

**T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI
MUHASEBE FİNANSMAN BİLİM DALI**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINDAN GÜNEŞ
ENERJİSİ YATIRIMLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER:
KONYA GÜNEŞ ENERJİSİ YATIRIMLARI ANALİZİ**

HÜSEYİN KANAT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Dr. Öğretim Üyesi: İBRAHİM EREM ŞAHİN

KONYA-2019



T. C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü



Öğrencinin	Adı Soyadı	HÜSEYİN KANAT
	Numarası	164227032005
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İŞLETME ANA BİLİM DALI MUHASEBE FİNANSMAN BİLİM DALI
	Programı	Tezli Yüksek Lisans <input checked="" type="checkbox"/> Doktora <input type="checkbox"/>
	Tez Danışmanı	Dr. Öğretim Üyesi: İBRAHİM EREM ŞAHİN
	Tezin Adı	YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINDAN GÜNEŞ ENERJİSİ YATIRIMLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER: KONYA GÜNEŞ ENERJİSİ YATIRIMLARI ANALİZİ

BİLİMSEL ETİK SAYFASI

Bu tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını bildiririm.

HÜSEYİN KANAT



T. C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü



Öğrencinin	Adı Soyadı	HÜSEYİN KANAT
	Numarası	164227032005
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İŞLETME ANA BİLİM DALI MUHASEBE FİNANSMAN BİLİM DALI
	Programı	Tezli Yüksek Lisans <input checked="" type="checkbox"/> Doktora <input type="checkbox"/>
	Tez Danışmanı	Dr. Öğretim Üyesi: İBRAHİM EREM ŞAHİN
	Tezin Adı	YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINDAN GÜNEŞ ENERJİSİ YATIRIMLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER: KONYA GÜNEŞ ENERJİSİ YATIRIMLARI ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL FORMU

Hüseyin Kanat tarafından hazırlanan Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisi Yatırımlarını Etkileyen Faktörler: Konya Güneş Enerjisi Yatırımları Analizi başlıklı bu çalışma .09./12./2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunarak, jürimiz tarafından yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı Soyadı Başkan
Dr. Öğr. Üyesi İbrahim Erem ŞAHİN

İmza

Ünvanı, Adı Soyadı Üye
Dr. Öğr. Üyesi Aydan Yöceler

İmza

Ünvanı, Adı Soyadı Üye
Dr. Öğr. Üyesi Ali AKGÜN

İmza

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Çalışmamın başından beri bana yol gösteren, yönlendiren ve sabırla dinleyen danışman hocam Sayın Dr. İbrahim Erem Şahin Bey'e, enerji sektörüne yönelmemde bana ilham veren Sayın Asu Ergüler Bey'e ve bu süreçte gösterdikleri anlayış ve destekleri için sevgili eşim Fulya'ya, biricik kızlarım Beren ve Almıla'ya şükranlarımla ...





T. C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü



Öğrencinin	Adı Soyadı	HÜSEYİN KANAT
	Numarası	164227032005
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İŞLETME ANA BİLİM DALI MUHASEBE FİNANSMAN BİLİM DALI
	Programı	Tezli Yüksek Lisans <input checked="" type="checkbox"/> Doktora <input type="checkbox"/>
	Tez Danışmanı	Dr. Öğretim Üyesi: İBRAHİM EREM ŞAHİN
	Tezin Adı	YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINDAN GÜNEŞ ENERJİSİ YATIRIMLARINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER: KONYA GÜNEŞ ENERJİSİ YATIRIMLARI ANALİZİ

ÖZET

Bu tezin konusu “Yenilebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisi Yatırımlarını Etkileyen Faktörler: Konya Güneş Enerjisi Yatırımları Analizi” olup, son yıllarda artış gösteren güneş enerjisi yatırımlarından en fazla payı alan Konya’nın güneş enerjisi tesislerinin finansal analizi yapılarak katkı sağlanmaya çalışılmıştır.

Ülkemizin ekonomik gelişimi, artan sanayi üretimi enerji talebini de artırmakta buna bağlı olarak da enerji arzı da alternatif kaynak kullanımları ile artırılmaya çalışılmaktadır. Bu kapsamda değişen enerji politikaları ile özel sektörün enerji yatırımlarında teşvik edilerek özellikle yenilenebilir enerji alanında yeni yatırım yapma imkanları çoğalmış ve yeni yatırımlar hızla inşa edilmeye başlanmıştır.

Tüm Dünya’da olduğu gibi fosil yakıtların alternatifi yenilenebilir ve çevreci yatırımlar Türkiye’de de hızla artış göstermektedir. Güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji, hidrolik enerjisi, biyokütle enerjisi ve hidrojen enerjisi olarak sınıflandırılan bu enerji kaynaklarında, ülkemiz yatırımlarında son yıllarda daha çok ön plana çıkan güneş enerjisi yatırımlarında önemli aşamalar kısa sürede kaydedilmiştir.

Bu çalışma kapsamında artan güneş enerjisi yatırımlarını analiz ederek bu alandaki yatırımları destekleyen değişkenler incelenerek analiz edilmiştir. Türkiye’deki Güneş enerjisi yatırımlarından en fazla payı alan il Konya olup, bu çalışmada istatistiksel modelleme ile Konya ili güneş enerjisi yatırımlarının analizi yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: Yenilenebilir enerji kaynakları, Güneş enerjisi, Proje finansmanı, Yatırım finansmanı



T. C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü



Öğrencinin	Adı Soyadı	HÜSEYİN KANAT
	Numarası	164227032005
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İŞLETME ANA BİLİM DALI MUHASEBE FİNANSMAN BİLİM DALI
	Programı	Tezli Yüksek Lisans <input checked="" type="checkbox"/> Doktora <input type="checkbox"/>
	Tez Danışmanı	Dr. Öğretim Üyesi: İBRAHİM EREM ŞAHİN
	Tezin Adı	FACTORS AFFECTING SOLAR ENERGY INVESTMENTS FROM RENEWABLE ENERGY SOURCES : KONYA SOLAR ENERGY INVESTMENTS ANALYSIS

ABSTRACT

Subject of this thesis “Factors Affecting Solar Energy Investments From Renewable Energy Sources : Konya Solar Energy Investments Analysis” and in the recent years, the financial analysis of Konya's solar power plants, which has gained the largest share of the increasing solar investments, has been tried to contribute.

Economic development of our country and the growing industrial production also increases the energy demand and accordingly, energy supply is supported by using alternative resources. Within this scope, with the changing energy policies, the private sector has been encouraged to energy investments and the new investment opportunities have been increased especially in the field of renewable energy. As a result new investments have started to accelerate rapidly.

Not only worldwide but also in Turkey the usage of renewable energy resources and environmentally friendly investments are rising rapidly as an alternative to fossil fuels. Among those renewable energy resources; solar, wind, geothermal, hydraulic, biomass and hydrogen energy, significant steps have been done especially in solar energy investments which have become more prominent in our country's investments in recent years.

Within the scope of this study, the increasing solar energy investments and the variables supporting these investments are analysed. The provinces of Konya receives the maximum share of the solar energy investment in Turkey In this study an analysis of solar energy investments in Konya with a statistical modelling is presented.

Key words: Renewable energy resources, Solar energy, Project financing, Finance of investments

İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİK SAYFASI	i
YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL FORMU	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ	ix
KISALTMALAR	xi
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

YENİLENEBİLİR ENERJİ

1.1. Yenilenebilir Enerji Kavramı.....	3
1.1.1. Yenilenebilir Enerjinin Tanımı.....	4
1.1.2. Dünya’da Yenilenebilir Enerji	5
1.1.3. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji	6
1.1.4. Yenilenebilir Enerjinin Geleceği.....	9
1.1.4.1. Enerji Depolama	9
1.1.4.2 Mikro Şebekeler ve Yapay Zekâ	10
1.1.4.3. Blockchain ve Nesnelerin İnterneti	10
1.1.4.4. Şebeke Paritesi ve Düşen Maliyetler	10
1.1.4.5. Büyük Taahhütler	11
1.1.4.6. Gelişmekte Olan Ülkelerin Enerji Erişimindeki Gelişmeleri	11
1.2. Yenilenebilir Enerji Çeşitleri	12
1.2.1. Güneş Enerjisi	12
1.2.2. Rüzgar Enerjisi	15
1.2.3. Jeotermal Enerji.....	17
1.2.4. Hidrolik Enerjisi	21
1.2.5 Biyokütle Enerjisi.....	24
1.3. Yenilenebilir Enerjiye İlişkin Yasal Düzenlemeler	26
1.3.1. Türkiye’deki Yasal Düzenlemeler.....	26

1.3.2. YEKDEM Uygulaması.....	28
1.3.3. Uluslararası Sözleşmeler ve Yükümlülükler	33
1.4. YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARI.....	35
1.4.1. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Tarihsel Gelişimi	35
1.4.2. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Bölgesel Analizi	36
1.4.3. Türkiye’de Yapılan Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Sınıflandırılması	37

İKİNCİ BÖLÜM

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINDAN GÜNEŞ ENERJİSİ YATIRIMLARI

2.1. Güneş Enerjisi Yatırımı Kavramı	39
2.1.1. Güneş Enerjisi Yatırımlarının Tarihsel Gelişimi	40
2.1.2. Bölgesel Güneş Enerjisi Yatırımları Güneş Enerjisi Potansiyel Çalışmaları	40
2.1.3. Güneş Enerjisi Yatırımlarının Finansal Analizi.....	42
2.1.3.1. Bölge Seçimi	42
2.1.3.2. Teknoloji Seçimi	48
2.1.3.3. Finansman Modeli Seçimi.....	49
2.1.3.4. Tesis Yönetimi Seçimi	49
2.2. Güneş Enerjisi Yatırım Fizibilitesi	51
2.2.1. Kurulacak Güneş Enerjisi Tesisi Nakit Akışı Hazırlanması ve Yatırım Analizi Modelleri ile Değerlendirilmesi	52
2.2.1.1. Net Bugünkü Değer Analizi.....	54
2.2.1.2. İç Karlılık Oranı Analizi	56
2.2.1.3. Geri Dönüş Süresi Analizi.....	57

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KONYA’DA YAPILMIŞ GÜNEŞ ENERJİSİ YATIRIMLARININ ANALİZİ

3.1. Analizin Metodolojisi	60
3.2. Kullanılan Yöntem.....	60
3.3. Verilerin Analizi	61
3.4. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	61

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....	69
KAYNAKÇA.....	73
EK-1. 1 MW KAPASİTELİ KONYA İLİNDE KURULACAK OLAN GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ NAKİT AKIŞ ÇALIŞMASI.....	78
EK-2. 1 MW KAPASİTELİ KONYA İLİNDE KURULACAK OLAN GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ NAKİT AKIŞ ÇALIŞMASI.....	79
EK-3 Regresyon Analizi Veri Tablosu.....	80



TABLULAR LİSTESİ

Tablo- 1 : Dünya Yenilenebilir Enerji Toplam Kurulu Güç Gelişim Tablosu	5
Tablo- 2: Dünya Yenilenebilir Kaynakların 2009-2018 Yılları Arası Değişim Tablosu.....	6
Tablo- 3: Türkiye Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kurulu Güç Gelişim Tablosu	7
Tablo- 4: Türkiye Yenilenebilir Enerji Kaynak Bazlı 2009-2018 Yılları Arası Kurulu Güç Tablosu.....	8
Tablo- 5: 2018 Yenilenebilir Kaynaklar Kurulu Güç ile 2023 Yenilenebilir Kaynaklar Kurulu Hedef Karşılaştırma Tablosu	9
Tablo- 6: Dünya Güneş Enerjisi Santralleri 2009-2018 Yılları Arası Kurulu Güç Gelişim Tablosu.....	13
Tablo- 7: Türkiye Güneş Enerjisi Santralleri 2009-2018 Yılları Kurulu Güç Gelişim Tablosu.....	13
Tablo- 8: Dünya Rüzgar Enerjisi Santralleri 2009-2018 Yılları Arası Kapasite Gelişim Tablosu.....	16
Tablo- 9: Türkiye Rüzgar Santralleri 2009-2018 Yılları Arası Kapasite Gelişim Tablosu.....	16
Tablo- 10: Dünya Jeotermal Enerji 2009-2018 Yılları Arası Kurulu Güç Tablosu .	20
Tablo- 11: Türkiye Jeotermal Enerji 2009-2018 Yılları Arası Kurulu Güç Tablosu	20
Tablo- 12: Dünya Hidroelektrik Enerji 2009-2018 Yılları Arası Kurulu Güç Tablosu	23
Tablo- 13: Türkiye Hidroelektrik Santralleri 2009-2018 Yılları Arası Kurulu Güç Tablosu.....	24
Tablo- 14: Dünya Biyokütle Enerji 2009-2018 Yılları Arası Kurulu Güç Tablosu .	25
Tablo- 15: Türkiye Biyokütle Enerji 2009-2018 Yılları Arası Kurulu Güç Tablosu	26
Tablo- 16: YEKDEM Kapsamında Kaynak Bazında Yenilenebilir Enerji Tesislerine Uygulanacak Fiyat Tablosu	29
Tablo- 17: Yenilenebilir Tesisler İçin Yerli Ekipman Aksamı Teşvik Listesi	30
Tablo- 18: YEKDEM Mekanizmasından Yararlanan Tesis Sayılarının Kaynak Bazlı 2011-2018 Yılları Arası Gelişim Tablosu	32

Tablo- 19: YEKDEM'den Yararlanan Tesislerin 2011-2018 Yılları Arası Kaynak Bazlı Güç Gelişim Tablosu.....	33
Tablo- 20: Türkiye'deki Yenilenebilir Kaynakların Yıllar İtibariyle Gelişim Tablosu	36
Tablo- 21: Türkiye Yenilenebilir Enerji Kaynakları 2014-2018 Yılları Arası Kurulu Güç Tablosu.....	37
Tablo- 22: Türkiye'de Kurulu Yenilenebilir Enerji Kaynakları 2014-2018 Yılları Arası Kurulu Güç Gelişim Tablosu	38
Tablo- 23: Türkiye'de Kurulan Güneş Enerjisi Santralleri Gelişim Tablosu	40
Tablo- 24: Türkiye Güneş Enerjisi Kurulu Gücün 2018 Yıl Sonu İtibariyle Bölgesel Dağılım Tablosu	42
Tablo- 25: GEPA Analizine Göre Türkiye Global Radyasyon Değerleri Tablosu ..	44
Tablo- 26: Türkiye Geneli Güneşlenme Süreleri (Ay/Saat)	44
Tablo- 27: PV Tipine Göre Yıllık Enerji Üretim Tahmin Tablosu (Kwh/Yıl).....	45
Tablo- 28: Konya İli Global Radyasyon Değerleri.....	46
Tablo- 29: Konya İli Aylık Güneşlenme Süre Tablosu	47
Tablo- 30: Konya İli PV Tipine Göre Üretim Tablosu (KWh/Yıl)	47
Tablo- 31: 1 Mw Kapasiteli Güneş Enerjisi Tesisi Kurulum Maliyet Tablosu	50
Tablo- 32: Enerji Üreticileri İçin Dağıtım Bedeli Tablosu	51
Tablo- 33: 1 Mw Kapasiteli Güneş Enerjisi Tesisinin Yıllık İşletme Giderleri Tablosu.....	51
Tablo- 34: Konya ili GEPA güneşlenme süreleri ile radyasyon değer tablosu	53
Tablo- 35: 1. Senaryo NAK'a Göre GÖS Hesaplama Tablosu	58
Tablo- 36: 2. Senaryo NAK'a Göre GÖS Hesaplama Tablosu	58
Tablo- 37: 1. Senaryo NAK'a göre İndirgenmiş GÖS Hesaplama Tablosu.....	59
Tablo- 38: 2. Senaryo NAK'a göre İndirgenmiş GÖS Hesaplama Tablosu.....	59
Tablo- 39: Regresyon Analizi Sonuç Tablosu	63

KISALTMALAR

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AC	: Alternatif Akım (Alternative Current)
Ar-Ge	: Araştırma ve Geliştirme
BGÖS	: Basit Geri Ödeme Süresi
BMİDÇS	: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği
CdS	: Kadmiyum Sülfür (Cadmium Sulfide)
CO ₂	: Karbondioksit
CSP	: Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi Sistemleri (Concentrated Solar Power)
DC	: Doğru Akım (Direct Current)
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EPK	: Elektrik Piyasası Kanunu
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
GEPA	: Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası
GES	: Güneş Enerjisi Santrali
GÖS	: Geri Ödeme Süresi
HES	: Hidroelektrik Santral
İGÖS	: İndirgenmiş Geri Ödeme Süresi
İKO	: İç Kârlılık Oranı
KDV	: Katma Değer Vergisi
KP	: Kyoto Protokolü
KWh	: Kilo Watt-Saat
LÜY	: Lisanssız Elektrik Üretimi Yönetmeliği
LY	: Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği
MW	: Mega Watt
NBD	: Net Bugünkü Değer
PV	: Fotovoltaik (Photovoltaics)
PVGİS	: Fotovoltaik Coğrafi Bilgi Sistemi
RES	: Rüzgâr Enerjisi Santrali
TCMB	: Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
W	: Watt
YEGM	: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
YEKDEM	: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması
YEK Kanunu	: Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun

GİRİŞ

Enerji kavramı günümüz dünyasında ülkelerin güç dengeleri açısından çok daha önemli bir hale geldi. Enerji arz güvenliği kavramı sıkça konuşulan ve üzerinde strateji geliştirme ihtiyacı olan ülke politikalarından bir tanesi konumundadır. Dünyanın ana enerji kaynağı fosil yakıtlar olup yakın bir geleceğe kadar da yine fosil kaynakların en önemli kaynak olacağı gerçeği de ortadır. Bununla birlikte ülkelerin arayışları, teknolojinin gelişimi ve insanoğlunun çabaları ile yenilenebilir enerjinin kullanımı noktasında birçok ilerleme ve gelişme sağlanmıştır. Bu ilerleme özellikle 1980'li yıllardaki Dünya genelinde yaşanan petrol krizinin tetiklemesi ve yeni alternatif arayışlarının sonucudur.

Ülkeler sonsuz olarak nitelenen yenilenebilir (sürekliliği olan) kaynakları kullanmada ve üzerine çalışmalar yaparak fayda maliyet oranlarını artırmada gün geçtikçe daha fazla yatırım yapmaya başlamışlardır. Dünya'nın $\frac{3}{4}$ 'ü su ile kaplı olmakla beraber, insanoğlunun temiz suya ulaşamadığı bölgeler mevcuttur. Bununla birlikte insanoğlu suyun bulunduğu coğrafyalarda suyun gücünü enerji üretimine çevirebilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynağı olarak suyun enerji üretimindeki geçmişi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha eski yıllara dayanmaktadır. İnsanoğlunun en büyük yaşam kaynağı olan güneş tüm doğanın, doğa olaylarının ve canlı yaşamının sürekliliğinin temelinde yer almaktadır. Ülkemiz güneş enerjisi ile sıcak su üretiminin dünyadaki en büyük kullanıcı ülkeleri arasında yer almakla beraber bu enerji ile elektrik üretimi kavramı çok yakın tarihte gündeme girmiştir.

Ülkemizin güneşlenme süreleri, güneş radyasyonundan faydalanma imkanı oldukça fazla iken gerek güneş enerji yatırımlarının yüksek olması gerekse teşvik mekanizmasının eksikliği nedeniyle ülkemiz gündemine girememiştir. Getirilen yasal düzenlemelerle birlikte 2014 yılında başlayan yatırım süreçleri 2018 yılı sonunda kısa sürede hızlıca ivme kazanmıştır. Bu süreçte en önemli mekanizma fiyat ve küçük yatırımcıyı bürokratik süreçlerden arınmış yatırıma teşvik eden yapı olmuştur.

Bu tez çalışması ile birinci bölümde yenilenebilir enerji kavramı açıklanarak Türkiye ve Dünya üzerindeki gelişimi anlatılmıştır. Yenilenebilir enerji kavramı çerçevesindeki kaynaklarla ilgili bilgiler verilerek ülkemizdeki yasal düzenlemeler ve buna bağlı olarak yatırımlardaki gelişme noktaları vurgulanmıştır.

İkinci bölümde güneş enerjisi yatırımı kavramı üzerinde durulmuş ve bu süreci etkileyen faktörler analiz edilmeye çalışılmıştır. Konya ilinde yapılacak olan bir yatırım için örnek fizibiliteler hazırlanarak nakit akışı ile mali analiz ile yatırımcıların alacağı kararlara etkisi analiz edilmiştir.

Üçüncü bölümde Konya'da yapılan güneş enerjisi yatırımlarını etkileyen faktörlerin istatistiksel model ile analizi yapılarak yatırım etkileri regresyon analizi ile tahlil edilmiştir.

Ülkemiz gerek yenilenebilir enerji kaynakları gerekse jeopolitik konumu itibarıyla önemli değerlere sahip olup, ilerleyen yıllarda artan arz güvenliğinin temini ve güvenceye alınmasında yerli ve yenilenebilir kaynakların kullanımından daha fazla yararlanabileceği ve bu potansiyelin fazlasıyla mevcut olduğu görülmektedir. Dünya'nın yenilenebilir enerji alanındaki gelişmelerinin yakinen takip edilmesi ve yatırımcıyı teşvik edecek destek mekanizmalarının geliştirilmesi bu süreçte önemli ve üzerinde hassasiyetle durulması gereken noktalar olacaktır.

BİRİNCİ BÖLÜM

YENİLENEBİLİR ENERJİ

1.1. Yenilenebilir Enerji Kavramı

Yenilenebilir kavramı doğadaki kaynaklardan elde edilebilen ve doğa tarafından daima takviye edilebilen anlamına gelmekte olup, insanlığın varoluşuyla birlikte mevcudiyeti olan ancak zaman içerisinde, gelişen teknoloji ile insanların üzerinde kullanım imkanlarının arttığı kaynaklar günümüz dünyasında insanlık için çok daha önemli hale gelmiştir.

Kıt kaynakların etkin kullanımı ile artan nüfus artışları ve sanayileşme, ülkelerde enerji talebinin karşılanması, bunun mevcut imkanlar dahilinde ve sürekliliğinin sağlanarak devam ettirilmesi hususu çok daha önem kazanmıştır. Ülkelerin bu kapsamda mevcut kaynakları daha etkin kullanma çabaları da özellikle yenilenebilir kaynakların daha etkin ve verimli kullanımına yöneltmeye sevk etmektedir.

Fosil yakıtların mevcudiyeti ülkelerin jeopolitik konumları doğrultusunda az veya çok olabilmektedir ve bu durumun ülkelerin ekonomik alandaki güç dengelerinin dağılımında önemli etkenlerden biri olduğu gerçektir.

Yenilenebilir enerji kavramında, yer altı zenginlikleri olmayan ülkelerin de sudan, güneşten, rüzgardan, jeotermal ısıdan veya hayvanların atıklarından, hane halkı atıklarından ve benzeri farklı kaynaklardan enerji sürekliliğini sağlayabilecek enerji üretimi imkanları ile çok daha büyük bir potansiyel barındırmaktadır.

Ülkelerin fosil atıkların arzında kurmaya çalıştıkları güç dengeleri ve ülkeleri kısıtlama çabalarının yanında yenilenebilir enerjinin gelişimi ile güç dengeleri yeniden kurulacaktır. Bu durum kısa vadede gerçekleşmese bile önümüzdeki yıllarda bu gelişim çok net görülebilecektir. Her geçen gün artan teknolojik çalışmalar, bu kolaylaştırmakla beraber, bu sürecin bireysel yatırımlardan daha çok ülkelerin

oluşturacakları stratejilerle desteklenmesi ve ölçeği büyütme yönelik olması gerekmektedir.

1.1.1. Yenilenebilir Enerjinin Tanımı

Yenilenebilir enerji kavramı ülkemizde 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle, biyogaz, dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynakları olarak sınıflandırılmıştır. Terim anlamına baktığımızda yenilenebilir enerji kavramı doğal süreçlerde var olan ve süreklilik gösteren, tükenmeyen enerji olarak ifade edilebilir.

