

T.C.
GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GİRESUN İLİNDE ELEKTRİKLİ ARAÇLAR İÇİN
HİBRİD BİR ENERJİ ÜRETİM SİSTEMİ MODELİ
İLE 2030 YILI ENERJİ ÜRETİM PROJEKSİYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Öğrencinin Adı SOYADI : SELDA CEYLAN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 09/02/2024

Enstitü Anabilim Dalı : Enerji Sistemleri Mühendisliği

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Hilmi ZENK

:

Ocak 2024
GİRESUN

**T.C.
GİRESUN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GİRESUN İLİNDE ELEKTRİKLİ ARAÇLAR İÇİN
HİBRİD BİR ENERJİ ÜRETİM SİSTEMİ MODELİ
İLE 2030 YILI ENERJİ ÜRETİM PROJEKSİYONU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Selda CEYLAN

Enstitü Anabilim Dalı : Enerji Sistemleri Mühendisliği

Bu tez 16/01/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Prof. Dr.
Nihat TUĞLUOĞLU
Jüri Başkanı**

**Doç. Dr.
Hilmi ZENK
Üye**

**Dr.öğr. üyesi
Akif KARAFİL
Üye**

**Prof. Dr.
Bahadır KOZ
Enstitü Müdürü**

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Selda CEYLAN

16/01/2024

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması süresince sağladığı rehberlik için Tez Danışmanım, Doç. Dr. Hilmi ZENK'e ve değerli bölüm başkanımız Prof. Dr. Nihat TUĞLUOĞLU'na tüm içtenliğimle teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma boyunca gösterdikleri sabır, anlayış ve motive edici tutumları için ve bu süreçte destekleri, teşvikleri ve güvenleri için aileme ve arkadaşlarıma, tezimde beni destekleyen, emeği geçen herkese teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER	II
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ	VI
TABLolar LİSTESİ.....	VIII
ÖZET.....	IX
SUMMARY	X
BÖLÜM 1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1.Yenilenebilir Enerji.....	3
2.2. Türkiye’de ve Dünyada Enerji	7
BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
3.1. Türkiye’nin 2030 Projeksiyonu	16
3.1.1. Türkiye’nin 2030’daki Nüfus Miktarı.....	16
3.1.2. Türkiye’nin Enerji Hedefleri.....	18
3.2. Türkiye’nin 2030’daki Enerji İhtiyacı	23
3.3. Elektrikli Araçlar.....	27
3.3.1. Elektrikli Araçların Çalışma Prensibi	29
3.3.1.1. Enerji depolama	30
3.3.2. Şarj istasyonları.....	31
3.4. Türkiye’de Elektrikli Araçlara Geçiş	34
3.4.1.Elektrikli Araçlar İçin Şarj Altyapısı	35
3.5. Elektrikli Araçlar ve Şarj İstasyonlarının Yenilenebilir Enerji Kaynaklı Olmasıyla İlgili Çalışmalar	38

BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	42
4.1. Enerji Üretim Modelinin Kurulması	42
4.2. Sistemin Homer Pro İle Modellenmesi	45
4.2.1 Homer (Hybrid Optimization of Multiple Electric Renewables) Programı.....	45
4.2.2. Sistem İhtiyacının Belirlenmesi	46
4.2.3. Sistem İçin Alan Seçimi.....	48
4.2.4. Sistemin Tasarımı	49
4.2.5. Sistemde Kullanılan Kaynaklar.....	52
4.2.6. Sistem Çıktısı	57
 BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ	 64
 KAYNAKLAR	 68
ÖZGEÇMİŞ	74

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A	: Amper
CO	: Karbonmonoksit
CO ₂	: Karbondioksit
Dev/dk	: Dakikadaki Devir Sayısı
GW	: Gigawatt
Hz	: Hertz
I _{MP}	: Maksimum Güç Akımı
I _{SC}	: Kısa Devre Akımı
Kg	: Kilogram
Kg/m ³	: Kilogram / Metreküp
Km	: Kilometre
kW	: Kilowatt
kWh	: Kilowattsaat
kWh/m ²	: Kilowattsaat/ Metrekare
mm	: Milimetre
MW	: Megawatt
m/s	: Metre / Saniye
m ²	: Metrekare
MWh	: Megawatt saat
Pu-239	: Plütonyum-239
Ster/yıl	: 1 m ³ boşluk içerisine istif edilmiş odun miktarı / yıl
TEP/yıl	: Ton Eşdeğer Petrol / yıl
TW	: Terawatt
TWh	: Terawatt saat
U-235	: Uranyum-235

V	: Volt
V_{MP}	: Maksimum Güç Voltajı
V_{OC}	: Açık devre gerilimi
W	: Watt
W/m^3	: Watt / Metreküp
AC	: Alternatif Akım
BEPA	: Türkiye Biokütle Enerji Potansiyeli Atlası
BMIÇDS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
DC	: Doğru Akım
ETKB	: Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
GEPA	: Türkiye Güneş Enerji Potansiyeli Atlası
LPG	: Likit Petrol Gazı
MTEP	: Milyon Ton Petrol Eşdeğeri
NASA	: Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
PV	: Fotovoltaik
REPA	: Türkiye Rüzgâr Enerji Potansiyeli Atlası
TOGG	: Türkiye'nin Otomobili Girişim Grubu
TUEP	: Türkiye Ulusal Enerji Planı
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Türkiye Hidroelektrik Santrallerinin Dağılımı	4
Şekil 2.2. Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli	4
Şekil 2.3. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli	6
Şekil 2.4. Jeotermal Kaynaklar Ve Uygulama Haritası	6
Şekil 2.5. Türkiye Kurulu Gücünün Yıllar İtibariyle Gelişimi	8
Şekil 2.6. Türkiye'nin Kişi Başına Kurulu Gücü 2015-2022 (W)	8
Şekil 2.7. 2022 Kurulu Gücünün Birincil Enerji Kaynaklarına Göre Dağılımı (%) .	10
Şekil 2.8. Tüketilen Enerjinin Sektörel Dağılımı.....	12
Şekil 2.9. 2015-2022 Yılları Arası Yerli Ve İthal Kaynaklı Elektrik Enerjisi Üretiminin Toplam Türkiye Üretimi İçindeki Payı	13
Şekil 2.10. Dünyada Yenilenebilir Enerji (TWh)	15
Şekil 3.11. Türkiye'nin Yıllara Göre Nüfus Değişimi Ve Nüfus Artış Hızı	16
Şekil 3.12.Dünyadaki Nükleer Enerji Varlığı	20
Şekil 3.13. 2000 – 2021Yılları Arası Sektörlere Göre Toplam Sera Gazı Emisyonları	22
Şekil 3.14. 2030 Yılı için Öngörülen Elektrik Üretiminde Kaynakların Payı (%) .	26
Şekil 3.15.Türkiye'de Kurulu Şarj İstasyonlarının Toplam Kurulu Gücü (2023) (kW)	37
Şekil 4.16. Türkiye Toplam Güneş Radyasyon Değerleri (kWh/m ² yıl)	43
Şekil 4.17. Türkiye Güneşlenme Süreleri (Saat)	43
Şekil 4.18. Türkiye Otomotiv Pazarındaki Markalar	46
Şekil 4.19. Proje İçin Seçilen Bölgenin Uydu Görüntüsü	48
Şekil 4.20.Proje İçin Seçilen Bölgenin Homer Programında Görünümü	49
Şekil 4.21.Sistemin Homer İle Modellenmesi	50
Şekil 4.22.Giresun İli GEPA Verileri	53
Şekil 4.23. Giresun İli Güneşlenme Süreleri	53

Şekil 4.24.Seçilen Bölgenin Homer Programındaki NASA Verileri - Güneş Radyasyonu Verileri.....	54
Şekil 4.25. Seçilen Bölgenin Homer Programındaki NASA Verileri - Rüzgâr Hızı Verileri	55
Şekil 4.26.Homer Programına Girilen Atık Miktarı	56
Şekil 4.27.Homer Hesaplama Raporu Çıktısı	57
Şekil 4.28.Sistemin Üretim- Tüketim Çıktısı.....	57
Şekil 4.29. Sistemin Güneş Paneli Çıktısı.....	58
Şekil 4.30.Sistemin Fotovoltaik (PV) Güç Çıkışı Değerlerini Yıllık Ve Saatlik Üretim Verileri	58
Şekil 4.31. Sistemin Rüzgâr Türbini Çıktısı	59
Şekil 4.32.Sistemin Rüzgâr Türbini Güç Çıkışı Değerlerini Yıllık Ve Saatlik Üretim Verileri	59
Şekil 4.33.Sistemin Biyogaz Jeneratörü Çıktısı.....	59
Şekil 4.34.Sistemin Biyogaz Jeneratörü Güç Çıkışı Değerlerini Yıllık Ve Saatlik Üretim Verileri	60
Şekil 4.35. Sistemin Batarya Değerleri Çıktısı	60
Şekil 4.36. Sistemin Konverter Değerleri Çıktısı	61
Şekil 4.37.Tasarlanan Sistemin Aylara Göre Elektrik Üretimi.....	62
Şekil 4.38.Sistemin Emisyon Değerleri Çıktısı.....	62

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Yıllara Göre Kişi Başı Net Tüketim(kWh).....	9
Tablo 2.2. 2022 Yılı Sonu İtibarıyla Kaynak Bazında Kurulu Güç ve Üretim Değerleri	11
Tablo 2.3. Türkiye ve Bazı Seçilmiş Ülkelerin 2021Yılı Yenilenebilir Enerji Kaynağına Göre Üretimi	14
Tablo 3.4. Türkiye'nin Nüfus Projeksiyonları, 2018-2080	17
Tablo 3.5. Elektrik Kurulu Gücü (GW)	24
Tablo 3.6. Elektrik Üretiminde Kaynaklar (TWh)	25
Tablo 3.7. Elektrikli Araçların Şarj Hızları Ve Süreleri	33
Tablo 3.8. DC Şarj Standartları	33
Tablo 3.9. AC Şarj Standartları	33
Tablo 3.10. Motorlu Kara Taşıtlarının Yakıt Türüne Göre Dağılımı	34
Tablo 3.11. 2025 ve 2030 Yılı Elektrikli Araç Sayısı Projeksiyonu	35
Tablo 3.12. 2022-2023 Kasım Ayı İtibarıyla Türkiye'de Bulunan Şarj Soketi Sayısı ve 2025-2030 Yılları Şarj Soketi Sayısı Projeksiyonu	37
Tablo 4.13. Türkiye'nin Ulusal Enerji Planı Kaynaklara Göre Üretimin 2022 Yılı Verileri ve 2030 Yılı Tahminleri	42
Tablo 4.14. BEPA, Türkiye Ekonomik Enerji Hesaplama Modülü Verileri	45
Tablo 4.15. BEPA, Ekonomik Enerji Hesaplama Modülü Verileri, Belediye Atıklarından Faydalanma	45
Tablo 4.16. Seçilen Elektrikli Araç Modelleri Ve Batarya Kapasiteleri	47
Tablo 4.17. Sistemin Günlük, Aylık Ve Yıllık Enerji İhtiyacı	48
Tablo 4.18. Sistemde Kullanılan Panelin Teknik Özelliği	50
Tablo 4.19. Sistemde Kullanılan Rüzgâr Türbinin Teknik Özelliği	51
Tablo 4.20. Sistemde Kullanılan Gaz Jeneratörünün Teknik Özellikleri	51
Tablo 4.21. Sistemde Kullanılan Akünün Teknik Özellikleri	52

GİRESUN İLİNDE ELEKTRİKLİ ARAÇLAR İÇİN HİBRİD BİR ENERJİ ÜRETİM SİSTEMİ MODELİ İLE 2030 YILI ENERJİ ÜRETİM PROJEKSİYONU

ÖZET

Yenilenebilir enerji kaynakları, çevre dostu özellikleri ve sürdürülebilirlikleri nedeniyle giderek artan bir ilgi görmektedir. Bu ilgi, hali hazırda yoğun olarak kullanılan fosil yakıtların, çevreye verdiği zararları ve tükenme ihtimallerinin farkındalığıyla birlikte artmaktadır. Ancak, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemli bir dezavantajı olan süreksizlik, bu alanın gelişimini sınırlayan faktör olarak görülmektedir. Bu çalışmada; güneş ve rüzgâr enerjisi ile biyogaz kaynaklarını bir araya getiren hibrit enerji sistemine odaklanan çalışma yapılmıştır. Güneş enerjisi üretiminin gece sağlanamaması, rüzgâr enerjisi üretiminin değişen hava koşullarına bağlı olarak dalgalanması ve biyogaz sistemlerinin hammaddeye bağlı olarak enerji üretimindeki değişkenlik, bu hibrit sistemin tasarımını etkileyen faktörlerdir.

Bu çalışmanın temel hedefi, yenilenebilir enerji üretimindeki süreksizliğini hibrit sistem ile minimuma indirmektir. Hibrit sistem, güneş, rüzgar ve biyogaz enerji kaynaklarını entegre ederek, bu kaynaklardan elde edilen enerjinin birbirini dengelemesini amaçlamaktadır. Bu sayede, olumsuz hava koşulları veya gece saatleri gibi durumlar söz konusu olduğunda dahi enerji üretimindeki dalgalanma azaltılarak sürekli ve kararlı bir enerji kaynağı elde edilmesi hedeflenmektedir.

Elektrikli araçların yaygınlaşmasıyla birlikte enerji talebinin daha da artması öngörülmektedir. Bu artan enerji ihtiyacının temiz ve sürdürülebilir kaynaklardan karşılanması amacıyla bir tasarım önerisinde bulunulacaktır. Bu bağlamda, güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve biyogaz gibi tamamen temiz enerji kaynaklarına odaklanılacaktır. Bu tercih, petrol ve türevi yakıtların atmosfere saldıgı zararlı emisyonlardan kaçınma amacıyla yapılmıştır. Bu tezde, Türkiye'nin elektrikli araç şarj istasyonları için enerji ihtiyacının gelecekte referans alınan bir için, Giresun ilinde belirlenen bir konum üzerinden zaman tahmini ve bu ihtiyacın temiz enerji ağırlıklı karşılanabilmesi için bir sistem önerilmiştir. Bu sistemin HOMER PRO ile tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: hibrit enerji sistemi, elektrikli araç, yenilenebilir enerji

2030 ENERGY PRODUCTION PROJECTION WITH A HYBRID ENERGY GENERATION SYSTEM MODEL FOR ELECTRIC VEHICLES IN GİRESUN PROVINCE

SUMMARY

Renewable energy sources are gaining increasing attention due to their environmentally friendly characteristics and sustainability. This interest is growing in conjunction with awareness of the environmental harm caused by fossil fuels and the possibility of their eventual depletion. However, the significant disadvantage of renewable energy sources, intermittency, is seen as a limiting factor in the development of this field. In this context, a study focused on a hybrid energy system that combines solar, wind, and biogas sources has been conducted. Factors such as the reduction of solar energy production at night, fluctuations in wind energy production due to changing weather conditions, and variability in biogas systems based on raw materials influence the design of this hybrid system.

The main objective of this study is to minimize the intermittency in renewable energy production through the hybrid system. The hybrid system aims to balance the energy generated from solar, wind, and biogas sources by integrating them. Thus, the goal is to reduce fluctuations in energy production, ensuring a continuous and stable energy source even in adverse conditions such as inclement weather or nighttime.

With the widespread adoption of electric vehicles, an increase in energy demand is anticipated. A design proposal will be presented to meet this growing energy demand from clean and sustainable sources. In this context, the focus will be entirely on clean energy sources such as solar energy, wind energy, and biogas. This preference is made to avoid harmful emissions into the atmosphere associated with oil and derivative fuels.

In this thesis, an estimate of the future energy demand for electric vehicle charging stations in Turkey has been provided for a specified reference period, and a system has been proposed to meet this demand with a focus on clean energy. The design of this system has been carried out using HOMER PRO.

Keywords: hybrid energy system, electric vehicle, renewable energy

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Günümüzde, çevre dostu enerji kaynaklarına yönelik artan ilgi, fosil yakıtların çevresel etkileri ve sınırlı rezervleriyle birlikte giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Yenilenebilir enerji, bu bağlamda sürdürülebilir ve temiz enerji ihtiyaçlarını karşılama potansiyeliyle dikkat çekmektedir. Ancak, güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının doğasındaki süreksizlik, enerji üretiminde istikrarı zorlaştırmaktadır. Bu zorluğun üstesinden gelmek amacıyla, bu çalışma güneş, rüzgâr ve biyogaz enerji kaynaklarını birleştiren hibrid bir enerji sistemi üzerinde odaklanmaktadır. Güneş enerjisinin gece, rüzgâr enerjisinin değişken hava koşullarına bağlı dalgalanmaları ve biyogazın hammaddeye bağlı değişken enerji üretimi gibi faktörlerle mücadele etmek, hibrid enerji sistemini tasarlama motivasyonunu oluşturmaktadır. Bu sistem, farklı enerji kaynaklarını entegre ederek, olumsuz hava koşulları veya belirli saatlerde dahi sürekli enerji üretimi sağlamayı amaçlamaktadır.

Bu çalışmanın öncelikli hedefi, 2030 yılında Avrupa'da tamamen elektrikli araçlara geçiş planlarının yapılmasıyla birlikte, ülkemizde de giderek yaygınlaşan elektrikli araçların şarj istasyonları için temiz enerji kullanımını teşvik etmek amacıyla öneri sunulmuştur. Elektrikli araçlarının şarj ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılan enerjinin temiz ve sürdürülebilir kaynaklardan gelmesi, çevresel etkilerin azaltılmasına ve enerji sektöründeki dönüşüme katkı sağlamaya yönelik bir çaba olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, elektrikli araçların yaygınlaşmasıyla birlikte artan enerji talebine karşı temiz enerji kaynaklarının kullanılması yönünden bir çözüm önerisi sunulacaktır. Bu bağlamda, güneş enerjisi, rüzgar enerjisi ve biyogaz gibi temiz enerji kaynaklarına odaklanılacak, atmosfere zararlı emisyon salınımını önlemek için petrol ve türevi yakıtlardan kaçınılacaktır. Türkiye'nin elektrikli araç

řarj istasyonları için referans olarak seçilen Giresun ilinin Karadeniz sahil yolu kenarına konumlandırılması dűřűnűlen bu sistem, gűnde 56 aracı, yılda ise 20.440 aracı řarj etmesi űzerine HOMER PRO programıyla tasarlanmıřtır. DC 50 kW hızlı řarjla řarj bekleme sűresi gűz űnűnde bulundurularak, her araca uygun deęerde ve soket yapısına sahip řarj istasyonu tasarlanmıřtır.



BÖLÜM 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1.Yenilenebilir Enerji

Yenilenebilir enerji, doğadan elde edilen ve sınırsız miktarda yeniden üretilebilen enerji kaynaklarına dayanan enerji türünü kapsar [1]. Bu enerji kaynakları, rüzgâr, güneş, hidroelektrik, jeotermal ve biokütle gibi doğal süreçlerle üretilen enerjiyi içerir. Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtlar gibi sınırlı ve çevreye zarar veren kaynaklara göre daha çevre dostu ve sürdürülebilir bir enerji üretme yöntemini temsil eder [1, 2].

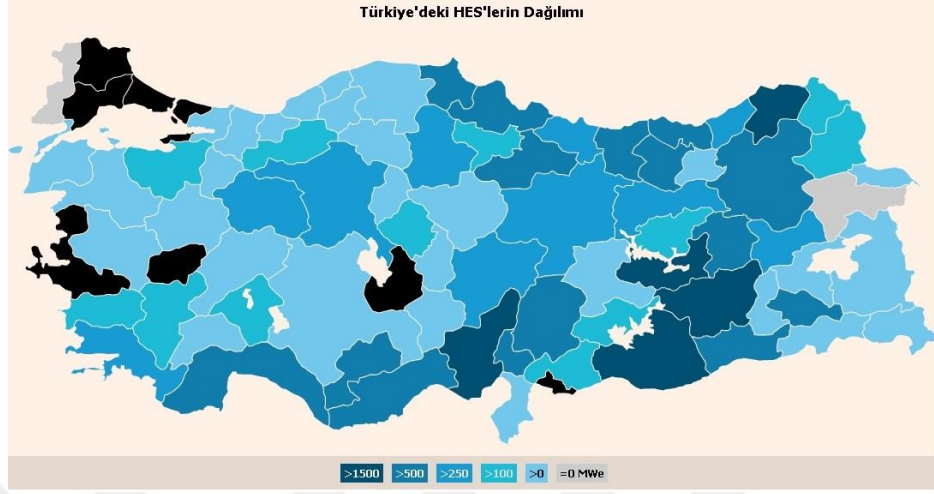
Yenilenebilir enerji kaynakları, enerji üretiminde sürdürülebilirlik, çevre koruma, sera gazı emisyonlarını azaltmaya yardımcı olma ve iklim değişikliğini azaltma gibi önemli hedeflere katkı sağlar. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, doğal kaynakların tükenmesini önler ve enerji arzını çeşitlendirir. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı enerjide dışa bağımlılığı azaltır. Bu nedenle birçok ülke, yenilenebilir enerji kaynaklarını teşvik etmek ve kullanımını artırmak amacıyla çeşitli politika ve teşvikler uygulamaktadır [2, 3].

Türkiye'nin ihtiyacını karşılamak için aşağıdaki ana enerji kaynakları kullanılır:

Fosil Yakıtlar: Türkiye'nin enerji tüketiminin büyük bir kısmı fosil yakıtlardan karşılanır. Özellikle kömür, doğalgaz ve petrol gibi fosil yakıtlar elektrik üretimi, ısıtma ve taşımacılık için yaygın olarak kullanılmaktadır. Petrol, doğalgaz gibi fosil yakıtlar ülkemize yurtdışından ithal edilmektedir [4].

Hidroelektrik Enerji: Suyun kinetik enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek için su akışından faydalanır. Üç tarafı denizlerle kaplı olan Türkiye'nin su kaynakları zengin olup Şekil 2.1'de görüldüğü üzere, hidroelektrik enerji üretimi için büyük

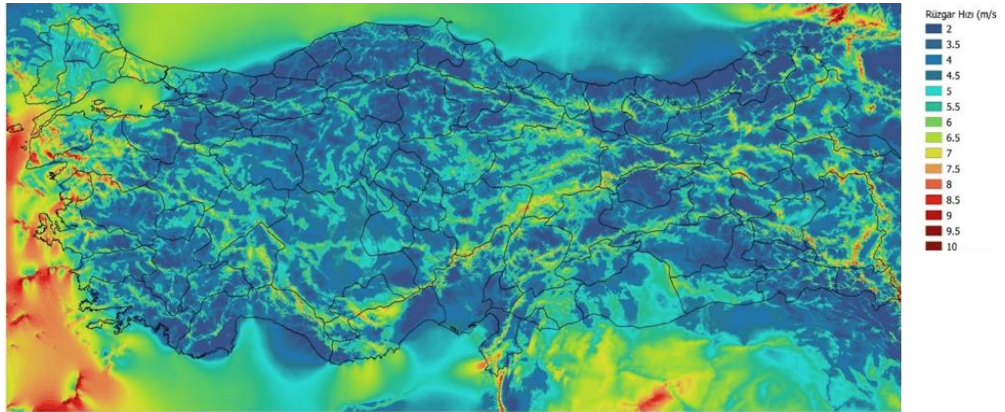
potansiyeye sahiptir. Hidroelektrik santraller, ülkemizde elektrik üretimi açısından önemli bir rol oynamaktadır [5].



Şekil 2.1. Türkiye Hidroelektrik Santrallerinin Dağılımı [6]

Rüzgâr Enerjisi: Rüzgâr türbinleri ile rüzgârın kinetik enerjisini elektrik enerjisine çevirme yöntemidir [7]. Türkiye'de rüzgâr enerjisi potansiyeli Şekil 2.2 'de verilmiş olup potansiyelinin yüksek olduğu görülmektedir.

Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlası (REPA-V1), rüzgâr enerjisi projeleri için kullanılabilir bölgeleri ve rüzgâr hızı verilerini içeren önemli bir kaynaktır [8].



