



BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ

T.C.

BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

COĞRAFYA ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ENERJİ COĞRAFYASI PERSPEKTİFİNDEN BİR İNCELEME:
2023 TÜRKİYE ENERJİ VİZYONU AÇISINDAN YENİLENEBİLİR
ENERJİ KAYNAKLARININ ÖNEMİ**

Mehmet Akif ERSOY

Yüksek Lisans Tezi

DANIŞMAN

Doç. Dr. Erol KAPLUHAN

Burdur, 2023

T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
COĞRAFYA ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

ENERJİ COĞRAFYASI PERSPEKTİFİNDEN BİR İNCELEME:
2023 TÜRKİYE ENERJİ VİZYONU AÇISINDAN YENİLENEBİLİR
ENERJİ KAYNAKLARININ ÖNEMİ

Mehmet Akif ERSOY

Yüksek Lisans Tezi

DANIŞMAN
Doç. Dr. Erol KAPLUHAN

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Kadir TUNCER
Üye: Dr. Öğr. Üyesi Şakir Fural

Burdur, 2023

T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
ETİK BEYAN

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'ne göre hazırlamış olduğum “Enerji Coğrafyası Perspektifinden Bir İnceleme: 2023 Türkiye Enerji Vizyonu Açısından Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi” Adlı tezin hazırlanması sürecinde akademik ve etik kuralları ihlal etmediğimi, tezimin özgün olduğunu, başvurduğum kaynakları metin içinde, dipnotlarda ve kaynakçada eksiksiz ve bilimsel kurallara uygun olarak gösterdiğimi taahhüt ederim.

Mehmet Akif ERSOY

Tarih ve İmza

TEŞEKKÜR

Tez hazırlama aşamasında hiçbir zaman yardımını esirgemeyen, yüksek lisans eğitimime başladığım ilk günden itibaren maddi ve manevi desteğiyle yanımda olan değerli danışmanım Doç. Dr. Erol KAPLUHAN hocama teşekkürlerimi borç bilirim. Tez çalışmam sırasında hep arkamda duran yardımlarını hiç esirgemeyen ve birçok fedakârlık gösterip beni destekleyerek her an yanımda olan çok kıymetli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



ÖZET

İnsanoğlu temel ihtiyaçlarının karşılanması noktasında varoluşundan itibaren enerjiye ihtiyaç duymuştur. Ülkelerin sosyal ve ekonomik dinamikleri ile doğru orantılı olarak bu gereksinim her geçen gün artmaktadır. Bu bağlamda artan enerji ihtiyacını karşılamak ve gelişmiş ülkeler arasında yer almak için ülkemizde de enerji politikaları sürekli olarak güncellenmeli ve alternatif enerji kaynaklarından maksimum seviyede yararlanılması gerekmektedir. Fosil enerji kaynaklarının sonu olduğu ve tükenebilir oldukları aşikârdır. Fakat alternatif enerji kaynakları bu durumu avantaja çevirebilme kabiliyetine sahiptir. Gelişmiş ülkelerde bitmeyen, temiz, ekonomik, kolay ulaşılabilir enerji kaynaklarına yönelim olmakla birlikte halen farklı alternatif enerji kaynakları aranmaktadır. Bu ülkeler enerjinin önemini kavramış ve bu anlamda kaynak arayışlarına girmişlerdir. Ülkemizde de alternatif enerji kaynaklarının önemi kavranmış ve bu alanda birçok yeni yatırım yapılmaktadır. Ülkemiz Cumhuriyetin 100. Yılı'nın kutlanacağı 2023 yılında enerjide dışa bağımlılığı en aza indirmeyi hedeflemekte ve bu anlamda enerji politikalarını belirlemektedir. Türkiye yenilenebilir enerji kaynaklarının yanında ayrıca mavi vatandaki birçok sahada petrol ve doğalgaz başta olmak üzere enerji kaynaklarının araştırılması ve çıkartılması için özellikle TPAO girişimleriyle faaliyette bulunmaktadır. Tüm bunların yanında Türkiye bulunduğu stratejik konum itibarıyla Rusya Federasyonu, İran, Irak, Azerbaycan, Türkmenistan gibi ülkelerle enerji alanında yeni anlaşmalara ve ortaklıklara imza atmaktadır. Bu durum ülkemizin gayet tabi ve zorunlu politikasıdır. Ülkemiz Avrupa ile birçok enerji sahası arasında adeta köprü vazifesi görmektedir. Türkiye'nin, bu durumu avantaja çevirmek en tabi hakkı ve ihtiyacıdır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Enerji,

(ERSOY, Mehmet Akif, An Analysis from the Perspective of Energy Geography: The Importance of Renewable Energy Resources for 2023 Turkey's Energy Vision Master Thesis, Burdur, 2023)

ABSTRACT

Mankind has needed energy since its existence in order to meet its basic needs. This need is increasing day by day in direct proportion to the social and economic dynamics of the countries. In this context, in order to meet the increasing energy need and to be among the developed countries, energy policies in our country should be constantly updated and alternative energy sources should be utilized at the maximum level. It is obvious that fossil energy sources are finite and they are exhaustible. However, alternative energy sources have the ability to turn this situation into an advantage. Although there is an endless trend towards clean, economical and easily accessible energy sources in developed countries, different alternative energy sources are still sought. These countries have realized the importance of energy and have started to search for resources in this sense. The importance of alternative energy sources in our country has been understood and many new investments are made in this field. Our country aims to minimize foreign dependency in energy in 2023, when the 100th Anniversary of the Republic will be celebrated, and determines its energy policies in this sense. In addition to renewable energy resources, Turkey also operates in many fields in the blue homeland, especially with TPAO initiatives, for the exploration and extraction of energy resources, especially oil and natural gas. In addition to all these, Turkey, due to its strategic location, is signing new agreements and partnerships in the field of energy with countries such as the Russian Federation, Iran, Iraq, Azerbaijan and Turkmenistan. This is a natural and compulsory policy of our country. Our country acts as a bridge between Europe and many energy fields. It is Turkey's most natural right and need to turn this situation into an advantage.

Keywords: Renewable Energy, Energy

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN	i
TEŞEKKÜR	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	vii
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
GİRİŞ	1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Enerjinin Tanımı	2
1.2. Enerji Kaynakları ve Sınıflandırılması	2
1.2.1. Fosil Enerji Kaynakları	4
1.2.1.1. Petrol	4
1.2.1.2. Kömür	6
1.2.1.3. Doğalgaz	10
1.2.1.4. Uranyum	10
1.2.1.5. Toryum	12
1.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	13
1.2.2.1. Güneş Enerjisi	13
1.2.2.2. Jeotermal Enerji	14
1.2.2.3. Rüzgâr Enerjisi	17
1.2.2.4. Biyokütle Enerjisi	17
1.2.2.5. Hidrolik Enerji	18
1.2.2.6. Hidrojen Enerjisi	19
1.2.2.7. Med-Cezir (Gel-Git) Enerjisi	20
1.3. Enerji Kavramı ve Tarihçesi	21
1.4. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yöneliş Nedenleri	22
1.4.1. Enerji Talebi	23

1.4.2. Enerji Arzının Sürekliliği	23
1.5. Enerji Talebini Belirleyen Faktörler.....	23
1.5.1. Ekonomik Büyüme	24
1.5.2. Teknoloji.....	24
1.5.3. Enerji Fiyatları ve Fiyat Esnekliği.....	25
2. BÖLÜM	
YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ TÜRKİYE’DE KULLANIM	
DURUMU	
2.1. Güneş Enerjisi	27
2.2. Rüzgâr Enerjisi	30
3. BÖLÜM	
2023 TÜRKİYE YENİLENEBİLİR ENERJİ VİZYONU	
SONUÇ	56
KAYNAKÇA.....	58

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
Ar-Ge	: Araştırma Ve Geliştirmedir
BM	: Birleşmiş Milletler
BMİDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
BP	: British Petroleum
CO ₂	: Karbondioksit
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
FV	: Future Vitae
GES	: Güneş enerji santralleri
GW	: Gigawatt
H ₂	: Hidrojen
INDC	: Niyet Edilen Ulusal Katkı
Kw	: Kilowatt
MTA	: Maden Tetkik ve Arama
MTEP	: milyon ton eşdeğer petrol
NTE	: Nadir Toprak Elementleri
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development
PV	: fotovoltaik
REPA	: Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası
T.C	: Türkiye Cumhuriyeti
TAEK	: Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu
TPAO	: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu
UEVEP : Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı
v.d. : ve diğerleri
v.s : ve sonrası
YEKDEM : Yenilenebilir Enerji Kaynaklarını Destekleme Mekanizması



TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1.	Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması	4
Tablo 2.	2021 Senesi İtibariyle Dünya Petrol Rezervleri İlk 10 Listesi.....	6
Tablo 3.	Türkiye İçin Yıllık Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli	30
Tablo 4.	Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı kurulu güç gelişiminde gerçekleşen değerler ve 2023 Hedefleri (mw)	38
Tablo 5.	Tablo 5. Yenilenebilir enerji alanında yıllara bağlı yerlilik oranı hedefleri ve mevcut üretim yapısı	40
Tablo 6.	2023 Enerji hedefleri	41
Tablo 7.	İhtiyaç Duyulan Yatırım Tutarı ve Hedeflenen Enerji Tasarrufu	42
Tablo 8.	Türkiye'nin 2023 yılı YEK hedefleri ve 2013 yılı gerçekleşme durumu	47
Tablo 9.	Türkiye enerji kaynakları potansiyelle hedefler (2009 senesinde yayınlanan EEP ile AGSB).....	51
Tablo 10.	Yenilenebilir enerji kaynakları ile yapılan üretim ve hedefler.....	52
Tablo 11.	Yatırımların ve sağlanması öngörülen tasarrufların senelere göre değişimi	54

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.	Dünya Kömür Rezervlerinin Kömür Kategorilerine Göre Dağılımı	7
Şekil 2.	2020 Yılı Dünya Kömür Üretiminde Başlıca Ülkeler.....	8
Şekil 3.	Elektrik Üretimi İçinde Kaynakları Payı, 2020.....	9
Şekil 4.	Ülkelere Göre Uranyum Kaynak Dağıtımı	11
Şekil 5.	Jeotermal Kaynaklar ve Uygulama Haritası.....	16
Şekil 6.	Türkiye’ nin Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) (KW/h/m ² -Yıl)	28
Şekil 7.	Yıllık ortalama rüzgâr hızı dağılımı- 100 Metre	31
Şekil 8.	Türkiye’ de rüzgâr enerjisine dayalı yıllık elektrik enerjisi kurulu gücü	32
Şekil 9.	Rüzgâr enerjisinin Türkiye’nin toplam elektrik üretimi içerisindeki yüzdelik payı %.....	32
Şekil 10.	Ulusal enerji verimliliği eylem planı süre kapsamı.....	46
Şekil 11.	Türkiye’nin 2023 enerji hedefleri	48

GİRİŞ

İlk çağlardan bu yana insanoğlu için enerji ihtiyacı hiçbir zaman önemini yitirmemiştir. Günümüzde de enerji insanoğlu için vazgeçilmez bir gereksinimdir. Bu gereksinim barınma, beslenme, ısınma, güvenlik gibi birçok faktörün etkisiyle ortaya çıkmıştır. Enerji ihtiyacı toplumların ekonomik ve sosyal refah düzeylerine göre değişiklik göstermektedir. Ülkelerin gelişmişlik düzeyi, nüfus, şehirlerin hızla büyümesi, sanayileşme gibi unsurlara bağlı olarak enerjiye duyulan gereksinim hızla artmaktadır. İlerleyen dönemlerde nüfus artışına paralel olarak bu gereksinimin daha fazla artacağı öngörülmektedir. Ülkeler kendi enerji gereksinimlerini karşılayabilmek için ihtiyaçları kapsamında birtakım çözümler üretmektedir. Her ülkede enerjiye duyulan ihtiyaç oranı da farklılık göstermektedir. Bu durumun nedeni; ülkelerin sanayi kapasiteleri, nüfusları ve şehirleşme seviyeleri gibi unsurlardır. Yüksek enerji gerektiren ürünlerin yanı sıra günlük hayatta da enerji temel gereksinimdir. Bu kapsamda ülkeler enerji taleplerini karşılamak adına fosil ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedirler. Fakat bilinmektedir ki fosil kaynakların sonu vardır. Yani tükenebilir bir enerji kaynağıdır. Fosil yakıtların çevreye vermiş olduğu zarar yenilenebilir enerji kaynaklarına kıyasla oldukça fazladır. Ozon tabakasındaki incelme, hava kirliliği gibi etkenler çevresel boyutta yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini ortaya çıkarmıştır. Tüm bunların yanında enerji arzının sürekliliği gerekmektedir.

Hızla gelişimine devam eden Türkiye’de, enerjiye duyulan gereksinim her geçen gün artmaktadır. Türkiye Cumhuriyeti Devleti kendi coğrafi sınırları içerisinde kendi kendisine yetebilecek güneş, hidroelektrik, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji gibi birçok enerji kaynağına sahiptir. Bu hususta ithal kaynağa ve yardımlara ihtiyacı yoktur. Mevcut enerji kaynağı çeşitliliğini katma değer üretebilecek ölçüde kullanmak, bu amaçla teşvik ve arge çalışmaları ile yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek zorundadır.

Çalışmanın ilk bölümünde genel tanımlamalar ve teorik bilgiler verilmiştir. İlerleyen bölümlerde ise yenilenebilir enerji kaynakları perspektifinden 2023 Türkiye vizyonu detaylı olarak incelenmiştir.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Enerjinin Tanımı

Yunanca kökenli enerji terimi “en” (iç) ve “ergon” (iş) sözcüklerinden türemiştir ve içte gerçekleşen “iç iş” olarak kabul edilir. Seneler içerisinde terim toplum tarafından kabul görmüş ve iş üretme, canlılık, güç, kuvvet ile verimliliğe eşdeğer anlamlarda kullanılmaya başlanmıştır (Karluk, 1996).

Maddelerin iş yapabilme kabiliyetlerine enerji adı verilir. Hemen hemen bütün maddelerin bünyesinde enerji bulunmaktadır. Ancak hepsinden ekonomik olarak enerji üretmek mümkün değildir. Her maddenin bünyesindeki gizli enerjiye potansiyel enerji, bu enerjinin açığa çıkmış haline ise kinetik enerji denir. Her maddenin bünyesindeki potansiyel enerjiyi açığa çıkarmak mümkün olmayabilir. Daha açık bir ifade ile her maddeden kinetik enerji sağlanamayabilir. Ancak bazı maddelerden ekonomik olarak enerji elde edebilir. İşte bu maddelere enerji kaynakları adı verilmektedir (Koca, 2018).

Fizik bilimindeki enerjinin korunumu yasasına göre, enerji asla yok edilemez veya yaratılmaz, fakat enerji şekil değiştirebilir. Başka bir ifadeyle, enerji kaybolmaz veya sıfırdan yeniden yaratılmaz, enerjinin türünü değiştirerek başka bir şekle bürünür. Mesela fotovoltaiik paneller enerjiyi elektriğe ve bitkiler güneş enerjisini fotosentez yoluyla kimyasal enerjiye çevirmektedir. Genel olarak konuşursak, evrenin toplam enerjisi sorunu, sadece şekil ve konum değişir. Yani dengeli bir sistemde bütün enerji girdileri ve çıktıları benzerlik gösterir (Ertürk, 1996).

1.2. Enerji Kaynakları ve Sınıflandırılması

Enerji kaynaklarının madde durumu, dönüştürülebilir, depolanabilir, yenilenebilir, kullanılır, güneş kaynaklıya benzer ayrı açılardan gruplara ayrılabilir (Acaroğlu, 2007). Kullanılabilir ayrıca yenilenebilir olmasına rağmen oluşan gruplama kapsamlı şekilde kullanılan sınıflandırma (Karaosmanoğlu, 2004).

Enerji kaynakları 3 değişik karakterli özellik olmakta. Bunlar (Bilginoğlu, 1990):

- Yetersiz kaynak olması,
- Dünyada aynı bir biçimde dağılmamış bulunması,

- Enerji dönüşüm aşamasının çevreyi pisletmesi.

Enerji tüm ülkelerin büyüme ve kalkınma hedeflerine ulaşması için temel faktördür.

İnsan hayatının her bölümünde enerji vardır. Enerji olmadan hayat akışının devamı söz konusu değildir. Fakat bazı ülkeler zengin enerji kaynaklarına sahipken bazılarında ise imkânlar, rezervler oldukça kıttır. Bu eşitsizlik enerji krizlerine ve enerji savaşlarına sebep olmaktadır.

Enerji kaynakları kullanım şekli ve dönüştürülebilirliklerine göre ikiye ayrılmaktadırlar. Bunlar; tükenir (yenilenemez) ve sonsuz (yenilenebilir) olmakla beraber 2 parametreye ayrılırken ayrıca dönüştürülür oluşumuna dair de primer (birincil) ile sekonder (ikincil) enerji kaynağı olarak da 2 bölüme ayrılmaktadır (Tablo 1.1).

Tükenir (yenilenemez) enerji kaynakları sınırlı bir rezerve sahiptir ve gelecekte tükeneceği öngörülmektedir. Başlıca fosil tükenir (yenilenebilir) enerji kaynakları; petrol, kömür ile doğalgazdır. Tükenmez (yenilenebilir) enerji kaynaklarıysa doğal şekilde elde edilen yenilenebilir kaynakları ifade etmektedir. Bunların başlıcaları; güneş, jeotermal, rüzgâr, biyokütle, hidrojen, hidrolik ve medcezir (gel-git)'dir.

Birincil enerji kaynakları herhangi bir değişime uğramamıştır. Bunların başlıcaları; petrol, doğalgaz, kömür, güneş, rüzgâr, medcezir (gel-git), nükleer, hidrolik ve biyokütledir. Birincil enerji kaynaklarının harici müdahaleyle değişime uğraması, böylelikle ayrı ve yeni bir enerji türüne dönüşmesi ile meydana gelen enerji türü ise ikincil enerji olarak adlandırılmaktadır.

Tablo 1. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

Enerji Kaynakları	
Kullanılışlarına Göre	Dönüştürülebilirliklerine Göre
1-Yenilenemez (Tükenir) a) Fosil Kaynaklı - Kömür - Petrol - Doğalgaz b) Çekirdek Kaynaklı - Uranyum - Toryum	1- Birincil (Primer) - Kömür - Doğalgaz - Petrol - Nükleer - Biyokütle - Hidrolik - Güneş - Rüzgâr - Med-Cezir (Gel- Git)
2- Yenilenebilir (Tükenmez) - Güneş - Jeotermal - Rüzgar - Biyokütle - Hidrolik - Hidrojen - Med-Cezir (Gel- Git)	2- İkincil (Sekonder) - Elektrik, Benzin, Motorin - İkincil Kömür - Kok, Petro Kok - Hava Gazı - Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (LPG)

Kaynak: Koç vd., 2013: 33.

Tüm ülkeler için eko-stratejik öneme haiz olan fosil kaynaklar gün geçtikçe azalmaktadırlar. Günümüzde mevcut fosil rezervleri incelendiğinde en çok kömür rezerv üretiminin olduğu anlaşılmaktadır. Fakat enerji vizyonu perspektifinden bakıldığında bu kaynakların tükenme bilirliliği ciddi bir dezavantaj oluşturmaktadır.

1.2.1. Fosil Enerji Kaynakları

1.2.1.1. Petrol

Petrol kendine has bir kokuya sahip olan, 0,80-0,95 arası yoğunlukta olan hidrokarbonlardan meydana gelen koyu renkteki tabii, henüz rafine olmamış mineral yağ olarak tanımlanmaktadır (Selvi, 2009).

Petrol taş manasına gelen petra ile yağ manasında olan oleum manalarının bileşiminden oluşmuştur. Petrolün tam olarak belli bir bünyesi olmamaktadır. Bu sebeple, farklı yüzdelerde hidrokarbon bileşiklerinin bileşiminden oluşan petrol yalnızca yakıt manasında benzin, gazyağı, dizel, motor yağı ile fuel oil'e benzer düşünülmemeli; benzer sürede yer altından çıkarılan ham petrol olarak da düşünülmelidir. Hidrokarbonsa, karbon

ve hidrojenin uygun bileşimleriyle oluşan etan, propan, metan bütana benzer kimyasal bileşik olarak tanımlanır. Bu bileşikler de ayrı kimyasal yapıya sahip olduğu için ayrı cinslerde petrolün oluşmasına neden olmaktadır (Yıldız, 2006).

