde meydana gelen doğalgazın, profan, etan, bütan ve pentan gibi farklı kimyasal bileşenleri bulunmaktadır" (pipe, 2013).

Sıvı petrol gazı olarak tanımlanan Profan ve bütan, havadan hafif olduğu için serbest bırakıldığında atmosferde yükselmektedirler. Bu sebeple basınç kullanılarak sıvı halde saklanırlar. Doğalgaz kolay erişimi, ısı değeri, çevreyi daha az kirletir olması ve alternatifi olan kaynaklara göre fiyatının daha makul olması nedeniyle avantajlı bir yakıttır (Erdoğan, 2016:54).

Rezerv olarak 187 trilyon metreküp olarak tahmin edilen doğalgazın çoğunluğu Orta Doğu, Rusya ve Hazar Bölgesinde yer almaktadır. Dünya doğalgaz rezervlerinin %50'den fazlasına sahip olup, doğalgaz rezerv kapasitesi açısından önde gelen Rusya, Katar, İran, Amerika Birleşik Devletleri ve Türkmenistan piyasaya hakim durumdadır. (Erdoğan,2016:55).

Doğal gaz, kökeni çok eski zamanlara dayanan bir enerji kaynağı olsa da, petrol kadar yaygın ve sürekli bir kullanım alanına sahip olmamıştır. Bakü'de yaşayan halk için dini bir anlam taşımakta olan doğal gaz, Azericede "ateş ülkesi" anlamına gelen takma adıyla bilinir. M.Ö. 1000 yıllarında, Çin, doğal gazı kuyulardan bambu boruları aracılığıyla taşıyarak aydınlatma, pişirme ve ısınma gibi amaçlarla kullanmıştır. Batıda ilk kullanılan gaz ise kömürden elde edilen kömür gazı veya havagazıydı. 1800'lerin başlarında, ilk İngiliz fabrikasında havagazı aydınlatma için kullanılmıştır (Aydın, 2016:40).

"Hidrokarbon kaynaklara göre daha verimli ve temiz olan doğalgaz, ikinci Dünya Savaşı akabinde kullanılmaya başlanmıştır" (Serin, 2009: 10). Doğal gazın endüstriyel amaçlı kullanımı 1841 yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde olmuştur. Doğal gazın evlerde kullanımıysa 1885 yılını bularak yemek pişirme amaçlı olarak ocak kullanımı ile gerçekleşmiştir (Yüce, 2007: 130).

Doğal gazın yaygın kullanımına yönelik ilk girişimler, 1870 senesinde havagazının rekabetine karşı başarısız olmuştur. Kısa mesafelerde kullanılabilecek uygun bir boru hattının inşası ise 1872'de mümkün olmuştur. 1880'de , demir-çelik sanayiinin düşük maliyetli bu ısı kaynağına ilgi göstermeye başlamasıyla doğalgazın önü açılmıştır.

Doğalgazın 100 kilometreye yakın bir mesafeye taşınabilmesi, 1891 yılında gerçekleştirilebilmiştir (Yücel, 1994:108).

ABD'nin batısında, güneydoğusunda ve iç kesimlerinde bulunan bazı zengin rezervler sayesinde, 20. yüzyılın başlarında kuyuların etrafında giderek daha geniş alanları kapsayan birkaç boru hattı şebekesi kurulmuştur. 1930'lu yıllarda, büyük Amerikan şehirlerinin çoğu kendilerine ulaşan doğalgazı havagazı yerine kullanmıştır (Yücel, 1994:108).

Yirminci asrın sonlarına doğru başlayan teknolojik gelişmeler döneminin, yirmi birinci asırda da devam etmesiyle birlikte geniş çaplı enerji ihtiyacı doğmuştur. Enerjiye yönelik ihtiyaç çoğunlukla doğalgaz ve petrol kaynaklı giderilmektedir. Günümüzde tüketim halinde bulunan enerji farklı enerji kaynaklarından karşılanırken doğalgaz, petrol ve kömür gibi yenilenemez enerji kaynakları, bu kaynakların %87'sini kaplamaktadır. Doğalgazı ekstradan bir işlem uygulanmadan kullanılabilmesi, sevkedilmesi ve bunun yanı sıra yüksek verimlilik sağlaması nedenleri ile vazgeçilemez bir enerji kaynağı olarak kullanımı ve dünyadaki kanıtlanmış rezerv miktarı gibi nedenler doğalgazı önemli bir kaynak yapmıştır (Dalmış, 2017:5). İlk olarak doğal gazın Türkiye'deki tarihsel sürecine değindiğimizde; ilk defa 1970'te Trakya bölgesinde yer alan Kırıkkale'nin kurumlar bölgesinde keşfedilerek 1976 yılında Pınarhisar çimento fabrikasında kullanılmasıyla gerçekleşmiştir. 1975 yılında Türkiye'nin diğer bir bölgesi olan Güneydoğu Anadolu'da yer alan Mardin ilinin Çamurlu sahasında keşfedilen doğal gaz 1982'de Mardin Çimento fabrikasında kullanılmıştır. Bu da bize gösteriyor ki kaynak rezervinin sınırlı olması, ilk etapta belirli yerlerde kullanılmasına sebep olmuştur. Doğal gazın şehirlerde ve sanayi alanlarında yaygın bir şekilde kullanılması 1984 yılında Türkiye ile Sovyetler Birliği arasında gerçekleşen antlaşma neticesinde gerçekleşmiştir. Doğal gaz evlerde ve ticari olarak iş yerlerinde 1988 senesinde ilk kez Ankara'da kullanılmıştır (Dalmış, 2017:16).

Doğalgaz rezervleri açısından değerlendirildiğinde Türkiye, Orta Doğu'da yer diğer komşu devletlere göre zengin bir rezerve haiz değildir. Ancak, doğalgazın sevkıyatı sürecinde kritik bir jeopolitik alana sahip durumdadır. Ülkemizdeki doğalgaz hatları aşağıdaki şekildedir.

- Rusya – Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı (Batı Hattı)

Türkiye ve günümüz Rusya'sıyla doğalgazın taşınması durumuna ilişkin hükümetlerarası sözleşme imzalanmıştır. Türkiye ve Sovyetler Birliği devletlerince

doğalgazın ulaştırılması amaçlı antlaşma 1984 senesinde akdedilmiş olup, bu anlaşma Türkiye'nin ikame enerji kaynağı araştırma çalışması nedeniyle gerçekleşmiştir. Bahse konu sözleşmenin gerçekleşmesinden ardından BOTAŞ tarafınca çalışmalara başlanarak, Türkiye doğalgaz Kullanılması için etüd çalışmalarına, potansiyel tüketimin nasıl olacağına ve güzergah belirlemeye yönelik çalışmalarına 1985 senesinde başlamıştır. 1986 yılına gelindiğinde BOTAŞ ile SoyuzGaz Export 25 yıllık doğalgaz alımı ve satımı içerikli sözleşmeyi akdetmiştir. Sözleşmeye binaen 1987 yılı itibariyle minimal seviyede doğalgaz alımı gerçekleştirilmiş olup, 1993 yılında bu miktar hızlı bir şekilde artış göstererek 6 milyar metre küp seviyelerine varmıştır. 845 km. uzunluğa sahip Rusya ve Türkiye Doğalgaz Boru Hattı ülkeye Bulgaristan'dan girip sırasıyla Hamitabat'a ardından da İstanbul'dan geçerek Ankara şehrine ulaştırılmıştır. İnşasına 1986 senesinde başlanan hat 1987 senesinde Hamitabat kasabasına ulaşmış olup, akabinde bölgedeki Trakya çevirim santralinde elektrik enerjisinin üretimi amaçlı kullanılmıştır. Doğalgaz boru hattı'nın başkente ulaşması 1988 senesinde gerçekleşmiştir (<https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-dogal-gaz-boru-hatlari>).

- İran – Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı

İran doğalgazının senelik 10 milyar m³'lük kısmının ülkemize iletilmesi nedeniyle, 1996 senesinde Türkiye ve İran devletlerince Tahran şehrinde bir Doğal Gaz Alım-Satım sözleşmesi akdedilmiştir gelebilmiştir (<https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-dogal-gaz-boru-hatlari>).

- Bakü – Tiflis – Erzurum Boru Hattı (BTE)

2001 senesinde Türkiye ile Azerbaycan arasında akdedilen sözleşme kapsamında, Güney Hazar Denizi'ndeki Şahdeniz bölgesinde üretilen gazın ülkemize iletilmesi amacıyla Bakü-Tiflis-Erzurum (BTE) Doğalgaz Hattı inşa edilmiştir. Azerbaycan ve Gürcistan topraklarından geçerek Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı (BTC) ile aynı güzergahı izleyen bu hattın uzunluğu yaklaşık 980 km olarak tasarlanmıştır. BTE'nin Azerbaycan ve Gürcistan'daki bölümü için, Şahdeniz sahasının ikinci aşama üretimiyle paralel olarak kapasite artırma çalışmaları 2015 yılında başlatılmış, 2018 senesinde aktif olarak gerçekleşmiştir. Şu anda, BTE hattıyla Türkiye'deki genel ve nihai tüketiciye ve TANAP aracılığıyla Avrupa'ya sevk edilmektedir (<https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-dogal-gaz-boru-hatlari>).

- Mavi Akım Boru Hattı

BOTAŞ ve Gaz export tarafınca 1997 senesinde akdedilen 25 senelik doğalgaz alım satım sözleşmesi gereğince, Rusya Karadeniz üzerinden geçen bir hatla Türkiye'ye doğalgaz iletilmektedir. Sözleşme kapsamında ülkemize senelik 16 milyar metre küp doğalgaz sağlanmaktadır.

Bu doğalgaz hattının Rusya'daki bölümü ve Karadeniz geçişinin yatırımcısı ile inşası GAZPROM Şirketi tarafından, Türkiye kısmının yatırımı ve inşasıysa BOTAŞ tarafından yapılmıştır. Projeye göre, Samsun-Durusu'daki basıncı azaltma ve ölçme bölgesinin yapımı 2002 senesinde sağlanmıştır. Mavi Akım Projesi'nin Türkiye'deki bölümüyse, Samsun şehitinden başlayıp Ankara istikametine uzanarak ulaşarak hatla bağlantı sağlanmaktadır. Hattın işletmeye alınması 2003 yılının şubat ayında olmuştur (enerji.gov.tr).

1.3.2.4. Geleneksel Biyokütle

"Biyokütle enerjisi, organik maddelerden enerji kaynağı olarak yararlanılmasıdır. Bilinen bitki yakma ve hayvan atıklarından yararlanma yöntemleri geleneksel biyokütle olarak adlandırılmaktadır" (Kılınç Savrul, 2016: 9).

Bunların yanı sıra, odun, hayvan gübreleri ve ev kaynaklı atıklar gibi çöpler de biokütle kaynaklı enerjiyi yaratabilir. Yakın dönemde, biyokütle kaynaklı enerji, yenilenebilir enerji kaynakları sınıfında değerlendirilebilmektedir. Çeşitli ekonomik ve sosyal katkıları sebebiyle gelecek olarak görülen biokütle enerjisi büyük bir potansiyeli içinde barındırmaktadır. Gaz, katı ve likit yakıta dönüştürülebilen biyokütle enerjisi ısınma ve elektrik üretimi amaçlı olarak kullanılabilir. Tarım, orman ve endüstri atıkları biyokütle olarak kullanılabilir (Perlack, R. D. et. al. 1995; Hall, 1997:17).

Bitkilerin güneş enerjisiyle fotosentez yaparak kimyevi maddelere dönüştürdüğü ve bu maddeleri bünyelerinde depoladığı süreç sonucunda oluşan, canlıların kökenini oluşturan organik madde kaynaklı biyokütlenin ana bileşenleri, karbonhidrat yapısındaki bitkisel veya hayvansal temelli doğal maddelerdir. Böylelikle oluşturulan enerji, biyokütle enerjisi olarak tanımlanır. Başka bir deyişle, kısa süreli tazelenen ve besin endüstrisini kaplayan enerjileri biyokütle şeklinde kabul edilebilir (İlleez, 2004; Olgun ve Tırıs, 2001, Tüplek, 2011).

Fosil kaynaklı yakıtların sağlanmasından daha pahalıya mal olan biyokütle enerjisinin yenilenebilir bir enerji kaynağı olması ve fosil yakıtlara göre sürdürülebilir nitelikte olması gibi durumlar, global enerji piyasasında önemli bir yere sahip olmasına sebep olmaktadır. Biyokütle fosil yakıtlarla karıştırılarak da kullanılabilen bir enerji kaynağıdır. Yeni biyokütle kaynağı bulunan yakıtların pahalı durumda bulunmaması nedeniyle tüketicilere mali avantaj oluşturması ilgi duyulmasına sebep olur. Böyle olmaması halinde, farklı yenilenemez kaynaklarla rekabet edemediği için hem üretimi yavaşlayacak hem de piyasada talep bulamayacaktır (TÜSİAD, 1998:142-143).

1.3.2.5. Nükleer

Atom çekirdeklerinden elde edilen nükleer enerji, bu çekirdeklerin nükleer santrallerde fisyonu uğraması veya birleşmesi sürecinde ortaya çıkan ısı enerjisidir. Suyun açığa çıkan ısı enerjisiyle kaynatılması sonucu ortaya çıkan buhar türbinleri çevirerek elektrik üretiminin açığa çıkmasını sağlamaktadır. Nükleer yakıt ve uranyumun ithal edilmesiyle sağlanan nükleer enerji yerli üretim olarak kabul görmekte olup, sebep olarak, uranyum hammaddesinin sabit fiyatının bulunması, çoğu ülkede bol bulunabilmesi, tekel piyasasına sahip olmaması ve stoklanmasının kolay olması gösterilmektedir. Yakıt stoku yapılarak yapılmak suretiyle nükleer enerji üretimi sürekli bir hale getirilebilir (Erdoğan, 2016:58).

1896 senesinde Becquerel tarafından radyoaktivitenin keşfi ve aynı dönemde Einstein'ın madde ile enerji arasındaki eşdeğerlik ilkesini açıklaması üzerine, 1911'de Ernest Rutherford'un çekirdekli atom modelini ortaya koymasıyla nükleer enerjinin gelişimine zemin hazırlayan temel buluşlar gerçekleştirilmiştir. Bu keşifler, nükleer enerji ve atom fiziği alanındaki ilerlemelerin önünü açmış, modern bilimin temel taşlarını oluşturmuştur (Yücel, 1994:108).

İkinci Dünya Savaşı'nın başında, atom bombası üretme yönündeki çalışmalar iki ana merkezde yoğunlaşmıştır. Bunlardan biri, ABD'deki Princeton Üniversitesi'nde Einstein'ın önderliğindeki ekip (bu grupta, Alman bilim adamları da bulunmaktadır), diğeri ise Almanya'da, rejime bağlı kalan bilim insanlarının oluşturduğu gruptur. Başkan Roosevelt, bizzat kaleme aldığı bir mektupta, Almanya'nın bu alanda ileride olduğunu belirterek, ABD'de mümkün olan en kısa sürede atom bombası üretimine yönelik önemli bir programın başlatılmasını talep etmiştir. Bu çağrı büyük bir yankı uyandırmış ve

"Manhattan Projesi" adıyla bilinen tarihin en büyük bilimsel seferberliklerinden biri haline gelmiştir. Programın en belirgin kısmı, Oppenheimer'ın liderliğindeki "Los Alamos Araştırma Merkezi"nin kurulmasıdır. Neredeyse tamamen askeri bir disiplinle yönetilen bu "beyinler kampı"nda birkaç bin bilim insanı görev yapıyordu. Manhattan Projesi, bu araştırma merkezine ek olarak, Hanford'da bir uranyum üretim tesisi ve Oak Ridge'de izotop ayırma ve uranyum zenginleştirme fabrikalarını da içermektedir. Sadece atom bombasına odaklanan bu program, 16 Temmuz 1945'te New Mexico Eyaleti'nde gerçekleştirilen ilk patlama ve sonrasında 1945 yılı ağustosunda Japonya'nın Nagazaki ve Hiroşima şehirlerinin yok edilmesiyle son bulmuştur. Böylece, Berlin'de 22 Aralık 1938'de keşfedilen uranyum çekirdeğinin bölünmesi buluşu, ABD'de yıkıcı bir bomba şekline dönüşmüştür (Yücel, 1994:113).

Daha sonrasında, nükleer enerjinin yaygınlaşmasıyla beraber Windscale (1957), Three Mile Island (1979) ve Çernobil (1986) faciası gibi nükleer santral kazaları yaşanmıştır. Bu olaylar neticesinde atmosfere yayılan radyoaktif maddelerin, gıda yoluyla insanlara ve çevreye büyük tahribatlar verdiği görülmüştür (Bell, 2005:771-777).

"Yakıt maliyeti nükleer enerjiye, doğal gaz ve petrole kıyasen avantaj sağlamaktadır. Radyoaktif atıkların depolanması maliyeti de dahil olmak üzere nükleer enerjinin yakıt maliyeti, kömür maliyetinin üçte biri, doğal gaz maliyetinin beşte biridir" (Enerji Raporu, 2013:273).

Küresel ölçekte sürdürülebilir ekonomik yapıları destekleyen enerji kaynakları arasında yer alan nükleer enerji, çevre koruma ve gelecek nesiller için tüketilebilir kaynakların korunmasına yardımcı olan bir sistem olarak kabul edilmektedir. Dünya genelinde 438 nükleer güç santrali, küresel enerji ihtiyacının yaklaşık %14'ünü karşılamaktadır. Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) verilerine göre, 2050 yılı itibarıyla dünya enerji üretiminin büyük bir kısmının nükleer santraller tarafından sağlanacağı öngörülmektedir. Nükleer enerji kullanımının hızla artması, aynı zamanda yakıt çevrimi süreçlerine yönelik talebin de yükselmesine neden olmaktadır (Ataseven, H. & Ünsal, D, 2022: 25).

Avrasya bölgesinin kritik bir jeoekonomik önemi bulunmasının asli nedenlerinin en önemlisi Global ölçekteki süper güçlerden Çin'in bulunmasının yanında, yüksek fosil enerji zenginliği bulunan ülkelerin varlığı ve nükleer güç bakımından ileri çalışmalarıyla bilinen Kuzey Kore'nin bulunmasıdır.

Çok avantajı bulunmasıyla beraber büyük tehlikelerde içeren nükleer güç, nükleer enerji üretimi sırasında yaşanan her aşamada büyük sorunlar doğurabilmektedir. Bu durumun en klasik örneği ise günümüz Rusya'sında soğuk savaş sürecinde gerçekleşen çernobil faciasında karşımıza çıkmaktadır.

Nükleer enerjinin üretimi sürecinde karşılaşılabilecek ana sorunlardan birisinin radyasyon kaynaklı tehlike ile gündeme gelebildiğini söylemek mümkündür. Bahse konu risklerin en aza indirgenmesi amacıyla oluşturulması zorunlu önlemler bulunur. Nükleer güç üretimi sağlanırken öncelikle uluslararası standartlarca belirlenen güvenlik önlemlerinin doğruca tatbik edilmesi gerekir. Bu sebeple, yüksek su ihtiyacı bulunan Nükleer güç santralleri, su kaynağı içeren deniz veya benzeri su göletlerinin uzağında bulunmayıp, gerçekleşme ihtimali bulunan negatif risklere karşı yerleşim alanlarından uzak bölgelerde kurulması, deprem gibi doğal afet yaşanabilecek alanlardan uzak tutulması hallerinde, riskin en aza indirilmesi sağlanabilecektir.

Füzyon temelli enerjiye kaynak sağlama açısından yüksek birikime sahip olan Türkiye 5.300 ton uranyuma ve 380.000 ton toryuma sahiptir. Özellikle toryum kaynaklı füzyon enerji temelli teknolojinin üretimi halinde, nükleer teknoloji alanında arzın güvenliğide edinilmiş olacaktır. Dünyada bulunan toryumun dörtte birini elinde bulunduran Türkiye'nin bu alanda güçlü olduğunu görmekteyiz (Erdoğan, 2016:63).

1.3.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Sınırsız, sürekli, tekrar kullanılabilen ve kullanılması halinde tükenmeyen kaynaklar, yenilenebilir enerji kaynakları olarak adlandırılmaktadır. YEK'ının popülaritesi günümüzde daha çok artsa da potansiyelinin tamamı kullanılmamaktadır. Güneş ve rüzgâr gibi kaynakların küçük bir kısmından yararlanılırken, hidrolik enerji potansiyelinin yarısından yararlanılmaktadır. Rüzgâr, Jeotermal ve gelgit kaynaklı enerjiler potansiyel bakımından sınırlı durumayken güneş kaynaklı enerji sonsuz bir güç şeklinde bilinmektedir (Erdoğan,2016:65).

“Yenilenebilir enerjilerin başlıca avantajı karbondioksit emisyonlarını azaltarak çevrenin korunmasına yardım etmeleridir. Bunlar yerli oldukları için enerji ithalatına bağımlılığı azaltırlar. İstihdamın gelişmesine katkıda bulunabilirler” (Aydın, 2010:319).

"Yenilenebilir enerji kaynakları doğal enerji kaynaklarından meydana geldikleri için, ithal enerjilere ödeme yapılmasını engellemekte ve dış borçları azaltmaktadırlar.

Bunlardan yararlanmak için gerekli olan enerjilerin işletilmesi kolaydır” (Mutlu,2002:66). YEK'nın ilk sermaye harcamaları, yenilenemez enerji kaynaklarına kıyasen daha maliyetlidir. Fakat YEK'ı zaman içinde ekonomik açıdan önemli kazançlar ortaya koymaktadır. Bu nedenle, ilk giderler kamu desteğiyle azaltılabilir ve hem yerli hem de uluslararası sermaye sahiplerine yönelik çekici destekler sağlanabilir. Bu şekilde, yenilenebilir enerji sektörünün gelişimi hızlandırılabilir ve sürdürülebilir enerji kullanımının önündeki engeller aşılabılır (Kaygusuz ve Sarı, 2003:355).

“Yenilenebilir enerji herhangi bir şekilde üretim süreci gerektirmeksizin doğada var olan, doğal yollarla elde edilebilen enerjidir” (IEA, 2020; Şengül vd, 2014: 617). “Yenilenebilir enerji kaynakları doğada kendiliğinden bulunabilen, fosil kökenli olmayan, daha az zararlı emisyonu sahip, tekrar tekrar kullanılabilen ve enerji üretimi için doğada hazır bulunan kaynaklardır” (Şengül vd., 2014: 617)

“Yenilenebilir enerji kaynakları güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, dalga enerjisi, biyokütle enerjisi, jeotermal enerji, gelgit enerjisi, hidrolik enerji ve hidrojen enerjisi vb. kaynaklardır” (Üçgül ve Elibüyük, 2017:28).

1.3.3.1. Hidroelektrik

Su yoluyla üretilen enerjiye hidroelektrik enerji kaynağı denilmektedir. Suyun belirli bir noktadan gitmesi nihayetinde suyun durağan potansiyelinin hareket enerjisine çevrilmesiyle elde edilmektedir (Erdoğan,2016:69). "Baraj veya cebri borularla eğimli olarak taşınan suyun dinamo veya türbine bağlanması ile yüksek bir kinetik enerji oluşur ve bunun sonucunda elektrik enerjisi üretilir" (Erdoğan, 2016:69).

Sürdürülebilir kaynaklardan biri olan hidroelektrik enerjisi, elektrik üretiminde önemli bir yere sahiptir. Akarsu kaynaklarının bulunduğu bölgelere kurulan hidrolik enerji santralleri ihtiyacın hasıl olduğu yere değil, kaynağının bulunduğu yere kurulmak zorundadırlar. Hidrolik santrallerin kurulabilmesinin sağlanması amacıyla baraj oluşturmak gerekmektedir. Baraj inşası pahalı olup, uzun sürmekteyken, kurulan santrallerin kendilerini zamanla amorti edebilmeleri nedeniyle yatırımcılar tercih etmemektedirler (Erdoğan, 2016:70).

"Hidroelektrik enerjisinin ilk kullanımı akarsuyun %52'lik bir kısmını mekanik enerjiye çevirebilen su tekerlekleri veya su değirmenleri ile olmuştur. Zamanla yaşanan

gelişmeler doğrultusunda bu verim %90 seviyesinde elektrik enerjisi üretimine ulaşabilmiştir "(Şen, 2002:162).