Şekil 2.2. Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli [8]

Türkiye'nin sahil şeridi, ülkenin üç tarafının denizlerle çevrili olması sayesinde deniz rüzgârı enerjisi çiftliklerinin kurulmasına uygun bir ortam sunmaktadır. Sahil bölgelerinde deniz rüzgârı, rüzgâr enerjisi potansiyelini artırarak sürdürülebilir enerji

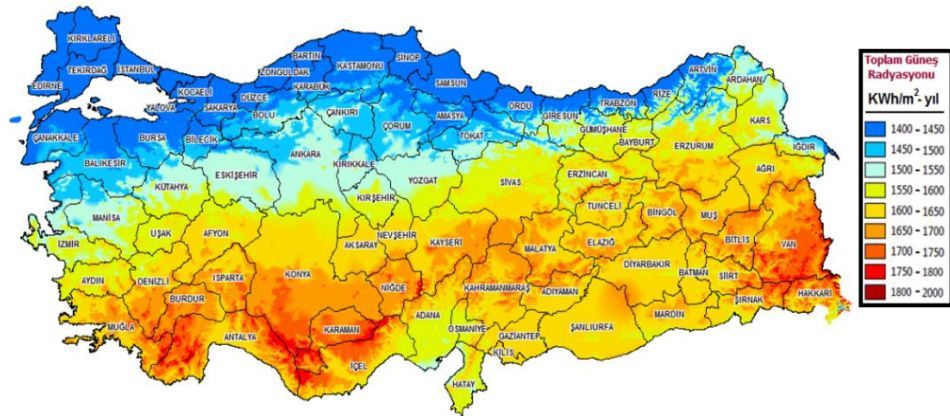
üretimine katkıda bulunabilir. Özellikle Ege ve Marmara bölgeleri, Türkiye'nin kara alanları için planlanan rüzgâr enerjisi çiftlikleri için stratejik öneme sahiptir. Bu bölgeler, yüksek rüzgâr hızlarına ve sürekli rüzgâr akışına sahiptir, bu da rüzgâr enerjisi üretimi için elverişli koşullar sağlar.

Deniz ve kara üzerinde kurulan rüzgâr çiftlikleri, Türkiye'nin enerji bağımsızlığına katkıda bulunmak, sürdürülebilir enerji kaynaklarını kullanmak ve çevre dostu enerji üretimi sağlamak adına önemli bir role sahiptir. Bu bölgelerdeki yatırımlar, rüzgâr enerjisi potansiyelinin en etkili şekilde değerlendirilmesini hedefler.

Güneş Enerjisi: Güneş panelleri kullanılarak güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştürme yöntemidir [8]. Türkiye, güneş enerjisi potansiyeline sahiptir ve güneş enerjisi tesisleri elektrik üreticisi olarak kullanılmaktadır [9]. Şekil 2.3'te Türkiye güneş enerjisi potansiyeli haritası verilmiştir.

Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA), Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelini belirlemek ve güneş enerjisi projeleri için uygun bölgeleri belirlemek için kullanılan önemli bir kaynaktır. Bu atlas, güneşlenme süresi ve güneş ışıınımı gibi verileri içerir [10].

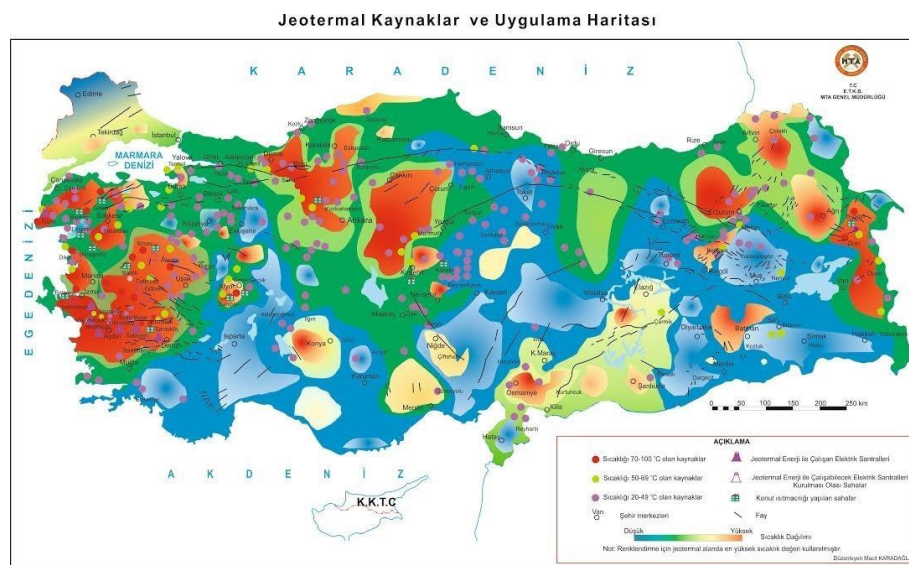
Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca yönetilen Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasına (GEPA) göre, Türkiye genelinde ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2741 saat olarak belirlenmiştir. Ayrıca, bu atlasın sistemlerine göre ülke genelindeki ortalama yıllık toplam ışıınım değeri 1527,46 kWh/m² olarak hesaplanmıştır [10].



Türkiye'nin güney kısımlarını yıl boyunca uzun güneşlenme süresine sahiptir. Özellikle Güneydoğu Anadolu bölgesine dik gelen ışınlar enerji üretimine olanak sağlamaktadır.

Jeotermal Enerji: Yer altındaki sıcak su ve buharın enerji üretimi için kullanılmasıdır. Türkiye, jeotermal enerji kaynaklarına sahiptir ve bu kaynaklar ısı enerjisi ve elektrik üretimi için kullanılmaktadır [11]. Şekil 2.4'te Türkiye'nin jeotermal kaynaklar potansiyeli ve uygulama haritası verilmiştir.

Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyeli oldukça yüksektir. Ülkemiz Avrupa'nın lideridir ve kurulu güç bakımından ise dünyada 4. sıradadır [11].



Şekil 2.4. Jeotermal Kaynaklar Ve Uygulama Haritası [11]

Biokütle Enerjisi: Organik malzemelerin (özellikle hayvansal atıklar, bitki artıkları, odun, biokütle atıkları) oksijensiz koşullarda fermentasyonu sonucu oluşan bir gaz karışımıdır. Biyolojik süreçler sonucu ortaya çıkan metan ve karbondioksit ile ısı değeri yüksek olan yenilenebilir bir enerji kaynağıdır [12].

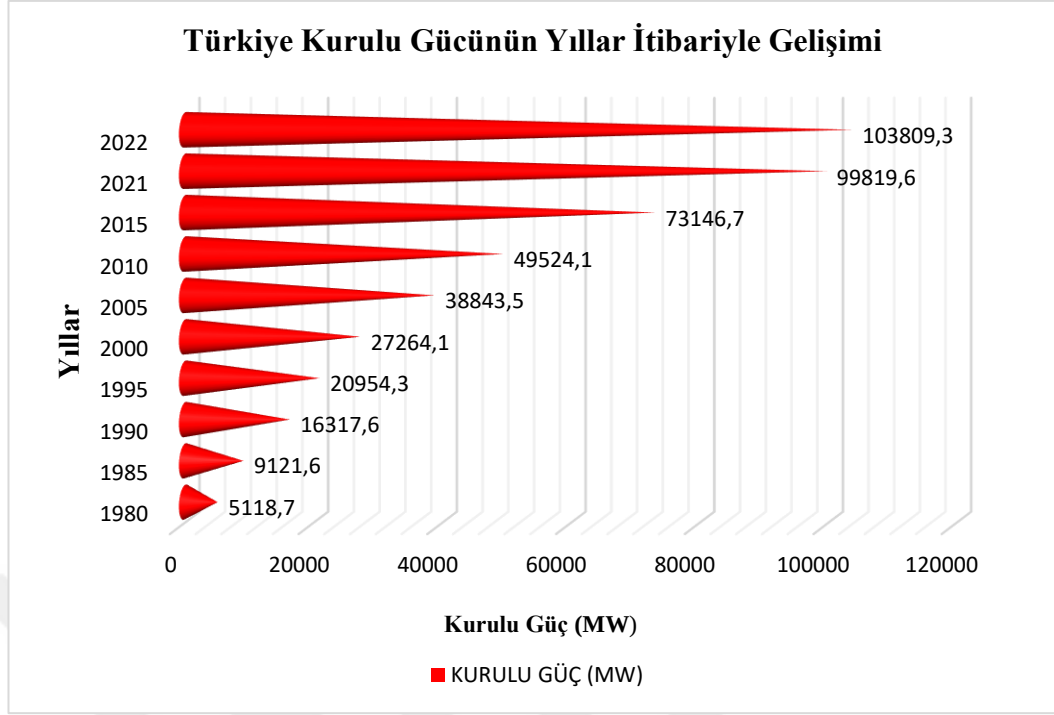
Biokütle Enerjisi Potansiyel Atlası (BEPA) verilerine göre Türkiye'deki atıklardan toplanabilecek enerji miktarının yaklaşık 3.9 milyon ton petrol eşdeğeri (MTEP) olduğu belirtilmiştir. Bu, Türkiye'nin biokütle enerjisi potansiyelinin önemli bir kaynak olduğunu gösterir [13]. Belediye atıkları, biyogaz üretimi için önemli bir potansiyele sahiptir. Belediye atıkları, enerji dönüşümü sürecinde biyogaz üretimi için kullanılacak organik materyaller içerir [13].

2.2. Türkiye’de ve Dünyada Enerji

Enerji, modern toplumların işleyişi ve ekonomik gelişimi için hayati bir öneme sahiptir [14]. Enerji, elektrik üretiminden ulaşım sistemlerine, sanayi üretiminden evlerimizde kullandığımız elektronik cihazlara kadar pek çok alanda kullanılır. Enerji kaynakları, Türkiye’de ve dünyada çeşitli şekillerde kullanılır [14].

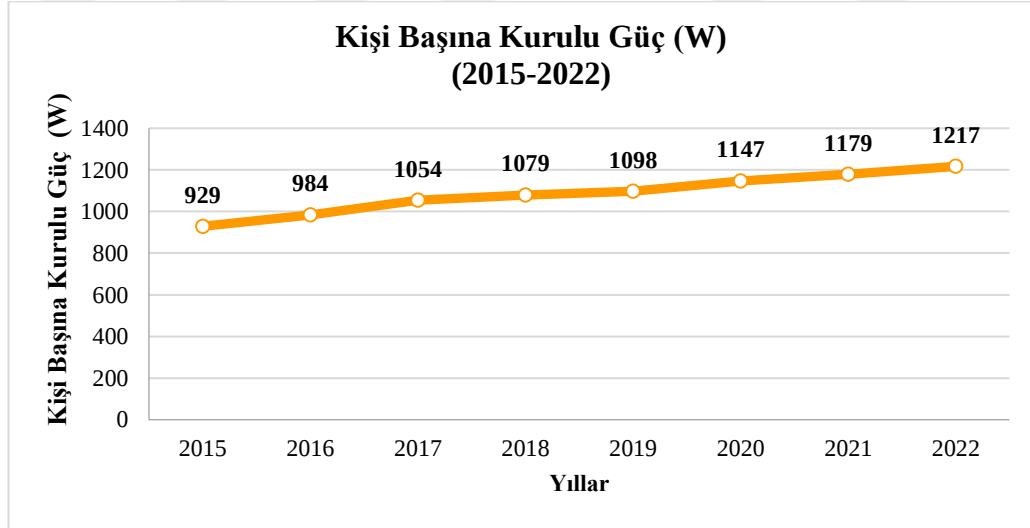
Türkiye'nin enerji kaynaklarına ait kurulu güç dağılımı, enerji arzının çeşitliliği ve sürdürülebilirliği açısından önemli bir göstergedir. Yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, enerji bağımlılığını azaltabilir ve çevre dostu enerji üretimini teşvik edebilir [15].

Türkiye'nin kurulu gücünün yıllar itibariyle gelişimi Şekil 2.5’te verilmiştir. Bu bilgilere göre, Türkiye'nin elektrik kurulu gücünün zaman içinde büyüdüğü ve 2022 yılında 103.809,3 MW'a ulaştığı görülmektedir. Aynı zamanda elektrik tüketimi de yıllar içinde artış göstermektedir. Bu durum, Türkiye'nin enerji talebinin arttığını ve elektrik üretimine yönelik kapasitenin artırıldığını gösteriyor [16].



Şekil 2.5. Türkiye Kurulu Gücünün Yıllar İtibariyle Gelişimi [17]

Türkiye’de son 8 yılda (2015-2022) kişi başına kurulu güç Şekil 2.6’da verilmiştir.



Şekil 2.6. Türkiye’nin Kişi Başına Kurulu Gücü 2015-2022 (W) [18]

Tablo 2.1’e göre Türkiye’de 2022 yılında kişi başı enerji tüketimi 3360 kWh olarak hesaplanmıştır. Bu gidişat, enerji talebinin zamanla arttığını ve kişi başına düşen enerji ihtiyacının arttığını göstermektedir.

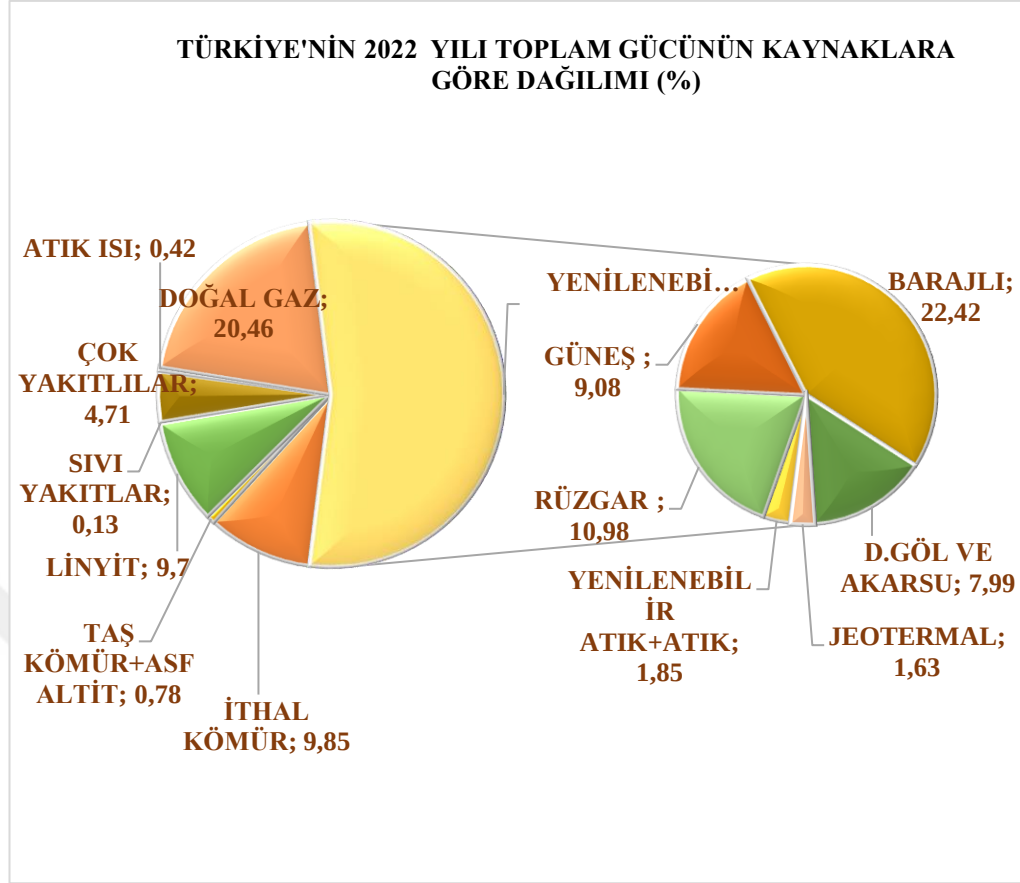
Enerji tüketimindeki artış, birkaç faktöre bağlı olabilir. Nüfus artışı, ekonomik büyüme, endüstriyel gelişmeler, teknolojik ilerlemeler ve yaşam standartlarının yükselmesi gibi etkenler enerji talebini artırabilir. Bu durum, enerji politikalarının ve enerji verimliliği önlemlerinin önemini vurgular. Enerji verimliliği tedbirleri alınarak, aynı veya daha fazla hizmetin daha az enerjiyle sağlanması hedeflenir, böylece enerji tüketimi kontrol altında tutulabilir ve çevresel etkiler azaltılabilir [15].

Tablo 2.1. Yıllara Göre Kişi Başı Net Tüketim(kWh) [18]

Yıllar	Net Tüketim (kWh)
2015	2759,83604
2016	2896,781266
2017	3081,543985
2018	3149,024091
2019	3093,898614
2020	3141,830264
2021	3385,575562
2022	3360,434105

Şekil 2.7’de verilen bilgiye göre yenilenebilir enerji kaynaklarının, toplam kurulu gücün %53,95’lik bir paya sahip olması olumlu bir gelişme olarak değerlendirilebilir. Bu, rüzgâr, güneş, hidroelektrik ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının önemli enerji üretim kaynakları olduğunu gösterir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, çevreye zarar vermeden enerji üretimi sağlar ve fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltabilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından da en fazla kullanım oranına hidroelektrik (barajlı) enerji olduğu görülmektedir [19].

Hidroelektrik enerji, su kaynaklarından elektrik üretimini içerir ve temiz enerji sağlar. Ancak hidroelektrik potansiyel etkileri ve ekolojik dengeye olan etkiler göz önünde bulundurulmalıdır [5].



Şekil 2.7. 2022 Kurulu Gücünün Birincil Enerji Kaynaklarına Göre Dağılımı (%) [19]

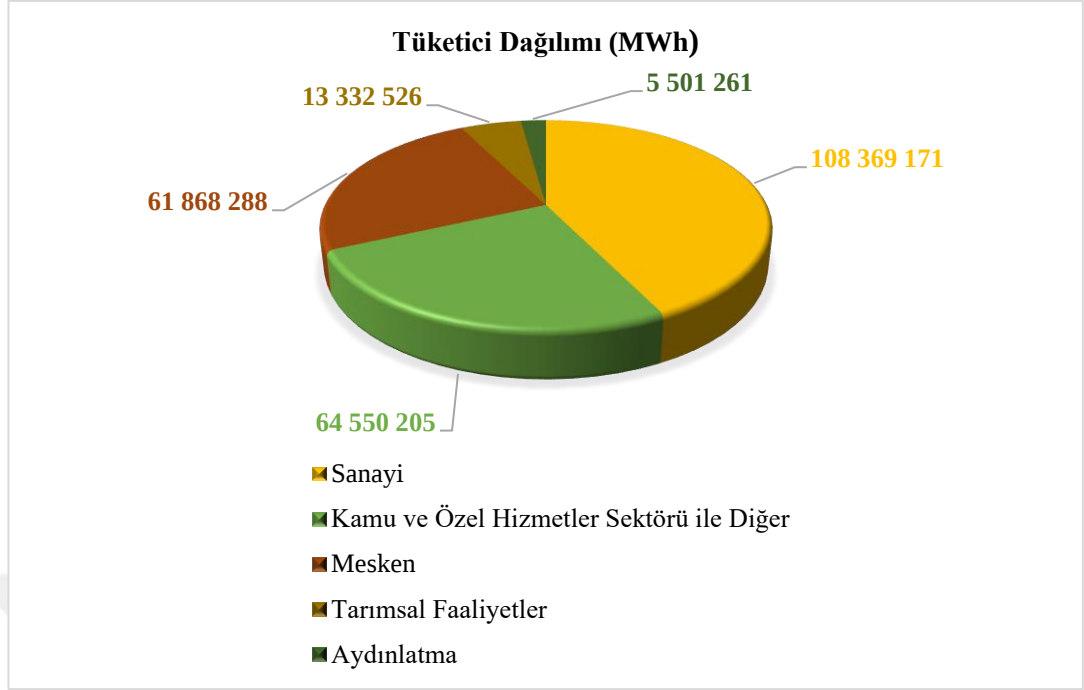
Tablo 2.2’de verilen bilgilere göre, Türkiye'nin 2022 yılı sonunda toplam kurulu gücü 103809,26 MW olarak hesaplanmıştır. Bu, Türkiye'nin enerji üretim kapasitesini temsil eder. Kurulu güç, enerji üretiminde kullanılabilen maksimum güç miktarını ifade eder [20].

Bu yüksek kurulu güç, Türkiye'nin enerji ihtiyacını karşılamak ve enerji talebini karşılayabilmek için geniş bir enerji üretim kapasitesine sahip olduğunu gösterir. Farklı enerji kaynaklarından kömür, doğal gaz, rüzgâr, güneş, hidroelektrik vb. elektrik üretimi yapabilen santrallerin toplam kapasitesini temsil eder [20]. Bu kaynaklara ait toplam kurulu güç (MW) ve toplam üretim (MWh) oranlarıyla (%) beraber verilmiştir.

Tablo 2.2. 2022 Yılı Sonu İtibarıyla Kaynak Bazında Kurulu Güç ve Üretim Değerleri [20]

Kaynak Türü	Toplam Kurulu Güç (MW)	Oran (%)	Toplam Üretim (MWh)	Oran (%)
Hidrolik	31 571,48	30,4	67 194 934,69	20,7
Rüzgâr	11 396,17	11	35 140 858,14	10,8
Güneş	9 425,44	9,08	15 435 661,31	4,76
Jeotermal	1 691,34	1,63	10 918 764,88	3,36
Biokütle	1 921,31	1,85	9 080 038,21	2,8
Yenilenebilir	56 005,73	54	137 770 257,22	42,5
Doğal Gaz	25 732,79	24,8	70 827 228,33	21,8
Linyit	10 191,52	9,82	44 745 695,96	13,8
İthal Kömür	10 373,80	9,99	63 259 657,34	19,5
Taş Kömürü	840,77	0,81	3 242 363,27	1
Asfaltit	405	0,39	1 568 085,50	0,48
Fuel Oil	251,93	0,24	718 653,16	0,22
Nafta	4,74	0	0	0
Lng	1,95	0	0	0
Motorin	1,04	0	2 385 741,41	0,74
Termik	47 803,53	46,1	186 747 424,97	57,6
TOPLAM	103809,26	100	324 517 682,20	100

Şekil 2.8’de Türkiye’de tüketilen enerjinin sektörel dağılımında, sanayi sektörünün en büyük paya sahip olduğu görülmektedir. Sanayi sektörünün enerji tedarikindeki istikrar, ülkenin ekonomik büyüme ve sürdürülebilirliği için önemlidir [16]. Ayrıca, bu veri, Türkiye’nin enerji politikalarını şekillendirirken sanayi sektörüne yönelik özel önlemler ve teşviklerin gerekliliğini göstermektedir. Sanayi sektöründe enerji verimliliği projelerinin teşvik edilmesi, enerji tüketiminin azaltılması ve çevre dostu bir üretim sürecinin desteklenmesine katkı sağlayabilir [21].



Şekil 2.8. Tüketilen Enerjinin Sektörel Dağılımı[21]

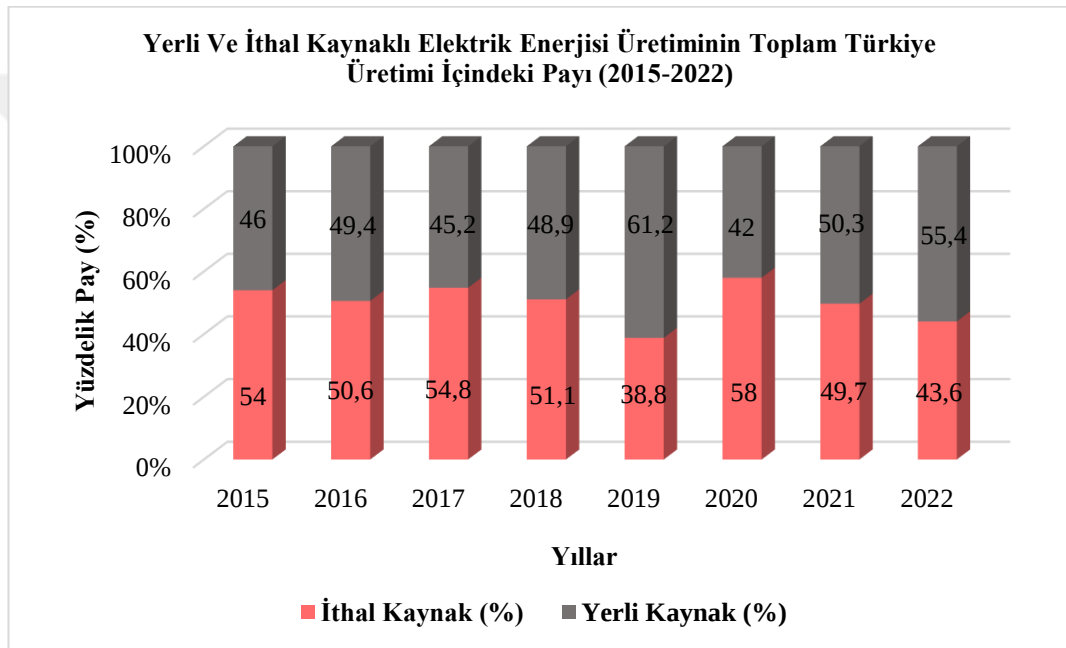
Enerji bağımlılığı, bir ülkenin enerji kaynaklarının ne kadarının yerli, ne kadarının ithal edilen kaynaklardan geldiği konusunda önemli bir göstergedir. Türkiye'nin enerji bağımlılığına dikkat çekmek, enerji arzının çeşitlendirilmesi ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına daha fazla yatırım yapılması gerektiğini vurgulamak önemlidir [22].