Milyonlarca sene evvel dünyanın büyük bölümünü denizler oluşturunuyordu. Denizde yaşayan hayvanların ve bitkilerin ölmesi neticesinde deniz altında atıklar birikmiş; gittikçe bu atıkların üstüne toprak, çamur ile yer tabakalarının gelmesi ile bu atıklar yerin altında kalmıştır. Yerin altında kalan ölmüş hayvan ve bitkilerin, bakterinin yardımı ile çürüyerek fosilleri oluşturmuştur. Dünya üstündeki tabakaların orojenezle birlikte deniz içinden yükselmesiyle karalar oluşmuş bu karaların içerisinde sıkışmış durumdaki tortul katmanlar içindeki fosiller; yağ, gaz, baskı ve ısıнын etkisi ile ayrıışmaktadır. Bu ayrıışan yağlardan petrol; kabarcıklar durumundaki gazlardansa doğal gaz sağlanmışır (Yıldız, 2006).

Petrol rezervi dünyada belirli bölgelerde mevcuttur. Bu bölgelerden çıkarılan petrol ve petrol ürünleri dünyanın birçok ülkesine ve çok uzak mesafelere taşınmaktadır. Bu durumun ortaya çıkmasına özellikle enerji, petrol ve petrol ürünlerine daha fazla ihtiyaç duyan ülkeler sebep olmaktadır. Dolayısıyla petrol ticaret yolları gelişmiş ülkelerde yoğunlaşmaktadır.

Dünya kanıtlanmış petrol rezervinin 1.696,6 milyar varil olduğu belirlenmiştir. Petrol rezervinin 807,7 milyar varili (%47,6) Orta Doğu devletlerinde, 330,1 milyar varili (%19,5) Güney ile Orta Amerika devletlerinde ise 226,1 milyar varil Kuzey Amerika devletlerinde (%13,3) olmaktadır (Botaş, 2022).

2021 senesi başındaysa üretilebilir toplam petrol rezervi 1 trilyon 779 milyar varile yükselmektedir (Atlası, 2022).

Tablo 2. 2021 Senesi İtibariyle Dünya Petrol Rezervleri İlk 10 Listesi

1.Venezuela Petrol Rezervleri- 300.878 milyon varil
2.Suudi Arabistan – 266.455 milyon varil
3.Kanada – 169,709 milyon varil
4.İran – 158.400 milyon varil
5.İrak – 142.503 milyon varil
6.Kuveyt – 101.500 milyon varil
7.Birleşik Arap Emirlikleri – 97.800 milyon varil
8.Rusya – 80.000 milyon varil
9.Libya – 48.336 milyon varil
10.Amerika Birleşik Devletleri – 39,230 milyon varil

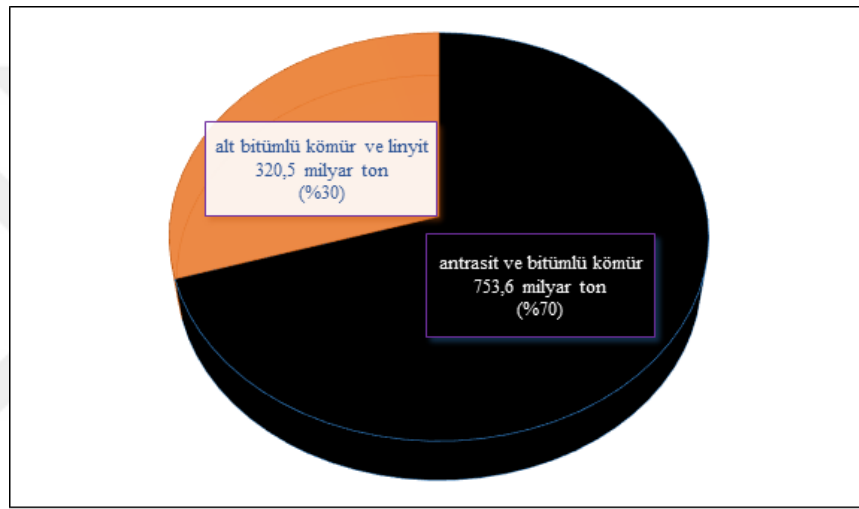
Kaynak: Üret;2018

1.2.1.2. Kömür

Günümüzde dünya üzerindeki en önemli stratejik unsur olan enerji büyük oranda birincil enerji kaynaklarından oluşmaktadır. İlk enerji kaynakları arasında yaygınlığı, bulunuş yeri ile kaynak hayatı yönünden kömür başta gelmektedir.

Kömür sedimanter bir kaya olup; genellikle siyah, kahverengi tonlarında veya koyu renklerde sönük renkli bir fosil yakıttır. Kömür; bileşiminde karbon, hidrojen ve oksijen gibi elementlerin bir araya gelmesi sonucu, yüksek sıcaklık ve basınç altında oluşmuş bir enerji kaynağıdır. Hacim olarak %70 civarı kömürleşmiş olarak bulunan bitkilerin kalıntılarından meydana gelir. Kömür; ısınmada ve sanayinin birçok kolunda kullanılmaktadır. Kömür yayılış itibariyle birçok ülkede çıkarılıyor olması, kolay elde edilebilir olması ve tüketim kolaylığı gibi sebeplerle dünyada en çok tercih edilen enerji kaynağıdır. Bu sebeple tüm dünya için önemini hiçbir zaman yitirmeyecek bir enerji kaynağıdır. Bunların yanısıra kömür yerli enerji kaynağıdır. Bu sebeple kömür saçıp savurulmadan kârlı bir biçimde tüketilmeli, oluşacak çevresel etkiler görmezden gelinmeden planlama yapılmamalıdır.

Kömürleşme; bitkinin alterasyonu safhasıdır. Farklı tipteki kömürler; Linyit, turba, bitümlü kömür (taşkömürü), alt bitümlü kömür, grafit ve antrasit birbirine dönüştürülerek oluşmaktadır. Kömür, 2020 senesinde Dünyadaki birincil enerji tüketiminde %27,2'lik oranla petrolden sonraki 2. aşamada bulunmaktadır. Dünyadaki elektrik üretimindeyse %35,1'lik payla birinci sırada yer almıştır. BP 2021 verilerine göre, 2020 yılı sonunda dünya üzerinde toplam görünür antrasit ve bitümlü kömürlerle linyit rezervleri ve alt bitümlü kömürler 1,07 trilyon ton olup bu rezervin toplamı 753,6 milyar tonu (%70) kömür ve taş kömür, 320,5 milyar tonuysa (%30) alt bitümlü kömürlerle linyittir (ETKB, 2021).

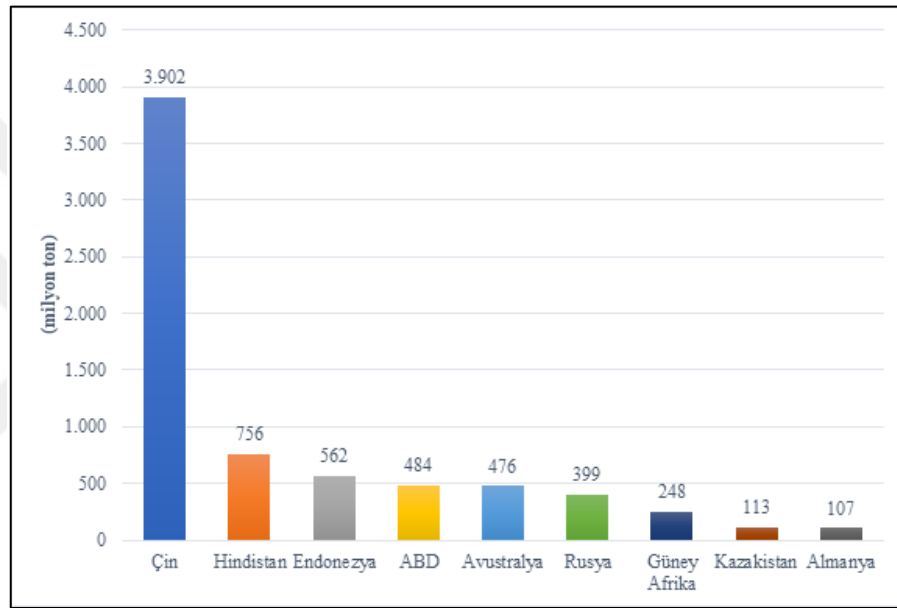


Şekil 1. Dünya Kömür Rezervlerinin Kömür Kategorilerine Göre Dağılımı

Kaynak: ETKB, 2022

Dünya antrasit ve bitümlü kömür rezervlerinin en büyük kısmı %29,1'lik payla (218,94 milyar ton) Amerika Birleşik Devletinde bulunmaktadır. ABD'yi; %17,9 payla Çin (135,07 milyar ton), %14,1'le Hindistan (105,98 milyar ton), %9,8'le Avustralya (73,72 milyar ton), %9,5'le Rusya (71,72 milyar ton) izlemektedir. Dünya alt bitümlü kömür ve linyit rezervlerinin ise en büyük bölümü %28,2'lik payla (90,45 milyar ton) Rusya Federasyonu'nda bulunmaktadır. Rusya'yı; %23,9'la Avustralya (76,51 milyar ton), %11,2'yle Almanya (35,90 milyar ton), %9,4'le ABD (30,00 milyar ton), %3,7'yle Endonezya (11,73 milyar ton) ve %3,4'le (10,98 milyar ton) Türkiye izlemektedir. Ülkemizin asfaltit (%92,7) ve 19,32 milyar ton linyit ile 1,52 milyar ton taşkömürüyle (%7,3) birlikte toplam kömür kaynakları yaklaşık 20,84 milyar tondur.

Türkiye'nin Alt ısı değeri, taş kömürlerinde 6.200 - 7.250 kcal/kg arasında değişim göstermektedir. Linyit kaynağımızın ısı değeri 1.000 kcal/kg ile 4.200 kcal/kg arasında değişkenlik göstermek ile beraber neredeyse %79'unun alt ısı değeri 2.500 kcal/kg'nin altında olmaktadır. BP 2021 verilerine göre, dünyada 2020 yılı toplam 7,74 milyar ton kömür üretimi gerçekleştirilmiş olup Çin, 3,9 milyar ton (%50,4) üretimle ilk sırada yer almıştır. Enerdata 2021 verilerine göre, dünyada 2020 yılı itibari ile 7,31 milyar ton kömür tüketilmiş olup Çin, 3,8 milyar ton (%52,4) tüketimle birinci sırada yer almıştır (ETKB, 2021).



Şekil 2. 2020 Yılı Dünya Kömür Üretiminde Başlıca Ülkeler

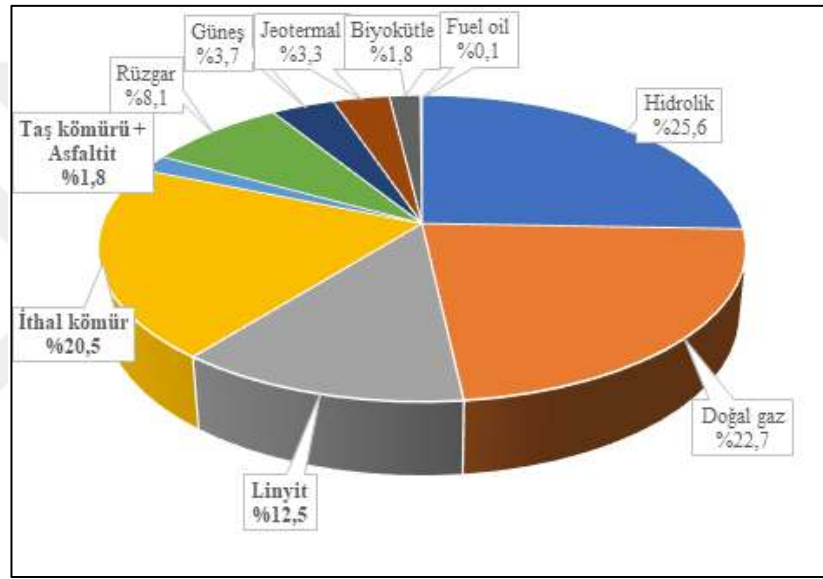
Kaynak: ETKB, 2022

Türkiye'deki taşkömürünün tamamı yeraltı işletmeciliği şeklinde Türkiye Zonguldak taş kömür bölgesinde Taş Kömür Kurumu aracılığıyla sağlanmaktadır.

Taş kömürü, Türkiye'de bilhassa çelik sanayi ve termik santraller gibi sektörlerde yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Sonuç olarak, Türkiye taş kömürü sektöründe üretimin tüketimi karşılamada yetersiz kalması, sektörü üretim ve yatırım açısından darboğaza sokmaktadır (Yıldız, 2006).

TÜİK verilerine göre, ülkemizin 2021 senesi satılır kömür üretimi; 72,82 milyon ton linyit ile asfaltit, 1,24 milyon ton taş kömürü olmakla birlikte toplam 74,06 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Ülkemizde 2021 yılında 116,7 milyon ton kömür (37,3

milyon ton taşkömürü + 73,6 milyon ton linyit ile asfaltit + 5,8 milyon ton taşkömürü koku) tüketilmiştir. Taşkömürü ile linyit ve asfaltit tüketimlerinde en büyük pay Termik Santrallere aittir. Ülkemizin 2016-2021 yılları ortalama kömür (taşkömürü, taşkömürü koku, linyit ve asfaltit) tüketimi yaklaşık 110 milyon ton olmuştur. Ülkemizde 2020 senesinde kömüre dayalı (linyit + bitümlü kaya + taşkömürü) santralleri ve 62.466, 5 GWh ithal kömür santralleri olmak üzere toplam 106.269,1 GWh elektrik üretecek. 2020 senesinde kömüre dayalı elektrik santralleri toplam elektrik üretiminin %34,8'ini yerli kömür (linyit + taş kömürü + bitümlü kayaysa) %14,3'ünü oluşturmaktadır (ETKB, 2021).



Şekil 3. Elektrik Üretimi İçinde Kaynakları Payı, 2020

Kaynak: ETKB, 2022

2022 mart itibarıyla ülkemizde; 1 tane asfaltit, 47 tane linyit, 4 tane taşkömürüyle 15 tane ithal kömür ile çalışan olmak üzere toplam 67 tane kömür ile çalışmakta olan Elektrik Üretim Santrali bulunmaktadır. 2022 mart itibarıyla, ülkemizin kömüre müstenit santral kurulu gücü toplam kurulu kuvvetin %20,4'üne karşılık gelmekte. Türkiye'deki toplam kurulu gücün %11,4'ü yerli kömür kaynaklıdır.

Uzun dönemli planlama süreçlerinde, hem ekonomik hem de güvenlik faktörlerine dikkat edilerek kömür üretimi faaliyetleri yönetilmelidir. Şu nedenle dünyadaki birden çok gelişmiş ile az gelişmiş ülke çıkarılacak kömürden uluslararası fiyata göre getiri elde ediyor, maden işletme maliyetini aşıyor. Bu nedenle çok ileri

teknoloji kullanılmasına rağmen karlı olmadığı gerekçesiyle birden fazla kömür işletmesi kapatılmış ya da kömür olduğu anlaşılan birden fazla yataktan kömür çıkarılmamıştır (Yıldız, 2006).

1.2.1.3. Doğalgaz

Dünyadaki doğal gaz rezervlerinin %42,7'si Ortadoğu'da %29,3'ü Avrasya'da %8,2'si Asya ve Pasifik bölgesinde, %6,5'i Kuzey Amerika'da, %7,6'sı Afrika'da %1,7'si Avrupa'dadır. Ekonomik iş birliği ile Kalkınma Teşkilatı (OECD) ülkelerinin doğal gaz rezervleri 18,6 trilyon metreküp olup toplam rezervlerin %10,4'üdür. Genel itibariyle, doğal gaz arama faaliyetlerindeki düşüş dikkat çekicidir. Fakat bu düşüş petrol keşifleri kadar çarpıcı değildir. Diğer taraftan son keşifler çoğunlukla bakir topraklarda olmuştur. 2014 senesinde itibari ile yapılan keşiflere rağmen en yüksek rezerve sahip 10 devlet sıralaması değişmemiştir (Karagöl, 2017).

1.2.1.4. Uranyum

MTA tarafından Türkiye'de ilk uranyum aramaları 1956-1957 yıllarında yapılmaya başlanmıştır. Sonrasında laboratuvar koşullarında çalışmalara hız verilmiştir. Özellikle MTA bünyesinde bu çalışmalar günümüzde halen devam etmektedir.

Uranyum, doğada kendine özgü olarak bulunmaz; farklı elementlerle birleşerek uranyum mineralleri şeklinde ortaya çıkar.

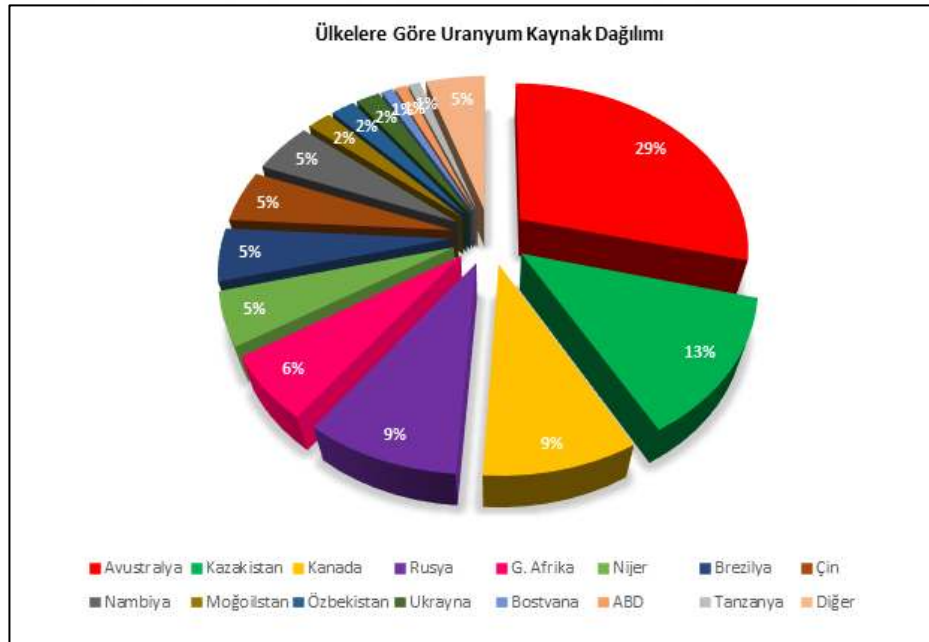
Çoğunlukla kaya içinde ve suda belirli miktarda bulunmaktadır. Yeraltı suyu tablasının üzerinde ve yakınında mevcut oksidatif koşullar altında, +6 değerlikli uranyum barındıran ikincil uranyum mineralleri kolayca çözülür (suyun pH değeri yükseldikçe) ile uranil iyonu durumunda solüsyona geçerek yer altı sularıya uzun mesafeye taşınmaktadırlar. Taşıma sırasında uygun indirgeyici koşullarla karşılaştıklarında +4 değerlikli uranyuma indirgenerek uranyum cevheri çökelerek uranyum yataklarını meydana getirir. Başlıca uranyum mineralleri uranyum cevheri, pitchblende, kalsiyum karbonat uranit ile kalsiyum uranyum cevheridir. Madencilik sektöründe ise uranyum cevheri sahalarının değerlendirilmesi aşamasında; U308 cevher tenörünün, rezervlerinin, madencilik operasyonlarının, cevher geri kazanım teknolojisinin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi gerekir. Bu nedenle, 10.000 ton rezervli ve değeri %0,05 U308'in üzerinde olan uranyum yatakları şu anda işletilebilir durumdadır. Günümüzde çıkarılan

uranyum madeni %0,1 - %1 seviyesinde U308 olduğundan çıkan maden, bir ön zenginleştirme işlemiyle çıkarılmaktadır.

Uranyumun nükleer santral yakıtı olarak ve nükleer paylayıcıların imalatında kullanılmasının yanı sıra, analitik uygulamalarda, zırh kaplamada, gemi ve uçak yapımında, plütonyum- hidrojen bombalarının üretiminde, seramik renklendirmede kullanılmaktadır.

2017 sene sonu itibarıyla dünya uranyum kaynak rezervi 6,14 milyon ton, o yılki üretim ise 59.462 tondur.