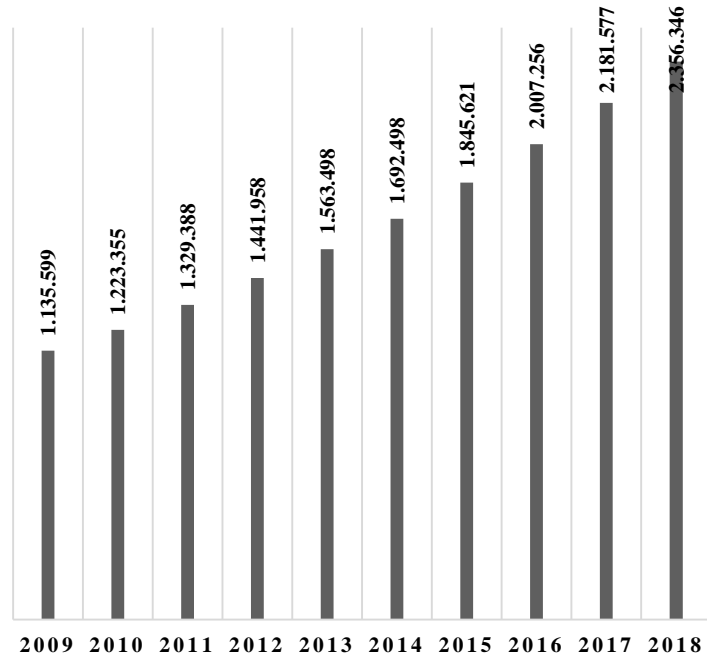
Ülkelerin coğrafi konumlarına göre az veya çok bulunabildiği gibi bu kaynaklar üzerinden üretim sürecini insanların kurgulayabildiği, yeni gelişmelerle desteklenebilmesine ve geliştirilmesine olanak sağlayabilecek yatırımlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu genel özellikleri yanında çevreye olan zararlarının minimum seviyelerde olması bu yatırımların sağladığı en önemli faydalardan biri olduğu söylenebilir.

Dünya nüfusunun sürekli artması kaynakların etkin kullanılması ile insanların ihtiyaçlarının karşılanabilmesi sürecinde ülkeler fosil yakıtların yanında yenilenebilir üretim süreçlerine hızlıca kendilerini entegre etmeye çalışma ve geliştirme arayışına girmişlerdir. Yapılan teknolojik çalışmalarla bu alandaki gelişmeler, fayda maliyet analizlerinde yatırım yapılabilir seviyelerin yakalanmasına ve hızla yenilenebilir enerji yatırımlarının artmasına sebep olmaktadır. Buna bağlı olarak da ülkelerin yenilenebilir enerji yatırımlarına getirdikleri kolaylıklar ve teşvikler de bu alandaki yatırımların hızla artmasını desteklemektedir.

1.1.2. Dünya’da Yenilenebilir Enerji

Dünya’da son dönemde daha fazla enerji arz güvenliği kavramı ön plana alınmış, artan nüfus ve büyümeyle birlikte enerji ihtiyacında sürekliliği sağlama ön plana çıkmış durumdadır. Küresel enerji talebinin 2040 yılına gelinceye kadar üçte bir oranında artacağı öngörülürken, 2013 sonu itibarıyla üretilen elektriğin toplamda yüzde 22’sini oluşturan yenilenebilir enerji kaynaklarının payının ise 2040 yılına kadar yüzde 43’e yükselmesi ve bu alanda yatırım süreçlerinin devamlılığı beklenmektedir. (IEA, 2015)

Birçok ülkede fosil yakıtlardan kömürle üretime getirilen kısıtlamalar ve sınırlı üretim senaryoları bulunurken 2030 yılına gelindiğinde yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji arzında kömürü geride bırakması beklenmektedir. (IEA, 2015) Dünya’da birlikte hareket edilerek özellikle küresel iklim değişikliği ile mücadele yenilenebilir enerjinin geleceğini de olumlu yönde etkilemekte, ülkeler bu alandaki yatırımları teşvik ederek daha yüksek kapasitelere ulaşmayı hedeflemektedirler.



Tablo- 1 : Dünya Yenilenebilir Enerji Toplam Kurulu Güç Gelişim Tablosu (IRENA, 2019’dan faydalanılarak hazırlanmıştır)

Dünya yenilenebilir (hidroelektrik-rüzgar-güneş-biyokütle-jeotermal) kurulu güç gelişimine 2009-2018 yılları arasındaki dönem itibarıyla bakıldığında artışın toplamda % 107 olarak gerçekleştiği görülmektedir. (Tablo-1) Özellikle geleneksel yenilenebilir enerji statüsünde bulunan hidroelektrik enerjisi hariç diğer yenilenebilir enerji türlerindeki artış dikkat çekici seviyelerdedir.

YENİLENEBİLİR ENERJİ KURULU GÜÇ (MW)	2009	2018	ARTIŞ
HİDROLİK	990.877	1.295.317	31%
RÜZGAR	150.122	563.659	275%
GÜNEŞ	23.581	486.085	1961%
BİYOENERJİ	61.774	117.828	91%
JEOTERMAL	9.769	13.277	36%

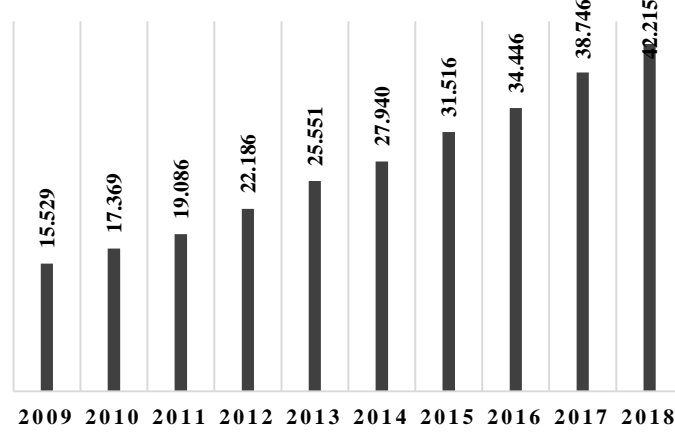
Tablo- 2: Dünya Yenilenebilir Kaynakların 2009-2018 Yılları Arası Değişim Tablosu (IRENA, 2019'dan faydalanılarak hazırlanmıştır)

2009 yılından 2018 yılları arasında yenilenebilir enerjiye bağlı üretim santrallerinin kurulu güç artışında rüzgar ve güneş yatırımlarındaki artışlar dikkati çekmektedir. (Tablo-2)

1.1.3. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji

Türkiye’nin yenilenebilir enerji üretim payı taşıdığı potansiyele göre oldukça düşük seviyelerdedir. Ülkenin jeopolitik konumu ile tüm mevsimlerin yaşanabildiği iklimsel avantajlar ile daha etkin çevreci yenilenebilir enerji yatırımlarına imkan sağlamaktadır.

ETKB tarafından yayımlanan Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planındaki (ETKB, 2014) 2023 yılı yenilenebilir kaynak bazlı kurulu güç hedeflerinin birçoğuna şimdiden ulaşan ülkemiz özellikle destek politikaları ve son dönemde yapmış olduğu büyük ölçekli yarışmalarla bu süreci destekleyecek girişimlerde bulunmaktadır.



Tablo- 3: Türkiye Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kurulu Güç Gelişim Tablosu (IRENA, 2019'dan faydalanılarak hazırlanmıştır)

2018 yılı sonu itibariyle yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulu güçleri ile Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planında koyulan 2023 yılı hedefleri karşılaştırıldığında; Güneş ve jeotermal kaynakların 2018 yılı kurulu güçlerinin 2023 yılı hedeflerini aştığı görülmektedir.

Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansının verilerine bakıldığında Dünya genelinde 2009-2018 yılları arasındaki yenilenebilir enerji kurulu gücünde görülen %107'lik artışa göre ülkemizde aynı dönemde kurulu güç artışı %171 olarak dünya ortalamasının üzerine çıkmıştır. (Tablo-4)

Ülkemiz yenilenebilir enerji kaynaklarının her bir çeşidinde ciddi artışlar görülmekle beraber, Dünya genelindeki güneş ve rüzgar çeşitlerindeki ortalamanın üzerindeki artışlar aynı dönem itibariyle ülkemizde de ortalamanın çok üzerinde artış göstermiştir.

YENİLENEBİLİR ENERJİ KURULU GÜÇ (MW)	2009	2018	ARTIŞ
HİDROLİK	14.553	28.291	94%
RÜZGAR	792	7.005	784%
GÜNEŞ	5	5.064	101180%
BİYOENERJİ	102	572	461%
JEOTERMAL	77	1.283	1566%

Tablo- 4: Türkiye Yenilenebilir Enerji Kaynak Bazlı 2009-2018 Yılları Arası Kurulu Güç Tablosu (IRENA, 2019'dan faydalanılarak hazırlanmıştır)

Özellikle güneş ve rüzgarda Türkiye'nin mevcut potansiyelinin çok daha ileriye gidebileceği noktada olduğu, ilerleyen dönemlerde büyük ölçekli projelerin de devreye alınması ile kapasitenin çok daha hızlı artabileceği tahmin edilmektedir.

Jeotermal enerjide de Türkiye'nin Avrupa ülkeleri arasındaki potansiyeli yüksek firma olması ve bu alanda sektörde güçlü oyuncuların girişi ile hedeflenen kapasiteye 2018 yılında ulaşılmıştır.

Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarında da devam eden yatırımlar ve bu alandaki fiyat desteğinin sürdürülmesi ile istenilen kurulu güç hedeflerine 2023 yılından önce ulaşılabileceği tahmin edilmektedir.

Yenilenebilir Enerji Kaynakları	2018 Yıl Sonu Kurulu Gücü (MW)	2023 Yılı Kurulu Güç Hedefleri (MW)
Hidroelektrik	28.293	34.000
Rüzgâr	6.974	20.000
Güneş	5.100	5.000
Jeotermal	1.283	1.000
Biyokütle	670	1.000
Toplam	42.320	61.000

Tablo- 5: 2018 Yenilenebilir Kaynaklar Kurulu Güç ile 2023 Yenilenebilir Kaynaklar Kurulu Hedef Karşılaştırma Tablosu (EPDK, 2018 ve ETKB, 2014'den faydalanılarak hazırlanmıştır)

1.1.4. Yenilenebilir Enerjinin Geleceği

Dünya yenilenebilir enerji kavramı çerçevesinde ilginin bu yöndeki yatırımlarda artırması ile birlikte enerjinin sürekliliği konusunda da farklı çalışmalarla bu süreci destekleyecek gelişmeler içerisinde. Günümüzde gelecek yıllarda yenilenebilir enerji eksenli çalışmalar 6 farklı kategoride gruplandırılabilir. (Forbes, 2018) Bu gruplandırmaya konu çalışmaların yakın gelecekte çok daha fazla tartışılıp üzerinde yeni projelerin yoğunlaşacağı konular olması beklenmektedir.

1.1.4.1. Enerji Depolama

Enerji depolama, enerjinin sürekliliğini sağlamak için arz ve talebi dengeleme süreçlerinde en önemli unsur ve yenilenebilir enerjinin günün her anındaki dalgalı üretim süreçlerini programlamak için en büyük yardımcı olacaktır. Enerjinin hava koşulları uygun olmadığı zamanlarda, depolama sistemi yenilenebilir enerji kaynağı üretimi ile planlanması, gücün kaynağında sürekliliğini sağlayacaktır. (Forbes, 2018)

1.1.4.2 Mikro Şebekeler ve Yapay Zekâ

Mikro şebekeler, yerel veya acil enerji ihtiyaçlarını karşılamak için ana şebekeye bağlı veya bağımsız olarak hareket edebilen bağımsız şebeke yapısıdır. Yapay zeka ile acil durumlarda enerjinin ihtiyaca göre yönlendirilmesi sistemin ana temasıdır. Yapay Zeka'nın (AI), enerji sistemlerinin denetlenmesi ve mevcut operasyonların geliştirilmesine katkı sağlaması da beklenmektedir. (Forbes, 2018)

1.1.4.3. Blockchain ve Nesnelerin İnterneti

Başlangıcı kripto para birimi işlemlerini kaydetmek için geliştirilen blok zincirleme teknolojisi, önümüzdeki yıllarda enerji piyasasında kullanım için uyarlanmaktadır. Blockchain, kurulan güvenli bir ağ üzerinden işlemleri gerçekleştiren ve saklayan, ve dışarıdan müdahale ile bozulmayan bir dijital defter durumundadır. Blockchain'deki dağınık yapı sebebiyle enerji sektöründeki derinleşecek ilişki aracı şirketleri ortadan kaldırma arayışlarını beraberinde getirmektedir. Blockchain'in dağınık muhasebe sistemi, bilgi almak ve vermek için kullandığımız günlük cihazlarla eşleştirilerek, şu anda yaygın olarak Nesnelerin İnterneti (IoT) olarak adlandırılan enerji sistemleri üzerinde derin bir etkiye sahip olması beklenmektedir. Nesnelerin interneti sayesinde yakın gelecekte enerji sektöründe bağımsız olarak enerji alınıp satılmasına, enerji sistemlerinin ayarlarının gerçek zamanlı olarak optimize edilmesine, enerji harcayan cihazların performansını izleyip analiz edilmesine kadar bir çok işlemin daha kolay hale geleceği tahmin edilmektedir. (Forbes, 2018)

1.1.4.4. Şebeke Paritesi ve Düşen Maliyetler

Şebeke paritesi kavramı mevcut yöntemlerle üretilen elektriğe hem performans hem de maliyet açısından alternatif oluşturacak üretim sürecinde ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda güneş ve rüzgâr enerjisi Dünya'nın birçok bölgesinde hem kurulum maliyetleri hem de üretim performanslarında iyi seviyelere ulaşmış olup, yeni teknolojilerin çoğalması ile rekabet avantajlarını artırmaya devam etmektedir. (Forbes, 2018)

1.1.4.5. Büyük Taahhütler

Günümüzde küresel iklimle mücadelede büyük şirketler emisyon gazını azaltmak için yenilenebilir enerji işini ana gündemlerine almış durumdadırlar. Devlet politikaları yanında şehirler, büyük şirketler bu alanda katkı sağlamak ve desteklemek adına çevreci politikalar gerçekleştirmektedirler. Bugüne kadar, dünya genelinde 100'den fazla şehrin, enerji üretiminin en az %70'inin yenilenebilir enerji kaynağından elde edildiği bildirilmiş ve 40'tan fazlasının da şu anda %100 yenilenebilir enerjiyle çalışmakta olduğu bilinmektedir. Küresel iklim değişikliği ile mücadelede dünya genelinde birçok şirket, belli süreler sonunda %100 yenilenebilir enerjiye geçiş yapmayı taahhüt ettiklerini deklare etmişlerdir. (Forbes, 2018)

1.1.4.6. Gelişmekte Olan Ülkelerin Enerji Erişimindeki Gelişmeleri

Dünya genelinde hızla gelişen ve teknolojik açıdan sürekli kendini yenileyen enerji sektörünün hızla yükselişi yanında dünya nüfusunun önemli bir kısmının enerjiden mahrum olduğunu da gözardı edemeyiz. Dünyada yaklaşık bir milyar insan elektriksiz yaşamakta ve yüz milyonlarcası sorunlu, sağlıklı enerji kaynaklarıyla yaşamak zorundadır. (Forbes, 2018)

Enerjiye herkesin ulaşmasının sağlanması, bölgesel kalkınmanın artırılması birçok ülke açısından öncelikli konu durumundadır. Bu tür ülkelerde geliştirilecek sürekli elektrik sağlayacak mikro şebeke altyapılarında yenilenebilir enerjinin içinde bulunduğumuz hızlı, pratik ve temiz yöntemlerinin sıklıkla kullanılmaya başlanması ve bu konuda proje geliştirilmesi oldukça önemlidir. Temiz, modüler ve yenilenebilir enerji sistemleri, geleneksel merkezi enerji üretim ve geniş çaplı dağıtım biçimlerinden faydalanamayan birçok küçük topluluk için ideal yöntem olacaktır.

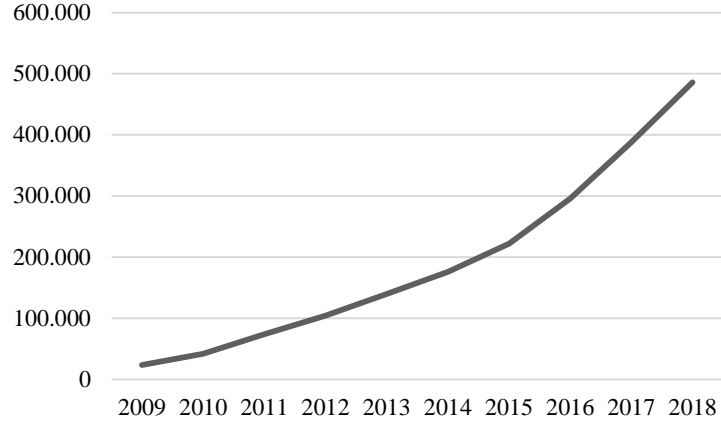
1.2. Yenilenebilir Enerji Çeşitleri

Yenilenebilir enerji kavramı temel olarak güneş, rüzgar, jeotermal, hidrolik ve biyokütle kaynaklarından enerji elde edilmesi çerçevesinde değerlendirilmektedir. Bunların dışında hidrojen, dalga, gel-git, okyanus termal enerji gibi yenilenebilir kategorisine sokabileceğimiz türler de bulunmakla beraber Türkiye'deki uygulamaları dikkate alındığında örneklerinin olmadığı veya kurulu güçlerinin bulunmadığı noktasında çalışmaya dahil edilmemiştir.

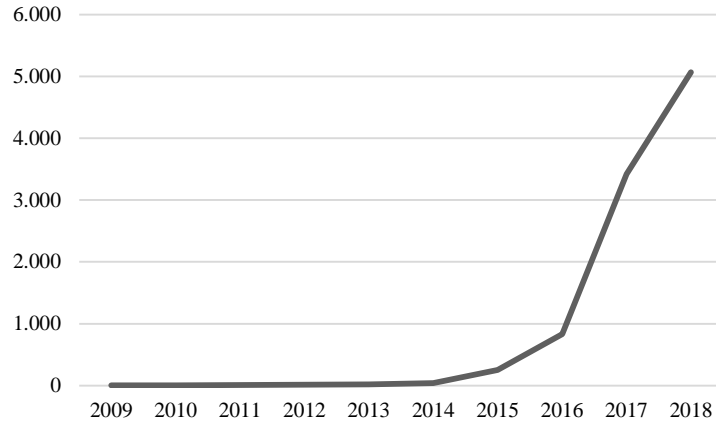
1.2.1. Güneş Enerjisi

Güneşin çekirdeğinden çıkan ışınlar dünyaya içinde enerji potansiyeli barındırarak ulaşmaktadır. Bu ışınların büyük kısmı atmosfere ulaşmadan etkisini yitirse de dünyaya ulaşabilen miktar bile tüm insanlığın enerji ihtiyacından çok daha fazlasını barındırmaktadır. Bu açıdan güneşin ulaşan ışınları ile barındırdığı enerjinin değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Dünya genelinde 1970'li yıllarda sonra güneşten daha fazla yararlanma çalışmaları kapsamında teknolojik anlamda ilerleme ve güneşten yararlanma maliyetlerinin düşmesiyle birlikte insanoğlu için sınırsız kaynak olan güneş enerjisi daha etkin kullanılmaya başlanmıştır. Güneş, nükleer enerji hariç yeryüzündeki bütün enerjilerin dolaylı veya direkt kaynağıdır.

Güneş enerjisi ile ilgili son on yıllık gelişim trendine bakıldığında Dünya kurulu güç gelişiminin her yıl düzenli olarak büyüdüğü (Tablo-6) bir tablo yanında ülkemiz kurulu güç gelişiminin 2015 yılından itibaren artış trendi paralellik göstermesine rağmen, kurulu güç olarak ülkemizin çok düşük ölçekte kurulu güce sahip olduğu görülmektedir. (Tablo-7)



Tablo- 6: Dünya Güneş Enerjisi Santralleri 2009-2018 Yılları Arası Kurulu Güç Gelişim Tablosu (IRENA, 2019'dan faydalanılarak hazırlanmıştır)



Tablo- 7: Türkiye Güneş Enerjisi Santralleri 2009-2018 Yılları Kurulu Güç Gelişim Tablosu (IRENA, 2019'dan faydalanılarak hazırlanmıştır)

Güneş enerjisinden yararlanmak için kullanılan teknolojiler metot (mühendislik), kullanılan malzeme ve teknoloji düzeyi açısından çok çeşitlilik göstermekle birlikte temelde iki ana gruba ayrılabilir:

Fotovoltaik Güneş Teknolojisi: Fotovoltaik hücreler denen yarı-iletken malzemeler güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirirler. (YEGM, 2017)

Isıl Güneş Teknolojileri: Bu sistemlerde öncelikle güneş enerjisinden ısı elde edilir. Bu ısı doğrudan kullanılabilmesi gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir. (YEGM, 2017)

Fotovoltaik Hücreler:

Güneş hücreleri (fotovoltaik hücreler), yüzeylerine düşen güneş ışığını direkt elektrik enerjisine dönüştürebilen yarı iletken maddelerdir. Yüzeyleri farklı biçimlerde şekillendirilebilen ve alanlarını ortalama 100 cm² civarında, kalınlıkları ise 0,1- 0,4 mm arasında tasarlanan maddelerdir.

Güneş hücreleri fotovoltaik ilkeye bağlı olarak çalışırlar, bu ilkeye göre hücrenin üzerine ışık düştüğü zaman uçlarında elektrik gerilimi oluşur. Hücrenin verdiği elektrik enerjisinin kaynağı, yüzeyine gelen direkt güneş enerjisidir.

Güneş enerjisi, güneş hücresinin yapısına bağlı olarak ve geliştirilen teknolojilerle %5 ile %30 arasında bir verimlilikle elektrik enerjisine çevrilebilir. Toplam güç çıkışını artırmak amacıyla çok sayıda güneş hücresi birbirine paralel ya da seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilir, bu yapıya güneş hücresi modülü ya da fotovoltaik modül adı verilir. Güç talebine bağlı olarak modüller birbirlerine seri ya da paralel bağlanmak suretiyle ihtiyaç duyulan birkaç Watt'tan MEGA Watt'lara kadar farklı sistemler oluşturulma imkanı vardır.

Laboratuvar çalışmalarında kullanılan maddeye göre ulaşılan en yüksek hücre verimleri 1 cm² 'lik hücre alanı için:

Kristalsi güneş hücresi için: %24.5

Polikristalsi : %19.8

Amorfsi : %12.7

Çok Katlı Güneş Hücreleri : %40

Isıl Güneş Teknolojileri:

Isıl güneş teknolojileri düşük sıcaklık sistemleri ve yoğunlaştırıcı sistemler olarak ayrılmaktadır. Özellikle ülkemizde yoğun olarak kullanılan su ısıtma amaçlı güneş kollektörleri uygulamaları ısıl güneş enerjisi kullanım alanlarından en yaygın kullanılan yöntemdir. Farklı metotlar ile güneş enerjisinden yararlanmak için geliştirilen bu teknolojiler günümüzde elektrik üreten güneş enerjisi yatırımlarının çok azında kullanılabilir. Gelişen teknoloji ile önümüzdeki günlerde bu alanda daha yüksek verimlilikte daha düşük maliyetlerde elektrik üretimi için fırsatlar oluşacaktır.

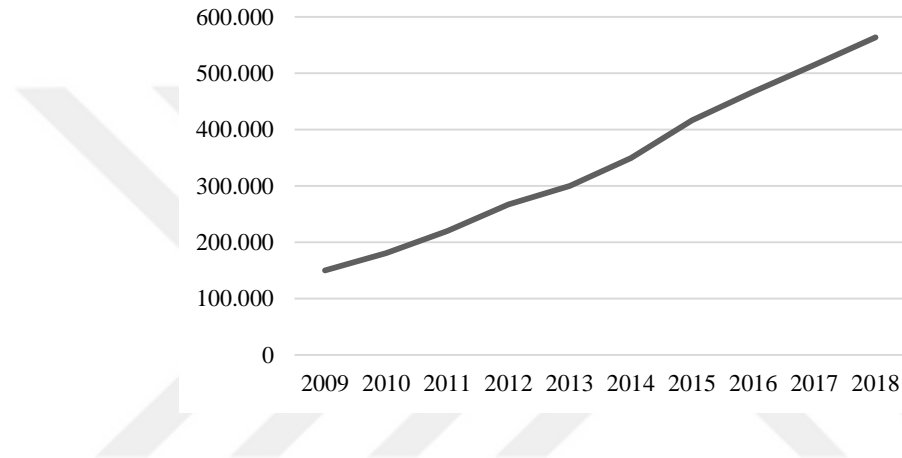
Güneş enerjisi çevre açısından temiz bir enerji kaynağı olup, yenilenebilir, dışa bağımlılığı olmayan, ekonomik bir enerji yatırımdır. Bunun yanında mevsimsel ve dönemsel hava değişimlerinden direkt etkilenen, verimliliği ve çalışma prensibi güneş ışığına bağlı olarak sürekli farklılık gösterebilen çalışma yapısı olumsuz değerlendirilebilecek faktörler olarak sıralanabilir.