"2002 Johannesburg Zirvesi'nde hidroelektriğin yenilenebilir bir enerji kaynağı olduğu onaylanmıştır. 2005 yılında nehir veya kanal gibi santraller yenilenebilir enerji noktaları olarak kabul edilmiştir" (TÇV, 2006:26-27). "Su gücünün kurulan santraller sayesinde elektrik enerjisine dönüştürülme süreci hidro-enerji olarak ifade edilmektedir" (Polat, 2010:232).

Hidroelektrik kaynaklı enerji, göletlerin ardında bulunan suyun yükselmesiyle başlangıçta durağan olarak briktilir. Bu enerji, suyun belirli bir yükseklikten bırakılmasıyla hareket enerjisiye dönüşür ve akabinde türbin adı verilen tekerleklerin dönmesi sağlanarak elektrik enerjisine dönüşür (Şen, 2002:163-164).

Hidroelektrik enerji potansiyeli yılda 443 milyar kWh olan Türkiye, bu kaynağını ekonomik ve teknik açıdan değerlendirerek enerji üretim kapasitesini artırma ve sürdürülebilir enerji çözümleri sağlama fırsatına sahiptir. Yılda üretilen hidrolik enerjisi 216 milyar kWh iken potansiyeli ise 47.000 MW şeklinde hesaplanmıştır. Hidroelektrik gücünün %45'e yakını Fırat ve Dicle nehirlerinden sağlanır. Ülkemizin hidroelektrik enerjiye dayalı bulunan gücü, dünyada bulunan gücün yaklaşık %2'sine tekabül etmektedir. Türkiye total gücünün yarısından daha fazla 26.000 MW lık bölümünü elektrik kaynaklı enerji oluşturmak amacıyla kullanmaktadır. Türkiye'nin hidrolik enerji potansiyeli bulunan kurulu gücü kadardır (Erdoğan, 2016:72).

"Türkiye'deki hidrolik santrallerin kurulu güçlerine ve üretimlerine göz atacak olursak, Türkiye elektrik sistemi kaynaklara göre kurulu güç istatistikleri ve üretim payı, 2022 istatistiklerine göre," aşağıdaki şekilde gösterilmiştir (EÜAŞ Hidrolik Santralleri 2022).

EÜAŞ HİDROLİK SANTRALLERİ (2022) HYDRO POWER PLANTS OF EÜAŞ (2022)					
SIRA NO ORDER	SANTRALIN ADI NAME OF POWER PLANT	YAKIT CİNSİ FUEL TYPE	BULUNDUĞU İL LOCATION	KURULU GÜÇ INSTALLED CAP. (MW)	BRÜT ÜRETİM GROSS GENERATION (GWh)
1	ERİK HES	-	Karaman	6.5	16.8
2	GAZİLER HES	-	Iğdır	10.8	15.9
3	GİRLEVİK 2-MERCAN	-	Erzincan		15.9
4	KARS DEREİÇİ	-	Kars	0.4	2.2
5	KEPEZ I	-	Antalya	26.4	65.3
6	KEPEZ II	-	Antalya	6.0	2.7
7	KOYULHİSAR	-	Sivas	0.2	0.3
8	YÜREĞİR	-	Adana	6.0	9.7
AKARSU SANTRALLARI TOPLAMI RUN OF RIVER POWER PLANTS TOTAL				56.3	128.7
HİDROLİK SANTRALLARI TOPLAMI HYDRO POWER PLANTS TOTAL				13,817.9	26,548.6

Şekil 1. Türkiye elektrik sistemi kaynaklara göre kurulu güç istatistikleri ve üretim payı, (2022) (Kaynak: EÜAŞ Hidrolik Santralleri 2022)

1.3.3.2. Rüzgar

Rüzgar enerjisi, yüzyıllar boyunca kullanılan önemli bir enerji kaynağı olmuştur. Sabit kullanımlar arasında yeldeğirmenleri, hareketli olanlar arasında ise yelkenli gemiler yer almaktadır. 19. yüzyıldan itibaren bu enerji kaynağı yerini içten yanmalı motorlara bırakmaya başlamıştır. Yeldeğirmenlerinin elektrik üretimi için kullanımı, köylerin elektrikleştirilmesinden önce, 20. yüzyılın ilk yarısında yaygınlaşmıştır. İlk büyük rüzgar türbinlerinden biri olan Smith-Putnam türbini, 1941'de Vermont'ta kuruldu ancak 1945'te kanat arızası nedeniyle terk edilmiştir. 1898'de Danimarka'da başlanan denemelerle, Batı Avrupa'nın çeşitli ülkelerinde (Hollanda, Danimarka ve Almanya) 800-1000 kW'lık deneysel rüzgar jeneratörleri elektrik şebekelerine bağlanmıştır. Petrol bunalımının etkisiyle, rüzgar enerjisi tekrar önem kazanmıştır (Yücel, 1994:127).

Güneşin oluşturduğu farklı bir enerji şekli olan rüzgar, gündüzleri ısınan yeryüzünün, geceyse soğumasıyla oluşmaktadır. Yüksek basıncın varlığı sıcaklığı, alçak basınç ise soğumayla rüzgarı oluşturur. Rüzgara dayalı enerjinin dezavantajıysa rüzgar vaktinin tespitindeki güçlülüdür (Göksu, 1985:48).

Rüzgar, doğal ve tekrarı muhakkak bir enerji kaynağı olarak, güneş tarafınca gezegenimizin her tarafının farklı ısınması nihayetinde ki basınç farklılıkları sebebiyle

gündeme gelen coğrafi bir olaydır. Katı bir biçimi olmamakla beraber, görülemeyip, gücü hissedilen bir durumdur (National Geographic – Society, 2022).

Sıcaklık farklılıkları nedeniyle dünyamızda meydana gelen basınç farkları sonucunda, yüksek basınçtan alçak basınca doğru yönelen belirli hava hareketleri rüzgar olarak adlandırılır. Rüzgarın hızına göre değişen potansiyel, hareket enerjisine dönüşür. Bu kinetik enerjiden türbünler aracılığıyla elektrik enerjisi üretilir. Rüzgâr vasıtasıyla elektrik üretebilmek için rüzgâr hızı, esinti aralığı, devamlılığı ve doğrultusu büyük önem taşır. Yapılan araştırmalar, hızı 27-35 km/saat arasında değişen rüzgar ile elektrik üretilebileceğini göstermektedir (Erdoğan, 2016:67).

Toprağı, suyu ve havayı aynı şekilde ısıtan güneş, dünyamızda basınç ve sıcaklık farkları oluşturarak rüzgarı doğurur. "Basınç farkından dolayı yüksek basınç alanından alçak basınç alanına doğru meydana gelen hava hareketine ise rüzgâr denir" (YEGM 2016). Güneş enerjisi, rüzgar gücünün oluşumundaki asıl kaynaktır. Dönüşüme uğramış güneş enerjisi olarak da adlandırılan rüzgâr enerjisi, dünyamıza ulaşan güneş ışınlarının sadece %2'si kadarının dönüştürülebilmesinden elde edilmektedir. Rüzgârın özellikleri bölgelerin topografik yapılarından, coğrafi durumdan doğan değişkenlerden ve yer yüzeyinin farklı ısınmasından kaynaklı olarak bölgesel ve zamansal olarak değişkenlik arz etmektedir. Rüzgârın potansiyeli rüzgarı hızına, rüzgarın estiği yöne ve rüzgarın esme süresinin ne oldu gibi parametrelere göre belirlenir (Özen, Şaşmaz, Bahtiyar, 2015: 87).

Rüzgar birbirlerine yakın iki bölge arasında oluşan basınç değişikliğinden kaynaklı olarak doğan ve yüksek basınçtan alçakta bulunan basınca hareket halinde ki hava akımı şeklinde bilinir. Rüzgar, arazilerin topografik yapısından, yüzeye olan sürtünmesinden, alandaki ısıdan, rüzgâr istikametindeki değişkenden, hava koşullarından ve dünyamızın dönme hareketinden etkilenmektedirler. Rüzgar yön ile hız olarak iki farklı şekilde olarak tanımlanmaktadır (TÇV, 2006: 67– 69).

Hangi sebeple oluştuğu bilinmeden binlerce yıldır rüzgarın enerjisinden faydalanan insanoğlu, rüzgar gücünü toplumsal faydayı sağlayacak şekilde kullanmaya çalışmışlardır. İnsanoğlunun rüzgar gücünü ilk olarak yelkenli gemilerin yözdürülmesi ile sağladıkları düşünülmektedir. Buna ek olarak 1940'larda bazı köylerin elektrik üretmek amacıyla rüzgar gücünden yararlandığı görülmektedir (Şen, 2002:92).

Dünya genelinde yaklaşık 300.000'den çok yel değirmeni bulunduğu öngörülmektedir. Rüzgardan faydalanma, yelkenlilerde ve su pompalama sistemlerinde

de kullanılmıştır. 1918'in sonlarında metropollerin elektriğe kavuşması ve motorinin uygunlaşması sebebiyle rüzgar kaynaklı enerjiden yararlanma düşüncesi ertelenmişti. Ancak 1970'lerdeki petrol krizi ve yakıt maliyetlerindeki artış ile beraber rüzgâr enerjisine olan ilgi yeniden artarak, sektöre sağlanan finansman artmıştır. Türkiye'de genel kullanım için tasarlanan ilk rüzgara dayalı elektrik üretimi ise, 1986'da Çeşme Altinyunus Tesisleri'nin kurulmasıyla sağlanmıştır (Acaroğlu, 2003: 181-182).

Rüzgara dayalı enerji açısından güçlü bir konumda bulunan Türkiye'nin bu gücü en fazla sağladığı bölge, ege bölgesinde bulunan İzmir şehridir. Mevcut durumda ülkemizde ilk defa rüzgar enerjisiyle elektrik üretimi, 1986 senesinde Çeşme'de sağlamıştır (enerji.gov.tr).

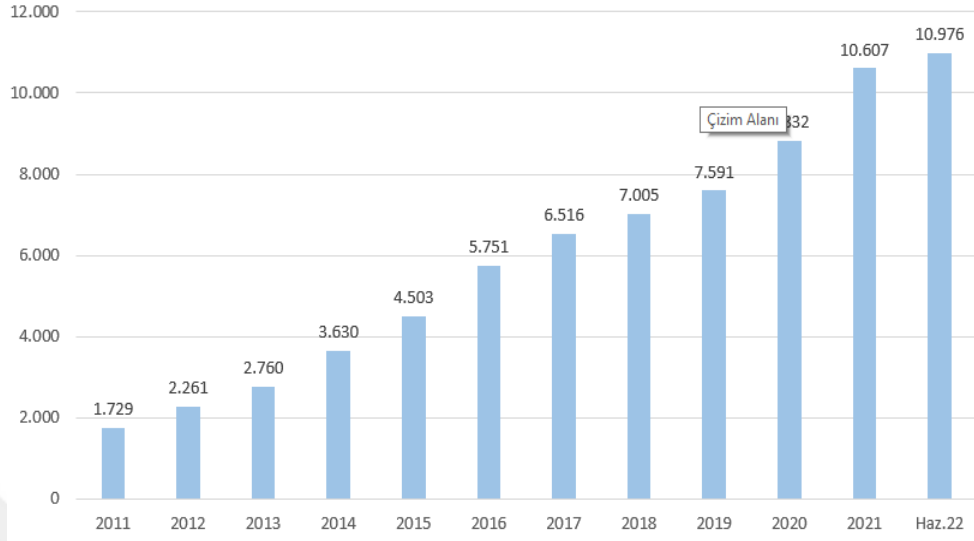
Tablo 1. Türkiye'de bölgelere göre ortalama rüzgâr yoğunluğu (2016)

Bölge	Yıllık Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	Rüzgar Gücü Yoğunluğu (W/m ²)
Doğu Anadolu Bölgesi	2,12	13,19
İç Anadolu Bölgesi	2,46	20,14
Karadeniz Bölgesi	2,38	21,31
Akdeniz Bölgesi	2,45	21,36
Ege Bölgesi	2,65	23,47
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	2,69	29,33
Marmara Bölgesi	3,29	51,91
Ortalama	2,58	25,82

Kaynak: İlkılıç 2016: 5.

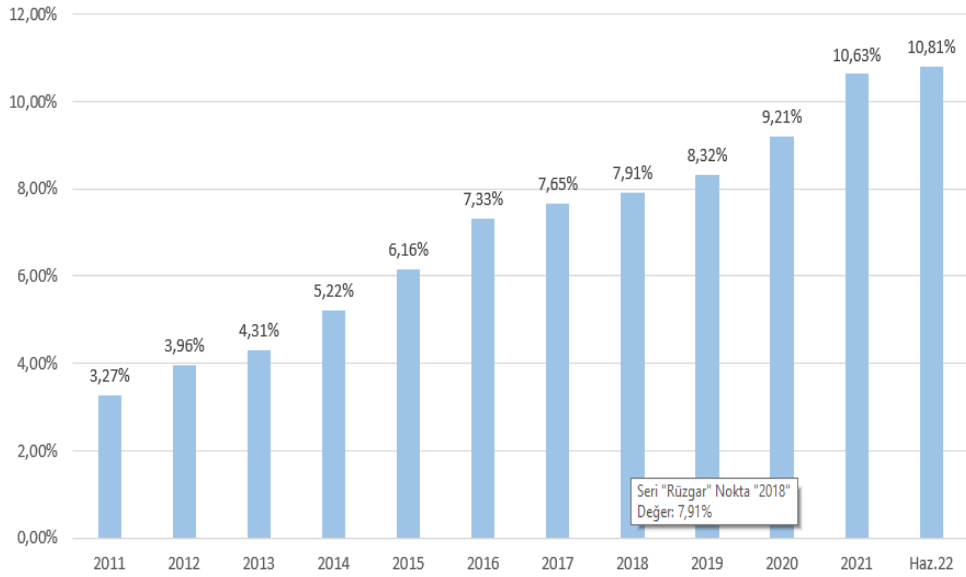
Ülkemizde rüzgar gücü ve hızı açısından yapılan bölgesel yoğunluk analizleri, ortalama yıllık rüzgar hızı bakımından en etkili bölgelerin Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Marmara Bölgesi olduğunu göstermektedir. Rüzgar gücü yoğunluğu bakımındansa en yüksek değerler, 51,91 ortalamayla Marmara, 29,33 ile ise de Güneydoğu Anadolu Bölgesi olarak belirlenmiştir (enerji.gov.tr).

RÜZGAR ENERJİSİNE DAYALI KURULU GÜÇ (MW)



Şekil 2. Rüzgar enerjisine dayalı kurulu güç (MW). (Kaynak: enerji.gov.tr)

TOPLAM KURULU GÜÇ İÇERİSİNDEKİ ORANI



Şekil 3. Toplam kurulu güç içerisindeki oranı (MW). (Kaynak: enerji.gov.tr)

1.3.3.3. Güneş

Yaklaşık 1,4 milyon kilometre çapı ile dünyamıza yaklaşık 150 milyon kilometre uzaklıkta bulunan Güneş, sıcak gazlar neticesinde oluşan bir yığındır. Güneş enerjisi, bilinen en eski enerji türü olup, güneş'in çekirdeğinde gerçekleşen ve hidrojen gazını kimyevi bir madde olan helyuma çeviren füzyon reaksiyonları sonucunda açığa çıkan son derece güçlü bir enerji türüdür. Bu tepkime neticesinde meydana gelen gücün yalnızca çok az kısmı Dünya'ya ulaşmakta, ancak bu miktar dahi insanlığın tüm enerji ihtiyacını fazlasıyla karşılamaya yeterlidir. Tüm enerji kaynakları güneş enerjisinden türemektedir. Güneş enerjisi, kesilebilen, farklı, düşük yoğunlukta ve dağınık durumda bulunur (TÇV, 2006:35).

Bilinen çoğu enerji kaynağının hammaddesi durumundaki güneş, oluşturduğu ısı ve ışıkla mevsimleri meydana getirip, canlıları besler, rüzgarlar oluşturur ve nihayetinde dünyanın varoluşunun sürdürülebilmesini sağlar.

1747 senesinde Buffon, güneş enerjisini kullanarak odunu tutuşturmayı başarmıştır. Aynı dönemde, Lavoisier de iki mercek aracılığıyla güneş ışığını yoğunlaştırarak madenleri eritmeyi başarmıştır. Bu deneyler, güneş ışığının ısı enerjisini kullanarak madde üzerinde büyük etkiler yaratabileceğini gösteren örneklerden olup, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla ilgili yapılan ilk önemli keşifler arasında yer almaktadır. Güneş enerjisi üretimi ve termodinamik devrelerin keşfi, 19. yüzyılda ilk güneş motorunun çalışmasına olanak sağlamıştır. Cam ve kara cisimlerin birleşimiyle (sera etkisi) güneş ısısı üretiminin temelleri ise 18. yüzyıldan itibaren bilinmektedir (Yücel, 1994:133).

Güneş enerjisi, çevre kirliliği yaratmaması ve tükenmeyen bir kaynak olmasının yanı sıra çoğu ülkede yararlanılabilmesi gibi önemli avantajlara sahiptir. Ancak, dağınık, kesintili ve değişken bir yapısı olması, enerji dönüşüm teknolojilerinin çoğu zaman yetersiz kalması ve elektrik üretimi için başlangıç yatırım maliyetlerinin geleneksel kaynaklara kıyasen yüksek olması gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Ayriyeten, yenilenemez yakıtların çevreye yönelik oluşturduğu zarar ve diğer masraflara bakıldığında güvenilebilir bir enerji kaynağı olarak güneşin katlanılabilir bir maliyeti bulunmaktadır (TÇV, 2006:57).

Güneşten kaynaklı enerjinin elde edilmesinde ki süreci incelediğimizde, güneş enerjisinin üretim safhasında ilk etapta elde edilen şey ısıdır. Varolan bu ısı dosdoğru kullanıma uygunken, elektrik enerjisini üretmek amacıyla da kullanılabilir. Güneşe dayalı

ısıt teknolojiler, yoğunlaştırıcı sistemler ve minimum seviyedeki sıcaklık sistemleri şeklinde iki grupta sınıflandırılır. Düşük sıcaklık sistemi güneşe dayalı enerjiyi biriktiren ve akabinde bir ısı biçimi şeklinde devir sağlayan farklı tip ve durumlardaki aletlerdir. Yaygın olarak evde suyu ısıtma amacıyla kullanılır (YEGM:2016). "Yoğunlaştırıcı sistemler daha yüksek sıcaklıklara ulaşmak için kullanılan sistemlerdir. Parabolik oluk kolektörler, parabolik çanak sistemler ve merkez alıcı sistemler yoğunlaştırıcı sistemlerin en yaygın olarak kullanılanlarıdır" (YEGM:2016).

Güneş enerjisinden faydalanma çalışmaları, dünyada oldukça eski zamanlara kadar uzanmaktadır. Örneğin, 1860'larda çinko ve bakır eritmek için güneş fırını kurulmuş, 1870 senelerinde tuzlu suyu arıtmaya yönelik güneş damıtma üniteleri geliştirilmiş, 1900'lerde ise güneş enerjisiyle çalışan su pompaları kullanılmıştır. Çevreye dost bir enerji biçimi olarak göürlen güneş enerjisi, 1973 senesindeki petrol krizi akabinde daha da önem kazanmıştır. Ülkemizde güneş enerjisi alanındaki çalışmalar, 1970 senesinden itibaren kayda değer bir artış göstermiş olup, teknolojik gelişim sağlanırken maliyetler de azalmıştır. Ömrünün 5 milyar yıldan uzun olduğu göz önüne alındığında güneş, insanlık varlığını sürdürdükçe bu enerji kaynağından kesintisiz şekilde faydalanabileceğı muhtemeldir. Ekvatorun 35° Kuzey ve Güney enlemleri arasındaki kuşak, güneş enerjisinden yararlanmak için en uygun bölgeyi oluştururken, coğrafi konumu sayesinde ülkemiz bu enerji potansiyeli açısından birçok ülkeye kıyasla avantajlıdır (TÇV, 2006:37-41).

Türkiye, güneş enerjisinden yüksek verimle faydalanabilecek bir konumdadır. Özellikle Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri, güneş alma kapasitesi açısından en avantajlı bölgelerdir. Güneş enerjisinden yüksek verimle faydalanabilen Türkiye'nin güneşlenme kapasitesi açısından en avantajlı bölgeleri ise Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz oluşturmaktadır (Durmuşoğlu, 2015: 68).

Türkiye'de üretilen güneş enerjisi genel olarak binalarda ve su arıtma sistemlerinde değerlendirilmektedir. Yapıların çatısına yerleştirilen güneş panelleri, su geçişini sağlayarak sıcak su ihtiyacını gidermektedir. Su ısıtma sisteminde kullanılan malzemelerin yapımında dünya genelinde üçüncü sırada yer alan Türkiye, kullanım açısından dördüncü büyük piyasaya sahip konumundadır. (Durmuşoğlu, 2015: 68).

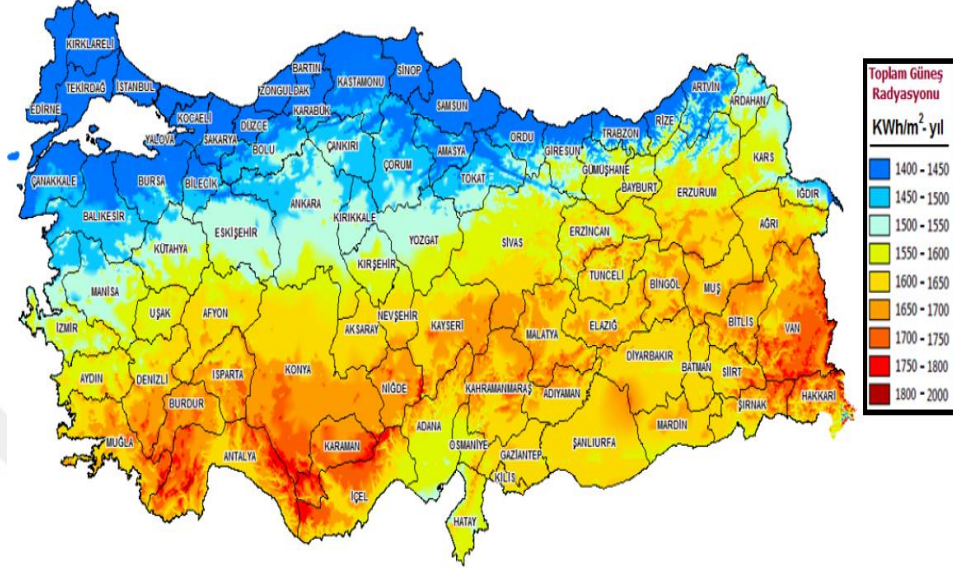
"Türkiye, coğrafi olarak güneş enerjisi yönünden avantajlı bir konuma sahiptir. Türkiye'de birim alana düşen güneş ışıma miktarı İspanya ile aynı, Almanya'nın iki katı kadardır "(Turan R., Baker, D., Çırpa A. 2012:2).

Ülkemiz, güneşin ısısından yüksek oranda faydalanmakta olup, gün içerisinde ortalama güneşlenme süresi 7 saat ve senede toplamda 2.640 saat olarak belirlenmiştir. Metrekare başına düşen güneş enerjisi potansiyeli 1.500 kWh seviyesindedir. Türkiye'de total güneş enerjisi potansiyeli yıllık 1.528 kWh/m² şeklinde saptanmıştır. Güneşlenme süresi yüksek bir konumda yer alan Türkiye'de, Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz bölgeleriyle en uzun periyoduna sahipken, Marmara ve Karadeniz bölgelerinde bu süre nispeten düşüktür. Son yıllarda güneş enerjisinden elektrik üretimine yönelik çalışmalar hız kazanmış ve 2016 itibarıyla toplam kurulu güç 600 MW seviyesine tekabül etmektedir (Erdoğan, 2016:77).