MTA'nın 2017 senesinde hazırladığı Türkiye Uranyum ve Toryum Raporuna göre Türkiye'nin uranyum kaynakları toplam 12.614 ton olmak üzere 5 ayrı yatakta dağılmaktadır. Bu beş yatağın ortalama tenörleri ve rezervleri, arama senelerinde dünyaca tanınan ekonomik aralık içinde olmasına rağmen, bu değerler mevcut ekonomik değerlendirme aralığının çok altındadır. Bunun sebebi, son senelerde nükleer santral planlamasındaki mühim değişikliğin beraberinde, bilhassa Kanada ile Avustralya'da yüksek tenörlüyle üretim maliyetinin az olduğu uranyum yataklarının bulunmasıdır (ETKB, 2022).



Şekil 4. Ülkelere Göre Uranyum Kaynak Dağıtımı

Kaynak: ETKB, 2022

1.2.1.5. Toryum

MTA tarafından yapılan çalışmalar neticesinde Türkiye’de 1974–1977 yılları arasında Eskişehir civarında bulunan cevher haricinde kayda değer ve geleceğe yönelik mit verici veriler elde edilememiştir. Eskişehir’de keşfedilen cevhere ilişkin TAEK ile DPT’nın çalışmaları neticesinde mevduat yapılması planlanmıştır. Bu hususta mevcut toryum yataklarının haritalandırılması, zenginleştirilmesi ve geliştirilmesi gibi hususlarda projeler oluşturulmuştur.

Toryum doğada serbest halde bulunmaz, yaklaşık elli çeşit mineralin yapısında bulunur. Bunlardan yalnızca torit, monazit, torianit ile allanit toryum üretiminde kullanılmaktadır. Bu mineraller çoğunlukla nadir toprak elementleriyle (NTE) beraber bulunmaktadır.

Küresel olarak, monazit esas olarak nadir toprak elementi içeriği için üretilir ve toryum üretilen yan ürünlerin sadece küçük bir kısmını oluşturur. Toryum, sırasını bekleyen bir nükleer yakıt hammaddesidir. Bunun en büyük nedeni nükleer yakıt çevrimi problemidir. Toryum-232 belirli işlemlerde U-233’e dönüştürülebilir. Toryum 233, Uranyum 235’e benzer bölünebilir bir malzemedir. Bu ayrışma nedeniyle büyük miktarda enerji açığa çıkar. Yakıt döngüsü sorunları nedeniyle, şu anda ticari ölçekli toryum santralleri yok ancak bunların prototipleri İngiltere, Almanya ile Amerika Birleşik Devletleri’nde uzun süredir test ediliyor. Diğer taraftan, toryum bazlı nükleer incelemeler; Rusya, Hindistan, Çin, Brezilya, İsrail, Çekya, Belçika, Kanada, Japonya, Fransa, Hollanda ile Norveç’te sürmektedir.

Toryum, yakıt döngüsünde kullanıldığında uranyumdan az plütonyum ve diğer anti-uranyum elementleri ürettiği için nükleer santraller için temiz yakıt olarak kabul edilmektedir. Alaşımlarda, tungsten tel kaplamalarda, elektronik ve aydınlatmada, yüksek sıcaklık potalarının yüksek kaliteli kamera lenslerinin imalatında ve nükleer teknolojide yüksek sıcaklıklarda magnezyum direncini çoğaltmak için kullanılır. Diğer taraftan toryum, yüksek erime noktası nedeniyle gaz lambaları, kamp fenerleri ve sinema salonlarındaki projektörlerde kullanılmaktadır (ETKB, 2022).

Toryum kaynaklarının dünya rezervi 6,35 milyon tondur. Toryum retimi genellikle monazit kumundan yapılmaktadır.

Türkiye’de Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü’nün geçmişte yaptığı çalışmalara göre, Eskişehir- Sivrihisar- Kızılcaören bölgesinde ortalama tenörlü TH02 ve toryum içeren 374. 000 ton görünür rezerv, nadir toprak elementi kompleks yataklarında bulundu. Fakat bu sahadaki toryum zenginleştirme ile ilgili teknik sorunlar tam anlamda çözülmemiştir. Bu alan dışında toryum yataklarının tespit edildiği Kayseri-Felahiye, Malatya-Hekimhan- Kuluncak, Diyarbakır, Sivas, ve Burdur-Çanaklı sahalarında daha detaylı arama faaliyetleri yapılması nedeni ile ülke toryum rezervlerinin çoğalacağı tahmin edilmektedir. Türkiye dünya genelindeki en büyük toryum rezervine sahip ülkelerinden biri olup, toryum yataklarını keşfettiği ve araştırdığı söylenebilir. Teknolojik problemlerin çözülmesi şartı ile Türkiye, nükleer enerji hammaddesi bulunan toryum yönünden mühim bir potansiyele sahiptir ve zenginlik gruplandırmasında toryum madenimiz çok zengin madenler grubunda olmaktadır.

Toryum fiyatı 2015 senesinde 29 dolar düzeyindeyken 2017 senesinde 33 dolar erişmiş ve bu düzeyde dengede sürmektedir (ETKB, 2022).

1.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Günümüzde yenilenebilir enerji hala türlü biçimlerde kullanılmaktadır. Nehir elektrik üretimi için kullanılırken güneş enerjisiyle ısıtma, tarım ürünlerinin kurutulması, tüzel kişilerin inşası, evlerin pasif ısıtılması gibi elektrik üretimine benzer amaçlarla kullanılmaktadır. Birincil enerjiyle üretilen hidrojen enerjisinin yanı sıra güneş enerjisi, jeotermal enerji, rüzgâr enerjisi, biyokütle enerjisi, okyanus enerjisi, gelgit enerjisi, dalga enerjisine benzer alternatif enerji ancak dünyadaki enerji tüketimi dikkate alındığında bu kaynakların sağladığı enerji miktarının önemli olmadığı görülmektedir. Akarsular, üzerinde kurulan hidroelektrik santralleri vasıtasıyla elektrik üretiminde değerlendirilen yenilenebilir enerji kaynaklarının belki de en önemlisidir. Gücü 10 MW’tan daha fazla olan büyüklükleri geleneksel enerji kaynağı olarak da kabul edilirken, gücü 101 Kw-10 MW arasında değişiklik gösteren hidroelektrik santralleri küçük hidroelektrik santralleriyle onaylanmaktadır (Akova, 2003).

1.2.2.1. Güneş Enerjisi

Güneş; dünya üstünde hayatta olan bütün yaşayanlar için vazgeçilmez bir enerji kaynağı olmaktadır. İlk çağdan beri kullanmış olduğumuz birçok enerji kaynağının temel kaynağı güneştir. Dünya için hayati öneme sahip olan güneş sayesinde dünyanın ısı ve

ışık ihtiyacı giderilmektedir. Bunun yanında günümüzde endüstrinin birçok alanında güneş enerjisi kullanılmaktadır.

Dünya ile Güneş arasındaki uzaklık yaklaşık 149,5 milyon km'dir. Dünya yıl içerisinde hem kendi etrafında hem de güneş çevresinde oval bir yörünge oluşturarak dönmektedir. Ayrıca yörünge eksenini ile dünya eksenini arasında 23,5 derecelik eksen eğikliği bulunmaktadır. Bunun neticesinde güneş ışınlarının geliş açısı yıl içerisinde değişiklik göstermektedir.

Güneş enerjisinin ayırt edici özelliği bolluğudur; güneşten atmosferin üst katmanlarına metrekare başına 1,4 kWh ışık düşer ve bunun %50'si yeryüzüne ulaşır. Tropiklerde güneşli bir günde bile öğle vakti ışık yoğunluğu metrekare başına bir kWh'ı geçebilir. Bu halde 8 km² başına bu tür enerji miktarı, Birleşik Krallık'taki bütün elektrik sistemlerinin birleşik çıktısına yakındır. Diğer taraftan her sene 20 milyon kilometrekarelik çöl alanına ulaşan toplam güneş radyasyonu miktarının, günümüzde tüketilen türlü enerji kaynaklarının bin katı olduğu iddia edilmektedir. Doğal olarak soru bu kaynağın en basit biçimde ekonomik olarak nasıl kullanacağıdır (Tümertekin, 2012).

Yenilenebilir enerji kaynakları sayesinde elektrik enerjisi gereksiniminin doğaya ve insana zarar vermeyecek biçimde karşılanması olasıdır. Yenilenebilir enerji kaynağının kullanımıyla bir yönden elektrik gereksinimi karşılanır iken bir yönden de küresel manada iklim değişikliği engellenmesine destek olmaktadır. Bu manada güneş enerjisi; kullanımdaki kolaylığı, yüksek potansiyeli, çevreci olması gibi nedenlerle kullanımı önem taşımaktadır (Taktak, 2018).

1.2.2.2. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yer kabuğunun ayrı derinliklerinde biriken ısı ile basıncın etkisi ile oluşan sıcaklık; sıcak su, buhar ile bölge atmosferinin ortalama sıcaklığından daha yüksek gazlarla yüzeye taşınan ve içerebilecek termal enerjidir. Daha fazla çözünmüş mineraller türlü tuzlar ile gazlardır (ETKB, 2022).

Jeotermal kaynaklardan sağlanan jeotermal enerji, doğrudan veya dolaylı her türlü yararı içerir. Düşük sıcaklıklara (20-70°) sahip alanlar, ısıtma sistemleri başta olmak üzere endüstriyel ve kimyasal üretimde kullanılmaktadır. Orta sıcaklık (70-150°C) ve yüksek sıcaklık (150°C üzeri) sahalar, reenjeksiyon koşullarına ve elektrik üretimine

bağlı olarak ısıtma uygulamaları için entegre bir biçimde kullanılabilir (Karagöl, 2017).

Jeotermal Enerjinin kullanım sahaları;

- Elektrik üretimi: jeotermal saha sondajıyla üretilen sıvı bir separatörde buhar ile suya ayrıştırılır ve daha sonra bir türbin ile jeneratöre geçirilerek elektrik üretilir.
- Isı üretimi; az ısı, basınçla debideki jeotermal kaynakların organik tarım, sera, ürün kurutma, bölge bazlı sıcaklık gereksiniminin giderilmesi düşüncesiyle değerlendirilmesi.
- Termal turizmle sağlık hedefli kullanımı; insan sağlığı için faydalı mineraller olan az sıcaklıktaki jeotermal kaynaklı suların sağlık hedefli kullanımı olmaktadır (ETKB, 2022).

Reenjeksiyon: Yeraltı sıcak su rezervlerini soğutmamak için açılan kuyulardan sistemde ısınıp kaybetmiş suyun akış yönü dikkate alınarak fayın son kısmına kadar enjekte edilmesi işlemidir.

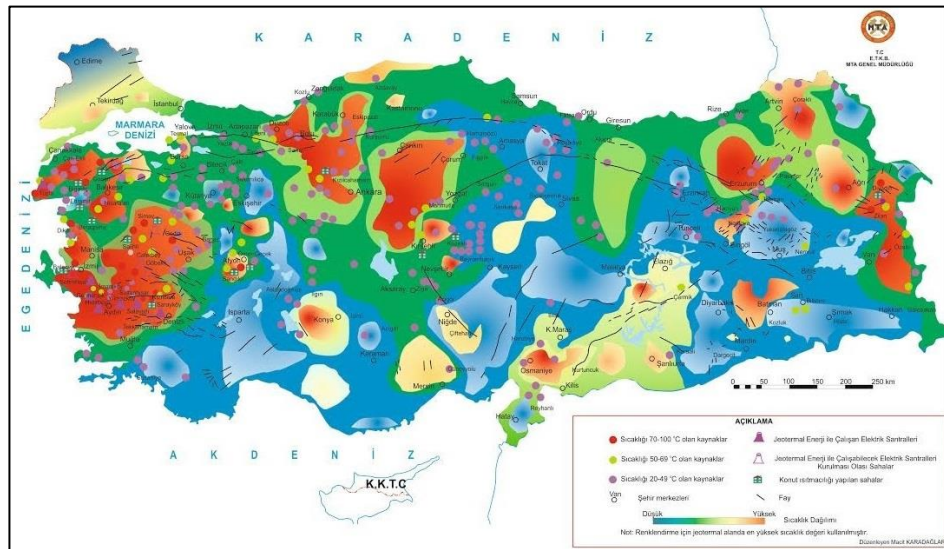
Jeotermal enerjinin dünya üzerindeki dağılımına baktığımızda potansiyel jeotermal kaynakların And volkanik kuşağı, Orta Amerika volkan kuşağı, Doğu Afrika Rift Sistemi, Karayip adalarıyla Alp-Himalaya kuşağında bulunduğu anlaşılmaktadır (İlgar, 2005).

Türkiye jeotermal potansiyeli epeyce yüksek bir ülkedir. Türkiye'nin jeotermal kaynak potansiyeli, teorik olarak 31.500 MW olarak hesaplanmaktadır. Türkiye'nin potansiyel yüzölçümünün %79'u Anadolu'nun batısında %8,5'i İç Anadolu'da %7,5'i Marmara'da %4,5'i Doğu Anadolu'da ve %0,5'i diğer bölgelerde bulunmaktadır. Jeotermal kaynakların %94'ü düşükle orta sıcaklıktaki doğrudan uygulamalara (ısıtma, termal turizm, maden çıkarmaya benzer) %6'sı dolaylı uygulamalara (enerji üretimi) uygundur (Karagöl, 2017).

Türkiye'nin jeotermal kaynak potansiyeli, dünya genelinde en yüksek 4. kurulu güç sıralamasında yer alırken aynı zamanda Avrupa'da da birinci sırayı almaktadır. Jeotermal enerji üretimine göre ilk beş ülke; Türkiye, Endonezya, Amerika Birleşik Devletleri, Filipinler ile Yeni Zelanda olup hepimizin bildiği gibi jeotermal enerji yenilenebilir, ucuz, temiz ve çevreci bir yerli yer altı kaynağıdır. Türkiye coğrafi konumu

ve aktif tektonik kuşağı nedeni ile jeotermal kaynaklar açısından dünya genelinde, yüksek ekonomik potansiyele sahip bir ülke konumundadır. Ülkemizde doğal çıkış biçiminde dağılmış ayrı sıcaklıklarda neredeyse 1000 jeotermal kaynak bulunmaktadır. Ülkemizin jeotermal potansiyeli epeyce fazladır. Potansiyel alanların %78'i Batı Anadolu'da %9'u Orta Anadolu'da ve %7'si Marmara bölgesinde, %5'i Doğu Anadolu'da ve %1'i başka bölgede bulunmaktadır. Jeotermal kaynakların %90'ı düşük ve orta sıcaklıklarda bulunmaktadır ve bu kaynaklar doğrudan uygulamalar için kullanılabilir iken %10'u ise dolaylı uygulamalar için kullanılabilir.

Türkiye'de jeotermal enerji uygulamaları neticesindeki ilk elektrik üretimi 1975 senesinde 0,5 MW kapasitesi ile Kızıldere santralinde başlamıştır. Jeotermal enerji kaynaklarının aranması hızlandırılmıştır. Jeotermal enerji arama sondajı 2.000 metreden 28.000 metreye çıktı. 2005 senesinden bu yana mevcut kaynakların geliştirilmesine ve yeni kaynak alanları arayışına verilen önem nedeni ile 2004 senesi sonunda mevcut ısı kapasitesi 3100 MWt olmuştur. Geliştirme ve yatırım araştırmaları açısından ülkemizin toplam jeotermal ısı kapasitesi 35.500 MWt'a ulaştı. Türkiye'nin olası jeotermal potansiyelinin 31500 MWt elektrik üretebilecek 2000 MWe olduğu varsayılmaktadır (ETKB, 2022).



Şekil 5. Jeotermal Kaynaklar ve Uygulama Haritası

Kaynak: ETKB, 2022

1.2.2.3. Rüzgâr Enerjisi

Önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından olan rüzgâr enerjisi teknolojisi ve uygulaması hızla gelişmektedir ve ekonomisi fosil enerji ile rekabet etmektedir. Rüzgar türbinleri rüzgâr enerjisini elektriğe dönüştüren sistemlerdir. Rüzgâr türbinleri dönme eksenlerine, kanat sayılarına, devir sayılarına, güçlerine, dişli özelliklerine, rüzgâr etkisine ve kurulun yerine göre sınıflandırılmaktadır (Elibüyük, 2014).

Dünyada ise rüzgâr enerjisi kurulu gücünün en fazla olduğu ülkelerin genellikle gelişmiş ülkelerde olduğu görülmektedir. Bilhassa Avrupa kıtası rüzgâr enerjisi kurulu gücü bakımından öne çıkmaktadır. Bu durumun ortaya çıkmasında; Avrupa kıtasının birçok enerji kaynağından yoksun olması ve enerji ihtiyacının gelişmemiş ülkelere nazaran daha fazla olması rol oynamıştır. Tüm bu unsurların yanında temiz enerjiye ulaşma isteği ve Kyoto protokolü kıtada rüzgâr enerjisine yönelimi artırmıştır.

1.2.2.4. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle, belli bir zamanda bir türe veya farklı cinslerden meydana gelen bir topluluğa ait organizmaların toplam kütlesi olarak tanımlanabilir. Biyokütle diğer taraftan organik karbon olarak onaylanmaktadır.

Belli başlı biyokütle kaynakları aşağıda listelenmektedir.

a. Bitkisel Biyokütle kaynakları

- Yağlı bitkileri (Ayçiçek, kanola, soya vb.)
- Şeker ile nişasta bitkisi (buğday, patates, şeker pancarı, mısır, vb.)
- Elyaf bitkisi (kenevir, keten, kenaf, miskantus, sorgum, vb.)
- Protein bitkisi (fasulye, bezelye, vb.)
- Bitkisel ile tarımsal artıklar (dal, saman, sap, kök, kabuk, vb.)

b. Orman ile ürünlerinden sağlanan Biyokütle kaynağı

- Odun ile orman atıkları (enerji ormanları ile enerji bitkisi, türlü ağaç)

c. Hayvansal Biyokütle Kaynağı

- Sığır, at, koyun, tavuğa benzer hayvanların atıkları, hayvansal atıklar ile hayvansal ürünlerin işlenilmesi esnasında oluşan atıklar.

d. Organik çöpler, şehir ile endüstriyel atıktan sağlanan Biyokütle kaynağı

- Kanalizasyon ile dip çamurları, kâğıt, sanayi ile gıda sanayi atıkları, endüstriyel ile evsel atık sular, belediye ile büyük sanayi tesis atıklarıdır. (ETKB, 2022).

Biyokütle enerjisi özellikle üçüncü dünya ülkelerinde katı yakıt olarak değerlendirilmeleri sebebiyle önem arz etmektedirler. Türkiye ise tezek (hayvan dışkısı) adı verilen katı yakıt halen birçok kesimde enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır.

Biyokütle enerjisi ayrıca bazı biyolojik atık ve bitkilerden elde edilen metan gazının depolanması ile biyoenerji olarak kullanılabilir. Bu gazın en büyük avantajı taşınabilir ve depolanabilir olmasıdır.

Türkiye’de biyokütle atık potansiyeli neredeyse 8,6 milyon ton eşdeğer petrol ile üretilen biyogaz meblağının 1,5-6 MTEP olduğu varsayılmaktadır (ETKB, 2022).

1.2.2.5. Hidrolik Enerji

İnsanoğlun ilk çağlardan günümüze değin enerji ihtiyacı hiçbir dönemde son bulmamıştır. Fakat enerjinin kullanım şekli ihtiyaçlar doğrultusunda ve teknolojik gelişmeler neticesinde zamanla değişim göstermiştir. Hidrolojik enerji ilk çağlardan beri kullanılmaktadır. Günümüzde sularda bulunan potansiyel ve kinetik enerji; yeni teknolojik imkânlar çerçevesinde devinimini asla yitirmemiş ve elektrik enerjisine dönüştürülmüştür. Bu süreç; sularda bulunan potansiyel enerjinin suyun belli bir yükseklikten belirli bir hızla düşürülmesi ile başlar. Potansiyel enerjinin kinetik enerjiye çevrilmesi ve devamında elektrik enerjisine dönüşmesine giden teknolojik süreç ile devam eder.

Hidroelektrik santralleri; yenilenebilir, çevre dostu, uzun ömürlü bir enerji kaynağı olması sebebiyle tercih edilmektedir.

Ülkemizin teorik hidroelektrik potansiyeli dünyanın teorik potansiyelinin %1’i ekonomik potansiyeli ise Avrupanın ekonomik potansiyelinin %16’sıdır. Ülkemizin hidroelektrik kaynaklarının teorik hidroelektrik potansiyeli 433 milyar kwh, teknik olarak kullanılabilir potansiyeli 216 milyar kwh ile ekonomik hidroelektrik potansiyeli 160 milyar kwh olup, ülkemizin yenilenebilir enerji potansiyeli içinde önem arz etmektedir. 2018’de hidroelektrik 59,9 milyar kwh üretmiştir. Ağustos 2019 sonu itibari ile hidroelektrik üretimi 68.452 Gwh’ye ulaştı. 2018 sonu itibari ile 28.291 MW kurulu güce

sahip 653 adet HES faaliyette olup, Türkiye'nin toplam kurulu gücünün %31,9'unu oluşturmaktadır. Ağustos 2019 sonu itibarıyla kurulu hidroelektrik kapasitesi 28.437 MW'a ulaşmaktadır (ETKB, 2022).