1.2.2. Rüzgar Enerjisi

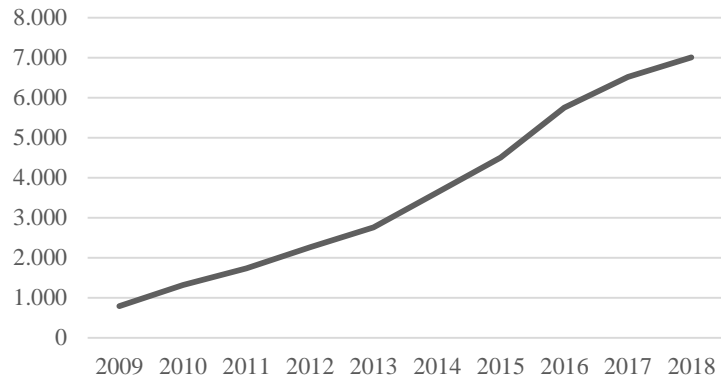
Rüzgar enerjisi; doğal, yenilenebilir, temiz ve sonsuz bir güç olup temel kaynağı güneştir. Güneşin dünyaya gönderdiği enerjinin %1-2 gibi küçük bir miktarı rüzgar enerjisine dönüşmektedir. Güneşin, yer yüzeyine düşen ışınlarının homojen olmaması sebebiyle ortaya çıkan sıcaklık ve basınç farkından dolayı hava akımları oluşur. Bir hava kütlesi mevcut durumundan daha fazla ısınırsa atmosferin yukarısına doğru yükselir ve bu hava kütlelerinin yükselmesiyle boşalan yere, aynı hacimdeki soğuk hava kütlesi yerleşir. Bu hava kütlelerinin yer değiştirmelerine rüzgar adı verilmektedir. Rüzgarlar yüksek basınç alanlarından alçak basınç alanlarına akarken; dünyanın kendi eksenini etrafında dönmesi, yüzey sürtünmeleri, yerel ısı yayılımı, rüzgar önündeki farklı atmosferik olaylar ve arazinin topografik yapısı gibi birçok farklı değişkene göre şekillenir. Rüzgarın özellikleri, yerel coğrafi farklılıklar ve yeryüzünün homojen olmayan ısınmasına bağlı olarak, zamansal ve yöresel değişiklik gösterir. Rüzgar hız ve yön olmak üzere iki parametre ile ifade edilir.

Rüzgar hızı yükseklikle artar ve teorik gücü de hızının küpü ile orantılı olarak değişir. (YEGM, 2017)

Kurulu güç gelişimine son 10 yıllık periyotta Dünya verileri (Tablo-8) ile ülkemiz verileri (Tablo-9) karşılaştırıldığında artış trendinin benzerlik gösterdiği görülmekle beraber ülkemiz kapasite ölçeğinin düşük seviyelerde olduğu söylenebilir.



Tablo- 8: Dünya Rüzgar Enerjisi Santralleri 2009-2018 Yılları Arası Kapasite Gelişim Tablosu (IRENA, 2019'dan faydalanılarak hazırlanmıştır)



Tablo- 9: Türkiye Rüzgar Santralleri 2009-2018 Yılları Arası Kapasite Gelişim Tablosu (IRENA, 2019'dan faydalanılarak hazırlanmıştır)

Rüzgar enerjisinin sürekliliği mevsimsel ve coğrafik farklılıklar dışında yenilenebilir kaynak olarak yararlanılmaya imkan sağlar. Kirlilik yaratmayan bu kaynak, dışa bağımlı olmaması iyi kurgulandığında güvenilir ve sürekli bir enerji üretim kaynağı olabilmektedir.

Türbinlerin montajı ve sonrasında olası riskleri minimize edecek önlemler alınması gerekmektedir. Rüzgarın doğal akışını elektrik üretimi sebebiyle de değiştirmeyen bu tesisler teknik açıdan iyi analiz edilmesi ve ona göre devreye alınması yatırımcılar açısından dikkat edilmesi gereken ana unsur durumundadır.

1.2.3. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yerkürenin iç ısıısının değerlendirilmesi ile ortaya çıkan enerji türüdür. Bu ısının tespit edilip kullanılması sürecindeki merkezdeki sıcak bölgeden yeryüzüne doğru yayılması sağlanır. (ETKB, 2017)

Jeotermal kaynakların üç önemli bileşeni vardır:

1. Isı kaynağı,
2. Isıyı yeraltından yüzeye taşıyan akışkan,
3. Suyun dolaşımını sağlamaya yeterli kayaç geçirgenliği.

Jeotermal alanlarda sıcak kayaç ve yüksek yeraltı suyu sıcaklığı normal alanlara göre daha sığ yerlerde bulunur. (ETKB, 2017) Bunun başlıca nedenleri arasında:

- Magmanın kabuğa doğru yükselmesi ve dolayısıyla ısıyı taşıması,
- Kabuğun incelmesi yerlerde yüksek sıcaklık farkı sonucunda oluşan ısı akışı,
- Yeraltı suyunun birkaç kilometre derine inip ısındıktan sonra yüzeye doğru yükselmesi.

Jeotermal saha, sistem ve rezervuarı birbirlerinden ayırmak üzere aşağıdaki tanımlar yapılabilir.

Jeotermal Saha:

Yeryüzünde bir jeotermal etkinliği gösteren coğrafik bir tanımdır. Eğer yeryüzünde herhangi bir doğal jeotermal çıkış yoksa, yeraltındaki jeotermal rezervuarın üstündeki alanı tanımlamakta kullanılır.

Jeotermal Sistem:

Yeraltındaki hidrolik sistemi bütün parçaları ile birlikte (beslenme alanı, yeryüzüne çıkış noktaları ve yeraltındaki kısımları gibi) tanımlamakta kullanılır.

Jeotermal Rezervuar:

İşletilmekte olan jeotermal sistemin sıcak ve geçirgen kısmını tanımlar.

Jeotermal sistemler ve rezervuarlar; rezervuar sıcaklığı, akışkan entalpisi, fiziksel durumu, doğası ve jeolojik yerleşimi gibi özelliklerine göre sınıflandırılırlar. Örneğin jeotermal rezervuarda 1 km derinlikteki sıcaklığa bağlı olarak sistemleri iki gruba ayırmak olasıdır.

a) Rezervuar sıcaklığının 150°C' dan düşük olduğu, düşük sıcaklıklı sistemler: Bu tür sistemler genelde yeryüzüne ulaşmış doğal sıcak su veya kaynar çıkışlar gösterirler.

b) Rezervuar sıcaklığının 200°C' dan yüksek olduğu yüksek sıcaklıklı sistemler: Bu tür sistemler ise doğal buhar çıkışları (fumeroller), kaynayan çamur göletleri ile kendini gösterir.

Jeotermal sistemlerin fiziksel durumlarına bağlı olarak sınıflandırılmaları durumunda, üç farklı rezervuar durumu tanımlanabilir.

Sıvının etken olduğu jeotermal rezervuarlar:

Rezervuardaki basınç koşullarında su sıcaklığının buharlaşma sıcaklığından daha düşük olduğu rezervuarları tanımlamakta kullanılır. Rezervuar basıncını sıvı su fazı kontrol etmektedir.

İki fazlı jeotermal rezervuarlar:

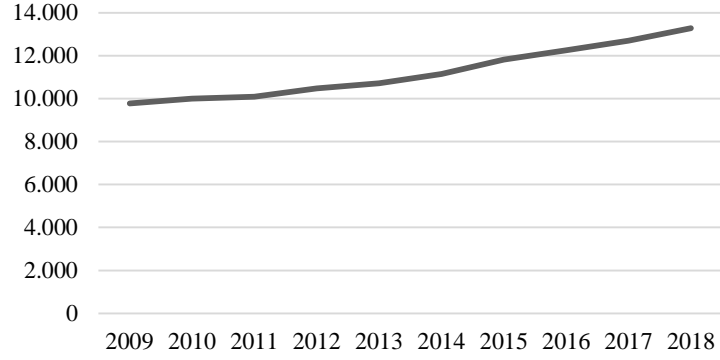
Rezervuarda sıvı su ve su buharı birlikte bulunmaktadır ve rezervuar basıncı ve sıcaklığı suyun buhar basıncı eğrisini izler.

Buharın etken olduğu jeotermal rezervuarlar:

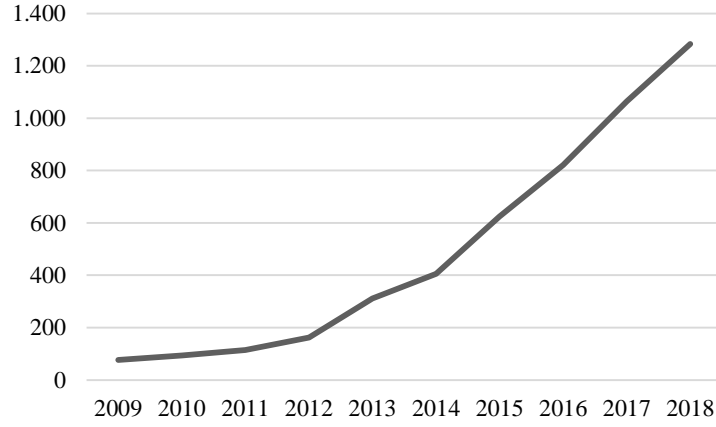
Rezervuar basıncındaki akışkan sıcaklığının suyun buhar basıncı eğrisi sıcaklığından daha yüksek olması durumunda bu tür rezervuarlar oluşurlar. Rezervuardaki basıncı su buharı fazı kontrol etmektedir.

Bir jeotermal rezervuarın fiziksel durumu ve kimyasal özellikleri zamana bağılı olarak değişiklik gösterebileceği gibi aynı rezervuar içerisinde de bir noktadan diğerine farklılıklar gösterebilir. Örneğin sıvının etken olduğu bir rezervuar, üretim sonucu oluşan basınç düşümünden dolayı, zamanla iki fazlı bir jeotermal akışkan durumuna dönüşebilir. Jeotermal enerji, hava kirliliği yaratmayan ve dikkatli kullanıldığında çevre sorunlarını en aza indirmeye özelliği olan bir enerji kaynağıdır. Jeotermal enerji kaynağının sürdürülebilir projelerde kullanılması amaçlanmalıdır. Projelerin sürdürülebilir olması için jeotermal sistemlerin ve rezervuarların iyi bilinmesi ve var olan yeraltı özelliklerinin projelerin avantajına olacak şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir.

Ülkenin konumuna bağılı olarak değişebilen yenilenebilir enerji kaynağı jeotermalin dünya ölçeğindeki kurulu gücü diğer kaynaklara göre nispeten daha düşük seviyelerdedir. (Tablo-10) Ülkemiz ise Avrupa'nın en büyük jeotermal potansiyeline sahip ülke olarak yatırım seviyesinin kısa sürelerde artış gösterdiği görülmektedir. (Tablo-11) Dünya kurulu güç büyüme verilerine göre daha yüksek artış gösteren ülkemiz koyduğu hedefleri öncesinde yakalayabilmiştir.



Tablo- 10: Dünya Jeotermal Enerji 2009-2018 Yılları Arası Kurulu Güç Tablosu (IRENA, 2019'dan faydalanılarak hazırlanmıştır)



Tablo- 11: Türkiye Jeotermal Enerji 2009-2018 Yılları Arası Kurulu Güç Tablosu (IRENA, 2019'dan faydalanılarak hazırlanmıştır)

Jeotermal enerjiyi olumlu/olumsuz yönleri ile karşılaştırdığımızda, yenilenebilir enerji olması yanında bu enerjinin olduğu coğrafya konumları itibariyle daha sınırlı yapıdadır. Tespit edilen jeotermal kaynak sonrasında çevreci ve sürekliliği olabilen bir enerji türü haline gelebilmektedir. Bunun yanında özellikle yerin merkezinden gelen sıcak su farklı kimyasallar içerebilmekte ve üretim sürecinde iyi analiz gerekmektedir.

Bu enerji kaynağının hazırlık aşaması maliyeti yüksek olmakla beraber verimliliği oldukça yüksektir. Ön hazırlık aşamasında kaynağın sürekliliğinin iyi analiz edilmesi yatırımın verimi açısından önem arz etmektedir.

1.2.4. Hidrolik Enerjisi

Hidroelektrik santraller (HES) suyun gücünü elektriğe dönüştüren sistemlerdir. Akan su içindeki enerji miktarını suyun akış veya düşüş hızı tayin eder. Büyük bir nehirde akan su büyük miktarda potansiyel enerji taşımaktadır. Biriktirilmiş suyun çok yüksek bir noktadan bırakılması ile de yüksek miktarda enerji elde edilme imkanı vardır. Her iki yöntemde de su akış güzergahından veya biriktirilip belli bir kanal içine yönlendirilen su, türbinlere doğru hızla yol alır, elektrik üretimi için pervane gibi kolları olan türbinlerin hızla dönmesini sağlar. Türbinler jeneratörler aracılığı ile bu süreçteki mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürürler.

Hidroelektrik santrallerin genel olarak olumlu yönlerine baktığımızda;

- Yenilenebilir bir kaynak olarak enerji elde etme imkanına sahip olması,
- Üretim sürecinde doğaya herhangi bir negatif emisyon bırakmaması,
- Tesisin imalatında yerli ekipmanları çok daha fazla kullanma imkanına sahip olunması,
- Teknik olarak tesis süresinin uzun yıllar faaliyete gösterebilmesi ve bu süreçte herhangi bir yakıt ihtiyacının olmaması,
- İşletme bakım giderlerinin düşük seviyelerde olması,
- Bulunduğu yöreye yeni istihdam imkanı yaratmaları,
- Kırsal kesimlerde yapılacak yeni yatırımlarda ekonomik ve sosyal açıdan canlılık sağlanması olarak sıralanabilir.

Hidroelektrik Santraller kuruluş tipinden gücüne kadar farklı şekilde sınıflandırılabilir:

Genel olarak temelde Hidroelektrik Santraller Geleneksel Hidroelektrik Santraller ve Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Santraller olarak sınıflandırılabilir.

Depolama Yapılarına Göre:

- Depolamalı(rezervuarlı) HES'ler
- Nehir Tipi(regülatör) HES'ler

Düşü Seviyelerine Göre:

- Alçak düşülü HES'ler($H < 10$ m)
- Orta düşülü HES'ler($H = 10-50$ m arası)
- Yüksek düşülü HES'ler($H > 50$ m den büyük düşülü)

Kurulacak Güç Seviyelerine Göre:

- Çok küçük (mikro) kapasiteli(< 100 kW)
- Küçük(Mini) kapasiteli($100-1000$ kW)
- Orta kapasiteli($1000-10000$ kW)
- Büyük kapasiteli(> 10000 kW)

Ulusal Elektrik Sistemindeki Temel Yükünü Karşılama Durumlarına Göre:

- Baz Yük HES
- Puant (Pik)Yük HES
- Hem Baz hem de Puant(Pik)Yük HES

Barajlı Kurulması Halinde Gövdesinin Tipine Göre:

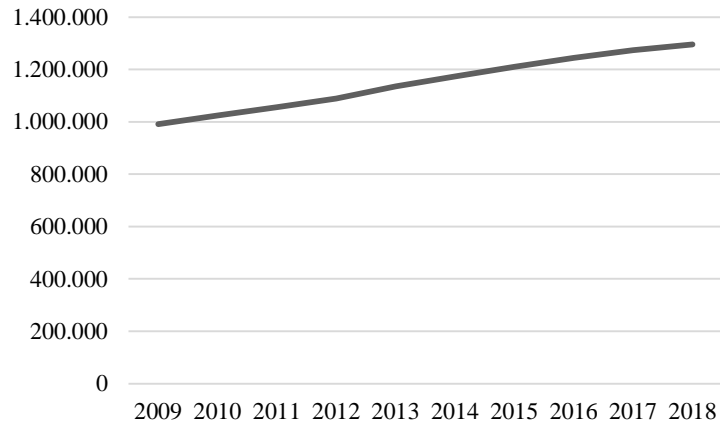
- Ağırlıklı Beton Gövdeli Barajlı HES

- Beton Kemer Gövdeli Barajlı HES
- Kaya Dolgu Gövdeli Barajlı HES
- Toprak Dolgulu Gövdeli HES vb.

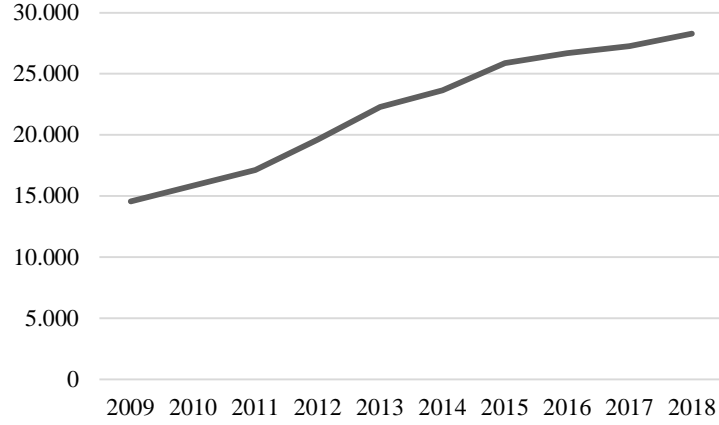
HES Santral Binasının Konumuna Göre :

- Yer Üstü HES
- Yer Altı HES
- Yarı Gömülü veya Batık HES

Yenilenebilir enerji türlerinden geleneksel olarak nitelendirilen ve teknolojisi eski zamanlara kadar giden bu kaynak gerek dünya (Tablo-12) gerekse ülkemizde (Tablo-13) yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde kurulu gücün en büyük payına sahip yenilenebilir kaynak durumundadır.



Tablo- 12: Dünya Hidroelektrik Enerji 2009-2018 Yılları Arası Kurulu Güç Tablosu (IRENA, 2019'dan faydalanılarak hazırlanmıştır)



Tablo- 13: Türkiye Hidroelektrik Santralleri 2009-2018 Yılları Arası Kurulu Güç Tablosu (IRENA, 2019'dan faydalanılarak hazırlanmıştır)

1.2.5 Biyokütle Enerjisi

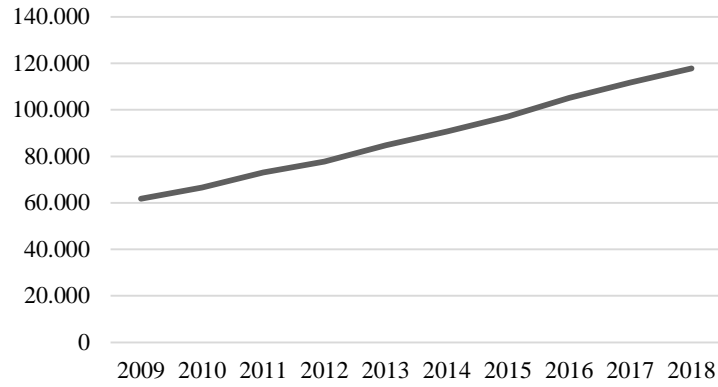
Biyokütle enerjisi; evsel atıklar, sanayi atıkları, bitkisel ve hayvansal atıkların dönüştürülmesi sonucu elde edilen enerji türüdür. Biyokütle enerjisi yaşamın olduğu her bölgede farklı şekillerde bulunan ve sürekliliği olan bir kaynak durumundadır. Her bölgeden rahatlıkla elde edilebilmesi, özellikle kırsal alanlar için yeni iş imkanları doğurması bu alanı çok daha önemli hale getirmiştir.

Biyokütle için her türlü yetiştirilen gıdanın artıkları evsel atıklar, denizdeki yosunlar, hayvanların dışkıları, gübre ve sanayi atıkları kaynak oluşturmaktadır. Gelişen teknolojide yeni çalışmalarla farklı türdeki atıklar ile her geçen gün bu enerji dalı kendini geliştirmektedir. Dünyadaki fosil kaynakların tükenmesi noktasında insanlığın yaşamı ile oluşan ve oluşmaya devam edecek atıklar gelecekte biyokütle kullanımını daha da değerli hale getirecektir.

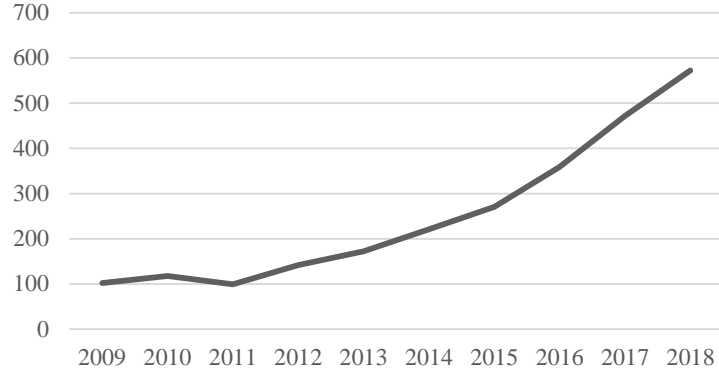
Bitkilerin ve canlı organizmaların yaşamlarını sürdürme zorunluluğu sonucunda ortaya çıkan biyokütle, doğada da var olan ve kullanılan farklı ürünlerle bütünlük göstermektedir. Biyokütle, bir türe veya çeşitli türlerden oluşan bir topluma ait yaşayan canlı organizmalarının belirli bir zamanda sahip olduğu toplam kütle olarak da tanımlanabilir.

Fotosentez yoluyla enerji kaynağı olan organik maddeler sentezleşirken tüm canlıların solunumu için gerekli olan oksijeni de atmosfere verir. Üretilen organik maddelerin yakılması sonucu ortaya çıkan karbondioksit ise, daha önce bu maddelerin oluşması sırasında atmosferden alınmış olduğundan, biyokütleden enerji elde edilmesi sırasında çevre, CO2 salımı açısından korunmuş olacaktır. Bitkiler yalnız besin kaynağı değil, aynı zamanda çevre dostu tükenmez enerji kaynaklarıdır.

Farklı kaynaklardan beslenen biyokütle enerji alanında Dünya genelinde yapılmış yatırımlar belli büyüklüklere gelmiş olup, büyüme trendi devam eden kaynak durumundadır. (Tablo-14) Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları arasında en küçük kapasiteye sahip bu enerji alanında son 10 yılda yatırımlar az da olsa sürekli artış eğilimi içerisindedir. (Tablo-15)



Tablo- 14: Dünya Biyokütle Enerji 2009-2018 Yılları Arası Kurulu Güç Tablosu (IRENA, 2019’dan faydalanılarak hazırlanmıştır)



Tablo- 15: Türkiye Biyokütle Enerji 2009-2018 Yılları Arası Kurulu Güç Tablosu (IRENA, 2019'dan faydalanılarak hazırlanmıştır)

1.3. Yenilenebilir Enerjiye İlişkin Yasal Düzenlemeler

1.3.1. Türkiye'deki Yasal Düzenlemeler

Türkiye elektrik piyasasında yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili birincil mevzuat; 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun (YEK Kanunu), 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ve 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunlarıyla düzenlenmiştir. Bu kanunlar çerçevesinde; Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği (LY), Lisanssız Elektrik Üretimi Yönetmeliği (LÜY), Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurt İçinde İmalatı Hakkında Yönetmeliklerle de işleyiş ve uygulamalar düzenlenmiştir.

5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanununun 1. Maddesinde ifade edilen amaç maddesinde; "Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımının yaygınlaştırılması, bu kaynakların güvenilir, ekonomik ve kaliteli biçimde ekonomiye kazandırılması, kaynak çeşitliliğinin artırılması, sera gazı emisyonlarının azaltılması, atıkların değerlendirilmesi, çevrenin korunması ve bu amaçların gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan imalat sektörünün geliştirilmesi" olarak tanımlanmıştır.

5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun ile yenilenebilir enerji yatırımcısının belirlenmesine yönelik YEK Belgesi uygulaması getirilmiştir. Kanunun 5. Maddesi kapsamında “Yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisinin iç piyasada ve uluslararası piyasalarda alım satımında kaynak türünün belirlenmesi ve takibi için üretim lisansı sahibi tüzel kişiye EPDK tarafından "Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi" (YEK Belgesi) verilir.” Bu belge ile üretim yapan firmalara ilk kez elektrik piyasasında fiyat teşvik politikası kapsamında fiyat garantisi uygulanmaya başlanmıştır. Bu uygulama çerçevesinde, 2011 yılı sonuna kadar bir takvim yılı içerisinde bu Kanun kapsamında satın alınacak elektrik enerjisi için uygulanacak fiyat; EPDK'nın belirlediği bir önceki yıla ait Türkiye ortalama elektrik toptan satış fiyatıdır. Bu fiyatı her yılın başında en fazla % 20 oranında artırmaya Bakanlar Kurulu yetkilidir.

Uygulanmaya başlayan garanti fiyat uygulamasında yenilenebilir enerji kaynaklarında bir ayırım yapılmamış ve eşit olarak uygulamaya başlanmıştır. 7 yıl süre için verilen fiyat uygulamasında üretimin türü, teknolojisi, kaynağı gibi unsurlar tüm yenilenebilir enerji kaynakları için aynı uygulanmıştır. Bu eşit uygulama özellikle güneş, rüzgar gibi gelişim istenilen yenilebilir enerji yatırımlarını harekete geçirecek karlılığı sağlayamadığı için piyasa tarafından yatırıma dönüştürülememiştir.