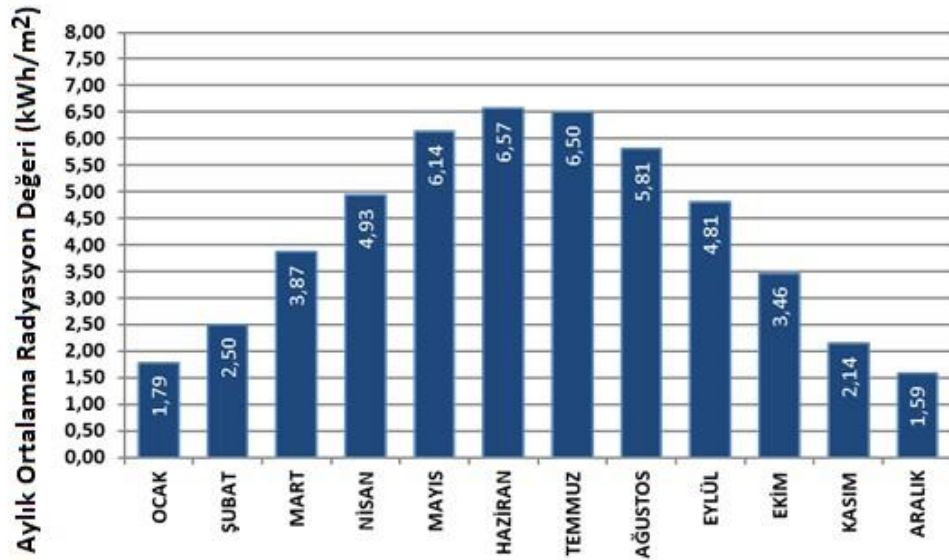
Güneşin çekirdeğindeki füzyon süreciyle (hidrojenin helyuma çevrilmesi) ortaya çıkan ışıma enerjisine Güneş enerjisi denir. Güneş, saatte 3.9×10^{26} W güç üreterek tükenmeyen, oldukça temiz ve yenilenir bir kaynak sunar. Fakat bu ışınların yalnızca çok küçük bir dünyamıza ulaşabilmektedir. Hava tabakasının dışardaki yüzeyine ortalama olarak metrekare başı 1.3 W ışın düşer. Yeryüzeyine ulaşan bu ışımanın bir kısmı X ışınları ve ultraviyole ışınları içerirken, bir kısmı da emilir ve yansır. Bu devasa ve yenilenebilir enerji kaynağını değerlendirmek amacıyla yapılan araştırmalar, son zamanlarda hızlanmıştır. Yenilenemez yakıtların çevre için oluşturduğu zararlar nedeniyle ülkeler, yenilenir enerjiye geçilmesini hızlandırmış ve böylelikle güneşten ısı ve elektrik üretimi konusunda araştırmalar artmıştır. Güneş enerjisinden elektrik üretmek için pek çok yöntem bulunmasına karşın, genel eğilim, güneş ışığının doğrudan elektriğe dönüştüğü fotovoltaiik sistemlere yoğunlaşmaktadır. 1970 senesinden sonra hız kazanan güneş kaynaklı enerji kullanımı, maliyet açısından düşüş göstermiş ve teknolojik olarak gelişmiş, çevre dostu bir kaynaktır. Çoğunlukla çevreye zarar vermemesi ve kurulumu akabinde ucuz çalışabilmesi, bu enerjiyi büyötmektedir (enerji.gov.tr).

Coğrafi durumu sebebiyle fevkalade bir güneş gücüne sahip olan Türkiye, Bakanlığımız tarafından tasarlanan Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası'nda (GEPA) yer alan verilerde, yaklaşık yıllık total güneşlenme müddeti 2.742 saatken, yıl bazında yaklaşık total ışık miktarı, 1.527,47 kWh/m² şeklinde tespit edilmiştir. Potansiyel

durumu ve aylık ortalama küresel radyasyon dağılımı GEPA'ya göre aşağıda gösterilmiştir (enerji.gov.tr).

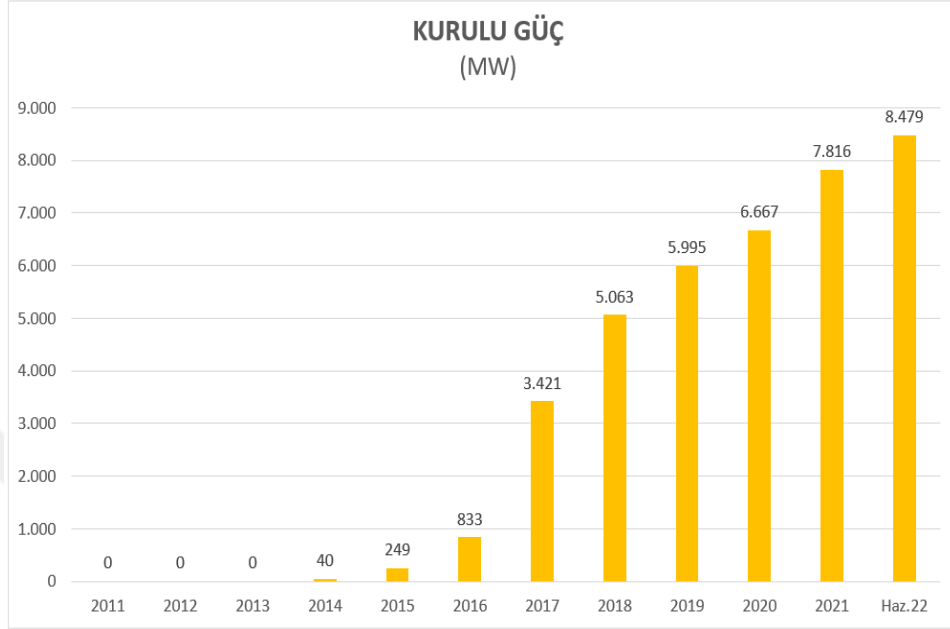


Şekil 4. Türkiye'nin genel potansiyel görünümü ve aylık ortalama radyasyon dağılımı (2022). (Kaynak: enerji.gov.tr)

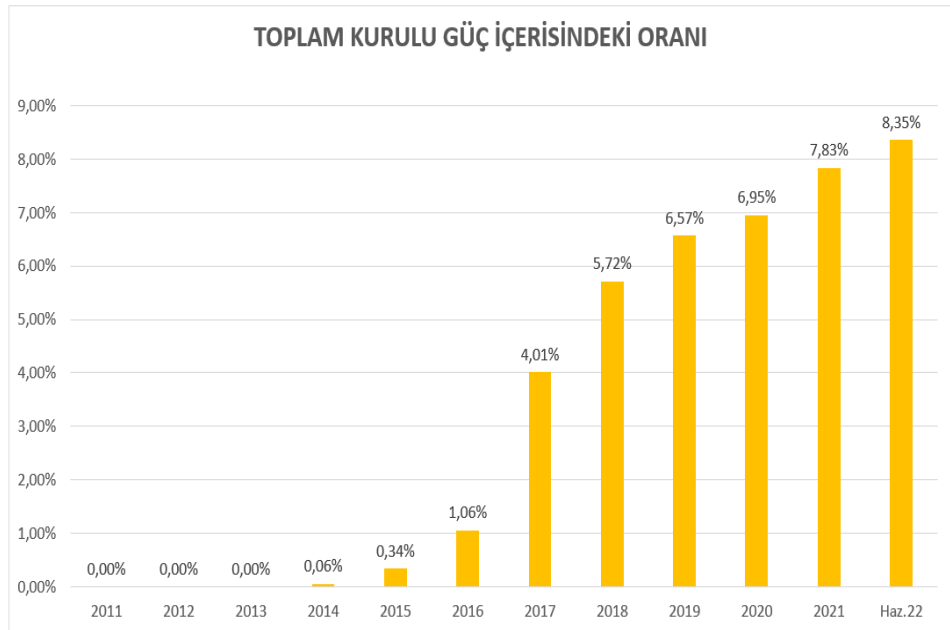


Şekil 5. Aylık ortalama radyasyon dağılımı (2022). (Kaynak: enerji.gov.tr)

"Haziran 2022 itibarıyla güneş enerjisine dayalı elektrik gücümüz 8.479 MW olup, toplam kurulu güç içerisindeki payı %8,35'tir. Yıllara göre kurulu güç değişimi ve toplam kurulu güç içerisindeki oranı aşağıdaki grafiklerde yer almaktadır" (enerji.gov.tr).



Şekil 6. Türkiye'nin güneş enerjisine dayalı kurulu gücü (MW). (Kaynak: enerji.gov.tr)



Şekil 7. Toplam kurulu güç içerisindeki oranı (MW). (Kaynak: enerji.gov.tr)

İstatistiklerde, ülkemizde 11,6 milyon yapı bulunmakta olup, bunların ortalama %87'si mesken amaçlı kullanılan yapılardır. Ülkemizde her sene mevcut bina sayısına 100.000'den çok yeni yapı dahil edilmektedir. Bahse konu yapıların cephelerine ile çatılarına önümüzdeki yıllarda önemli miktarda güneş enerjisi yatırımı yapılması beklenmektedir. Ülkemizdeki kullanılabilir çatı alanları ise aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir (enerji.gov.tr).

Güneşten konutlar, Sanayi veya farklı kullanım için gereken enerjiyi dolaysız sağlamak olanaksızdır. Bu nedenle, güneş enerjisi farklı biçimlere çevrilerek kullanılır. Bu nedenle, Güneş kaynaklı enerji farklı yöntemlerle işlenerek kullanılmaktadır. Güneş ışığından faydalanmak adına birçok teknoloji üretilmiştir. Güneş enerjisi teknolojileri, usul, envanter ve teknolojik seviye bakımından farklılık göstermekte olup, Güneş ışınları bazen dolaysız ya da ısı enerjisi olarak kullanılabilirken, diğer teknolojiler güneşten elektrik üretebilmek adına değerlendirilmektedir. Güneşin kullanım sahaları arasında elektrik temini, sera ısıtması ve sanayi süreçlerinde ısı enerjisi kullanımı gibi alanlar yer almaktadır (enerji.gov.tr).

1.3.3.4. Jeotermal

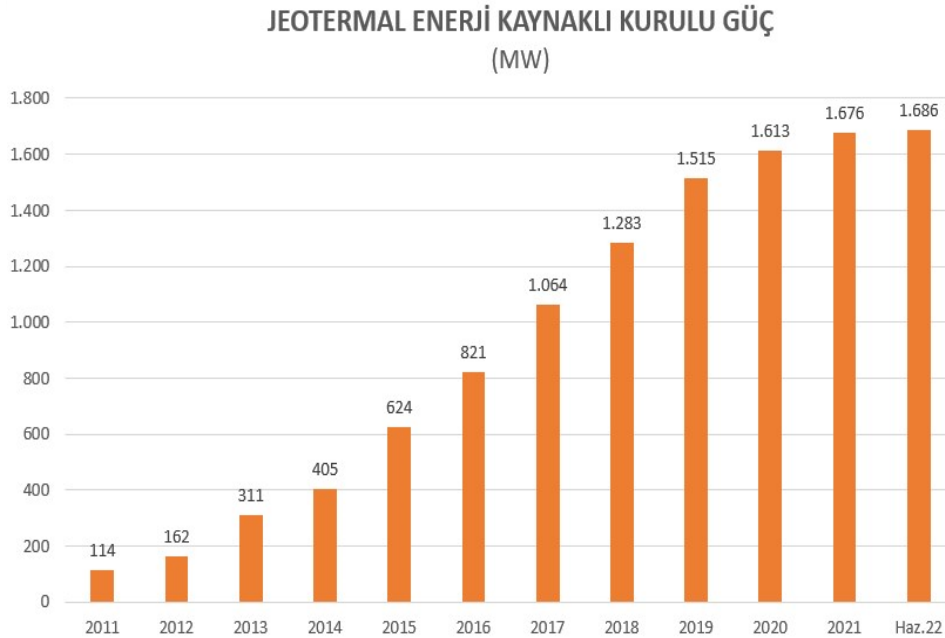
Jeotermal, yer kabuğu içerisinde biriken sıcaklık nedeniyle açığa gelen, sıcaklığı sürekli bir şekilde yerüstü ve yeraltı sularına kıyasen daha fazla çözölen farklı tuz, gaz ve mineral içeren su ve buharı olarak adlandırılmaktadır. jeotermal enerji, üretim aşaması bakımından yeraltında bulunan akışkanın sondajların kullanılmasıyla elde edilerek vasıtasız veya vasıtalı şekilde gerçekleşir. Yaşanan çevre kirliliğindeki artış nedeniyle zararının bulunmaması ve aynı zamanda güvenilebilir, uygun, sürekli, çevreye zararsız, milli ve yenilenebilir bir kaynak olarak görülmesi jeotermal enerji kaynağına olan talebin yükselmesine sebep olmuştur (TÇV, 2006:97). Önemli alanlar bakımından jeotermal enerji kaynaklarının kullanım alanlarına baktığımızda, termal tedavi merkezleri, ilaçlarda, elektrik enerjisi üretimi, yüzme havuzu, konut ve sera ısıtmacılığında, balık ve tropikal bitki yetiştirmeciliğinde, sokaklar ve havaalarında ki pistin ısıtılmasında, hayvan çiftlikleri, konserve kullanımında, kerestecilikte ve ağaç sanayiinde, derilerin kurutulmasında ve işlenmesinde, yiyeceklerin kurutulması ve sterilizasyonu, pastörize süt fabrikalarında, şekerde, kâğıt ve dokuma endüstrisinde, soğutma tesislerinde ve farklı

kimyaevi maddelerin oluşturulmasında kullanıldığını görmek mümkündür (Kılıç, 1998: 79).

Ülkemiz, coğrafi yapısı sayesinde jeotermal enerji kaynakları bakımından dünya genelinde üst sıralarda yer almaktadır. Jeotermal enerji, sıcaklık farklarına bağlı olarak farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Türkiye'de, farklı sıcaklıklarda ve çeşitli bölgelerde yaklaşık 1000 noktada jeotermal kaynak bulunmaktadır. Jeotermal kaynakların ısı açısından farklarına bakıldığında, sağlık turizminde uygulanan nispeten daha düşük sıcaklığın toplam güç içerisindeki yeri yaklaşık %90'dır (www.mta.gov.tr).

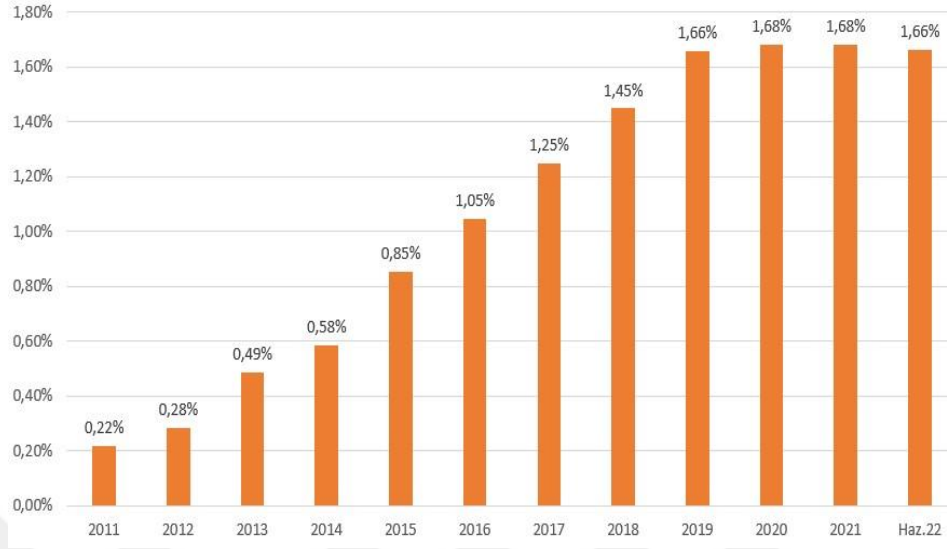
Jeotermal güç açısından dünyada sayılı ölkelerden biri olan Türkiye, Avrupa'da birinciyken dünyadaysa beşinci sırada yer almaktadır. 31.500 MW jeotermal enerji potansiyeline sahip olan Türkiye'nin, bu potansiyelin 4.400 MW'ı bilinmektedir (Erdoğan,2016:83).

Jeotermal güç belirli bir alanı ısıtmanın yanında elektrik üretmek amacıyla da kullanılmaktadır. 2022 senesi itibariyle jeotermal enerji kurulu gücü 1686 MW olup, total güç içindeki payı %1,66'dır. Aşağıdaki grafiklerde total kurulu gücün yıllar içinde yaşadığı değişim gösterilmiştir (ETBK, 2022).



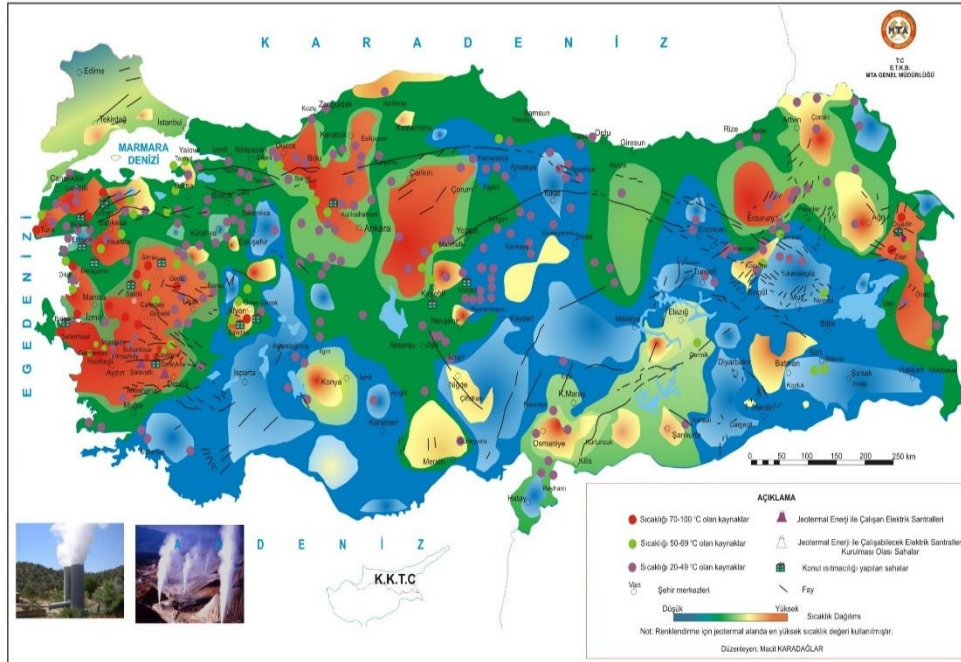
Şekil 8. Jeotermal kaynaklı kurulu güç. (Kaynak: enerji.gov.tr)

TOPLAM KURULU GÜÇ İÇERİSİNDEKİ ORANI



Şekil 9. Toplam kurulu güç içerisindeki oranı. (Kaynak: enerji.gov.tr)

Jeotermal Kaynaklar ve Uygulama Haritası



Şekil 10. Türkiye'de jeotermal güç ve uygulama haritası. (Kaynak: www.mta.gov.tr)

1.3.3.5. Hidrojen

Havadan on beş kat hafif bir yenilenebilir enerji kaynağı olan hidrojen enerjisi kendi başına üretilen doğal bir kaynak değildir. Çünkü fosil yakıt ve su bazlıdır (Türkiye'de Enerji ve Geleceği İTÜ Görüşü: 2007). Bileşenler durumunda olan ve çoğunlukla su bileşeninden meydana gelen hidrojen enerjisi geleceğin yakıtı olarak bilinmekte olup, enerjisi açısından, hidrojenin bir kilogramının bulundurduğu enerji 2,8 kg petrol ve 2 kg. doğalgazın bulundurduğu enerjiye tekabül eder (Pipe: 2013).

Değişik hammaddelerden üretilip sentetik yakıt niteliğinde ve birincil enerji kaynaklarından biri olan hidrojen yanması halinde yüksek ısı ortaya çıkartması nedeniyle çok amaçlı olarak kullanılabilen bir yakıt olarak nitelendirilmektedir. Yenilenemez yakıtın ikamesi olarak hidrojeni gören ve durum hakkında araştırma yürüten petrol ve otomotiv şirketleri hidrojeni elektrik üretiminde, motorlu taşıtlarda, ısıtmada ve hammadde olarak kimya endüstrisinde kullanmaktadırlar (Haşimoğlu vd., 2003).

Türkiye'de hidrojen, ilk kez 2007 senesinde yayınlanan Resmi Gazete'de "Enerji Verimliliği Kanunu" kapsamında kullanımının yaygınlaştırılması önerilmiştir (Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası: 2023).

2020 senesinde ETKB'nin tasarladığı "Hidrojen Arama Konferansı"nda hidrojen ile 4 temel kazanç sağlanabileceği belirtilmiştir.

- Sisteme yenilenir enerjiyi daha çok eklemek,
- Isıl sektörde karbonu emisyonlu biçime sokmak,
- Yerli kömür kullanarak hidrojen üretimini sağlamak,
- Hidrojenin depolanması için bor'un kullanımını yaygınlaştırmak.

Elektrik üretiminin maliyetlerini düşürmek amacıyla teknolojinin kullanımının önemine vurgu yapılan konferansta, doğal gaz sevkiyatını sağlayan hatlara %2 ila %6 oranında hidrojen eklenmesinin bir çözüm önerisi olarak sunulduğu belirtilmiş ve ülkemiz açısından 1 ila 3 milyar m³ hidrojenin eklenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca, sektör oluşturulması amacıyla hidrojen piyasa mevzuatı tasarlanabileceği ve hidrojenle ilgili düzenleyici çerçevenin oluşturulmasına amaç olacak maddelere yer verilmiştir (Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası: 2023). Bunlar, "Doğal Gaz Piyasası Kanunu (4646 Sayılı Kanun), Elektrik Piyasası Kanunu (6446 Sayılı Kanun) veya Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı

Kullanımına İlişkin Kanunu'nda (5346 Sayılı Kanun) yer verilmesi mümkündür"(Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası: 2023).

1.3.3.6. Dalga Gel-Git ve Akıntı

Akıntılar nedeniyle oluşan dalga enerjisi çoğunlukla elektriğe dönüştürülmektedir. Gel git akımlarının gücü su seviyelerindeki periyodik değişmelere, dünya'nın güneş ve ay'a olan uzaklığı ile kıyı şeridinin ve deniz tabanının durumuna bağlıdır (Gülsaç, 2009:58).

Gel git enerjisi, deniz ve okyanus yüzeylerindeki rüzgarların etkisiyle oluşmaktadır. Gezegenimizin pek çok alanında, rüzgârlar dalgaların oluşması için sürekli ve düzenli bir şekilde esmektedir. Bu alana yönelik teknolojiler, dalga hareketleri ya da basınçları aracılığıyla doğrudan enerji üretmektedir (YEGM, 2014).

Çevre dostu ve sürdürülebilir bir kaynak olan gel-git enerjisi, tükenmemesi ve çevreyi kirlilemeden enerji üretmesi nedeniyle büyük önem taşımaktadır. Üç tarafı denizlerle çevrili olan Türkiye, dalga enerji kaynağı için önemli bir potansiyel oluşturmaktadır.

1.3.4. İkincil Enerji Kaynakları

Bu kaynak elektrik olup, devingen veya durağan partiküllerin neden olduğu durumdur. Elektrik yükleri, maddelerin temel özelliklerinden biri olurken bu yük, temel parçacıklardan kaynaklanır. Elektrik olgusuna katkı sağlayan iki yük türü, negatif yüklü elektron ve pozitif yüklü protonlardır.

İkincil enerji, birincil kaynakların işlenmesiyle elde edilen enerjinin türünün adlandırılmasıdır. Yaygın tüketilen ikincil kaynaklı enerji arasında elektrik enerjisi ve petrol türevleri bulunmaktadır. Bugünün enerjisinin en büyük tüketimi elektrik enerjisiyle yapılmaktadır. Elektrik ısınmadan, sanayiye birçok alanda kullanılan bir kaynaktır.

1.3.4.1. Elektrik

Elektriğe ilişkin ilk gözlemler, tarihsel olarak Antik Çağ'a kadar uzanmaktadır. M.Ö. 6. yüzyılda, Thales, kehribar adında bir maddeyi, üzerine sürtülen hayvan postunun saman çöplerini çektiğini fark etti. Bu olay, Yunanistan'da statik elektrik üzerine yapılan ilk gözlemlerden biridir. Ayrıca, manyetik taşlar ve bunların birbirine sürtünerek ışık yayması da, insanların bu olguların sebeplerini anlamak için yaptığı araştırmaların bir parçasıydı (Aydemir,1987:161).