Dünya hidrolik enerji kullanımına ilişkin veriler incelendiğinde ise en yüksek kullanımın Avrupa ve Kuzey Amerika'da olduğu anlaşılmaktadır. Bu durumun nedeni; gelişmiş birçok ülkenin bu kıtalarda bulunması ve azami düzeyde mevcut kapasitelerini kullanmalarından kaynaklanmaktadır.

1.2.2.6. Hidrojen Enerjisi

Hidrojen, bir elektron ve bir protondan oluşan bir atomdur. Standart atom ağırlığı 1.00794 olan periyodik tablodaki ilk elementtir. Standart normal sıcaklık ile basınç altında tatsız, renksiz ve kokusuzdur. Hidrojen, oksitleyici bir maddeyle karıştırıldığında yanıcı bir karışım haline gelen son derece reaktif bir atomdur. H₂'nin ona nasıl yaklaşılacağını bilmesiyle patlamadan kaçınması gerekir. Sıvı hidrojen 0,071 benzer çok düşük bir özgül ağırlığa sahiptir, suyun dörtte biri kadardır ve aşındırıcı değildir (Habash, 2018).

Hidrojen, yakıt hücrelerinde tüketildiğinde sadece elektrik, su ile ısı üreten, temiz bir yakıt olarak öne çıkmaktadır. Hidrojen ile yakıt pilleri; enerji üretimi alanında önemli bir role sahiptir ve başta ulaşım, sanayi ile konut alanları olmak üzere hemen her alanda yaygın olarak kullanılma potansiyeline sahiptir. Hidrojen ile yakıt pilleri; enerji üretimi alanında mühim bir role sahiptir ve başta ulaşım, sanayi ile konut olmak üzere hemen her alanda yaygın olarak kullanılma potansiyeline sahiptir (TSKB, 2021:68).

Hidrojen (H) dünyada keşfedilen en çok ve en hafif element olmaktadır. Hidrokarbonlar, karbonhidratlar ile suya benzer birden fazla molekülde bulunur, fakat Dünya'da saf hidrojen nadirdir. Hidrojen fosil yakıtlarına benzer bir enerji kaynağı değil, petrol ile kömüre benzer yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan enerjiyi depolamak ve yararlı enerjiye çevirmek için kullanılan bir enerji taşıyıcısıdır. Hidrojen 1800'lerden beri enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır ve fosil yakıtlar da dahil olmak üzere türlü kaynaklardan üretilir. Günümüzde H₂, metan dönüştürülerek üretiliyor, ancak nihai hedef, sera gazı salmadan hidrojen üretmektir. Bunu başarmak için alternatif bir yöntem de güneş pilleri ile rüzgâr türbinlerine benzer yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak suyun elektrolizidir. Bu dört yöntemin bir başka faydası da yerli olarak

üretilebilmesi, bu da petrolde ithalata olan bağımlılığımızı azaltmamıza yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda çevre dostudur ve hava kirliliğini hedef alan bir versiyonu yoktur. Yani, su elektrolizi sırasında bir elektrik akımı kullanılarak hidrojen ve oksijen ayrılır. Dolayısıyla bu süreçte elektrik enerjisi kimyasal enerjiye dönüştürülür. Elektroliz sırasında üretilen hidrojen ve oksijen yüksek saflıktadır (Habash, 2018).

Hidrojen enerjiyi ayrı aşamalar ile belirleyebiliriz.

- 1- Yakıt hücresi faaliyeti
- 2- Doğrudan yanma
- 3- Katalitik yanma
- 4- Buhar üretimi

Hidrojenle çalışmak diğer gazları kullanmaktan farklı ve daha karmaşıktır. Boru hatları, hidrojeni taşıırken sızıntıları önlemek için kalın duvarlarla dikkatli bir biçimde inşa edilmelidir. Bunun nedeni, hidrojenin temas malzemesinin bozulmasına neden olabilmesidir. Hidrojenin taşınması ile depolanması büyük bir problemdir ve hidrojeni verimli bir biçimde taşımının ve depolamanın birden fazla yolu olmaktadır (Habash, 2018:4).

1.2.2.7. Med-Cezir (Gel-Git) Enerjisi

Med-Cezir enerjisi ayın çekim gücüne bağlı olarak denizdeki dalgalanma hareketine denmektedir. Medcezir ile birlikte Ay, Güneş ve Dünyanın çekim gücüyle merkezkaç kuvveti arasında meydana gelen etkileşimdir.

Gelgitlerin ürettiği enerjinin büyüklüğü %68 oranında Ay'a olan uzaklığa, %32 oranında da Güneşten dünyaya olan uzaklığa bağlıdır. Gelgit hareketi, su günde iki kez yükseldiğinde ve günde iki kez düştüğünde meydana gelir. Tipik olarak yükselen ve alçalan hareketler 12 saatlik ya da 24 saatlik periyotlarda gerçekleşir. Küresel gelgit kapasitesi 3000 GW'dir. Fakat bu boyutunun yalnızca %2'si medcezir enerjisi olarak kullanılabilmekte, Medcezir enerjisiyle iki cins ile elektrik üretim tekniği olmaktadır. Bunlar kısaca, suyun bir havuzda biriktirilmesiyle dalganın yükselmeye azalma tepkisini kullanarak türbinleri döndürme yöntemleri olmaktadır.

1- Suyun Bir Havuzda Biriktirilmesi Yöntemi

Bu şekilde, havuza benzer bir su toplama deposu kullanılmaktadır. Bu hazneyle deniz seviyesi arasında su seviyesi farkı oluşur. Bu nedenle medcezir enerjisi kullanılarak potansiyel enerji sağlanır. Potansiyel enerji elektrik enerjisine dönüştürülür. Fakat bu yaklaşımın en büyük dezavantajı maliyetinin fazla olması ve çok alan kaplamasıdır.

2- Dalgalar ile Türbinleri Döndürme Yöntemi

Bu yaklaşımda türbinler, medcezir enerjisinin yarattığı dalgaların önüne yerleştirilir. Bu dalgalar yükselip alçaldıkça türbinleri döndürür. Türbin ayrıca kendisine bağlı bir jeneratör aracılığıyla elektrik üretmektedir. Fakat bu metot çok yaygın değildir. Bu nedenle bu yöntemi kullanarak medcezir enerjisinden elektrik üretimi için çok büyük türbinlere gereksinim duyulmaktadır.

1.3. Enerji Kavramı ve Tarihçesi

Enerji kelimesi, ‘en’ ve ‘ergon’ sözcüğünün birleşmesinden meydana gelen ‘energia’ kökünden türemiştir. Fiziksel olarak iş yapabilme boyutuna enerji denmektedir. Cümle manası iç-iş olarak oluşan enerji zamanımızda elektrikli aletler, makineler kısacası, günlük yaşamımızı basitleştiren birden fazla aletin faaliyeti, iş yapabilmeyi ihtiyacı olan ifadeyle karşımıza çıkmaktadır.

Enerji bir ülkenin sosyo-ekonomik gelişimi için mühim bir girdidir. Nüfus artışı, kentleşme, sanayileşme ile küreselleşmeye bağlı olarak artış gösteren üretim ve ticaret nedeni ile enerjiye ve tabii kaynaklara duyulan talep artmaktadır (Cihan, 2019).

Günümüzde elektrik tüketimi, bir ülkenin gelişmişlik düzeyini ölçmek için en mühim göstergelerden biri olup, günlük hayatta kullanımı kolay ve her yerde bulunmaktadır. 19. Yüzyıl’ın sonlarında keşfedilen ve ilk kez aydınlatma amacı ile insanlara sunulan elektrik enerjisine olan gereksinim çoğalması nedeni ile yeni yenilenebilir kaynaklar rüzgâr, güneş, biyokütle ile benzeri kaynaklar değerlendirilerek birincil enerji kaynağı olarak kullanılmaya başlanmıştır. 1878’de elektrik ilk kez günlük hayatta kullanılmaya başlandı ve 1882’de Londra’da ilk elektrik santrali devreye alındı. 1902 senesinde Devletimizde ilk elektrik üretimi, Tarsus’ta denenen 2 kW kuvvetindeki küçük bir su türbiniyle oluşmaktadır. İlk büyük santralsı 1913 senesinde İstanbul Silahtarağa’da kurulan 15 MW kuvvetine sahip termik santral olmaktadır (Cevrim, 2007).

Ulaşım, gıda üretiminde toprak sulama ve kurutma amacıyla değişik yöntemler geliştirilmiştir. Rüzgâr değirmenlerinin ilk kullanımı 4.000 yıl öncesine kadar gitmektedir. Endüstri devrimine kadar insanlığın temel enerji kaynağı yenilenebilir enerjiler olmuştur.

Endüstri devrimi ile sanayi ve ısınma amaçlı kullanımda fosil kaynakların ilk türü olan kömür odunun yerini almıştı. 1800'lü yıllarda Petrolün bulunması ile kömürü yanına ilave yeni bir kaynak sürülmüş oldu. Bu kaynağı doğalgaz'ın keşfi takip etti. Kömür, petrol ve doğalgazın keşfi ve yoğun kullanımı olmadan günümüz teknoloji düzeyine ulaşmak mümkün olamayacaktır” (Bayındır, 2010).

1.4. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yöneliş Nedenleri

Enerji, çağımızın en önemli tüketim mallarından olup ayrıca uygarlığın vazgeçilmesi mümkün olmayan bir araçtır. Günümüzde sahip olunan teknolojik gelişmenin sürmesi bunun yanında sağladığı olanakların yaşamamızda sürdürülebilmesi için doğrudan veya dolaylı olarak enerji tüketmemiz gerekmektedir. Günümüzde tüketmek zorunda olduğumuz enerjinin çoğu fosil yakıtlardan, kalanı ise nükleer ve yenilenebilir kaynaklardan sağlanmaktadır (Gedik, 2015).

Fosil yakıtlar, çoğalan araba sayısı, hızla artan nüfusun ısınma gereksinimi ve çoğalan sanayileşme nedeni ile beklenenden daha erken tükenme belirtileri gösteriyor. Diğer taraftan yaygın olarak kullanılmaktadır; kömür, linyit ve benzine benzer yakıtlar, yenilikçi teknolojiler kullanılmadan iyi çevresel neticeler üretmeyecektir. Bütün bu sebeplerle insanların ve doğanın hayatlarına devam edebilmesi için alternatif enerji üretimi kritik önem taşımaktadır. Geleneksel enerji kaynaklarının çevresel etkileriyle bu etkilerin telafisi için harcanılan tutar ile göz önünde tutulduğunda, yenilenebilir enerji kaynağına yapılan yatırımlar tabu olmaktan çıkmaktadır.

Her sene atmosfere tahmini 116 milyar ton karbondioksit salınmaktadır. Ormanlar ve okyanusların yardımı ile Dünya 113 milyar ton su tüketiyor. Bugün itibari ile karbondioksit birikiminin neredeyse 750 milyar ton düzeyine ulaştığı varsayılmaktadır. Aşırı karbondioksitin, geçtiğimiz yüzyılda ortalama Dünya sıcaklıklarında 0,5°'lik bir çoğalmaya katkıda bulunduğu varsayılmaktadır. CO₂ emisyonlarını azaltmak için Dünya çapında yenilenebilir enerjiye olan ilgi giderek artıyor ve CO₂ sera etkisinin neden olduğu küresel ısınmayı sınırlamanın ana nedeni olarak görülmektedir (Arıcı, 2020).

1.4.1. Enerji Talebi

Enerji gereksinimleri, genellikle insanların günlük gereksinimlerini ve faaliyetlerini karşılamak için gereksinim olduğu enerji miktarıdır. Enerji, bir önceki bölümde de belirtildiği gibi, bir ülkenin büyümesini ve kalkınmasını etkileyen, toplumsal kalkınma ve yaşam standartları üzerinde etkisi olan çok kritik bir kavram olmaktadır. Bu nedenle ülke ekonomisinde enerji ile ilgili her detay önemlidir. İstek yönünden gözlemlediğimizde, tüketicilerin kendi yararlarını maksimize edilebilmesi için sahip olunmak istenildiği bir ürün olmaktadır (Özügür, 2019).

1.4.2. Enerji Arzının Sürekliliği

Enerji, artık belli bir zamanda belli bir üretim için kullanılan bir hammadde olmaktan çıkmış, enerji arzının sürdürülebilirliği yönünden artık daha da mühim hale gelmiştir (Erdal, 2011).

Teknolojik gelişme ile beraber enerji kullanım sahaları çoğaldıkça enerji arzının önemi de aynı oranda çoğalmaktadır. Bu sebeple bütün ülkelerin güvenilir kaynaklardan devamlılığı ve makul fiyatlarla sağlayabilecek enerjiye gereksinim olmaktadır (Sarıtunalı, 2021).

Kesintisiz enerji arzının sağlanması için enerji iletiminde kullanılan petrol ile gaz boru hatlarıyla iletim şebekelerinin güvenliği de enerji arz güvenliğinin bir diğer mühim boyutudur. Enerji arzının sınır ötesi güvenlik ve sınır ötesi enerji iletim ağı olmak üzere iki boyutu olmaktadır. Diğer taraftan enerji isteğinden enerji iletimi, enerji kaynaklarının türlerine dair farklılaşmaktadır. (Avar, 2018).

1.5. Enerji Talebini Belirleyen Faktörler

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin enerji gereksinimlerinin planlaması mühimdir. Dünya enerji fiyatlarının belirsizliği, enerji talebi araştırmalarının önemini vurgulamaktadır. Türlü mal ile hizmetlere olan talepte olduğu gibi enerji talebini etkileyen faktörler vardır. Bu faktörler ekonomik büyümeyi, teknolojiyi, enerji fiyatlarını ve fiyat esnekliğini etkilemektedir (Tugal, 2014).

Ulusal ile uluslararası enerji gereksinimi tespit eden en mühim faktörlerden biri nüfus artışıdır. Bir ülkenin nüfusunun artması, o ülkenin gereksinimlerini karşılaması gereken insan sayısının çoğalması ile aynı zamanda yeni gereksinimlere zemin

hazırlaması manasına gelir. Çoğalan talebi karşılamak daha fazla üretimi gerektirmektedir (Esen, 2015).

Ekonomik gelişim, enerji fiyatlarındaki değişimler, nüfusun artışı, teknolojik ilerleme ile verimlilik enerji talebini tespit eden faktörlerdir. Bu öğelerinden en önemli olanı devletlerin demografik yapısı, gelişme hızlarıyla enerji fiyatları olmaktadır. Sanayileşme ile beraber üretim çalışmalarındaki çoğalma sonucunda işgücüyle sermayeyle birlikte enerji isteği de çoğalmış ve ekonomik büyüme ile birlikte enerji kullanımı da teşvik edilmektedir (Bilgiç, 2018).

1.5.1. Ekonomik Büyüme

Birden fazla çalışma, enerji tüketimiyle ekonomik büyüme arasında pozitif bir nedensellik ilişkisi bulmuştur. Diğer bir deyişle her ülkenin ekonomik büyüme hedefi, o ülkenin belli bir düzeyde enerji tüketmesini gerektirir. Sanayi devrimi ile birlikte teknolojik gelişmelerin daha çok endüstriyel alanda uygulanmasıyla birlikte üretim daha çok makine gücüne dayalı hale gelmeye başlamış, böylece enerji tüketimiyle ekonomik büyüme arasındaki ilişki güçlenmiştir (Yılmaz, 2012).

Bazı araştırmalar enerji tüketiminden ekonomik büyümeye ya da ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü Granger Nedenselliği bulurken, bazıları “nötr hipotez” tespit ederken bazılarındaysa iki yönlü nedensellik bulunmuştur (Aydın, 2010).

Enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisine ilişkin ampirik çalışmalar, enerji darboğazlarının ortaya çıktığı 1970’lerin sonlarında başlamıştır. Yapılan faaliyetlerde epeyce tartışmalı neticeler sağlanılmıştır. Enerji tüketimiyle ekonomik gelişme arasındaki ampirik bağının araştırılmasında; gelişme hipotezi, tasarruf hipotezi, nötr hipoteziyle geri besleme olmakla birlikte 4 hipotez sınanmaktadır (Usta, 2017).

1.5.2. Teknoloji

Yenilenebilir enerji alanında araştırma ve yatırım; teknolojiye yeni gelişmeler ve fosil enerji türlerinin çevreye olan olumsuz etkisi nedeni ile enerjiye olan talep artmaktadır. Konunun teknik analizi hem teknolojiyi yakından takip etmek hem de

yapılacak araştırmalara yön vermek olduğuna benzer araştırma alanını doğru belirleyerek gerekli alanlara yatırım yapmak kolaylaşır (Özdemir, 2021).

Teknolojik olarak gelişmiş ölkelerde yoğun olarak kullanılan bu enerji kaynağına alternatif olarak rüzgâr ve güneş enerjisinin kullanımı araştırılmaktadır. Fakat stratejik önemi nedeni ile nükleer enerji halen önemini korumaktadır ve daha uzun seneler de önemini koruyacaktır. Teknoloji ilerledikçe rüzgâr türbinleriyle ilgili gelişmeler de her geçen gün artış göstermektedir. Günümüzde rüzgâr türbinlerinde en gelişmiş alanlarından biri de türbinler için elektrik sistemlerinin güçlendirilmesidir (Yelmen, 2011).

Küresel oyuncular, dünyanın 2050 senesine dek sıfır emisyonu ulaşmasını istiyorsa, erken teknolojik inovasyonun hızlanması gerekecek. Fakat bu teknolojilerin nasıl yapıldığı ve ne kadara mal olduğu hususundaki ciddi soru işaretleri olmaktadır. 2050 senesine dek küresel “sıfır” emisyon hedefine erişmek için gereken teknolojilerin çoğu hala deneysel ve henüz pazara ulaşmadı. şu anda mevcut teknolojilerde herhangi bir ilerleme kaydedilmemiştir (IEA, 2020).

1.5.3. Enerji Fiyatları ve Fiyat Esnekliği

Enerji tüketimi; gelir, enerji fiyatları, ekonomik yapıyla mevcut teknolojiye benzer türlü unsurların bir fonksiyonudur. Kısa vadeli ve uzun vadeli enerji talebini birden fazla unsur etkiler. Bu unsurlar enerji fiyatlarındaki değişimler, nüfusun artması, ekonomik gelişim, kentleşme, teknolojideki gelişim ile sürdürülebilir kalkınma olarak sıralanabilir. Enerji, günümüzde birden fazla endüstrinin temel girdilerinden biridir. Enerji ücretlerinin çoğalması bu kaynakları girdi olarak kullanan sektörlerde üretim ücretlerini çoğaltacak, bu da nihai ürünün ücretine yansıyacak ve enflasyonist etkisi olacaktır (oban, 2017).

Gelir ile fiyat esneklerinin hesaplanması, gelecekteki enerji talebinin belirlenmesine ve gelecekteki enerji tüketimini karşılamak için gereken kapasitenin tasarlanmasına yardımcı olur. Gelir ile fiyat esnekliklerini anlamak, iç tüketimi azaltmak için hangi enerji kaynaklarının daha pahalı olması gerektiğini belirlemede politika yapıcılara rehberlik edebilir. Enerji talebinin gelirle fiyat esnekliğinin doğru bilinmesi, gelecekteki enerji talebini tahmin etmek ve uzun vadede iç tüketimi karşılamak amacıyla gereksinim duyulan kapasiteyi planlamak için önemlidir (Kılınç, 2017).

Enerji ile sermaye arasındaki tamamlayıcılık belirlenirse, yüksek enerji fiyatlarının sermaye mallarına olan talebin azalmasını teşvik etmesi ile büyümeyi negatif etkilemesi beklenmektedir. Öte yandan, ikame olmaları durumunda, yüksek enerji fiyatlarının sermaye talebini ve bu nedenle büyümeyi canlandırması beklenmektedir.

Enerji fiyatlarındaki artışların makroekonomik etkisini değerlendiren faaliyetlerde çıktı etkilerinin de dikkate alınması gerekmektedir. Bu amaçla, ikame esnekliğinin klasik ölçülerinden birini ikamenin çapraz fiyat esnekliği çıktı etkilerini içerecek biçimde genelleştirmeyi önerir. Net esnekliğin aksine, ikamenin toplam esnekliği, girdi fiyatlarındaki değişiklikleri takiben optimal çıktı uyarlamasının etkisini de içerir (Sezer, 2019).