Bu kez 02.05.2007 tarihli, 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu ile YEK Kanunu'nda değişiklikler yapılmıştır. 2005 yılında ilk defa Türkiye'de uygulanmaya başlayan fiyat teşvik mekanizması bu sefer Euro para birimi ile alt-üst sınırlar çerçevesinde uygulanmaya koyulmuştur. Buna göre fiyat minimum 5 Euro sent/kWh karşılığı Türk Lirasından, maksimum 5,5 Euro sent/kWh karşılığı Türk Lirası olarak belirlenmiştir. Bu fiyat belirlemede ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı lisans sahibi tüzel kişilere ürettikleri elektriği serbest piyasada 5,5 Euro sent/kWh sınırının üzerinde fiyat oluşması halinde, serbest piyasada satabilmelerine izin verilmiştir. Ayrıca bu kanunla, belirlenen fiyat mekanizmasından yararlanacak

tesislerin en son işletmeye girme süreleri 2013 yılı sonuna uzatılmış ve fiyat alım garantisinin süresi 7 yıldan 10 yıla uzatılmıştır.

1.3.2. YEKDEM Uygulaması

Yapılan yasal düzenlemeler sonrasında yenilenebilir enerji kaynaklarına bağlı yatırımların ve elektrik üretimine olan katkılarının hedeflenen seviyelere ulaşamaması ve ilk kuruluş maliyetlerinin yüksek olması, yenilenebilir enerji alanındaki yatırımları daha fazla teşvik edecek düzenlemelerin yapılması gerçeğini kısa sürede ortaya çıkarmıştır. Bu çerçevede 08.01.2011 tarihinde yayımlanarak yürürlüğe giren 6094 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun ile daha önceki teşvik politikalara göre önemli değişiklikler getirmiştir.

Kanunda yapılan değişiklikle Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması (YEKDEM) yapısı getirilmiş, bu yeni düzenleme ile yenilenebilir enerji kaynağının sınıflandırılması ve buna göre teşvik mekanizmasının farklılaşması ile daha dinamik bir yapı oluşturulmuştur.

YEKDEM kapsamında getirilen destek mekanizması tesis tipine göre fiyat desteği ve yerli aksam kullanımına bağlı ilave fiyat desteği olarak iki şekilde karşımıza çıkmaktadır. Bu destekten yararlanma ile ilgili süre 05.12.2013 tarihli Bakanlar Kurulu Kararı ile 31.12.2020 olarak belirlenmiş olup YEK Kanunundaki süre ile ilgili maddelere eklenmemiştir. Bu çerçevede YEK Belgesi alarak ilgili tarihe kadar işletmeye girmiş veya girecek tesisler bu destek fiyatlarından yararlanabilecektir. (Tablo-16)

I Sayılı Cetvel (29/12/2010 tarihli ve 6094 sayılı Kanunun hükmüdür.)	
Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (ABD Doları cent/kWh)
a. Hidroelektrik üretim tesisi	7,3
b. Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3
c. Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10,5
d. Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)	13,3
e. Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3

Tablo- 16: YEKDEM Kapsamında Kaynak Bazında Yenilenebilir Enerji Tesislerine Uygulanacak Fiyat Tablosu

Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerinde kullanılacak yerli aksam için de destekleme fiyatına ilave teşvik mekanizması kanun maddesinde yapılan düzenlemeye göre "Lisans sahibi tüzel kişilerin bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı ve 31/12/2015 tarihinden önce işletmeye giren üretim tesislerinde kullanılan mekanik ve/veya elektro-mekanik aksamın yurt içinde imal edilmiş olması halinde; bu tesislerde üretilerek iletim veya dağıtım sistemine verilen elektrik enerjisi için, I sayılı Cetvelde belirtilen fiyatlara, üretim tesisinin işletmeye giriş tarihinden itibaren beş yıl süreyle; bu Kanuna ekli II sayılı Cetvelde belirtilen fiyatlar ilave edilir."

Bu destek mekanizması ile fiyata ilave olarak yerli sanayinin gelişimine de katkı sağlanması amaçlanmıştır. Yerli imalatı destekleyecek mekanizmada tesis tipine göre imalat türleri de detaylı olarak yer verilmiş olup, ilave yerli katkısı 0,4-3,5 ABD Doları cent/kWh arasında ürüne ve tesis tipine göre farklı tutarlarda uygulanmaktadır. Hidroelektrik üretim tesislerinde yurt içinde gerçekleşen imalatın tamamı kullanıldığında ilave alınacak katkı 2,3 ABD Doları cent/kWh ile Fotovoltaik Güneş Enerjisi Üretim tesisi için yerli üretim katkısı 6,7 ABD Doları cent/kWh'a ulaşabilmektedir. (Tablo-17) Bu teşvik mekanizması ile ülkemizde farklı alanlardaki enerji imalat sanayi yatırımlarını da teşvik etmek hedeflenmiştir.

II Sayılı Cetvel (29/12/2010 tarihli ve 6094 sayılı Kanunun hükmüdür.)		
Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı İlavesi (ABD Doları cent / kWh)
A-Hidroelektrik üretim tesisi	1- Türbin	1,3
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
B- Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Kanat	0,8
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
	3- Türbin kulesi	0,6
	4- Rotor ve nasel gruplarındaki mekanik aksamın tamamı (Kanat grubu ile jeneratör ve güç elektroniği için yapılan ödemeler hariç.)	1,3
C- Fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı	0,8
	2- PV modülleri	1,3
	3- PV modülünü oluşturan hücreler	3,5
	4- İnvörtör	0,6
	5- PV modülü üzerine güneş ışınını odaklayan malzeme	0,5
D- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Radyasyon toplama tüpü	2,4
	2- Yansıtıcı yüzey levhası	0,6
	3- Güneş takip sistemi	0,6
	4- Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı	1,3
	5- Kulede güneş ışınını toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı	2,4
	6- Stirling motoru	1,3
	7- Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği	0,6
E- Biyokütle enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Akışkan yataklı buhar kazanı	0,8
	2- Sıvı veya gaz yakıtlı buhar kazanı	0,4
	3- Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu	0,6
	4- Buhar veya gaz türbini	2,0
	5- İçten yanmalı motor veya stirling motoru	0,9
	6- Jeneratör ve güç elektroniği	0,5
	7- Kojenerasyon sistemi	0,4
F- Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Buhar veya gaz türbini	1,3
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	0,7
	3- Buhar enjektörü veya vakum kompresörü	0,7

Tablo- 17: Yenilenebilir Tesisler İçin Yerli Ekipman Aksamı Teşvik Listesi (6094 sayılı kanun hükmü)

II Sayılı cetvelde yer alan fiyatların belirlenmesine esas teşkil edecek yönetmelik Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurt İçinde İmalatı Hakkında Yönetmelik 19.06.2011 tarih ve 27969 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiş ancak ilerleyen dönemde kapsamı genişletilerek 24.06.2016 Resmi Gazete Sayısı: 29752 ile Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Yerli Aksamın Desteklenmesi Hakkında Yönetmelik yürürlüğe girmesi ile eski yönetmelik ortadan kalkmıştır.

Buna göre üretim tesislerine ilişkin üretim lisansı sahibi tüzel kişilerin lisansına derç edilen ilk kurulu gücün;

a) Tamamının işletmeye girmesi ve YEKDEM'e katılması halinde, işletmeye giriş tarihinden itibaren,

b) Tamamı işletmeye girmeden YEKDEM'e katılması halinde ise, YEKDEM'e ilk katıldığı tarihten itibaren,

On yıllık YEKDEM süresinin ilk beş yılı için verilir ve aşağıdaki formül uyarınca hesaplanır.

$$YKİF = \left[\sum_{i=1}^n (AİO_i) \right] * YKİ$$

(2) Bu formülde geçen;

YKİF: Yerli Katkı İlave Fiyatını (ABD Doları cent/kWh),

AİO: Yönetmelik Ekindeki Bütünleştirici Parçanın Aksam İçindeki Oranını (%),

YKİ: 5346 Sayılı Kanuna ekli II Sayılı Cetveldeki Yerli Katkı İlavesini (ABD Doları cent/kWh),

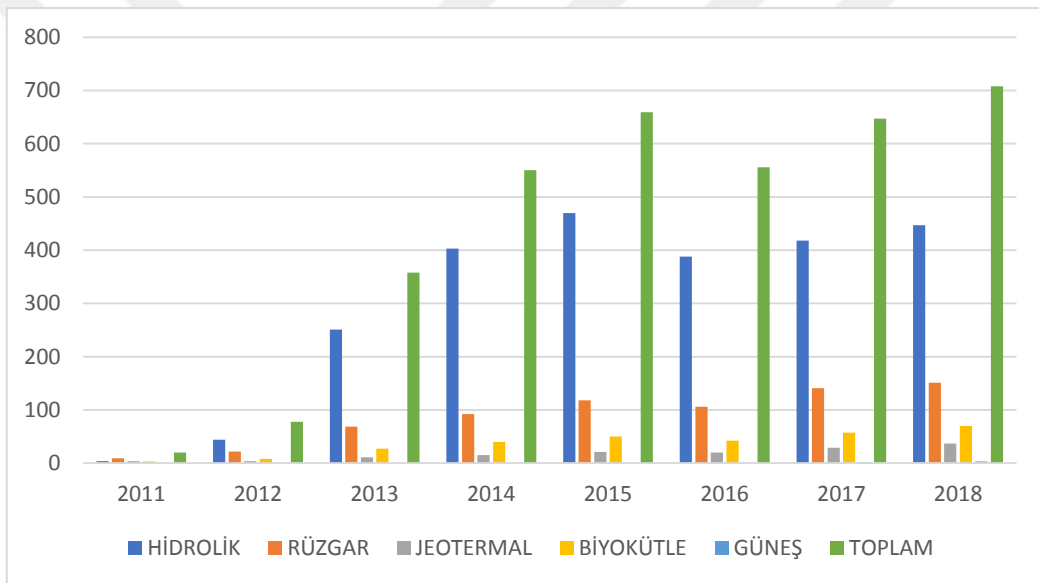
n: Aksam İçerisinde Yerli İmal Edilen Bütünleştirici Parça Sayısını,

ifade eder.

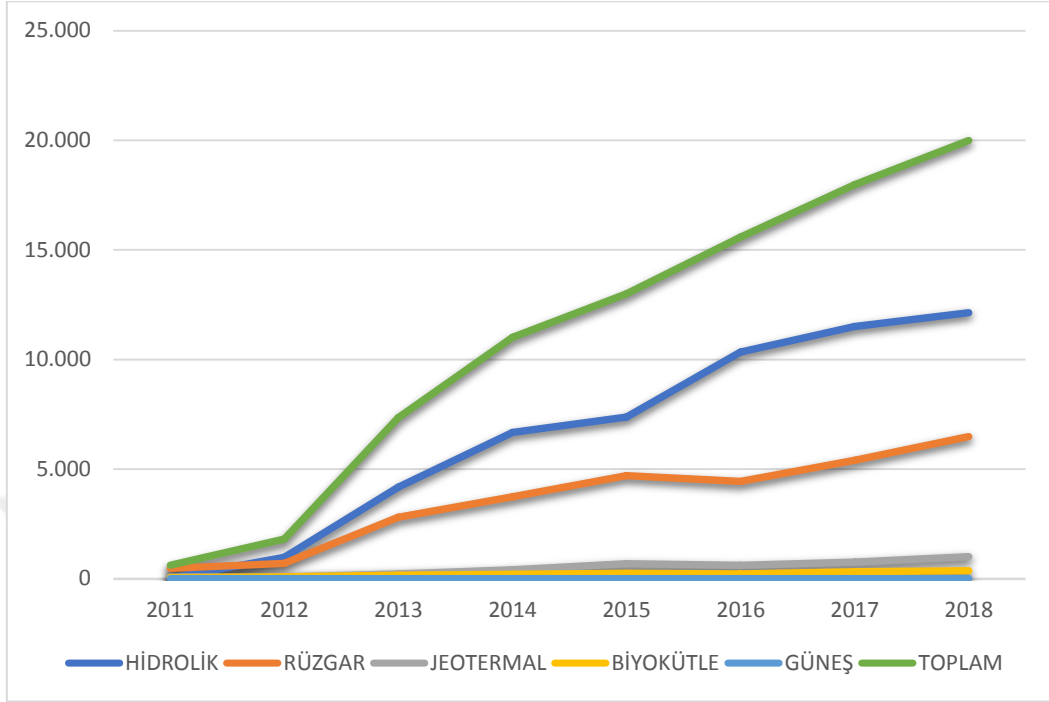
(3) Tesisin herhangi bir ünitesinde kullanılan herhangi bir aksam için, bütünleştirici parçanın aksam içindeki oranı tesiste kullanılan tüm üniteler için aynı

olmak zorundadır. Bütünleştirici parçanın aksam içindeki oranının aynı olmaması durumunda üniteler arasındaki en düşük yerli aksam oranı dikkate alınarak yerli katkı ilave fiyatı hesaplanır.

YEKDEM uygulaması sonrasında yatırım seviyeleri yıllar itibariyle hep artmıştır. 2011 yılında 20 tane yenilenebilir enerji tesisi toplam 610 mw'lık kurulu güç için bu teşvikten yararlanmak için müracaatta bulunmuş ve sisteme giriş yapmışken, 2018 yılında fiyat teşvikinden yararlanacak yenilenebilir üretim tesisi sayısı 708 (Tablo-18), kurulu güç ise 19.992 mw olarak gerçekleşmiştir. (Tablo-19)



Tablo- 18: YEKDEM Mekanizmasından Yararlanan Tesis Sayılarının Kaynak Bazlı 2011-2018 Yılları Arası Gelişim Tablosu (EPDK, Elektrik Piyasası YEKDEM Listesi 2011-2018)



Tablo- 19: YEKDEM'den Yararlanan Tesislerin 2011-2018 Yılları Arası Kaynak Bazlı Güç Gelişim Tablosu (EPDK, Elektrik Piyasası YEKDEM Listesi 2011-2018)

1.3.3. Uluslararası Sözleşmeler ve Yükümlülükler

Dünyada 1980'li yıllarda başlayan değişen iklim koşulları ve bunların getireceği olası olumsuzluklar tüm dünyanın bir sorunu olarak algılanmış ve birlikte hareket edilerek dünyaya olası etkilerinin azaltılması için çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Bu çerçevede Birleşmiş Milletlerin öncülüğünde 1992 yılında Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS), 1997 yılında Kyoto Protokolü (KP) imzalanmıştır. BMİDÇS ve KP, insan odaklı sera gazı salınımlarını azaltmaya ve belli sınırlar koyarak yasal çerçevede ülkelere müdahil olabilecek düzenlemeler getirmiştir. Bu kapsamda emisyon ticaretinin kontrol edilmesi yanında yatırımları ve sermaye hareketleri konusunda daha etkin olmaya başlamıştır.

Türkiye, 4 Mayıs 2004 tarihinde, BMİDÇS'ye katılan 189. taraf olmuş ve direk olarak yer almasa da özel statüsüyle Ek-I listesinde yer alma hakkını elde etmiştir. BMİDÇS'ye kendi özel şartlarıyla katılım sağlaması Türkiye'nin, Dünya'da baş

gösteren küresel ısınma gerçeğine gösterdiği hassasiyet ve bu sorunun global anlamdaki mücadelesine katkı sağlamak için adımlar atmıştır.

26 Ağustos 2009 tarihinde KP'ye taraf olan Türkiye için herhangi salınım sınır hedefi verilmemesine rağmen Türkiye yenilenebilir enerji kaynaklarının teşvik edilmesine yönelik attığı adımlar ve enerji verimliliği konusunda yapmış olduğu çalışmalar ve teşviklerle bu süreçte önemli adımlar atmaktadır.

Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda (2001-2005) yer alan ve plana giren iklim değişikliği ile mücadelede belirlenecek politikalar resmi alanda atılan ilk adım olmuştur. Bu planda, BMİDÇS'ye tek taraflı katılarak taraf olma sürecindeki yapılması planlanan adımların yanında başta enerji sektörü olmak üzere sanayi, ulaştırma ve konutlardan kaynaklanan sera gazı salınımlarının azaltılması amacıyla enerji verimliliğinin artırılması yönündeki düzenlemelerin yapılacağı ifade edilmiştir. Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planında (2007-2013) ise, Türkiye'nin mevcut şartlarında sera gazının azaltılmasına yönelik "İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı" hazırlanması konusu gündeme getirilmiştir. Onuncu Beş Yıllık Kalkınma Planında (2014-2018) küresel iklim değişikliğiyle mücadeleye devam edileceği, bununla birlikte başta enerji olmak üzere çevreye duyarlı projelerin ve buna bağlı çevreci AR-GE çalışmalarının da destekleneceği konularına vurgu yapılmıştır. Genel hedef olarak yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarını azami seviyede değerlendiren, ekonominin enerji israfı ve çevre kirliliğini azaltmaya çalışılacak sistemlere ulaşma olarak belirlenmiştir.

Türkiye'de iklim değişikliğiyle mücadele çalışmalarının koordinasyonu amacıyla kurulan İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu 2001 yılında teşkil edilmiş olup 2004, 2010 ve 2012 yıllarında kurul yeniden yapılandırılmıştır. Ardından iklim değişikliği ile mücadelede rehberlik etmesi amacıyla Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi ve İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı yayımlanmıştır. Söz konusu eylem planında, enerji tüketiminden kaynaklanan CO2 salınımlarının 2020 yılına kadar referans senaryoya göre yüzde 7 oranında azaltılması hedeflenmektedir.

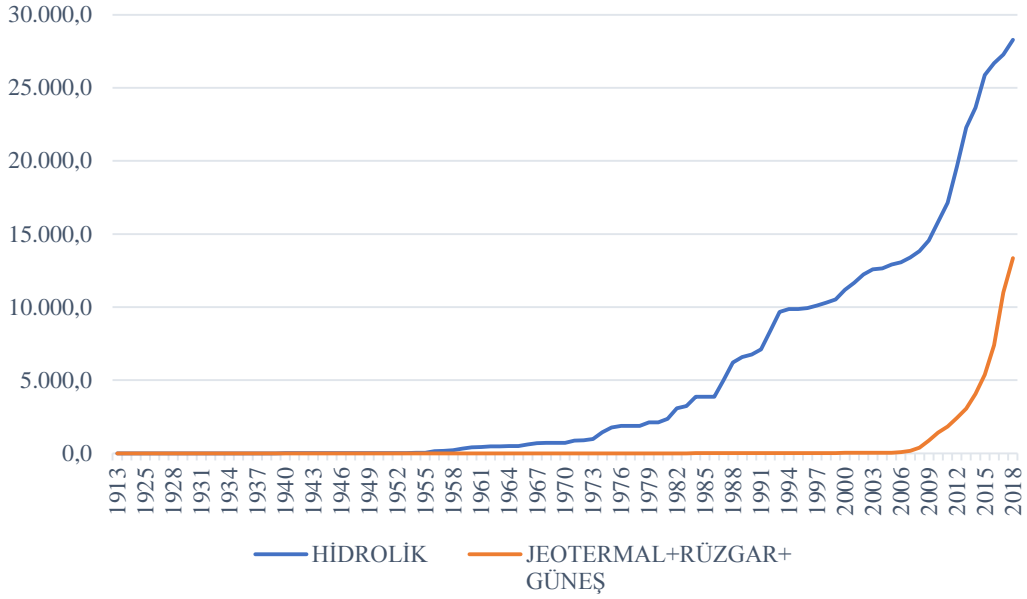
Kyoto protokolünde sayısal bir sınırlaması olmayan Türkiye ulusal eylem planları ile bu süreçte kendine hedefler koyarak küresel mücadelede etkin rol oynamaktadır.

1.4. YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARI

1.4.1. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Tarihsel Gelişimi

Yenilenebilir enerji kavramı içerisinde yer alan ve elektrik üretimi olarak kullanımı geçmiş yıllara dayanan hidrolik enerji üretimi 1913 yılında 0,1 mw olarak ülkemiz enerji üretiminde yer almaya başlamıştır. Cumhuriyetin ilk yıllarına kadar ilave yatırım imkanı olmayan bu yenilebilir enerji türü 1955 yılına kadar 38,1 mw seviyesine ancak ulaşmıştır. Bu tarihten sonra yatırımlar hız kazanmış 1974 yılında 1.449,2 mw ile seviye atlayan kapasite 1997 yılında 10.102,6 mw'ye ulaşmıştır. 2000 yıllara girildikten sonra ortalama her yıl %5 kapasite artıran hidroelektrik santralleri 2018 yılı sonunda 28.291,40 mw'ye ulaşarak genel üretime katkısı giderek artmıştır. Burada önemli olan husus bu yatırımların büyük çoğunluğunun devlet yatırımları olmasıdır. 2000'li yıllara gelince özel sektör yatırımlarının sektörde daha fazla olduğu, devletin özelleştirmelerle elektrik sektöründe özel sektörün yatırım süreçlerine dahil edilmesi ve bu noktada destek mekanizmaları geliştirmeleri enerjinin büyümesini farklı seviyelere getirmiştir.

Yenilenebilir enerjinin diğer alanlarını birlikte değerlendirdiğimizde güneş, rüzgar ve jeotermal alandaki toplam kapasite 1983 yılına gelinceye kadar "0" olup, 1984 yılında 17,5 mw kapasiteli Jeotermal enerji santrali Elektrik Üretim şirketi aracılığı ile devreye alınmış, 1998 yılına gelinceye kadar yenilenebilir enerjinin bu 3 kaynak türünde herhangi bir yatırım olmamıştır. 1998 yılında ilk devreye alınan 1,5 mw gücündeki rüzgar enerjisi tesisi kuruluşu ile bu alandaki yatırımların ilki olarak karşımıza çıkmaktadır. 3 farklı yenilenebilir enerji kaynağının 2018 yılı sonunda ulaştığı 13.350,8 mw büyüklük yatırımlara verilen teşvik mekanizması ve özel sektörün katkısı ile kısa sürede önemli ölçüde artmıştır. (Tablo-20)



Tablo- 20: Türkiye’deki Yenilenebilir Kaynakların Yıllar İtibariyle Gelişim Tablosu (TEİAŞ, Türkiye Elektrik Üretim-İletim 2018 Yılı İstatistikleri verilerinden oluşturulmuştur)

1.4.2. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Bölgesel Analizi

Türkiye yenilenebilir enerjinin her alanında yüksek potansiyel sahip olup, kaynakların üretime ve yatırıma konu edilmeleri için devlet aracılığı ile yapılan bölgesel analizler yatırımcılara yol göstermeye çalışılmıştır. Bu çerçevede güneş, rüzgar ve biyokütle için hazırlanan enerji potansiyel atlasları il bazlı yatırımın kurulu gücünden potansiyel beklentilerine kadar birçok veriyi barındırmaktadır.

Güneş Enerjisi için belirlenen Güneş Enerjisi Potansiyel Atlasında (GEPA), il/ilçe bazlı güneşlenme süreleri, global radyasyon değerleri ile güneş enerjisi panelinde kullanılacak teknolojiye ilişkin üretilebilecek potansiyel enerji miktarları analiz edilmiştir.

Rüzgar Enerjisi için hazırlanan ve yatırımcıların ilgisine sunulan atlasta belli yüksekliklerde rüzgar güç yoğunluğu ve rüzgar hızı haritaları hazırlanmış, il bazında rüzgar gücü ve hızı baz alınarak toplam kurulu güç tahminleri bölgesel olarak yapılmıştır.

Biyokütle enerjisi için hazırlanan veri bu alandaki enerji üretimine kaynak oluşturacak hayvansal, bitkisel, kentsel atık ve orman varlığı atığı bazında detayların yer aldığı ve bu verilerle il bazlı potansiyel yatırım süreçleri için çalışmalara örnek teşkil edecek verilerin atık bazlı çalışması yapılmıştır.

Ülkemizde geçmiş yıl istatistiklerinden faydalanarak hazırlanan potansiyel atlasları günümüzde yol gösterici kaynak olarak kullanmakla beraber, halihazırda yapılan yatırımların sonucunda oluşan üretim verileri kat edilecek yol ile ilgili önemli katkı sağlamaya başlamıştır.