Şekil 2.9'dan anlaşıldığı gibi, Türkiye'nin enerji kaynaklarına bağımlılığı büyük ölçüde ithal kaynaklara dayanmaktadır. Bu ithal enerji kaynakları genellikle fosil yakıtları içermektedir ve bu durum, enerji arzının istikrarını ve güvenliğini etkileyebilir. Aynı zamanda fosil yakıtların kullanımı, çevre kirliliği, iklim değişikliği ve doğal kaynakların tükenmesi gibi sorunlara yol açar [23].

Yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, enerji bağımlılığını azaltmanın ve çevresel sürdürülebilirliği artırmanın bir yolu olabilir. Rüzgâr, güneş, hidroelektrik ve biyoenerji gibi yenilenebilir enerji kaynakları, çevreye zarar vermeden enerji üretebilirler. Türkiye gibi birçok ülke, bu tür enerji kaynaklarına yatırım yaparak enerji portföyünü çeşitlendirmeye çalışmaktadır [15].

Ayrıca, enerji verimliliği tedbirleri de önemlidir. Enerji tüketiminin azaltılması, enerji ithalatını ve karbon emisyonlarını azaltabilir. Hükümetler, özel sektör ve toplum, enerji verimliliği projelerini desteklemeli ve teşvik etmelidir [16].

Sonuç olarak, Türkiye'nin enerji bağımlılığını azaltmak ve enerji üretimini çevreye zarar vermeden sürdürülebilir hale getirmek için yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapılması gerekmektedir. Bu, enerji güvenliğini artırmanın yanı sıra çevresel ve iklim değişikliği sorunlarına daha sürdürülebilir bir çözüm sunabilir.



Şekil 2.9. 2015-2022 Yılları Arası Yerli Ve İthal Kaynaklı Elektrik Enerjisi Üretiminin Toplam Türkiye Üretimi İçindeki Payı [23]

Türkiye ve bazı seçilmiş ülkelerin yenilenebilir enerji kaynağına göre üretimi Tablo 2.3'te verilmiştir [24]. Tabloda, dünyada güneş enerjisinden en fazla yararlanan ülkenin Çin olduğu görülmektedir. Çin aynı zamanda rüzgâr enerjisinde de dünyaya öncülük etmektedir. Güneş enerjisinde Çin'i takip eden ABD, Japonya ülkeleridir. Tablodan da anlaşılacağı üzere rüzgâr enerjisindeki sıralama Çin, ABD, Almanya şeklindedir [24].

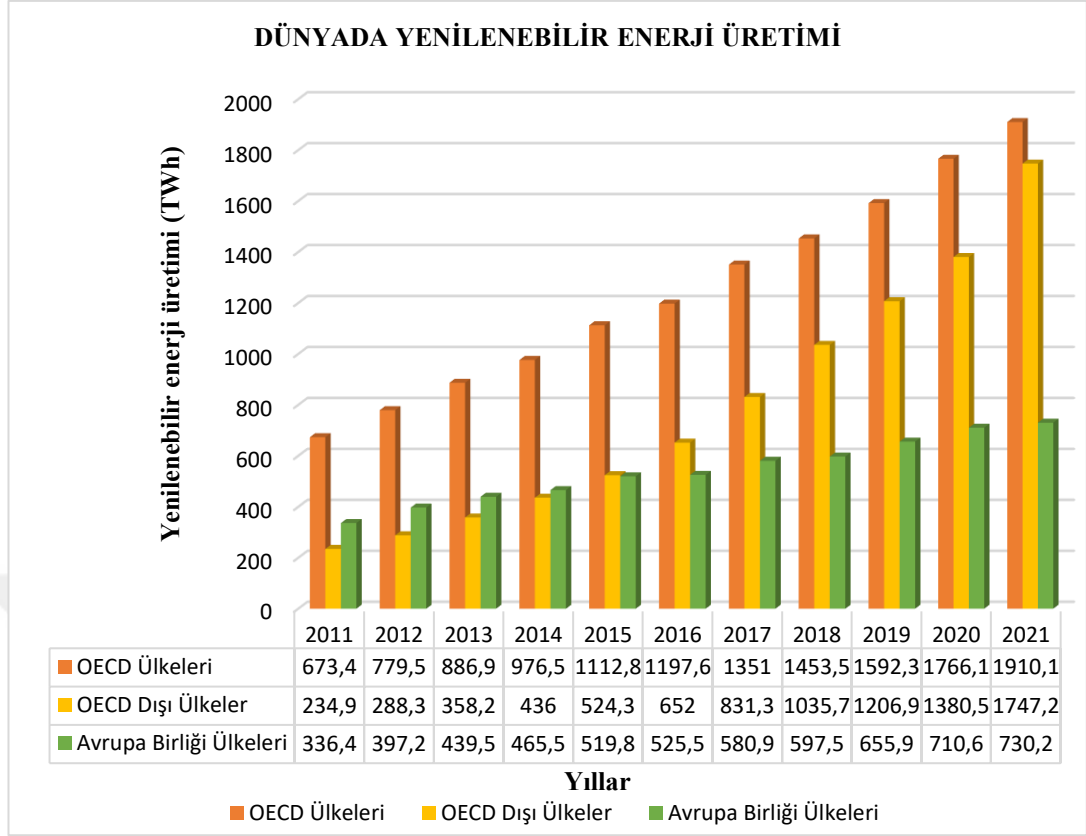
Tablo 2.3'e göre Türkiye'de ki yenilenebilir enerjinin durumu ise; rüzgâr, güneş ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarında 2020-2021 yılları arasında artış olduğu

görülmektedir. Türkiye'deki yenilenebilir enerji üretimindeki artış, ülkenin yenilenebilir enerjiye yatırım yapma ve bu kaynakları kullanma çabalarının bir sonucudur [24].

Tablo 2.3. Türkiye ve Bazı Seçilmiş Ülkelerin 2021 Yılı Yenilenebilir Enerji Kaynağına Göre Üretimi [24]

TWh				
Ülkeler	Rüzgâr	Güneş	Diğer Y.E. Kaynakları	2021 Toplam
Türkiye	31,1	12,8	18,7	62,7
Çin	655,6	327	169,9	1153
Japonya	8,2	86,3	35,8	130,3
İngiltere	64,5	12,4	40	116,9
ABD	383,6	165,4	75,5	624,5
Brezilya	72,3	16,8	55	144
Avustralya	26,8	31,2	3,3	61,3
İtalya	20,6	25,1	25,8	71,4
İspanya	62,4	26,8	6,6	95,8
Almanya	117,7	49	50,9	217,6
Fransa	37	14,6	11,2	62,8

Şekil 2.10'da 2011-2021 yılları arasında OECD, OECD dışı ve Avrupa birliği ülkelerinin bulunduğu yenilenebilir enerji üretimi bilgileri verilmiştir. En fazla yenilenebilir enerji üretimi OECD ülkelerinde gerçekleşmiştir [24]. Bu veriler, 2011-2021 yılları arasında OECD ülkeleri, OECD dışı ülkeleri ve Avrupa Birliği ülkeleri arasında ayrıntılı üretimin ortaya çıktığını göstermektedir.



Şekil 2.10. Dünyada Yenilenebilir Enerji (TWh) [24]

OECD ülkeleri, ekonomik gelişmişlik düzeyleri ve enerji politikalarının odakları nedeniyle enerji yatırımları yapmışlardır. Bu ülkelerde rüzgâr, güneş, hidroelektrik, biokütle ve diğer alternatif enerji kaynakları aktif bir şekilde kullanarak sürdürülebilir enerji üretimine odaklanmışlardır.

OECD dışı ülkeler genellikle enerji tüketimini karşılama ve ekonomik büyümeyi desteklemek amacıyla daha fazla fosil yakıt kullanımına yönelmiş olabilirler. Ancak bu yılda son yıllarda enerji yatırımları artıyor.

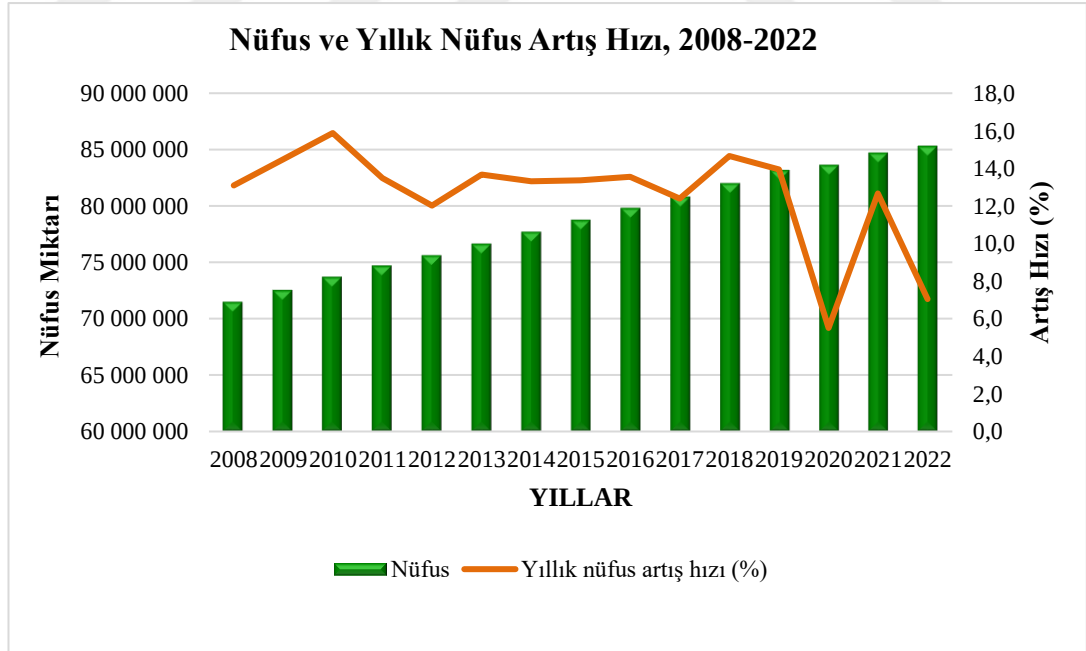
Avrupa Birliği ülkeleri genellikle sürdürülebilir enerji politikalarını destekleyici ve bu alandaki yatırımları teşvik eden politikaları benimsemişlerdir. Bu nedenle Avrupa Birliği ülkelerinde de enerji üretimi önemli bir rol oynamaktadır.

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Türkiye'nin 2030 Projeksiyonu

3.1.1. Türkiye'nin 2030'daki Nüfus Miktarı

Türkiye'nin nüfusu sürekli olarak değişim ve zaman içinde artış göstermektedir. Şekil 3.11'de verilen Türkiye'nin 2008-2022 yıllarına ait nüfus değişimi ve nüfus artış hızı incelendiğinde nüfus miktarında sürekli artış gözlenirken nüfus artış hızında dalgalanmalar ve hatta düşüşler görülmektedir [25].



Şekil 3.11. Türkiye'nin Yıllara Göre Nüfus Değişimi Ve Nüfus Artış Hızı [25]

Tablo 3.4’de Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) hazırlamış olduğu 62 yıllık nüfus projeksiyonunun 2030 yılına kadar olan kısmı verilmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre yapılan son nüfus projeksiyon çalışması olan 2018-2080 verilerinden yola çıkarak, 2030 yılında nüfus miktarının 93,3 milyon olması beklenmektedir. Öngörülen bu nüfus miktarının enerji ihtiyacının yerli ve yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılanması büyük önem taşımaktadır. Enerjide dışa bağımlılığı azaltıp çevre dostu enerji kaynaklarını verimli kullanmak oldukça önemlidir [26].

Tablo 3.4. Türkiye'nin Nüfus Projeksiyonları, 2018-2080 [26]

Yıl	Nüfus
2018	81 867 223
2019	82 886 421
2020	83 900 373
2021	84 908 658
2022	85 911 035
2023	86 907 367
2024	87 885 571
2025	88 844 934
2026	89 784 584
2027	90 703 600
2028	91 601 117
2029	92 476 323
2030	93 328 574

Bu verileri incelediğimizde, Türkiye’de her yıl yaklaşık 1 milyon artış beklenmektedir. 2022 yılında yapılan projeksiyon çalışmalarına göre tahmin edilen nüfus 85 911 035 olmasına rağmen, gerçekleşen nüfus sayımının bu tahminin yaklaşık yarım milyon kişi az olduğu görülmektedir. Türkiye’nin 2022 yılı sonu itibariyle güncel nüfusu 85 279 553 kişidir. Bu durum, nüfus projeksiyonlarının bazen beklenen artışın altında veya üstünde gerçekleşebileceğini göstermektedir. Nüfus tahminlerindeki bu sapmalar, planlama ve politika oluşturmada dikkate alınması gereken önemli faktörlerdir [26].

3.1.2. Türkiye'nin Enerji Hedefleri

Türkiye'nin enerji ihtiyacı, ülkenin ekonomik büyümesi, sanayileşme, nüfus artışı ve enerji talebinin artması gibi faktörlerle sürekli devam eden bir durum söz konusudur. Enerji ürünleri, üretim, elektrik, taşımacılık, sanayi ve diğer sektörlerde kullanılan enerji türlerine bağlı olarak farklılık gösterir [15, 16].

Türkiye'nin enerji ihtiyacının her geçen yıl artması hükümet tarafından, enerji ekonomisi, çevre koruma ve sürdürülebilirlik gibi faktörlere dikkat ederek enerji politikalarını belirlemektedir. Bu politikalar, destekleyici enerji faaliyetlerini teşvik etme, enerji miktarının artırılması ve enerji kaynaklarının çeşitlendirme gibi bölümler olarak gösterilebilir[14, 15] .

Türkiye'nin enerji hedefi, enerji tüketimini çeşitlendirmeyi, enerji alanını artırmayı, enerji arz miktarını sağlamayı ve büyümeyi sürdürmesini destekler içeriktedir. Bu hedefler, ekonomik büyümenin devam etmesi, enerjinin elde edilmesini en aza indirmek ve çevre dostu enerji kaynaklarına yönelmek amacıyla belirlenmektedir [29]. Türkiye'nin enerji hedeflerinin seçenekleri:

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Arttırılması: Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla yatırım yapma ve elektrik üretiminde bu kaynakları artırmayı hedeflemektedir [16].

Enerji Verimliliği Artırma: Enerji verimliliğini arttırmak, enerji kaynaklarının daha etkili bir şekilde kullanılmasını sağlar, enerji maliyetlerini azaltır, çevresel etkileri azaltır ve enerji sürdürülebilirliğini teşvik eder [14].

Enerji Arz Güvenliği: Enerjiye erişim ve enerjinin sürekli olarak sağlanması açısından önemlidir. Enerji arz güvenliğine dikkat edilmezse, enerji kesintileri, fiyat dalgalanmaları ve dışa bağımlılık gibi sorunlarla karşılaşabilir. Bu nedenle, enerji arz güvenliğini artırmak için uzun vadeli stratejiler geliştirilmesi ve uygulanması önemlidir. Türkiye, enerji arzını sağlamak amacıyla enerji kaynaklarını çeşitlendirmeyi ve enerji ithalatını azaltmayı hedeflemektedir [30].

Altyapı Geliştirme: Türkiye, enerji altyapısını güçlendirmeyi, enerji dağıtımını ve dağıtım sistemlerini modernize etmeyi hedeflemektedir [16].

Nükleer Enerji: Türkiye, Akkuyu Nükleer Güç Santrali gibi nükleer enerji projeleriyle nükleer enerjiyi de portföyüne eklemeyi amaçlamaktadır [31].

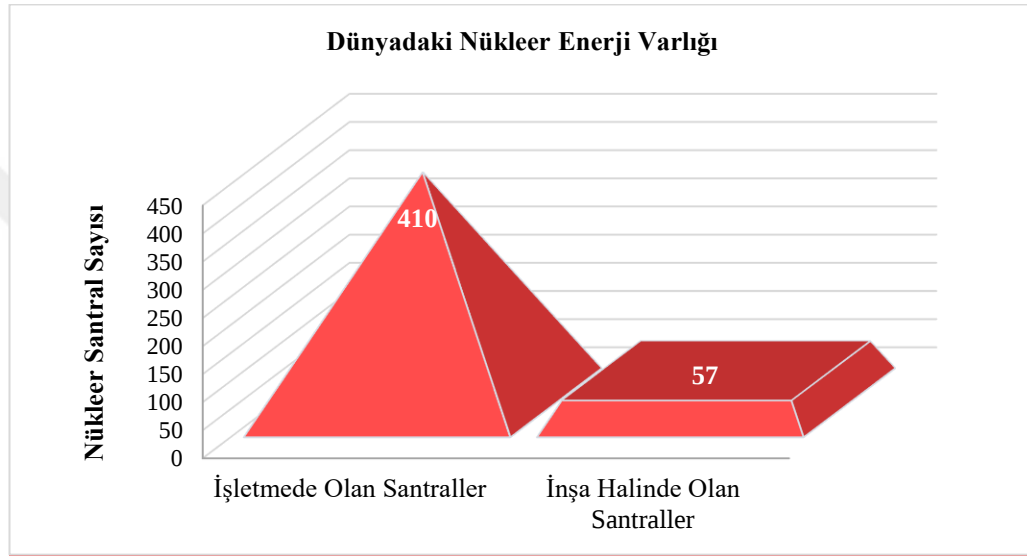
Karbonsuzlaştırma ve Sürdürülebilirlik: Türkiye, enerji sektöründen kaynaklanan karbon salınımının azaltılmasını planlamaktadır. Bu, iklim değişikliği ile mücadele ve temiz enerjiyi teşvik amacıyla yapılır [32].

3.1.2.1. Türkiye’de ve Dünyada Nükleer Enerji

Nükleer enerji, atom çekirdeklerinin çeşitli nükleer reaksiyonlar sonucunda açığa çıkan enerjinin kullanılmasıdır [33]. Ağır atom çekirdeklerinin daha hafif çekirdeklere bölünmesi nükleer fisyon işlemidir. Genellikle uranyum-235 (U-235) veya plütonyum-239 (Pu-239) gibi radyoaktif malzemeler kullanılır. Nükleer fisyon sırasında atom çekirdekleri parçalandığında büyük miktarda enerji açığa çıkar. Bu enerji, ısı veya buhar üretmek için kullanılabilir ve elektrik üretimi için değişik elektrik jeneratörlerine iletilir. Nükleer reaktörler, nükleer fisyonu kontrol altında tutarak bu enerjinin kullanılmasını sağlar [34]. Avantajları arasında yüksek enerji verimi ve düşük karbondioksit emisyonları bulunur. Ancak, nükleer enerji kullanımı çevresel ve güvenlik endişeleri de beraberinde getirir. Radyoaktif atıkların depolanması ve güvenliği, nükleer güvenlik, nükleer silah yayılma riski gibi konular dikkate alınmalıdır [33].

Türkiye'nin biri inşaat aşamasında diğeri proje aşamasında olmak üzere iki adet nükleer enerji santrali projesi bulunmaktadır. Ayrıca üçüncü bir santral için ülkenin çeşitli bölgelerinde fizibilite çalışmaları devam etmektedir. Türkiye’de hayata geçecek ilk nükleer santral Mersin'in Gülnar ilçesinde kurulacak 4800 MW kapasiteli Akkuyu Nükleer Enerji Santralidir. İkinci olarak Sinop'ta kurulacak 4400 MW kapasiteli Sinop Nükleer Santrali'nin kurulması hedeflenmektedir [35].

Nükleer enerji, birçok ülkede kullanılan bir kaynaktır. Şekil 3.12’de görüldüğü üzere Temmuz 2023 itibariyle dünyada, 31 ülkede 410 nükleer reaktör işletmede, 17 ülkede 57 adet nükleer reaktör de inşa halindedir [36]. 31 ülkede işletilen 410 nükleer santral, dünya çapında nükleer enerji üretiminin önemli bir parçasını temsil etmektedir. Aynı zamanda, 17 ülkede 57 nükleer santral inşa edilmesi, bazı ülkelerin nükleer enerji kapasitelerini artırmayı veya yenilemeyi planladığını göstermektedir [36].



Şekil 3.12.Dünyadaki Nükleer Enerji Varlığı [36]

3.1.2.2.Sera Gazı

Sera gazları, atmosferdeki enerji dengesini etkileyen ve sera etkisine neden olan gazlardır. Sera etkisi, gezegenin yüzeyinin sıcaklığını kontrol eden doğal bir süreçtir. Sera gazları, güneşten gelen enerjinin bir kısmını yutarak ve atmosferde tutarak gezegenin sıcaklığını düzenler. Ancak insan kaynaklı aktivitelerle sera gazlarının atmosferdeki miktarı arttığında, bu dengenin bozulmasına ve gezegenin sıcaklığının artmasına yol açabilir [37].

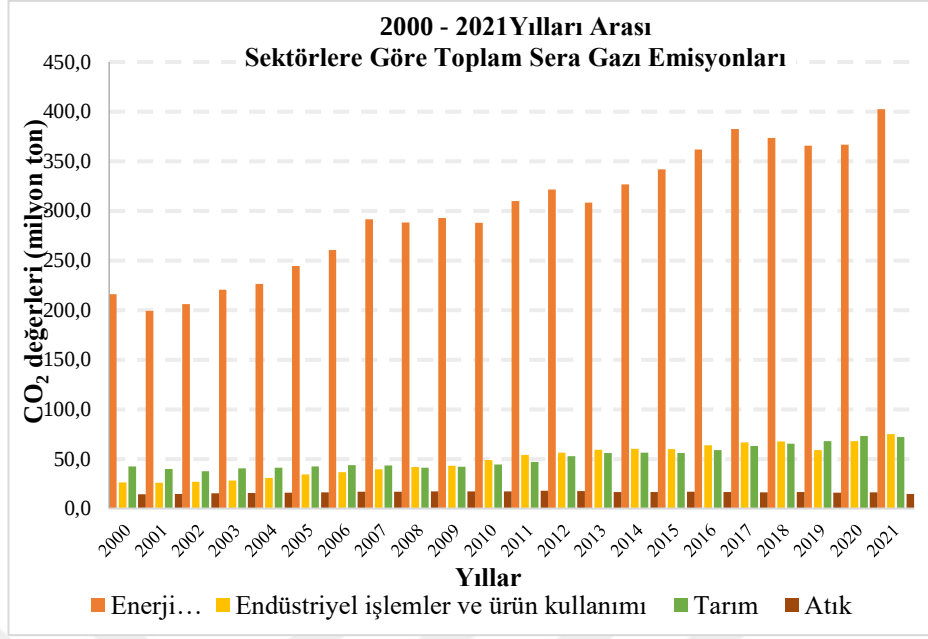
Sera gazları, enerji üretimi süreçlerinin bir yan ürünü olarak atmosfere salınabilir. Fosil yakıtların (kömür, petrol, doğalgaz) yakılması, elektrik üretimi ve ısınma için enerji üretimi gibi yöntemler büyük miktarda karbondioksit (CO₂) emisyonlarına

neden olur. Endüstri, evsel ısınma ve soğutma, ulaşım ve diğer alanlarda enerji tüketimi, sera gazlarının atmosfere salınımını artırabilir.

Enerji verimliliği, enerji tüketimini azaltarak sera gazı emisyonlarını azaltma potansiyeline sahiptir. Aynı zamanda temiz enerji kaynakları, fosil yakıtlara dayalı enerji üretimini azaltarak sera gazı emisyonlarını azaltabilir. Rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi, hidroelektrik enerji ve nükleer enerji gibi kaynaklar, düşük sera gazı emisyonlarına sahip temiz enerji kaynaklarıdır.

Sonuç olarak, sera gazları ve enerji arasındaki ilişki, enerji üretimi ve tüketimi ile iklim değişikliği arasındaki bağlantıyı gösterir. Enerji sektöründeki değişiklikler ve enerji verimliliği çabaları, sera gazı emisyonlarını azaltmada kritik bir rol oynar ve iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir araç olabilir.

Şekil 3.13’de görüldüğü üzere, sektörlere göre sera gazı emisyonlarının yıllara göre dağılımında en büyük payın enerji sektöründe olduğu görülmektedir [39]. Sera gazı emisyonlarının enerji sektöründe en büyük paya sahip olması, enerji üretimi ve çevre üzerinde varlığını gösteren önemli bir göstergedir. Enerji sektörü, fosil yakıtların yanması ve elektrik üretimi gibi faaliyetleriyle doğrudan sera gazı emisyonlarını karşılamaktadır. Bu durum, enerji sektöründeki karbon emisyonlarının azaltılması ve daha sürdürülebilir enerji üretimine geçişin ne kadar önemli olduğunu vurgular. Sera emisyonlarının azaltılması, iklim koşullarıyla mücadele ve sürdürülebilirlik için kritik bir adımdır [37].