Manisa civarında bulunan bir taşın (mıknatıs) demir cevherlerini çekmesi, geçmişe yönelik gözlemleri pekiştiren önemli bir olaydır. Bu taşın "magnet" olarak adlandırılması, muhtemelen Manisa yakınlarındaki Magnesia (Manisa) bölgesine olan yakınlığından kaynaklanıyordu. Ayrıca, Baltık Denizi'ne kıyısı olan Norveç ve Finlandiya gemilerinde, bu tür doğal mıknatısların pusula olarak kullanıldığına dair bazı kaynaklarda bilgiler yer almaktadır. Thales'in gözlemlediği elektriklenme ile mıknatısın oluşturduğu manyetizma, 19. yüzyıla kadar birbirinden bağımsız olgular olarak ele alınmıştır. M.S. 95-55 yılları arasında yaşamış olan Lucretius'un da bu konuda çeşitli deneyler yaptığı bilinmektedir (Aydemir,1987:161).

Daha yakın döneme baktığımızda ise, enerjinin iletilmesi ve kontrolü açısından tarihi buluşlar on dokuzuncu yüzyıl başlarında ortaya çıkmış ve sonrasında insanoğlunun tarihinde önemli gelişmelere öncülük etmiştir. Bilhassa Nikola Tesla ve Thomas Edison'un önderliğinde gelişim gösteren elektrik enerjisi gündelik hayatımızın mutlak gereksinimlerinden biri halini almıştır. Modern ampulün mucidi Thomas Edison, 1882 senesinde New York şehrinde ilk enerji güdümlü santrali yaparak 85 yapının aydınlatılmasını sağlamıştır. Kablosuz enerji iletimini ve manyetik alan teorisi gibi keşiflerle alternatif akım üzerine çalışan Nikola Tesla ise elektiriğin maximum fayda ile dağıtılmasını sağlamıştır (Serin, 2009:4).

"Su ile çalışan hidrolik santrallerde ve yakıt ile çalışan termik santrallerde elde edilen elektirik enerjisi, ikincil bir kaynağı oluşturmaktadır" (Göksu, 1986:30).

Sıradan ticari mallardan olamayıp, ikamesi oldukça zor bulunan elektrik, fiziksel olarak büyük alanlar gerektirmesi ve yüksek maliyetli olması nedeniyle, büyük oranlarda stoklama imkânı bulunmamaktadır. Bu sebeple, elektrik santralleri tüm taleplere anında cevap verebilecek kapasitede olmak zorundadır. Elektriğe ilişkin önemli bir diğer hususta sürekli üretilmek zorunda olmasıdır. Bu nedenle, her zaman üretim için yedek bir kapasite gerekmektedir.

Yalnızca kablolarla iletilip dağıtılabilmesi, elektrik sektörünü rekabetçi uygulamaların sağlanmasının en zor olduğu alanlardan biri haline getirmektedir. Elektrik sektörü, ülkeler arasında farklılık göstermekle birlikte, genellikle rekabet gücünden yoksun, aşırı istihdam barındıran, yoğun merkezi düzenlemelerle yönetilen ve politik etkilerin güçlü bir şekilde hissedildiği bir yapıya sahiptir.

Taşımacılık alanında, diğer enerji kaynaklarına kıyasla daha üstün kabul edilen elektrik enerjisi, araçların düşük maliyeti ve çevresel kirliliği en az düzeyde tutma avantajları nedeniyle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler tarafından etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Hayatımızda kullanımı aşırı düzeyde gelişmiş olan elektrik enerjisinin bazı az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler dışında aydınlatma şeklinde kullanılmasının yanı sıra iş yerlerinde elektrikli araç kullanımına yönelik yükselen taleple birlikte her geçen gün artış göstermektedir (Berberoğlu, 1982:13).

Ülkemizde elektrik kaynaklı enerji üretiminde yaşanan gelişmelere bakıldığında, 1970 senesinde hidrolik enerji kaynaklarının ön planda olduğu, ancak termik kaynakların da göz ardı edilmediği görülmektedir. Elektrik ihtiyacını karşılamak amacıyla Karakaya, Atatürk ve Keban, hidroelektrik santralleri ve Elbistan- Afşin termik santrali aktif hale alınmış, ülkenin enerji ihtiyacının büyük ölçüde yerli kaynaklarla karşılanması hedeflenmiştir. 1970'lerdeki enerji krizleri, Türkiye'yi de etkileyerek arz-talep dengesindeki bozulma nedeniyle enerji kısıtlamalarına sebep olmuştur. 1980 yılı itibarıyla kurulu güç 5118 MW'a, elektrik üretimi ise 23.275 milyon kWh düzeyindedir. 1970 senesinde Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) kurulmuş ve bu gelişme ile birlikte yerinden yönetim kurumlarının elektrik dağıtım sorumluluğu TEK'e verilerek hizmet bu kurumdan sağlanmıştır (Yiğitgüden,1999:33). 1993 senesinde TEK, Türkiye Elektrik Üretim İletim AŞ (TEAŞ) ve Türkiye Elektrik Dağıtım AŞ (TEDAŞ) şeklinde olan farklı iki kuruluşa ayrılmıştır (TEİAŞ, 2016).

1997 ve 1998 yılları arasında elektrik arz ve talebi bakımından önemli bir zaman dilimi olmuştur. Bu süreçte, elektrik enerjisi ithalatı 3.3 milyar kWh'a yükselmiş, otoprodüktör üretimi ise 1997 senesinde ortalama 7 milyar kWh dolaylarındayken 1998'de ortalama 10 milyar kWh'a ulaşmıştır. Ayrıca, akarsu hareketlerinin verimli seyretmesi ve tasarruf tedbirleri sayesinde mevcut sıkıntıların üstesinden gelinebilmiştir (Yiğitgüden, 1999:33-34).

EÜAŞ, elektrik enerjisinin üretilmesi; TEİAŞ, elektrik enerjisinin iletilmesi; TETAŞ ise elektriğin satışı görevlerini üstlenecek biçimde revize edilmiştir. 1970 senesinde TEK'in kuruluşundan 2006 senesi sonuna kadar geçen sürede, kurulu güç 2.235 MW'tan 40.520 MW'a, elektrik üretimi ise 8,62 milyar kWh'den 176,70 milyar kWh düzeyine yükselmiştir (EMO, 2016).

2018 yılında TETAŞ kapatılarak, tüm varlık, yükümlölük ve yetkileri Elektrik Üretim A.Ş.'ye bırakılmıştır. ETKB tarafından paylaşılan istatistiklerde, ölkemizde 2017 senesinde mevcut elektrik tüketimi geçen seneye kıyasla %5 artarken. üretim durumunda yaklaşık %7'lik artışla 295,5 milyar kWh seviyesine ulaşmıştır (ETKB, 2016).

2018 yılında toplam elektrik üretiminde yerli kömürden üretilen elektriğin payı %16,5 iken, 2022 yılında bu oran ortalama %15 olarak sağlanmışır. Bu süreçte YEK'lı elektrik alanındaki oran ise %32 lerden %42 lere yükselmiştir. Etkin bir şekilde YEK'nı kullanmak amacıyla, toplamda 5 MW kapasiteli güneş ve rüzgâr enerjisi tasarılarının yer aldığı "Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları" açık artırmaları başarıyla kazanmıştır. Arza yönelik güvenliğin, enerji alanında artırmaya yönelik olarak, YEK'nın teşvik edilmesine yönelik uygulamaların artırılması için çalışmalar sürmektedir. Ayrıca, 2018 senesinde inşasına başlanan Akkuyu Nükleer Güç Santrali'nin bir kaç ünitesinin inşası sürmekte olup, yeni nükleer santrallerin kurulması için de hazırlıklar yapılmaktadır (On İkinci Kalkınma Planı 2024-2028:22).

İKİNCİ BÖLÜM

ENERJİ ARZ GÜVENLİĞİ

2.1. Enerji Arz Güvenliği Kavramı

Globalleşme ve teknolojik gelişmeler yeni güvenlik anlayışının oluşmasında önemli bir etkidir. Yaşanan gelişmelerle beraber, ekonomi ve sosyal refah, güvenlik algısının içine yerleşmiştir. Hegemon devletlerin enerji kaynaklarını elinde tutarak kontrol edebilmeleri, fosil yakıtlara sahip olmayıp, kaynak çeşitliliği bulunmayan devletler açısından enerji arzında güvenlik endişeleri doğurmaktadır (Şahin, 2019: 26).

"Enerji arz güvenliği, enerjinin üretimi, iletimi ve tüketimi faaliyetleri kapsamında enerji talebinin yeterli miktarda, kaliteli, ekonomik, kesintisiz ve çevreye duyarlı biçimde karşılanmasıdır" (Ediger, 2008: 373).

Enerjiye yönelik arzın güvenle sağlanmasında birçok önemli değişken rol oynamaktadır. Zira bu, sosyal ve ekonomik kalkınmanın temel unsurlarından biridir. Enerji arzı sağlanırken, kesintisizlik, düşük maliyet, çevreye duyarlılık ve güvenlik gibi unsurların sağlanması, temel üretim faktörlerinin oluşturulmasına zemin hazırlamaktadır.

"Yeterli miktardaki kaliteli ve temiz enerjinin, uygun fiyatlarla ve kesintisiz olarak temin edilmesi" (Ediger, 2007: 3) biçiminde belirtilerek, kaynakların sadece yeterliliği değil, aynı zamanda temiz olması gerektiği de ifade edilmiştir.

"Ülkelerin uluslararası arenadaki güçlerine ve politikalarına göre kendi enerji arz güvenliği tanımları da değişmektedir. Son yıllardaki küresel iklim değişikliği nedeniyle, bu tanımlara temiz enerji kavramı da eklenmiştir" (Sevim, 2009: 94).

Her devletin kendi gereksinim ve tercihlerine göre değişmekte olan enerji arz güvenliği, tanım itibarıyla açıklanması güç ve soyut bir kavramdır. Enerji arz güvenliği kavramsal olarak, devletlerin enerji politikalarına göre değişiklik göstermektedir. Bu politikalarda yaşanan değişimler, yenilenemez kaynaklardan etkin faydalanılması, nükleer güce yönelik artan talep, liberal enerji pazarı, istikrarsız stratejiler ve global olayların yarattığı etkiye göre şekillenir (Chester, 2010: 887).

Tarihsel süreçte baktığımızda, enerji arz güvenliği hususu, global ölçekte önemini Birleşik Krallık başkanı Winston Churchill'in 1. dünya savaşı esnasında, petrolü gemilerde yakıt olarak kullanmasıyla gerçekleştirmiştir (Çelikpala, 2013:7). Bahse konu dönemde gemilerde yakıt olarak, kömür kullanılmaktaydı. İngiliz başkanın hedefiyse,

donanmasını Almanlarınkinden daha etkin bir hale getirmektir. Ancak İran Körfezinden petrol tedarik edilememesi ve petrolün kıymetinin anlaşılması üzerine çatışma riski doğmuştur. Mevcut dönemde Churchill enerji güvenliği bakımından politikaların nasıl olması gerektiği sorusuna cevabı "çeşitlilik, yalnızca çeşitlilik" şeklinde olmuştur (Yergin, 2006:69).

"Uluslararası Enerji Ajansı, enerji arz güvenliği kavramını, "Enerji kaynaklarının satın alınabilir bir fiyattan kesintisiz bir şekilde ulaşılabirliği" olarak tanımlamaktadır" (IEA, 2014).

Enerji arzında güvenlik konusu kavramsal olarak içinde, kaynak birikimi, süreklilik, ulaşılabir olması, sevkiyat ve pazar durumunu içeren birçok prensibi bulunduran bir başlıdır. Devletlerin tasarladığı politikaların esasında bulunan ve bu politikaların uygulanabilirliği konumunda bulunan temel durum, arz güvenliğidir.

Küresel ölçekte ya da bir ülkenin hane halkından sanayisine, sağlık sektöründen taşımacılığa kadar her alanda gereksinim duyulan enerjinin aralıksız bir şekilde kullanıcıya ulaştırılması, devletlerin ve tüm hükümet dışı örgütlerin güvenlik stratejilerinde önemli bir yer kaplar. Devletlerin, kırsaldan kent merkezine kadar her alanda gereksinim duyduğu enerji, egemenliğinin ve gücünün sürdürülmesinin temel kaynağıdır. Bu nedenle, enerji güvenliği tanımları incelendiğinde, enerjinin politik ve stratejik bir unsur olmasının yanı sıra ekonomik bir gösterge olarak da kabul edildiği anlaşılmaktadır. Buna bağlı olarak, enerji arz güvenliğinin siyasi, ekonomik ve çevresel olmak üzere pek çok boyutu vardır (Mansson vd., 2014:1). Eneji arz güvenliğinin sağlanmasında literatürde pek çok kriter ve farklı yorum belirtilmiştir. Bunlardan bazılarına baktığımızda birbiriyle ilintili tanımlamalarla karşılaşmaktayız.

Geniş bir perspektifle oluşturulması gereken enerji arz güvenliği, Avrupa genelinde kabul edilen beş kıstasla sağlanabilmektedir. Bunlar ise, krizlerin önüne geçilebilmesi, enerjide dış ilişkilerin sağlanması, altyapı oluşturma ve enerjinin olabildiğince yerli kaynaklarla sağlanıp, verimli bir biçimde kullanılmasıdır (Aydın, 2016:516).

Avrupa birliği açınsındansa enerji arzında güvenliğin oluşturulabilmesi adına beş kriter belirlenmiş olup, bunlar, inovasyona dayalı rekabetin gerçekleştirilmesi, etkili bir biçimde üretkenliğin sağlanması, piyasanın emisyonlardan arındırılması, uyumlu bir Avrupa pazarının temini, işbirliği ve emniyetin tesisi şeklindedir (Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası, 2024).

Arza yönelik güvenlik kapsamında kastedilen durum, sadece savaştan sakınılabilmek ya da ulusal çıkarları gözetmek olmayıp, halkın refahın korunulması ve geliştirilmesi durumunu da ifade etmektedir.

Chevalier, enerji arz güvenliğini dört ana koşul üzerine inşa etmiştir. Bunlar, arzın güvenli bir şekilde temin edilmesi, kaynak çeşitliliğinin sağlanması, Taşıma altyapısının büyütülmesi ve uygun fiyatlarla erişilebilmesi olarak sınıflandırmıştır. Ayriyeten, enerji arz güvenliğinin kısa ve uzun dönemli olarak değerlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Kısa vadede enerji arzında yaşanabilecek sorunların beklenmedik olaylar, siyasi müdahaleler ve çeşitli sabotajlar olarak tanımlarken, çözüm olarak fiyat düzenlemeleri ve mevcut stokların kullanılmasını önermiştir. Uzun dönemde karşılaşılabilecek problemleriyse uzun vadeli yeni politikalar, ihtiyaç duyulan kaynakların yetersizliği ya da tahsis edilmemesi şeklinde ifade etmiş olup, çözüm olarak yatırımların zamanında gerçekleştirilmesini sunmuştur (Chevalier, 2006: 3).

Enerji alanında oluşturulmak istenen arz güvenliği iki türlü karşımıza çıkmaktadır. Bunlardan biri enerji arzı güvenliği olup, ithalat yapan ülkelerin sorunlarını dile getirirken, bir diğeryse, enerji talebine yönelik güvenlik olup, ihracatçı ülkelerin problemlerini ifade etmektedir (Stringer, 2008:122).

2.2. Enerji Arz Güvenliği ve Siber Güvenlik

Enerji arz güvenliği kavramı, mevcut enerji kaynaklarının kesintisiz ve devamlı olarak sağlanması, iletilmesi ve tüketilmesiyle ilişkilidir. Ayriyeten, enerji arzı sağlanırken ekosisteme ve halk sağlığına zarar vermeden, enerjinin istikrarlı ve uygun fiyatlarla piyasaya sunulmasını ifade eder (Costantini, vd. 2007:210). Enerji arz güvenliği sağlanırken, birçok bilişim sistemi ve yazılım kullanılmaktadır (Huang, vd., 2017:76). Bu yüzden enerji güvenliği bakımından siber güvenliğe yönelik riskler bulunmaktadır. Siber güvenlik virüsler, casus yazılımlar ve diğer bilişim temelli tehlikelerden korunmayı amaçlar (Dong, vd., 2022:3). Siber güvenlik, başta internet olmak üzere tüm iletişim ağlarının, yazılımların, kayıtların ve sistemlerin korunmasına ilişkin bir alandır. Siber güvenlik virüsler, zararlı yazılımlar, veri hırsızlığı ve diğer güvenlik tehlikelerine karşı sistemi korumayı hedefler (Kemmerer, 2003:705). Bu nedenle siber güvenlik devlet kurumlarının, şirketlerin ve şahsi kullanıcıların bilgilerine ve sistemlerine yönelik saldırıları engellemek için kritik öneme sahiptir (Ertuğrul, vd., 2023:84).

Tüm fosil kaynaklı yakıtların boru hatlarından iletim ve dağıtım hatlarına, doğal gaz saklama tesislerinden basınç kontrol merkezlerine, güç santrallerinden, bilgisayar destekli tüm kritik tesislere kadar genişleyen enerji altyapıları siber saldırıların odağı durumunda olup, enerji arz güvenliğini tehdit etmektedir. Enerji ağı siber saldırılar nedeniyle zarar görürse, güç üretimi ve iletimi aksayabilir (Ertuğrul, vd., 2023:76). Bu durum, enerji arz güvenliğinin temel bileşenlerinden olan kesintisiz kullanımı riske atabilir. Bu nedenle enerji arz güvenliği alanında siber güvenliğin yeri oldukça büyük bir önem arz eder. Enerji alanında yaşanan siber güvenlik sorunlarına örnek olarak, Soğuk Savaş döneminde ABD, Sovyetler Birliği'nin Sibiry'a'daki doğal gaz sisteminin veri tabanına virüs ekleyerek bir patlamaya neden olmuş ve böylece dünya tarihindeki ilk siber saldırıyı gerçekleştirmiştir (Aydın, vd., 2021:151). Türkiye'ye yönelik siber saldırılara örnek olarak 2003 senesinde hidroelektrik santralinin kilitlenmesini ve 2015 yılında yaşanan elektrik şebekelerine saldırıyı gösterebiliriz.

Türkiye'ye yönelik siber saldırılara örnek olarak, 2003 yılında hidroelektrik santralinin kilitlenmesi ile 2015 yılında elektrik şebekelerine yönelik gerçekleştirilen saldırılar gösterilebilir (Ertuğrul, vd., 2023:76).

2.3. Enerji Arz Güvenliğinin Ekonomik Boyutu

Enerji arzı, enerji ürünlerinin ticaretinin yapıldığı piyasalar ile enerjinin üretiminden nihai tüketiciye ulaşıncaya dek geçen tüm aşamaları içermektedir. Enerji arzı, enerji sağlayıcıları, kullanıcıları, temel ekonomik ilkeler, enerji arz-talep dengesi, dağıtım, ticaret ve fiyat istikrarı gibi pek çok unsuru içinde barındırmaktadır. Devletlerin ekonomik gelişmişlikleri bakımından belirleyici bir unsur olan enerji ekonomisi, küresel politikaların odak noktası konumundadır. Devletler, enerji ihtiyaçlarının kesintisiz tedarikini sağlamak amacıyla, yaptıkları stratejiler doğrultusunda tehlikeleri ve riskleri tespit ederek gerekli tedbirleri alırlar (Bal ve Alper, 2010: 349).

Enerji ihtiyacının şekillenmesinde, ekonomik kalkınma, refah seviyesi, yaşam biçimi ve enerji fiyatları etkili olur (Bayraç, 2009: 118). Ülkelerin ekonomik büyümeleriyle doğrudan bağlantılı olan enerji arz ve talebi, kritik bir unsurdur. 1970 senesinde meydana gelen petrol krizleri ve petrol fiyatlarındaki ani yükselişler, küresel enerjinin ve enerji temelli girdilerin üretim aşamasındaki işlevinin ne kadar önemli olduğunu göstermiştir (Güvenek ve Alptekin, 2010: 174,175). Yaşanan bu gelişmelerin

etkisiyle ivme kazanan yenilenebilir kaynaklar, enerji çeşitliliği ve enerji verimliliği açısından büyük bir öneme sahip olarak popülaritesini artırmıştır.

Petrol fiyatlarının tarihsel seyrine bakıldığında, birçok dalgalanmanın yaşandığı ve global ekonominin bu durumdan önemli ölçüde etkilendiği görülmüştür. Bu duruma ilişkin önemli örnekler, 1973 senesinde ve akabinde gerçekleşen 1979 petrol krizleridir. İhracatçı ülkelerin petrol arzını kısıtlaması, fiyatların yükselmesine yol açmış ve ithalatçı ülkelerin ekonomileri üzerinde ciddi olumsuz etkiler doğurmuştur (Şahin, 2019: 53).

1990'da Irak'ın Kuveyt'i işgaliyle başlayan Körfez Krizi sırasında, petrol fiyatları neredeyse iki katına yükselmiş ve petrole bağımlı ülkelerin ekonomileri üzerinde ciddi olumsuz yansımalar oluşturmıştır. 2006 senesinden sonra ise Orta Doğu'da gerçekleşen iç savaşlar ve politik temelli yaşanan ekonomik istikrarsızlıklar ile Çin, Hindistan ve Endonezya gibi ülkelerin hızla artan talepleri sonucunda petrol fiyatlarında önemli dalgalanmalar olmuştur (İşcan, 2010: 609).

2008 ekonomik bunalımının ardından, dünya genelinde GSYİH içindeki enerji maliyetlerinin payı artmıştır. Bunun sonucunda, 2009 senesinde petrol ve doğalgaz sektöründeki yatırımlar azalmıştır. Ancak sonraki dönemlerde bu durum değişmiştir (Çimen,2010:24). Yakın geçmişte ve günümüzde ise, 2019 sonrası İran'a uygulanan ambargolar ve halen devam eden Rusya-Ukrayna savaşı, arz güvenliği açısından Avrupa ve küresel ekonomi üzerinde sorun teşkil etmektedir.

2.4. Türkiye'nin Enerji Arz Güvenliği Sorunu

Enerji arz güvenliği ele alınırken, aynı zamanda enerji talebinin güvenliği de önemli bir konu olarak ortaya çıkmaktadır. Özellikle üretici ülkeler açısından da bu iki kavram, enerjinin dağıtımı, ticareti ve nihayetinde ulaşılabilirliği süreçlerinde önemli bir kesişim noktası teşkil etmektedir. Enerji arz güvenliği, enerji kaynaklarına olan ithalat bağımlılığının azaltılmasıyla sağlanabilir. Enerjide dışa bağımlılığın artması, çeşitli riskleri beraberinde getirmektedir. Bu riskler arasında, kaynak çeşitliliğinin sağlanamaması, terör olayları, fayda-maliyet dengesinin kurulamayışı, süreklilik sorunları ve çevreye duyarlılıkla ilgili unsurlar yer almaktadır. Riskler arasında en büyük sorunlardan bazıları, terör olayları ve ticarette kaynak ülke çeşitliliğinin sağlanamamasıdır. Çünkü dışa bağımlılığın yalnızca bir ülkeden sağlanması, bu bağımlılığı daha kırılgan hale getirebilir. Bunun yerine, enerji kaynakları açısından farklı

ülkelerle kurulan çok taraflı diplomatik ilişkiler, riski azaltmak için etkili bir yöntem olarak değerlendirilebilir, problemin tam manasıyla çözümünü içermez. Çünkü, asıl çözülmesi gereken husus, kendi kendine yetebilir olmaktır. İthalat alanında yaşanan artışlar pek çok bakımdan sorun teşkil etmektedir. Bu noktada, Türkiye'nin yenilenemez bir kaynak olan doğal gaz bakımından ithalat durumunu incelediğimizde, yüksek oranlarla karşılaşmaktayız.