1.4.3. Türkiye’de Yapılan Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Sınıflandırılması

Çalışmaya baz alınan güneş enerjisi yatırımları kavramı çerçevesinde ilk olarak üretime geçen tesisin 2014 yılında olması sebebiyle yenilenebilir enerji yatırımlarının ülkemiz gelişimindeki yatırımlarını sınıflandırmada da 2014-2018 yılları arası baz alınmıştır. (Tablo-21)

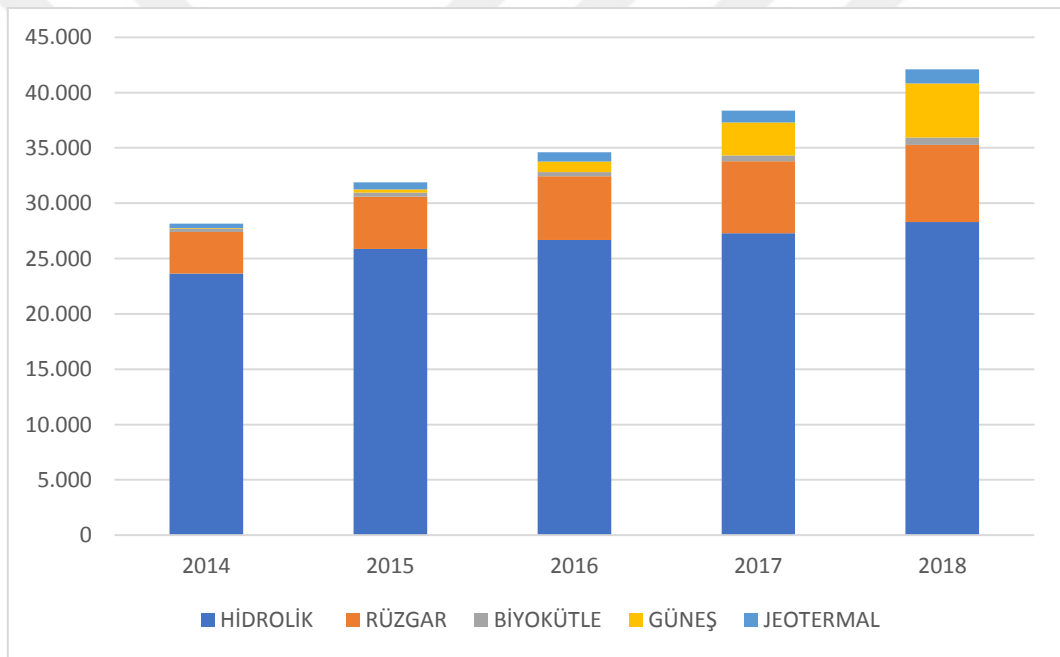
Ülkemizdeki kurulu tesislerin kurulu güçlerin ve üretim rakamlarının analizi noktasında 5 yıllık periyotta üretimin özel/kamu ayrımı ve tesisin lisanslı/lisanssız olup olmadığı ayrımı yapılmadan analiz edilip sınıflandırılmıştır.

ÜRETİM KAYNAĞI	2014	2015	2016	2017	2018
	Kurulu Güç (Mwh)	Kurulu Güç (Mwh)	Kurulu Güç (Mwh)	Kurulu Güç (Mwh)	Kurulu Güç (Mwh)
HİDROLİK	23.643	25.868	26.677	27.274	28.293
RÜZGAR	3.762	4.718	5.750	6.520	6.992
BİYOKÜTLE	299	371	399	516	660
GÜNEŞ	40	293	953	2.998	4.879
JEOTERMAL	405	624	821	1.064	1.283

Tablo- 21: Türkiye Yenilenebilir Enerji Kaynakları 2014-2018 Yılları Arası Kurulu Güç Tablosu (EPDK, Elektrik Piyasası Gelişim Raporları 2014-2018 verilerinden hazırlanmıştır)

Bu tabloda son 5 yılda özellikle hidrolik santrallerin dışındaki santrallerde büyüme oldukça yüksek seviyelerdedir. YEKDEM mekanizması kapsamında 10 yıllık satın alım fiyat garantisi özellikle özel sektör yatırımcılarının ilgisini artırmıştır. (Tablo-22)

Bu artış trendi dünya genelindeki büyümelere de paralellik göstermektedir. Özellikle güneş ve rüzgardaki büyümeler, tarifelerdeki devlet garanti düzenlemeleri ile paralellik göstermiş, global anlamdaki kurulum maliyetlerindeki azalışlarda bu yatırımların hız kazanmasında etkili olmuştur.



Tablo- 22: Türkiye’de Kurulu Yenilenebilir Enerji Kaynakları 2014-2018 Yılları Arası Kurulu Güç Gelişim Tablosu (EPDK, Elektrik Piyasası Gelişim Raporları 2014-2018 verilerinden hazırlanmıştır)

İKİNCİ BÖLÜM

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARINDAN GÜNEŞ ENERJİSİ YATIRIMLARI

2.1. Güneş Enerjisi Yatırımı Kavramı

Türkiye’de yenilenebilir enerji alanındaki atılan yasal adımlar sonrasında yapılan güneş enerjisi yatırımlarında ticari nitelikli büyük yatırımların hızla ivme kaydettiği görülmektedir. Bu sürecin yasal düzenlemelerle şekillendiği ve yatırımların bu süreçlerle birlikte arttığı görülmüştür.

Ülkemizde lisanslı ve lisanssız yatırım imkanı olan enerji üretim seçeneğinde geldiğimiz noktada lisanssız üretim yatırımları kısa sürede büyük ivme kazanmış olup lisanslı güneş enerjisi yatırımları sınırlı seviyelerde kalmıştır.

Güneş enerjisi ile enerji yatırımlarında ülkemizde yaygın olarak ticari nitelikte gelir elde etmek amaçlı olanlar ön planda olup, öz tüketim amaçlı çatı veya bina üzerindeki kurulumlar sınırlı ölçekte dir.

Güneş enerjisi yatırımları malzeme, yöntem ve teknoloji açısından çok çeşitlilik göstermekle birlikte temelde iki ana gruba ayrılabilir:

Fotovoltaik Güneş Sistemleri: Fotovoltaik hücreler denen yarı-iletken malzemeler güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirirler.

Isıl Güneş Sistemleri: Bu sistemlerde öncelikle güneş enerjisinden ısı elde edilir. Bu ısı doğrudan kullanılabilceği gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir.

Ülkemizde enerji üretiminde yaygın teknoloji fotovoltaik güneş enerjisi sistemleri olup, kurulu kapasitenin tamamı bu teknoloji kapsamındaki malzemeler kullanılarak kurulmuştur.

2.1.1. Güneş Enerjisi Yatırımlarının Tarihsel Gelişimi

Güneş enerjisi yatırımları ülkemizde 2013 yılında gündemde yokken 2014 yılı ile başlayan yatırım süreci çok kısa zamanda 5.000 mw seviyelerine kadar yükselmiştir. Bu süreçte lisanssız üretim tesisleri ağırlıklı yatırım artışı dikkat çekmekte olup, lisanslı tesislerde kapasite artışları oldukça sınırlı seviyelerde gerçekleşmiştir. (Tablo-23)

YILLAR / SANTRAL TÜRÜ	LİSANSLI (FOTOVOLTAİK)	LİSANSIZ (FOTOVOLTAİK)	LİSANSIZ (YOĞUNLAŞTIRILMIŞ)
2013	0	0	0
2014	0	40,2	0
2015	0	292,91	0,5
2016	12,9	939,19	1,22
2017	17,9	2.978,84	1
2018	81,66	5.016,99	0,5

Tablo- 23: Türkiye’de Kurulan Güneş Enerjisi Santralleri Gelişim Tablosu (EPDK, Elektrik Piyasası Aylık Sektör Raporları 2013-2018 verilerinden hazırlanmıştır)

2.1.2.Bölgesel Güneş Enerjisi Yatırımları Güneş Enerjisi Potansiyel Çalışmaları

EİE (kurum mülga olmuş); ülkemizin güneş enerjisi potansiyelini belirlemek için, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü iş birliğinde 1968-1982 yılları güneşlenme verilerini değerlendirmiştir. Bu değerlendirmenin sonucu 2 ayrı raporu halinde yayınlanmış olup, bu değerlendirme sonucunda ülkemizin yıllık ortalama güneş ışınımı $3,6 \text{ kWh/m}^2$ gün ve güneşlenme süresi 2640 saat olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda elde edilen değerlerin güneş enerjisi yatırımlarını değerlendirme çalışmaları açısından yeterli olmadığı zaman içinde anlaşılmış, güneş enerjisi potansiyelini belirlemek amacıyla yeni bir proje, DMI ile işbirliği ile başlatılmıştır. Yeni projede amaç güneş potansiyeli illere kurulacak gözlem istasyonları ile daha sağlıklı veri elde etmek olmuştur. Bu proje kapsamında, 5 adet güneş gözlem istasyonu, 5 yıl süreyle çeşitli illere tesis edilmektedir. Bu süreçte toplanan veriler; yatay düzlemde toplam ve difüz güneş ışınımı, güneşlenme süresi

ve çevre sıcaklığının karma olarak raporlanmıştır. Bu proje kapsamında 13 gözlem istasyonu yerleştirilmiştir,

Bu istasyonlardan alınan ölçümlerden yararlanarak ve DMİ'nin verileri de kullanılarak yeni bir model geliştirilmiş, 58 il için güneş ışıını ve güneşlenme süreleri hesaplanmıştır. “Türkiye'nin Güneş Işını ve Güneşlenme Süreleri” adlı bu rapor 2001 yılında yayınlanmıştır.

GEPA(Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası)

Uluslararasıında kendini ispat etmiş bir model olan “ESRI Güneş Radyasyon Modeli” nden faydalanılarak elde edilen güneş kaynak bilgileri ile güneş kaynak alanları kolaylıkla görülmesi sağlanmış, üretimlere ilişkin ön fizibilite çalışmaları yapılabilme imkanı daha gerçekçi verilerle oluşmuştur. Güneş kaynak alanı arama amacıyla yapılan saha çalışmaları ortadan kaldırılarak zaman ve ekonomik tasarruf sağlanmaktadır. ESRI Güneş Radyasyon Modeli, Türkiye geneli için 500x 500 metrelik çözünürlükte çalıştırılmış ve toplam 3.120.000 adet grid oluşturularak her bir grid için güneş kaynak bilgileri hesaplanmış ve sonrasında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknikleri kullanılarak elde edilen bilgiler haritalandırılmıştır.

GEPA'nın hazırlanmasında noktasal bazda (500mx500m) ortalama $\% \pm 10$ hata payı ile bilgi üretilmiş ve bu bilgiler Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün 148 adet ve Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü'nün 8 adet uzun dönemli geçmiş yıl güneş ölçüm verileri ile doğrulanmış ve kalibre edilmiştir.

BÖLGELER	LİSANSLI GÜNEŞ KURULU GÜÇ	%	LİSANSSIZ GÜNEŞ KURULU GÜÇ	%
İÇ ANADOLU BÖLGESİ	38,86	48%	1.896,14	38%
EGE BÖLGESİ	10	12%	1.001,41	20%
AKDENİZ BÖLGESİ			810,83	16%
GÜNEY DOĞU ANADOLU BÖLGESİ			551,82	11%
DOĞU ANADOLU BÖLGESİ	32,8	40%	408,89	8%
MARMARA BÖLGESİ			187,98	4%
KARADENİZ BÖLGESİ			159,92	3%
TOPLAM	81,66	100%	5.016,99	100%

Tablo- 24: Türkiye Güneş Enerjisi Kurulu Gücün 2018 Yıl Sonu İtibariyle Bölgesel Dağılım Tablosu (EPDK, Elektrik Piyasası Aylık Sektör Raporları Aralık 2018 verilerinden hazırlanmıştır)

2.1.3. Güneş Enerjisi Yatırımlarının Finansal Analizi

Güneş enerjisi yatırım kararı verilme aşamasında güneş enerjisi yatırımına uygun bölge seçimi yanında kullanılacak teknoloji, kullanılacak finansman seçimi dahil birçok faktörün optimal seviyede tercihi ve uygulaması yatırımın getirisi anlamında önem arz etmektedir.

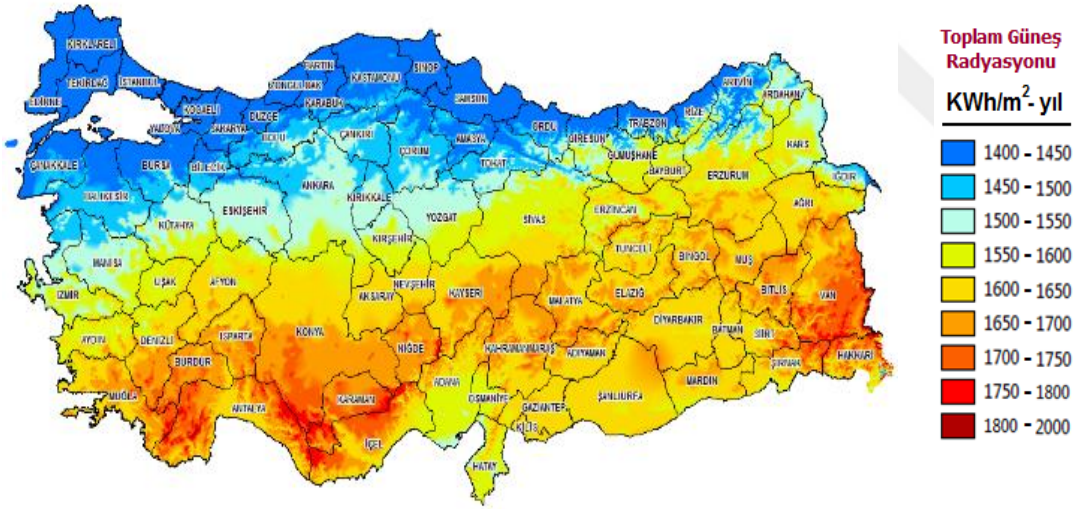
2.1.3.1. Bölge Seçimi

Türkiye güneşten faydalanma açısından ülkemiz Enerji Bakanlığımızca hazırlanan, Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA) yatırımcılara yol gösteren bir çalışma olarak hazırlanmıştır. İl ve ilçe bazlı detaylı olarak güneşlenme süresi ile ay bazında toplam gelen güneş enerjisi miktarı raporlanabilmektedir. Ülkemizin genel olarak, yıllık toplam güneşlenme süresi 2.741 saat (günlük ortalama 7,5 saat), yıllık toplam gelen güneş enerjisi 1.527 kWh/m².yıl (günlük ortalama 4,18 kWh/m².gün) olduğu bu rapor doğrultusunda tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışma kapsamında kullanılacak solar panel teknolojisine göre verim analizi de yapılarak yatırım sürecinde teknoloji seçimlerine de katkı sağlanmaya çalışılmıştır.

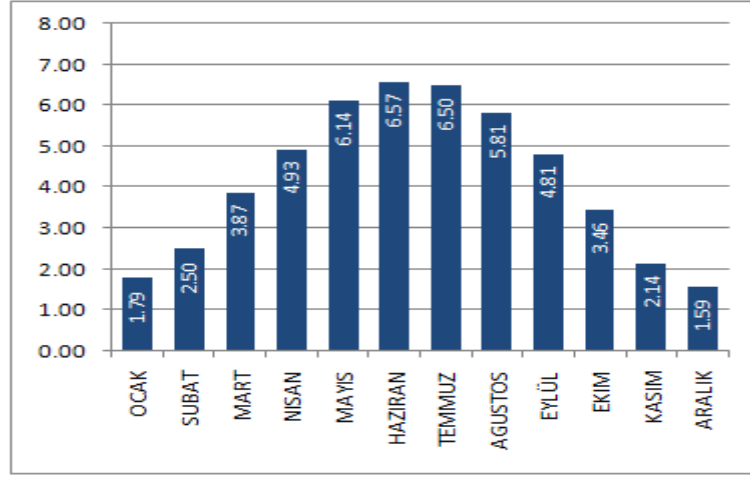
Bu çalışma 1985-2006 yılları arasındaki 22 yıllık verilerin Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü ile halihazırda isim değiştiren EİE Genel Müdürlüğü işbirliğince hazırlanmıştır. Bununla birlikte özellikle 2014 yılında yapılmaya başlayan güneş enerjisi yatırımlarından alınan üretim verileri ile GEPA verilerinin %15-20 daha

üzerine çıkılabildiği görülmüştür. Buna sebep güneş radyasyonunun her geçen yıl artması tezi ileri sürülebilir. Ayrıca geçmiş yılda yapılan çalışmaların daha az teknoloji desteği barındırması, fiili yatırımların başlaması ile üretimin radyasyonun daha net analiz edilebilmesi ve daha sağlıklı verilerin alınabilmesi GEPA verilerinin değerlendirmesinde diğer faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bölge seçiminde verimliliği daha net görebilmek için bir farklı yöntem ise Avrupa Komisyonunun Fotovoltaik Coğrafya Bilgi Sistemi yazılımı ile interaktif seçim yapabileceğiniz veya üretim yerinin bölge koordinatları ile tahmini teknik üretim datalarına sahip olabileceğiniz bir online uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır. PVGIS uygulamasından alınan tahmini verilerin GEPA'dan daha yüksek olduğu görülmüş ve gerçeğe en yakın tahminler için bu veriden de yatırımcıların sıklıkla yararlandığı görülmüştür.

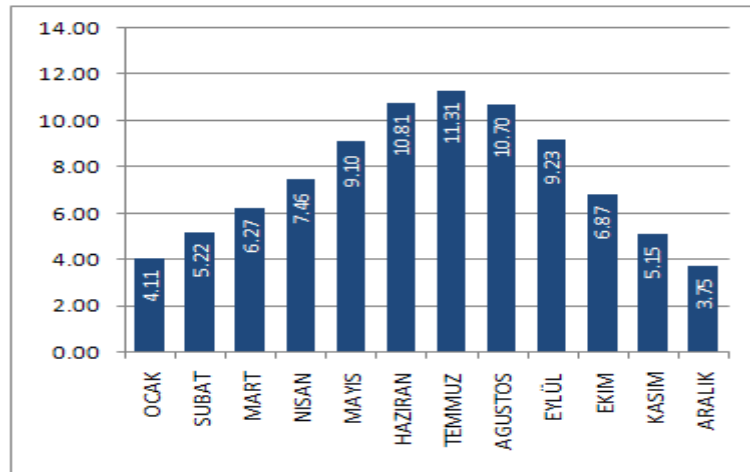


Şekil-1 : Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası ve Toplam Güneş Radyasyonu Skalası (YEGM, Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası)



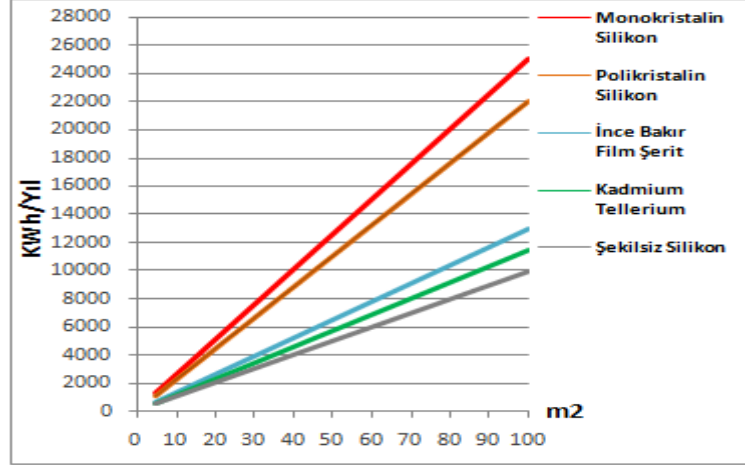
Tablo- 25: GEPA Analizine Göre Türkiye Global Radyasyon Değerleri Tablosu (YEGM, Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası)

Global radyasyon kavramı, yatay yüzeye düşen güneş ışınım miktarını ifade eder. Güneşten çıkan ışınımın yer yüzüne 2 farklı şekilde ulaşabilmektedir: Kaynağından çıkarak atmosfer üzerinde kırılmadan doğrudan yer yüzüne ulaşan ışınım tipi “direk radyasyon” olarak adlandırılırken, bulutlar, atmosferdeki partiküller, yeryüzü şekilleri gibi etmenler nedeniyle kırılarak yüzeye ulaşan radyasyon ise “difüz radyasyon” olarak adlandırılır. Global radyasyon ise bu iki tip radyasyonun toplamı olarak tanımlanmakta olup, birim yüzeye ulaşan toplam radyasyonu ifade etmektedir.



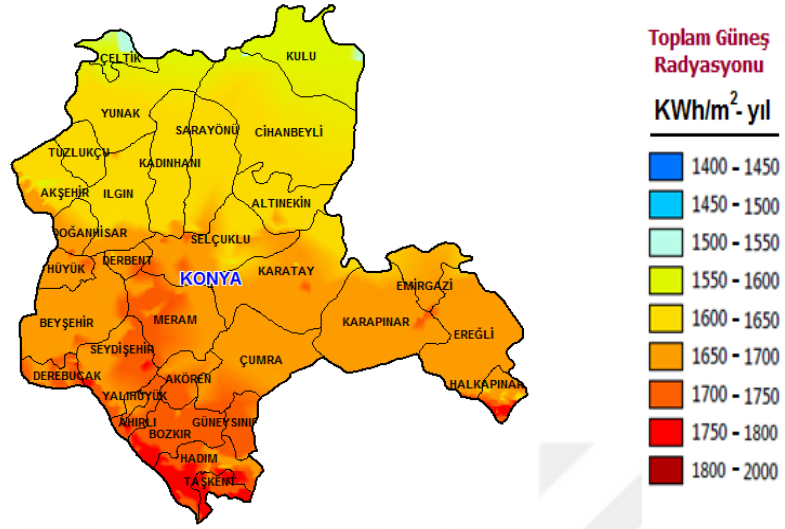
Tablo- 26: Türkiye Geneli Güneşlenme Süreleri (Ay/Saat) (YEGM, Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası)

Güneşlenme süresi yüzeye düşen direk radyasyon ışığının 120w/m^2 den yüksek olduğu zamanların süresini ifade etmektedir. Ülkemizin dört mevsimi yaşayarak her dönemde güneşten istifade etmesi güneş yatırımları açısından önemli bir avantaj kaynağıdır.

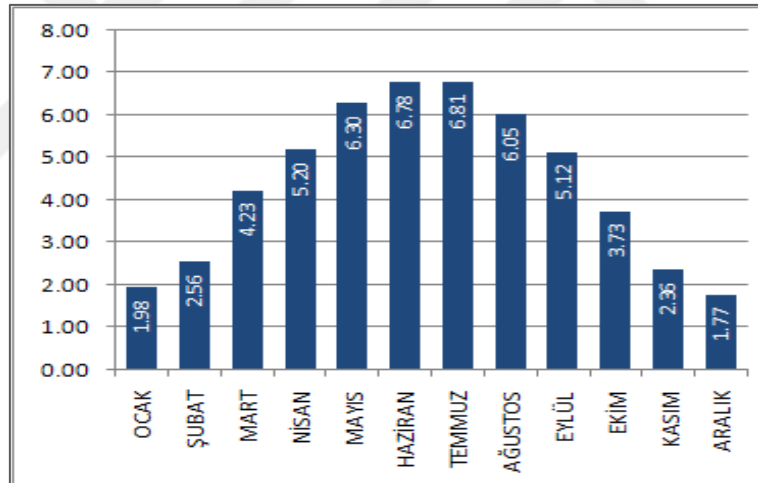


Tablo- 27: PV Tipine Göre Yıllık Enerji Üretim Tahmin Tablosu (Kwh/Yıl) (YEGM, Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası)

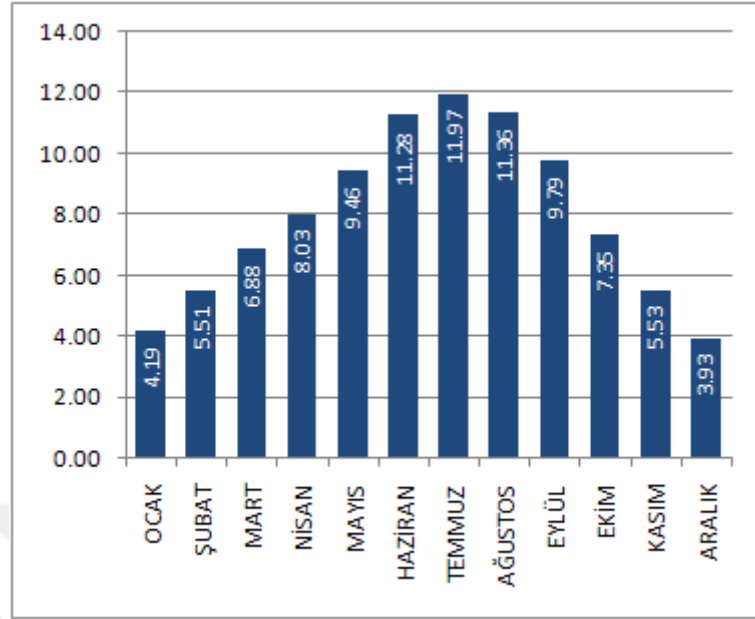
Bu çalışmada Konya ili güneş enerjisi yatırımları analizi için Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası'ndan (GEPA) Konya global radyasyon verileri, güneşlenme süreleri, panel üretim verileri gösterge alınarak yatırım analizi yapılmaya çalışılmıştır.