Şekil 3.13. 2000 – 2021 Yılları Arası Sektörlere Göre Toplam Sera Gazı Emisyonları [39]

3.1.2.3. İklim Değişikliği ve Enerji Talebi

İklim değişikliği, sıcaklık artışları, kuraklık, su kaynaklarında azalma, tarım verimliliğinde değişiklikler, orman yangınları, sel olayları ve deniz seviyesinde yükselme gibi etkilerle karşı karşıya bırakabilir [40].

Türkiye, iklim değişikliğiyle mücadelede önemli rol oynayan ve etkilenen bir ülke olarak dikkate alınır. Türkiye hükümeti, iklim değişikliği ile mücadele etmek için çeşitli politika ve projeleri hayata geçirmektedir. Bu projeler arasında yenilenebilir enerji yatırımları, enerji verimliliği artırma çabaları, orman yenileme projeleri ve iklim değişikliği ile mücadelede ulusal eylem planlarının oluşturulması gibi adımlar yer almaktadır. Ayrıca, Paris Anlaşması'na uygun olarak Türkiye'nin iklim hedeflerini gerçekleştirmeyi amaçlayan politika ve stratejiler de belirlenmektedir [38].

Paris anlaşması 2015 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİÇDS) 21. Taraflar Konferansında Paris'te kabul edilmiştir. Bu anlaşma çerçevesinde sera gazı salınımı azaltılmasının önemi vurgulanmış ve bu konuda kararlar alınmıştır [41]. Ayrıca Avrupa komisyonu tarafından hazırlana

Avrupa yeşil mutabakatını Türkiye kendi koşullarına göre uyarlayarak yeşil mutabakat raporunu hazırlamıştır. Bu rapor içerisinde 9 ana başlık ve 32 hedef bulunmaktadır. İçeriği genel olarak sürdürülebilirlik ve sınırlı kaynakla yüksek verim elde edebilen ekonomik büyüme olan bu rapor; temiz ekonomik ve güvenli enerji arzı hedefi konusuna da değinmektedir [28]. Paris İklim Anlaşması'nı, Türkiye 2016 yılında onaylamış ve anlaşma gereği iklim değişikliği ile mücadelede taahhütlerde bulunmuştur [41].

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanan Türkiye'nin Ulusal Enerji Planı kapsamında 2030 yılı için elektrik üretimini değerlendiren bir çalışma yürütülmektedir. Bu çalışma, nüfus projeksiyonları, ekonomik büyüme tahminleri, sektörel enerji dağılımları, endüstriyel talepler, enerji verimliliği hedefi, büyüme ve sürdürülebilirlik gibi özellikler ele alınarak enerji talebini tahmin etmeye çalışmaktadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından geliştirilen bu rapor, ülkenin enerji stratejilerini, kaynak çeşitliliği hedeflerini, sürdürülebilir enerji kullanımını desteklemek amacını ve enerji sektöründeki yatırımları, politikaları ve projeleri yönlendirmek için kullanılır [41].

3.2. Türkiye'nin 2030'daki Enerji İhtiyacı

Aralık 2022'de Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) tarafından Türkiye'de Ulusal Enerji Planı 28 (TUEP) yayınlanmıştır. Bu çalışmada hedef “2053 Yılına Kadar Sıfır Emisyon” olarak belirlenmiştir. Bu plan içerisinde 2035 yılına dair detaylı tahminleri de kapsamaktadır. 2035 yılına kadar yenilenebilir enerjinin kurulu gücü %64,7 seviyelerini bulmaktadır [27].

Elektrik kurulu gücü 2030 yılında 149,1 GW'a yükselmektedir. Bu gücün 32,9 GW güneşten, 29,6 GW rüzgârdan, 7,2 GW yeni devreye alınan nükleer enerjiden sağlanması öngörülmektedir [27].

TUEP 2022 Elektrik Kurulu Gücü (GW) verileri Tablo 3.5'te verilmiştir. 3 farklı yıl için elektrik kurulu gücü projeksiyonu yapılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına bağlı verilerde büyük oranda artış öngörülmektedir. Toplam kurulu güç

incelendiğinde 2025 yılı için 116,2 GW, 2030 yılı için 149,1 GW ve 2035 yılı için 189,7 GW olarak görülmektedir.

Tablo 3.5. Elektrik Kurulu Gücü (GW) [27]

KAYNAKLAR	2025	2030	2035
Kömür	21,1	22,8	24,3
Gaz	24,2	30,3	35,5
Nükleer	2,4	4,8	7,2
Hidrolik	33	35,1	35,1
Rüzgâr	13,1	18,1	29,6
Güneş	17,9	32,9	52,9
Diğer	4,5	5,1	5,1
TOPLAM	116,2	149,1	189,7

Tablo 3.6’da üç farklı yıl (2025-2030-2035) için elektrik üretiminde kaynaklara göre (TWh) projeksiyonu yapılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payının artması, dünya genelinde ve birçok ülkede görülen bir eğilimdir. Bu artış, çevre dostu enerji üretimi, enerji güvenliği ve iklim değişikliği ile mücadele gibi önemli nedenlerle desteklenir [27].

Fosil kaynaklar ise kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlardan elde edilen enerjiyi ifade eder. Bu kaynaklar, enerji üretiminde yaygın olarak kullanılır, ancak çevresel etkileri, iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik endişeleri nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş teşvik edilir [4].

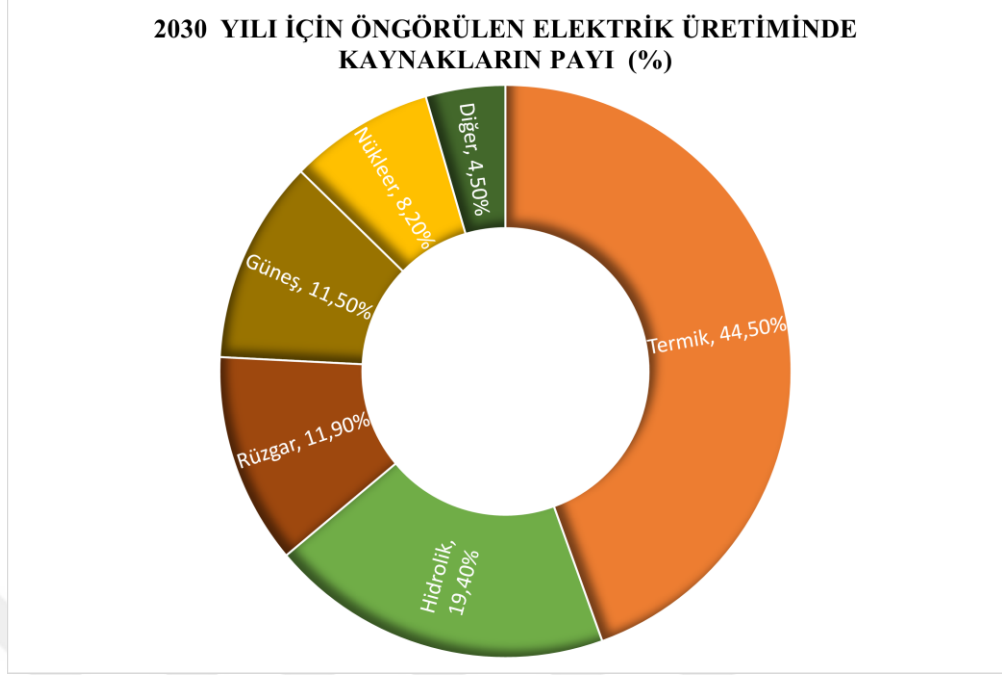
Yapılan projeksiyonlarda, yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payında ciddi oranda artış öngörülmüştür. Bu artış, yenilenebilir enerji teknolojilerindeki gelişmeler, maliyetler, hükümet politikaları ve toplumsal talepler gibi faktörlere dayanabilir. Ayrıca, enerji sektöründeki teknolojik inovasyonlar ve sürdürülebilirlik hedeflerinin de etkisi olabilir [28].

Fosil kaynaklarda daha az artış öngörülmesi, fosil yakıtların sınırlı kaynaklar olması, karbon emisyonlarının azaltılmamaya yönelik çaba ve enerji verimliliğinin artırılması gibi faktörlere dayanabilir [4]. Bu tür projeksiyonlar ve kaynak dağılımları, enerji politikalarının ve yatırımlarının nasıl şekillenmesi gerektiği konusunda önemli bilgiler sunar.

Tablo 3.6. Elektrik Üretiminde Kaynaklar (TWh) [27]

KAYNAKLAR	2025	2030	2035
Termik	196,4	201,2	173,7
Nükleer	18,6	37,2	55,8
Hidrolik	81,9	87,9	87,9
Rüzgâr	38,3	53,7	90,1
Güneş	28,3	52,2	84
Diğer	16,7	20,5	16,2
TOPLAM	380,2	452,7	507,7

Şekil 3.14’de verilen bilgiye göre, 2030 yılı için yapılan projeksiyonda elektrik üretiminde kaynaklar arasında en büyük payı % 44,5 termik enerji kaynakları alınırken, kalan enerji kaynakları içinde %19,40 hidrolik, %11,9 rüzgâr ve %11,5 güneş, %8,2 nükleer ve %4,5 diğer enerji türlerinden oluşmaktadır [27, 28].



Şekil 3.14. 2030 Yılı için Öngörülen Elektrik Üretiminde Kaynakların Payı (%) [27]

Kişi başı enerji tüketiminin gelecekteki tahminleri için dikkate alınması gereken birçok faktör vardır. Bu faktörlerin bazıları şunlar olabilir [25] :

- a. Ekonomik Büyüme
- b. Nüfus Büyüklüğü Ve Demografi
- c. Teknolojik İlerleme
- d. Enerji Politikaları Ve Düzenlemeler
- e. Enerji Kaynakları
- f. Sosyal Alışkanlıklar Ve Yaşam Tarzı
- g. Küresel Faktörler
- h. Çevresel Ve Sosyal Faktörler

Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2030 yılında nüfusun 93.328.574 kişi olması beklenmektedir [26]. 2030 yılı için Türkiye'nin üretimi 452,7 TWh olarak öngörülmüştür [27]. Buradan yola çıkarak 2030 yılı için kişi başı tüketimi hesaplamak için 452 700 000 000 kWh'yi nüfusa yani 93 328 574'e böldüğümüzde, işlem sonucunda kişi başına yaklaşık olarak 4843,6 kWh elde edilir. Sonuç olarak Türkiye'de 2030 yılında kişi başına enerji tüketimi yaklaşık olarak bir buçuk kat

artmaktadır. Artan enerji ihtiyacının büyük bir kısmını yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamak oldukça önemlidir.

Elektrikli araçların yaygınlaşmasıyla birlikte, insanların enerji talebinin daha da artması öngörülmektedir. Bu artan enerji ihtiyacının temiz ve sürdürülebilir kaynaklardan karşılanması amacıyla bir tasarım önerisinde bulunulacaktır. Bu bağlamda, güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve biyogaz gibi tamamen temiz enerji kaynaklarına odaklanılacaktır. Bu tercih, petrol ve türevi yakıtların atmosfere saldıgı zararlı emisyonlardan kaçınma, nükleer enerjinin beraberinde getirdiği güvenlik riskleri ve hidroelektrik enerjinin çevre ve ekosistem üzerinde oluşturduğu olumsuz etkilerin önlenmesi amacıyla yapılmıştır.

Bu tasarım önerisi, gelecekteki enerji talebini karşılamak ve aynı zamanda çevresel etkileri minimize etmek amacıyla temiz enerji kaynaklarının entegrasyonunu teşvik etmeyi amaçlamaktadır. Bu şekilde, enerji üretim süreçlerindeki olumsuz etkilerin en aza indirilmesi ve sürdürülebilir bir enerji geleceğine katkıda bulunulması hedeflenmektedir. Bu sistemin Homer Pro ile modeli yapılmıştır.

3.3. Elektrikli Araçlar

Elektrikli araçların tarihçesi, 19. yüzyılın başlarına dayanmaktadır. 1830'larda, ilk elektrikle çalışan taşıma araçları konsepti ortaya çıkmış ve Thomas Davenport tarafından 1835 yılında inşa edilen ilk elektrikli araç ile dönem başlamıştır. Ancak, bu erken dönemde elektrikli araçlar genellikle yüksek maliyet ve karmaşık yapıda olmaları nedeniyle sınırlı süreli bir etki bırakmıştır. Elektrikli araçlar 1900'lerin başlarından itibaren özellikle şehir içi ulaşımında tercih edilirken, 1920'lerde içten yanmalı motorların yaygınlaşmasıyla geri plana düşmüştür. 1970'lerde yaşanan petrol krizleri ve çevresel endişelerle birlikte, petrol ihtiyacı duymayan elektrikli araçlar tekrar gündeme gelmiştir. 1990'ların sonlarına doğru teknolojik gelişmelerle birlikte hibrit araçlara ilgi artmıştır. 2010'lar ve sonrasında ise Tesla gibi şirketlerin liderliğinde tam elektrikli araçlar, elektrikli araç pazarını canlandırmaktadır. Günümüzde çeşitli otomobil üreticileri elektrikli araç portföylerini genişletmekte ve bu alandaki teknolojik ilerlemeler devam etmektedir. Elektrikli araçlar, sürdürülebilir ve çevre dostu ulaşımın geleceğinde önemli bir rol oynamaya devam edecektir [42].

Türkiye'de elektrikli araçlara olan ilgi ve önem, çeşitli faktörlere dayanmaktadır. İlk olarak, artan çevresel bilinç ve bu çerçevede iklim değişikliği ve hava kirliliği gibi sorunlarla mücadele etme isteği, elektrikli araçların tercih edilmesini artırmıştır. Ayrıca, Türk hükümeti tarafından sağlanan çeşitli teşvik ve vergi avantajları, elektrikli araç kullanımını destekleyerek bu alandaki büyümeyi tetiklemiştir [43].

Türkiye'deki yerel üretim ve endüstri politikaları, elektrikli araç endüstrisinin gelişimini teşvik etmekte ve ülke genelindeki yatırımları desteklemektedir. Şarj altyapısının geliştirilmesi de önemli bir faktördür. Elektrikli araçların daha yaygın kullanılabilmesi için şehir içi ve şehirlerarası şarj istasyonlarının artırılması, kullanıcıların rahatça şarj edebilmelerini sağlayacak altyapının oluşturulmasını hedeflemektedir [43].

Avrupa'da ise elektrikli araçlara geçiş süreci, çevresel hedeflere ulaşma ve karbon emisyonlarını azaltma amacıyla hızla ilerlemektedir. Avrupa Birliği ülkeleri, çeşitli teşvik önlemleri, vergi avantajları ve altyapı geliştirme projeleriyle elektrikli araçları desteklemekte ve bu alandaki teknolojik gelişimlere odaklanmaktadır. 2030 yılına doğru tamamen elektrikli araçlara geçiş, fosil yakıtlı araçların azaltılması ve karbon emisyonlarının düşürülmesi adına yapılan bu çabalar, otomotiv endüstrisini yeşil ve sürdürülebilir bir geleceğe taşıma hedefiyle uyumlu bir şekilde ilerlemektedir [43].

Elektrikli araçlardaki çeşitliliği, farklı kullanım ihtiyaçları ve teknolojik özellikleri oluşturmaktadır. Elektrikli araçların temel çeşitleri şunlardır [42]:

-Tam Elektrikli Araçlar (Battery Electric Vehicles):

Tüm gücünü elektrikten alan otomobillerdir. Bir dizi şarj edilebilir bataryaya sahiplerdir ve bu bataryalardan alınan elektrik enerjisi, elektrik motorunu çalıştırarak aracı hareket ettirir. Kullanıcıların günlük ulaşım kullanıma uygun olup, genellikle sıfır emisyonlu olarak kabul edilirler [44].

-Hibrit Elektrikli Araçlar (Hybrid Electric Vehicles):

Hibrit araçlar, hem geleneksel içten yanmalı motora hem de elektrik motoruna sahiptir. Elektrik motoru, düşük hızlarda veya duraklarda işlev görürken, içten

yanmalı motor, yüksek hızlarda veya daha fazla güç gerektiren durumlarda devreye girer. Elektrik motoru, frenleme sırasında enerjiyi geri kazanabilir ve içten yanmalı motora destek sağlar. Elektrik motorunun bu özelliği yakıt verimliliğini artırmaya yardımcı olur [44].

-Plug-in Hibrit Elektrikli Araçlar (Plug-in Hybrid Electric Vehicles):

Bu araçlar, hem benzinli bir motor hem de şarj edilebilir bir batarya içerir. Kısa mesafelerde sadece elektrikle çalışabilirken, pil seviyesi düştüğünde içten yanmalı motor devreye girer. Bu araçlar şarj altyapısı olmayan yerlerde de kullanılabilme olanağına sahiptir [44].

-Yakıt Hücreli Elektrikli Araçlar (Fuel Cell Electric Vehicles):

Hidrojen yakıt hücresi kullanılarak çalışan araçlardır. Aracın elektrik motoru, hidrojen ve oksijenin reaksiyonu sonucunda üretilen elektrik enerjisi ile beslenir [44].

-Şehir İçi Elektrikli Araçlar:

Genellikle küçük boyutlu ve hafif olan bu araçlar, düşük menzilli şehir içi hareketlilikte pratik çözümler sunmak üzere tasarlanmıştır [44].

Elektrikli araç teknolojisi sürekli olarak gelişmekte olup, farklı segmentlerde ve kullanım senaryolarında çeşitli modeller bulunmaktadır. Bu çeşitlilik, kullanıcıların ihtiyaçlarına ve tercihlerine göre farklı elektrikli araç modelleri arasında seçim yapmalarına olanak tanır [42].

3.3.1. Elektrikli Araçların Çalışma Prensibi

Elektrikli araçların çalışma prensibi, bir veya birden fazla elektrik motoru kullanılarak bataryadan alınan elektrik enerjisinin hareket enerjisine dönüştürülmesine dayanmaktadır. Kullanılan bataryalar genellikle şarj edilebilir türden seçilmektedir. Elektrik motorları, bataryadan aldıkları doğru akım (DC) elektriği kullanarak döner hareketi üretir. Bu döner hareket, şanzıman veya diferansiyel gibi mekanik sistemler aracılığıyla tekerleklerle iletilir, böylece araç hareket eder. Elektrikli araçlar, içten yanmalı motorlu araçlara kıyasla daha az

hareketli parça içermekte, bu da daha az enerji kaybı ve daha düşük bakım maliyetleri anlamına gelmektedir [45]. Ayrıca regeneratif frenleme adı verilen bir tekniğın kullanılmasıyla, aracın fren anında ortaya çıkardığı kinetik enerjiyi bataryalara geri dönüştürme özelliğı, enerji verimliliğini artırmaktadır. Şarj kontrol ünitesi, bataryayı koruma, şarj yönetimi ve enerji tüketimi gibi işlevleri ile batarya paketini yöneten ve kontrol eden bir bilgisayar sistemidir. Elektrikli araçlar genellikle evdeki prize veya geniş bir şarj istasyonu ağına bağlanarak şarj edilebilir, ancak hızlı şarj istasyonlarıyla daha kısa sürede şarj olma avantajına da sahiptirler. Elektrikli araçlarda bir dizi elektronik kontrol ünitesi de bulunmaktadır. Bu üniteler, aracın performansını, enerji yönetimini ve güvenliğini en iyi şekilde yönetmek için birbirleriyle iletişim halindedirler. Bu temel prensip, elektrikli araçların sürdürülebilir ve çevre dostu ulaşım sunma olanağı sağlamaktadır [42].

Bataryaların gelişimi ve şarj altyapısının yaygınlaşmasıyla birlikte, elektrikli araçlar gün geçtikçe daha fazla benimsenmektedir. Elektrikli araçlarda kullanılan bataryaların performansı, enerji yoğunluğu, şarj/deşarj süreleri, kullanım süresi ve maliyet gibi faktörlere bağlı olarak değışkenlik göstermektedir [45].

3.3.1.1. Enerji depolama

Enerji depolama, elektrikli araçlarda aracın gücünü ve sürüş mesafesini belirlemek için kullanılan batarya sistemleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Bu batarya sistemleri genellikle lityum iyon, lityum polimer, nikel-metal hidrit ve hidrojen yakıt hücreleri gibi teknolojileri içermektedir [45].

a. Lityum İyon Bataryalar:

Elektrikli araçların birçoğunda, hafif olmaları, yüksek enerji yoğunluğu sunmaları ve düşükdeşarj oranına sahip olmaları nedeniyle lityum iyon bataryaları tercih edilmektedir. Bu bataryalar, araçların menzilini özelliğini artırarak ve hızlı şarj/deşarj özellikleri ile performansı en iyi şekilde yönetebilmektedir.

b. Nikel-Metal Hidrit Bataryalar:

Bu bataryalar, lityum iyon bataryalara göre daha düşük enerji yoğunluğuna sahiptir, ancak daha düşük maliyetlidir ve daha çevre dostudur. Daha düşük enerji yoğunluğu ile yüksek enerji taleplerini karşılayabilmeleri sayesinde genellikle hibrit araçlarda kullanılırlar [45].

c. Lityum Polimer Bataryalar:

Lityum polimer bataryalar, esnek formları sayesinde farklı şekil ve boyutlara uyarlanabilmektedir. Lityum iyon bataryalarla benzer avantajlara sahip, ancak daha esnek kullanım imkânı sunmaktadırlar [45].

d. Hidrojen Yakıt Hücreleri:

Hidrojen yakıt hücreleri, hidrojen ve oksijen reaksiyonu sonucunda elektrik enerjisi üretilir. Elektrikli araçlar için alternatif bir enerji depolama yöntemi olmakla birlikte altyapı ve üretim maliyetleri ile henüz kullanımını yaygınlaştırmamıştır [45].

3.3.2. Şarj İstasyonları

Şarj istasyonları, elektrikli araçların bataryalarını şarj etmeleri için kullanılan altyapıdır. Şarj istasyonları, kullanıcılara elektrikli araçlarını şarj etme ve uzun mesafeli seyahatler için enerji depolama imkânı sunmaktadır [45].

a. Şarj İstasyonu Türleri

Ev Şarj İstasyonları: Elektrikli araç kullanıcılarının aracını evinde şarj etmesini sağlayan standart prizlere ek olarak, özel olarak tasarlanmış ev şarj istasyonları bulunmaktadır. Bu istasyonlar, aracı daha hızlı bir şekilde şarj etme avantajı sunar [46].

Halka Açık Şarj İstasyonları: Kamuya açık alanlarda, alışveriş merkezlerinde, otoparklarda ve şehir merkezlerinde bulunan bu tip istasyonlar, elektrikli araç kullanıcılarına şehir içinde ve çevresinde şarj olma olanağı sağlar [46].

Schnellader veya Hızlı Şarj İstasyonları: Hızlı şarj istasyonları, elektrikli aracın bataryasını daha kısa sürede doldurabilen özel istasyonlardır. Genellikle otoyol kenarlarında ve uzun mesafeli yolculuklar için kullanılırlar [46].

b. Şarj İstasyonlarının Güç Kapasiteleri:

- Şarj istasyonları, genellikle kW cinsinden ifade edilen güç kapasitelerine sahiptir. Daha yüksek kW değerleri, aracın daha hızlı bir şekilde şarj olmasına olanak tanır [42].

- Ev şarj istasyonları genellikle 3-22 kW arasında bir güçle çalışırken, hızlı şarj istasyonları 50 kW'dan başlayarak 350 kW'a kadar çıkabilen güç kapasitelerine sahiptir [42].

Elektrikli araçlara olan ilginin artmasıyla birlikte, şarj altyapısının geliştirilmesi ve genişletilmesi devam etmektedir. Elektrikli araç şarj istasyonları, genellikle elektrik şebekesinden sağlanan enerji kaynakları üzerine kurulu altyapılardır. Bu şebeke bağlantısı, alternatif akım (AC) veya doğru akım (DC) olabilmektedir [42]. Şarj istasyonları, araç bataryasının gereksinimlerine göre bu enerjiyi dönüştürerek aracın bataryasına iletmektedir. Şarj istasyonları, genellikle yerel enerji şebekesine bağlı olarak çalışır ve şebeke voltajı ile akımını kullanarak araçların şarj edilmesini sağlar. Hızlı şarj istasyonları ise genellikle DC hızlı şarj teknolojilerini kullanarak, özellikle otoyol kenarlarında veya uzun mesafe seyahatlerde elektrikli araçların bataryalarını hızlı bir şekilde doldurabilmektedir. Ayrıca, enerji depolama sistemleri gibi ileri teknoloji çözümleri de bazı şarj istasyonlarında kullanılarak enerji yönetimi daha etkili bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Elektrikli araç şarj istasyonları, sürekli olarak gelişen teknolojilerle yenilikçi çözümler sunarak, elektrikli araçların daha yaygın ve kullanıcı dostu hale gelmesine katkıda bulunmaktadır [45].