2. BÖLÜM

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ TÜRKİYE’DE KULLANIM DURUMU

2.1. Güneş Enerjisi

1973-1974 seneleri dünyada yaşanan enerji krizinden sonra güneş enerjisinin dolaylı ya da doğrudan kullanımı tüm dünyada yaygınlaştı. Güneş enerjisi önemli bir alternatif enerji kaynağıdır, potansiyeli dünya enerji gereksiniminin 15 bin katıdır ve çevre dostu bir enerji kaynağıdır (Kaplukan, 2014).

Yenilenebilir enerji kullanımına geçiş sürecinde güvenilirlik, süreklilik, çevreye zarar vermeme ile binaların tek bir enerji kaynağına bağımlılığından kaçınma ortak politikalar haline gelmiştir. Güneş; rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji, biyokütle enerjisiyle dalga enerjisine benzer yenilenebilir enerji kaynakları arasında en yaygın ve en hızlı büyüyen enerji kaynağıdır (Kaplukan, 2014).

Türkiye coğrafi konumu itibari ile elverişli bir güneş potansiyeline sahiptir, ancak bu potansiyelden tam olarak yararlanılmamaktadır. Birincil enerji kaynaklarının dışa bağımlılığı, çeşitlendirilmesiyle çevresel etkisi dikkate alındığında, oluşturulacak enerji karmasında yerli kaynakların verimli kullanımının artırılması gerekmektedir. Enerji çeşitliliğinin sağlanmasıyla enerji kaynaklarında dışa bağımlılığın azaltılması amacıyla alternatif enerji kaynakları son derece önemlidir (Kaplukan, 2014).

Türkiye’nin petrol ile doğal gaz rezervleri yetersiz olmasına rağmen alternatif enerji kaynakları konusunda büyük bir potansiyele sahiptir. Özellikle güneş ve rüzgâr enerjisi söz konusu olduğunda Türkiye elektrik gereksiniminin çoğunu karşılayacak kaynaklara sahiptir. Ayrıca büyük jeotermal ve hidro potansiyele sahiptir. Son senelerde, yerel yönetimler tarafından uygulanan atık biyokütle enerji elektrik üretimi büyümeye göre Türkiye 2015 senesinde yenilenebilir kaynaklara neredeyse 2 milyar dolar yatırım yapmıştır (Oral, 2020).

Türkiye’de güneşlenme miktarı sene boyunca değişmekle beraber senede neredeyse 2.738 saattir. Neredeyse günde 7,5 saat güneş ışığı alan Türkiye, Almanya’dan % 60 daha çok güneş ışınından faydalanmaktadır (Taktak, 2018).

Bu manada mühim yatırımlar dikkat çekmekte. Özellikle Almanya, İtalya, İspanya, Amerika Birleşik Devletleri, Çin, Japonya'ya benzer devletler güneş enerjisinde en önemli devletlerdir. 36-42" kuzey enleminde bulunmasıyla yerel olarak Orta Kuşak devleti (güneş kuşağında olması) aynı zamanda uygun coğrafi şartlar taşıması yüzünden güneşlenme zamanının daha uzun olunması sebebiyle Türkiye, Avrupa ile dünya üstündeki birden fazla bölgeye dair güneş enerjisinde mühim seviyede potansiyele sahiptir (Oral, 2020).



Şekil 6. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA) (KW/h/m² -Yıl)

Kaynak: <https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/>,2022.

Bölgelere göre karşılaştırıldığında en çok güneşlenenler Güneydoğu Anadolu ile Akdeniz bölgesindedir. Karadeniz bölgesinde neredeyse hiç GES santrali bulunmamaktadır.

Güneş enerjisi potansiyeliyle bölgesel dağılımı açısından Türkiye, türlü güneş enerjisi uygulamaları için uygun bir ülke olarak değerlendirilebilir. Topografya, yerleşim ile tarıma benzer kısıtlamaların bu alanın yalnızca %1'inin kullanımına izin vereceği kabul edildiğinde, ülkemizdeki fiilli güneş enerjisinin kullanımı neredeyse 7,8 milyon metrekaredir (DEKTMK, 2009).

Türkiye'de gündüz saatleri güneş enerjisinden faydalanmak için mükemmel bir fırsat sunuyor. Fakat GES yatırımı için potansiyelin yanı sıra ulusal enerji politikası, devlet teşvikleri, ilgili mevzuat, teknik yeterlilikler, yatırımla işletme maliyetleri, türlü kriterleri karşılayan yer seçimine benzer hususlar belirleyicidir. Bu sebeple enerji yatırımı

sadece potansiyel bağlamında incelenmeyecek kadar ayrı yatırımlar olmaktadır (Oral, 2020).

Güneş enerjisi teknolojisi yöntem, malzemeyle teknolojik seviye olarak farklılık olmakta ve 2 ana grup altında incelenebilmekte: Fotovoltaik Güneş Teknolojisi, Isıl Güneş Teknolojileri (Kaplukan, 2014).

a- Fotovoltaik güneş teknolojisi

Bir fotonun atomik bir yörüngede bir elektronla çarpıştığında elektron yörüngeden çıkar, bu olay fotoelektrik etki olarak bilinir. Bu kuantum etkisi, yarı iletken kristalde akımla voltaj üretir. Fotoelektrik etki ilk olarak Antom Von Lenard (1905) tarafından gözlemlenmiş ve Einstein (1921) aracılığıyla açıklanmıştır. Her iki bilim insanı da Nobel Fizik Ödülünü kazanmıştır. PV: Fotovoltaik; “foto” ışıkla “fotovoltaik” elektrik kelimelerinin birleşimidir. Fotovoltaik güneş pilleri güneş ışığına maruz kalındığında elektrik üreten yarı iletken malzemelerden yapılmış elektronik cihazlardır. 1998’den beri Avrupa ile Amerika Birleşik Devletleri özellikle Almanya fotovoltaik paneller kullanarak bu hususa odaklandı. Amaç, doğayı korumakla fosil yakıtlara olan bağımlılığı sona erdirmektir. Mühendisler bunu başarmak için ilk önce birinci mevcut enerji sistemlerinin daha kârlı kullanmasını sağlamaya çalışılmaktadır. (enerji tasarrufu: Led ampüller, pay ölçer sistemler, mantolama vb.)

2. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmişlerdir (Güneş, rüzgâr, dalga, biyokütle) (Eldem, 2017).

b- Isıl Güneş Teknolojileri

Fotovoltaik elektriğin en büyük avantajı şebekeye satılabilen bir sistem olmasıdır. Şebeke gücü, fotovoltaik sistem elektrik üretmediğinde kullanılır. Bunlara On Grid/Grid-tie güneş enerjisi santralleri denir. Bir güneş enerjisi santralının bileşenleri şu biçimdedir. Birinci FV Pano ikinci Evirici üçüncü dağıtım panosu dördüncü Çift Yönlü Sayaç, Beşinci Kablolama ve Montaj Çalışma prensibi kısaca şu şekilde anlatılmaktadır. Doğru akım enerjisi, fotovoltaik panellerin güneş enerjisiyle aydınlatılmasıyla sağlanır. Üretilen enerji bir invertör vasıtasıyla 220 VAC şebeke voltajına dönüştürülür ve bir üretim ölçer vasıtasıyla şehir elektrik sistemine bağlanır. Geceleri paneller elektrik üretmez, bu durumda elektrik talebi şebeke aracılığıyla karşılanır. Elektrik sayıcıyla ürettiğiniz elektrikle tükettiğiniz elektrik her gün ölçülür (Eldem, 2017).

Fotovoltaik panellerin için en mühim dezavantaj üretimlerinin olağanüstü yüksek ücretler oluşturulmasıdır. Türkiye’de güneş pili üretimine bağlı olarak daha düşük maliyetle daha yüksek verimlilik nedeni ile fotovoltaik panel kullanımının artması beklenmektedir (Eldem, 2017).

2.2. Rüzgâr Enerjisi

Artan dünya nüfusu, sanayi ile şehirleşmeye benzer faktörler nedeni ile insanların elektrik enerjisine olan talebi de artmaktadır. Elektrik için fosil kaynaklar azalmakta ve gelecekte tükenecek olduğundan, yenilenebilir enerjilerin kullanımı giderek daha önemli hale gelmektedir. Bu manada mühim olan rüzgâr enerjisinin potansiyelidir.

Türkiye’de yerden 50 metre yükseklikte ve rüzgâr hızı 7,5 m/s’nin üzerinde olan alanlarda kilometrekareye 5 megavatlık rüzgâr santralleri kurulabilir. Bu varsayımlara dayanarak orta ölçekli sayısal hava tahmin modelleri ve mikro ölçekli rüzgâr akışı modelleri kullanılarak üretilen rüzgâr kaynağı bilgilerini sunan Rüzgâr Enerji Potansiyeli Atlası (REPA) hazırlandı. Türkiye rüzgâr enerjisi potansiyeli 48.000 MW olarak tespit edilmiş olup aşağıda bulunan tabloda ayrıntılı bir biçimde sunulmaktadır. Türkiye’nin rüzgâr enerjisi potansiyeli 48 bin MW ile tespit edilmiştir. Bu potansiyele karşılık gelen net alan Türkiye’nin yüz ölçümünün % 1,30’una rastlanmaktadır (ETKBi, 2021).

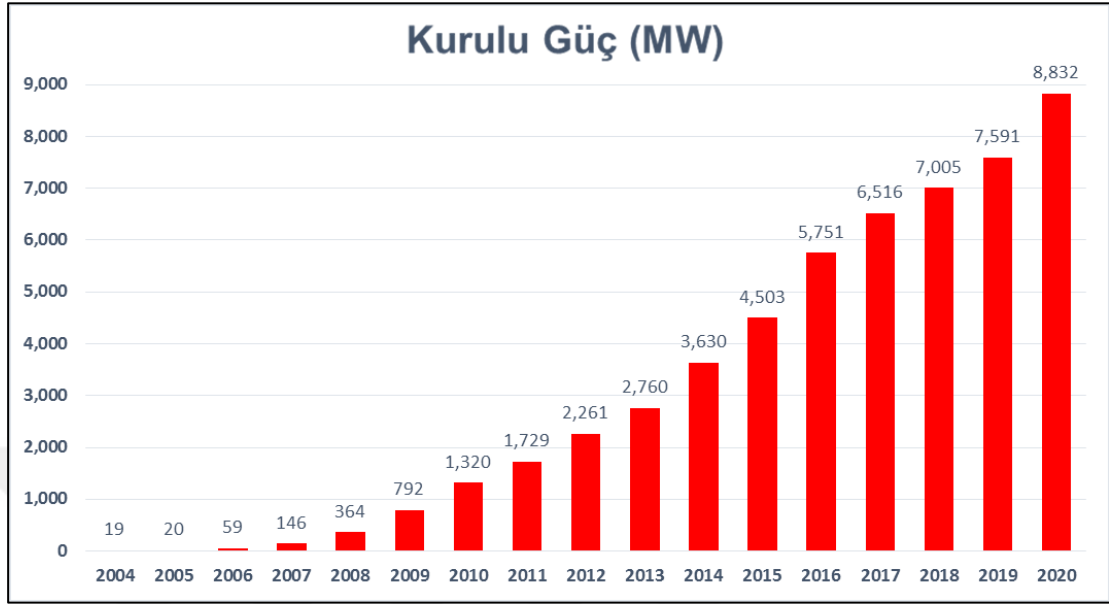
Rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretilmesi için rüzgâr suratinin 6 m/s’nin aşağısına inmesi gerekmekte. Böylelikle Türkiye’nin kıyı kesimleriyle İç Anadolu’daki rüzgâr geçiş bölgeleri rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi sağlamak için kârlı alanlar olmaktadır (Karagöl, 2017).

Tablo 3. Türkiye İçin Yıllık Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli

Rüzgâr Sınıfı	Senelik Güç Yoğunluğu (W/m ²)	Senelik Ortalama Rüzgâr Hızı (m/s)	Toplam Kapasite (MW)
4	400-500	7,0-7,5	29 259, 36
5	500-600	7,5-8,0	12 994, 32
6	600-800	8,0-9,0	5 399,92
7	>800	>9,0	195,84
Toplam Kapasite			47,849,44 Karasal: 37,836 Deniz Üstü: 10, 013

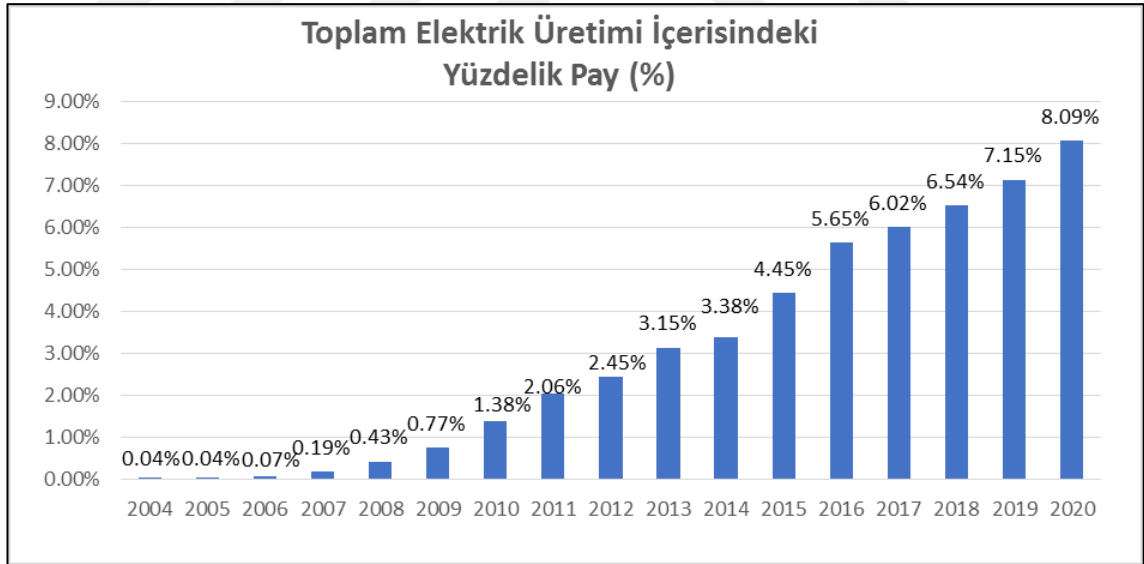
Kaynak: <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-ruzgar2022>

değişimi ve toplam elektrik üretimi içindeki payı aşağıdaki çizelgede gösterilmektedir. (ÇŞİDB, 2022).



Şekil 8. Türkiye’de rüzgâr enerjisine dayalı yıllık elektrik enerjisi kurulu gücü

Kaynak: <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-ruzgar2022>



Şekil 9. Rüzgâr enerjisinin Türkiye’nin toplam elektrik üretimi içerisindeki yüzdelik payı %

Kaynak: <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-ruzgar2022>

3. BÖLÜM

2023 TÜRKİYE YENİLENEBİLİR ENERJİ VİZYONU

Dünyanın en gelişmiş 5 ekonomisinin kapsamı içinde elliden çok devlet, 2021 yılında elektriğinin 10/1’den çoğunu rüzgâr ile güneşten üretmektedir. Çin dâhil 7 devlet ilk kez %10 seviyesine ulaşmaktadır. Danimarka, Lüksemburg ile Uruguay olmak üzere 9 devlet elektriğinin yüzde 40’tan fazlasını rüzgâr ile güneşten alıyor. Fakat belki de en çarpıcı olanı, rüzgârla güneş dağılımının neredeyse her bölgede ivme kazanmasıyla üretimdeki değişimin genişliğidir. Hollanda, Avustralya ile Vietnam, 2020’de koronavirüs pandemisinin başlangıcından bu yana elektrik üretiminin %8 ‘inden fazlasını fosil yakıtlardan yenilenebilir enerjiye geçti (DEKTMK, 2018).

Japonya’nın Kyoto kentinde düzenlenen ve Türkiye’nin de katıldığı “Küresel Isınma” konulu konferansta alınan karara göre, diğer katılımcı ülkeler tarafından benimsenen enerji politikalarının ülke çapında izlenmesi gerekiyor. Bu bağlamda Türkiye, enerji tüketim ihtiyacını karşılamak için yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmeli, yeni sanayi tesisleri için teşvikler oluşturmalı ve kurulan tesislerin sera gazı emisyon değerlerini denetlemelidir.

5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanılarak Elektrik Üretimi Kanunu çerçevesinde, alanı 15 kilometrekareden az olan kanal veya nehir veya rezervuarlı rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, dalga, akıntı, gelgitli hidroelektrik santralleri (YEK Kanunu) YEKDEM’den 10 sene zamanla yararlanabilir. 18 Mayıs 2005 senesinden 30 Haziran 2021 senesine dek faaliyette olan veya olacak tesisler bu kapsama dahildir. YEK kanunu kapsamındaki alım garantileri 2020 sene sonunda işletmeye alınan tesisler için 2022 senesi başından 2020 senesi sonuna dek 10 sene, 1 Ocak 2021 ile 30 Ocak tarihleri arasında işletmeye alınan tesisler için 2022 senesinden itibaren 9 sene, 2021 işletme tesisleri 2021 YEKDEM mekanizması 30 Ocak 2021 tarih ve Resmi Gazetede yayımlanan 31380 sayılı Cumhurbaşkanlığı kararıyla belirlenen 30 Haziran 2021 tarihinden sonra devreye girecek santraller için yeni şartları içermektedir (TSKB, 2021).

2000’li senelerden itibaren Türkiye, özellikle enerji verimliliği alanında sistematik faaliyetlere başlamıştır. 2007 senesinde yürürlüğe alınan 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu, enerji maliyetlerinin ekonomideki yükünün azaltılmasını, enerji verimliliğinin artırılmasını ve çevrenin korunmasını amaçlamaktadır. 2012 senesinde

yayınlanan “Enerji Verimliliği Strateji Belgesi” ile 2023 senesi için enerji verimliliği hedefi belirlenmiştir (TSKB, 2021).

Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı boyutunda yatay hususlar, bina ile hizmetler, sanayi ile teknoloji, enerji, ulaştırma, tarım bölümleri üzerinden 2017-2023 senelerinde yapılacak 55 eylemle 2023 senesinde birincil enerji kullanımının %14’e düşürülmesi (23,9 milyon ton eşdeğer petrol (MTEP) tasarruf) amaçlanmaktadır. Bu meblağda bir tasarrufun yapılabilmesi için 10,9 milyar dolar yatırım yapılmasıyla sözü edilen planlamalardan 7 senede kümülatif olarak 8,4 milyar dolar kazanç sağlanması öngörülmektedir. Planlamalardan sonraki dönemde de uzun yıllar kazancın süreceği bilinmektedir. Fakat hesaplamada bu konu ele alınmamaktadır (TSKB, 2021).

2020 senesinde ETKB aracılığıyla 2019-2023 senelerini kapsayan Stratejik Plan yayınlanmıştır. Söz konusu stratejik plana dair; enerji verimliliğine öncelik vermek ve benimsenmeyi artırmak; amacı, enerji verimliliğini destekleyecek araştırmalara devam etmek, elektrik ile doğal gaz talep tarafının katılımı için piyasa altyapısını oluşturmak, enerji verimliliği hususunda kamuoyu bilincini artırmak için araştırmalar yapmaktır (TSKB, 2021).

2021 senesinin dünya çapında ekonomik çalışmaların tekrardan harekete geçtiği bir sene olması, sanayide hem birincil enerjiyle hem de elektrik isteğinin, konutlarda ve hizmet bölümündeyse elektrik isteğinin kuvvetli şekilde gelişmesi, iklim değişikliği kaynakları etkiye bağlı olarak yeryüzünün belirli bölgelerde ciddi kuraklıklar yaşanmasıyla bunun hidrolik üretimi etkilemesi, aşırı hava olayının (olağanüstü sıcaklarla beklenmedik soğuk hava dalgaları) enerji isteğini kuvvetlendirmesi, fosil yakıtlara isteği de artırmaktadır (TSKB, 2021).