Tablo 2. Türkiye'nin Doğal gaz İthalatında Ülke Payları (2022)

KAYNAK ÜLKE	İTHALAT ORANI
Rusya	%19
İran	%16
Katar	%12
Türkmenistan	%10
ABD	%6
Çin	%4
Suudi Arabistan	%3
Kanada	%1
Norveç	%1
Diğer Ülkeler	%27

Kaynak: enerji.gov.tr

Doğal gaz ithalatı açısından da yüksek oranlı dışa bağımlılığı bulunan Türkiye'nin, ihtiyacının çok büyük bir kısmını Rusya ve İran'dan karşıladığını görmekteyiz. Bu durum, başta ekonomik istikrarımızı negatif yönlü etkilemesinin yanı sıra arz güvenliği bakımından da sorunlar doğurabilmektedir. Mevcut şartlar, Türkiye'nin Rusya ile olan siyasi ilişkilerini pozitif yönlü tutma ihtiyacını doğurmakta olup, kendi çıkarlarını gözetme konusunda ve tam bağımsızlığını sağlaması noktasında risk barındırmaktadır.

Türkiye ve Rusya arasındaki ilişkileri karşılıklı bağımlılık teorisi ile açıklamak mümkündür (Nye ve Keohane, 1977). Türkiye ve Rusya arasındaki yaşanan sürekli ticaret, Türkiye'nin Rusya'ya daha bağımlı olduğunu gösterse de tamamıyla tek taraflı değildir. Ülkemizin, Rusya'nın doğal gazını Avrupa'ya taşımasında önemli bir rolü bulunmaktadır. Bu durum, Rusya ve Türkiye arasında karşılıklı bir bağımlılığı oluşturmaktadır.

Enerji alanında başka ülkelere bağımlı devletler bakımından, enerji arz güvenliği sorunu daima ortaya çıkmaktadır. Enerji alanında arz sorununu gündeme getiren pek çok örnek bulunmaktadır. Bunlardan biriside 1973 senesinde fosil yakıt piyasasında yaşanan

ani artıştır (Elüstü, 2021, s.139). Tarihte yenilenemez kaynaklar nedeniyle birçok sorun gündeme gelmiştir. Petrol fiyatlarında kontrolü sağlayarak arz güvenliğini oluşturma amacı güden OPEC, 1974 senesinde yaşanan petrol krizini önleyememiştir (Çelikpala,2013: 8). Ayriyeten mevcut dönemde yapılan Kıbrıs barış harekati operasyonu, ülkemize pek çok ambargo uygulanmasına neden olmuş olup, arz güvenliğimizi tehlikeye sokmuştur. İran devrimi akabinde yaşanan petrol krizleri, körfez savaşı sonrası fiyatlardaki yükseliş ve son yıllarda sıklıkla tekrar edip, büyüyen Rusya-Ukrayna savaşı, arz güvenliği açısından yeterli rezerve sahip olmayan ülkeler bakımından sorun oluşturmaktadır. Bunlara ek olarak, 2019 senesi akabinde İran'a yönelik yapılan ambargolar sebebiyle İran'dan ham petrol temin edilememiş, İran'dan alınan ham petrol yerini Türkiye'nin enerji dış alımında büyük paya sahip olan Rusya ve Irak'a yönlendirilmiştir (İnat ve Caner, 2021:403).

Enerjiye olan ihtiyacını her geçen gün arttıran Türkiye, enerji verimliliği açısından zengin bir coğrafi çeşitliliğe sahip olmasına rağmen, geniş rezervler bakımından çok güçlü bir konumda değildir. Buna bağlı olarak, enerji ihtiyacını kendi kaynaklarıyla tamamen karşılayabilen bir ülke değildir.

2.5. Enerji Arz Güvenliğine Yönelik Teori ve Yaklaşımlar

Teknolojik gelişmeler ve artan dünya nüfusu enerjiyi, uluslararası ilişkiler alanında ekonomik ve siyasi gücün temel bileşeni haline getirmektedir. Bu durum, devletler arasında enerjiye yönelik çatışmalar doğurmaktadır. Devletlerin birbirlerine olan karşılıklı bağımlılıkları göz önünde tutulduğunda, enerji alanında bir kesinti yaşanması, uluslararası bir krizin oluşmasına neden olmaktadır (Şahin,2019:47).

Pek çok teoriyle açıklığa kavuşturulmak istenen güvenlik kavramı, bilhassa, tehdit ve riskler açısından Kopenhag okulu tarafından düzenlenerek, geniş bir şekilde ele alınıp, yapılandırılmıştır. Bu ekolde güvenlik açıklanırken, sadece militer bir güçten bahsedilmeyip, ekonomik, çevresel ve toplumsal konularında dahil edilmesi gerektiği vurgulanmış olup, neoliberallerin yaklaşımı olan yumuşak gücün önemine zımnen de olsa değinilmiştir (Brauch,2008:6).

Enerjiye olan karşılıklı bağımlılıkla ilgili olarak liberaller, barışçıl bir yaklaşım önerirken, realistler bunun anarşi yaratacağı görüşündedir. Liberallere göre, enerjinin büyük bir kısmı genellikle uluslararası boru hatları aracılığıyla temin edilmektedir. Bu

bağlamda, enerjinin üretildiği bölgeden tüketildiği alana kadar pek çok ülkeyi geçmesi nedeniyle dünya ülkelerinin birbirlerine bağımlı olarak enerji ihtiyaçlarını karşıladığı dikkate alındığında, enerji ticaretiyle ilgili karşılıklı bağımlılık ilişkisini, devletlerin politik bağlamda ilişkilerinin barışçıl olması gerektiğini vurgulamaktadır. Realistler ise bu durumu, enerji ticaretindeki karşılıklı bağımlılığın özellikle boru hatları üzerinden bir gerilim ortamı yaratıp, boru hatlarının devletler tarafından bir silah şeklinde kullanılabileceğini ifade etmektedir (Demiryol,2016:231-238). Geçmişte ve günümüzde pek çok kez Rusya'nın Avrupa'ya doğal gaz borularını kapatması, bu görüşü desteklemektedir.

Ortadoğu'da enerji nedeniyle ortaya çıkan anlaşmazlıklar, terörizm ve mülteci krizleri gibi güvenlik tehditlerine yol açmaktadır. Bu perspektiften bakıldığında, enerji arz güvenliğine yönelik tehditlerin temelini oluşturan unsurlar, İmmanuel Wallerstein'in "Modern Dünya Sistemleri Kuramı"nda yer alan merkez, yarı-çevre ve çevre ülkeleri ayrımı çerçevesinde ele alınabilir (Şahin,2019:48).

Modern Dünya Sistemleri Kuramı'nda, gelişmemiş çevre ülkelerdeki ticari ve stratejik mal ya da kaynakların merkez ülkeler tarafından sömürülmesi 14. yüzyıldan bu yana süregelen bir olgu olup, merkez ve çevre ülkeleri arasında yüzyıllardır devam eden bir düzenin var olduğunu söylemektedir. Bu düzende, merkez ülkelerin sayısı oldukça az olup, küresel ölçekte baskın bir konuma sahiptirler. Bu konuda birçok akademisyenin katılımıyla gerçekleştirilen ampirik bir analiz, bu durumu bağımlılık kuramı ile bağlantılı olarak değerlendirerek, doğrulayıcı bulgular elde edilmiştir. Bu araştırmaya göre, ABD, Çin, Birleşik Krallık, Japonya, ve Almanya merkez ülkeler arasında sınıflandırılırken; Türkiye, Fransa, İspanya, ve İtalya gibi ülkelerin de yer aldığı 28 devlet yarı-çevre, 64 ülke ise çevre ülkeler olarak tanımlanmıştır (Ongur ve Yavçan, 2015: 276). Ortadoğu'daki enerji üretimi, ağırlıklı olarak bölge ülkeleri ile ABD, Birleşik Krallık ve Çin gibi sınırlı sayıdaki ülkelere ait çok uluslu firmalar tarafından yürütülmektedir. Bahsi geçen merkez ülkelerin enerji tüketimi, bölgedeki devletlerin enerji kullanımına kıyasla katbekat fazladır. Buna bağlı olarak kalkınmışlık ve yaşam standardı seviyeleri de daha yüksektir. Öte yandan, sahip oldukları doğal kaynaklar nedeniyle bölge halkı sürekli olarak çatışma ortamında yaşamakta ve güvenlik tehditleriyle karşı karşıya kalmaktadır (Şahin, 2019: 48).

Enerji arz güvenliği alanında pek çok teori ve yaklaşım bulunmakla birlikte, bu teorilerin her biri farklı bakış açıları ve çözüm önerileri sunmaktadır. Dolayısıyla, enerji güvenliğini sağlamak için yalnızca tek bir yaklaşım yeterli olmayıp, farklı teoriler ve stratejiler bir arada değerlendirilerek kapsamlı bir çözüm yolu oluşturulması gerekmektedir. Bununla birlikte, enerji güvenliğine yönelik teorilerin bazılarını bu şekilde özetlemek mümkündür.

2.6. Enerjinin Yönetimi

Enerji arz güvenliği tam manasıyla oluşturulsa da, enerji yönetiminin doğru bir biçimde temin edilememesi halinde arz güvenliği sağlanamayacaktır. Enerji yönetiminin etkili olarak sağlanabilmesi için temel faktörler arasında kurumsal yapı, kamuoyunun doğru ve yeterli bilgilendirilmesi, toplumsal kabulün sağlanması, enerji yatırımcılarının teşvik edilmesi ve denetlenmesi bulunmaktadır. Bu faktörlerin sağlanması, enerji yönetiminde kolaylık sağlar. İdarecilerin enerji politikalarını başarılı bir şekilde uygulayabilmesi, enerji sektörünü etkin bir şekilde yönetebilmelerine bağlıdır. Enerji sektörü iyi yönetildiğinde, verimlilik en üst seviyeye çıkarılabilir ve atıl kapasite en aza indirilebilir.

Enerji yönetimi konusunda, ilk olarak Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı öncülüğünde, özel sektör ve sivil toplum kuruluşları arasında hedefler ve stratejiler açısından entegre bir biçimde işbirliği kurulmalıdır. Ayrıyeten, global düzeyde mütakabil kazanç ve işbirliği temelli stratejilerin oluşturulması önemlidir. Küresel alanda oluşturulan işbirlikleri neticesinde yapılan projelerin hayata geçirilmesi önemli bir gerekliliktir. Yönetimsel açıdan, kaynağın üretimi, taşınması, çevrilmesi, enerji lojistiğinin doğru yönetilmesi ve tüketiciye ulaştırılması süreci doğru planlanıp denetlenmesi gereken konulardır. Ülkemizde enerji politikalarının belirlenmesi ve hayata geçirilmesinden birinci derecede sorumluk sahibi durumundaki kurum Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı olup, yükümlülüklerinde hangi ölçüde başarı sağlayabilirse, enerji güvenliğine o kadar büyük katkı sağlayacaktır (Erdoğan,2016:227).

Enerji yönetimi; karmaşık yapıda olup, birçok unsur arasındaki etkileşimi anlatan bir modelidir. Bu yönetim biçiminde, sistemi oluşturan tüm parametrelerin ve aktörlerin katılım sağlayabilmesi beklenir. Bu anlayış, ekonomik, ulusal, global, yönetimsel, politik ve kültürel boyutlara sahip bir kavramdır. Enerji yönetimi, bu anlayış doğrultusunda

temin edilebilir. Şeffaf ve anlaşılabilen politikalarla, eşit, verimli, hukuki üstünlük gözeten, temel haklara saygılı, hesap verebilen, etkili ve yerinden yönetim gibi ilkeleri esas alıp, bürokratik açıdan güçlü bir şekilde yapılandırılmalı ve kamuyu ilgilendiren tüm süreçlerde etkin ve çalışan örgütlenmeyle sağlanmalıdır (Erdoğan,2016:227).

Yönetmel enerjinin oluşması amacıyla 1963 senesinde Türkiye'de Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı oluşturulmuştur. Bakanlık, enerjiye ilişkin politikalar düzenleyip, yürütmeye sunmaktadır. Ayriyeten, Enerji politikalarının oluşturulmasında ilk anlamda Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı sorumludur (Erdoğan,2016:225).

2.7. Enerji ve Çevre

Çevre, insanların etkileşimde bulunduğu ve etkilediği, aynı zamanda kendisinin de etkilendiği bir ortam olarak tanımlanır. Yirminci yüzyıla kadar insanlık için büyük bir sorun teşkil etmeyen çevre problemleri, sanayi devrimleriyle birlikte insan ile çevre ilişkilerinin bozulması ve insanın çevre üzerindeki etkisinin artmasıyla önemli bir sorun haline gelmiş, günümüzün en fazla tartışılan meselelerinden biri olmuştur (Görmez,1988:3).

Ortaya çıkan çevre sorunlarının (küresel ısınma ve biyo çeşitlilik kaybı gibi) insanoğlunu etkilemesiyle birlikte devletler bu problemleri çözmeye yönelik olarak çevre hukuku adında yeni bir mevzuatı oluşturup, geliştirmeye başlamıştır. Bu gelişmelere müteakip çevre hukuku 1970'li yıllarda gelişmeye başlamıştır. Kaba taslak bir biçimde tanımı, insanların çevresindeki unsurlara zarar vermeden, bu davranışlarını hukuksal bir biçimde organize eden kurallar bütününe denmektedir (Hamamcı,1983).

Birbirleriyle arasında sıkı bir ilişki bulunan enerji ve çevre kavramları, enerjinin üretimi, dağıtımı, ticareti ve tüketimini kapsayan süreçte ayrılamaz bir bütün olarak karşımıza çıkmaktadır. Ülkelerin kalkınması sürecinde önemli rolü bulunan enerjinin, yenilenemeyen enerji kaynakları bakımından çevre üzerinde yarattığı olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bu sebeple enerji ve çevre konuları beraber değerlendirilip, enerjiye yönelik politikaların oluşturulduğu safhada devamlılık sağlanırken sürdürülür bir çevre konusunda beraberinde düşünülmelidir. Sürdürülebilir kalkınma günümüzün gelecek yarınlara sağlıklı bir çevrede yaşamlarını sürdürebilmeleri için çevresel, sosyal hedefler ve ekonomi arasında denge kurarak gelişmeyi ve kalkınmayı ifade eder (2872 sayılı Çevre Kanunu).

Çevre kirliliği, insanlar veya çeşitli durumlar tarafınca oluşan hava, su, toprak ile canlılar üzerinde olumsuz etkiler yaratan çürümedir. Kentleşme, sanayileşme ve çeşitli olaylar nihayetinde vuku bulan Enerjinin taşınması, oluşturulması, taşınması ve kullanılması gibi süreçler, katı atıkların oluşmasına veya toprak, su ve hava kirliliğine sebep olarak çevresel yozlaşmaya yol açabilir. Kömür, doğal gaz ve petrolün meydana getirdiği atıkların havaya salgıladıkları sera gazı emisyonları, küresel ısınma sorununun gerçekleşmesinde asli kusurlu durumdadır (Erdoğan,2016:203).

Oksijen ve hidrojen maddelerinden meydana gelen su, doğada farklı maddeler barındırabilmektedir. Kirlilik, suyun kimyasal ve bakteriyel olarak kötü biçimde değişmesiyle ortaya çıkarak insan sağlığı başta olmak üzere biyolojik kaynaklarda da bozulmalara yol açar (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği).

Sanayi faaliyetleri ve insan faaliyetleri önde gelerek farklı sebeplerle oluşan su kirliliğinin meydana gelmesinde rol oynayan maddeler arasında karbon gazı, mil, değişken boyuttaki parçalar, ev kaynaklı atıklar, potasyum, sodyum, demir, mangan ve çeşitli kimyasallardan meydana gelmektedir (Erdoğan,2016:204).

"Sanayi faaliyetleri, şehirleşme ve tarım ilaçlarının kullanımı sonucunda oluşan atıklar toprağı kirletmektedir. Toprak kirlenmesi, insan faaliyetleri sonucu toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik ve jeolojik yapısında meydana gelen bozulmalardır" (Keleş, R-Hamamcı, C,1993:106).

2.7.1. Enerji Arz Güvenliğinin Çevresel Boyutu

20. yüzyılın ortalarında, mevcut kaynakların sınırlı olduğu konusunda küresel çapta büyük yankı uyandıran raporlar ve eserler yayımlanmıştır. Bunlardan en dikkat çeken, 1968'de Roma Kulübü tarafından kaleme alınan "Büyümenin Limitleri" başlıklı çalışmadır. Bahse konu rapor, yükselen nüfus artış hızının talebi arttırarak yakın bir gelecekte dünya kaynaklarının tükenmesine neden olacağı şeklindedir (Önder, 2003: 99). Mevcut dönemde sürdürülebilirlik odaklı olarak, Stockholm BM İnsan Çevresi bildirgesi (1972) hazırlanmıştır. 1987 senesinde ise, BM tarafından "Ortak Geleceğimiz" başlıklı Bruntland Raporu yayımlanmıştır. Bu raporda çevre ve ekonomi konuları birlikte incelenerek sürdürülebilir kalkınmaya dikkat çekilmiştir (Emrealp, 2005: 14).

1970 ve 1990 arası dönemde, güvenlik konusunun pek çok açıdan ele alınmasıyla birlikte, ekonomik ve sosyal sorunları da kapsayan çevresel güvenlik kavramı literatürde

yer bulmuştur (Şahin,2019: 62). Çevresel güvenlik, mevcut kaynakların özelliklerinde, miktarlarında ve devamlılığında meydana gelebilecek değişimler olup, üretilen malların eşit bir şekilde paylaştırılmaması nedeniyle canlıların hayatta kalmalarını sağlayan temel ihtiyaçlarının azalması veya tamamen ortadan kalkmasıdır (Uğurlu, 2009: 72).

Enerji kaynaklarına ulaşabilmek için meydana gelen savaş ve nükleer silah denemeleri ile göç, kuraklık ve salgın hastalıklar tüm dünyayı tehdit etmektedir. Bu duruma dair tarihte birçok örnek bulunmaktadır. Suriye'de biyolojik silahların kullanımıyla insanlara ve çevreye nasıl zararlar verildiği bilinmektedir (Şahin,2019: 63). Körfez Savaşı sırasında Kuveyt'te denize dökülen 11 milyon varil ham petrol, Basra Körfezi'ne yayılmak suretiyle denizin kirlenmesine yol açarak canlıları zehirlenmiştir. Saddam döneminde Kuveyt'teki 500'den fazla petrol kuyusu ateşe verilmiş ve kuyulardan yükselen duman çevreye zarar vermiştir (Altıntaş, 2003: 131, 150).

Enerji kaynaklarının tükenmesi, kaynak çatışmalarını artırarak çevre sorunlarının kontrolden çıkmasına yol açmaktadır. Bu durum, enerji arz güvenliğinin bileşenlerinden olan devamlılık ve erişilebilirlik unsurlarına yönelik tehdit oluşturmaktadır. Öte yandan, tükenebilir ve çevreye zarar veren fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerjiye yönelik çalışmalar hızlanmaktadır (Şahin,2019: 63).

Uluslararası alanda, küresel ısınma tehlikesini azaltmaya ve karbon salınımını düşürmeye yönelik zirveler düzenlenmektedir (Şahin,2019: 63). Ülkelerin enerji ihtiyacını karşılayamayan fosil yakıtların yerine çevre dostu kaynakların kullanılması temel hedeftir.

Çevresel güvenlik perspektifinden incelendiğinde, çevre kirliliğiyle mücadele eden gelişmiş ülkeler, ucuz iş gücü sağlamak ve atıklarını kendi topraklarından uzak tutmak amacıyla güney ülkelerinde yatırımlarını sürdürmektedir (Dalby, 2008: 188). Bu durum, fosil kaynakların yol açtığı zararın önemli bir göstergesidir.

2.8. Enerji Verimliliği

Enerji verimliliği, tüketilen kaynaklarla elde edilen kazanç arasındaki durum olup, çıktıların minimuma indirilip, üretimin en fazla seviyeye çıkarılmasını hedefler. Verimlilik, işleri doğru yapmayı, yani daha fazla çaba ve girdi harcamadan daha fazla üretmeyi ifade eder. Verimlilik, ülkelerin zenginliğini oluşturur. Verimlilikteki artış, kaliteli yönetimle aynı anlamı taşır (Erdoğan,2016:230).

2.9. Enerji Arz Güvenliği Kapsamında Risk

Varsayımsal durumun olma ihtimalini ifade eden risk kavramı, kaybedip, zarar görme tehlikesidir. Risk, muhtemel gerçekleşecek kayıp veya tahmin edilen giderimlerin boyutunu ifade etmektedir. Risk analizleri, olası tehlikelerle ilgili önlemler alınabilmesi için mutlaka yapılması gereken bir süreçtir. Bu analiz, yapılacak işlemin risk derecesini belirlemek amacıyla gerçekleştirilir. Risk yönetimi ise, bir organizasyonun çalışabilirliğini ve karlılığını olumsuz yönde etkileyebilecek risk faktörlerini tanımlamak, bu riskleri ölçmek ve en aza indirmek için yürütölen bir süreçtir. Risk yönetimi, örgütlerin varlıkları ve hedefleri doğrultusunda riskleri analiz etmek, tespit etmek, izlemek, denetlemek ve ortadan kaldırmak anlamına gelir. Risk alanları, siyasi, insan, finansal, pazar ve teknoloji gibi farklı boyutlarda ortaya çıkabilir (Özer,2008:452).

Riski barındıran bir iş olan enerji sektöründe kazanma ve kaybetme oranları her iki yönlü olmak üzere epey fazladır. Enerji riski, tükenilir kaynaklar, hukuki riskler, insan etkileri sonucu meydana gelen olaylar ve doğal afetler, kaza, savaş olasılıkları, terör, ticaretteki kur ve fiyat gibi tehlikeleri kapsar. Enerji oluşumundaki kazalar, nükleer santrallerde erime, petrol sızıntıları, rafine yangınları, gaz patlamaları gibi şekillerde ortaya çıkıp, çevresel kirliliğe yol açarak can ve mal güvenliği açısından ciddi sorunlara neden olur (Erdoğan,2016:228).

Enerji yatırımcılarının karşılaştığı riskler arasında pazar riskleri, fiyat değışikliklerinden kaynaklanan dalgalanmalar, mevzuat değışiklikleri veya hukuki sorunlar nedeniyle başarısızlık riski, anlaşma yükümlölüklerini yerine getirememe, nakit sıkıntıları, ticaret sistemiyle ilgili teknik aksaklıklar, terörist saldırılar veya korsanlık faaliyetleri gibi çeşitli tehditler yer alabilir. Ayrıca, sondaj ve üretim maliyetlerinin artması ve çevresel düzenlemelere ilişkin daha sıkı önlemler, ekonomik kayıplara neden olabilir (Dahl,2004:372).

2000'li yılların başından itibaren Türkiye'deki enerji sektöründe, rekabetin artması, serbestleşme ve özelleştirme süreçlerini içeren bir dizi yasa hayata geçirilmiştir. Bu yasaların amacı, enerji sektöründeki devlet dışı yatırımcıların ön plana alındığı, çekışmenin yaşanabileceği bir pazarın liberal politikalar çerçevesinde sürdürölebilmesidir. Yürürlüğe giren bu yasalar, hükümet politikaları ve Bakanlık stratejileri çerçevesinde enerji arz güvenliğinin sağlanması, risklerin en aza indirilmesini, özgür ticaret ortamının oluşturulmasını, rekabetin olduğu bir ortamın

yaratılmasını ve sektör paydaşları arasında koordinasyonun sağlanmasını hedeflemektedir. Türkiye'de enerji sektöründeki riskleri azaltmanın önemli yollarından biri de hukuki güvenilirliğin artırılması ve yatırım ortamının iyileştirilmesidir. Özel sektörün enerji yatırımlarını üstlenmesi, rekabete açık bir sistemde piyasa risklerinin özel girişimciler tarafından üstlenmesi, enerji sektöründe serbestleşme sürecini, devlet garantisi olmadan yatırım yapılabilir hale getirmiştir. Bu sistemde, kamunun riskleri en aza indirgenmiştir. Ayrıca, enerji sektöründe çevresel güvenliğin sağlanabilmesi için, risk alanlarının doğru şekilde belirlenip, önceden bu risklere karşı politikalar geliştirilmesi ve gerekli tedbirlerin alınması gereklidir (Erdoğan,2016:229).