Elektrikli araç üreticileri, araçların şarj olma hızlarını farklı değişkenli ortamlarda (nem, sıcaklık vb.) test ederek sıkıntısız çalışmalarını sağlamak üzere çeşitli önlemler alırlar. Bu süreçte araçlar bir dizi güvenlik ve performans testinden geçirilir. Firmalar, araçların güvenli ve etkili bir şekilde şarj olmasını sağlamak amacıyla şarj sürelerini belirli limitlerle sınırlandırma eğilimindedirler. Bu sınırlamalar,

kullanıcıların araçları güvenli bir şekilde şarj edebilmeleri ve aracın batarya ömrünü koruyabilmeleri için önemlidir. Tablo 3.7, 3.8 ve 3.9'da elektrikli araçlar için şarj süreleri ve standartları verilmiştir [47].

Tablo 3.7. Elektrikli Araçların Şarj Hızları Ve Süreleri [47]

Şarj Türü	Şarj Olma Hızları	60 Dakikada Alabileceği Yol	Zaman
Şarj Cihazı (8A)	1,8 kW	10 km	35 saat
1-Faz AC Şarj	7,4 kW	40 km	9 saat
3-Faz AC Şarj	22 kW	120 km	3 saat
DC Şarj	25 kW	150 km	1,5 saat (%80'e kadar)
Hızlı DC Şarj	50 kW	300 km	1 saat (%80'e kadar)
Ultra Hızlı DC Şarj	175 kW	1000 km	15 dakika (%80'e kadar)

Tablo 3.8. DC Şarj Standartları [47]

Şarj Metodu	DC Çıkış Voltajı (DC / Volt)	Maksimum Akım (A)	Maksimum Güç(kW)
DC Seviye 1	50-1000	80	80
DC Seviye 2	50-1000	400	400

Tablo 3.9. AC Şarj Standartları [47]

Şarj Metodu	Çıkış Voltajı (AC/Volt)	Maksimum Akım (A)	Maksimum Güç (kW)	Faz
AC Seviye 1	120	12	1,44	Faz 1
		16	1,92	
AC Seviye 2	208	≤ 80	<19.2	Faz 2
	240			

3.4. Türkiye’de Elektrikli Araçlara Geçiş

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), 2023 Kasım ayı sonuna ait güncel verilerini paylaşarak, ülkedeki motorlu kara taşıtları sayısını kamuoyuyla paylaşmıştır. Yapılan açıklamaya göre, motorlu kara taşıtları arasında yer alan otomobiller, kamyonetler, motosikletler, kamyonlar ve otobüslerin sayıları belirlenmiştir [48].

Türkiye’de yıllara göre 2021-2022 ve Kasım 2023 yılından bu yana geçen süre içerisinde motorlu kara taşıtlarının yakıt türüne göre dağılımı ve toplam araç sayısı Tablo 3.10 üzerinden takip edilebilmektedir. Elektrikli araçların yaygınlaşması, bu alandaki teknolojik ilerlemeler Türkiye’nin sürdürülebilir ulaşım alanındaki gelişimini yansıtmaktadır [48].

Tablo 3.10. Motorlu Kara Taşıtlarının Yakıt Türüne Göre Dağılımı [48]

Yıl	Toplam	Benzin	Dizel	LPG	Hibrit ⁽²⁾	Elektrik	Bilinmeyen ⁽³⁾
2021	13 706 065	3 495 172	5 158 803	4 923 275	86 682	6 267	35 866
2022	14 269 352	3 817 104	5 261 876	5 005 563	134 662	14 552	35 595
2023 ⁽¹⁾	15 131 392	4 312 931	5 416 875	5 083 162	213 105	69 914	35 405

(1) Veriler Kasım ayı sonu itibarıyladır. (2) Hibrit, benzin-elektrik ve dizel-elektrik otomobilleri kapsamaktadır.

(3) Yakıt türü bilinmeyenler, ruhsat işlemlerinde yakıt türü boş bırakılan veya sehven hatalı veri girişi yapılan otomobilleri kapsamaktadır.

2023 yılı Kasım ayı sonu itibarıyla Türkiye’deki motorlu kara taşıtlarıyla ilgili olarak elde edilen verilere göre, ülkede toplamda 15 milyon 131 bin 392 adet araç trafiğe kaydedilmiştir. Bu araçlardan 69,914 tanesi tamamen elektrikli otomobil olarak kaydedilirken, 213,105 âdeti hibrit otomobillerden oluşmaktadır. Hibrit otomobiller, elektrik ile dizel veya benzinli motorları bir araya getiren bir teknolojiyi içermektedir. Bu veriler, Türkiye’de elektrikli araçlar ve hibrit otomobillerin trafiğe olan etkisini göstermektedir. Elektrikli araçlar, Türkiye’nin sürdürülebilir ulaşım ve çevre dostu teknolojilere geçişindeki artışı yansıtmakta olup, hibrit otomobiller ise geleneksel yakıtlı motorlarla elektrik motorlarını birleştirerek enerji verimliliğini

artırmayı amaçlamaktadır. Bu veriler, ülkedeki araç türlerinin çeşitlenmesi ve sürdürülebilir ulaşım trendlerindeki gelişimleri göstermektedir [48] .

Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından, ilgili kamu kurumları ve sektör aktörlerinin katkısı ile hazırlanan Mobilite Araç ve Teknolojileri Yol Haritası, Türkiye'de elektrikli araçların gelişimine odaklanmaktadır. Bu yol haritası kapsamında, düşük, orta ve yüksek olmak üzere üç farklı senaryo içeren bir projeksiyon oluşturulmuştur ve bu veriler Tablo 3.11’de görüldüğü gibidir. Elektrikli araç teknolojilerinin yaygınlaşması ve geliştirilmesine dair bu senaryolar, sektörün gelecekteki yönelimlerini ve potansiyel gelişim seviyelerini belirlemeye yönelik stratejik bir çerçeve sunmaktadır. Bu çerçeve, Türkiye'nin elektrikli araç sektöründe benimsenecek politika ve uygulamalara ilişkin önemli bir kılavuz niteliği taşımaktadır [49].

Tablo 3.11. 2025 ve 2030 Yılı Elektrikli Araç Sayısı Projeksiyonu [49]

Projeksiyon Yılları	Senaryolar	Elektrikli Araç Sayısı	Toplam Elektrikli Araç Sayısı
2025 Yılı	Yüksek Senaryo	180 000	400 000
	Orta Senaryo	120 000	270 000
	Düşük Senaryo	65 000	160 000
2030 Yılı	Yüksek Senaryo	580 000	2 500 000
	Orta Senaryo	420 000	1 600 000
	Düşük Senaryo	200 000	880 000

3.4.1.Elektrikli Araçlar İçin Şarj Altyapısı

Ülkemizde 81 ilde yaygın bir şekilde kullanılan elektrikli araçlar için şarj altyapısı büyük bir gelişme göstermektedir. 14 Kasım 2023 itibarıyla, Türkiye genelinde şarj hizmeti verilen soket sayısı toplamı 10.474’ye ulaşmıştır. Bu şarj istasyonlarının içinde 7.576 âdeti AC (yavaş şarj), 2898 âdeti ise DC (hızlı şarj) noktasını barındırmaktadır [50].

Özellikle dikkat çeken bir nokta ise Türkiye genelinde her 14 araca bir düşen DC şarj noktası sayısıdır. Bu durum, elektrikli araçların yaygınlaşması ve tercih edilmesiyle doğru orantılı olarak şarj altyapısının hızla geliştiğini göstermektedir. Bu bağlamda, araç başına düşen şarj istasyonu sayısında Türkiye Avrupa ülkeleri açısından toplam şarj noktası açısından 3. DC şarj noktası açısından 4. Sırada yer almaktadır [51]. Elektrikli araç sayısının hızla arttığı bir dönemde, şarj noktalarının da aynı hızda artması, sürdürülebilir ulaşımın desteklenmesi ve elektrikli araç kullanımının teşvik edilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Ülkemizdeki hâkim şehirleşme modeli, mevcut yapı stoğunun özellikleri, şehirlerarası etkileşim ve nüfusun coğrafi dağılımı gibi önemli parametreler üzerinden yapılan değerlendirmeler, kısa, orta ve uzun vadeli elektrikli araç şarj altyapısı ihtiyaçlarına dair temel öngörüler ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, Türkiye'de 2025 yılında 30 bin adedin üzerinde halka açık şarj soketine ihtiyaç duyulması öngörülmektedir. Bu öngörü, literatürdeki genel kabuller ve ülke şartlarının bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur.

Değerlendirmeler, her 10 araç için en az 1 şarj soketine ihtiyaç olduğu temelinde yapılmıştır. Bu kabul, Türkiye'nin elektrikli araç altyapısının kısa vadeli ihtiyaçlarını gözetmektedir. Öte yandan, 2030 yılına gelindiğinde, bu sayının 160 bin olarak belirlenmesi öngörülmektedir. Bu uzun vadeli projeksiyon, elektrikli araç kullanımının artışı göz önüne alarak, ülkemizin gelecekteki şarj altyapısı ihtiyacını karşılamayı hedeflemektedir. Bu önemli stratejik öngörüler, Türkiye'nin elektrikli araç teknolojilerindeki büyüme ve dönüşüm sürecine uygun altyapıyı geliştirmesi açısından rehberlik etmektedir [49].

Özellikle şehirlerarası trafikte ve büyük nüfus yoğunluğuna sahip büyük şehirlerde, elektrikli araçların yaygınlaşması ve kullanımının artmasıyla birlikte yüksek hızlı şarj altyapısına duyulan ihtiyaç daha belirgin hale gelmektedir. Dünya genelinde de benzer bir eğilim gözlemlenmekte olup, şarj altyapısı içindeki hızlı şarj oranının artırılması yönelimi oldukça yaygındır. Bu bağlamda, Türkiye'de halka açık şarj imkânlarının kısa ve orta vadede en az %30'unun hızlı şarj soketlerinden oluşması öngörülmektedir. Bu stratejik planlama, elektrikli araç kullanımının hızla

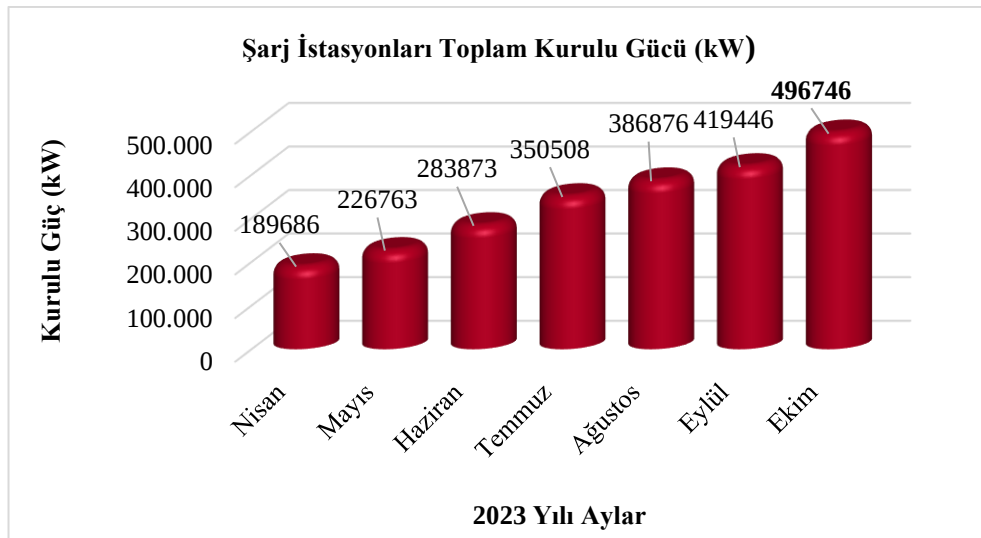
yaygınlaşması ve şehir içi, şehirlerarası ulaşım ihtiyaçlarının karşılanmasında hızlı ve etkili şarj imkânlarının önemini vurgulamaktadır [49].

Tablo 3.12'de, 2022 yılından 2023 Kasım ayına kadar olan dönemde elektrikli araçlar için mevcut şarj soketi sayısı ve hızlı şarj soketi sayısı listelenmiştir. Aynı zamanda, 2025 ve 2030 yıllarında öngörülen elektrikli araç sayısındaki artışa bağlı olarak beklenen şarj soketi sayısı ve hızlı şarj soketi sayısını içeren bir projeksiyon sunulmuştur [49].

Tablo 3.12. 2022-2023 Kasım Ayı İtibariyle Türkiye'de Bulunan Şarj Soketi Sayısı ve 2025-2030 Yılları Şarj Soketi Sayısı Projeksiyonu [49]

YILLAR	Toplam Şarj Soketi Sayısı	Hızlı Şarj Soketi Sayısı
2022	2 461	200
2023 (KASIM)	10 474	2 898
2025	30 000	8 000
2030	160 000	50 000

Şekil 3.15 'te, 2023 yılının nisan-ekim ayları arasında Türkiye'deki kurulu olan elektrikli araç şarj istasyonlarının toplam kapasite değerleri gösterilmiştir. Ekim 2023'te bu değer 496 746 kW olarak kaydedilmiştir [51].



Şekil 3.15. Türkiye'de Kurulu Şarj İstasyonlarının Toplam Kurulu Gücü (2023) (kW) [51]

Elektrikli araçların şarj süreleri, aracın batarya kapasitesi, kullanılan şarj istasyonunun gücü ve ayarları gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir. Şarj sürelerinin önümüzdeki yıllarda hızlı bir şekilde düşmesi beklenmektedir [52]. Elektrikli araçları hızlı bir şekilde şarj etmek için kullanılan en etkili yöntem, aracın doğru akım (DC) ile şarj edilmesidir. Dünya genelinde elektrikli araçların şarj sürelerini optimize etmek amacıyla, şarj istasyonlarının güç kapasiteleri sürekli olarak artmaktadır. Birçok şarj istasyonunda birden fazla hızlı şarj cihazı bulunmaktadır ve bazı istasyonlarda aynı anda birden fazla aracı hızlı bir şekilde şarj edebilmek adına birden fazla şarj soketi bulunmaktadır [52].

3.5. Elektrikli Araçlar ve Şarj İstasyonlarının Yenilenebilir Enerji Kaynaklı Olmasıyla İlgili Çalışmalar

A.R. Aloqaily (2021), yaptığı çalışmada, hibrit elektrikli araçları şarj etmek için gerekli enerjiyi sağlamak amacıyla PV modül ile tasarlanmasını konu almaktadır. Çalışmada SunPower SPR-E20-435-COM PV modülleri, belirli bir yüzey alanında ve eğim açısında kullanılarak elde edilen enerji verileri sunuluyor. Bu modüllerle tasarlanan şarj istasyonu, MPPT tabanlı bir kontrolcü kullanılarak MATLAB/Simulink ortamında simüle edilmiştir. Grafiklerle voltaj, güç, akım, şarj durumu gibi sonuçlar elde ediliyor. Elde edilen sonuçlar, hafif bir filtreleme hatası dışında tatmin edici bulunuyor. Çalışmanın temel amacı, güneş enerjisi üretimi ve şarjın günlük çalışma saatlerinde gerçekleşmesiyle gündüz karbon emisyonlarının azaltılmasına katkı sağlamaktır. Bu çalışmanın, alandaki diğer araştırmalara temel oluşturması beklenmektedir [53].

F. Baltacı (2021), yaptığı çalışmada, elektrikli araçlar için kullanılacak olan hammaddenin temiz enerji kaynağı olan güneş enerjisi ile sağlayan prototip bir akıllı hibrit şarj istasyonunun tasarımını ele almaktadır. Şarj esnasında fotovoltaiik (PV) modüllerden alınan enerji, şebeke bağlantısıyla desteklenerek, tasarlanmıştır. PV modüllerden elde edilen enerjinin fazla olması durumunda depolanması için jel aküler kullanılmıştır. Şarj işlemi sırasında kullanılan akıllı inverter çıkışında 70V doğru akım (DC) kaynağı kullanılmıştır. Şarj işlemi için kullanılan DA-DA düşüren

tip dönüştürücü, Matlab/Simulink ortamında simüle edilmiştir. Kontrol için Arduino Uno mikrodenetleyici ve MOSFET anahtarı kullanılmıştır. Şarj işlemi sırasında akülerin sıcaklık, akım ve gerilim değerleri gözetilerek şarj edilmesi sağlanmıştır. Geliştirilen sistem, yüksek sıcaklık, aşırı akım ve yüksek gerilim korumalarını başarıyla uygulamış ve kullanıcılar şarj modu, sıcaklık, akım, gerilim ve akü doluluk oranı gibi konularda bilgilendirmiştir. Tez sonucunda, tasarlanan prototip akıllı hibrit şarj istasyonunun toplam elektrik maliyetini düşürdüğü ve farklı sektörlerde rahatlıkla kullanılabileceğini kanısına varılmıştır [46].

İ. Çelenk (2023), yaptığı çalışmada, elektrikli araçların çeşitleri, yapısı, pazar gelişimi, enerji depolama yöntemleri ve bunların avantajları/dezavantajları, enerji aktarımı ve araçtan şebekeye (V2G) sistemleri üzerine odaklanmıştır. Elektrikli araçlar, çevre dostu ve sürdürülebilir ulaşım seçenekleri olarak öne çıkmaktadır. Elektrikli araçların kullanımı, ikinci en büyük sera gazı kaynağı olan ulaşım sektöründeki çevresel sorunlara alternatif oluşturarak önem kazanmaktadır. Elektrikli araç sayılarının artması, V2G sistemlerini gündeme getirmiştir. V2G sistemleri, elektrikli araçların şebekeye enerji sağlamasını ve şebekenin istikrarını artırmasını sağlar. Bu sistemler, kullanıcılara ek gelir kaynağı da sağlayabilir ve yenilenebilir enerjilerle entegrasyonu kolaylaştırarak daha etkin kullanımı mümkün kılar. Elektrikli araçlar, V2G teknolojisi sayesinde enerji depolama, frekans düzenleme ve CO₂ emisyonlarının azaltılması gibi avantajlar sunabilir. Bu çalışmada, üç fazlı bir sistemde kullanılmak üzere boost konvertör, elektrikli araç bataryası modeli, kontrol blokları, dönüşüm blokları ve ölçüm blokları gibi bileşenler tasarlanmıştır. Tasarlanan sistem, araçtan şebekeye enerji aktarımını (Vehicle-to-Grid - V2G) ve şebekeden araca enerji aktarımını (Grid-to-Vehicle - G2V) simüle etmek amacıyla geliştirilmiştir. Ana hedef, aracın şebekeye enerji vermesi veya şebekeden enerji alması süreçlerini simüle etmek ve bu şekilde araç ve şebeke arasındaki etkileşimi incelemektir. V2G ve G2V enerji aktarımı, elektrikli araçların esnek enerji kullanımını ve şebekeye geri besleme yapabilme yeteneğini değerlendirmek adına önemlidir. Tasarlanan sistem, bu senaryoları simüle ederek elektrikli araçların şebekeyle etkileşimini değerlendirme fırsatı sunar [42].

T.N. Gücin (2013), Bu tez, elektrikli araçların gelecekte önemli bir rol oynayacağı öngörüsüne dayanarak, batarya teknolojisi ve şarj altyapısıyla ilgili zorluklara rağmen, çevre dostu bir şarj sistemi sunmaktadır. Tasarlanan sistem, güneş ve rüzgâr enerjisiyle çalışan bir batarya içerir ve elektrikli araçları yerinde üretilen enerjiyle şarj etmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, acil durumlarda enerji sağlamak için şebeke ağı ile entegre edilmiştir. Sistem, Level 2 DC Şarj Standartlarına uygundur ve hızlı şarj veya "MPPT Şarj" sağlama yeteneğiyle dikkat çekmektedir. Sistem 4 farklı senaryoya göre test edilmiş ve sistemin tüm senaryolarda ihtiyaç duyulan enerjiyi başarıyla sağlayabileceğini göstermektedir [54].

D.Boyraz (2019), tez çalışmasında, hibrid elektrikli araçların performansının enerji yönetim stratejileri ile doğrudan ilişkili olduğunu vurgulamaktadır. Bu bağlamda, iki farklı bulanık mantık tabanlı enerji yönetim stratejisi tasarlanmış ve ADVISOR simülasyon programı kullanılarak mevcut bir referans stratejisi ile karşılaştırılmıştır. İlk strateji (Strateji-A), yakıt tüketimini azaltmayı, egzoz emisyonlarını düşürmeyi ve batarya şarjlılık oranını korumayı hedeflerken, ikinci strateji (Strateji-B) sadece yakıt tüketimi ve egzoz emisyonları üzerine odaklanmıştır. Simülasyon sonuçları, Strateji-A'nın şehir içi sürüş koşullarında %5,79, şehirlerarası sürüşte ise %20,9 oranında yakıt tasarrufu sağladığını göstermiştir. Strateji-B ise şehir içi sürüşte %26'lık yakıt tasarrufu elde etmiş ve şehirlerarası sürüşte %12,7'lik avantaj sağlamıştır. Her iki strateji de tasarım hedeflerine ulaşarak egzoz emisyonlarını belirgin şekilde azaltmış ve enerji verimliliğini artırmıştır. Bu sonuçlar, doğru enerji yönetim stratejilerinin hibrid elektrikli araçların genel verimliliği üzerinde kritik bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir [55].

A.A. Kurucu (2017), çalışmasında, Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyelini inceleyerek, rüzgâr, su, güneş gibi kaynaklardan elde edilebilecek enerji miktarını Mackay (2009) yöntemiyle hesaplayarak Türkiye'nin enerji ihtiyaçlarını yerel ve yenilenebilir kaynaklarından karşılayıp karşılayamayacağını değerlendirmiştir. Çalışmanın ortaya koyduğu önemli sonuçlardan biri, Türkiye'nin önemli bir rüzgâr ve güneş enerjisi potansiyeline sahip olduğudur. Bu durum, Türkiye'nin temiz enerji uygulamalarıyla AB'nin çevre prensipleri doğrultusunda enerji ihtiyacını karşılayabileceği ve hatta fazlasını üretebileceği anlamına gelmektedir. Bu durum,

linyit kömürü madenciliği gibi çevresel etkilere yol açan enerji kaynaklarına duyulan ihtiyacı azaltabilir ve nükleer santral projelerine gerek kalmayabilir. İkinci önemli bulgu, Türkiye'nin akarsu kaynaklarının enerji potansiyelinin rüzgâr potansiyelinin dörtte biri, güneş potansiyelinin ise beşte biri kadar olduğudur. Bu nedenle, Türkiye'nin enerji ihtiyacını karşılamak için güneş ve rüzgâr enerjisine odaklanması, su kaynaklarını ve ekosistemlerini koruması açısından önemlidir. Bu özet, Türkiye'nin yenilenebilir enerjiye yönelmesinin çevresel etkileri azaltabileceği ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına odaklanmanın önemli olduğunu vurgulamaktadır [56].



BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Enerji Üretim Modelinin Kurulması

Hibrid enerji sistemleri, çeşitli yenilenebilir enerji kaynaklarını bir araya getirerek enerji üretimini amaçlayan sistemlerdir. Bu sistemler genellikle güneş panelleri, rüzgâr türbini, biyogaz jeneratörü ve dönüştürücüyü içerir. Sistem, çeşitli enerji kaynaklarını birleştirerek enerji üretimini artırmayı ve sürekliliği sağlamayı hedefler.

Yapılan araştırmaya göre, 2022 yılında kişi başına düşen enerji tüketimi 3360,4 kWh iken, bu değerin 2030 yılında yaklaşık olarak 4843,6 kWh'a çıkması beklenmektedir. Bununla beraber üretim yapan santral sayısında ve üretim gücünde de artış olacaktır. Yapılan bu sistem tasarısında yenilenebilir enerji kaynaklarının süreksizliği birbirini tamamlayan sistemlerle giderilecektir. Bu sistem sayesinde yenilenebilir enerji kaynaklarından 7/24 kesintisiz enerji üretimi yapılabilecektir.