Özellikle iklim krizinin küresel pazarlar için bir politika parametresi olarak önem kazandığı ve temiz enerjinin hava kirliliğini ve küresel ısınmayı sınırlamak için bir öncelik olduğu bir zamanda temiz hidrojen de alternatif bir enerji kaynağı olarak dikkat çekmeye başlamaktadır. Son senelerde çok sayıda uzman türlü kaynaklardan hidrojen üretmek taşımakla depolamak ve emisyonuz bir nihai enerji kaynağı sağlamak için bu kaynağı kullanma potansiyelini araştırmaktadır. Hidrojen gazının iki özelliği ona artan ilgiyi açıklayabilir yaygın olarak kullanılan bu özellikler hidrojenin doğrudan kullanılabilmesi hava kirletici ya da sera gazı salınımı olmamasıyla düşük karbonlu enerji

kaynaklarından üretilebilmesidir. Hidrojen; ulaşım, petrokimya ile çeliğe benzer emisyonları azaltması zor sektörlerde de karbonizasyon yollarını öneren bir kaynaktır. Diğer taraftan, hidrojen, hava kalitesini iyileştirme ve enerji güvenliğini artırma hususunu da destekleye bilmektedir (TSKB, 2021).

Hidrojen hafif bir gazdır. Hidrojen 21. Yüzyıl'ın enerji unsurlarından biri olarak kabul edilmekte ve türlü Ar-Ge çalışmalarına hız verilmektedir. Hidrojen doğal bir yakıt kaynağı olmamakla birlikte, birincil enerji üretimi yoluyla su, biyokütle, nükleer ve hidrokarbonlara benzer kaynaklardan üretilebilir, elektrik ve ısı üretmek için yakıt hücrelerinde kullanılmak üzere bir enerji taşıyıcısı olarak depolanabilir. Hidrojen, bir yakıt hücresinde tüketildiğinde sadece elektrik, suyla ısı üreten temiz bir yakıttır. Hidrojenle yakıt pilleri; ulaşım, sanayi ile konut başta olmak üzere birden fazla alanda kullanım potansiyeline sahiptir. Hidrojenle yakıt pilleriyle alakalı endüstri ya da sistem uygulamaları aşağıda listelenmiştir.

- Dağınık ya da birleşik ısı ile güç sistemi;
- Yedek güç sistemi;
- Yenilenebilir enerji depolama;

• Hava, kara ve deniz ulaşım araçları için yardımcı güç. Hidrojen, metanın buhar reformu yoluyla hidrokarbon yakıtlarla reaksiyona girdiği yüksek sıcaklıklı bir işlemle üretilebilir. Hidrojen üretiminin başka bir yaygın yöntemine elektroliz denir. Hidrojen diğer taraftan bakteri veya mikroalg benzeri mikroorganizmaların kullandığı biyolojik reaksiyonlar yoluyla da üretilebilir. Bu tür biyolojik süreçte mikroorganizmalar bitki ürünlerini tüketerek hidrojen gazı üretilir. Bu üretim yöntemleri foto biyolojik, foto elektrokimyasal olabilir. Üretimden sonra hidrojen için türlü depolamayla taşıma yöntemleri vardır (TSKB, 2021).

Taşıma işlemi, gaz halindeki hidrojenin tankerlere yüklenmeden önce basınçlı ortamda sıkıştırılması veya sıvı hale dönüştürülmesi ile yapılır. Fakat önümüzdeki senelerde artan hidrojen talebi nedeni ile hidrojen mevcut doğal gaz boru hatları ile taşınabilecektir. Çünkü ülkeler arasındaki boru hattı kapasitesi hidrojen taşımaya yetiyor. Depolama için nakliye için izin veren yöntemler tercih edilir. Hidrojenin depolanması için öncelikli taşıma yöntemleri; sıvı hidrojen, gaz hidrojen, metal hidritle kimyasal depolamadır (TSKB, 2021).

Hidrojen, hidrokarbonlara benzer fosil yakıtlardan, biyokütleyle benzer yenilenebilir enerji kaynaklarından ve nükleer enerjiye benzer türlü kaynaklardan üretilir. Şu anda, hidrojenin çoğu fosil yakıtlardan özellikle doğalgazdan geliyor. Fosil yakıtların yanı sıra yenilenebilir enerjiden hidrojen üretim teknolojileri de gelişmektedir (TSKB, 2021).

2023 senesine dek Türkiye'nin uluslararası finansmana erişimini iyileştirmeyi, ulusal finansman olanaklarını daha verimli kullanmayı ve ulusal bir enerji verimliliği finansman mekanizması kurmayı hedeflemektedir. Sınır karbon düzenleme mekanizmaları dikkate alınarak Türkiye'nin karbon fiyatlandırmasına ilişkin durumunun belirlenmesi kapsamında hazırlıklar yapılmaktadır. Türkiye'nin 2022 Döngüsel Ekonomi Eylem Planıyla AB Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol mevzuatının 2023 senesinde uygulanmasına yönelik Ulusal Eylem Planı ve Uygulama takvimini yayınlamayı hedeflemektedir. Enerji sektöründe, enerji verimliliği projeleri yürüten firmalara teknik destek verilmesi, yeşil tarifelerle RES-G sertifikaları hususunda bilinçlendirme faaliyetlerinin yapılması planlanmaktadır (TSKB, 2021).

Halihazırda Türkiye'de başlatılan girişimle projeler kapsamında bu konuda birden fazla araştırma programı yürütülmektedir. 12 Mart 2021'de açıklanan ekonomik reform kapsamında inşaat, tarımla hizmet sektörlerinde enerji verimliliği desteğine yer verilmesi gündemde. Diğer yönden kendi enerjisi ile kaynak verimliliğini karşılayan yeşil organize sanayi bölgelerinin hayata geçirilmesi, elektrik araç şarj altyapısının geliştirilmesine benzer faaliyetler devam etmektedir (TSKB, 2021).

Halihazırda Türkiye'de başlatılan girişim ile projeler kapsamında bu hususta birden fazla araştırma programı yürütülmektedir. 12 Mart 2021'de açıklanan ekonomik reform kapsamında inşaat, tarım ile hizmet sektörlerinde enerji verimliliği desteğine yer verilmesi gündemdedir. Diğer taraftan enerjisini kendisi karşılayanla kaynak verimliliği yüksek yeşil Organize sanayi bölgelerinin yaşama geçirilmesiyle, elektrikli araç şarj altyapısının geliştirilmesine benzer faaliyetlerin yürütülmesi söz konusu olmaktadır (TSKB, 2021).

1951 senesi Paris Antlaşması esasına dayalı kurulan Avrupa Kömür Çelik Topluluğu, Avrupa Birliği'nin enerji politikasının başlangıç basamağı olmaktadır. Birden

fazla kere değişen Avrupa Enerji Politikası, zamanımızda üç belli başlı kurala dayanmaktadır. Bu kurallar sırası ile aşağıda sıralanmaktadır:

- Arz güvenliği
- Rekabetçilik
- Sürdürülebilirlik

AB komisyonu birlik içindeki ülkelerin enerji piyasalarında ortak bir sesi yansıtmak için bir enerji birliği platformunun kurulmasına girişmiştir. Enerji Birliği, AB vatandaşlarına ve işletmelerine güvenilir, uygun fiyatlı iklim dostu enerji sağlamayı amaçlıyor. Bir enerji birliği uygulanırsa amaç, enerjinin birlik ülkelerinin sınırları içinde ücret alınmadan akmasıdır.

Avrupa Birliği Hedefleri

2020 Hedefleri

- Sera gazı salınımını, 1990 düzeyine dair %20 düzeyinde düşürmek.
- Enerjinin %20'sinin yenilenebilir enerji kaynakları aracılığıyla tedarik edilmesini sağlanması.
- Enerji verimliliğinin %20 seviyesinde çoğaltılmasını sağlanması.

2030 Hedefleri

- Sera gazı salınımını %40 düşürmek.
- Enerjinin en düşük %27'sinin yenilenebilir enerji kaynakları aracılığıyla tedarik edilmesini sağlanması.
- Enerji verimliliğinin %27-30 seviyesinde çoğaltılmasını sağlanması.
- %15 elektrik enterkoneksiyonuna erişmek (Avrupa Birliği içinde üretilen elektriğin %15'inin, başka birlik devletlerine iletişiminin sağlanması.)

2050 Hedefleri

Sera gazı salınımını, 1990 düzeyine dair %80-95 düzeylerinde düşürmek (TEİAŞ, 2021).

Mart ve Nisan 2012 senelerinde uygulanan Çalışma Grubu toplantısında, Türkiye – Avrupa Birliği Enerji İşbirliğinin belli başlı esasları belirlenmektedir. Bu belli başlı esaslar:

- Türkiye ile Avrupa Birliği enerji senaryolarıyla enerji sepeti
- Piyasa entegrasyonu ile altyapıların geliştirilmesi
- Enerji işbirliği
- Yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ile temiz enerji teknolojileri
- Nükleer enerji ile radyasyondan korunma olarak tanımlanmaktadır (TEİAŞ, 2021).

Türkiye Cumhuriyeti'nin kuruluşunun 100. senesi olan 2023'e kısa bir zaman kalmaktadır. Türkiye'nin enerji başlığı altındaki 2023 hedefi gözlemlendiğinde gelinen nokta itibari ile pozitif bir gelişimin olduğu anlaşılmaktadır. Söz konusu amaçlarda özellikle yerli ve milli enerji politikalarına farklı bir önem verilmekte. Petrol-doğal gaz arama çalışmaları ve boru hattı projesi yerli kömür, nükleer güç, yenilenebilir enerji son dönemlerde enerji alanında öne çıkan başlıklar olmaktadır (Kavaz, 2019).

Tablo 4. Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı kurulu güç gelişiminde gerçekleşen değerler ve 2023 Hedefleri (mw)

Kaynak	2019	2023
Hidroelektrik	28,457	34,000
Rüzgâr	7,393	20,000
Güneş	5,594	5,000
Jeotermal	1,401	1,000
Büyükötle	683	1,000

Kaynak: Kavaz, 2019

Türkiye'de 2023 yılına dair enerji sektörü ile alakalı yüksek amaçlar öngörülmektedir. Yenilenebilir enerji yatırımları ile alakalı hedefler aşağıdaki şekildedir (Evli, 2018):

- Enerjide, yenilenebilir enerji kaynaklarının oranı %30'a yükselmek
- Rüzgâr enerjisinin 20.000 MW seviyesine yükselmesi (2010 senesinde 1.694 MW idi) 600 MW jeotermal ile 3.000 MW güneş enerjisi kapasiteli elektrik santraller kurmak
- Enerji borsası yapılması
- Su kuvvetinden tam manasıyla faydalanılması (Erdal, 2011).

ETKB'nin Elektrik Enerjisi Piyasası ile Arz Güvenliği Strateji Belgesinin 2009 senesi değerlendirmesine göre, Türkiye'nin elektrik talebinin 2023 senesinde mevcut seviyeyi ikiye katlayarak 500 milyar kWh civarında olması bekleniyor. Bu isteğin karşılanabilmesi için bugünkü kurulu kuvvetinin iki kata çıkarılarak, 100.000 MW'a yükselmesi gerekmektedir. Bu amaca erişmek için senede beş milyar dolarlık enerji yatırımının gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla (GMB, 2020);

- Enerjide retim işletmelerinin özelleştirilmesi ile özel sektör oranının %75'e yükseltilmesi hedeflenmektedir.
- Bugün Türkiye'nin kömür kaynaklarının %37'si kullanılmaktadır. Türkiye 2023 senesinde bütün kömür kaynaklarını ekonomiye kazandırmayı hedeflenmektedir.
- Türkiye'nin hidroelektrik santrallerinden elde edilebilecek enerji potansiyeli yaklaşık 140 milyar kWh olup, neredeyse 36.000 MW kurulu güce karşılık gelmektedir. Bu nedenle 2023 senesine dek toplam kurulu güce neredeyse 20.000 MW olan bir hidroelektrik santralının özel sektör tarafından inşa edilmesi hedeflenmektedir.
- Türkiye kurulu rüzgar kapasitesini 20.000 MW'a güneş kapasitesini 3.000 MW'a ile jeotermal kapasitesini 600 MW'a yükseltmeyi hedeflenmektedir.
- Bu kapsamda Türkiye, 2023 senesine kadar elektrik üretiminde yenilenebilir kaynakların payını %30'a yükseltmeyi, doğalgazın oranını %30'a, %30'unu kömürden ve kalan %10'unu da nükleer enerjiden sağlamayı hedeflenmektedir.
- Türkiye petrol ile gaz ithalatı yapmayan bir Türkiye olarak tanımlanan 2023 hedefiyle petrol ile gaz arama konusunda umut vaat etmektedir.

Yenilenebilir enerji üretim tesissinin kurulmasında kullanılan ekipman için yerli imalat durumu ile alakalı “mevcut yerli üretim yapısı” ile “aktif yerli üretim yapısı” yaklaşımına dair seneler itibari ile yerlilik amaçları vardır (KB, 2014).

Tablo 5. Yenilenebilir enerji alanında yıllara bağlı yerlilik oranı hedefleri ve mevcut üretim yapısı

	2012		2015	2020	2023	2030
Güneş	25		30	65	100	100
Rüzgâr	25		50	75	100	100
Jeotermal	35		50	75	100	100
Biyokütle	30		50	75	100	100
Barajlı HES	75		80	90	100	100
Akarsu HES	60		75	90	100	100

Devletin enerji stratejisi ile enerji arz güvenliği belli başlı hedeflerde bulunan ikiz amaçlara enerji isteğini karşılamakla dışa bağımlılığı düşürmek hedeflenmektedir (WWF, 2014).

2023 senesi itibari ile petrolle maden araştırmaların çoğaltılması da amaçlanmaktadır. Bu kapsamda, Karedeniz ile başka bölgelerde denizden petrolle gaz arama çalışmaları planlamakta olup, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığının (TPAO) diğer ülkelerde petrolle gaz arama faaliyetlerine yönelik bölgesel girişimlerde bulunması desteklenmektedir. Temiz kömür teknolojisinin geliştirilmesini içeren stratejik planda, 2013 senesi sonuna dek toplam kurulu gücü 3.500 MW olan 50 civarında santralin tamamlanması hedeflenmektedir (WWF, 2011).

Değişen gereksinimlere yanıt olarak ve 2012 stratejisini daha da ilerletmek için 2017 senesinde uluslararası en iyi uygulamalara atıfta bulunarak Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (UEVEP) formüle edilmiştir. UEVEP kapsamında binayla hizmetler, sanayi, teknoloji, enerjiyle ulaştırma, tarım yatay husus başlığı üstünden 2017-2023 senelerinde yapılacak 55 eylemle 2023 senesinde ilk enerji tüketimi %14'e düşürülmesi amaçlanmaktadır. İlgili tasarrufun yapılabilmesi için 10,9 milyar dolar yatırım yapılması öngörülmektedir (TKSB, 2020).

Tablo 6. 2023 Enerji hedefleri

Değişken	Hedef	BNEF değerlendirmesi
Enerji Yoğunluğu	2011 yılına dair %20 azalma	Yeni tedbirler yaşama geçmedikçe bu amacın epeyce iddialı olduğu söylenebilmektedir. IMF verileriyle kendi elektrik isteği varsayımlarımızdan yola çıkarak elektrik kullanımının milli gelire yüzdesinin 2011-2019 yıllarında %8' e seviyesinde çoğalacağı öngörülmektedir.
Kurulu Güç	Kurulu güç 110 GW senelik elektrik üretimiye 440 TWh'ye çıkması	Resmi beklentilere dair daha muhafazakâr olan elektrik enerjisi isteği varsayımlarımıza paralel olarak, Olası Politikalar Senaryosu altında 2023 senesinde kurulu kuvvetin 98 GW senelik elektrik üretimininse 373 TWh'ye yükseleceği varsayılmaktadır.
Nükleer Santraller	Toplam 10 GW kurulu kuvveti olan 2 nükleer santralin çalışmaya geçmesi, 3. nükleer santralin oluşumuna başlanması	Bahse konu santrallerin hiçbirinde beton dökmeye başlanılmamaktadır. Kesintilere seyreden planlama aşaması sonucunda 2023 senesinde yalnızca bir nükleer santralin oluşması beklenilmektedir. Şimdiye dek deneyimler, nükleer hususundaki kurumsal kapasitenin inşası yapılarak lazım olan bilgi birikimi sağlamanın on beş sene olacağı varsayılmaktadır.
Yenilenebilir Enerji	Elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin oranının %30'a çıkarılması	Mevcut elektrik üretimi %20 dokuzunun yenilenebilir enerji kaynağından sağlandığı göz önüne alındığında bu amaca erişileceği kanaatini taşımaktadır. Bununla birlikte, Mevcut Politikalar Senaryosu içerisinde 20 GW'lık rüzgâr enerjisi kurulu gücü amacına erişilemeyeceği varsayımına dayanılarak, söz konusu yüzde otuzluk oranın sabit kalınmasını beklenilmekte.
Doğalgaz	Doğal gazın elektrik üretimindeki yüzdesinin mevcut düzeyi bulunan %44'den yüzde otuza düşürülmesi	2020 sonrası doğal gazın nükleer enerji aracılığıyla ikame edilmeye başlanması halinde bu amacı makul bulunmaktadır. Mevcut Politikalar Senaryosuna dair 2023 senesinde doğal gazın elektrik üretiminde oranı %32 si gerçekleşmektedir.

Kaynak: WWF, 2014

Tablo 7. İhtiyaç Duyulan Yatırım Tutarı ve Hedeflenen Enerji Tasarrufu

Gereksinim duyulan Yatırım Tutarı (000 \$)															
2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		Toplam	
958		1,279		1,593		1,681		1,748		1,824		1,846		10,929	
Enerji Tasarrufu															
2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		Kümülatif	
kTEP	000\$	kTEP	000 \$	kTEP	000 \$	kTEP	000\$	kTEP	000 \$	kTEP	000\$	kTEP	000\$	kTEP	000\$
577	202	1,630	571	2,493	872	3,378	1,182	4,298	1,504	5,264	1,842	6,261	2,191	23,901	8,364

Kaynak: TKSB, 2020

Enerji ile TKB aracılığıyla yapılan “UEVE Planı 2017-2023” yıllarında enerji verimliliği ile alakalı etkiyle uygulama zamanları 1 seneden 40 seneye dek farklılaşan elli beş çalışma tespit edilerek Türkiye’de gittikçe çoğalan enerji isteğinin 2023 yılına dek %14 düşürülmesi amaçlanmaktadır. Eylem planındaki faturaların ayrıntılandırılarak tüketiciye enerji verimliliği hususunda yönlendirici olması öne çıkarıldığı zaman, akıllı sayaçların tüketiciye 10 seneliğine kiralanması olası olabilmektedir (Elder, 2021).

Melikoğlu (2016:10), vizyon 2023 enerji hedefine göre Türkiye’nin yenilenebilir enerji yatırımının maliyetini 61 milyar ABD doları hesaplıyor ve Türkiye’nin enerji yatırımının neredeyse yarısının vizyon 2023 hedefine ulaşmak için kullanılması gerektiğini belirtiyor. Bu arada, toplam kurulu gücü yaklaşık 10.000 megavat olan iki nükleer santral için yaklaşık 50 milyar dolar harcanacağı tahmin ediliyor ve 2023 enerji hedefine ulaşılmasında biraz gecikme olabileceği belirtildi. Türkiye’nin 2023 senesine dek yenilenebilir enerjiyi %1 artırma hedefinin düşük olduğunu ve yenilenebilir enerjinin daha da yaygınlaştırılması gerektiğini belirtmişlerdir (Güllü, 2021).

Bu doğrultuda, 11. Kalkınma Planında (2019-2023) (Aydoğdu, 2021);

- Yenilenebilir enerji alanında; yerli ekipman kullanımı, araştırma geliştirme, teknoloji transferi, kamu alımları vb. konuları içeren uygulama mekanizmaları ve yeni yatırım modelleri.
- Yenilenebilir enerji üretimini çoğaltmakla şebekeye güvenli entegrasyonunu sağlamak için gerekli planlama ve yatırımları yapmak,
- YEKA benzeri bir modelle elektrik üretiminde yenilenebilir kaynakların daha yoğun kullanılmasının sağlanması,
- Çoğalan şebekeye yenilenebilir enerji eklenmesinin getirdiği kısıtlamaları ortadan kaldırmak için pompaj depolama HES dahil olmak üzere enerji depolama sistemleri inşa etmek,
- Daha verimli ve kendi kendini üreten binaların yaygınlaştırılmasıyla halihazırdaki binaların enerji verimliliğinin artırılması öngörülmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından daha çok istifade edilmesi, ayrıca enerji verimliliğinin tüm değer zincirinde artırılması hedefi, artan nüfus ve kentleşmenin de yarattığı etkinin yönetilebilmesi için akıllı şebeke dönüşümünü ötelenemez bir gereklilik haline getirmektedir. Bu itibarla, Türkiye Akıllı Şebeke 2023 Vizyonunun gerektirdiği

Çalışmaların 11. Kalkınma Planı döneminde tamamlanması sağlanmalıdır (Bakanlığı, 2018).