Yatırımcıların enerji sektörüne para harcamadan önce planlama yapmaları önemli bir unsurdur. Yatırımcılar, süreçte strateji ve düşünceleri doğrultusunda sermaye, emek, girişim ve rant parametreleri üzerinde değerlendirme yapmalıdırlar. Kar ve rant elde etmek temel amacına sahip olan yatırımcılar, bu aşamaları politik riski göz ardı etmeden, öncelikle çözmelidirler.

Bir ülkede yaşanabilecek siyasi ya da sosyoekonomik sıkıntıların yatırımcının karını tehdit edebilme olasılığı olarak tanımlanan politik risk, değişen politikalar, isyanlar ya da savaşlar gibi nedenlerle yatırımcı faaliyetlerinde değişikliklere yol açacak koşulların ortaya çıkmasıdır (Lax, 1982).

Enerji arz güvenliği açısından enerji ithalatı genellikle büyük bir tehdit olarak değerlendirilir. Çünkü enerji ihracatçısı, haklı ya da haksız bir nedenle enerji arzını kesebilir, bu durumda enerji tedarikçisi ülke, enerji arzını kontrol etme yetisini kaybeder. Bu da dış unsurların arzı etkilemesi manasına gelir. Bu durum makul bir sebepten süre gelebileceği gibi alakasız bir durumdan da kaynaklanabilir. Politik risk, tam olarak bu noktada ortaya çıkmaktadır (Hoogevneen, 2005).

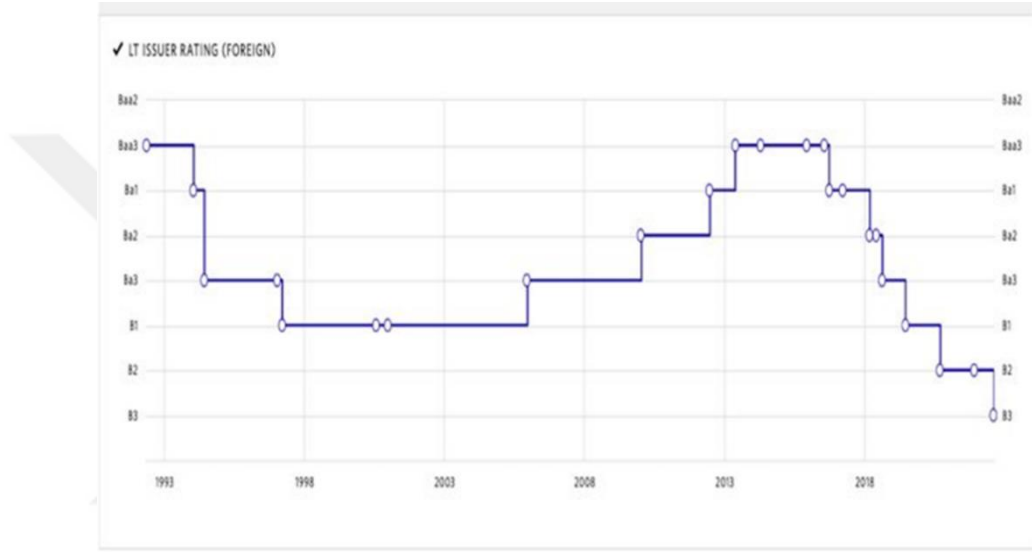
Siyasi risklere karşı diğer firmalardan daha hassas olan enerji şirketleri, karışık veya istikrarsız ülkelere daha fazla dikkat ederler (Yüce,2006:285).

Yukarıda belirtilenler doğrultusunda Hazar Havzası'nı incelediğimizde durum şöyledir, mevcut durumda, Orta Asya ve Kafkasya bölgeleri dünyanın en az istikrarara sahip alanları durumundadır (Yüce,2006:285).

Türkiye'ye geri dönecek olursak, sürekli gelişip artan bir ihtiyacı bulunan ülkemiz, riskler açısından taşıdığı olumsuz koşulların yanı sıra, stratejik konumu nedeniyle, büyük

enerji tedarikçilerine yakınlığı ve Orta Doğu'ya köprü olması özellikleriyle büyük avantajlara da sahiptir.

Girişimciler açısından ülkemizin global düzeydeki durumunu değerlendirmek adına göz önüne alınabilecek ölçütlerden biri ise finans derecelendirme kurumlardır. Çünkü bu kurumlar, ülkenin ekonomik istikrarını, risk düzeyini ve yatırım yapılabilirlik durumunu belirleyerek, girişimcilerin alacakları kararlar üzerinde önemli bir etki oluşturmaktadır. Bu alanda önemli bir şirket olan Moody's'in verileri aşağıdaki grafiklerde sunulmuştur.



Şekil 11. Türkiye'nin Kredi Derecelendirme Notu , (2022). (Kaynak: Moody's)

Moody's şirketi 1992 ile 2022 seneleri arasında yayınladığı kredi derecelendirme notlarında, Türkiye en yüksek notu olan Baa3'ü 1992, 2014, 2015 ve 2016 yıllarında almıştır. En düşük notu ise 2022 yılında B3 olmuştur. Ülkede derecelendirmeyi değiştirecek bir olay meydana geldiğinde, yeni bir rapor hazırlanır ve verilen son derece geçerliliğini korur (Moody's, 2022).

Moody's'in Türkiye'nin kredi notlarına ilişkin oluşturduğu veriler incelendiğinde, ülkemizin ekonomik durumunu ve uluslararası piyasalardaki algısını değerlendirmek için önemli bilgilerle karşılaşmaktayız. 1992, 2014, 2015 ve 2016 yıllarında Türkiye'nin aldığı Baa3 notu, ülkenin ekonomik istikrarı açısından olumlu bir göstergedir. Ancak, 2022'de B3 notuna gerilemesi, Türkiye'nin ekonomik göstergelerinde ciddi bir bozulma ve yüksek risk algısına işaret etmektedir. B3 notu, Türkiye'nin uluslararası finansal piyasalarda

yüksek riskli bir ülke olarak değeriendirilebilmesine yol açabilir. Bu durum, yatırımcılar açısından ekonomik büyüme ve dış borç ödemeleri üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğı izlenimini uyandırabilir.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE'NİN ENERJİ POLİTİKALARI VE YENİLENEBİLİR KAYNAKLARIN ÖNEMİ

3.1. Türkiye'nin Enerji Bağımlılığı

Enerjiye bağımlılık, bir ülke ekonomisinin enerji gereksinimlerini giderebilmek için dış alımlara olan bağımlılık düzeyini tanımlar (Sözen, 2009). Fosil kaynakların çeşitli bölgelerde dengesiz miktarlarda yer alması, enerjiye bağımlılığı artırmış, bu bağımlılık da devletlere politik ve ekonomik açıdan zarar vermiştir.

Türkiye, fosil kaynaklar bakımından yüksek oranda dışa bağımlıdır. Bu durum, enerji üretimi ve sanayide kullanılan ham maddelerin büyük bir kısmının ithal edilmesine neden olmaktadır. Petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlar, ülkenin enerji tüketiminin önemli bir bölümünü oluştururken, bu kaynakların büyük kısmı dışarıdan temin edilmektedir.

Ülkelerin enerji tedariki bakımından arz güvenliği endişelerinin var olması için enerji açısından dışa bağımlı durumda olmaları şarttır. Enerji kaynakları açısından zengin devletler, kendilerine bağımlı ülkelerin egemenliğine müdahale edebilecek duruma gelebilir. Ekonomik güç, bir devletin egemenliğini oluşturan asli unsurlardandır.

Fosil enerji kaynakları açısından yüksek ithalat oranlarıyla dışa bağımlı olan Türkiye’de bu durum, enerji fiyatlarında dalgalanmalara yol açmakta ve özellikle enerji krizleri ile fiyat artışları yaratarak ekonomik sıkıntılara neden olmaktadır. Bu sorunu bertaraf etmek amacıyla Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapmayı hedeflese de, fosil yakıtların hala ülke ekonomisindeki baskın rolü devam etmektedir. Bu bağımlılığın azaltılması ekonomik istikrar ve çevre açısından önemli bir hedef olmaya devam etmektedir. Bu süreçte, enerji verimliliği artırılmalı ve yerli kaynaklar, özellikle güneş ve rüzgar enerjisi, daha etkin bir şekilde kullanılmalıdır.

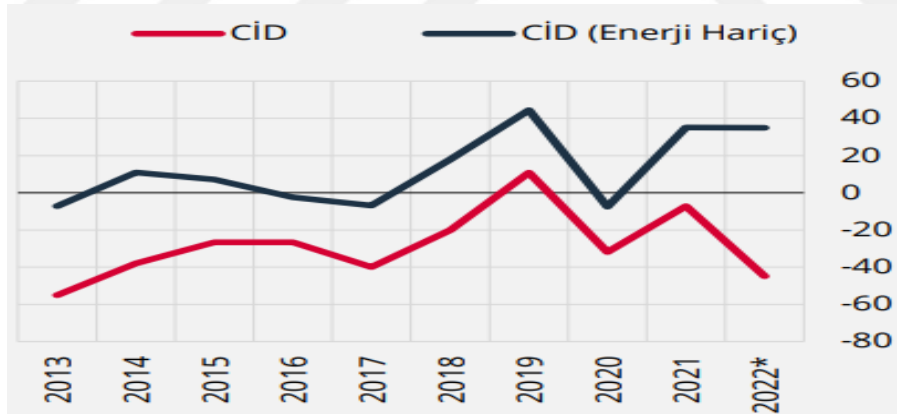
3.2. Türkiye Ekonomisine Yenilenemez Enerji Kaynaklarının Olumsuz Etkileri

Enerji, rekabet gücünün, ekonomik büyümenin ve siyasi üstünlüğün temel unsurlarından biridir. Bu bağlamda, devletler bakımından enerjiye yönelik arzın güvenli, sürdürülebilir ve rahatça ulaşılabilir olması oldukça kıymetlidir. Türkiye'nin enerji

alanında yaşadığı yüksek ithalat oranları dikkate alındığında, çevre dostu enerji kaynaklarına yönelip, bu kaynakların kullanımını artırmak, enerji bağımlılığını azaltmak, enerji kaynağı çeşitliliğini artırmak, istihdamı yükseltmek, yeni yatırım alanları oluşturmak, çevresel faydalar sağlamak, ithalatı düşürmek ve milli geliri artırmak gibi birçok ekonomik fayda sağlayacaktır (Arslan, Solak 2019:1384).

Çoğunlukla cari açık ve yüksek ithalat oranları arasında doğrusal bir ilişki bulunmakta olup, gelişmekte olan ülkelerde enerjide dışa bağımlılığın yüksek olduğu zamanlarda cari açık meydana gelmektedir. Büyüme oranı yüksek ve yenilenemez enerji kaynakları açısından fakir olan ülkelerde enerjiye yönelik artan talepler ithalatı yükseltmektedir. Yeteri kadar döviz bulunmayan ülkelerin cari açık sorununun gündeme gelmesindeki sebep, ithalatta yaşanan artıştır. Cari açığının meydana gelmesinin temel nedenlerinden biri enerji ithalatı olup, Türkiye'nin bu noktada enerjide dışa bağımlılığı %70 seviyelerindedir (Tanrıöver 2020: 74).

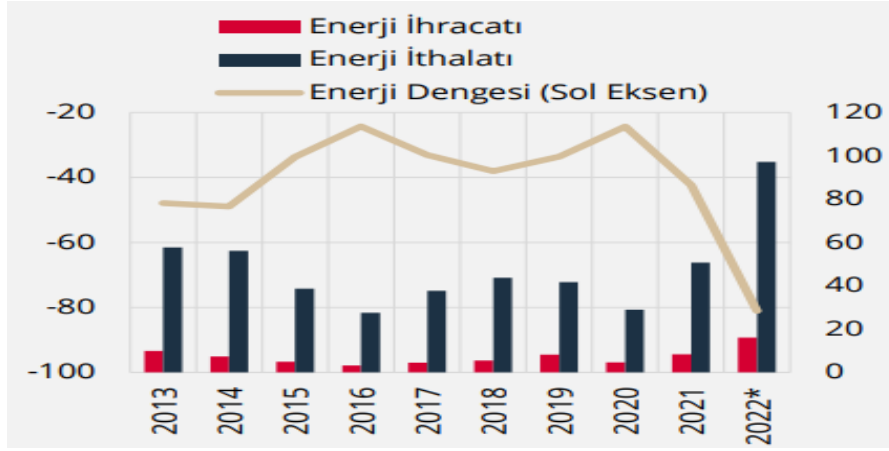
Ödemeler dengesi işlemlerinin uzun vadede istikrarlı olması, maliyetlerin düzensiz değişimlere uğramaması için önemli bir etkidir. 2022 senesinde enerji ithalatında yaşanan ani yükseliş cari açığın artmasına neden olmuştur (TCMB, Enflasyon Raporu:2023).



Şekil 12. Cari İşlemler Dengesi (Milyar Dolar). (Kaynak: TCMB, Enflasyon Raporu:2023)

2019 senesi dışında geçtiğimiz on yıl değerlendirildiğinde, cari işlemler dengesinde açık olduğunu gözlemlemekteyiz. Duruma ek olarak, enerji ithalatı dışarda tutulduğunda, açığın kapandığını görmekteyiz. 2022 senesi bakımından genel durumda, cari açık daha fazla artmaktadır. 2022 yılı cari işlemleri incelenirken, enerji dış ticaret açığında yaşanan

hızlı artışın önemli bir yeri bulunduğu ifade edilmelidir (TCMB, Enflasyon Raporu:2023).



Şekil 13. Enerji Dış Ticaret Dengesi (Milyar Dolar). (Kaynak: TCMB, Enflasyon Raporu:2023)

2021 senesinde yaşanan enerji ithalat fazlası 40 milyar dolar seviyelerindeyken, 2022 senesinde 81 milyar doları bularak rekor basamaklara yükselmiştir. Enerji ithalat seviyemiz ihracat oranının iki katına ulaşmıştır (TCMB, Enflasyon Raporu:2023). Bu durumda bize gösteriyor ki enerji alanında yaşanan dış bağımlılık, ekonomimiz üzerinde negatif bir etki doğurmaktadır.

Aşağıda bulunan tabloya göre, 2024 senesi itibariyle dış ticaret dengemiz değerlendirildiğinde,

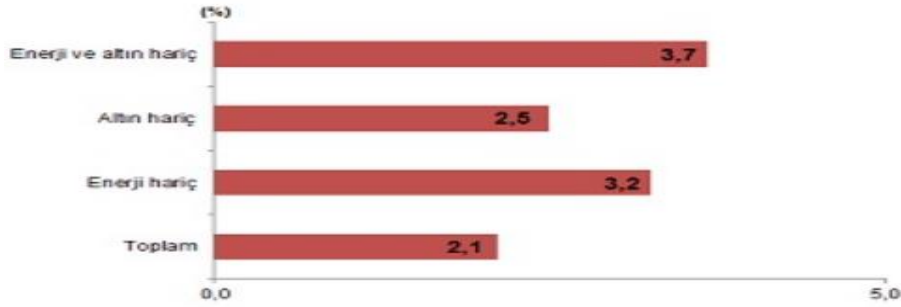
Tablo 3. Aylara Göre Dış Ticaret

		(Milyon ABD \$)					
Aylar	Yıl	İhracat (FOB)		İthalat (CIF)		Dış ticaret dengesi	
		Değişim		Değişim		Değişim	
		Değer	(%)	Değer	(%)	Değer	(%)
Ocak- Aralık	2023	255 627		361 967		- 106 339	70,6
	2024	261 855	2,4	344 020	-5,0	- 82 165	-22,7
Aralık	2023	22 958		29 058		- 6 100	79,0
	2024	23 443	2,1	32 221	10,9	- 8 778	43,9

Kaynak: TÜİK

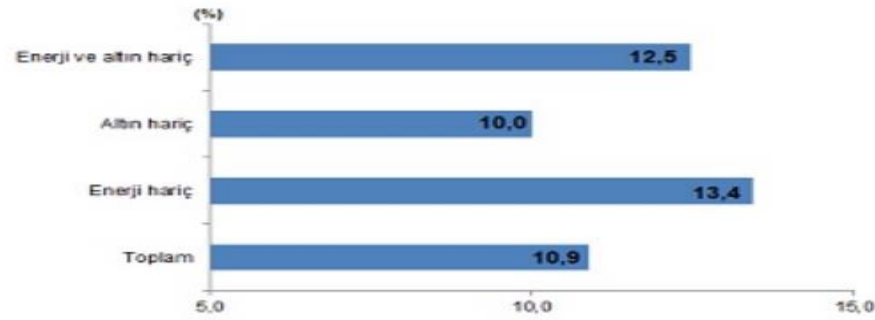
İhracat oranımız 2024 senesinin aralığında, 2023 yılı aralık ayına kıyasen %2,1 yükselerek 23 milyar 443 milyon dolar, ithalat ise %10,9 yükselerek 32 milyar 221 milyon doları bulmuştur (TÜİK).

Enerji alanının hariç tutulması halinde ihracat alanında büyüme oranlarımız %3,2 olup, altın hariç %2,5'tir. Aşağıdaki tabloda veriler gösterilmiştir.



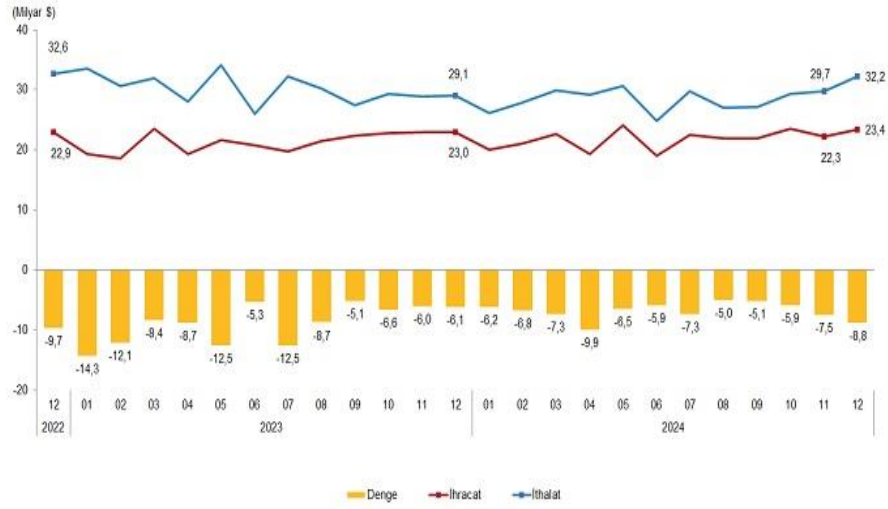
Şekil 14. İhracat Gelişim Hızı, Aralık 2024. (Kaynak: TÜİK)

Enerji ve altın hariç ithalat oranlarımız ise, %3,7 artarak 20 milyar 991 milyon dolardan, 21 milyar 763 milyon dolara ulaşmıştır. Aşağıdaki tabloda veriler gösterilmiştir.



Şekil 15. İthalat Gelişim Hızı, Aralık 2024. (Kaynak: TÜİK)

Cari açığımız 2024' te 2023 senesine kıyasen %22,7 azalarak, 106 milyar 339 milyon dolardan, 82 milyar 165 milyon dolara düştü. TÜİK'in yayınlamış olduğu dış ticaret dengesi aşağıda yer almaktadır.



Şekil 16. 2024 Dış Ticaret Dengesi. (Kaynak: TÜİK)

Genel itibariyle, enerji ithalatının önlenmesi durumunda dışa bağımlılık azalır ve bunun neticesinde başta yenilenebilir enerji alanında olmak üzere yeni istihdam olanakları artırılarak ekonomik büyüme sağlanır.

3.3. Türkiye Açısından Yenilenebilir Enerji Bağlamında Uluslararası Örnekler

Türkiye açısından yenilenebilir enerji, ihtiyaçlarını karşılamak ve uluslararası rekabet gücünü artırmak için önemlidir. AB, Almanya ve Çin, Türkiye için önemli örnekler sunmaktadır. Çin, karbon vergileriyle YEK'nı teşvik edip arttırırken, Almanya "Energiewende" planıyla fosil yakıtlara olan bağımlılığını azaltmaktadır. AB ise karbon emisyonlarını düşürerek sürdürülebilir enerji üretimini artırmayı hedeflemektedir. Bu örnekler, Türkiye'nin yenilenebilir enerji hedeflerine ulaşmasında yol gösterici olabilir.

3.3.1. Avrupa Birliği'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları

Avrupa Birliği, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelik öncü adımlarını ilk kez 1996 yılında "Gelecek İçin Enerji: Enerjinin Yenilenebilir Kaynakları" başlıklı stratejisiyle ortaya koymuştur. Ardından, 1997'de yayımladığı Beyaz Kitap ve sonrasında Yeşil Kitap adlı ortak eylem planlarıyla bu alanda dünya çapında örnek teşkil edecek girişimlerde bulunmuştur (Birol, 2015: 129).

Avrupa Birliği, en belirgin şekilde enerji politikalarını ve stratejik amaçlarını, 1 Aralık 2009'da akdedilen "Lizbon Antlaşması" ile resmen ortaya koymuştur. Bahse konu antlaşma kapsamında enerji güvenliği, yenilenebilir enerji, devamlılık ve rekabete dayalı

bir piyasa oluşturulması gibi temel öncelikler doğrultusunda önemli adımlar atılmaya başlanmıştır. Türkiye'nin de taraf olduğu bu antlaşma, AB'nin enerji alanındaki ortak hareket etme kapasitesini güçlendiren bir dönüm noktası olmuştur. Ayrıca, AB'nin önem verdiği bir diğer konu, bireysel enerji politikalarına yönelik olup, nihai tüketiciler için uygun fiyatlı, kaliteli ve sürekli enerji sağlanmasıdır (İleri, 2012:8).

Avrupa Birliği, Lizbon Antlaşması sonrasında pek çok enerji politikası oluşturmuş ve bu alana yönelik çeşitli belgeler yayımlamıştır. Ancak, AB üyesi ülkelerin tamamı bu alanda başarıya ulaşamamıştır. Avrupa Birliği ülkelerinin enerji ihtiyacı 2008 ve 2009 yıllarındaki ekonomik kriz nedeniyle 2005-2006 senelerine kıyasla %8 oranında düşmüştür. 2012 senesinde sağlanan enerji tüketimi, 1990 senesine göre ortalama aynı seviyelerdedir (Pamir, 2016: 280).

2013 yılına baktığımızda yenilenebilir enerjinin payının arttığını görmemiz mümkündür. Buna göre, 2004 senesinde toplam elektrik tüketimi içerisinde yenilenebilir enerjinin oranı %14,3 iken, 2013 yılında bu oran %25,4'e yükselmiştir. Bu durum, yenilenebilir enerjiye yönelik AB politikalarının belirli bir ölçüde başarılı olduğunu gösterebilir (Strunz, 2016: 33).

AB'nin arz güvenliği sorunu, genellikle Rusya'dan aldığı doğalgazın olası siyasi ve ekonomik yaptırımlar nedeniyle kesilmesi riskinden dolayı gündeme gelmektedir. Bu nedenle AB, çeşitli stratejiler geliştirmeye odaklanarak hedefler belirlemektedir. Bu çerçevede Avrupa Birliği Konseyi, arz güvenliğini sağlamak amacıyla yenilenebilir enerjinin toplam enerji içindeki payını 2030 yılına kadar %45'e çıkarılmasını hedefleyen Enerji Yönergesini onaylamıştır (AB.gov).

Türkiye'nin de taraf olduğu, BM çatısı altında kabul edilip küresel ölçekte onaylanan Paris Antlaşması, AB tarafından da onaylanmıştır. Bu durum, dünya genelinde çevre dostu enerji kaynaklarının arttırılması gerektiği yönünde bir adımdır.