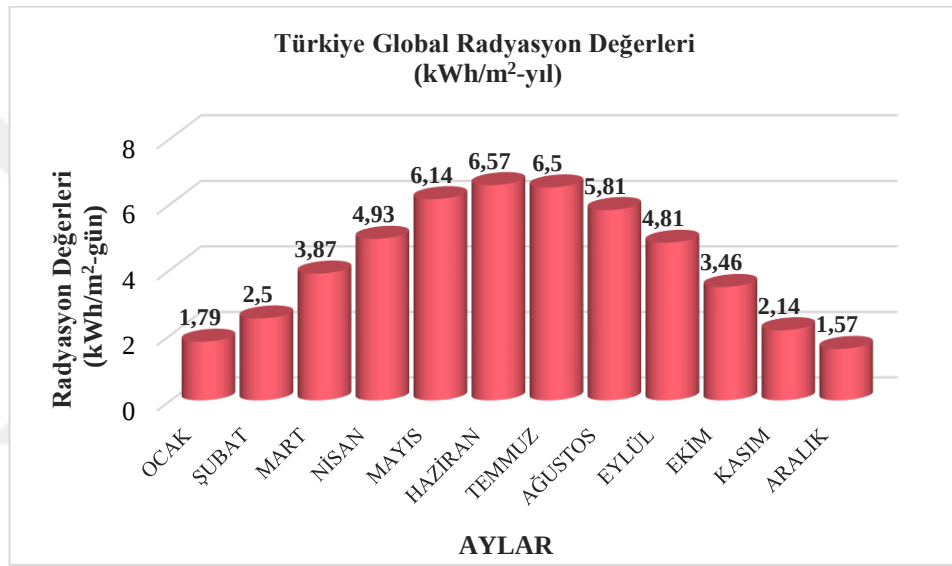
Enerji üretim modelinin kurulması için referans alınan Türkiye'nin Ulusal Enerji Planı Kaynaklara Göre Üretimin 2022 Yılı Verileri ve 2030 Yılı Tahminleri Tablo 4.13'de verilmiştir [27].

Tablo 4.13. Türkiye'nin Ulusal Enerji Planı Kaynaklara Göre Üretimin 2022 Yılı Verileri ve 2030 Yılı Tahminleri [27]

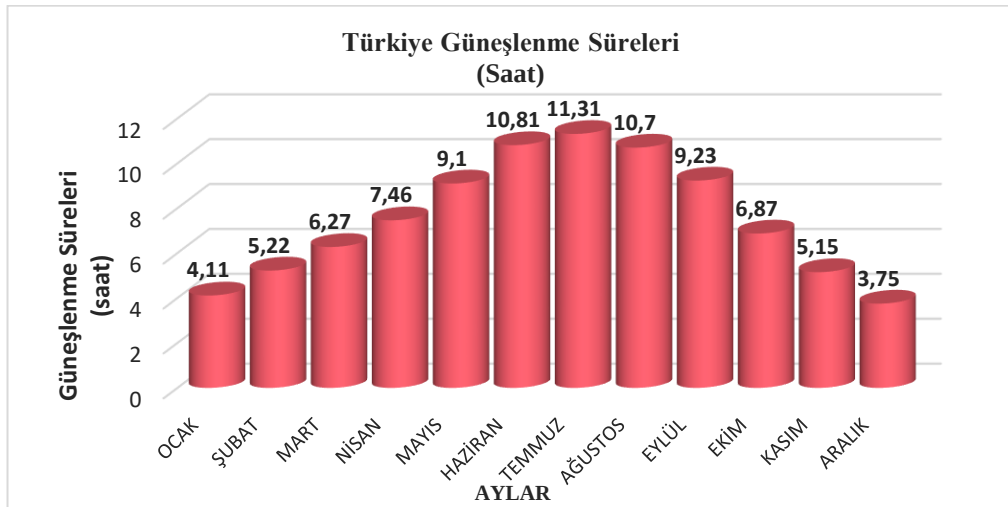
Kaynaklar	2022 Yılı	2030 Yılı	Aradaki fark (TWh)
	Verileri (TWh)	Tahminleri (TWh)	
Güneş	15,43	52,2	36,77
Rüzgâr	35,14	53,7	18,56
Hidrolik	67,19	87,9	20,71
Nükleer	0	37,2	37,2
Fosil Yakıt	186,74	201,2	14,46
Diğer	19,99	20,5	0,51
Toplam	324,49	452,7	128,21

Türkiye'nin 2030 yılı için ihtiyaç duyduğu enerji miktarı 452,7 TWh olarak belirlenmiştir. Bu çalışma kapsamında, Türkiye koşullarında güneş, rüzgâr, biyogaz enerjisini birlikte kullanarak elektrik enerjisi üreten hibrid enerji üretim sistemi tasarlanmaktadır [57].

Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hizmete sunulan GEPA, Türkiye verileri Şekil 4.16'da Türkiye'nin radyasyon değerleri, Şekil 4.17'de Türkiye'nin güneşlenme süreleri verilmiştir. Bu veriler doğrultusunda Türkiye'nin güneşlenme potansiyeli aylık ortalama 7,49 olarak hesaplanmıştır [10].



Şekil 4.16. Türkiye Toplam Güneş Radyasyon Değerleri (kWh/m² yıl) [10]



Şekil 4.17. Türkiye Güneşlenme Süreleri (Saat) [10]

2022 yılının ilk yarısında rüzgâr enerjisinden toplam 10976 MW enerji üretilmiştir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı resmi sitesinde yer alan "REPA-V1 verilerine göre, Türkiye'deki yer seviyesinden 50 metre yükseklikte ve yıllık ortalama 7,5 m/s üzeri rüzgâr hızına sahip bölgelerde, kilometrekare başına 5 MW gücünde rüzgâr santrali kurulabileceği belirlenmiştir. Bu varsayıma dayanarak, Türkiye genelinde kurulabilecek toplam rüzgâr enerjisi santrali kapasitesi 47849,44 MW olarak tespit edilmiştir.” veriler dikkate alındığında ülkemizin rüzgâr enerji kaynağından yeteri kadar faydalanılmadığı görülmektedir [8].

Biyogaz enerjisi için potansiyel olarak Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının sunmuş olduğu BEPA verilerine göre Türkiye’nin orman atıkları Tablo 4.14’de ve belediye atıkları Tablo 4.15’te biyogaz potansiyeli verilmiştir [5]. Türkiye, enerji ihtiyacını karşılamak ve çevresel sürdürülebilirliği artırmak amacıyla çeşitli yenilikçi enerji projelerine odaklanmaktadır. Bu bağlamda, Türkiye'nin her iline belediye atıklarından oluşan biyogaz tesislerinin kurulması, enerji üretiminde çevresel dostu bir yaklaşım sunmaktadır.

Belediye atıklarından biyogaz tesisi kurulması, sadece atıkları enerjiye dönüştürmekle kalmaz, aynı zamanda elektrik enerjisi ve ısı üretimine olanak tanır. Her bir ildeki bu tesisler, şehirlerin enerji ihtiyacını karşılamak ve aynı zamanda atıkların düzenli depolanmasını sağlamak adına önemli bir adım olacaktır. Atıkların çevresel etkilerini en aza indirerek, çevre kirliliği sorunlarına karşı etkili bir çözüm sunulmuş olacaktır. Özellikle hayvancılığın yaygın olduğu bölgelerde hayvansal atıklardan biyogaz tesisleri kurulması, bölgesel kalkınma ve temiz enerji üretimi açısından büyük potansiyel taşır.

Biyogaz tesisleri, sadece enerji üretmekle kalmayıp, aynı zamanda ekonomik kalkınma, çevresel sürdürülebilirlik ve temiz enerji üretimi gibi pek çok avantajı bir araya getirir. Türkiye'nin her ilinde ve hayvancılığın yoğun olduğu bölgelerde bu tür tesislerin yaygınlaştırılması, ülkenin enerji ihtiyaçlarını karşılamakla kalmaz, aynı zamanda çevresel sorunlara çözüm sunarak sürdürülebilir bir geleceğe doğru önemli bir adım atılmasını sağlar.

Tablo 4.14. BEPA, Türkiye Ekonomik Enerji Hesaplama Modülü Verileri [58]

Bölge Müdürlüğü Adı	Endüstriyel Olarak Değerlendirilmeyenler (ster/yıl)	Süceyrattan Elde Edilebilecekler (ster/yıl)	Toplam Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl)
Türkiye Geneli	3 529 319,00	385 585,00	859 898,70

Tablo 4.15. BEPA, Ekonomik Enerji Hesaplama Modülü Verileri, Belediye Atıklarından Faydalanma [58]

İl Adı	Biyometanizasyona Uygun Belediye Atıkları Miktarı (Ton/Yıl)	Yakmaya Uygun Belediye Atıkları Miktarı (Ton/Yıl)	Biyometanizasyona Uygun Belediye Atıkları Enerji Eşdeğeri (Tep/Yıl)	Yakmaya Uygun Belediye Atıkları Enerji Eşdeğeri (Tep/Yıl)
Türkiye Geneli	14 476 938,80	17 694 036,30	466 881,30	2 90 130,10

Tasarlanacak olan şebekeden bağımsız sistemde enerji akışını düzenlemek ve enerji depolamak için bir pil sistemi kullanır. Pilin şarj olabilmesi ve enerji akışını sağlayabilmesi için bir DC Evirici (Doğru Akım Evirici) gereklidir. Ayrıca, sistemin enerji yönetimini ve kontrolünü sağlamak için inverter eklenir. Bu bileşenlerin entegrasyonu, hibrid enerji sistemini daha verimli ve sürekli kılar.

4.2. Sistemin Homer Pro İle Modellenmesi

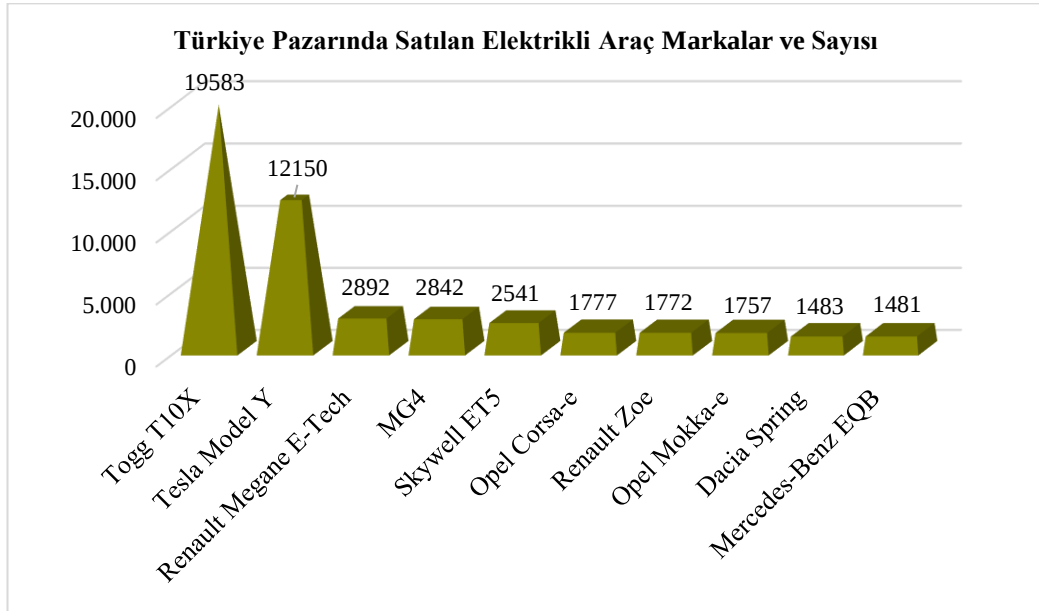
4.2.1 Homer (Hybrid Optimization of Multiple Electric Renewables) Programı

HOMER Pro, mikrogrid tasarımı, enerji sistemleri optimizasyonu ve analizi konularında uzmanların kullandığı bir yazılımdır. Bu yazılım, farklı enerji kaynaklarını ve bileşenleri içeren karmaşık enerji sistemlerinin tasarımını gerçekleştirebilir. Rüzgar türbinleri, güneş panelleri, dizel jeneratörler, hidroelektrik sistemler, aküler ve diğer enerji depolama çözümleri gibi çeşitli bileşenleri entegre ederek, kullanıcılara en uygun enerji konfigürasyonlarını belirleme imkanı sağlar. Senaryo analizi ve optimizasyon araçlarıyla, maliyet etkin ve verimli enerji sistemlerinin oluşturulmasına yönelik çeşitli seçenekler sunar [59].

HOMER Pro aynı zamanda enerji depolama sistemlerinin, analitik ve raporlama araçlarının yanı sıra sürdürülebilirlik değerlendirmeleri yapma kapasitesine de sahiptir. Kullanıcılar, enerji projelerinin performansını izlemek ve raporlamak için kapsamlı analitik özelliklerden yararlanabilirler. Bu özellikler, çeşitli sektörlerdeki uzmanlar için, özellikle uzak bölgelerde enerji erişimi, mikrogridler, enerji planlaması ve sürdürülebilirlik projeleri gibi alanlarda projeler yürütenler için önemli bir araç haline getirir. HOMER Pro, karmaşık enerji sistemleri üzerinde çalışmak isteyen mühendisler, planlamacılar ve enerji uzmanları için güçlü bir araçtır [59].

4.2.2. Sistem İhtiyacının Belirlenmesi

Yapılan değerlendirmelere göre, 2023 yılında Türkiye otomobil pazarında en fazla satışa ulaşan elektrikli otomobil modeli, toplamda 19583 adetlik satışla Türkiye'nin yerli üretimi olan "TOGG T10X" oldu. İkinci sıradaki yerli elektrikli otomobil ise 12150 teslimatla "TESLA Model Y" oldu. Türkiye'nin kendi markası TOGG, elektrikli otomobil pazarındaki varlığını sürdürerek hem yerli üretim hem de elektrikli araç teknolojilerine olan katkısıyla dikkat çekiyor [60]. Türkiye pazarında en çok satan elektrikli araba modelleri ve satış sayıları Şekil 4.18 'de verilmiştir.



Şekil 4.18. Türkiye Otomotiv Pazarındaki Markalar [60]

Bu çalışmada, Tablo 4.16 ‘da verildiği gibi Türkiye pazarında öncü konumda bulunan elektrikli araç modelleri seçilmiş ve bu araçların batarya kapasiteleri temel alınarak hesaplamalar yapılmıştır.

Tablo 4.16. Seçilen Elektrikli Araç Modelleri Ve Batarya Kapasiteleri [61, 62]

Elektrikli Otomobil Modelleri		Batarya Kapasiteleri (kWh)
TOGG	V1RWD	52,5 kWh
T10X	V2RWD	88,5 kWh
TESLA	Model S	85 kWh
	Model Y	75 kWh

Planlanan hibrit güç sistemi, seçilen bölgede elektrikli araçları şarj edecek şekilde tasarlanmıştır. Toplamda 301 kWh batarya kapasitesine sahip 4 elektrikli araç modeli, sistem tasarımında bu araç modellerinden saatte 2’şer tane şarj edilmesi öngörüsüyle ihtiyaç planlaması yapılmıştır. Bu durumda, saatte 8 aracın şarj edilmesi yani 1 saatte 602 kWh enerji ihtiyacının karşılanması hedeflenmektedir.

Sistemin kurulu gücü yıllık olarak aşağıdaki gibi hesaplanır:

İstasyonun günlük enerji ihtiyacı denklem (4.1)’de verilmiştir:

$$602kW \times \frac{7saat}{gün} = 4214kWh \quad (4.1)$$

İstasyonun aylık enerji ihtiyacı denklem (4.2)’de verilmiştir:

$$602kW \times 7 \frac{saat}{gün} \times 30 gün = 126420kWh \quad (4.2)$$

İstasyonun yıllık enerji ihtiyacı denklem (4.3)’te verilmiştir:

$$602kW \times \frac{7saat}{gün} \times \frac{365gün}{yıl} = 1\,538\,110kWh/yıl \quad (4.3)$$

Tablo 4.17 ‘de, yukarıda verilen bilgiler, sistemin günlük-aylık-yıllık enerji ihtiyacı tablo olarak verilmiştir. Sistemin günde 56, yılda 20440 aracı yenilenebilir enerji sistemleriyle şarj etmesi planlanmaktadır.

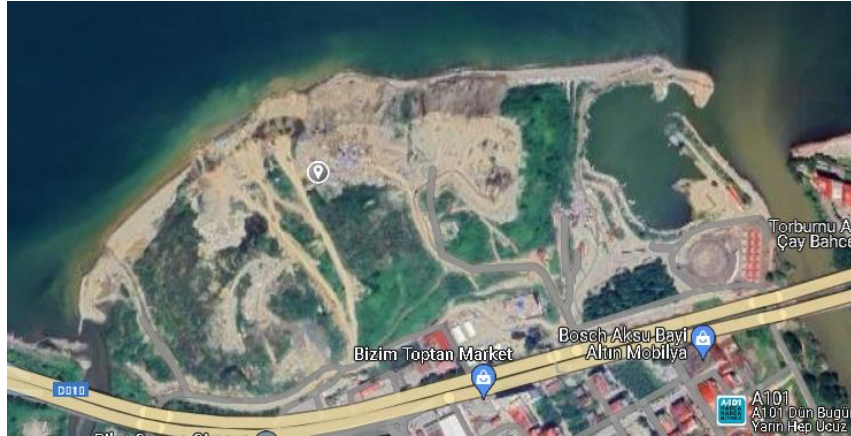
Tablo 4.17. Sistemin Günlük, Aylık Ve Yıllık Enerji İhtiyacı

Günlük (7 Saat)	Aylık (30 gün) (210 Saat)	Yıllık (365 gün) (2555saat)
4 214 kWh	126 420 kWh	1 538 110 kWh
56 Araç	1.680 Araç	20 440 Araç

4.2.3. Sistem İçin Alan Seçimi

Seçilen bölge, Giresun ilinde yer alan eski çöp toplama sahasının bulunduğu Aksu Deresi'nin denize döküldüğü bölgedir ve toplamda 33 bin m²'lik bir alana sahiptir. Bu alan, şu anda millet bahçesi projesi için planlanmakta olup, geçmişte çöp biriktirme sahası olarak kullanılmıştır. Alanın uydu görüntüsü Şekil 4.20 'de verilmiştir.

Bölgenin tercih edilme sebepleri arasında, biyokütle enerjisi üretimine elverişli olan çöp atıklarının bu bölgede kolaylıkla ulaşılabilir olması yer almaktadır. Ayrıca, bu konumda güneş ve rüzgâr enerjisi gibi önemli yenilenebilir enerji kaynaklarının mevcut olması, enerji üretimi için çok avantajlıdır. Bu üç önemli yenilenebilir enerji kaynağının bir arada bulunduğu uygun bir konumun tespit edilmesi genellikle zordur, ancak seçilen bölge bu açıdan oldukça avantajlıdır.



Şekil 4.19. Proje İçin Seçilen Bölgenin Uydu Görüntüsü [63]

Aynı zamanda, bölgenin otoban kenarında bulunması, şarj istasyonunun kullanıcılar için ulaşımını kolaylaştırabilir. Otoban kenarı konumu, elektrikli araç sahiplerinin

şarj ihtiyaçlarını karşılamak adına şarj istasyonuna erişimini artırabilir. Bu da bölgenin tercih edilmesinde önemli bir faktördür, çünkü ulaşım kolaylığı, şarj istasyonlarının kullanımını ve erişimini artırarak sürdürülebilir enerji kullanımını teşvik edebilir. Şekil 4.20’de Homer uygulamasından seçilen bölgenin konumu verilmiştir.

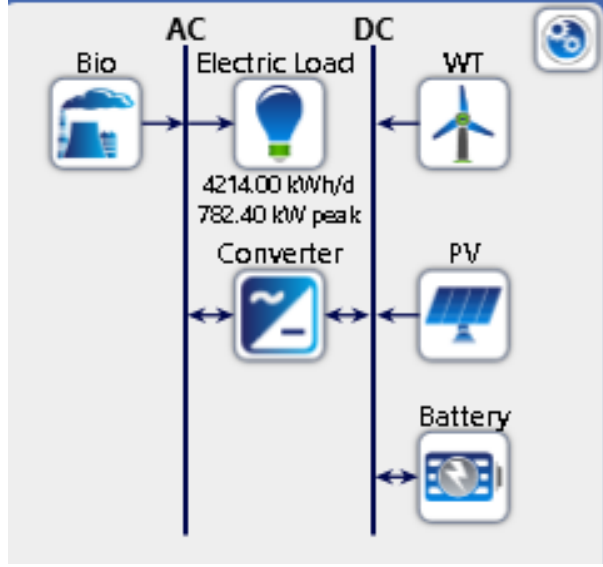


Şekil 4.20.Proje İçin Seçilen Bölgenin Homer Programında Görünümü

4.2.4. Sistemin Tasarımı

Güneş, biyogaz ve rüzgâr gibi önemli yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak bu hedefe ulaşmayı amaçlanmaktadır. Biyogaz jeneratörü doğada AC tipi gerilim üretirken, rüzgâr türbini ve PV paneller DC tipindedir. Bu konfigürasyon, çift yönlü dönüştürücüler aracılığıyla alternatif akım tipi yükleri DC'ye dönüştürerek aküleri şarj etmeyi ve akülerdeki yükü tekrar AC akıma çevirmeyi sağlar. Şebekeden bağımsız sistemin Homer Pro ile tasarlanan modeli Şekil 4.21’de verilmektedir.

Şebekeden bağımsız sistemde, enerji üretimini çeşitlendirmek amacıyla fotovoltaiik paneller, rüzgâr türbini ve biyogaz jeneratörü, enerji depolama için derin aküler kurulumu gerçekleştirilmiştir. Bu sistem, farklı enerji kaynaklarından elde edilen elektrik enerjisini depolayarak kullanıcıya sürekli ve güvenilir bir enerji kaynağı sağlamayı hedeflemektedir. Özellikle derin akü kullanımı, enerji depolama kapasitesini artırarak sistem performansını optimize etmeyi amaçlamaktadır. Şekilde elektrik yükü olarak belirtilen kısım istasyonun günlük ihtiyacını temsil etmekte olup bu değer 4214 kW, pik değeri 782,4 kW olarak alınmıştır.



Şekil 4.21.Sistemin Homer İle Modellenmesi

Tablo 4.18, 4.19, 4.20, 4.21'de, sistemde önerilen ve yapılan hesaplamalara dayalı olarak seçilen güneş paneli, rüzgâr türbini ve biyogaz jeneratörü hakkında teknik bilgiler sunulmuştur.

Tablo 4.18. Sistemde Kullanılan Panelin Teknik Özelliği [64]

Generic Flat Pv 450 W		
Panel: Standart Düz Plaka		
Güneş Paneli Teknik Özellikler:	Çıkış Gücü (W)	450 W
	Maksimum güç noktası voltajı Vmp (V)	42,83
	Maksimum güç noktası akımı Imp (A)	10,62
	Açık devre voltajı Voc (V)	49,66
	Kısa devre akımı Isc (A)	11,2
	Modül Boyutları (Mm)	2109*1052*42
	Modül Ağırlığı (Kg)	25

Tablo 4.19. Sistemde Kullanılan Rüzgâr Türbinin Teknik Özelliği [65]

	Generic 1kW Rüzgâr Türbini Özellikleri:	Tür	Tip 3 Kanatlı, değişken devirli rotor
		Yarı Çap	140 cm
		Üretime Başlama Rüzgâr Hızı	3,0 m/s
		Optimum Çıkış Gücü	1000W (12m/s)
		Çıkış Gerilimi	12VDC ve 24VDC (36VDC ve 48VDC opsiyoneldir)

Tablo 4.20. Sistemde Kullanılan Gaz Jeneratörünün Teknik Özellikleri [66]

	Generic Genset Generator 500 kW Teknik Özellikleri:	Modeli	500GF-N
		Anma gücü	500kW
		Nominal Gerilim	400V
		Orantılı frekans	50HZ
		Nominal Hız	1500 dev/dak
		Güç faktörü	0,8
		Ağırlık	1849kg
		Boyut	1748*1243*1500mm

Derin döngülü aküler, enerji depolama sistemlerinde uzun süreli kullanım ve derin deşarj gerektiren uygulamalar için tasarlanmış özel bir akü türüdür. Bu aküler, düşük akım, uzun süreli deşarj ve tekrarlı şarj/deşarj döngülerine dayanacak şekilde optimize edilmiştir. Derin deşarj kapasitesi, bu akülerin enerjiiyi daha derin bir

şekilde deşarj etme ve uzun süre depolama yeteneği sunmasını sağlar. Ayrıca, derin döngülü akülerin döngü ömrü genellikle daha yüksektir, bu da belirli bir yüzde oranında deşarj ve şarj döngüsünü kaç kez tamamlayabileceği anlamına gelir [67] .