Türkiye çoğalan enerji talebini karşılamak, enerjide dışa bağımlılığı ve evre üzerindeki olumsuz etkiyi azaltmak için enerji üretiminde nükleer enerjiden faydalanma yönünde karar almıştır. Bu kapsamda Akkuyu Nükleer Santralinin inşaatı devam etmektedir. Akkuyu NGS'nin ilk reaktörünün 2023 senesinde çalışmaya geçmesi planlanmaktadır.

Akkuyu NGS, son teknoloji güvenlik sistemlerine sahip olacak biçimde tasarlanmış 3+ nesil bir nükleer enerji santralidir. Tüm güvenlik nlemleri Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı standartlarını karşılamaktadır. Diğer taraftan Sinop ile Trakya bölgelerinde nükleer santral kurulmasına yönelik faaliyetler sürmektedir (Bakanlığı D. , 2022).

Enerji ile doğal kaynakları verimli ve evre dostu kullanarak ülke refahına katkısı en st düzeye çıkarmak amacı ile geliştirilen bu eylem planı, 2017 dönemi için ülkemizin birincil enerji tüketiminde kümülatif olarak 23,9 MTEP azalma sağlamayı hedeflemektedir (Evep, 2017).

Bu doğrultuda Türkiye, Vizyon 2023'te enerjide kendi kendine yeterliliği sürdürülebilir kalkınma temeli haline getirmiştir. Bu bağlamda nüfus artışı, yükselen yaşam standartları, endüstriyel değişimlere benzer etkenler nedeni ile devamlı çoğalan enerji ihtiyacımız için üretim, tüketim, dağıtımla hangi kaynakların kullanıldığının planlaması önem arz etmektedir.

Türkiye, enerji politikası arz güvenliğiyle kendi kendine yeterlilik temelinde oluşturmakta ve yerli-milli bir enerji politikası uygulamaktadır. Ülkemiz, yerli kömür, sürdürülebilir enerji, nükleer enerji ayrıca petrolle gaz arama faaliyetleri ve boru hatları projeleriyle kaynak çeşitliliği güçlü altyapısı özellikle enerji verimliliği boyutunda işteğin etkin yönetimi stratejisini kullanmaktadır (şahin, 2021).

2009 senesinde yayınlanan Elektrik Enerjisi Piyasası ile Arz Güvenliği Strateji Belgesine dair 2023 senesinde; yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimini içindeki oranının en düşük % 30'dur elektrik üretimine göre bütün hidrolik potansiyelin kullanması, jeotermal enerjinin elektrik kurulu kuvvetinin en azı 1000 MWe güce erişilmesi, 20 bin MWe rüzgâr enerjisi kurulu gücü olması amaçlanıyor. Diğer taraftan

güneş enerjisine göre en az 5 bin MWe, biyokütle enerjisine göreyse en az 1000 MWe kurulu güç amaçladığı bildirilmiştir (Platin, 2015).

1. Hidroelektrik; 2023 senesine dek teknikle ekonomik açıdan değerlendirilecek hidroelektrik kapasitemizin hepsinin elektrik enerjisi üretimi için kullanılması sağlanılmaktadır.

2. Rüzgâr; Rüzgâr enerjisi kurulu kuvvetinin 2023 senesine dek 20.000 MW'a yükseltilmesi amaçlanmaktadır.

3. Jeotermal; Elektrik enerjisi üretimine göre uygun olduğu bu kademede tespit edilen 600 MW'lık jeotermal potansiyelinin hepsinin 2023 senesine dek şirkete girilmesi sağlanılmaktadır.

4. Güneş; Amaç, güneş enerjisinin elektrik üretimine göre de kullanılması uygulanmasını yaygınlaştırmaktır.

5. Yenilenebilir Enerji; 2023 senesine dek yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji isteği içindeki oranının %30'a yükseltilecek.

6. Doğalgaz; Yerli ile yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasına göre alınacak önlemler neticesinde, elektrik üretiminde doğal gazın oranının %30'un aşığına azaltılması amaçlanmaktadır.

7. İthal Kömür; Elektrik enerjisi gereksiniminin karşılanmasında yerli ve yenilenebilir kaynakların kullanımı hususundaki ilerlemelerle arz güvenliği göz önünde tutularak kaliteli ithal kömür ile ilgili santraller ile faydalanılacaktır (Enerji, 2021).

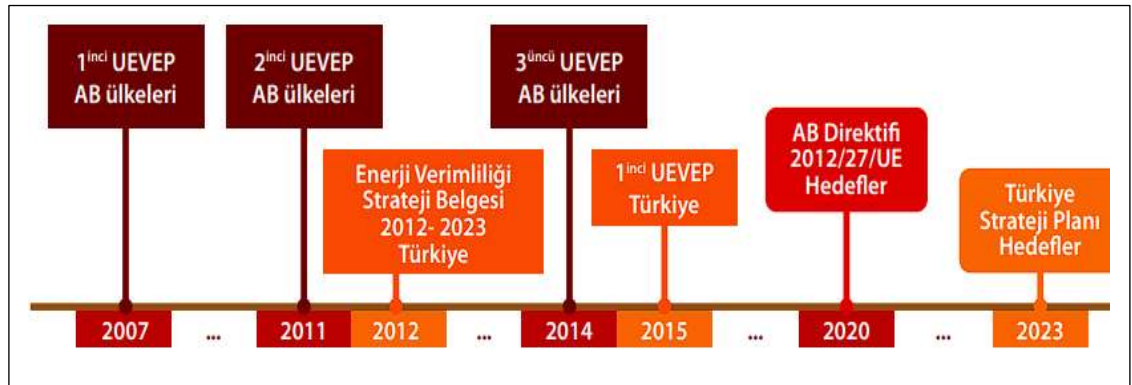
2017- 2023 senelerinde uygulamaya konulan Türkiye'nin birincil enerji tüketiminin, 2023 senesine dek Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı kapsamında %14 oranında azaltılması hedeflenmektedir (ETKB, 2021).

Türkiye'nin enerji potansiyeli fosil ile yenilenebilir kaynaklar olarak ikiye ayrılabilir. Fosil kaynaklar kömür, petrol, doğalgaza benzer doğal enerjilerdir. Fosil enerji yönünden Türkiye'de sadece linyit rezervleri kendi gereksinimini karşılayacak seviyededir. Türkiye'nin fosil yakıtta enerji bağımlısı olan ülke olması sebebiyle doğalgazda %98, petroldeyse %93 seviyesinde dış alıma tabi olduğu gözlenmektedir.

Enerji sektörüne göre her devlet kendi şartlarına dair bir politika belirlemektedir. Türkiye'nin enerji politikaları şu şekilde belirlenmektedir:

- Yenilenebilir enerjiye dair faaliyetleri hızlandırmak.
- Kömür madenleriyle kömür ile ilgili termik santrallerin çoğaltılması.
- Kömür yatırımlarına destek ile teşvik.
- Alım garantisinin kuvvetlendirilmesi.
- Diğer taraftan Orta Doğu, Orta Asya, Doğu Akdeniz, Afrika ile başka potansiyel kaynaklardan sürdürülebilir doğalgaz sağlanması.
- 2023 senesi enerji vizyonu yönünde kurulu kuvvetin yüz bin MW'a erişilmesi.
- Uzun dönemde Türkiye'nin enerji portföyünün %30 hidroelektrik, %30 termik, %30 yenilenebilir ile %10 seviyesinde nükleer kaynaklarla dengelenmesi (Kobiefor, 2018).

2023 senesine dek Türkiye için tespit edilen enerji tasarrufu ve verimlilik hedeflerinin, 25 Ekim 2012 tarih ve 2012/27/EU satılı direktifin 3. maddesinin 1 (a) paragrafında tespit edilen AB hedefleriyle uyumlu olması öngörülmektedir: Birliğin 2020'deki enerji tüketimi PRIMES 2007 modelindeki senaryo ile karşılaştırıldığında 2020 senesine dek %20'lik bir azalmaya karşılık gelen 1.474 Mtep veya 1.078 Mtep nihai enerjiyi geçmemelidir (Esmap, 2016).



Şekil 10. Ulusal enerji verimliliği eylem planı süre kapsamı

Kaynak: Esmap, 2016

2023 senesine dek rüzgâr enerjisi kurulu gücü 20.000 MW'a hidroelektrik kurulu gücüye 30.000 MW'a ulaşacak. 2023 senesine dek, jeotermal enerji üretiminin küresel kurulu kapasitesinin 17 GW'ı aşması bekleniyor. Enerji Bakanlığının 2023 senesine dek

3000 MW lisanlı güneş enerjisi santrali gücüne ulaşması hedeflenmesiyle kapasite önümüzdeki senelerde kademeli olarak artacaktır (Anatürk, 2019).

ETKB'ye (2014) göre UYEAP, 2020'de Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Konseyine (EC) sunulmak üzere alt hedefler hazırlanmış ve uygulanmıştır (Direktif 2009/28/EC). Elbette RES ve 2013 başarısına dayalı olarak Türkiye'nin 2023 kurulu gücüyle elektrik üretim hedefleri bulunmaktadır.

Tablo 8. Türkiye'nin 2023 yılı YEK hedefleri ve 2013 yılı gerçekleşme durumu

Yenilenebilir Enerji Teknolojisi	Kurulu Güç Kapasitesi (MW)			Elektrik Üretimi (GWh)		
	2013	2023	Δ	2013	2023	Δ
Hidroelektrik	22.289	34.000	53%	59.420	91.800	54%
Rüzgâr	2.759	20.000	625%	7.558	50.000	562%
Jeotermal	310	1.000	223%	1.364	5.100	274%
Güneş	0	5.000	-	0	8.000	-
Biyokütle	224	1.000	346%	1.171	4.533	287%

Türkiye'nin enerji politikaları belli başlı kuralları boyutunda 2013-2023 senesinde ETBK (2014)'da tespit edilen belli başlı stratejik konularsa şu şekildedir (Süngü, 2020):

- Fosil yakıt fiyatlarında oluşan dalgalanmadan etkilenilmemek için dış alıma bağımlılığının düşürülmesi,
- 2012-2023 senesinde enerjide yaşanacağı değerlendirilen %75,4'lük istek çoğalmasına yanıtlamak için net 125.000 MW'lık üretim boyutuna işlerlik kazandırılması,
- Doğalgazla nükleer enerjide olan üretim çoğalmanın beraberinde toplam elektrik üretiminde YEK'lerin oranının en az %30'a yükseltilmesi, doğalgaz depolama boyutunun 5 milyar ton m³'e erişilmesi, NGS'lerden iki tanesinin çalışmaya başlaması, bir tanesinin yapım sürecinde olunması,
- Değişik teknolojilere göre kurulu güç kapasitesine erişilmesi,

Türkiye, 2009 senesinde onaylanan “EEP ile AGSB” boyutunda, elektrik enerjisi arz güvenliğinin sağlanması düşüncesiyle 2023 senesi ile alakalı aşağıdaki amaçları kabul edilmiştir.



Şekil 11. Türkiye'nin 2023 enerji hedefleri

Kaynak: Özenç, 2020

Türkiye'nin 2023 senesine göre enerji amaçları geçerliliğini muhafaza ederken, 2015 Paris İklim Konferansı (COP21) evvelinde Türkiye'nin BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Sekretaryasına sunulan Ulusal Katkı Niyet Beyanıyla (INDC) 143 devletin güneşle rüzgâr enerjisine özgü amaçları güncellenmektedir (Özenç, 2020).

Ülkemiz elektrik üretiminde ithal edilen doğal gazın tamamına yakınına benzer kömür de yerli kaynak olarak karşılanmaktadır. Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı, 2023 senesine dek bütün yerli linyit ve taşkömürü rezervlerinin enerji üretimi amaçlı değerlendirilmesine yönelik faaliyetlerini sürdürmekte ve türlü teşviklerle bu konuda özel sektörü desteklemeyi planlamaktadır. Bakanlığın açıklamasına göre ülkenin 17 milyar tonun üzerinde keşfedilmeyi bekleyen kömür rezervinin yeni keşfedilen kaynaklarla buluşturularak ekonomiye kazandırılması en son teknoloji ile çevre standartlarının kullanılması önem arz etmektedir (KPMG, 2018).

Türkiye 2023 senesine dek petrolle gaz ithal etmek istemeyen bir devlet olmak istiyor. Bu durum göz önünde bulundurularak İran, Irak, Azerbaycan, Rusya Federasyonu'yla Türkmenistan'a benzer ülkeler ile işbirliği yapılarak ayrı hammadde tedarik yolları oluşturmaya çalışılmaktadır.

Şu anda kömür kaynaklarımızın %37'si kömürden üretilmektedir. 2023 senesine dek kömür kaynaklarının tamamının ekonomiye kazandırılması hedeflenmektedir. 2023 senesinde kömür enerjisi üretimi hedefi 30.000 MW'tır (Saltık, 2015).

2023 senesine dek 2 nükleer santralin devreye alınmasıyla üçüncü bir nükleer santralin inşaatına başlanması planlanmaktadır. Hedefi, yenilenebilir enerjinin enerji arzındaki payını 2023 senesine dek %30'a çıkarmaktır. Yerli ile yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelik önlemler alınarak, elektrik üretiminde doğal gazın oranının %30'un aşağısına indirilmesi amaçlanmaktadır.

Ekonomide büyüme, çoğalan kişi başına gelir pozitif demografik yönelimler ve çoğalan şehirleşme, 2023 senesine dek senelik neredeyse %6 seviyesinde çoğalması beklenen Türkiye'deki enerji talebinin ana itici güçleridir. Devletin çoğalan isteğini karşılayabilmesi düşüncesiyle, hâlihazırda kurulu olan 80 GW'lık elektrik boyutunun, özel sektör aracılığı ile oluşacak yeni yatırımlar ile beraber 2023 senesine dek 120 GW'a erişilmesi öngörülmekte. Türkiye, tüketicilere sürdürülebilir ile güvenilir enerji sağlama faaliyetleri boyutunda, enerji üretim tesisinin cinsine ve kapasitesi ile alakalı olarak yatırımcılar ile tarife güvencesi, alım güvencesi, bağlantı öncelikleri, lisans muafiyetine benzer elverişli tavsiyeler sunmaktadır (Aras, 2022).

Türkiye'nin enerji gereksinimi karşılamak için gereken toplam yatırımın 2023 senesine dek neredeyse 120 milyar \$ olması bekleniyor, bu da son 10 yılda gerçekleştirilen toplam yatırımın iki katından fazla Türkiye'nin Vizyon 2023'e göre Cumhuriyetin 100. senesi kutlanacağı zaman enerji sektörünün kendisine yüksek hedefler koymasına beklenmektedir (Enerji N. , 2022).

Türkiye'de son zamanlarda kişi başına elektrik tüketimi ile alakalı yapılan bir çalışmada, bu rakamın 2023 senesinde ortalama 313 kWh artış ile %4,3 artacağı hesaplanmıştır. Ekonomi gelişirken, Türkiye'nin elektrik gereksinimini karşılamak için senelik 4-5 GW'lık bir yatırımın gerekli olduğu varsayılmaktadır. Türkiye'nin kurulu

gücünün 2023 senesinde 1,1 ila 130.000 M ve elektrik tüketiminin 500 milyar kWh olması bekleniyor (Akova İ. , 2019).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) aracılığıyla 2014 senesinde yayınlanan yenilenebilir enerjiye ilişkin eylem planında 2023 senesinde aşağıdaki yenilenebilir enerji amaçları belirlenmektedir (Acar, 2022):

Jeotermal: 1 GW

Hidroelektrik: 34 GW

Rüzgâr: 20 GW

Güneş: 5 GW

Türkiye'nin en önemli kaynakları linyit ile hidroelektriktir. ETKB'nin Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Stratejisi Belgesindeki 2009 hedefi, ülkemizin elektrik talebinin 2023 senesine dek 500 milyar kWh olarak öngörülmesine rağmen, ETKB'nin yeni senaryo çalışmasında bu rakamın 2030'dan sonra ertelendiği görülmektedir. Önceki dönemlerde %8, altyapının etkinliğinin iyileştirilmesiyle teknolojinin gelişmesi nedeni ile giderek azaltmaktadır. Gelecekteki 20 sene için yeni senaryo çalışmasında ortalama senelik elektrik talep artış miktarı Senaryo 1 %2,90, Senaryo 2 %3,36 ve Senaryo 3 %3,84 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 9. Türkiye enerji kaynakları potansiyelle hedefler (2009 senesinde yayınlanan EEP ile AGSB)

Kaynak	Potansiyel	Hedefler (2023)
Linyit		Bilinen linyitle taş kömürü kaynağımızın hepsinin elektrik üretiminde kullanılma, yerli kömürden üretilen elektrik enerjisi meblağsının senelik 60 milyar kW'a yükseltilmesi
Taşkömürü		
Yerli kömüre dayalı olarak kurulacak net kapasite neredeyse 28.125 MW		
Asfaltit	82 milyon ton	
2023 senesinde; yenilenebilir enerji kaynağının elektrik üretimi içindeki oranın en düşük %30 olması		
Hidrolik	Teorik hidroelektrik potansiyel 433 milyar kWh, Ekonomik Potansiyel 140 milyar kWh/ sene (36.000 MW) (halihazırda kurulmuş 29.000 MW arası)	Teknikle ekonomi potansiyelinin hepsi
Rüzgâr	Çok kârlı: 8.000 MW, Orta Verimli: 48. 000 MW	20.000 MW
Jeotermal	31.500 MW (1000 MW'ı elektrik üretimine elverişli)	En düşük 1.000 MW elektrik
Biyokütle	44 MTEP	En düşük 1. 000 MW elektrik
Güneş Enerjisi	80 MTEP teknik ile ekonomik gelişmeye bağlı olarak elektrik üretimine katkı	5.000 MW elektrik

Kaynak: (Weglobal, 2019)

Tablo 10. Yenilenebilir enerji kaynakları ile yapılan üretim ve hedefler

Yenilenebilir Enerji Kaynağı	2015 (MW)	2017 (MW)	2019 (MW)	2023 (MW)
Hidroelektrik	25.526	28.763	32.000	34.000
Rüzgâr	5.660	9.549	13.308	20.000
Güneş	300	1.800	3.000	5.000
Jeotermal	412	900	950	1.000
Biokütle	377	530	683	1.000

Söz konusu amaçlar boyutunda 202 senesi için brüt elektrik üretimi;

- a) Hidroelektrik: 91.800,00 GW
- b) Rüzgâr enerjisi: 50.000,00 GW
- c) Güneş enerjisi: 8.000,00 GW
- d) Jeotermal enerji: 5.100,00 GW
- e) Biyokütle enerjisi: 4.500 GW olarak öngörülmektedir.

Yenilenebilir kaynaklardan neredeyse 160.000 GW'lık benzer bir brüt kapasite üretmeyi hedefliyor. Bu miktar, 2023 senesinde hesaplanan toplam elektrik tüketiminin %32'sini temsil etmektedir.

Türkiye'nin resmi enerji politikası, 2023 yılına kadar ülkenin dışa bağımlılığını düşürmek ve doğal kaynakların maliyetini düşürerek yerli kaynak kullanımını maksimize etmektir. Bu kapsamda 11. Kalkınma Planında 2023 senesine dek Türkiye'nin elektrik isteğinin %30'unun yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılanması öngörülmektedir. 2023 amaçları içerisinde devletin hidroelektrik potansiyelinin tamamını neredeyse 36 GW devreye almayı, rüzgâr enerjisi kapasitesini 20 GW'a jeotermal kapasitesini 600 MW'a ve güneş kapasitesini 3 GW'a çıkarmayı hedeflenmekte (Enerji K. , 2022).

2017-2023 senelerinde uygulamaya konulan Ulusal Enerji Verimliği Eylem Planı kapsamında, bina ile hizmetler, enerji ulaşım, sanayi ile teknoloji, tarım olmakla beraber

6 cinsten 55 eylemin tanımlandığı 2023 senesine dek Türkiye'nin ilk enerji kullanımının %14 oranında düşürülmesi amaçlanmaktadır. 2023 senesine dek kümülatif olarak 23,9 MTEP tasarruf sağlanmasıyla bu tasarrufa göre 10,9 milyar dolar yatırımın olması beklenilmektedir. 2017 fiyatlarıyla 2033 senesine dek sağlanılacak kümülatif tasarruf 30,2 milyar dolar olmakla birlikte birkaç kısıntının tesiri 2040 senesine değin sürecektir. Eylemlerin geri ödeme zamanı neredeyse 7 senedir.