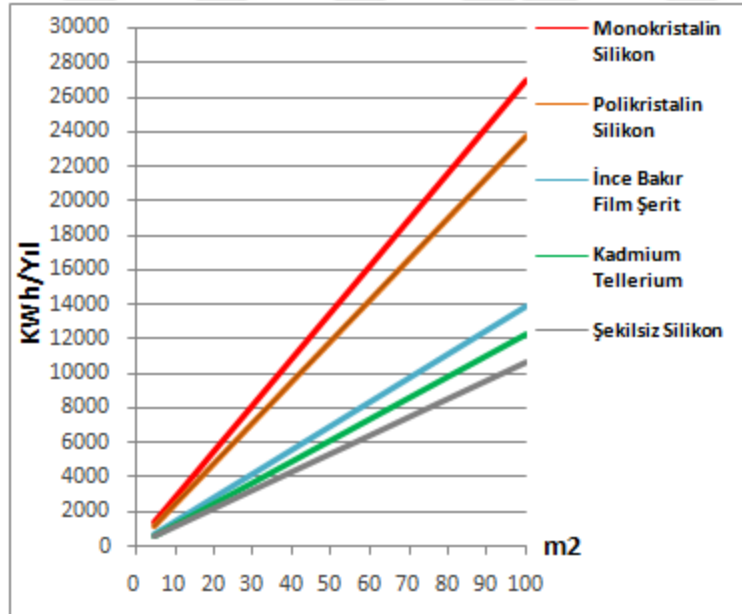
Şekil-2 : Konya İli GEPA Güneş Radyasyon Haritası (YEGM, Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası)



Tablo- 28: Konya İli Global Radyasyon Değerleri (YEGM, Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası)



Tablo- 29: Konya İli Aylık Güneşlenme Süre Tablosu (YEGM, Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası)



Tablo- 30: Konya İli PV Tipine Göre Üretim Tablosu (KWh/Yıl) (YEGM, Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası)

2.1.3.2. Teknoloji Seçimi

Güneş enerjisi tesis yatırımında seçilecek ürünlerin bileşenlerine bakıldığında maliyetten bağımsız olarak güneş panelleri, inverter (çevirici), çelik konstrüksiyonlu taşıma çelik yapı, kablolar, elektrik güç devre elemanları ve kurulum yapılacak arazi olarak sınıflandırabiliriz. Bu bileşenlerin için de farklı alternatiflerin seçimi yatırımcının getiri ve verimlilik analizleri ile değişebilmektedir.

Bu bileşenler teknolojik açıdan incelendiğinde Güneş Panelleri :

Dünya üzerinde kurulan güneş enerji sistemlerinin büyük çoğunluğunda silisyum hammaddesine bağlı olarak üretilen güneş panelleri kullanılmaktadır. Dünya üzerinde yaygın olarak bulunan bu hammadde yüksek ısıda ayrıştırılarak hücre oluşu sağlanmaktadır. Bu ayrıştırmanın derecesine göre monokristal ve polikristal PV hücreleri ortaya çıkmaktadır. Bu üretim farkı verimlilikleri etkilemekte buna bağlı olarak da fiyatlarda farklılık ortaya çıkmaktadır. Bu iki PV hücresinin Dünya genelinde birçok ülkede üretimi mevcut olup, güneş enerjisi panellerinde süreye bağlı performans verimlilik rasyoları ve garantileri bu seçimlerde fiyatların karşılaştırılmasında önemli etkenlerdendir. Ayrıca ülkelerin ürünler bazında uyguladıkları gümrük tarifeleri de fiyat performans analizinde dikkat edilmesi gereken önemli faktörlerden bir tanesidir.

İnvertör ve Sistem Dengeleyici Ekipmanlar:

Sistemin önemli parçalarından olan bu cihaz hücreler aracılığı ile doğru akım (DC) ile üretilen elektriği alternatif akıma (AC) çevirmektedir. Güç kontrol sistemleri de üretilen elektriğin voltaj değişimlerini dengede tutarak, enerjinin kurulan bağlantı seviyesinde enerji nakil hattına taşınmasını sağlamaktadırlar. Bu alanda birçok alternatif ürün mevcut olup, Avrupa menşeli ürünlerin daha kaliteli ve verimli oldukları söylenebilir.

2.1.3.3. Finansman Modeli Seçimi

Yapılacak olan yatırımın analizinde hesaplanacak yatırım analiz modellerinde ve oluşacak nakit akışlarında yatırımcının tamamen özkaynak ile yatırımı finanse ettiği varsayımı yanında %30 özkaynak %70 yabancı kaynak ile yatırımın analizleri yapılacaktır. Bu model seçiminde halihazırda kamu otoritesi tarafından verilen 10 yıllık satın alım garantisi ve fiyatı noktasında veri analizleri bu süreye ve fiyata bağlı olarak yapılmıştır.

2.1.3.4. Tesis Yönetimi Seçimi

Güneş enerjisi yatırımlarının çoğalması yeni sektörler yaratmakta olup, yılın büyük bölümünde güvenlik harici personele çok ihtiyaç olunmaması bu tesisler için profesyonel teknik hizmet veren şirketlerden hizmet alımlarına sektörü yönlendirmektedir. Uzaktan erişim ile anlık olarak performans izleme imkanına sahip tesislerde, bakım/onarım/teknik hizmetler için tek bir yerden hizmet satın alınmasının yatırımcı için daha rahat ve takip edilebilir olduğu analiz edilmektedir.

Güneş Enerjisi Tesisi Kurulumu İçin Gerekli Ekipman Listesi

Güneş enerjisi santralının kurulumundaki temel malzemeler güneş panelleri, evirici (inverter), kurulum ana konstrüksiyon (çelik), şalt otomasyon sistemleri, kablolar ve arazi satın alım bedeli olarak sıralanabilir.

Yatırım sürecinde bu malzemelerin seçiminde birçok alternatif menşe yer almakta olup, yapılan analizde Tier-1 olarak sınıflandırılan üst düzey kabul gören kaliteli ürünler tercih edilerek finans maliyeti çıkarılmıştır.

Tesisin ilk yatırım maliyetinde ürün bazında yapılan piyasa araştırmaları ve global bazdaki piyasa eğilimleri ile maliyetlendirmeler yapılmıştır. 1.000 Kw (1 Mw) Kapasiteli Tesis Kurulumu için w baz alınarak her bir ürün maliyet tablosuna yansıtılmıştır.

TESİS EKİPMAN LİSTESİ	W BAŞI FİYAT	TUTAR	DÖVİZ CİNSİ
GÜNEŞ PANELLERİ	0,55	550.000	USD
İNVERTER	0,15	150.000	USD
ÇELİK KONSTRÜKSİYON	0,17	170.000	USD
SİSTEM Dengeleyici ve Dağıtıcı Giderleri	0,10	100.000	USD
KURULUM YAPILACAK ARAZİ MALİYETİ	0,05	50.000	USD
TÜM İZİN VE YASAL SÜREÇ MALİYETLERİ	0,03	30.000	USD
ENERJİ NAKİL HATTA BAĞLANMA GİDERLERİ	0,05	50.000	USD
TOPLAM MALİYET		1.100.000	USD

Tablo- 31: 1 Mw Kapasiteli Güneş Enerjisi Tesisi Kurulum Maliyet Tablosu (Piyasa araştırmalarına göre yazar tarafından derlenmiştir)

Yatırımın analizinde kuruluş maliyeti yanında operasyonel giderler ve genel yönetim giderlerinin de değerlendirilmesi sağlıklı yatırım analizi için önemli maliyet bileşenleridir. Güneş enerjisi tesisleri için en önemli gider kalemi elektrik üretiminin devlete satışı sürecinde üretilen enerjinin karşılığında alınan dağıtım bedeli gideridir. Bu gider EPDK tarafından elektrik tarife değişiklikleri kapsamında belli dönemlerde ilan edilmektedir.

Tesis faaliyet yılı olarak seçilen 2017 yılında kurulacak tesisin faaliyete başlama tarihi olarak 31.12.2017 yılına kadar tamamlanan tesisler için üretilen elektrik miktarına bağlı olarak tespit edilen dağıtım bedeli 2,5104 kr/kwh olarak belirlenmiş olup, 31.12.2017 tarihinden sonra devreye alınacak tesisler için bu bedel 10,0417 kr/kwh olarak Resmi Gazetede ilan edilmiştir. 31.12.2017'den sonra devreye alınacak tesisler için dağıtım maliyeti bedeli yatırım analizleri açısından karlılığı ve yatırımın geri dönüş süresini etkileyecek önemli bir gider kalemidir. (Tablo-32)

Üreticiler için veriş yönünde tek terimli dağıtım tarifesi		
Lisanssız Üretici		
31/12/2017 tarihinden önce geçici kabule hazır tutanağı alan tesisler için	2,5104	15,9528
31/12/2017 tarihinden sonra geçici kabule hazır tutanağı alan tesisler için	10,0417	15,9528

Tablo- 32: Enerji Üreticileri İçin Dağıtım Bedeli Tablosu (EPDK, 28.09.2017 Tarihli Kurul Kararı)

Güneş Enerjisi Santralının işletilmesi sürecindeki genel giderlerdeki en büyük pay güvenlik hizmeti olup, diğer gider kalemi dağıtım bedelidir. Tesisin teknik olarak izlenmesi ve takibi için hizmet satın alınması verimliliğin takibi için önemli olup, bu unsur da piyasa fiyatları ile analize dahil edilmiştir. Bu giderleri de 1 yıllık periyot için özetlediğimizde;

TESİS İŞLETME GİDERLERİ	BİRİM	TUTAR	DÖVİZ CİNSİ
GÜVENLİK HİZMETİ	YILLIK	25.000	USD
BAKIM ONARIM TEKNİK TAKİP HİZMETİ	YILLIK	5.000	USD
SİGORTA GİDERİ	YILLIK	4.000	USD
SİSTEM İLETİM VE DİĞER YASAL GİDERLER	YILLIK	12.500	USD
DİĞER ÖNGÖRÜLEMİYEN GİDERLERİ	YILLIK	1.000	USD
TOPLAM		47.500	

Tablo- 33: 1 Mw Kapasiteli Güneş Enerjisi Tesisinin Yıllık İşletme Giderleri Tablosu (Piyasa araştırmalarına göre yazar tarafından derlenmiştir)

2.2.Güneş Enerjisi Yatırım Fizibilitesi

Güneş enerjisi yatırım fizibilitesinde 2017 yılı sonuna kadar Konya'da faaliyete geçecek 1 mw büyüklüğündeki Güneş Enerjisi Tesisinin kurulum ve işletim bedelleri dikkate alınarak analizleri yapılmıştır. Fiyat destek tarifesi 10 yıllık süre boyunca USD cinsinden verileceği için analizlerde de USD para cinsi dikkate alınarak hesaplamalar yapılmıştır.

2.2.1.Kurulacak Güneş Enerjisi Tesisi Nakit Akışı Hazırlanması ve Yatırım Analizi Modelleri ile Değerlendirilmesi

Bu çalışma kapsamında yapılan analizlerde güneş enerjisi üretimi ile elde edilen elektriğin devlet tarafından belirlenen tarife kapsamında 10 yıl süre ile satışı için yatırım fizibilitesi ve analizi yapılmaktadır. Yatırım kararı alacak olan girişimci için kamusal gereklilikleri ve düzenlemeleri yanında yatırımın sonucundan ne kadar kar elde edebileceği hususunu da göz önüne alarak hareket etmektedir.

Nakit akışlarının hazırlanmasında ve yıllık bazdaki gelir-gider hesaplamalarında esas alınacak veriler bu çalışma kapsamında analiz edilen bilgiler doğrultusunda nakit akışına aktarılmıştır.

Finansal model kapsamında iki senaryo ortaya koyulmuş olup, birinci modelde yatırımın tamamen özkaynak ile finanse edilmesi (Ek-1), ikinci senaryoda %30 özkaynak, %70 yabancı kaynak ile yatırımın finansmanının sağlanması (Ek-2) öngörülmektedir. Her iki senaryoda da üretim verileri ve işletme giderleri aynı alınmakta, ikinci senaryoda banka kredisi ödemeleri nakit akışa dahil edilmektedir.

Konya iline ait GEPA yer alan global radyasyon değerleri ve aylık güneşlenme süreleri ile yapılan hesaplamada 1 mw'lık tesisin 1 yılda ürettiği enerji miktarı 1.656.000 kwh olarak baz alınmıştır.

KONYA	Saat	Kwh/m2/gün
Aylar	Güneşlenme Süreleri	Radyasyon Değeri
Ocak	4,19	1,98
Şubat	5,51	2,56
Mart	6,88	4,23
Nisan	8,03	5,2
Mayıs	9,46	6,3
Haziran	11,28	6,78
Temmuz	11,97	6,81
Ağustos	11,36	6,05
Eylül	9,79	5,12
Ekim	7,35	3,73
Kasım	5,53	2,36
Aralık	3,93	1,77

Tablo- 34: Konya ili GEPA güneşlenme süreleri ile radyasyon değer tablosu (YEGM, Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası)

Üretimin 2. Yılandan itibaren sistemim her yıl %0,05 verim kaybı yaşayacağı varsayılmış, ayrıca yıllık bazda %0,015 iç tüketim sonrasında satışa esas üretim miktarı hesaplanmıştır.

Enerji satış fiyatı 10 yıl süre ile 0,1330 Usd/Kwh olarak hesaplanmıştır. Elektrik dağıtım bedeli 0,028276 TL/Kwh olarak hesaplanmış ve 2017 yılı ortalama kur ile USD cinsinden giderleştirilmiştir.

Bakım onarım ve izleme işleminin profesyonel firmadan yıllık 5.000 USD bedel ile 10 yıl boyunca hizmet alınacağı öngörülmüştür. Güvenlik personeli 3 personel olarak asgari ücret toplam maliyeti baz alınıp ortalama döviz kuru ile USD para cinsine dönüştürülmüştür. Yıllık bazda da USD cinsinden her yıl % 2,5 artış yapılmıştır. Sigorta prim gideri tesis toplam maliyetinin % 0,1 olarak hesaplanmış ve USD cinsinden her yıl aynı oranda devam edeceği varsayılmıştır.

Amortisman süresi 10 yıl olarak alınmış ve toplam maliyet 10 yıl süresince giderleştirilmiştir. Kurumlar Vergisi oranı % 20 olarak yıllık sabit tutulmuştur.

Yabancı Kaynak %70, özkaynak %30 olarak modellenen 2. Nakit akışta, tüm veriler 1. Nakit akış ile aynı kabul edilmiş, farklı olarak kredi maliyeti USD cinsinden 120 ay vadeli ve yıllık %5 faiz oranı ile hesaplanmıştır.

Her iki nakit akış verilerine göre finansal analizler ayrı ayrı hesaplanarak yatırım kararları değerlendirilmiştir.

2.2.1.1. Net Bugünkü Değer Analizi

Yatırımların değerlemelerinde kullanılan Net Bugünkü Değer (NBD) yöntemi, projenin nakit girdilerinin bugünkü değerinden (BDH), nakit çıktılarının bugünkü değerinin (BDG) düşülmesiyle hesaplanır.

Diğer bir ifade ile net bugünkü değer; bir projeye ait nakit girişlerinin ve nakit çıkışlarının sermaye maliyeti % i ile t0 dönemi esas alınmak suretiyle iskonto edilmesiyle hesaplanır. Eğer sonuç artı değer ise proje kabul, eksi değer ise proje reddedilir. Yani;

Eğer $NBD > 0$, projeyi kabul et,

Eğer $NBD = 0$, durum farksız,

Eğer $NBD < 0$, projeyi ret et.

Bu çalışmada hazırlanan 10 yıllık süre için iki farklı senaryoya göre NBD analizi yapılmıştır.

1. Senaryonun NBD hesaplaması:

Yatırım Maliyeti (Özkaynak) : 1.100.000-USD

	1.YIL	2.YIL	3.YIL	4.YIL	5.YIL
NAKİT AKIŞ (YILLIK)	161.165	159.593	158.017	156.434	154.846
	6.YIL	7.YIL	8.YIL	9.YIL	10.YIL
	153.251	151.649	150.040	148.423	146.799

$$NBD = (\text{Yatırım Tutarı}) + \frac{1. \text{ YIL NAK}}{(1+f/o)^1} + \frac{2. \text{ YIL NAK}}{(1+f/o)^2} + \dots + \frac{9. \text{ YIL NAK}}{(1+f/o)^9} + \frac{10. \text{ YIL NAK}}{(1+f/o)^{10}}$$

Sermaye maliyeti USD cinsinden % 5 alınmıştır.

Bu hesaplama göre NBD : + 94.253 çıkmakta, bu analize göre NBD>0 olduğu için proje kabul edilebilir.

2. Senaryonun NBD hesaplaması:

Yatırım Maliyeti (Özkaynak) : 330.000-USD

	1.YIL	2.YIL	3.YIL	4.YIL	5.YIL
NAKİT AKIŞ (YILLIK)	69.976	68.012	66.041	64.063	62.077
	6.YIL	7.YIL	8.YIL	9.YIL	10.YIL
	60.083	58.081	56.070	54.049	52.019

$$NBD = (\text{Yatırım Tutarı}) + \frac{1. \text{ YIL NAK}}{(1+f/o)^1} + \frac{2. \text{ YIL NAK}}{(1+f/o)^2} + \dots + \frac{9. \text{ YIL NAK}}{(1+f/o)^9} + \frac{10. \text{ YIL NAK}}{(1+f/o)^{10}}$$

Sermaye maliyeti USD cinsinden % 5 alınmıştır.

Bu hesaplama göre NBD : + 147.562 çıkmakta, bu analize göre NBD>0 olduğu için proje kabul edilebilir.

Her iki analizde de NBD 0'dan büyük olduğu için yatırım kararı olumlu yönde yatırımcı tarafından alınabileceği bu analiz ile tespit edilmiştir.

2.2.1.2. İç Karlılık Oranı Analizi

İç Karlılık Oranı (İKO) analizi, santral yatırım dönemi ve ekonomik ömrü boyunca nakit girişlerinin bugünkü değerinin toplamını, nakit çıkışlarının bugünkü değer toplamına eşit kılan indirgeme oranıdır. Diğer bir ifadeyle, yatırımın NBD'sini sıfıra eşitleyen indirgeme oranıdır.

İKO yatırımcı tarafından beklenen minimum getiri oranından ve işletme sermaye maliyetinden fazla ise proje gerçekleştirilmektedir. Söz konusu oranın en azından uzun vadeli borçlara uygulanan nominal faiz oranına eşit ya da büyük olması gerekmektedir. İKO'su yüksek hesaplanan proje yatırımcı tarafından alternatif yatırımlar arasında tercih edilmektedir.

İKO hesabıyla yatırımın finansmanında kullanılacak kredinin olabileceği azami faiz oranı belirlenebilmektedir. Diğer taraftan NBD analizine benzer şekilde, İKO'nun yatırım büyüklükleri farklı projeler arasında ekonomik performans ölçütü olarak ele alınması yanıltıcı sonuçlara neden olabilmektedir. Bu yöntemin diğer zayıf yönü, ekonomik ömrü içerisinde negatif nakit akışı olan projelerde birden fazla İKO değerine ulaşılabilmesidir.

1. Senaryoya göre;

Bu projede USD cinsinden %5 olarak hesapladığımız faiz oranı sonucunda NBD pozitif çıkmaktadır. Aynı projede faiz oranını %7 olarak hesapladığımızda NBD negatif çıkmaktadır. Bu veriler ışığında İKO hesapladığımızda;

% 5 faiz oranı ile NBD +94.253 USD

% 7 faiz oranı ile NBD -12.010 USD

$$\text{İKO} : 0,05 + \frac{94253}{(94253+12010)} * (0,07-0,05)$$

Proje İç Karlılık Oranı 0,0677 yani % 6,77 olarak hesaplanmıştır.

2. Senaryoya göre;

Bu projede USD cinsinden % 5 olarak hesapladığımız faiz oranı sonucunda NBD pozitif çıkmaktadır. Aynı projede faiz oranını % 7 olarak hesapladığımızda NBD negatif çıkmaktadır. Bu veriler ışığında İKO hesapladığımızda;

% 5 faiz oranı ile NBD + 147.562 USD

% 14 faiz oranı ile NBD - 645 USD

$$\text{İKO} : 0,05 + \frac{147.562}{(147562+645)} * (0,14-0,05)$$

Proje İç Karlılık Oranı 0,1396 yani %13,96 olarak hesaplanmıştır.

Her iki proje İKO oranı kredi sermaye maliyetine göre yüksek seviyelerdedir. İkinci senaryoda koyulan düşük özkaynak ve kullanılan yabancı kaynak ile projenin finansmanının sağlanabiliyor olması sebebiyle İKO daha yüksek çıkmaktadır.

2.2.1.3. Geri Dönüş Süresi Analizi

İlk yatırım maliyetinin gelecek yıllarda nakit akışlarıyla ne kadar süre içinde geri alınacağını göstermektedir. Yatırımının GÖS hesabı basit ve indirgenmiş olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Bunlardan basit geri ödeme süresinde) paranın zaman değeri dikkate alınmamakta, indirgenmiş geri ödeme süresinde ise (İGÖS'te) tam tersi durum söz konusu olmaktadır.

GÖS yatırımcının beklediği süre kadar veya daha kısa ise proje kabul edilmektedir. GÖS yöntemi temelde projenin kârlılığından ziyade projenin likiditesini göstermektedir.

GÖS hesabının içerisinde genellikle yatırımın geri ödendiği süreden sonraki yıllardaki nakit akışlarının yer almaması, söz konusu ekonomik performans ölçütünün olumsuz yönüdür. GÖS kısaldıkça yatırımın kârlı olduğu düşünülmekte, ancak sonraki yıllarda net nakit akışlarının negatif olması karar sürecini olumsuzla

çevirebilmektedir. GÖS hesaplaması yapıldıktan sonra diğer yıllardaki nakit akışlarının seyrine de bakılması gerekmektedir.

Basit Geri Ödeme Süresi Hesaplamasına göre Proje Geri Ödeme Süresi 1. Senaryo için 8 yıl olarak gerçekleşmiş, 2. Senaryo için 5 yıl olarak hesaplanmıştır.

YILLAR	NAKİT AKIMLAR	KÜMÜLATİF TOPLAM
0	-1.100.000	-1.100.000
1	161.165	-938.835
2	159.593	-779.242
3	158.017	-621.225
4	156.434	-464.791
5	154.846	-309.945
6	153.251	-156.695
7	151.649	-5.046
8	150.040	144.994
9	148.423	
10	146.799	

Tablo- 35: 1. Senaryo NAK'a Göre GÖS Hesaplama Tablosu

YILLAR	NAKİT AKIMLAR	KÜMÜLATİF TOPLAM
0	-330.000	-330.000
1	69.976	-260.024
2	68.012	-192.012
3	66.041	-125.971
4	64.063	-61.909
5	62.077	168
6	60.083	
7	58.081	
8	56.070	
9	54.049	
10	52.019	

Tablo- 36: 2. Senaryo NAK'a Göre GÖS Hesaplama Tablosu

İndirgenmiş Geri Ödeme Süresi hesaplamasına göre Proje Geri Ödeme Süreleri analiz edildiğinde, bugünkü değer faktörü kavramı ortaya çıkmaktadır. Yıllık Nakit Akış tutarlarının proje faiz oranını bugüne eşitleyen faktör çarpanı olarak her yıl için ayrı ayrı hesaplanarak geri ödeme süresi hesaplanmaktadır.

$$\text{Bugünkü Değer Faktörü} : \frac{1}{(1+i)^n}$$

i: Proje faiz oranı

n: dönem

1.senaryoya göre indirgenmiş geri ödeme süresi hesaplandığında 9 yılda, 2. Senaryoya göre indirgenmiş geri ödeme süresi hesaplandığında 6 yılda geri ödemeler gerçekleşmektedir.

YILLAR	NAKİT AKIMLAR	BUGÜNKÜ DEĞER FAKTÖRÜ	KÜMÜLATİF TOPLAM
0	-1.100.000		-1.100.000
1	161.165	1,05	-946.510
2	159.593	1,10	-801.754
3	158.017	1,16	-665.253
4	156.434	1,22	-536.554
5	154.846	1,28	-415.229
6	153.251	1,34	-300.871
7	151.649	1,41	-193.097
8	150.040	1,48	-91.544
9	148.423	1,55	4.131
10	146.799	1,63	

Tablo- 37: 1. Senaryo NAK'a göre İndirgenmiş GÖS Hesaplama Tablosu

YILLAR	NAKİT AKIMLAR	BUGÜNKÜ DEĞER FAKTÖRÜ	KÜMÜLATİF TOPLAM
0	-330.000		-330.000
1	69.976	1,05	-263.356
2	68.012	1,10	-201.667
3	66.041	1,16	-144.619
4	64.063	1,22	-91.914
5	62.077	1,28	-43.275
6	60.083	1,34	1.560
7	58.081	1,41	
8	56.070	1,48	
9	54.049	1,55	
10	52.019	1,63	

Tablo- 38: 2. Senaryo NAK'a göre İndirgenmiş GÖS Hesaplama Tablosu

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

KONYA'DA YAPILMIŞ GÜNEŞ ENERJİSİ YATIRIMLARININ ANALİZİ

Konya güneş enerjisi yatırımlarında Türkiye'nin en fazla yatırım yapılan ili konumundadır. 2013 yılında ülkemizde olduğu gibi Konya'da da GES üretim tesisi bulunmamakta olup, 2014 yılında başlayan yatırımlar 2018 yılı sonunda 500 mw kapasiteye kadar ulaşmış ve Türkiye kurulu gücünün %10 seviyesini tek başına sağlayan şehir konumuna gelmiştir.