Derin döngülü aküler, yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjiyi depolamak ve elektrikli araçlar için şarj istasyonlarında kullanmak için uygundur. Bu tip aküler, güneş panelleri veya rüzgâr türbinleri gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjiyi depolamak için kullanılabilir. Elektrikli araçların şarj istasyonlarında bu aküler, enerji talebinin düzenlenmesi, enerji depolanması ve talep zirvelerine karşı güç sağlanması gibi işlevlerde kullanılabilir [67].

Kapasite çeşitliliği, farklı enerji ihtiyaçlarına göre seçim yapmayı sağlar. Derin döngülü aküler genellikle bakım gerektirmez veya bakımı minimaldir, özellikle kapalı tip VRLA (Valve Regulated Lead Acid) aküler, kullanıcılara pratik ve kullanımı kolay bir enerji depolama çözümü sunar. Farklı türleri arasında flooded (dökme asit), AGM (Absorbent Glass Mat) ve jel tipi derin döngülü aküler bulunmaktadır ve bu çeşitlilik kullanıcıların özel ihtiyaçlarına uygun seçimler yapmalarına olanak tanır [67].

Tablo 4.21. Sistemde Kullanılan Akünün Teknik Özellikleri [68]

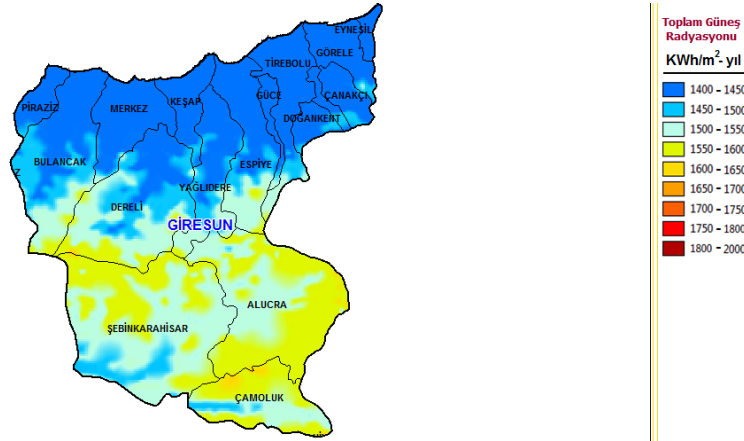
	Ağırlık	30,5 Kg
	Nominal Voltaj	12 V
	Nominal Akım	100AH
	Ebat	330x175x216mm

4.2.5. Sistemde Kullanılan Kaynaklar

Seçilen bölgenin günlük güneşlenme süresi ve rüzgâr hızı, Homer programında kullanılan NASA verilerine dayanarak belirlenmiştir. Giresun'da faaliyet gösteren Biotrend Enerji, çöp gazından enerji üretimi gerçekleştirmektedir [69] ve mevcut

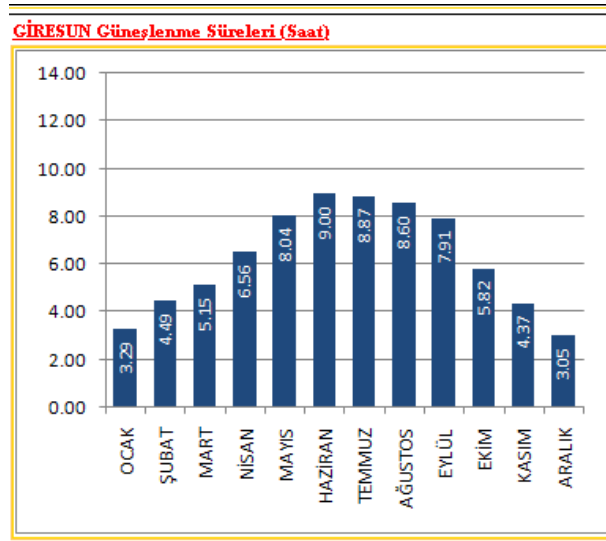
olarak günlük 98 ton atık kullanılmaktadır. 2030 yılında artan nüfus ve teknolojik gelişmeler göz önüne alınarak, bu miktar ek olarak 98 ton olarak belirlenmiştir.

Şekil 4.22’de Giresun ilinin global güneş radyasyon değerleri ve ilçelere göre güneş enerjisi potansiyeli sunulmuştur. Haritaya göre, güneş enerjisi potansiyeli en yüksek olan ilçeler Alucra, Şebinkarahisar ve Çamoluk'tur [70].



Şekil 4.22. Giresun İli GEPA Verileri [70]

Giresun ilinde güneşlenme süresi Şekil 4.23’te görüldüğü üzere aylara göre değişmektedir. Haziran ayı, ortalama 9 saatlik güneşlenme süresiyle en yüksek değere sahiptir. Diğer yandan, Aralık ayı, ortalama 3,05 saatlik güneşlenme süresiyle en düşük değere sahip aydır [70].



Şekil 4.23. Giresun İli Güneşlenme Süreleri [70]

Sistemde kullanılan kaynak değerleri ve formüller aşağıda verilmiştir. Şekil 4.24'te güneş radyasyon değerleri, Şekil 4.25'de rüzgâr hızı değerleri ve Şekil 4.26'da öngörülen çöp atığı miktarı sunulmaktadır.

HOMER Pro programı, 2007 yılı NASA verilerini kullanarak, belirli bir bölge için yıllık ortalama güneş radyasyonunu 3,83 kWh/m²/gün olarak belirlemektedir.

PV dizisinin ürettiği enerjiyi hesaplamak için (4.4)'de verilen denklem kullanılır.

$$P_{PV} = f_{PV} \times Y_{PV} \times (I_T / I_S) \quad (4.4)$$

Denklemde:

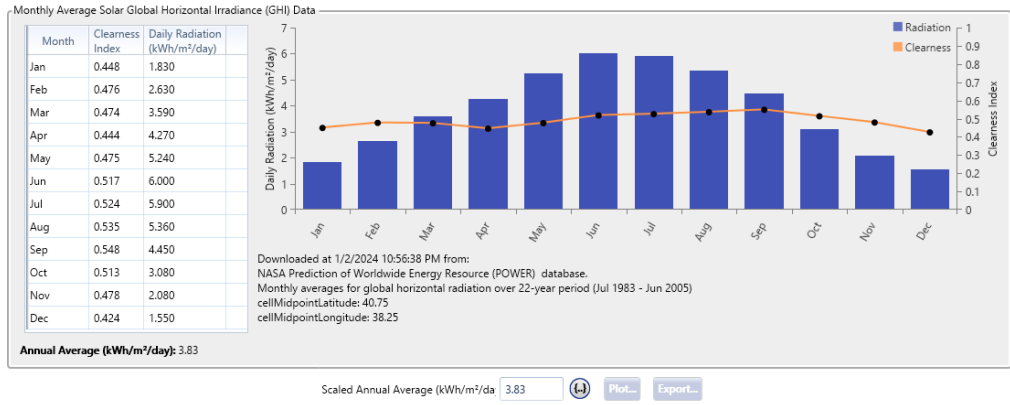
P_{PV} = üretilen güç

f_{PV} = azaltma oranı

Y_{PV} = toplam kapasite

I_T = güneş ışınımı

$I_S = 1 \text{ kW/m}^2$



Şekil 4.24. Seçilen Bölgenin Homer Programındaki NASA Verileri - Güneş Radyasyonu Verileri

HOMER programı, 2007 yılı NASA verilerine dayanarak belirlenen bir bölge için 10 metre yükseklikteki anemometre kullanarak yıllık ortalama rüzgâr hızını 3,43 m/s olarak hesaplamaktadır.

Betz'e göre teorik olarak rüzgârdan elde edilebilecek maksimum güç, (4.5)'deki formülle verilir [18]:

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times V^3 \times \pi \times r^2 \times C_{P,Betz} \quad (4.5)$$

Bu denklemde:

P = Rüzgârın gücü [W]

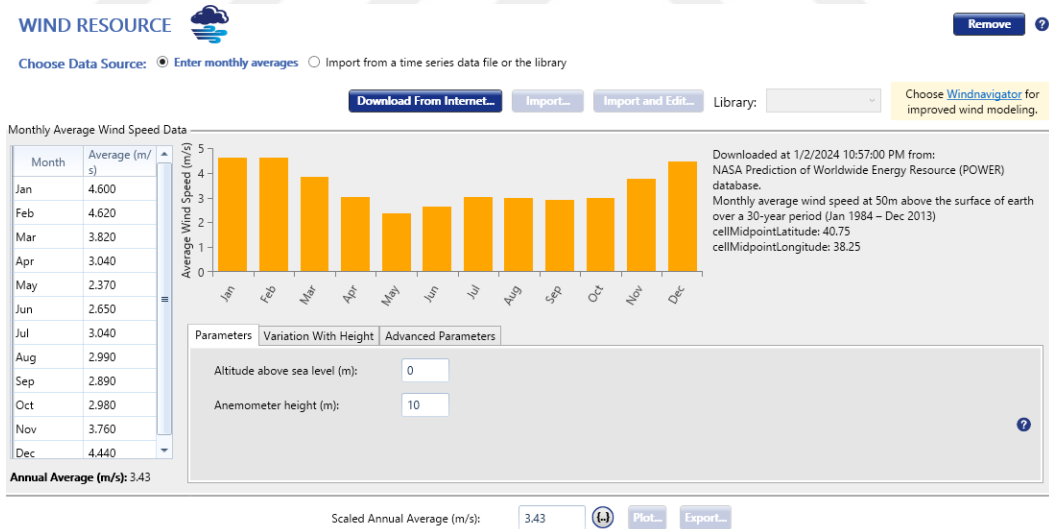
ρ = Havanın yoğunluğu = 1,225 [kg/m³]

V = rüzgar hızı [m/s]

r = rotor yarıçapı [m]'dir.

Bu formül rüzgar türbinleri için uyarlanırsa, bir rüzgar türbininin gücü aşağıdaki formülle verilir. C_p pratikte $C_{p,Betz}$ „den küçüktür. C_p güç katsayısı olarak da adlandırılır ve bu denklem (4.6)'da verilmiştir.

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times V^3 \times \pi \times r^2 \times C_p \quad (4.6)$$



Şekil 4.25. Seçilen Bölgenin Homer Programındaki NASA Verileri - Rüzgâr Hızı Verileri

Giresun iline bağlı Görele İlçesi, Çavuşlu Beldesi'nde faaliyete geçen Çavuşlu Katı Atık Bertaraf Tesisi bulunmaktadır. Tesis, günlük 98 ton kapasiteye sahiptir [69]. Giresun'un sahil bandındaki diğer yerleşim yerlerinden gelen atık miktarlarındaki

öngörülen artış göz önüne alınarak, 2030 yılında bu miktarın yanı sıra günlük 98 ton çöp atığı eklenmiştir.

Denklem (4.7)'de, çöp gazından biyogaz elde etme sürecinin matematiksel formülü sunulmuştur. Bu formül, çöp gazının biyogaza dönüştürülme işlemine dair temel matematiksel ifadeleri içermektedir.



Şekil 4.26.Homer Programına Girilen Atık Miktarı

Çöp Gazı Hesabı:

$$HKG = (1/8760) \times (1/860) \times \eta_{EÜV} \times BTK_{ÇÖPGAZI} \times EDP \quad (4.7)$$

HKG = Hesaplanan BES Kurulu Gücü (kWe)

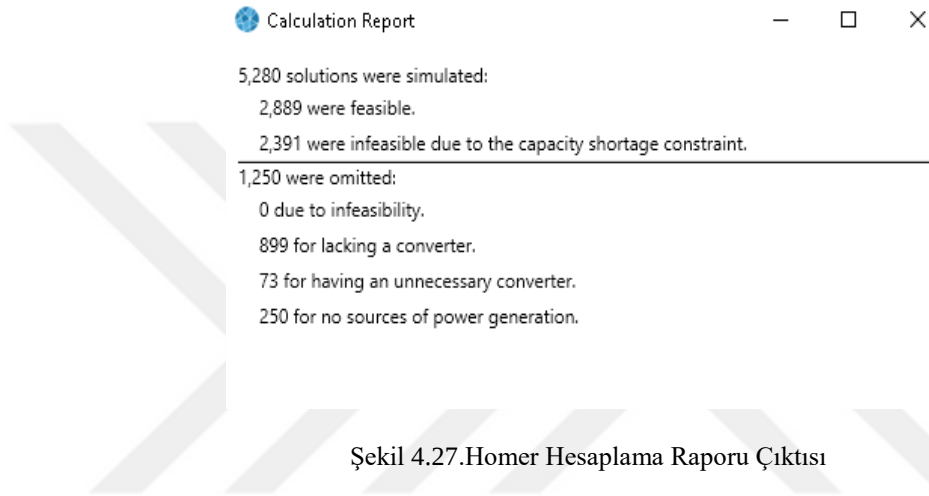
EDP = Birim belediye atığının enerjiye dönüşüm potansiyeli (kcal/ton)

$BTK_{ÇÖPGAZI}$ = Çöpgazı Üretimi Amacıyla Bertaraf Edilecek Belediye Atığı Miktarı (Ton/Yıl)

$\eta_{EÜV}$ = Elektrik üretim verimi (%35)

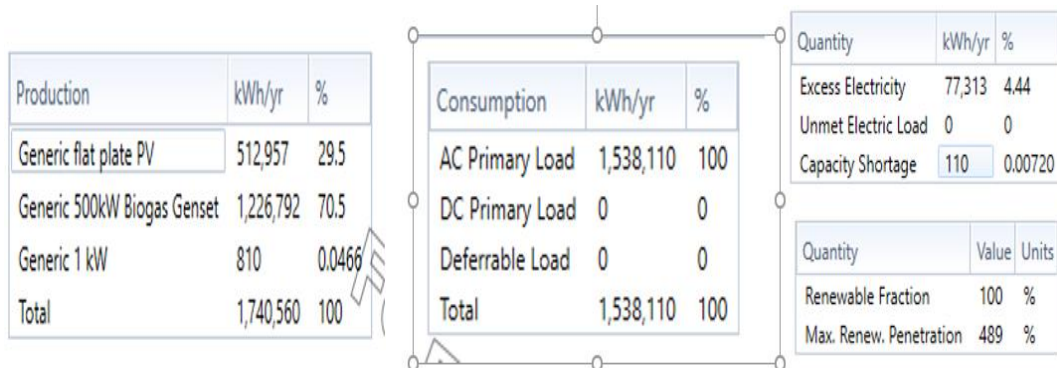
4.2.6. Sistem Çıktısı

HOMER Pro programı, tasarlanan sistem için yapılan hesaplama raporuna göre (Şekil 4.27) toplamda 5280 farklı çözüm simüle edilmiştir. Bu çözümlerden 2.889'u uygulanabilir durumda iken, kalan 2391 çözüm kapasite yetersizliği nedeniyle uygulanamaz durumdadır. Sistemin önerdiği en uygulanabilir özellikteki model kullanılmıştır. Sistem tarafından önerilen en uygulanabilir model seçilmiş ve sonuçları incelenmiştir.



Şekil 4.27.Homer Hesaplama Raporu Çıktısı

Programın en uygulanabilir sistem modeline göre, yılda üretilmesi hedeflenen 1538110 kWh elektriğin %70,5'i çöp gazı, %29,5'i güneş panelleri ve %0,0466'sı rüzgâr türbinleri tarafından sağlanacaktır. Bu plan, enerji üretimini çeşitlendirmeyi ve sürdürülebilir kaynaklardan yararlanmayı amaçlamaktadır. Şekil 4.28'de sistemin çıktı raporu verilmiştir.



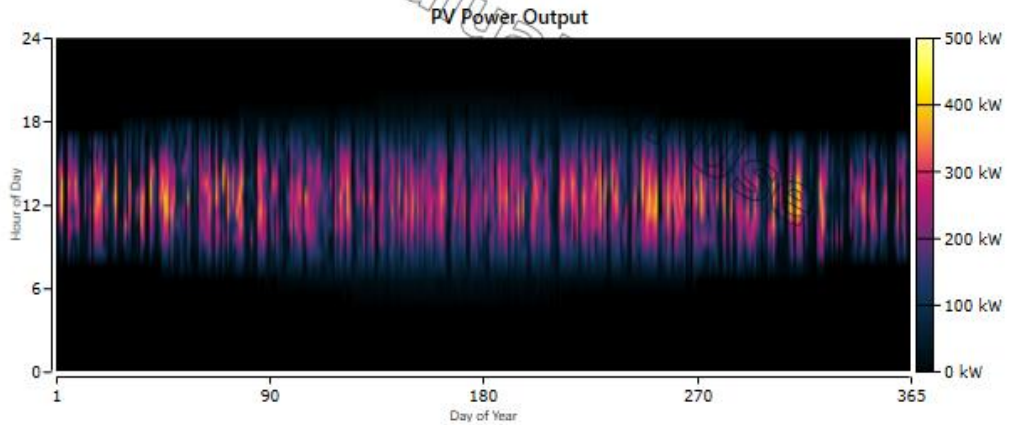
Şekil 4.28.Sistemin Üretim- Tüketim Çıktısı

Sistemin güneş paneli için sunmuş olduğu çıktı raporun Şekil 4.29’da, panelin yıllık çalışma aralığı Şekil 4.30’da verilmiştir. Güneş paneli çıkış verileri şöyledir:

- Yılda 4384 saat boyunca çalışmaktadır.
- Yılda toplamda 512 927 kWh enerji üretmektedir.
- Panelin kapasitesi 400 kW olarak belirlenmiştir.

Quantity	Value	Units	Quantity	Value	Units
Rated Capacity	400	kW	Minimum Output	0	kW
Mean Output	58.6	kW	Maximum Output	419	kW
Mean Output	1,405	kWh/d	PV Penetration	33.3	%
Capacity Factor	14.6	%	Hours of Operation	4,384	hrs/yr
Total Production	512,957	kWh/yr	Levelized Cost	0.159	\$/kWh
			Clipped production	0	kWh

Şekil 4.29. Sistemin Güneş Paneli Çıktısı



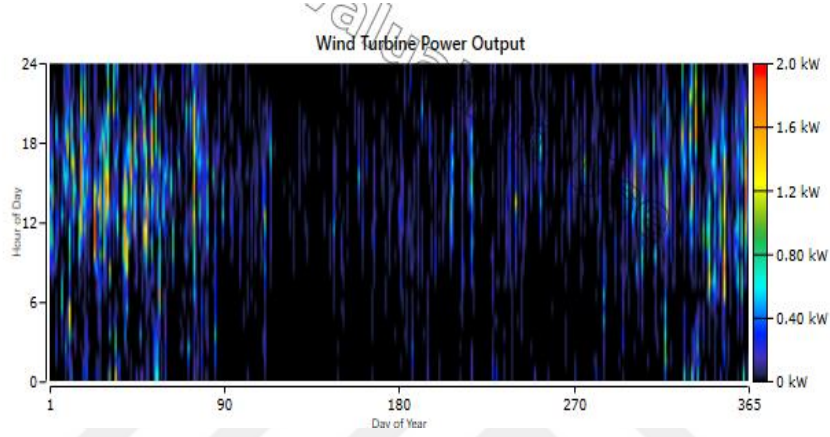
Şekil 4.30. Sistemin Fotovoltaik (PV) Güç Çıktısı Değerlerini Yıllık Ve Saatlik Üretim Verileri

Sistemin rüzgâr türbini için sunmuş olduğu çıktı raporun Şekil 4.32’de, türbinin yıllık çalışma aralığı Şekil 4.31’de verilmiştir. Rüzgâr türbini verileri şöyledir:

- Yılda 5.173 saat boyunca çalışmıştır.
- Toplam kapasitesi 2 kW olarak belirlenmiştir.
- Yılda toplamda 810 kWh enerji üretmiştir.

Quantity	Value	Units	Quantity	Value	Units
Total Rated Capacity	2.00	kW	Minimum Output	0	kW
Mean Output	0.0925	kW	Maximum Output	1.96	kW
Capacity Factor	4.63	%	Wind Penetration	0.0527	%
Total Production	810	kWh/yr	Hours of Operation	5,173	hrs/yr
			Levelized Cost	1.70	\$/kWh

Şekil 4.31. Sistemin Rüzgâr Türbini Çıktısı



Şekil 4.32. Sistemin Rüzgâr Türbini Güç Çıkışı Değerlerini Yıllık Ve Saatlik Üretim Verileri

Sistemin biyogaz jeneratörü için sunmuş olduğu çıktı raporun Şekil 4.33’de, jeneratörün yıllık çalışma aralığı Şekil 4.34’de verilmiştir. Biyogaz jeneratörü verileri şöyledir:

- Yılda 3501 saat boyunca aktif olarak çalışmıştır.
- Sistemin önemli bir kısmını karşılayarak, toplamda yılda 1 226 792 kWh elektrik üretmiştir.

Quantity	Value	Units	Quantity	Value	Units	Quantity	Value	Units
Hours of Operation	3,501	hrs/yr	Electrical Production	1,226,792	kWh/yr	Fuel Consumption	3,755	tons/yr
Number of Starts	1,009	starts/yr	Mean Electrical Output	350	kW	Specific Fuel Consumption	2.14	kg/kWh
Operational Life	5.71	yr	Minimum Electrical Output	250	kW	Fuel Energy Input	4,015,970	kWh/yr
Capacity Factor	28.0	%	Maximum Electrical Output	500	kW	Mean Electrical Efficiency	30.5	%
Fixed Generation Cost	61.3	\$/hr						
Marginal Generation Cost	0	\$/kWh						

Şekil 4.33. Sistemin Biyogaz Jeneratörü Çıktısı



Şekil 4.34. Sistemin Biyogaz Jeneratörü Güç Çıkışı Değerlerini Yıllık Ve Saatlik Üretim Verileri

Sistemdeki aküler, 12 V gerilime sahip lead acid tipi bataryalardan oluşmaktadır. Toplamda 1219 adet bu tip batarya kullanılmıştır. Bu aküler, enerji depolama sisteminde elektrik enerjisinin depolanması ve ihtiyaç durumunda kullanılması için tasarlanmıştır. Lead acid bataryalar, geniş kullanım alanına sahip dayanıklı ve maliyet etkin bir enerji depolama çözümüdür. Sistemin aküler için sunmuş olduğu çıktı raporun Şekil 4.35’de verilmiştir.

Quantity	Value	Units
Batteries	1,219	qty.
String Size	1.00	batteries
Strings in Parallel	1,219	strings
Bus Voltage	12.0	V

Quantity	Value	Units
Autonomy	4.17	hr
Storage Wear Cost	0.419	\$/kWh
Nominal Capacity	1,220	kWh
Usable Nominal Capacity	732	kWh
Lifetime Throughput	975,200	kWh
Expected Life	2.86	yr

Quantity	Value	Units
Average Energy Cost	0	\$/kWh
Energy In	380,482	kWh/yr
Energy Out	304,476	kWh/yr
Storage Depletion	101	kWh/yr
Losses	76,107	kWh/yr
Annual Throughput	340,415	kWh/yr

Şekil 4.35. Sistemin Batarya Değerleri Çıktısı

Sistemin konverterler için sunmuş olduğu çıktı raporu ve yıllık çalışma aralığı Şekil 4.36’da verilmiştir. Kullanılan konverterlerin kapasiteleri aşağıdaki gibidir:

Doğrultucu (Rectifier) Kapasitesi:

- Kapasitesi: 359 kW
- Çalışma Süresi: 3021 saat/yıl

Çevirici (Inverter) Kapasitesi:

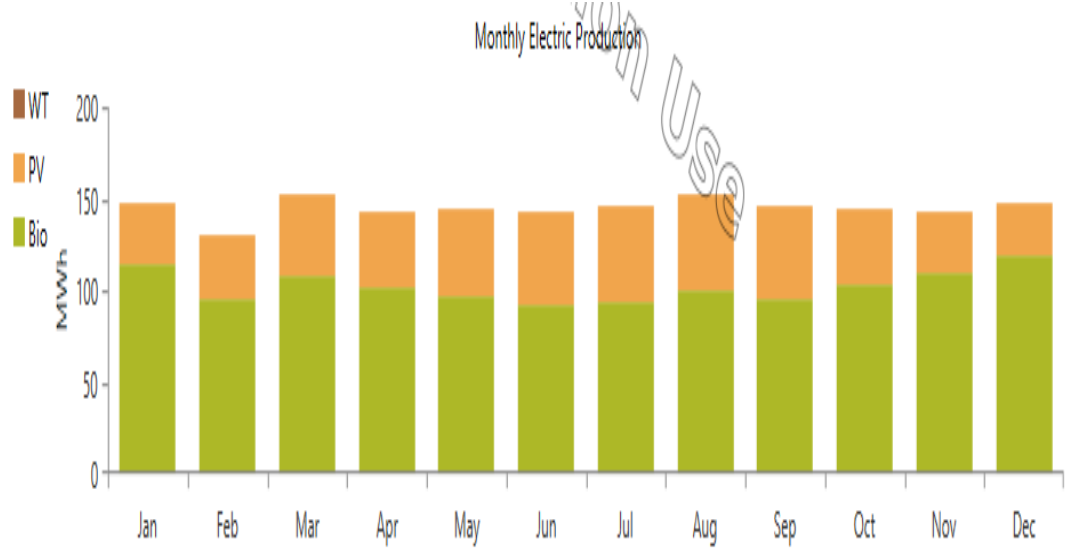
- Kapasitesi: 359 kW
- Çalışma Süresi: 5559 saat/yıl

Doğrultucu, sistemde kullanılan cihazların DC (doğru akım) tarafından alınan enerjiyi düzeltmek ve depolamak için kullanılır. Çevirici ise depolanan enerjiyi tekrar AC (alternatif akım) forma dönüştürerek kullanılabilir hale getirir. Her iki konverter de belirtilen kapasitelerde çalışarak sistemdeki enerji dönüşümünü gerçekleştirir.