Türkiye'nin AB uygulamalarına yönelik pek çok politikayı benimsediği bilinmektedir. Ancak, Avrupa Birliği üyesi olmaması, 26 senedir adaylık statüsünde bulunması ve AB'nin mevcut tavrı göz önüne alındığında, bu stratejilerin tamamen uygulanması gerekmemektedir. Türkiye, AB ile ilişkilerini güçlendirmek için çeşitli adımlar atmaya devam etmekte ve beraber yürüttüğu projeler bulunmaktadır. Örneğin, Türkiye, Akkuyu Nükleer Santrali'nde AB örneğini benimseyerek dayanıklılık testleri gerçekleştirilmesine dair isteğe bağlı bir taahhütte bulunmaktadır. Bu süreç, Avrupa

Komisyonu ile kurulan iş birliğiyle devam etmektedir (Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası, 2024). Yine benzer bir şekilde, Türkiye, stratejik planları doğrultusunda yenilenebilir enerji kullanımını desteklemekte ve gerekli yapıyı oluşturma çalışmalarına devam etmektedir. Ülkemizin geçmişte AB üyeliği için yaptığı mevzuat değişiklikleri, enerji sektöründe Avrupalı yatırımcıların ilgisini artırmaktadır. Çünkü bu durum, bölgesel mevzuatın genel geçerliliği sayesinde avantaj sağlamaktadır. Ancak üyelik sürecinin getirdiği siyasi ve ekonomik dinamikler, bazı stratejilerin hayata geçirilmesinde sınırlamalar yaratmaktadır. Örneğin, schengen vizesi taahhüdünün yerine getirilmemesi, kıbrıs sorunu ve daha bir çok politik çatışma mevcuttur. Bu açıdan AB, Türkiye açısından kısmen örnek alınabilecek bir örgüttür.

3.3.2. Çin Örneği

Dünya'nın süper gücü konumundaki Çin, yüksek fosil yakıt kullanımı nedeniyle ithalata bağımlı olmasının yanında çevre kirliliği sorunlarıyla da karşı karşıyadır. Çin, karbon vergisi uygulayarak kömüre olan talebini azaltmayı ve yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesini teşvik etmeyi amaçlamaktadır (Dingfei vd., 2021: 12).

Yeşil enerji konusunda stratejiler geliştiren Çin, araştırma ve geliştirme harcamaları ve karbon teknolojilerine yapılan yatırımlar açısından dünya çapında iyi bir konumunda olduğu bilinmektedir. Çin'in bu başarısında rol oynayan önemli etkenler arasında güçlü bir endüstri, ucuz iş gücü, ulusal piyasasında oluşturduğu teşvikler ve teknolojik gelişmişlik düzeyi gösterilebilir.

Çin, yenilenebilir enerji stratejileri açısından beş temel sorunsal üzerinde durarak bunları şu şekilde özetlemiştir: Enerji arz güvenliği, pazar rekabeti, çevre kirliliği, refah seviyesi ve iklim değişikliği (Lo, 2014: 509).

Çin, petrol konusunda yüksek bir ithalat bağımlılığına sahiptir ve bu oran %50 civarındadır. Bu durum, özellikle küresel enerji piyasalarındaki dalgalanmalara bağlı olarak enerji arz güvenliğini ciddi şekilde tehdit etmektedir. Çin, dışa bağımlılığını azaltmak ve enerji güvenliğini artırmak amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yaparak önemli stratejiler geliştirmektedir (Lo, 2014: 509).

Çin'in ekonomik büyümesinin itici gücü, üretimdeki hızlı artış ve sanayileşme sürecidir. Ancak bu büyümenin maliyeti, karbon emisyonlarında kaydedilen hızlı ve yüksek oranlı artışlardır. Üretim faaliyetlerinin yoğunlaşması, enerji tüketimini ciddi

şekilde arttırarak ithalat oranlarının yükselmesine ve çevresel tahribata neden olmaktadır. Bunun düzeltilmesi adına Çin, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedir (Wang vd.,2010:1873). Bu amaç doğrultusunda, 2005 senesinde çıkartılan Yenilenebilir Enerji Kanunu önemli ve kapsamlı yasalardan biridir (Cao vd., 2016: 121). Bu amaca yönelik olarak Çin, çeşitli sübvansiyonlar ve teşvikler düzenlemiştir (Wang vd.,2010:1873).

Bu doğrultuda, Çin ile benzer şekilde ucuz iş gücüne ve yüksek fosil yakıt bağımlılığına sahip olan Türkiye'nin, yenilenemez kaynaklarla enerji üreten şirketlere yönelik Çin örneğinde olduğu gibi vergi ve benzeri uygulamalar geliştirip, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik teşvikler sunması, bu alanda talep yaratılmasına katkı sağlayabilir.

3.3.3. Almanya Örneği

Enerji arzını tamamen yenilenebilir kaynaklardan temin ederek verimli enerji kullanımı sağlamayı hedefleyen Almanya, bu alanda öncü bir ülkedir. Almanya'nın amacı enerjiyi ekonomik, güvenli ve kesintisiz bir şekilde temin ederek arz güvenliğini sağlamaktır. Böylelikle Almanya, özellikle doğal gaz ve petrol alanında yaşadığı dışa bağımlılığını azaltarak, ekonomik büyümesini güçlendirecektir. Bu doğrultuda Almanya "Energiewende" olarak adlandırılan "enerji dönüşümü"nü sağlamak istemektedir.

"Energiewende", yenilenebilir enerji kaynaklarının yüksek oranda kullanıldığı bir enerji sistemine yönelik yapılan bir dönüşüm olarak tanımlanmaktadır. Almanya, 1990'lı yılların başında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmaya yönelik yenilikçi iç politikalar geliştirmeye başlamıştır. Bu dönemde, özellikle çevresel sorunlar ve fosil yakıtların sınırlı olduğu göz önüne alındığında, Almanya hükümeti, yenilenebilir enerji sektörünü desteklemeye karar vermiştir. Bu politikaların temel hedefi, fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmak, enerji güvenliğini artırmak ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamaktır (Solorio, 2017:45). Bu kapsamda, 1991 yılında elektrik sektöründe kabul edilen yasa ile yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğin şebekeye entegre edilmesi mümkün hale getirilmiş ve aynı zamanda bu kaynaklardan elde edilen elektriğin alınması zorunlu hale getirilmiştir (Heden, vd.,1997:121).

Yenilenebilir enerji alanında küresel çapta lider ülkelerden biri olan Almanya, bu alandaki başarılı uygulamalarıyla Türkiye için önemli bir örnek ve rehber konumundadır.

Türkiye, Almanya'nın yenilenebilir enerji politikalarından ilham alarak kendi enerji stratejilerini şekillendirebilir.

3.4. Enerji Arz Güvenliği Çerçevesinde Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikası

Türkiye, yenilenebilir kaynaklı enerji alanına önem verip, bu doğrultuda 2017 senesinde Milli Enerji Politikasını oluşturarak yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanılması hususunu asli öncelikleri arasına yerleştirmiştir. Türkiye, yenilenebilir enerjide kurulu güç açısından Avrupa genelinde beşinci, dünyada ise on ikinci basamakta bulunurken, 2022 senesinin sonunda kurulu gücünün %54'ünü yenilenebilir kaynaklı enerjiden sağlamaktadır (mfa.gov.tr).

"Yenilenebilir kaynaklar Türkiye'ye Enerji güvenliği ve uluslararası bağımlılığı azaltarak sürdürülebilir kalkınma için büyük katkılar sunacaktır" (Tanrıöver 2020: 68).

Ekonomik büyüme ve yoksulluğun azaltılması sağlanarak yüksek refah seviyesine ulaşılabilmesi için sürdürülebilir bir üretimin sağlanması ve enerjinin uygun fiyatlarla üretilmesi temel şarttır. Kendi enerjisini üretemeyen ülkeler için enerji fiyatlarında yaşanan artışlar büyük dezavantajlar meydana getirmektedir. Türkiye için yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji arz güvenliğindeki rolü son derece önemlidir.

Türkiye birincil enerji kaynakları açısından rezervleri yetersiz olup, büyük ölçüde ithalata bağımlıdır. Bu durum, arz güvenliğimizi tehdit edip, riskleri artırmaktadır. Bundan dolayı, ekonomik büyüme dalgalanmalarımızı azaltıp, dünya genelinde yaşanan enerji fiyatlarındaki değişimlerden daha az etkilenmek için fosil yakıt ithalatına olan bağımlılığımızı azaltmamız gerekmektedir. Türkiye, bu doğrultuda yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmekte olup, bu alanda önemli bir jeopolitik avantaja da sahiptir. Avrupa Birliği üyeliğini hedefleyen bir ülke olarak, Türkiye'nin yenilenebilir enerjiye olan ilgisi ve önemi her geçen gün artmaktadır. Hem ulusal hem de uluslararası hedefleri doğrultusunda, Türkiye yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmekte ve gerekli idari yapıyı kurma çalışmalarına devam etmektedir. 24 Temmuz 2003 senesinde aktif hale gelen "Avrupa Birliği Müktesebatının Üstlenilmesine İlişkin Türkiye Ulusal Programı" çerçevesinde, yenilenir kaynakların arttırılmasına önemi gösterilmiştir.

Türkiye Ulusal Programı'nda, enerji arz güvenliğinin sağlanması ve enerji ithalatı bağımlılığının azaltılması adına yenilenir kaynaklardan faydalanılması gerektiğini

vurgulayarak, enerji alanında destekleyici politikalar izleyeceğini dile getirmiştir. Mevcut kalkınma programında doğanın korunabilmesi adına çevre dostu kaynakların teşvik edilmesi gerektiği söylenmiştir. YEK'ndan daha çok yararlanmayı sağlamak amacıyla ve stratejiler geliştirilmesi hedefiyle, TBMM'ye “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımına İlişkin Kanun Tasarısı Taslağı” değerlendirilmektedir. Ayriyeten, “Elektrik Piyasası Kanunu” çerçevesinde, çevre dostu enerjinin elektrik alanında daha etkin faydalanılmasına yönelik destekleyici tasarılar oluşturulması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda, özel sektörün bu alanda desteklenmesi için, yenilenebilir enerji yatırımları alanında kullanılmak üzere Dünya Bankası'ndan 200 milyon dolar kredi tahsis edilmiştir (www.mfa.gov.tr/).

Milli Enerji ve Maden Politikası “Güçlü ekonomi ve ulusal güvenlik” temelli şekillenerek, ülkemizin gelecekteki küresel ve bölgesel piyasada hakim bir şekilde ilerlemesini amaçlamaktadır. Türkiye'nin enerjideki dışa bağımlılığını minimize edip, akabinde enerjiye olan gereksinimini kendiliğinden karşılaması halinde, Türk dış politikası bakımından uluslararası arenada güçlü bir diplomatik etkiye ve güce sahip olması mümkün olacaktır. Bu doğrultuda, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı himayesinde Milli Enerji ve Maden Politikamız oluşturulup, geliştirilmiştir. Bu politikada başlıca öne çıkan konular ise, arz güvenliği, öngörülebilir piyasa ve ulusallaştırma olup, bu eksenle ülkemizin enerji sektöründe güçlü bir konum elde edebilmesi bakımından rehberlik etmektedir. Türkiye, konumlandığı coğrafyada gelişmiş ve istikrarlı ülkelerden olup, enerjiye arz ve talebi olan ülkeler bakımından koridor bir bölgede yer almaktadır. Milli Enerji Politikası'nda belirlenen amaçların elde edilmesi halinde ülkemiz, mevcut coğrafi durumunu avantaja dönüştürecektir. Bu politikada özellikle vurgulanan unsurlar arasında LNG (sıvılaştırılmış doğalgaz) yatırımları, mevcut ve inşaatı süren boru hatları ile depolama tesisleri gibi projelerle arz güvenliğinin sağlanması yer almaktadır. Ayrıca yerli kaynakların kullanımının artırılması yönünde önemli adımlar atan Bakanlık, yerlileştirmeyi de bu politikanın ikinci önemli unsuru şeklinde öne çıkarmaktadır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Türkiye'nin Milli Enerji ve Maden Politikası: 2017)

Enerjide dışa bağımlılığı azaltmayı amaçlayan bu politikalar, Türkiye'nin geçirdiği değişim ve dönüşüm sürecinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu politikalar çerçevesinde, özellikle yerli kaynaklardan enerji üretiminin artırılması için yapılan çalışmalarla enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi sağlanmış ve ithalata dayalı enerji

bağımlılığının azaltılmasına yönelik önemli adımlar atılmıştır. Ayrıca, doğalgaz alanında gerçekleştirilen büyük boru hattı projeleri, sıvılaştırılmış doğalgaz (LNG) depolama yatırımları ve inşası devam etmekte olan nükleer santrallerimiz, Türkiye'nin enerji arz güvenliğini güçlendirme yönündeki önemli gelişmeleri yansıtmaktadır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Türkiye'nin Milli Enerji ve Maden Politikası: 2017).

Enerjide dönüşüm sağlanarak, karbon bazlı enerji yerine YEK'na geçilmesi hedeflenmektedir. 2025 senesi itibarıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının, global elektrik üretiminde kömürü geride bırakarak en büyük kaynak haline gelmesi beklenmektedir. Diğer taraftan, YEK'nın kesintili doğasının yaygınlaşması ile birlikte, şebeke esnekliğini artırmak büyük önem kazanmaktadır; bu noktada enerji depolama sistemleri önemli bir rol oynamaktadır (On İkinci Kalkınma Planı 2024-2028:10).

Yeniden revaçta olan nükleer güce yönelik yatırımlar, yenilenebilir enerji kaynaklarını nükleer enerjiyle destekleme konusuyla pek çok ülke tarafından benimsenmiştir. Bu doğrultuda bazı ülkeler var olan santrallerini yeniden aktif hale getirerek ve/veya yenilerini inşa edip, bu alanda yatırımlar gerçekleştirerek, eskilerine göre daha küçük nitelikte yeni nesil reaktörler geliştirmektedirler (On İkinci Kalkınma Planı 2024-2028:10).

Paris Sözleşmesinin akdedilmesinin ardından, iklimsel dönüşümün yarattığı etkiyi minimize etmeyi amaçlayan birçok ülke, uzun zamanda sıfır emisyon vizyonunu belirlemiştir. Küresel karbon emisyonunun ortalama 3/4'ünün fosil kaynaklı olduğu dikkate alındığında, bu alanda yaşanan değişim, hedeflere ulaşmak ve enerji arz güvenliğini sağlamak açısından kritik bir rol oynayacaktır (On İkinci Kalkınma Planı 2024-2028:10).

Hidrojen endüstrisinin enerji üretiminde önemli unsurlardan birine dönüştüğü bilinmektedir. Şu anda büyük oranda yenilenemez kaynaklardan elde edilip elektrik üretimi ve ısıtma başta olmak üzere pek çok alanda yaygın kullanılan hidrojen bakımından sürecin değişip, tamamen yeşil hidrojen kullanımına geçileceği ön görülmektedir (On İkinci Kalkınma Planı 2024-2028:10).

Kentleşme, tarım, çevre dostu şehir projeleri ve karbon azaltılması gibi pek çok alanda çevre dostu kaynaklar üzerinden sağlanan finansman önemli bir yer tutmaktadır. Bu alanlarda yerel yönetimlerin kapasitesinin güçlendirilmesi büyük bir öneme sahiptir (On İkinci Kalkınma Planı 2024-2028:15).

Türkiye de dahil olmak üzere birçok ülkede döngüsel yenilenebilir enerji, yeşil makineleşme, ekonomi, verimlilik ve sürdürülebilirlik konularında inovasyon sağlanarak, yeni fırsatlar ve iş olanakları ortaya çıkarılmak istenmektedir (On İkinci Kalkınma Planı 2024-2028:22).

Türkiye'nin 2053 senesinde sıfır emisyon amacı için önemli hedefleri, yenilenebilir enerji, yeşil hidrojen, enerji verimliliği, elektrifikasyon, ve enerji depolama yatırımları alanlarından oluşturmaktadır (On İkinci Kalkınma Planı 2024-2028:48).

Türkiye'nin temel amacı, kesintisiz, çevre dostu, emniyetli, risksiz, nitelikli ve uygun fiyatlarla enerji arzı sağlamak olup, tedarikte kaynak çeşitliliğini artırarak 2053 senesinde net sıfır emisyon hedefine ulaşmaktır. Bunun için milli ve yenilenir kaynakların etkili bir şekilde kullanılması, nükleer gücün elektrik alanında devreye sokulması, enerjide işlevselliğin sağlanması, teknolojinin yerleştirilmesi ve/veya yeni teknolojilerin entegrasyonu hedeflenmektedir. Ayrıca, uluslararası enerji ticaretinde stratejik konumumuzu güçlendirerek rekabetçi bir yapı oluşturulması amaçlanmaktadır (On İkinci Kalkınma Planı 2024-2028:105).

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Küreselleşmeyle beraber global ekonomide enerjinin üretimi, tüketimi, ticareti, enerjinin çeşitlendirilmesi ve iyileştirilmesi hedeflerine yönelik sağlanan yatırımlar neticesinde ekonomik büyüme sağlanmaktadır. Günümüzde enerji alanı başta olmak üzere pek çok alanda yaşanan gelişmeler neticesinde enerji verimliliğinin artırılması ve temiz çevre konularının gündemde olduğunu görmekteyiz. Yaşanan bu durumu, çoğu hükümet ve uluslararası örgüt tarafından oluşturulan politikalarla desteklendiğini söyleyebiliriz. Yenilenebilir enerji kaynakları sürdürülebilirlik, arz güvenliği, ucuz enerjinin sağlanması ve temiz bir çevrenin oluşturulması gibi avantajlarla günümüzde uluslararası arenada popülaritesini arttırmış durumdadır.

Enerji arz güvenliğinin sağlanması konusu pek çok değişkeni içermesi nedeniyle, Türkiye gibi fosil enerji kaynaklarına sahip olmayan bir ülkenin sadece kaynak ülke çeşitliliğinin sağlanması yolunu izlenmesi veya sadece doğrudan doğruya yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi gibi tek bir doğru veya yöntem vasıtasıyla yapması gerekenleri saptamak mümkün olmayıp, asıl olanın her zaman uzmanlarca hazırlanan sistematik bir plan doğrultusunda yönetilmesi doğru olacaktır. Bu değişkenler arasındaki önemli noktalardan birisini de aktörler oluşturmaktadır. Bu aktörlerden bazılarıysa hükümetler, uluslararası örgütler, hükümet(devlet) dışı organizasyonlar/örgütler, kaynak ülkesi, tedarik ülkesi, coğrafi transit ilişkiler, firmalar, bölgesel güçler ve diğerleri şeklinde olarak değerlendirebiliriz.

Enerji arz güvenliği iktisat, uluslararası ilişkiler, siyaset bilimi, coğrafya, jeoloji ve biyoloji gibi farklı disiplinleri bünyesinde barındıran bir alandır. Bu nedenle, yalnızca ekonomik açıdan bir değerlendirme yapmak, konunun anlaşılması açısından yetersiz kalabilir.

Mevcut durum itibarıyla oluşturduğumuz dört temel hipotez bulunmaktadır. İlk hipoteze göre, enerji arz güvenliğinin sağlanmasında yenilenebilir enerji kaynaklarının öncelikli çözüm olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu konunun önemi doğrultusunda, değişen yaşam standartları, küreselleşmenin ortaya çıkarttığı gelişmeler ve teknolojik buluşlarla beraber fosil yakıtların kullanımının artışı sonucu yaşanan çevresel kirlilik ve olumsuz iklim koşullarının yanında, iki petrol krizi sonrasında edinilen tecrübeyle beraber yenilenemez kaynaklı enerji açısından devamlılığın bulunmaması durumunun anlaşılması sebebiyle, meydana gelen problemler uluslararası boyutta

görölüp, anlaşılmıştır. Ayriyeten, Türkiye'nin cari açığının temel sebebi durumunda, fosil yakıt ithalatının bulunması TÜİK verileriyle ispatlanmıştır. Yenilenmesi mümkün enerji kaynaklarının sürdürülebilirlik, devamlılık ve daha pek çok alanda yenilenemeyen enerji kaynaklarına göre, enerji arzının sağlanması ve temiz bir çevreyi oluşturabilmesi bakımından daha güvenli olduğu kanıtlanmıştır.

Ülkemiz enerji transferi açısından avantajlı bir jeopolitik konuma sahip olmakla birlikte, birincil enerji kaynakları rezervi bakımından Kuzey Asya ve Orta Doğu'daki komşularına göre sınırlı ve ithalata bağımlı durumdadır. Türkiye'nin yaşadığı sorunlar, enerji arz güvenliği açısından büyük riskler doğurmaktadır. Bu riskler terör faaliyetleri, kaynak ülke çeşitliliği, devamlılık, fayda-maliyet dengesi ve çevresel hassasiyet gibi sorunlardır. Türkiye açısından enerji alanında en çok sorun oluşturan konulardan bir tanesi de ticaret sağlanan ülkeler bakımından kaynak çeşitliliğinin oluşturulamaması durumuyla meydana gelmektedir. İthalat oranlarındaki artış, cari açık açısından ülkemizi ekonomik olarak zor bir duruma sokmaktadır. Bu sorunun çözümünde en etkili yöntemse, enerjide arza yönelik güvenliğin sağlanması için yenilenebilir kaynaklara yönelmek ve bu alanda sürdürülebilir bir başarı elde etmektir.

İkinci hipotezimizde, Türkiye'nin jeopolitik durumu nedeniyle enerji köprüsü olmaya devam etmesi, doğru bir yöntem olup, enerji tedariki ve dış borçlanmasının azaltılması konusunda yetersiz olduğu yönündedir. Mevcut cari açık ve bunun temel nedeninin enerji alanında ki ithalat olması, Nabucco projesinde, Bakü-Ceyhan petrol hattında ve Samsun-Ceyhan petrol hattında yaşanan başarısızlıklar (Aydın,2016:588), arz güvenliği açısından yaşanmış olan petrol krizleri, orta doğuda ve yakınımızda devam eden savaşlar ile uygulanan ambargolar nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmemiz çözüm yöntemi olup, bunun yanı sıra enerji tedarikçisi durumumuzu devam ettirerek karşılıklı bağımlılık ekseninde avantajlı bir konuma geçmemiz gerekmektedir. Türkiye' de bu doğrultuda tek politika olarak fosil kaynaklardan uzaklaşmayarak, ekonomisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının rolünü arttırıp, enerji sistemini dönüştürmek istemektedir.

Sonuç olarak, Türkiye her ne kadar fosil yakıtlar açısından sınırlı yer altı rezervlerine haizse de, bulunduğu yer göz önünde tutulduğunda, kuzey ülkelerine kıyasla güneşlenme süresi bakımından avantaja sahip olduğu görülmektedir. Güneş ışınlarından faydalanma süresi ile ışınlam şiddeti göz önünde tutulduğunda, Türkiye'nin fevkalade iyi

oranlara sahip olduğu gör÷lmektedir. Bu durum, çevre dostu enerjide ana kaynak durumunda olan güneşin, ÷lkemizi avantajlı bir konuma soktuğunu göstermektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının efektif bir şekilde kullanılması, çevre dostu enerji türlerini artırmak ve gelecek nesillere temiz bir dünya bırakabilmek açısından büyük önem taşıdığı, literatürde bilinen bir gerçektir.

Üçüncü hipotezimiz ise, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafınca oluşturulan “Güçlü ekonomi ve ulusal güvenlik” temasına dayanan Milli Enerji ve Maden Politikası incelenmiş olup, vaadedileni uygulama noktasında başarıya ulaşması halinde bir çözüm niteliği taşıyacağına ulaşılmıştır. Bu program, enerji arz güvenliğini sağlama, yerlileştirme ve öngörülebilir bir piyasa yaratma gibi üç ana stratejiyi içermektedir. Bu ideallerin gerçekleştirilmesiyle beraber ulaşılmak istenen hedeflerse verimli ve kesintiye uğramayan enerjinin sağlanmasının yanı sıra enerji masrafların en aza indirgenmesiyle cari açıkların giderilmesi ve refahın artırılmasıyla milli güvenliğe ilişkin, arz güvenliği gibi tehditlerin çöz÷mlenmesi amacını gütmektedir. Türkiye, 2021 senesinde gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler toplantısında "Paris İklim Anlaşması"nın akdedilmesiyle, 2053 senesine kadar birincil kaynaklı yakıtlardan vazgeçmeyi hedefleyerek önemli bir adım atmış olup, yenilenebilir enerjiye geçişle arz güvenliğini sağlama amacını pekiştirmiştir. Yenilenebilir enerjiye olan ilginin arttığı günümüzde, ÷lkemizin bu süreci takip ederek gerekli yatırımları ve teşvikleri sağlayıp, kısa süre içinde mali kalkınmasını hızlandırması ve gelişmişlik seviyesini yükseltmesi büyük bir olasılıktır. (On İkinci Kalkınma Planı 2024-2028:18).