3.1. Analizin Metodolojisi

İstatistiksel veri analizinde Konya ilinde aylık bazda güneş enerjisi tesislerinin kurulu gücü bağımlı değişken olarak alınmış, bu veriyi etkileyebilecek faktörler de bağımsız değişken olarak alınarak doğrusal regresyon analizi yapılmıştır. Bağımsız değişken olarak analiz açısından etkisi bulunan elektrik piyasasında satılacak enerjiye devlet tarafından verilen satın alım garantili fiyat alınmış, enerji piyasasında getirilen sabit fiyat uygulaması USD cinsinden olduğu için diğer iki bağımsız değişken USD kur seviyesi ve USD kredi faiz oranı olarak dikkate alınmıştır.

Yatırımları etkileyen diğer faktörler daha önceki bölümlerde analiz edilen, bölge seçimi, teknoloji seçimi, tesis yönetimi seçici ve finansman seçimi yatırımcı kararları açısından değişkenlik gösterebildiği ve ölçülemediği için veri analizine dahil edilememiştir. Ayrıca GEPA atlası ile il ve ilçe bazında güneşlenme saatleri ve güneş ışınlanma verileri yer almakla beraber, yatırım kapasitelerinin aylık olarak açıklanmasında il bazında genel verilerin yer alması ve daha detaylı bilgi paylaşılmaması sebebiyle regresyon çalışmasında kullanılamamıştır.

3.2. Kullanılan Yöntem

Doğrusal regresyon analizi ile bağımlı değişkeni etkileyen bağımsız değişkenler arasındaki ilişki analizi yapılmıştır.

3.3. Verilerin Analizi

Modelde kullanılan veriler, Enerji Piyasası Düzenleme ve Denetleme Kurulu tarafından aylık olarak yayınlanan elektrik piyasası sektör raporlarının her bir ayda yayınlanan yeni kurulan güneş enerjisi Konya ili santral kurulu güç verisi ile YEKDEM kanunu kapsamında açıklanmış olan elektrik garanti alım fiyatı ile TCMB'nin Elektronik Veri Dağıtım Sisteminden alınmış olan USD kuru aylık ortalamaları ve TCMB aylık ortalama USD cinsinden kredi faiz oranları verileridir. (Ek-3)

3.4. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Yapılan doğrusal analize göre bağımlı değişken olan güneş santrallerinin aylar itibariyle kurulu güç seviyesini etkileyecek olan bağımsız değişkenler kur, faiz ve elektrik fiyatı ilk ölçüt olarak çoklu regresyon analizinde anlamlılığı ölçen düzeltilmiş R kare verisine bakıldığında %70,55 oranı karşımıza çıkmaktadır. (Tablo-39) Bu oran çok yüksek olmasa da analizde tatmin edici düzeyde veriler arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Analizin genelinde korelasyon %88,89 olarak hesaplanmış olup, ilişki katsayısı %79,01 olarak analiz edilmiştir. (Tablo-39) Genel olarak anlamlı olan veri analizinde yıllar itibariyle devlet tarafından USD cinsinden verilen sabit alım fiyat verisi analizin hata payını veya doğrusal ilişkinin model açısından açıklayıcılığını azaltmıştır. Yıllar itibariyle sabit alınan veri yatırım artışlarına doğrusal etki etmediği detay analizde görülmekle beraber, yatırım kararında temel etken olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu analize göre kurulu gücün artışı ile USD kuru ve USD faiz oranının artışı da paralellik göstermekte olup, bu durum projenin getirisinin USD cinsinden olması sebebiyle yatırımcılar tarafından artışların göz ardı edilmekte olduğu söylenebilir.

Elektrik satış fiyatının 10 yıllık süre için sabit belirlenmesi regresyon analizinde bağımlı değişkenin ilişkisinin anlamlılığını ve doğrusallığını analiz edememektedir.

Ancak bu analizde artan USD/TL kuru ve artan USD ticari kredi faizi Konya güneş enerjisi kurulu güç artışında paralellik gösterdiği görülmüş, bu yatırımların devlet tarafından verilen sabit fiyat garantisi ve regülasyonların esasen etkili olduğunu göstermiştir.



REGRESYON ANALİZİ ÖZET ÇIKIŞI

<i>Regresyon İstatistikleri</i>	
Çoklu R	0,888925985
R Kare	0,790189407
Ayarlı R Kare	0,765283772
Standart Hata	91,3686597
Gözlem	60

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık F</i>
Regresyon	3	1792145,044	597381,6814	107,3368019	3,36838E-23
Fark	57	475849,2226	8348,231976		
Toplam	60	2267994,267			

	<i>Katsayılar</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-değeri</i>	<i>Düşük %95</i>	<i>Yüksek %95</i>	<i>Düşük 95,0%</i>	<i>Yüksek 95,0%</i>
Kesişim	-391,1650255	80,91329051	-	1,04941E-05	553,1910949	-229,138956	553,1910949	-229,138956
ELEKTRİK ALIM FİYATI	0	0	65535	#SAYI!	0	0	0	0
USD DÖVİZ KURU	170,5276107	28,31000052	6,023582039	#SAYI!	113,8378125	227,2174089	113,8378125	227,2174089
ORTALAMA USD DÖVİZ KREDİ					-		-	
FAİZ ORANI	4,712879718	34,90084872	0,13503625	0,893058941	65,17486435	74,60062378	65,17486435	74,60062378

Tablo- 39: Regresyon Analizi Sonuç Tablosu

REGRESYON ANALİZİ FARK ÇIKIŞI

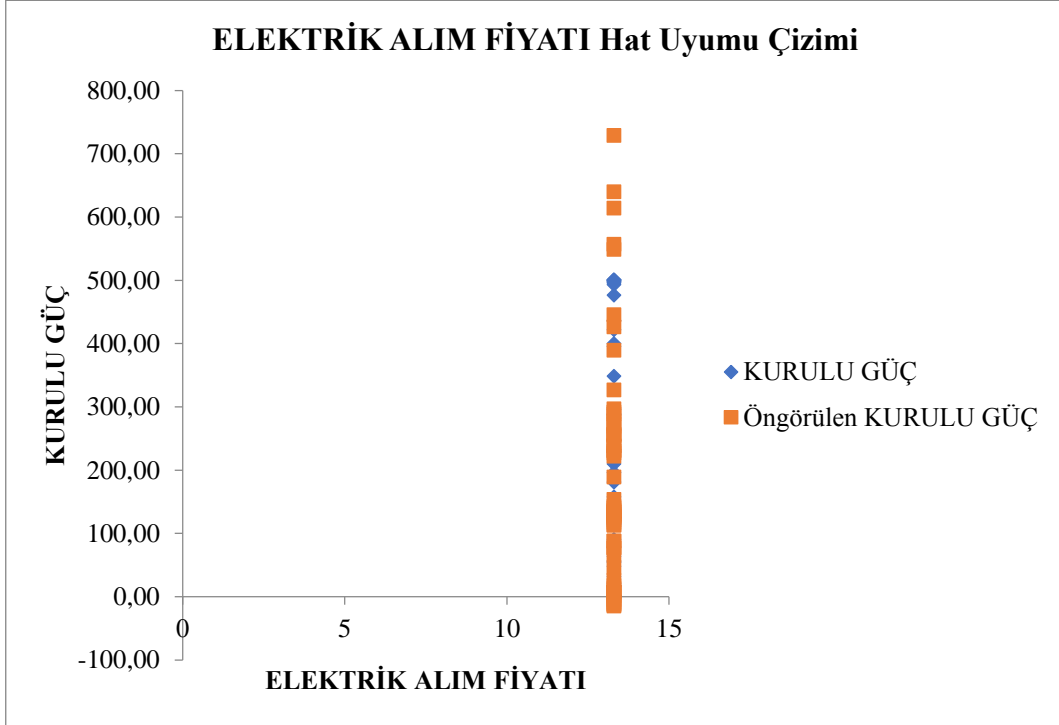
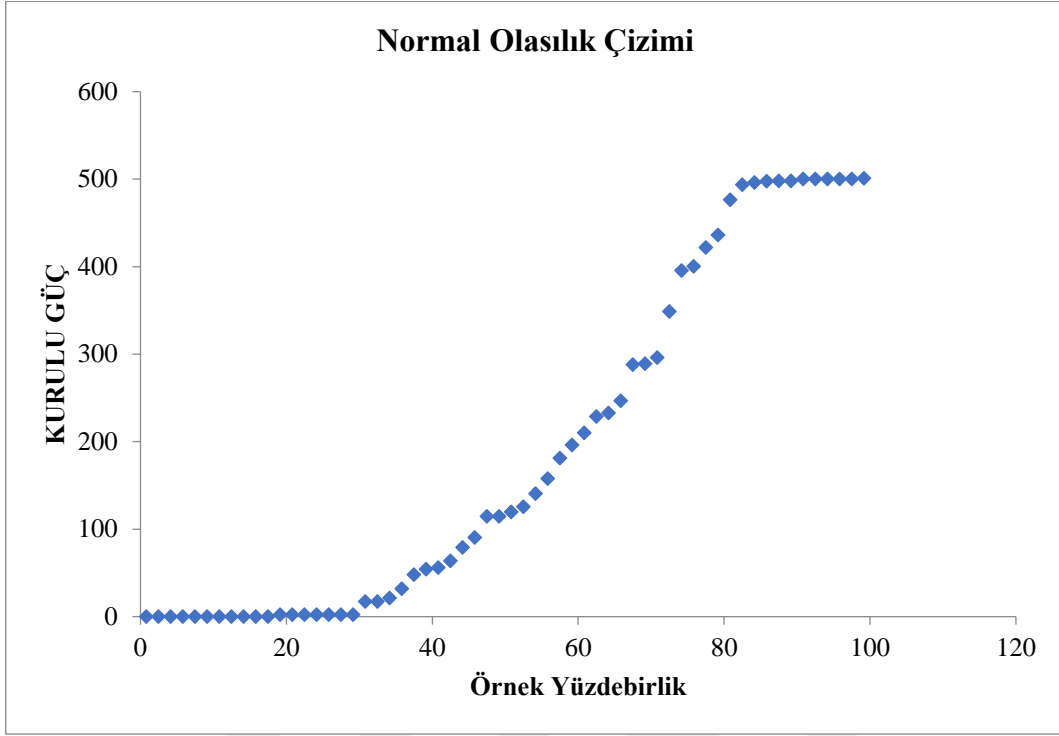
OLASILIK ÇIKIŞI

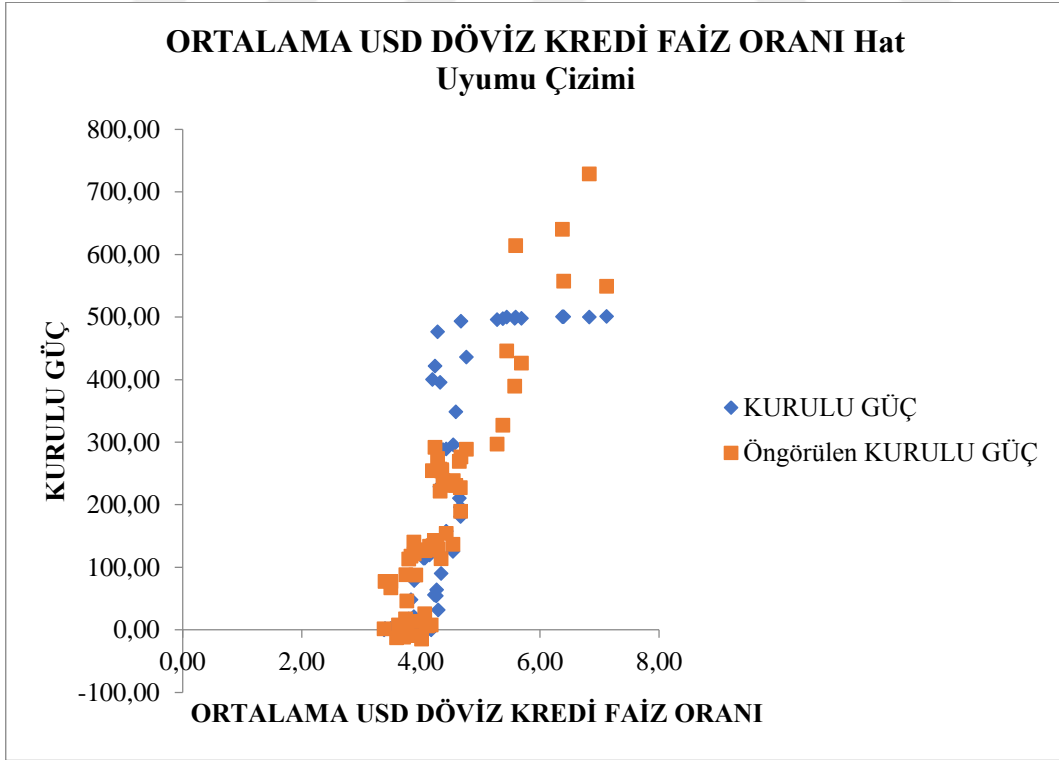
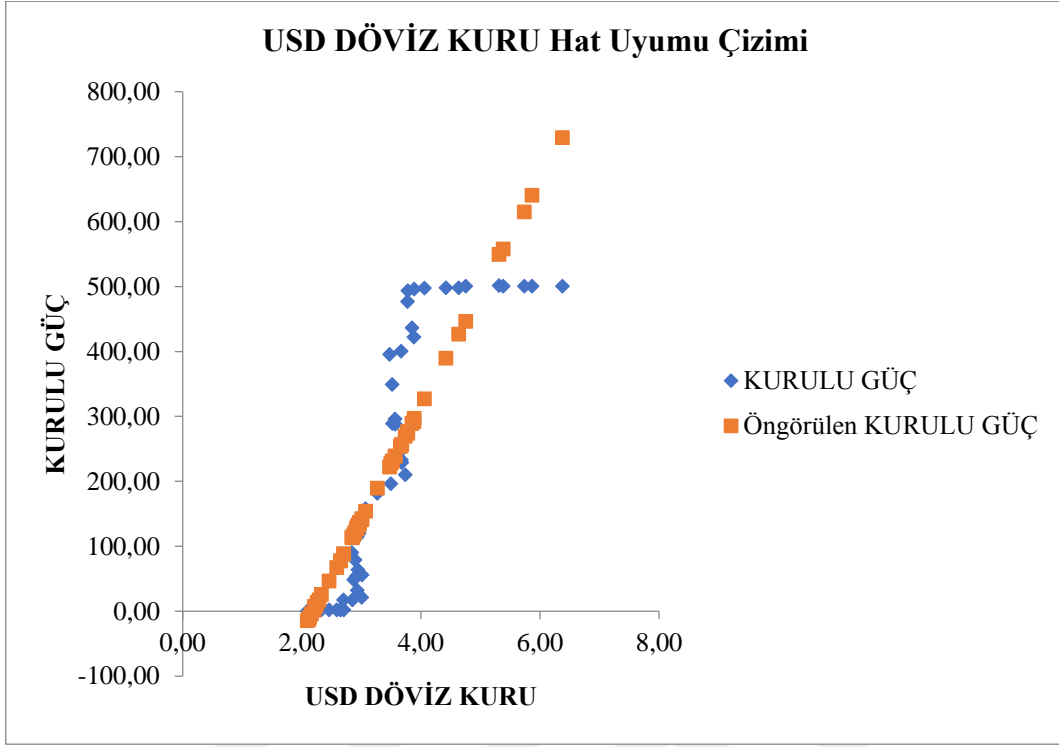
Gözlem	Öngörülen KURULU	
	GÜÇ	Farklar
1	6,807270111	-6,807270111
2	6,244702907	-6,244702907
3	7,375274454	-7,375274454
4	-9,38723876	9,38723876
5	-15,07578718	15,07578718
6	-12,79423796	12,79423796
7	-11,73709332	11,73709332
8	-4,679739651	4,679739651
9	1,237849583	-1,237849583
10	13,21225487	-13,21225487
11	7,491745165	-7,491745165
12	17,29692153	-15,29692153
13	25,75969166	-23,75969166
14	46,015499	-44,015499
15	66,72899159	-64,72899159
16	77,25633616	-75,25633616
17	77,37406596	-75,37406596
18	87,94730627	-85,94730627
19	87,63157104	-70,48157104
20	112,8637291	-95,71372907
21	140,1120285	-118,9620285
22	129,5462563	-97,75625629
23	117,4266681	-69,43666815
24	127,2868594	-73,29685941
25	142,4524359	-86,66243592
26	131,3024393	-67,63243926
27	121,1769262	-42,26692625
28	113,5707274	-23,38072743
29	127,8729486	-13,41294861
30	126,3148155	-11,85481551
31	133,6458935	-14,15389353
32	136,4032847	-11,10128466
33	134,3531386	5,94686141
34	153,8162368	3,773763174
35	189,0242443	-7,883244271
36	226,8384002	-30,81440024
37	268,7865165	-58,7965165
38	256,5631367	-28,08313668
39	255,6162329	-23,16623294
40	253,5470496	-7,017049622
41	238,2836795	49,51632052
42	230,8619872	57,99801282
43	238,4161649	57,20383514
44	230,5078667	118,0421333
45	221,6860725	173,4639275
46	254,249605	145,890395

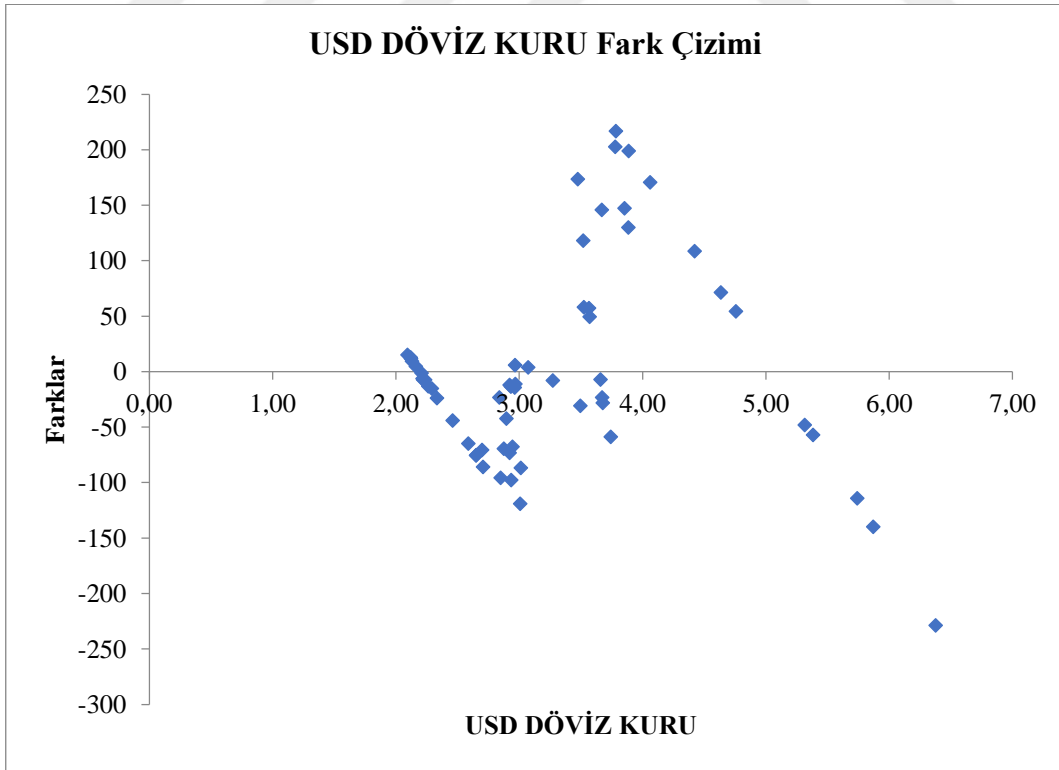
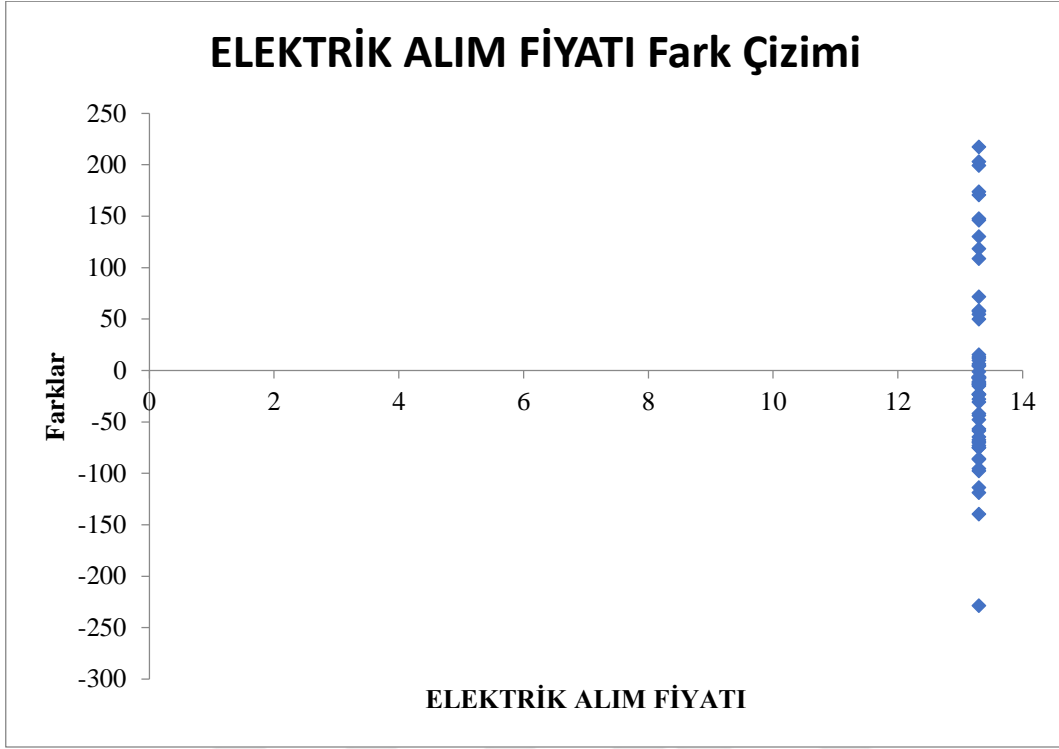
KURULU	
Yüzdebirlik	GÜÇ
0,833333333	0
2,5	0
4,166666667	0
5,833333333	0
7,5	0
9,166666667	0
10,83333333	0
12,5	0
14,16666667	0
15,83333333	0
17,5	0
19,16666667	2
20,83333333	2
22,5	2
24,16666667	2
25,83333333	2
27,5	2
29,16666667	2
30,83333333	17,15
32,5	17,15
34,16666667	21,15
35,83333333	31,79
37,5	47,99
39,16666667	53,99
40,83333333	55,79
42,5	63,67
44,16666667	78,91
45,83333333	90,19
47,5	114,46
49,16666667	114,46
50,83333333	119,492
52,5	125,302
54,16666667	140,3
55,83333333	157,59
57,5	181,141
59,16666667	196,024
60,83333333	209,99
62,5	228,48
64,16666667	232,45
65,83333333	246,53
67,5	287,8
69,16666667	288,86
70,83333333	295,62
72,5	348,55
74,16666667	395,15
75,83333333	400,14

47	291,4822984	130,0577016	77,5	421,54
48	288,6257733	147,2742267	79,16666667	435,9
49	273,4508689	202,8091311	80,83333333	476,26
50	276,2739217	216,9860783	82,5	493,26
51	296,7149515	198,9950485	84,16666667	495,71
52	326,7617264	170,5482736	85,83333333	497,31
53	389,2081078	108,5018922	87,5	497,71
54	426,3110534	71,3989466	89,16666667	497,71
55	445,6087041	54,34129592	90,83333333	499,95
56	614,1163623	-114,1663623	92,5	499,95
57	728,6952411	-228,7452411	94,16666667	499,95
58	639,8878198	-139,8478198	95,83333333	500,04
59	556,9769878	-56,93698776	97,5	500,04
60	548,8744563	-48,10445631	99,16666667	500,77









SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Teknolojik gelişmelere bağlı olarak düşen maliyetler yenilenebilir enerji, özellikle de güneş yatırımlarını cazip hale getirmiştir. Güneş enerjisi yatırımları, tüketicilerin 3 ana beklentisi olan, arz güvenliği, rekabetçi, fiyat ve çevreye saygı kriterlerini karşılamaktadır.

Yenilenebilir enerji türleri arasında güneş enerjisi, rüzgar enerjisinin ardından 2. en uygun maliyete sahiptir. Bu yüzden 2011 yılında tüm dünyadaki kurulu güç 69 Gw iken sadece 2017 yılında 69.7 Gw güneş enerjisi yatırımı yapılmış, toplam kurulu güç 386 Gw'a ulaşmıştır. En çok güneş enerjisi kurulu güç sırasıyla Çin, Japonya, Almanya, Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere' de İtalya, Hindistan ve İngiltere' de bulunmaktadır.

Ülkemizde güneş yatırımları 2014-2019 yılları arasında yoğunlaşmış; 2014 yılında 40 mw'den 2018 yılında 5.000 mw'ye kısa sürede ulaşmıştır. Devletin destekleme politikasıyla gelişen sektörde sadece yatırımlar da değil panel üreticileri, mühendislik hizmetleri gibi sektör oyuncu sayılarında da kayda değer bir artış gerçekleşmiştir.

Ülkemizdeki güneş enerjisi sektörünü yakın gelecekte büyük güneş ihaleleri ve çatı uygulamalarıyla daha da büyüterek devam etmesi beklenmektedir.

Bu çalışma ile yapılan analizde güneş enerjisi yatırımlarının devlet teşvikli fiyat politikasının yatırımı etkileyen diğer faktörlerden bağımsız olarak tek başına girişimciyi yatırım yapmaya sevk edecek yeterlilikte bir unsur olduğunu söyleyebiliriz. Önümüzdeki yıllarda geliştirilecek yeni teşvik mekanizmaları ile Dünya genelinde artarak devam eden yenilenebilir enerji yatırımlarına, ülkemizin de kayıtsız kalmayarak bu alanda yatırım sürekliliğinin sağlanması önemli olacaktır.

Yatırımcı eğilimleri açısından güneş enerjisi yatırımları için yapılan finansal analizde projelerin yatırım kararlarını olumlu yönde etkileyecek sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Projelerin finansmanının tamamen özkaynak ile yapılabilmesi

yanında dış kaynak da kullanıp finanse etme imkanı vardır. Bu iki farklı opsiyonu da dikkate alarak yapılan analizlerde her iki farklı finansman modelinde de yatırımcı açısından veriler olumlu ve yatırım yapılabilir sonuçlar doğurmaktadır. Özellikle yatırımın finansmanında ağırlıklı yabancı finansmanın kurgulandığı modelde koyulan özkaynağın çok daha kısa sürelerde geri döndüğü görülmektedir. Tamamen özkaynak modeli ile yapılan yatırımlarında piyasadaki yatırımlara göre daha kısa sürelerde dönüşü olduğu görülmektedir. Bu analize baz en önemli veri devlet tarafından verilen 10 yıllık fiyat ve üretimin tamamının alım garantisidir.

Ülkemiz konumu itibariyle yenilenebilir enerji kaynaklarının tamamının kullanılabilip enerji üretimi sağlayacak doğal kaynaklara sahiptir. Özellikle güneş enerjisinde geç atılan adımlar sebebiyle üretim ölçekleri global üretim ölçeklerine göre düşük seviyelerde kalmıştır. Devletin tarife garantisi ve özellikle bürokratik anlamda iş yükünü azaltıcı adımlar sonucunda yatırım almaya başlayan yenilenebilir enerji tesisleri, özel sektörü teşvik edici uygulamaları da beraberinde getirmiştir.

Dünya genelinde güneş enerjisi sistem maliyetleri de yıllar itibariyle çok hızlı düşüş göstermesi dünya ölçeğindeki yatırımların yanında ülkemizdeki yatırım sürecini de olumlu etkilemiştir. Türkiye’de güneş enerjisi yatırımlarının başladığı 2014 yılındaki kurulum maliyeti (1.4-1.5 mio USD) ile 2018 yılındaki kurulum maliyeti (1 mio – 1.1 mio) arasında da bu noktada farklar mevcuttur. Ancak USD cinsinden kurulan alım fiyat garantisi ile yatırımcı özellikle kur riskini bertaraf edip tesisin 10 yıllık getiri analizini yapıp, yatırım kararı alabilecek imkanı vermektedir.

Diğer önemli bir husus bu yatırımların nasıl yapılacağı ve yatırım sürecidir. Ülkemiz uygulamasında yenilenebilir enerji türleri için verilen alt-üst kurulum sınırı ile sürecin oldukça kısaltılması ve bürokratik işlerin kısa yoldan halledilerek yatırımcının bu alana çekilmesi yönünde düzenlemeler yapılmıştır. 50-1000 Kwh arası yatırımların lisanssız olarak yerel dağıtım şirketi müracaatı ile çözümlenmesi kısa süredeki gelişimin en önemli aşamalarından biri olmuştur. Yatırımcıların güneş enerjisi yatırımına karar vermeleri ile sürecin resmi olarak tamamlanması çok kısa sürelerde tamamlanabilmekte ve yatırım sürecine geçilebilmektedir. Ancak

unutulmamalıdır ki sektöre giriş sürecinin devlet izni ve kuralları ile regüle edilip kontrol edildiğidir.

Özellikle ülkemizde yaygın olarak kullanılabilen bireysel tüketimi mahsup sistemi ile teşvik edecek küçük çaplı tesislerin daha fazla desteklenmesi oldukça önemli gündem maddelerinden bir tanesidir. Devletin enerji sektörünü kontrol mekanizması çerçevesinde sektöre daha fazla küçük ölçekli proje ile büyütme yerine yapmış olduğu dev proje ihalelerinin devreye alınmasını sağlayarak yerli sanayinin gelişimine destek olması gerekmektedir.

Kısa bir süre zarfında 5.000 Mw seviyesine gelerek büyüyen sektörün önümüzdeki yıllarda global ölçekte daha yüksek kurulu güçlere ulaşabileceği güneş potansiyeli araştırmalarına göre çok uzak değildir. Özellikle güneşlenme süresi ve güneş radyasyonu verileri ülkemizin her coğrafyasının güneş yatırımları için değerlendirilmesi gerektiğini bize göstermektedir.

Devletin 2020 yılı sonunda süresi dolacak fiyat teşvik mekanizmasında alacağı yeni kararlar başta güneş olmak üzere tüm yenilenebilir enerji sektörünü etkileyecektir. Bu yeni dönemin yenilenebilir enerji sektörünü sadece fiyatla değil, farklı alternatifli sistemlerle kurgulanması, yatırımcının süreçlerin içinde kalabilmesi adına önemlidir.

Dünya genelinde uygulanan ve ülkesel farklılıkları olan yenilenebilir enerji teşvik sistemi günümüzde daha yakinen takip edilmelidir. Bu alanda yeni yatırımcıların yenilenebilir enerji yatırımlarına teşviki için farklı metotların devreye alınması önemli ve gereklidir.

Yatırımcı devletin belirli bir süre alım garantisi verdiği bir düzenlemede fiyatı kendi belirleyebilip yatırım kararını alabilecektir. Ülkeler açısından özellikle enerji arz güvenliğinin daha önemli hale geldiği bu günlerde yenilenebilir kaynakları daha etkin kullanıp, yerli sanayiye de bu ölçekte büyütme gereklidir. Unutulmamalıdır ki kaynağı sınırsız olan yenilenebilir yatırım için yapılacak ithal girdili yatırımlar da ülke ekonomisi açısından dış açık artırma potansiyelini barındırır.

Özellikle güneş ve rüzgar enerjisinde yapılan uzun süreli enerji lisansına dayalı, büyük kapasiteli ve fiyatın yatırımcılarca ihale usulü ile açık eksiltme yoluyla belirlendiği yarışmalar, sektörün gelişimi için oldukça önemlidir. Bu ihaleler, yatırımın belli aksamalarının yerli olması şartı ile milli yenilenebilir enerjiye yönelik sanayinin gelişimi için fırsatları da beraberinde getirmektedir.

Ülkemizde güneş enerjisinin uzun yıllardır sıcak su için kullanan ve neredeyse her bölgede illerden köylere kadar uzanan geniş kullanım altyapısı bireysel enerji üretimi için fırsatlar oluşturur.

Devlet tarafından fırsatlar oluşturulduğunda yatırım eğilimi yüksek olan bir kitlenin yanında, bireysel/kitlese kullanıcıları teşvik edecek sistemlerin de devreye hızlıca girmesi ile güneş enerjisi kapasitesi artışı devam edebilecektir. Bu süreci destekleyen global bazda maliyetlerin aşağı yönlü olması ve yerli teşvik mekanizması ile yurt için üretim sanayisinin genişlemesi en önemli temalar olacaktır.

Ülkemiz daha fazla güneş enerjisi yatırımlarının ekonomiye kazandırılması için yürüteceği yeni enerji politikaları ile süreci desteklemeye devam etmelidir. Bu alanda yatırımın sürekliliğini sağlamak ve dünyadaki yatırım trendinin takip edilerek özellikle maliyetlerdeki azalışa paralel yatırımcıyı teşvik edecek yasal düzenlemelerin devam ettirilmesi gerekmektedir. Kısa sürelerde 5.000 mw kapasitelere ulaşan ülkemiz güneş enerjisi kurulu gücü, rahatlıkla sırasıyla 10-20-30 Bin Mw kapasitelere ulaşacak potansiyeli fazlasıyla barındırmaktadır.

KAYNAKÇA

ACAROĞLU, Mustafa (2013), Alternatif Enerji Kaynakları, Ankara: Nobel Yayın.

ACAROĞLU, Mustafa, Z. ŞEN, M.N. ÖRNEK, A.E. ÖZÇELİK, (2013), 9. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, Selçuk Üniversitesi Süleyman Demirel Kültür Merkezi 25-28 Aralık 2013, Konya: Selçuk Üniversitesi Bakımevi.

AY, Selim (2008), Mühendisler, Ekonomistler ve İşletmeler için Elektrik Enerjisi Ekonomisi, İstanbul: Birsen Yayınevi.

BERINSTEIN, Paula (2001), Alternative Energy : Facts, Statistics, and Issues, Westport,CT: Oryx Press.

CEBECİ, Seda (2017), Türkiye'de Güneş Enerjisinden Elektrik Üretim Potansiyelinin Değerlendirilmesi, Ankara: T.C. Kalkınma Bakanlığı İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü

Ellsmoor, James (2018) Six Renewable Energy Trends To Watch In 2019, www.forbes.com/sites/jamesellsmoor/2018/12/30/6-renewable-energy-trends-to-watch-in-2019/#49b6a03e4a1f, Erişim Tarihi: 07.05.2019

EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu), 7316 Sayılı Kurul Kararı, T.C. Resmi Gazete, 30195, 29.09.2017

EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) (Ocak-Aralık 2016) Elektrik Piyasası Aylık Sektör Raporu www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-23/elektrikaylik-sektor-raporlar, Erişim Tarihi :21.06.2018

EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) (Ocak-Aralık 2017) Elektrik Piyasası Aylık Sektör Raporu www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-23/elektrikaylik-sektor-raporlar, Erişim Tarihi :21.06.2018

EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) (Ocak-Mart 2018) Elektrik Piyasası Aylık Sektör Raporu www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-23/elektrikaylik-sektor-raporlar, Erişim Tarihi :21.06.2018

EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) (Nisan 2018) Elektrik Piyasası Aylık Sektör Raporu www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-23/elektrikaylik-sektor-raporlar, Erişim Tarihi :29.06.2018

EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) (Nisan 2018) Elektrik Piyasası Aylık Sektör Raporu www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-23/elektrikaylik-sektor-raporlar, Erişim Tarihi :29.06.2018

EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) (Mayıs 2018) Elektrik Piyasası Aylık Sektör Raporu www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-23/elektrikaylik-sektor-raporlar, Erişim Tarihi :30.07.2018

EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) (Haziran 2018) Elektrik Piyasası Aylık Sektör Raporu www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-23/elektrikaylik-sektor-raporlar, Erişim Tarihi :05.09.2018

EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) (Temmuz 2018) Elektrik Piyasası Aylık Sektör Raporu www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-23/elektrikaylik-sektor-raporlar, Erişim Tarihi :02.10.2018

EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) (Ağustos 2018) Elektrik Piyasası Aylık Sektör Raporu www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-23/elektrikaylik-sektor-raporlar, Erişim Tarihi :30.10.2018

EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) (Eylül 2018) Elektrik Piyasası Aylık Sektör Raporu www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-23/elektrikaylik-sektor-raporlar, Erişim Tarihi :05.12.2018

EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) (Ekim 2018) Elektrik Piyasası Aylık Sektör Raporu www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-23/elektrikaylik-sektor-raporlar, Erişim Tarihi :03.01.2019

EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) (Kasım 2018) Elektrik Piyasası Aylık Sektör Raporu www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-23/elektrikaylik-sektor-raporlar, Erişim Tarihi :03.02.2019

EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) (Aralık 2018) Elektrik Piyasası Aylık Sektör Raporu www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-23/elektrikaylik-sektor-raporlar, Erişim Tarihi :17.04.2019

EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) (2013-2017) Elektrik Piyasası Gelişim Raporu www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-24-3/elektrikyillik-sektor-raporu, Erişim Tarihi : 21.06.2018

EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) (2018) Elektrik Piyasası Gelişim Raporu www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-24-3/elektrikyillik-sektor-raporu, Erişim Tarihi : 17.06.2019

EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) Elektrik Piyasası YEKDEM Listesi, www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-72/yekdem, Erişim Tarihi : 29.12.2017

ETKB (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı) (Aralık 2014) Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı. <https://eigm.gov.tr/tr-TR/Enerji-Politikalari>, Erişim Tarihi : 02.09.2019

IEA (International Energy Agency) (2018), Renewables Information (Overview), <https://webstore.iea.org/renewables-information-2018-overview>, Erişim Tarihi : 30.08.2018

IEA (International Energy Agency), World Energy Outlook 2015. www.worldenergyoutlook.org/weo2015/ Erişim Tarihi:10.01.2018

IRENA (International Renewable Energy Agency), (2019), Renewable Energy Statistics 2019, <https://www.irena.org/publications/Our-Collections#Statistics>, Erişim Tarihi: 10.10.2019

KOCAMAN, Behçet (2003), Elektrik Enerjisi Üretim Santralleri, İstanbul: Birsen Yayınevi.

OKKA, Osman, (2011), Mühendislik Ekonomisi: Prensipler ve Uygulamalar, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım.

ÖZİL, Eralp, S. ŞİŞBOT, A. ÖZPINAR, B. OLGUN. (2002-2013), Elektrik Enerjisi Teknolojileri ve Enerji Verimliliği, İstanbul: TESAB Türkiye Elektrik Sanayi Birliği

SBB (Türkiye Cumhuriyeti Strateji ve Bütçe Başkanlığı) Ulusal Kalkınma Planları, www.sbb.gov.tr/kalkinma-planlari/, Erişim Tarihi: 21.06.2018

TAŞDEMİROĞLU, Ersoy (1988), Solar Energy Utilization : Technical and Economic Aspects, Ankara: Ortadoğu Teknik Üniversitesi.

TCMB (Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası), Elektronik Veri Dağıtım Sistemi, Kurlar, Döviz Ticari Kredi Faiz Oranları (2013-2018), <https://evds2.tcmb.gov.tr/>, Erişim Tarihi : 11.11.2019

TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim A.Ş.), Türkiye Elektrik Üretim-İletim 2018 Yılı İstatistikleri, www.teias.gov.tr/tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-2018-yili-istatistikleri, Erişim Tarihi :11.11.2019

TWIDELL, John, T.WEIR, (2005), Renewable Energy Resources, New York: Taylor & Francis

YEGM (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü), Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA), www.yegm.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx, Erişim Tarihi: 30.08.2019

YEGM (Yenilenebilir Enerji Genel M¼d¼rl¼g¼), Yenilenebilir Enerji eřitleri, Tanımları, Geliřimleri, www.yegm.gov.tr/yenilenebilir.aspx, Erişim Tarihi: 21.06.2018

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun. (2005). T.C. Resmi Gazete, 25819, 18 Mayıs 2005.



EK-1**1 MW KAPASİTELİ KONYA İLİNDE KURULACAK OLAN GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ NAKİT AKIŞ ÇALIŞMASI**

Takvim Yılı		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Üretim Süresi			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ÜRETİM BİLGİLERİ												
Sistem Büyüklüğü	kWp		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
kWp Başına Üretim	kWh/kWp/a		1.656	1.656	1.656	1.656	1.656	1.656	1.656	1.656	1.656	1.656
Verim Kaybı	%			- 0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995
İç Tüketim	%		0,9985	0,9985	0,9985	0,9985	0,9985	0,9985	0,9985	0,9985	0,9985	0,9985
Net Üretim	kWh		1.653.516	1.642.781	1.632.115	1.621.518	1.610.991	1.600.531	1.590.140	1.579.816	1.569.559	1.559.368
GELİRLER												
Elektrik Satış Fiyatı	USD/kWh		0,1330	0,1330	0,1330	0,1330	0,1330	0,1330	0,1330	0,1330	0,1330	0,1330
Toplam Gelir	USD		219.918	218.490	217.071	215.662	214.262	212.871	211.489	210.116	208.751	207.396
YASAL ÖDEMELER												
Elektrik Dağıtım Bedeli	USD/kWh		12.304	12.224	12.145	12.066	11.987	11.910	11.832	11.755	11.679	11.603
OPERASYON MASRAFLARI												
Bakım Onarım Giderleri	USD		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Güvenlik Teknik Personel Giderleri	USD		24.658	25.274	25.906	26.553	27.217	27.898	28.595	29.310	30.043	30.794
Sigorta Giderleri	USD		4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Toplam Operasyon Giderleri	USD		33.658	34.274	34.906	35.553	36.217	36.898	37.595	38.310	39.043	39.794
EBITDA	USD		173.956	171.992	170.021	168.043	166.057	164.063	162.061	160.050	158.029	155.999
Amortisman (%10)	USD		110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000
EBIT	USD		63.956	61.992	60.021	58.043	56.057	54.063	52.061	50.050	48.029	45.999
Kurumlar Vergisi (%20)	USD		12.791	12.398	12.004	11.609	11.211	10.813	10.412	10.010	9.606	9.200
Net Kar	USD		51.165	49.593	48.017	46.434	44.846	43.251	41.649	40.040	38.423	36.799
Nakit Akış Toplamı (Net Kar+Amortisman)	USD		161.165	159.593	158.017	156.434	154.846	153.251	151.649	150.040	148.423	146.799
Tesis Kurulum Bedeli (Özkaynak)	USD	1.100.000										
Nakit Akış Değerlendirmesi	USD	1.100.000	161.165	159.593	158.017	156.434	154.846	153.251	151.649	150.040	148.423	146.799

EK-2**1 MW KAPASİTELİ KONYA İLİNDE KURULACAK OLAN GÜNEŞ ENERJİSİ SANTRALİ NAKİT AKIŞ ÇALIŞMASI**

Takvim Yılı		2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Üretim Süresi		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ÜRETİM BİLGİLERİ												
Sistem Büyüklüğü	kWp		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
kWp Başına Üretim	kWh/kWp/a		1.656	1.656	1.656	1.656	1.656	1.656	1.656	1.656	1.656	1.656
Verim Kaybı	%		-	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995	0,995
İç Tüketim	%		0,9985	0,9985	0,9985	0,9985	0,9985	0,9985	0,9985	0,9985	0,9985	0,9985
Net Üretim	kWh		1.653.516	1.642.781	1.632.115	1.621.518	1.610.991	1.600.531	1.590.140	1.579.816	1.569.559	1.559.368
GELİRLER												
Elektrik Satış Fiyatı	USD/kWh		0,1330	0,1330	0,1330	0,1330	0,1330	0,1330	0,1330	0,1330	0,1330	0,1330
Toplam Gelir	USD		219.918	218.490	217.071	215.662	214.262	212.871	211.489	210.116	208.751	207.396
YASAL ÖDEMELER												
Elektrik Dağıtım Bedeli	USD/kWh		12.304	12.224	12.145	12.066	11.987	11.910	11.832	11.755	11.679	11.603
OPERASYON MASRAFLARI												
Bakım Onarım Giderleri	USD		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Güvenlik Teknik Personel Giderleri	USD		24.658	25.274	25.906	26.553	27.217	27.898	28.595	29.310	30.043	30.794
Sigorta Giderleri	USD		4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Toplam Operasyon Giderleri	USD		33.658	34.274	34.906	35.553	36.217	36.898	37.595	38.310	39.043	39.794
EBITDA	USD		173.956	171.992	170.021	168.043	166.057	164.063	162.061	160.050	158.029	155.999
Kredi Geri Ödemeleri	USD		103.980	103.980	103.980	103.980	103.980	103.980	103.980	103.980	103.980	103.980
Amortisman (%10)	USD		110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000	110.000
EBIT	USD		-40.024	-41.988	-43.959	-45.937	-47.923	-49.917	-51.919	-53.930	-55.951	-57.981
Kurumlar Vergisi (%20)	USD		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Net Kar	USD		-40.024	-41.988	-43.959	-45.937	-47.923	-49.917	-51.919	-53.930	-55.951	-57.981
Nakit Akış Toplamı (Net Kar+Amortisman)	USD		69.976	68.012	66.041	64.063	62.077	60.083	58.081	56.070	54.049	52.019
Tesis Kurulum Bedeli	USD	1.100.000										
Nakit Akış Değerlendirmesi	USD	330.000	69.976	68.012	66.041	64.063	62.077	60.083	58.081	56.070	54.049	52.019

EK-3**Regresyon Analizi Veri Tablosu**

DÖNEM	KURULU GÜÇ	ELEKTRİK ALIM FİYATI	USD DÖVİZ KURU	ORTALAMA USD DÖVİZ KREDİ FAİZ ORANI
Oca.14	0,00	13,3	2,22	4,09
Şub.14	0,00	13,3	2,22	4,12
Mar.14	0,00	13,3	2,22	4,17
Nis.14	0,00	13,3	2,13	3,89
May.14	0,00	13,3	2,09	4,01
Haz.14	0,00	13,3	2,12	3,59
Tem.14	0,00	13,3	2,12	3,71
Ağu.14	0,00	13,3	2,16	3,77
Eyl.14	0,00	13,3	2,21	3,39
Eki.14	0,00	13,3	2,26	3,94
Kas.14	0,00	13,3	2,24	3,63
Ara.14	2,00	13,3	2,29	3,75
Oca.15	2,00	13,3	2,33	4,07
Şub.15	2,00	13,3	2,46	3,77
Mar.15	2,00	13,3	2,59	3,50
Nis.15	2,00	13,3	2,65	3,40
May.15	2,00	13,3	2,65	3,50
Haz.15	2,00	13,3	2,71	3,75
Tem.15	17,15	13,3	2,70	3,92
Ağu.15	17,15	13,3	2,85	3,80
Eyl.15	21,15	13,3	3,01	3,89
Eki.15	31,79	13,3	2,93	4,29
Kas.15	47,99	13,3	2,88	3,84
Ara.15	53,99	13,3	2,92	4,26
Oca.16	55,79	13,3	3,01	4,23
Şub.16	63,67	13,3	2,95	4,27
Mar.16	78,91	13,3	2,90	3,89
Nis.16	90,19	13,3	2,84	4,34
May.16	114,46	13,3	2,93	4,05
Haz.16	114,46	13,3	2,92	4,07

Tem.16	119,49	13,3	2,96	4,15
Ağu.16	125,30	13,3	2,97	4,54
Eyl.16	140,30	13,3	2,97	4,21
Eki.16	157,59	13,3	3,07	4,43
Kas.16	181,14	13,3	3,27	4,67
Ara.16	196,02	13,3	3,50	4,66
Oca.17	209,99	13,3	3,74	4,65
Şub.17	228,48	13,3	3,68	4,32
Mar.17	232,45	13,3	3,67	4,35
Nis.17	246,53	13,3	3,66	4,35
May.17	287,80	13,3	3,57	4,38
Haz.17	288,86	13,3	3,53	4,43
Tem.17	295,62	13,3	3,57	4,55
Ağu.17	348,55	13,3	3,52	4,59
Eyl.17	395,15	13,3	3,47	4,33
Eki.17	400,14	13,3	3,67	4,20
Kas.17	421,54	13,3	3,89	4,24
Ara.17	435,90	13,3	3,85	4,77
Oca.18	476,26	13,3	3,78	4,28
Şub.18	493,26	13,3	3,78	4,67
Mar.18	495,71	13,3	3,89	5,28
Nis.18	497,31	13,3	4,06	5,38
May.18	497,71	13,3	4,42	5,58
Haz.18	497,71	13,3	4,64	5,69
Tem.18	499,95	13,3	4,76	5,44
Ağu.18	499,95	13,3	5,74	5,59
Eyl.18	499,95	13,3	6,38	6,83
Eki.18	500,04	13,3	5,87	6,38
Kas.18	500,04	13,3	5,38	6,40
Ara.18	500,77	13,3	5,32	7,12

Regresyon Analizi Veri Tablosu (2014-2018) (EPDK Elektrik Piyasası Aylık Raporları (2016-2018), TCMB, EVDS)