Şekil 4.36. Sistemin Konverter Değerleri Çıktısı

Şebekeden bağımsız biyogaz, rüzgâr ve güneş enerjisi kaynaklarının kombinasyonu ile üretilen enerjinin kullanım dağılımını gösteren sistemin sunmuş olduğu veri Şekil 4.37’de verilmiştir. Ağırlıklı olarak biyogaz jeneratörünün kullanıldığı, rüzgâr türbinlerinin katkısının çok küçük olduğu görülmektedir.



Şekil 4.37.Tasarlanan Sistemin Aylara Göre Elektrik Üretimi

Şekil 4.38’de, sistemin emisyon değerleri çıktı raporuna göre; yıllık karbondioksit (CO₂) emisyonu 677 kg/yıl olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, yıllık karbonmonoksit (CO) emisyonu ise 7,51 kg/yıl olarak belirlenmiştir. Bu düşük emisyon değerleri, sistemin çevre dostu ve düşük karbonlu bir enerji üretim sistemini temsil ettiğini göstermektedir.

Emissions		
Quantity	Value	Units
Carbon Dioxide	677	kg/yr
Carbon Monoxide	7.51	kg/yr
Unburned Hydrocarbons	0	kg/yr
Particulate Matter	0	kg/yr
Sulfur Dioxide	0	kg/yr
Nitrogen Oxides	4.69	kg/yr

Şekil 4.38.Sistemin Emisyon Değerleri Çıktısı

Sistemin çevresel etkisini ve karbon ayak izini değerlendirmek adına önemli göstergeler olan bu değerler, sistemin sürdürülebilir ve çevre dostu bir enerji üretim sistemi olduğunu vurgulamaktadır.

Şebeke bağımsız hibrit güç sistemine bağlı olan elektrikli araç şarj istasyonu, saatte toplam 602 kW enerji sağlayarak seçilen modellerin batarya kapasitelerine sahip 8 adet aracın şarj olmasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Sistemin günde 7 saat boyunca çalıştığı varsayımıyla toplamda günlük 56 aracın şarj edilebilecek kapasitede olduğu planlanmıştır. Şarj istasyonu, DC 50 kW şarj soketlerine sahiptir ve farklı model ve markalara uygun soketler kullanılarak her türlü elektrikli araca hizmet verebilecek şekilde planlanmıştır.



BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmada ilk olarak Türkiye'nin 2030 yılındaki nüfus ve enerji projeksiyonu incelenmiş, bu iki veri doğrultusunda 2030 yılında kişi başına ihtiyaç duyulacak enerji hesaplanmıştır. Baz alınan projeksiyonlara göre 2030 yılında kişi başına tüketilen enerjinin yaklaşık 4843,6 kWh olması öngörülmektedir. 2022 yılı sonu itibariyle üretim miktarı toplam 324 517 682,2 MWh olan enerjinin, 137 770 257,22 MWh yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilmektedir. Kişi başı tüketim 2022 yılında 3360,434 kWh olduğuna göre yaklaşık 35 milyon kişinin ihtiyaç duyduğu enerji yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilmekte, geriye kalan yaklaşık 50 milyon kişi ise fosil kaynaklı enerji kullanmaktadır. 2030 yılı için üretilen enerji 452,7 TWh, üretilen enerjinin yaklaşık olarak %47'si yenilenebilir kaynaklardan, %8,2'si karbon salınımı yapmayan nükleer enerjiden, geriye kalan yaklaşık %44'lük kısmın ise fosil kaynaklardan karşılanması beklenmektedir.

Gelişen teknoloji ve büyüyen ekonomi ile elektrikli arabalar üretilmiş, petrol ve türevlerinin tüketimi azalıp, yenilenebilir enerji kaynaklı elektrikli araçların kullanımının artması hedeflenmektedir. Elektrikli araçlar, geleneksel yakıtlı araçlara göre daha temiz bir alternatif sunsa da, enerji kaynağının çevre dostu olması önemlidir. Bu çalışmada, elektrikli araçların temiz enerji kullanımını teşvik etmek amacıyla güneş, rüzgâr ve biyogaz kaynaklı enerji santrallerinin kurulması önerilmiştir. Bu öneriye paralel olarak bu araçların şarj istasyonlarının yenilenebilir enerji kaynaklarına bağlı olarak kurulması ve işletilmesi gerekmektedir. Bu adım, hem çevresel etkileri azaltacak hem de enerji bağımlılığını düşürecek bir sürdürülebilir ulaşım modeline doğru bir geçişin teşvik edilmesini amaçlamaktadır.

Türkiye'nin 2030 yılında artan enerji ihtiyacının bir kısmının elektrikli araçlardan kaynaklanacağı düşünülerek, bu enerjinin güneş, rüzgâr ve biyogaz gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması önerilmektedir. Yapılan diğer çalışmaların

bulgularıyla desteklenen bu öneri, elektrikli araçlarla birlikte kullanılan enerjinin temiz kaynaklardan elde edilmesinin, genel olarak enerji sektöründe daha sürdürülebilir ve çevre dostu bir gelecek inşa etmeye yardımcı olabileceği görüşünü yansıtmaktadır.

Ayrıca, çalışma Türkiye'nin Paris Anlaşması'na katılımını ele almakta ve önerilen temiz enerji yaklaşımının bu anlaşma kapsamındaki sıfır emisyon hedeflerine olumlu bir katkı sağlayabileceğini vurgulamaktadır. Elektrikli araçların kullanımıyla birlikte bu tür temiz enerji yakıtlarının benimsenmesi, Türkiye'nin iklim değişikliği ile mücadelede oynadığı rolü güçlendirebilecek önemli bir adım olabilir.

Türkiye'nin de içinde bulunduğu 37 ülkeden oluşan OECD ülkeleri, yenilenebilir enerji alanında önemli adımlar atmaktadır. Bu ülkeler arasında lider konumda bulunan ABD, yenilenebilir enerjiye yatırım ve teknoloji gelişimi açısından öncü bir rol oynamaktadır. Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyeli yüksektir, ancak kullanım oranı şu an için düşüktür. Yıllar içerisinde, enerji politikalarındaki değişiklikler, teşvikler ve altyapı yatırımları sayesinde Türkiye, yenilenebilir enerji sektöründe önemli bir gelişim göstermektedir. 2030 yılına doğru ise önerilen hibrid enerji sistemlerinin daha yaygın hale gelmesiyle birlikte, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kullanım oranının artması öngörülmektedir.

Türkiye'nin coğrafi konumu yenilenebilir kaynaklarının kullanıma uygundur. Güneş enerjisi için Güneydoğu Anadolu bölgesi en fazla tercih edilirken, rüzgâr enerjisi için batı sahilleri dikkat çekmektedir. Örnek verecek olursak Giresun'da faaliyet gösteren 47 santralden 45 i hidrolik santral, 1 tanesi çöp gazı santrali (biyogaz) ve 1 tanesi güneş enerjisi santralidir. Giresun'da, yapım aşamasında olan 2 MW'lık güneş enerjisi ve ön lisans alan 30 MW rüzgâr enerji santrali mevcuttur. Tamamen temiz enerji üretimi yapan Giresun'da fosil yakıtları araçlarda petrol ve türevleri olarak, konutlarda doğalgaz olarak kullanılmaktadır.

Bu bağlamda, Türkiye'nin 2030 yılındaki elektrik tüketimini temiz enerji ile karşılamak amacıyla şebekeden bağımsız rüzgâr, güneş ve biyogaz gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşan hibrit enerji sistemi önerilmiştir. Geliştirilen hibrit sistem, güneş panelleri, rüzgâr türbinleri, jeneratörler gibi elemanlarından

oluşmaktadır. Bu entegre sistem, çeşitli enerji kaynaklarını bir araya getirerek enerji verimliliğini artırmayı ve kesintisiz bir enerji kaynağı sağlamayı hedeflemektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin sürekli ve sürdürülebilir olması, çevresel etkilerin azalması ve enerji bağımsızlığının artması gibi avantajlar, tasarlanan hibrit enerji sisteminin öne çıkan özelliklerindendir. Bu sistem, güneş panelleri ile gündüzleri güneş ışığından elde edilen enerjiyi, rüzgâr türbinleri ile rüzgâr enerjisini ve biyogaz ile organik atıklardan üretilen enerjiyi birleştirerek sürekli bir enerji akışı sağlamayı amaçlamaktadır.

Bu çalışma kapsamında Giresun ilinin Karadeniz sahil yolu kenarına, şebekeden bağımsız, güneş, rüzgâr ve biyogaz enerji kaynaklarını içeren hibrit enerji sistemi HOMER PRO programı ile tasarımı gerçekleştirilmiştir. Sistemin kuruluş amacı elektrikli araçların pazarda yerini almasıyla oluşacak şarj istasyonlarının enerji ihtiyaçlarını temiz enerjiden karşılamaya yöneliktir. Türkiye elektrikli araç pazarında en çok tercih edilen iki model referans alınıp enerji ihtiyacı hesaplanmıştır. Bu kapsamda tasarlanan sistem günde toplam 7 saat hizmet verecek şekilde ortalama 56 aracın şarj olmasını sağlayacaktır. Tasarımın yapıldığı programda en uygulanabilir olarak gösterilen modelde, sistemin 1 538 110 kWh/yıl enerji ihtiyacının %70,5'i çöp gazından üretilen biyogazdan, %29,52'i güneş panellerinden, %0,0466'sı rüzgâr türbinlerinden karşılanmaktadır.

Sonuç raporlarından elde edilen verilere göre, bölgedeki rüzgâr enerjisi potansiyeli oldukça düşüktür. Yapılan analizler, rüzgâr enerjisi elde etmek amacıyla yapılacak yatırımın ekonomik ve verimlilik açısından etkili olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu nedenle, önerilen çözüm, bölgedeki enerji ihtiyacını sadece güneş ve biyogaz enerjisinden elde etmek üzerine odaklanmaktadır. Rüzgâr türbini sayısının arttırılmasıyla rüzgâr enerjisinin katkısı artabilir. Ayrıca, sistemdeki rüzgâr türbinlerinin sembolik kullanımı, yenilenebilir enerjiyi vurgulamak amacıyla düşük miktarda da olsa tercih edilebilir.

Modelin başka coğrafyalara uyarlanabilirliği açısından, çöp miktarlarının farklı olduğu senaryolar ve daha yüksek güçteki fotovoltaik (PV) paneller kullanılarak yeni tasarımlar oluşturulabilir. Bu, enerji sistemini çeşitlendirmek ve farklı iklim

koşullarına uyum sağlamak adına önemli bir strateji olabilir. Bu şekilde, farklı coğrafi bölgelerde uygulanabilir, etkili ve sürdürülebilir enerji çözümleriyle çeşitli senaryolar tasarlanabilir.

Türkiye'nin gelecekteki enerji ihtiyacının karşılamak için önerilen bu hibrit enerji sistemi, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Aynı zamanda, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, yerli ve temiz enerji kullanımının artırılması yoluyla çevresel sürdürülebilirlik konusunda önemli bir adım olarak öne çıkmaktadır.



KAYNAKLAR

- [1] Karaca, B., Pvsyst Ve Matlab/Simulink Programları İle Tasarlanan Bir Fotovoltaik Sistemin Simülasyon Sonuçlarının Karşılaştırılması, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji Sistemleri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2023.
- [2] Dinçer, F., Çevresel Faktörlerin Güneş Paneline Etkisinin Matlab/Simulink Programında Modellenmesi Ve Simülasyonu, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2011.
- [3] Ağıraltıoğlu, S., Ağıraltıoğlu, N., Türkiye’de Enerji Ve Politikaları, Araştırma Makalesi, Takvim-İ Vekayi Issn: 2148-0087, 2020.
- [4] Ceylan, M., Muğla Bölgesinde Mermer Endüstrisinin Elektrik Enerjisi talebini Karşılama İçin Matlab Paket Programı İle Rüzgâr Çiftliği Tasarım Çalışması, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2006.
- [5] Onüçyıldız, M., Büyükkaracıoğlu, N., & Erkmen M.E. Küçük Hidroelektrik Santrallerin Enerji Potansiyelleri Ve Çevresel Etkileri, Sosyoteknik Sosyal Ve Araştırmalar Dergisi 3(6), 2013.
- [6] <https://www.enerjiatlası.com/hes-haritasi/turkiye>, Erişim Tarihi: 01.12.2023.
- [7] Kaplan, R., Şirin, H., Yıldız, F., Enerji Üretimi İçin Rüzgâr Türbini Ve Güneş Paneli İçeren Bir Sistem Tasarımı, Sakarya Sosyal Bilimler Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, EEM Tasarımı Raporu, 2019.
- [8] <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-ruzgar>, Erişim Tarihi: 02.12.2023.
- [9] Al-Gburi, S.S.M., Matlab Simulink İle Farklı İşletme Şartlarında Pv Ve Pv/T Sistemlerinin Performans Analizi. Hitit Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2023.
- [10] <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-gunes>, Erişim Tarihi: 02.12.2023.

- [11] <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-jeotermal>, Erişim Tarihi: 02.12.2023.
- [12] Ceyhan, Ö., Evsel Ve Yemekhane Atıklarından Biyogaz Üretimine İşletim Koşulların Etkisinin Yapay Sinir Ağları İle İncelenmesi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2022.
- [13] <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-biyokutle>, Erişim Tarihi: 02.12.2023.
- [14] Duman Altan, A. ve Sağbaş, A., Türkiye'nin Enerji Verimliliği ve İklim Değişikliği Performansı: Mevcut Durum ve Gelecek Projeksiyonu, Verimlilik Dergisi, Yıl: 2020, Sayı: 1, T. C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Yayını, 2020.
- [15] Ökten, M., Yüzüncü Kuruluş Yılında Türkiye'nin Enerji Görünümü, Hedefleri ve Gelecek Projeksiyonu, Türk Mühendislik Araştırma ve Eğitimi Dergisi, 2(1), 52-60, 2023.
- [16] Doğan, H., Yılankırkan, N. Türkiye'nin Enerji Verimliliği Potansiyeli ve Projeksiyonu, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi, Part:C, Tasarım Ve Teknoloji GU J Sci Part:C 3(1):375-383, 2015.
- [17] <https://www.teias.gov.tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>, (4.Grafik), Erişim Tarihi:15.12.2023.
- [18] <https://www.teias.gov.tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>, (55.Grafik), Erişim Tarihi: 15.12.2023.
- [19] <https://www.teias.gov.tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>, (3.Grafik I.IV), Erişim Tarihi: 15.12.2023.
- [20] Elektrik Piyasası Düzenleme Kurumu, Elektrik Piyasası Sektör Raporu, 2023.
- [21] T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Elektrik Piyasası 2022 Yılı Piyasa Gelişim Raporu, Ankara, 2023.
- [22] Türkiye İstatistik Kurumu, Enerji Hesapları, Ekonomik Faaliyetler İle Hane Halklarının Enerji Arz Ve Kullanım İstatistikleri, 2021.

- [23] <https://www.teias.gov.tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>, (41.Grafik I.IV) , Erişim Tarihi:14.12.2023.
- [24] BP, Statistical Review of World Energy, 71st edition, 2022.
- [25] <https://data.tuik.gov.tr/Search/Search?text=n%C3%BCfus>, Cinsiyete göre nüfus, yıllık nüfus artış hızı ve nüfus yoğunluğu, 1927-2021, Nüfus, yıllık nüfus artış hızı, il, il e, belde, köy sayısı ve nüfus yoğunluğu, 2007-2022, Erişim Tarihi: 14.12.2023.
- [26] <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Nufus-Projeksiyonlari-2018-2080-30567>, Yıllara göre nüfus, 2018-2080, Erişim Tarihi: 14.12.2023.
- [27] T.C. Enerji Ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Türkiye Ulusal Enerji Planı,2022.
- [28] T.C. Ticaret Bakanlığı, Yeşil Mutakabat Eylem Planı, 2021.
- [29] Bacak, S., Külcü, R., Ekinci, K., Türkiye Ve AB  lkelerinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Politikaları Ve Hedefleri, Tarım Makinaları Bilim Dergisi, 5 (1), 9-14 , 2009.
- [30]  lk , H., Yalpr, ř., Enerji Talep Tahmini İçin Metodoloji Geliştirme: 2030 Yılı Türkiye  rneği, N H  Müh. Bilim. Derg. / NOHU J. Eng. Sci., 2021; 10(1): 188- 201, 2021.
- [31] Aslan, M.,  akan, B.G., Akkuyu Nükleer Enerji Santrali: Adana, Hatay Ve Mersin Bölgesinde Nükleer Enerji Santrali Ve Nükleer Güvenliğe Yönelik Görüşün Ekonomik Ve Toplumsal Güvenlik Bağlamında  l  lmesi, Hacettepe Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi, DOI:10.17065/Huniibf.1123 649 2023,41(2),175-203, 2023.
- [32] <https://www.ndk.gov.tr/akkuyu-nukleer-santrali>, Erişim Tarihi: 02.12.2023.
- [33] Günay, N., Hacıyakupoğlu, S., İklim Değişikliğinin Kronolojik Analizi Ve Nükleer Enerjiye Bir Bakış, Artvin  oruh Üniversitesi, Doğal Afetler Uygulama Ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler Ve  evre Dergisi, Derleme, 9(2): 365-384, Doi: 10.21324/Dacd.1205329, 2023.

- [34] Aslan, M., Çakan, B.G.H., Akkuyu Nükleer Enerji Santrali: Adana, Hatay Ve Mersin Bölgesinde Nükleer Enerji Santrali Ve Nükleer Güvenliğe Yönelik Görüşün Ekonomik Ve Toplumsal Güvenlik Bağlamında Ölçülmesi, Hacettepe Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Doi:10.17065/Huniibf.1123649, 2023, 41 (2), 175-203, 2023.
- [35] <https://www.enerjiatlas.com/nukleer/>, Erişim Tarihi: 02.12.2023.
- [36] <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-nukleer-enerji>, ErişimTarihi:02.12.2023.
- [37] Gürbüz, Ö., İklim Krizi Ve Türkiye'nin Enerji Politikaları, Toplum Ve Hekim, Cilt:25, Sayı:1, 2020.
- [38] <https://www.mfa.gov.tr/iklim-degisikligiyle-mucadelenin-onemi.tr.mfa>, Erişim Tarihi: 02.12.2023.
- [39] <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2021-49672>, Erişim Tarihi: 02.12.2023.
- [40] <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-iklim-degisikligi-ve-uluslararası-muzakereler>, Erişim Tarihi: 01.12.2023.
- [41] <https://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa>, Erişim Tarihi: 01.12.2023.
- [42] Çelenk, İ., Elektrikli Araçlarda Enerji Depolama Ve Araçtan Şebekeye Enerji Aktarım Uygulamaları, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2023.
- [43] Güvel, Ç.B., İzmir İli İçin Güneş-Rüzgâr Hibrit Enerjili Elektrikli Araç Şarj İstasyonu Tasarımı, Ege Üniversitesi, Güneş Enerjisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2018.
- [44] Gündoğdu, R., Elektrikli Araçlar İçin Güneş Enerjisi Kullanan Hızlı Şarj İstasyonu Tasarımı, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Otomotiv Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2022.
- [45] Durmuş, F.S., Kaymaz, H., Elektrikli Araç Şarj Yöntemleri, Akıllı Ulaşım Sistemleri Ve Uygulama Dergisi, Cilt:3,Sayı:2, 2020.
- [46] Baltacı, F., Elektrikli Araçlar İçin Akıllı Hibrit Şarj İstasyonu, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2021.
- [47] Nurmhammed, M., Karadağ, T., Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarının Konumlandırılması Ve Enerji Şebekesi Üzerine Etkisi Konulu Derleme Çalışması, GU J Sci Part A,8(2):218-233, 2021.

- [48] <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Motorlu-Kara-Tasitlari-Eylul-2023-49429>, Erişim Tarihi: 20.12.2023.
- [49] <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/2-13147/turkiyenin-sarj-agi-hizla-genisliyor>, Erişim Tarihi: 19.12.2023.
- [50] Vedat Akdağ, Şarj Hizmeti Mevzuatı, Enerji Dönüşüm Dairesi Başkanlığı Şarj Hizmeti Grup Başkanı, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2023.
- [51] Vedat Akdağ, Elektrikli Araçlar Şarj İstasyonları, Enerji Dönüşüm Dairesi Başkanlığı Şarj Hizmeti Grup Başkanı, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, 2023.
- [52] Kılıç, E., Elektrikli Araç Şarj İstasyonlarının Enerji Yönetimi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Eğitimi Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2022.
- [53] Aloqaily. A.R., Design Of A 50 kW Solar PV Powered Charging Station For Evs, Istanbul Aydın University Institute Of Graduate Studies, Department Of Electrical & Electronic Engineering, Electrical And Electronics Engineering Program, Master's Thesis, 2021.
- [54] Gücin, T.N., Design And Simulation Of Electric Vehicle Fast Charging Station Using Solar And Wind Power, Istanbul Technical University, Energy Institute, Energy Science And Technology, Department Energy Science And Technology Programme. M.Sc. Thesis, 2013.
- [55] Boyraz, D., Hibrid Elektrikli Araçlarda Bulanık Mantık Tabanlı Enerji Yönetimi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 2019.
- [56] Kurucu, A.A., Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Potansiyelinin Hesaplanması. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, Doi:10.1501/Sbeder_0000000133, 2017.
- [57] Engin, M., Özdamar, A., Çolak, M., Güneş-Rüzgar Hibrit Enerji Sistemi: İzmir Örneği, II. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s.257-263, İzmir, 2003.
- [58] <https://bepa.enerji.gov.tr>, Erişim Tarihi: 02.12.2023.
- [59] <https://www.homerenergy.com/products/pro/index.html>, Erişim Tarihi: 15.01.2024.
- [60] <https://www.aa.com.tr/tr/dosya-haber/turkiye-otomobil-pazarinda-voltaj-yukseldi/3045108#>, Erişim Tarihi: 10.01.2024.
- [61] <https://ces2023.togg.com.tr/tr/>, Erişim Tarihi: 16.01.2024.

- [62] https://www.tesla.com/tr_tr, Erişim Tarihi: 16.01.2024.
- [63] <https://www.google.com/maps/@40.9138897,38.4384776,15.82z?entry=ttu>, Erişim Tarihi: 15.12.2023.
- [64] <https://www.n11.com/urun/wos-enerji-450-w-monokristal-perc-144-hucreli-gunes-paneli-34923896?magaza=wosenerji#unf-info>, Erişim Tarihi: 18.01.2024.
- [65] <https://www.cimo.com.tr/index.php/urun/1-2-kw-r%C3%BCzgar-t%C3%BCrbini-set>, Erişim Tarihi: 18.01.2024.
- [66] <https://www.jichaipower.com/gas-generator/biogas-generator/500kw-man-biogas-generating-equipment.html>, Erişim Tarihi: 18.01.2024.
- [67] https://en.wikipedia.org/wiki/Deep-cycle_battery, Erişim Tarihi: 17.01.2024.
- [68] <https://www.n11.com/urun/12-volt-100-ah-deep-cycle-derin-dongu-solar-jel-aku-bakimsiz-tip-320537739-26043335#unf-info>, Erişim Tarihi: 17.01.2024.
- [69] <http://www.gorele.gov.tr/giresun-valiliginden-cop-tesisi-ile-ilgili-basin-aciklamasi>, Erişim Tarihi: 15.12.2023.
- [70] <https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/pages/28.aspx>, Erişim Tarihi: 02.12.2023.

ÖZGEÇMİŞ

Selda CEYLAN, İlk, orta ve lise eğitimini Giresun'da tamamladı. 2014 yılında Atatürk Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2014 yılında başladığı Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümünü 2019 yılında bitirdi. 2021 yılında Giresun Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.