Son hipotezimizde ise, Türkiye, enerji arz güvenliğini sağlamak amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya başlarken, ilk adım olarak örnek alabileceği ÷lkelerin planlamalarını dikkate almalıdır. Yenilenebilir enerjiye yönelik teşvikler, yatırımlar ve eğitim alanlarını kapsayan hukuki zemini güçlendirerek, bu alanda olumlu bir ilerleme kaydedilebilir. Dünyada başat güç olarak kabul edilen Çin Halk Cumhuriyeti ve Almanya, Türkiye için rol model olabilecek ÷lkelerdendir. Türkiye ve Çin arasında güçlü bir ticari ilişki bulunmaktadır. ÷lkemiz, yakın dönemde ekonomik model açısından Çin ekonomisindeki benzer yaklaşımları uygulama düşüncesinde olduğunu belirtmiştir. Bu bağlamda, Türkiye'nin süper güç konumundaki bir ÷lkeyi örnek alması, kesinlikle faydasına olacaktır. Bir başka örnek olarak, Almanya'da uygulanan "enerji dönüşümü" projesini takip ederek, bu alandaki mevzuat değişikliklerini, teşvik ve yatırım

politikalarını derinlemesine incelemesi, Türkiye için büyük bir fayda sağlayacaktır. Bu süreç, ülkemizin yenilenebilir enerji altyapısını güçlendirme noktasında önemli bir adım olabilir. Ayriyeten, Almanya'nın deneyimlerinden yararlanarak, yenilikçi teknolojilere yatırım yaparak ve uzun vadeli stratejiler geliştirerek, Türkiye de enerji dönüşümünde başarılı bir model oluşturabilir. Bu şekilde hem ekonomik hem de çevresel açıdan sürdürülebilir bir kalkınma sağlanabilir.

Bunun yanı sıra Türkiye, kurulu güç bakımından yenilenebilir enerji kaynakları alanında sahip olduğu potansiyel ve yaptığı atılımlar dolayısıyla iyi durumdadır. Kendi oluşturduğu vizyonu (2053 yılı net sıfır emisyon hedefi) ve planlamasını (On İkinci Kalkınma Planı) sistematik bir şekilde devam ettirdiği sürece önümüzdeki yıllarda bu alanda başarı sağlayacağına kuşku bulunmamaktadır.

Enerji alanında yüzyıldan fazla bir süredir küresel ölçekte yapılan ve yapılmaya devam etmekte olan eser ve yayın bulunmaktadır. Ancak konuya ilişkin kaynakların yeterli olmaması konuyla ilgili yorum yapmayı zorlaştırmaktadır. Yalnız, eldeki veriler ışığında, geleceğe dair makul çıkarımlarda bulunmanın oldukça tabi durumda olduğunu belirtmek mümkündür. Bu açıdan tezden edinilen bilgiler ışığında, tezin gelecek için verimli olacağı muhakkaktır. Konuya ilişkin tezimiz, verilecek kararlar ve izlenecek yöntemler açısından son derece önemli bir referans niteliği durumundadır. Tezimiz araştırmacılara, politikacılara ve konuya ilişkin bilgi edinmek isteyen herkese uygundur. Sonuç olarak, enerji konusundaki yeni verilerin ve gelişmelerin meydana gelmesi daima öngörülür olup, mevcut doğruların değişken olabileceği esastır.

KAYNAKÇA

2872 sayılı Çevre Kanunu

<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=2872&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5> (20.11.2024).

Acaroğlu, M., (2003), Alternatif enerji kaynakları, Atlas Yayınları, İstanbul.

Altıntaş, H., "Savaşların Çevresel Boyutu ve Ekosistem Üzerindeki Geri Dönüşü Olmayan Olumsuz Etkileri", Kırgızistan-Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2003, ss. 131-153.

Arnold, N., (2013), Enerji Canavarı, Elif Kıral, Timaş Yayınları, İstanbul.

Arslan E, ve Solak A., "Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Tüketiminin İthalat Üzerindeki Etkisi", OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi, Cilt 10, 2019, Sayı 17, ss. 1380-1407.

Ataseven, H. & Ünsal, D., (2022), Multidisipliner Bakış Açısıyla Türkiye’de Enerji, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Rektörlük Matbaası, Sivas.

Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası (2024), www.ab.gov.tr 19.02.2025 tarihinde erişildi.

Aydemir, A., vd. (1987), Fen Bilgisi, Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları No: 145, Açıköğretim Fakültesi Yayınları No: 60, Ankara.

Aydın, F., "Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme", Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2010, Sayı 35, ss. 318-319.

Aydın, L., (2016), Enerji Ekonomisi ve Politikaları, (1.baskı), Seçkin Yayıncılık, Ankara.

Aydın, L., (2016), Enerji Ekonomisi ve Politikaları, Seçkin Yayınevi, Ankara.

Bal, H., ve Alper, A, E., "Bakü-Tiflis-Ceyhan Petrol Boru Hattı ve Türkiye Ekonomisine Etkileri", Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi , Cilt: 19, 2010, ss. 345-359.

Bayraç, H. N., "Küresel Enerji Politikaları ve Türkiye: Petrol ve Doğal Gaz Kaynakları Açısından Bir Karşılaştırma", Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt: 10, 2009, ss. 115-142.

Bell JNB, Shaw G., "Ecological lessons from the Chernobyl accident", Environmental International Cilt 31,2005, ss. 771-777.

- Berberoğlu, N., (1982). Türkiye'nin ekonomik gelişmesinde enerji sorunu, Eskişehir İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Yayınları, Eskişehir.
- Bilginoğlu, M, A., (1991), "Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Sorunu ve Alternatif Enerji Politikaları", İİBF dergisi, Erciyes Üniversitesi, Cilt 3, Sayı 6, ss. 122-147.
- Birol, Y, E., (2015), Avrupa Birliği Ülkelerinde ve Türkiye'de Enerji Sektörünün Ekonomi Politikası: Karşılaştırmalı Bir Analiz, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, Sivas.
- BOTAŞ (2018) Sektör Raporu, www.botas.gov.tr/ (10.11.2023 tarihinde erişildi).
- Brauch, H, G., "Güvenliğin Yeniden Kavramsallaştırılması: Barış, Güvenlik, Kalkınma ve Kavramsal Dörtlüsü", Uluslararası İlişkiler Akademik Dergisi, Cilt:5, 2008, ss. 1-47.
- Can, S., (2011), "Alternatif enerji kaynakları potansiyelinin yönetilmesi: Çanakkale ili örneği", Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale: Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ceyhan, H., vd., Türkiye'de 1970-80'lerde enerji ihtiyacı ve arzı, "Türkiye'nin enerji sorunu ve enerji ihtiyacı", İstanbul: Çeltüt Matbaacılık Koll.Şti., Cilt 1, 1973, Sayı 1, ss. 3.
- Chester, L., "Conceptualising Energy Security and Making Explicit Its Polysemic Nature", Energy Policy Cilt 38, 2010, Sayı 1,
- Chevalier, J. M., "Security of Energy Supply for the European Union", European Review of Energy Markets, Cilt 1, 2006, Sayı 2, ss. 29-48.
- Costantini, V., Gracceva, F., Markandya, A., ve Vicini, G., "Security Of Energy Supply: Comparing Scenarios From A European Perspective", Energy Policy, Cilt 35, 2007, Sayı 10, ss. 210-226.
- Çelikkale, M., (2013), Enerji Güvenliği NATO'nun Yeni Tehdit Algısı , İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Dahl, C., (2004)," International Energy Market, Understanding Pricing, Policies and Profits", Penn Well Corporation 1421 S.Sheridan Road Tulsa, Oklahoma74112-6600 USA.
- Dalby, S., (2008), "Güvenlik ve Çevre Bağlantılarına Yeniden Bakmak", Uluslararası İlişkiler dergisi, Cilt:8, 2008, Sayı 16, ss. 179-195..

- Dalmış, Ö., (2017), "Doğalgaz enerjisi arz güvenliği" (yüksek lisans tezi), İskenderun Teknik Üniversitesi, Hatay.
- Demiryol, T., (2016). Enerjide Karşılıklı Bağımlılık ve Uluslararası Çatışma, Uluslararası Güvenlik Politikalar, Stratejiler ve Yaklaşımlar, Beta Basım AŞ, İstanbul.
- Dingfei, J., "The Future of Coal Supply in China Based on Non-Fossil Energy Development and Carbon Price Strategies", Energy, Cilt: 220, 2021, sayı 1.
- Dong, S., Cao, J., Flynn, D., ve Fan, Z., "Cybersecurity In Smart Local Energy Systems: Requirements, Challenges", And Standards. Energy Informatics, Cilt 5, 2022, Sayı 1.
- Durmuşoğlu Sercan, (2015), "Türkiye'nin Enerji Politikaları ve Komşu Ülkeler ile Uluslararası İlişkilerine Etkileri", İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.
- Ediger, V., "Enerji Arz Güvenliği ve Ulusal Güvenlik Arasındaki İlişki", SAREM Enerji Arz Güvenliği Sempozyumu, Ankara, 2007, ss. 3.
- Ediger, V.Ş. (2008), "Yeni Yüzyılın Enerji Güvenliğinde Karşılıklı Bağımlılık Bir Zaruret", Doğal Gaz Dergisi, Cilt 132, 2008, ss. 62.
- Elüstü, S., "Avrupa Birliği'nin Enerji Güvenliği: Enerji İthalatı Bağımlılığı ve Ekonomik Büyüme İlişkisi", İstanbul İktisat Dergisi- Istanbul Journal of Economics, Cilt 71, 2021, Sayı 1.
- Emrealp, S., (2005), Yerel Gündem 21 Uygulamalarına Yönelik Kolaylaştırıcı Bilgiler Elkitabı, Uluslararası Yerel Yönetim Birliği, Doğu Akdeniz ve Ortadoğu Bölge Teşkilatı Yayını, İstanbul.
- Enerji Raporu (2013). Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Ankara. <https://dunyaenerji.org.tr/enerji-raporu-2013/> (13.09.2023 tarihinde erişildi).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Türkiye'nin Milli Enerji ve Maden Politikası: 2017 https://www.mfa.gov.tr/turkiye_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa (13.09.2023 tarihinde erişildi).
- enerji.gov.tr. Kaynak Ülkelerine Göre Türkiye'nin Doğal gaz İthalat Oranları (2022), (03.02.2025 tarihinde erişildi).
- enerji.gov.tr. Türkiye'nin Doğal Gaz Boru Hatları (11.02.2024 tarihinde erişildi).
- Erdoğan, S., (2016), Arz Güvenliği Bakışı ile Türkiye'de Enerji Politikaları, Orion kitabevi, Ankara.

- Ertuğrul, Ö. F., Tür, M. R., ve Tekin, C., (2023), Enerji Sistemleri Analizi. Batman Üniversitesi Yayınevi, Batman.
- ETKB, Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü, 2017, Sayı 15. <https://enerji.gov.tr/eigm-raporlari> (20.02.2024 tarihinde erişildi).
- ETKB. (2017). T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2016 yılı taşkömürü sektör raporu. www.enerji.gov.tr/ (11.02.2024 tarihinde erişildi).
- Göksu, E. (1986). Enerji Kaynakları I, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Gülsaç, I.I., “Okyanuslardan Gelen Enerji Dalga Enerjisi”, Cilt 498, 2009, ss. 58-61.
- Güvenek, B., ve Volkan, A., "Enerji Tüketimi ve Büyüme İlişkisi: OECD Ülkelerine İlişkin Bir Panel Veri Analizi", Enerji, Piyasa ve Düzenleme, Cilt: 1, 2010, S.2, ss 172-193.
- H. Aydın, M. A. Barışkan & A. Çetinkaya, "Siber Güvenlik Kapsamında Enerji Sistemleri Güvenliğinin Değerlendirilmesi" Güvenlik Bilimleri Dergisi, Cilt 10, 2021, Sayı 1, ss. 151-174.
- Hakan Heden, Susan Harrison, Martin Huemer, v.d., (1998), Energy Policies of IEA Countries, Germany.
- Hall, D.O. (1997). “Biomass Energy in Industrialized Countries-A”, View of the Future For Ecol Manag", Cilt 91, 1997, Sayı 1, ss. 17-45.
- Haşimoğlu, C., Ciniviz M., ve Uçar G. "Günümüzde İçten Yanmalı Motorlarda Otolarda Hidrojen Yakıtının Kullanılması", Cilt 1, 2000, Sayı 1.
- Hoogevneen, F, Wilbur P., (2005), “Tomorrow’s Mores: The International System, Geopolitical Changes and Energy”, Netherlands Institute of International Relations, Clingendael.
- Huang, B., Bai, X., Zhou, Z., Cui, Q., Zhu, D., & Hu, R., "Energy Informatics: Fundamentals And Standardization" ICT Express. Cilt 3, 2017, Sayı 2, ss. 63-70.
- IEA (International Energy Agency). Global Energy & CO2 Status Report 2017. <https://www.iea.org/reports/global-energy-co2-status-report-2017> (22.02.2024).
- İleri, Ç., (2012), Enerji Politikası, İktisadi Kalkınma Vakfı Yayınları, İstanbul.
- İlkılıç, Zeynep (2016). “Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi ve Rüzgâr Enerji Sistemlerinin Gelişimi”. Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi, Cilt 6, 2016, ss. 5-6.

- İlleez B., (2004), “Güneş Enerjisi Destekli Sürekli Beslemeli Tip Biogaz Üreticinin Oluşturulması” Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Güneş Enerjisi Enstitüsü, Güneş Enerjisi A.B.D, İzmir.
- İnat, K. ve Caner, M. (2021). "Ortadoğu Ülkelerinin Enerji Politikaları". SETA yayınları, İstanbul.
- İşcan, E., "Petrol Fiyatının Hisse Senedi Üzerindeki Etkisi", Maliye Dergisi, 2010, Sayı:158, Ocak-Haziran.
- Kaygusuz K. ve Sarı A, (2003), "Türkiye'nin Mevcut Enerji Durumu, Sürdürülebilir Kalkınma ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları", Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Kayseri.
- Keleş, R-Hamamcı, C, (1993). "Çevre Bilimi", İmge Kitabevi, Ankara.
- Kemmerer, R. A., Cybersecurity. In 25th International Conference On Software Engineering, 2003. Proceedings. IEEE. ss. 705-715.
- Kılıç, N., (1998), "Dünyada ve Türkiye’de enerji sektörüne bakış ve jeotermal enerji potansiyelinin irdelenmesi", İzmir Ticaret Odası Yayını, İzmir.
- Kılınç Savrul, B. (2016), Enerji Ekonomisi: Türkiye'nin Enerji Sektörü ve Alternatif Enerji Kaynakları, Dora yayıncılık, Çanakkale.
- Kruger, P., (2006), Alternative energy resources; the quest for sustainable energy. New Jersey: John Wiley& Sons Şirketi, ABD.
- Lax, H. L., "Political Risk as a Variable in TNC Decision Making", Natural resources Forum, Cilt 6, 1982.
- Lo, K., “A Critical Review of China’s Rapidly Developing Renewable Energy and Energy Efficiency Policies”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Cilt 29, 2014, ss. 508-516.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA). <https://www.mta.gov.tr> (15.06.2023).
- Mansson, A. Bengt Johansson, Lars J. Nilsson, Energy Security: An overview of commonly used methodologies, Cilt 73, 2014, ss 1-14.
- Minor, J., "Mapping the new political risk. Risk Management", Cilt 50, 2003, Sayı 10, ss 1.
- Moody’s,2022 www.moodys.com (03.03.2023).

Mutlu, A., "Nükleer Demodelik mi, Sürdürülebilir Enerji mi ?", Standart Dergisi, 2002, Sayı 487, ss 64-72.

National Geographic Society, Wind.

<https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/wind/#:~:text=Encyclopedic%20Entry%20Vocabulary101,Wind%20is%20the%20movement%20of%20air%20caused%20by%20the%20uneven,the%20Earth%20by%20the%20sun.&text=Warm%20equatorial%20air%20rises%20higher,to%20replace%20the%20heated%20air>
. (08.07.2024 tarihinde erişildi).

Nye ve Keohane (1977), Power and Interdependence: World Politics in Transition, Little, Brown and Company, ABD.

Olgun, H. ve Tırıs M., "Atıkların Enerji Dönüşüm Sistemlerinde Kullanılması", Teknoloji Günleri Alternatif Enerji Sistemleri Sempozyumu, 29 Mart 2001, İstanbul.

Ongur Ö, H, ve Yavçan, B., (2015), Uluslararası İlişkilerde Marksist Yaklaşımlar, Uluslararası İlişkiler Teorileri, İletişim Yayınları, İstanbul.

Önder, T., (2003), "Ekoloji, Toplum ve Siyaset", Odak Yayınevi Evi, Ankara.

Özen A., Ünsal, M, ve Bahtiyar, E., "Türkiye'de Yeşil Ekonomi Açısından Yenilenebilir Bir Enerji Kaynağı: Rüzgâr Enerjisi", Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, Cilt 7, 2015, Sayı 14.

Özer, M. A., (2008), 21. Yüzyılda Yönetim ve Yöneticiler, Nobel Yayınları, Ankara.

Pamir, N., (2016), Enerjinin İktidarı, 2.Baskı, Hayygrup Yayıncılık, İstanbul.

Perlack, R.D., Wright, L.L., Huston, M,A, ve Schramm, W.E., "Biomass Fuel From Woody Crops For Electric Power Generation", 1995, Oak Ridge National Laboratory (ORNL), ABD.

Pipe, J., (2013), Dünya enerji sorunları, Biyoyakıtlar Besin Kaynaklarımıza Karşı Tehdit mi?, Tübitak yayınları, Ankara.

Polat, Ç., (2010), Kyoto protokolü'ne mikro ekonomik yaklaşım, Türkiye karbon piyasası için teorik değerlendirme, Gazi Kitabevi, Ankara.

Serin, Aylin (2009). "Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası Sorunsalı, Artan Enerji Bağımlılığı ve Türkiye'nin Rolü", Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası İlişkiler Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

- Sevim, C., "Geçmişten Günümüze Enerji Güvenliği ve Paradigma Değişimleri", Stratejik Araştırmalar Dergisi, Cilt 13, 2009, ss. 93-105.
- Solorio, I, ve Jörgens, H., (2017), A Guide to EU Renewable Energy Policy, Comparing Europeanization and Domestic Policy Change in EU Member States, Edward Elgar Publishing, ABD.
- Sözen, A., (2009), "Future Production of The Energy Dependence Of Turkey Using Artificial Neural Network", Cilt 37, Sayı 11, ss 4827-4833.
- Strunz, Sebastian, Gawel, Erik ve Lehmann, Paul, (2016) "The Political Economy of Renewable Energy Policies in Germany and the EU", Utilities Policy, Cilt 42, 2016, Sayı 1, ss 33-41.
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
<https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=7221&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> (17.06.2024).
- Şahin, S., (2019), Küresel Enerji Politikalarının Kıskaçında Orta Doğu, Yeditepe Yayınevi, İstanbul.
- Şen, Z., (2002)., Temiz enerji ve kaynakları, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Şengül, Ü., Eren, M., Eslamian Shiraz, S., Gezder, V. ve Sengül, A. B., "Fuzzy TOPSIS method for ranking renewable energy supply systems in Turkey", Renewable Energy, Cilt 83, 2015, Sayı 1, ss 201-209.
- Tanrıöver, Mehmet, (2020), "Yenilenebilir Enerjinin Türkiye Ekonomisine Yansımaları" Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş.
- Taşdemiroğlu, E., (1988), Solar energy utilization: technical and economic aspects, ODTÜ, Ankara.
- TCMB, Enflasyon Raporu, 2023
<https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/tr/tcmb+tr/main+menu/yayinlar/raporlar/enflasyon+raporu> (06.07.2024).
- TÇV. (2006). Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları. Türkiye Çevre Vakfı Yayını, İstanbul.
- Tooth, F., (2009), Enerji Güvenliğine Ortak Çözüm Arayışları, Uluslararası Sempozyumu, Harp Akademileri Basım Evi, İstanbul.

- Turan R., Baker, D., Çırpa A., (2012). Türkiye'nin enerji sorununa nihai çözüm olarak güneş enerjisi ve bu alanda ÖDTÜGÜNAM'ın rolü. 2012 yılı Türkiye Enerji Kongresi (DEKTMK)
- Tüplek A., (2011). “Odun Talaşı Ve Tozundan Pelet Biyoyakıt Üretilmesi Ve Yanma Analizi”, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, Konya
- Türe, S., (2001), “Biyokütle Enerjisi”, Temiz Enerji Vakfı, Sayfa: 1-5. Ankara.
- Türk Sanayici ve İş Adamları Derneği, (1998). 21. Yüzyıla Girerken Türkiye’nin Enerji Stratejisinin Değerlendirilmesi. TÜSİAD Yayınları, No: T/98-12/239, İstanbul.
- Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası: 2023 https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/SGB/tr/Kurumsal_Politikalar/HSP/ETKB_Hidrojen_Stratejik_Plan2023.pdf (10.05.2024).
- Türkiye İstatistik Kurumu Aylara Göre Dış Ticaret İstatistikleri www.tuik.gov.tr/ (15.02.2025 tarihinde erişildi).
- Türkiye İstatistik Kurumu İhracat Gelişim Hızı, Aralık 2024., www.tuik.gov.tr/ (21.02.2025 tarihinde erişildi).
- Türkiye İstatistik Kurumu İthalat Gelişim Hızı, Aralık 2024., www.tuik.gov.tr/ (02.03.2025 tarihinde erişildi).
- Türkiye'de Enerji ve Geleceği İTÜ Görüşü: 2007, İstanbul.
- Uğurlu, Ö., (2009), "Türkiye'de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları", Örgün Yayınevi, Bilim Dizisi, İstanbul.
- Üçgül, İ., ve Elibüyük, U., “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Enerji Jeopolitiği”, ANKA e-DERGİ Cilt 2, Sayı 1.
- Ünsal, H. (2015), "Enerji Yatırımı uyumsuzluklarında yetki sorunu ve esasa uygulanacak hukuk", (doktora tezi), Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Wang, Jang, Haitao, Yin ve Li, Shoude (2010), “China’s Renewable Energy Policy: Commitments and Challenges”, Energy Policy, Cilt 38, Sayı 4, ss 1872-1878.
- Yatar, Y., (2007), "Avrupa Birliği Enerji Politikası ve Bu Politika Bağlamında Hazar Havzası Enerji Kaynaklarının Önemi", (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- YEK tasarıları <https://www.mfa.gov.tr/yenilenebilir-enerji-kaynaklari.tr.mfa> (10.10.2023 tarihinde erişildi).

- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM, 2016). Güneş Enerjisi ve Teknolojileri <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-gunes> (17.10.2024).
- Yergin, D., (1991), The Prize: The Epic Quest for Oil, Money and Power. New York: Simon and Schuster, ABD.
- Yergin, D., (2006), Petrol, Para ve Güç Çatışmasının Epik Öyküsü, İş Bankası Kültür Yayınları, İstanbul.
- Yılmaz, N., "Petrol ve Doğal Gaz Boru Hatları Üzerine Genel Bir Değerlendirme", Tesisat Mühendisliği Dergisi, 2005, Sayı: 87, ss. 4-14.
- Yiğitgüden, H. Y., (1999), Türkiye'de elektrik enerjisi sektöründe özelleştirme politikaları ve çalışmaları, İstanbul Ticaret Odası Yayınevi, İstanbul.
- Yüce, Ç. K., (2007), "Hazar Havzası'nın 21. Yüzyıl Enerji Savaşlarındaki Rolü", Global Strateji Enstitüsü Dergisi, Cilt 3, Sayı 11.
- Yüce, Ç., (2006), Kafkasya ve Orta Asya Enerji Kaynakları Üzerinde Mücadele, Ötüken Yayınları, Ankara.
- Yücel, B. F., (1994), Enerji Ekonomisi, Akay Ofset Matbaacılık, Ankara.