Tablo 11. Yatırımların ve sağlanması öngörülen tasarrufların senelere göre değişimi

Gereksinim Duyulan Toplam Yatırım Tutarı (Milyon ABD Doları)																			
2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		Toplam					
958		1.279		1.593		1.681		1.748		1.824		1.846		10.928					
Enerji Tasarrufu																			
2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		Kümülatif					
k TEP	(M\$)	kTEP	(M\$)	kTEP	(M\$)	kTEP	(M\$)	kTEP	(M\$)	kTEP	(M\$)	kTEP	(M\$)	kTEp	(M\$)				
577	202	1.630	571	2.493	872	3.378	1.182	4.298	1.504	5.264	1.842	6.261	2.191	23.901	8.365				
Enerji Tasarrufu																			
2024		2025		2026	2027	2028		2029	2030		2031	2032	2033	Kümülatif 2017-2033					
6.261 kTEP	2.191M\$	6.261 k TEP	2.191m\$	6.261 kTEP	2.191 M\$	6.261 kTEP	2.191 M\$	6.248 kTEP	2.187 M \$	6.248 k TEP	2.187 M\$	6.248 kTEP	2.187 M\$	6.216 kTEP	2.175 M\$	6.126 kTEP	2.175M\$	86.369kTEP	30.228 M\$

Kaynak: Yegm, 2018

Devletin, 2023 senesine dair enerji kolundaki amaçları aşağıda gösterilmektedir (Temsan, 2020);

- Toplamda kurulu güç kapasitesinin 120 GW'a yükseltilmesi
- Yenilenebilir enerji kaynaklarındaki oranın % 30'a çıkarılması
- Su enerjisi kullanımının maksimum seviyeye yükseltilmesi
- Rüzgâr enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesinin 20.000 MW'a yükseltilmesi
- 3.000 MW güneş ve 1.000 MW jeotermal enerjisi sağlayacak santrallerin kurulması
- Enerji dağıtımında birim kapasitesinin 158.460 MVA seviyesine yükseltilmesi
- Akıllı şebeke kullanımının çoğaltılması
- Enerjiye özgü borsa oluşturulması
- Nükleer enerji santrallerinin işletmeye alınması
- Kömür enerjisine dayalı kurulu güç kapasitesinin 15,9 GW'tan 30 GW'a çıkarılması

Artan ham petrol talebinin ve arzda %90 seviyesinde dışa bağımlılık karşısında son senelerde yeni petrol sahaları için çalışma faaliyetlerini hızlandırmıştır. Halihazırdaki kuyuların birden fazlasının üretim verimi, sahaların ilerleyen yaşı sebebiyle azalmaktadır. Fakat TPAO, günlük ham petrol üretiminin 2023 senesine dek %75 yüzdesinde çoğalması hedeflenmektedir. Bu yönden yeni konvansiyonel olmayan arama çalışmalarına ek olarak, son senelerde kamu envanterine katılan 2 sismik araştırma ile 3 sondaj gemisinden oluşan filoyla Akdeniz'de ve Karadeniz arama faaliyetlerine başlanılmıştır. Sakarya sahasındaki derin deniz sondajları neticesinde 2020 senesinde Tuna-1 kuyusunda ve 2021 senesinde Amasra-1 kuyusunda keşfedilen doğal gaz rezervleri, bildirilen ilk incelemeler olmaktadır (KPMG, 2022).

SONUÇ

Tüm dünya ülkeleri artan enerji ihtiyacını karşılamak için geçmişten günümüze bitmek bilmeyen bir arayış ve çaba içerisindeyler. Fakat enerji talebi hiçbir zaman azalmamakta, aksine her geçen gün daha da artmaktadır. Bu durumun ortaya çıkmasına artan nüfus, sanayileşme, şehirleşme vb. gibi birçok faktör neden olmaktadır. İnsanoğlu enerji ihtiyacının giderilmesi için birçok yöntem denemiş ve netice itibariyle tüm bu yöntemlerin dahi yetersiz kaldığı anlaşılmıştır. Bu bağlamda artan enerji ihtiyacının karşılanması noktasında insanoğlu ilk fosil kaynaklara yönelmiştir. Fakat fosil kaynakların bir sonunun olduğu ve çevreye verdiği zarar aşikârdır. Bunun yanında her ülke bu kaynaklardan aynı oranda faydalanamamaktadır. Tüm bu unsurlar birlikte değerlendirildiğinde insanoğlunun daha çevreci, sonu olmayan, kolay ulaşılabilir enerji kaynaklarına ulaşmayı arzulaması gayet tabi bir neticedir.

Tüm dünya ülkeleri gibi Türkiye’de artan enerji ihtiyacını karşılamak için daha çevreci, ucuz, kolay ulaşılabilir, sınırsız ve yerli enerji kaynaklarına yönelmek zorundadır. Türkiye bulunduğu coğrafi konum itibariyle yenilenebilir enerji kapsamında birçok avantaja sahiptir. Türkiye’nin ithal enerji kaynaklarına ihtiyacı yoktur. Fakat yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji elde etmek yüksek disiplinli bir plan dahilinde mümkündür. Bu plan ülkemizin milli bekası olmalıdır. Bu anlamda daha ilkökul sıralarında iken bu ülkenin tüm evlatlarına milli şuur kazandırılmalıdır. Milli şuurdan yoksun bir ülkede enerji politikalarının uygulanması tam manasıyla mümkün değildir. Zira bulunduğu coğrafyayı tanımayan, tarihini bilmeyen yani milli şuurunu eksik nesillerin ülkenin bekasını savunması ve bu konuda çözüm üretmesi beklenemez.

Türkiye yenilenebilir enerji alanında yatırımlarına ve ARGE çalışmalarına ayrılan bütçeyi hızla artırmak ve bu alanda teşvikleri artırmak zorundadır. Yatırımlar düzenli bir denetim mekanizması çerçevesinde uygulamaya geçmelidir. Daha da önemlisi tüm bu yatırımlar ve arge çalışmaları siyaset üstü bir bilinç ile yapılmalıdır. Zira en ufak bir aksama telafisi uzun yıllar mümkün olmayacak sonuçlara sebep olacaktır.

Yenilenebilir enerji alanında tüm başlıklar birlikte değerlendirildiğinde ülkemiz için diğer bir önemli husus alım garantisi ve yatırımcıya yöneldiği enerji koluyla alakalı teşvik olmalıdır. Yani devlet yenilenebilir enerji kullanımını ve üretimini desteklemeli ve özendirmelidir. Fakat tüm bunların yanında sera gazı salınımı noktasında gerekli

denetimleri yapmalı ve Kyoto protokolünün gereklerini yerine getirmekten de vazgeçmemelidir.



KAYNAKÇA

- Acar, A. (2022). Türkiye Enerji Dönüşümü Görünümü. Shura Enerji Dönüşümü Merkezi
<https://shura.org.tr/wp-content/uploads/2022/07/rapor-2.pdf>.
- Acaroğlu, M. (2007). Alternatif Enerji Kaynakları. Ankara: Nobel Yayınevi.
- Akova, İ. (2019). Türkiye'nin enerji sorunu ve tercihler. İstanbul: İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi Bildiri Kitabı.
- Anatürk, Ş. (2019). *Yenilenebilir Ve Yenilenemeyen Enerji Kaynakları İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Türkiye Örneği*. Eskişehir: [Yüksek Lisans Tezi Anadolu Üniversitesi] Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı.
- Aras. *Enerji ve Yenilenebilir Kaynaklar Sektörü*.
<https://www.arasyatirim.com/blog/enerji-ve-yenilenebilir-kaynaklar-sektoru>
Erişim Tarihi: (2022, 12 04)
- Arıcı, E. (2020). Arz Talep Açısından Yatırımcıların Görüşü.
- Atlası, E.. *Ülkelere Göre Dünya Petrol Rezervi*.
<https://www.enerjiatlası.com/rezerv/dunya-petrol-rezervi.html> Erişim Tarihi: (2022, 09 23).
- Avar, a. (2018). *Türkiye'Nin Enerji Arz Güvenliğinin Ekonometrik Analizi*. Antalya: [Yüksek Lisans Tezi Akdeniz Üniversitesi] Sosyal Bilimler Enstitüsü Ekonometri Ana Bilim Dalı.
- Aydın, F. F. (2010). Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme . *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* 38, 317-340.
- Aydoğdu, Ç. (2021). Yenilenebilir Enerji Sektöründe ve Enerji Verimliliğinde Kamusal Destekler ve Türkiye'de Yansımaları. *Akademik İzdüşüm Dergisi* 6 (1), 52-74.
- Bakanlığı, D.. *Türkiye'Nin Uluslararası Enerji Stratejisi*.
https://www.mfa.gov.tr/turkiye_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa Erişim Tarihi: (2022, 11 25)
- Bakanlığı, K. (2018). On birinci Kalkınma Planı Enerji Arz Güvenliği ve Verimliliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu. Ankara: Özel İhtisas Komisyonu Raporu.
- Bayındır, M. S. (2010). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Avrupa Birliği ve Türkiye Uygulamaları*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı İktisat Politikası Bilim Dalı.

- Bilgiç, S. K. (2018). *Türkiye' De Elektrik Talebinin Belirleyicileri*. Balıkesir: [Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi] Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı
- Bilginoğlu, M. A. (1990). Gelişmekte Olan Ülkelerde Enerji Sorunu Ve Alternatif Enerji Politikaları. Kayseri: *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (9), 122-147 .
- Çoban, O. (2017). Sanayi Sektöründe Petrol Talebinin Fiyat ve Gelir Esneklikleri: OECD Ülkeleri Örneği. *Bilgi* 83, 259-279.
- ÇŞİDB. *Türkiye Rüzgar Atlası*. <https://www.mgm.gov.tr/genel/ruzgar-atlasi.aspx> Erişim Tarihi: (2022, 11 8).
- Eldem, M. (2017). Güneş Enerjisi. Ankara: TMMOB EMO (Elektrik Mühendisliği Odası Ankara Şubesi Haber Bülteni.
- Elder. (2021). *Türkiye Akıllı Şebekeler 2023 Vizyon ve Strateji Belirleme Projesi*. Content Yayınları <https://www.elder.org.tr/Content/yayinlar/TAS%20TR.pdf>.
- Elibüyük, U. (2014). Rüzgâr Türbinleri, Çeşitleri Ve Rüzgâr Enerjisi Depolama Yöntemleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Yekarum E-Dergi* 2 (3), 1-14.
- Enerji. *Türkiye'nin 2023 Enerji Hedefleri*. <https://www.enerjigazetesi.ist/turkiyenin-2023-enerji-hedefleri/> Erişim Tarihi: (2021, 11 17).
- Enerji, K. (2022). Kartal Yenilenebilir Enerji Üretim Yönetim Kurulu Faaliyet Raporu. 2022 Yılı II.Çeyrek Faaliyet Raporu <https://www.kartalenerji.com.tr/files/ecc6d177-74c4-47ad-b0ec-61c344938693.pdf>.
- Enerji, N. *Türkiye'de Güneş Enerjisi / Enerji ve Yenilenebilir Kaynaklar*. http://www.normenerji.com.tr/menu_detay.asp?id=11702 Erişim Tarihi (2022, 11 24).
- Erdal, L. (2011). *Enerji Arz Güvenliğini Etkileyen Faktörler ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Alternatifi*. Aydın: [Yüksek Lisans Tezi Adnan Menderes Üniversitesi] Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı.
- Ertürk, H. (1996). Çevre Bilimlerine Giriş. Bursa: Ceylan Matbaacılık.
- Esen, Ö. (2015). Enerji Açığının Belirleyicilerinin Teorik Perspektiften İncelenmesi. *Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 3 (1), 45-61.

- Esmap. (2016). Türkiye Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı. Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığı
<https://rise.esmap.org/data/files/library/turkey/EE%20Pillar/EE1.1.pdf>.
- ETKB. *Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı*. <https://enerji.gov.tr/evced-enerji-verimlilik-uevep> Erişim Tarihi: (2021, 12 03).
- ETKB.. *Biyokütle*. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-biyokutle> Erişim Tarihi: (2022, 11 9).
- ETKB. *Hidrolik*. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-hidrolik> Erişim Tarihi: (2022, 10 29).
- ETKB. *Jeotermal*. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-jeotermal> Erişim Tarihi: (2022, 09 26).
- ETKB. *Toryum*. <https://enerji.gov.tr/tabii-kaynaklar-toryum>, Erişim Tarihi: (2022, 10 22).
- ETKB. *Uranyum*. <https://enerji.gov.tr/tabii-kaynaklar-uranyum>, Erişim Tarihi (2022, 10 05).
- ETKBi. *Rüzgar*. <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-ruzgar> Erişim Tarihi: (2021, 11 3).
- Evep. (2017). Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023. Ankara: <http://www.eyoder.org.tr/UlusalEVEP.pdf>.
- Evli, S. (2018). *Türkiye'de Sürdürülebilir Kalkınma ve Yenilenebilir enerji Kaynakları*. Tekirdağ: [Yüksek Lisans Tezi Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi] Sosyal Bilimler Enstitüsü Çalışma İktisadi Anabilim dalı.
- Gedik, Ö. T. (2015). *Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Çevresel Etkileri*. [Yüksek Lisans Tezi İstanbul Teknik Üniversitesi] Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı Çevre Bilimleri ve Mühendisliği Programı.
- GMB. (2020). Yenilenebilir Enerji Araştırması Sonuç Raporu. TR22 Güney Marmara Bölgesi.
- Güllü, M. (2021). Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının 2030 Yılına Kadar Tahmini. *19 Mayıs Sosyal Bilimler Dergisi* 2 (2), 288-313.
- Habash, R. (2018). *Güneş Tabanlı Hidrojen Enerjisi*. [Yüksek Lisans Tezi İstanbul Üniversitesi] Fen Bilimleri Enstitüsü.

- IEA. (2020). Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) Enerji Teknolojileri Görünümü 2020 Rapor Özeti. World Energy Council.
- İlgar, R. (2005). Ekolojik Bakışla Jeotermal Kaynaklara Dualist Yaklaşım . *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi* 4 (13), 88-89.
- Kapluhan, E. (2014). enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Güneş Enerjisinin Dünyadaki ve Türkiye'deki Kullanım Durumu . *Coğrafya Dergisi* 29, 70-98.
- Karagöl, E. T. (2017). Türkiye'de Elektrik Enerjisi" SETA. Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı Seda Yayınları.
- Karaosmanoğlu, F. (2004). Türkiye'nin Biyoyakıt Potansiyeli ve Son Gelişmeler. İTÜ Kimya Mühendisliği Bölümü.
- Karluk, R. (1996). Türkiye Ekonomisi, Tarihsel Gelişim Yapısal ve Sosyal Değişim. İstanbul: Beta Yayınevi.
- Kavaz, İ. (2019). Türkiye'nin Enerjide Gelecek Vizyonu. *Seta Perspektif* 252, 1-5.
- KB. (2014). Yeşil İşler ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Alanındaki Potansiyeli. Sosyal Sektörel ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü.
- Kılınç, N. Ş. Çoban, O. (2017). Sanayi Sektöründe Enerji Talep Esnekliklerinin Tahmini: OECD Ülkeleri Örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 9 (20), 479-496
- Kobiefor. Gelecek on yılda Türkiye'nin şahdamarı: Enerji Sektörü. <https://www.kobiefor.com.tr/kapak/gelecek-on-yilda-turkiyenin-sahdamarienerji-sektoru-h8210.html> Erişim Tarihi: (2018, 12 01).
- Koca, N. (2018). Genel Coğrafya. Pegem Akademi 9. Baskı.
- KPMG. (2018). Enerji Sektörel Bakış. <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/tr/pdf/2018/02/sektorel-bakis-2018-enerji.pdf>.
- KPMG. *Enerji Sektörel Bakış* 2022. <https://home.kpmg/tr/tr/home/gorusler/2022/04/enerji-sektorel-bakis.html> Erişim Tarihi: (2022, 11 24).
- Oral, M. (2020). Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Pv Uygulamalarının Yerel Ölçekte Değerlendirilmesi: Karabük İli Örneği. *International Journal of Geography and Geography Education* (42), 482-503.

- Özdemir, Y. E. (2021). Yenilenebilir Enerjide Teknoloji Analizi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* 29, 138-143.
- Özenç, B. (2020). Güneş Enerjisinin Bugünü ve Yarını: Türkiye İçin Çıkarımlar. Renk Matbaası <https://www.zorluenerji.com.tr/uploads/pdf/pdflist/76aa3e80-4f54-4e90-86d5-1672030c9e32.pdf>.
- Özüğurlu, O. (2019). *Yenilenebilir Enerjinin Türkiye'deki Gelişimi*. Niğde: [Yüksek Lisans Tezi Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi] Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı.
- Platin. *2023 yenilenebilir enerji hedefleri*. <https://www.platinonline.com/dunya/2023-yenilenebilir-enerji-hedefleri-642608>, Erişim Tarihi: (2015, 11 19).
- Saltık, H. H. (2015). *Enerji Arz Güvenliği Ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları*. Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı.
- Sarıtunalı, H. N. (2021). Çevresel Güvenlik ve Enerji Arz Güvenliği Bağlamında Türkiye'nin Enerji Politikası. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi* 4 (2), 409-421.
- Selvi, A. (2009). *Soğuk savaş sonrası dönemde Orta Asya ve Ortadoğu petrollerinin uluslararası politikadaki yeri ve önemi*. Ankara: [Yüksek Lisans Tezi Atılım Üniversitesi] Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış.
- Sezer, P. (2019). *Sermaye- Enerji İkame Edilebilirliği: Türkiye İmalat Sanayi Örneği*. Ankara: [Yüksek Lisans Tezi Hacettepe Üniversitesi] Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı.
- Süngü, M. (2020). *Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Politikasının Analizi ve Bir Model Önerisi*. Ankara: [Yüksek Lisans Tezi Ankara Üniversitesi] Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı.
- Şahin, M. Ş. (2021). Sektörel Düzeyde Enerji Tüketimi ve Büyüme . İktisad Yayınevi.
- Taktak, F. (2018). Güneş Enerji Santrali (GES) Geliştirme: Uşak Örneği. *Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü* 3 (1), 1-21.
- Temsan. (2020). 2019-2023 Stratejik Planı. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.
- TKSB. (2020). Enerji Görünümü. Created with a trial version of Syncfusion Essential <https://www.tskb.com.tr/uploads/file/enerji-sektor-gorunumu-2020.pdf>.

- Tugal, N. (2014). *Enerji Talebi ve Enerji Talebini Belirleyen Faktörler: Türkiye Uygulaması*. Afyonkarahisar: [Yüksek Lisans Tezi Afyon Kocatepe Üniversitesi] Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı.
- Tümertekin, E. (2012). *Ekonomik Coğrafya / Küreselleşme ve Kalkınma*. Çantay Kitabevi.
- Usta, C. (2017). Türkiye’de Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme İlişkisinin Sektörel Analizi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13 (1), 173-187.
- Weglobal. (2019). *Enerji Politikalarının İklim Değişikliği İle Mücadeledeki Yeri*. Ankara: İklim Değişikliği Eğitim Modülleri Serisi 6.
- WWF. (2011). *Yenilenebilir Enerji Geleceği ve Türkiye. Yenilenebilir Enerji Geleceği ve Türkiye*.
- WWF. (2014). *Türkiye'nin Yenilenebilir Gücü Türkiye İçin Alternatif Elektrik Enerjisi Arz Sarnayoları. Ofset Yapımevi*.
- Yegm. (2018). *Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı*. Ankara: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı.
- Yelmen, B. (2011). *Yeşil Enerji Kaynakları ve Teknolojileri*.
- Yıldız, M. (2006). *Dünyada ve Türkiye’de Alternatif ve Fosil Kaynaklarının Geleceğe Yönelik Etüdü*. Trabzon: [Yüksek Lisans Tezi Karadeniz Teknik Üniversitesi] Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yılmaz, A. (2012). *Türkiye’de Sektörel Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler ve Alternatif Enerji Politikaları*. Aydın: [Yüksek Lisans Tezi Adnan Menderes Üniversitesi] Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Ana Bilim Dalı.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler:

Adı ve Soyadı: Mehmet Akif Ersoy

Eğitim Durumu:

Lisans Öğrenimi: Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Yüksek Lisans Öğrenimi: Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Yabancı Dil(ler) ve Düzeyi:

İş Deneyimi:

Bilimsel Yayınlar ve Çalışmalar: