

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

**ENERJİ İHTİYACININ KARŞILANMASINDA DOĞALGAZ VE
RÜZGÂR KAYNAKLI ENERJİ ÇEVİRİM SANTRALLERİ;
YATIRIMLAR ÜZERİNE STRATEJİK BİR ANALİZ**

GÜVEN KARAMAN

**Bu tez,
Yenilenebilir Enerji Anabilim Dalında
Yüksek Lisans
derecesi için hazırlanmıştır.**

ORDU 2015

TEZ ONAY

Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Güven KARAMAN tarafından hazırlanan ve Yrd. Doç. Dr. Kadir AKSAY danışmanlığında yürütülen “Enerji İhtiyacının Karşılanmasında Doğalgaz ve Rüzgâr Kaynaklı Enerji Çevrim Santralleri; Yatırımlar Üzerine Stratejik Bir Analiz” adlı bu tez, jürimiz tarafından 09/07/2015 tarihinde oy birliği / oy-çokluğu ile Yenilenebilir Enerji Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Kadir AKSAY

Başkan : Doç. Dr. Veli TÜRKMEÑOĞLU
Elektrik ve Enerji, Ordu Üniversitesi

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Kadir AKSAY
İşletme, Ordu Üniversitesi

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Uğur SEVİM
İşletme, Giresun Üniversitesi

İmza :

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu’nun, 21/07/2015 tarih ve 2015/216 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

21.07.2015...

Doç. Dr. Küçük ERKMAZ



TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı beyan ederim.


Güven KARAMAN

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

ENERJİ İHTİYACININ KARŞILANMASINDA DOĞALGAZ VE RÜZGÂR KAYNAKLI ENERJİ ÇEVİRİM SANTRALLERİ; YATIRIMLAR ÜZERİNE STRATEJİK BİR ANALİZ

Güven KARAMAN

Ordu Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Yenilenebilir Enerji Anabilim Dalı, 2015
Yüksek Lisans Tezi, 104s.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Kadir AKSAY

Bu araştırmada, Çanakkale il sınırları içerisinde kurulabilecek 19 MW'lık, doğalgaz enerji santrali ve rüzgâr enerji santrali yatırımlarının, ilk yatırım maliyetleri, yıllık işletme ve bakım maliyetleri, yatırımın geri ödeme süresi ile ortalama verimlilikleri ve paranın zaman değerini dikkate almayan teknikler yöntemiyle, teşvik uygulamaları da dikkate alınarak incelenmiştir. 19 MW Kurulu güçteki DES ve RES yatırım projelerinin analizi, gerek satma amaçlı elektrik üretimi yapacak yatırımcı açısından, gerekse otoprodüktör yatırımcı açısından analiz edilmiştir.

Çanakkale il sınırları içerisinde, 19 MW kurulu güçteki DES yatırımının, elektrik satma amaçlı kurulması halinde yıllık işletme ve bakım masrafı 0,075 €/kWh, satış fiyatın 0,064 €/kWh ve ilk yatırım maliyetinin 7.248.154,73 € olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre geri ödeme süresi ve ortalama verimlilik hesaplanamamış olup yatırım ekonomik bulunmamıştır. Aynı yatırım otoprodüktör açısından değerlendirildiğinde ise ilk yatırım maliyeti 5.663.149 €, yatırımın geri ödeme süresi 9,72 yıl ve ortalama verimliliğinin ise %10.29 olduğu sonucuna ulaşılmış, yatırım ekonomik bulunmuştur.

19 MW kurulu güçteki RES yatırımı ise hem satma amaçlı hem de kendi ihtiyacını karşılama amaçlı yapılması durumunda, ilk yatırım maliyeti 27.045.602,00 € olarak hesaplanmıştır. RES yatırımının sadece elektriği satma amaçlı yapılması durumunda, yatırımın geri ödeme süresi 8,5 yıl, ortalama verimliliğinin ise %11.76 olduğu, otoprodüktör yatırımcılar açısından ise yatırımın geri ödeme süresi 6,94 yıl, projenin ortalama verimliliğinin ise %14.4 olduğu, her iki durumda da yatırımın ekonomik olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Enerji Yatırımları, Rüzgâr Enerji Santrali, Doğalgaz Enerji Santrali, Sermaye Bütçeleme.

ABSTRACT

NATURAL GAS AND WIND BASED CYCLE PLANTS IN SUPPLYING THE
NEEDS OF ENERGY; A STRATEGIC ANALYSIS ON THE INVESTMENTS

Güven KARAMAN

Ordu University
Institute of Science and Technology
Department of Renewable Energy, 2015
Master's Thesis, 104s.

Advisor: Assist. Prof. Dr. Kadir AKSAY

In this study, the initial investment cost, annual operation and maintenance costs, payback period and the average productivity of a 19 MW natural gas power plant and a wind power plant investment which can be established in Çanakkale have been analysed taking into account incentives by the techniques that does not take into consideration the time value of money. The analysis of the wind power plant (WPP) and natural gas power plant (NGPP) investment projects at 19 MW installed power has been carried out in terms of both the inventor who is to make electrical production for selling purposes and the autoproducer investor.

In the case that NGPP investment's establishment with the intention of selling electricity with 19 MW installed capacity in Çanakkale provincial border, it has been stated that the investment cost have been calculated 7.248.154,73 € and its annual operation and maintenance expenses are 0,075 €/kWh, marketing price is 0,064 €/kWh. According to these results the payback period and average performance could not be calculated and the investment has not been found economic. In case of the same investment is evaluated in terms of autoproducer, the investment cost have been calculated 5.663.149 €. It has found out that the payback period of the investment is 9,72 years, average performance is %10.29 and the investment is financially feasible.

When the 19 MW installed power WPP investment is conducted with the purposes of both selling and self-supply, the investment cost have been calculated 27.045.602,00 €. In case of the WPP investment is carried out only with the purpose of selling electricity, the payback period is 8,5 years, average performance is %11.76. In terms of autoproducer, the payback period is 6,94 years, the average performance %14.4. In both cases it was concluded that the investment is economic.

Key Words: Renewable Energy, Energy Investments, Natural Gas Power Plant, Wind Power Plant, capital budgeting.

TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın devamı süresince, bilgi ve deneyimleriyle yolumu açan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Kadir AKSAY' a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Hayatından fedakarlık yaparak bugünlere gelmemizi sağlayan babam Hayrullah KARAMAN'a, annem Sayime KARAMAN'a, destek ve katkılarını hiçbir zaman esirgemeyen, çalışmalarımda hep yanımda olan eşim Derya KARAMAN'a değerli vakitlerinden aldığım kızlarım Bilge ve Betül'e, ayrıca kardeşlerim ve ailelerine ayrı ayrı yürekten teşekkür ederim.

Çalışmalarımın her aşamasında destek ve yardımlarını benden esirgemeyen ve değerli bilgilerinden faydalandığım Sayın Öğr. Gör. Bülent KANDEMİR' e, yine çalışmalarımın katkı sunan, beni bu yolda cesaretlendiren, Sayın Doç. Dr. Veli TÜRKMENOĞLU' na, Sayın Öğr. Gör. Ahmet KÖSE' ye, Sayın Öğr. Gör. Nihat PARLAK' a, MTB Enerji Mühendislik ve Danışmanlık firması çalışanlarından, Sayın Bülent ÜLKÜ' ye, Sayın İzzet ATEŞ' e, Sayın Arda ÇEŞMECİOĞLU' na, Piraziz Kaymakamlığı, Köylere Hizmet Götürme Birliği, Yol ve Ulaşım Hizmetleri Şefi, Sayın Ümit KARAMAN' a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEZ BİLDİRİMİ.....	I
ÖZET II	
ABSTRACT.....	III
TEŞEKKÜR.....	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	VIII
ÇİZELGELER LİSTESİ.....	IX
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	X
EK LİSTESİ.....	XI
1. GİRİŞ	1
1.1. Dünya’da Enerji İhtiyacı.....	2
1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	3
1.2.1. Rüzgâr Enerjisi.....	4
1.2.2. Güneş Enerjisi.....	6
1.2.3. Biyokütle Enerji	9
1.2.4. Hidroelektrik Enerji	12
1.2.5. Jeotermal Enerji	15
1.2.6. Hidrojen Enerji.....	17
1.2.7. Dalga Enerjisi.....	18
1.3. Türkiye’de Enerji İhtiyacı.....	19
1.4. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yönetimi.....	20
1.5. Türkiye de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Hakkında Mevzuat ve Teşvikler	23
1.6. Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarında İleriye Dönük Hedefleri..	27
1.7. Türkiye de Enerji İhtiyacı ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile Karşılama Oranı ve Potansiyeli.....	28
1.8. Doğalgaz Çevrim Santralleri.....	31
1.8.1. Doğalgaz Çevrim Santrallerinin Avantajları ve Dezavantajları	32
1.8.2. Doğalgaz Çevrim Santrallerinin Çalışma Prensibi ve Ekipmanları.....	33
1.8.3. Türkiye’de Doğalgaz Çevrim Santrallerinin Kurulu Güç Gelişimi.....	34
1.8.4. Türkiye’de Doğalgaz Potansiyeli.....	35
1.8.5. Türkiye’nin Doğalgaz İhtiyacı, Yerli Üretim ve İthalat Durumu	36
1.8.6. Türkiye’de Yer Alan Mevcut Doğalgaz Boru Hatları ve Yeni Projeler	37
1.9. Rüzgâr Enerjisi Çevrim Santralleri.....	39
1.9.1. Rüzgâr Çevrim Santrallerinin Avantajları ve Dezavantajları	40

1.9.2.	Rüzgâr Çevrim Santrallerinin Çalışma Prensibi ve Ekipmanları	41
1.9.3.	Türkiye’de Rüzgâr Çevrim Santralleri Yatırımlarının Gelişimi	42
1.9.4.	Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli	43
1.10.	Türkiye’de Elektrik Enerjisi Üretiminde Doğalgaz ve Rüzgâr Çevrim Santrallerinin Kurulu İçerisindeki Payları (MW)	46
1.11.	Türkiye’de Elektrik Üretiminin İşletmeler Bazındaki Dağılımı	47
1.12.	Türkiye’de Elektrik Üretiminin Kaynak Bazında Dağılımı.....	48
1.13.	Türkiye’nin Enerji Arz ve Talep Durumu	49
2.	ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	50
3.	MATERYAL ve YÖNTEM.....	52
3.1.	Materyal	52
3.1.1.	Elektrik Üretiminde 19 MW Kurulu Güçteki Doğalgaz ve Rüzgâr Enerji Santralleri Yatırımları	52
3.1.2.	Elektrik Üretiminde 19 MW Kurulu Güçteki Doğalgaz Enerji Santrali Yatırımı	53
3.1.3.	Elektrik Üretiminde 19 MW Kurulu Güçteki Rüzgâr Enerji Santrali Yatırımı	56
3.2.	Yöntem.....	64
3.2.1.	Paranın Zaman Değerini Dikkate Almayan Teknikler.....	64
3.2.1.1.	Ortalama Verimlilik Yöntemi	64
3.2.1.2.	Geri Ödeme Süresi Yöntemi	66
4.	BULGULAR ve TARTIŞMA	68
4.1.	Bulgular	68
4.1.1.	Doğalgaz Enerji Santrali İlk Yatırım Maliyetine İlişkin Bulgular.....	68
4.1.1.1.	DES Fizibilite Etüdü Maliyetine İlişkin Bulgular.....	68
4.1.1.2.	DES Proje Geliştirme Maliyetine İlişkin Bulgular	69
4.1.1.3.	DES Mühendislik Maliyetine İlişkin Bulgular	69
4.1.1.4.	DES Makine Teçhizat Maliyetine İlişkin Bulgular.....	70
4.1.1.5.	DES Arazi/Arsa Maliyetine İlişkin Bulgular	70
4.1.1.6.	DES İnşaat Maliyetine İlişkin Bulgular	71
4.1.1.7.	DES Enerji Nakil Hattı ve Şalt Sahası Maliyetine İlişkin Bulgular	72
4.1.2.	DES Yıllık İşletim ve Bakım Maliyetine İlişkin Bulgular.....	72
4.1.3.	Rüzgâr Enerji Santrali İlk Yatırım Maliyetine İlişkin Bulgular	73
4.1.3.1.	RES Fizibilite Etüdü Maliyetine İlişkin Bulgular	73
4.1.3.2.	RES Proje Geliştirme Maliyetine İlişkin Bulgular	74
4.1.3.3.	RES Mühendislik Maliyetine İlişkin Bulgular.....	74
4.1.3.4.	RES Makine Teçhizat Maliyetine İlişkin Bulgular	75

4.1.3.5. RES Arazi/Arsa Maliyetine İlişkin Bulgular	75
4.1.3.6. RES İnşaat Maliyetine İlişkin Bulgular	75
4.1.3.7. RES Enerji Nakil Hattı ve Şalt Sahası Maliyetine İlişkin Bulgular	76
4.1.4. RES Yıllık İşletim ve Bakım Maliyetine İlişkin Bulgular	77
4.1.5. DES ve RES Maliyetlerinin Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular	77
4.2. Tartışma.....	83
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	86
5.1. Sonuç.....	86
5.1.1. Doğalgaz Enerji Santrali İlk Yatırım Maliyetine İlişkin Sonuçlar.....	86
5.1.2. DES Yıllık İşletim ve Bakım Maliyetine İlişkin Sonuçlar.....	86
5.1.3. Rüzgâr Enerji Santrali İlk Yatırım Maliyetine İlişkin Sonuçlar	86
5.1.5. DES ve RES Maliyetlerine İlişkin Sonuçlar	87
5.2. Öneriler	89
KAYNAKLAR	90
EK LİSTESİ.....	97
ÖZGEÇMİŞ	108

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Sekil No</u>		<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1.	Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyel haritası.....	9
Şekil 1.2.	Biyokütlelerden enerji elde edilmesinde kullanılan dönüşüm yöntemleri	11
Şekil 1.3.	Türkiye'nin jeotermal Enerji kaynakları potansiyel haritası	16
Şekil 1.4.	Gaz türbinli basit çevrim santrali çalışma prensibi	34
Şekil 1.5.	Türkiye'de, doğalgaz çevrim santrallerinin kurulu güç gelişimi	35
Şekil 1.6.	Türkiye'de sismik hat ve kuyu yerlerini gösterir harita	36
Şekil 1.7.	Türkiye'nin, doğalgaz ithalatı yaptığı ülkeler ile ithalat oranları	37
Şekil 1.8.	Türkiye'de yer alan mevcut uluslararası boru hatları haritası	38
Şekil 1.9.	Rüzgâr çevrim santrallerinin çalışma prensibi.....	41
Şekil 1.10	Türkiye'de rüzgâr çevrim santralleri yatırım sayılarındaki gelişim.....	42
Şekil 1.11	Türkiye'de rüzgâr çevrim santralleri kurulu güç (MW) gelişimi.....	43
Şekil 1.12.	Türkiye Rüzgâr Atlası.....	45
Şekil 1.13.	Türkiye elektrik enerjisi kurulu gücünün kaynaklar bazında dağılımı.....	46
Şekil 1.14.	Türkiye'de, elektrik üretiminin kaynaklar bazında dağılımı.....	48
Şekil 1.15.	Türkiye'nin, 1990-2011 yılları arası enerji arz ve talep değişimi.....	49
Şekil 3.1.	DES yatırımı için seçilen arazi görüntüsü.....	54
Şekil 3.2.	Çanakkale ili DES yatırımı için 154 kv enerji nakil hattı ve trafo merkezleri haritası.....	54
Şekil 3.3.	RES yatırımı için seçilen arazinin uydu görüntüsü.....	58
Şekil 3.4.	Çanakkale ili 50 m yükseklikteki rüzgâr hızı haritası.....	58
Şekil 3.5.	Çanakkale iline ait 50 m yükseklikteki kapasite faktörü dağılımı haritası.....	59
Şekil 3.6.	Çanakkale ili RES yatırımı için 154 kv enerji nakil hattı ve trafo merkezleri haritası.....	59
Şekil 3.7.	REPA ekran görüntüsü 50 m yükseklikte ortalama rüzgâr hızı ve ortalama güç yoğunluğu.....	60
Şekil 3.8.	REPA ekran görüntüsü, seçilen bölgenin yıllık toplam enerji miktarı ile kapasite faktörü.....	61

ÇİZELGELER LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>		<u>Sayfa</u>
Çizelge 1.1.	Yenilenebilir enerji kaynakları ile kaynak veya yakıtları.....	4
Çizelge 1.2.	Hidroelektrik enerji santrallerinin sınıflandırılması.....	14
Çizelge 1.3.	6094 sayılı kanun eki I sayılı cetvelde belirtilen teşvikler.....	25
Çizelge 1.4.	6094 sayılı kanun eki II sayılı cetvelde belirtilen teşvikler	26
Çizelge 1.5.	Türkiye’de birincil enerji üretiminin kaynaklar bazındaki dağılımı	30
Çizelge 1.6.	Türkiye’de birincil enerji tüketiminin kaynaklar bazındaki dağılımı	31
Çizelge 1.7.	Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli.....	31
Çizelge 1.8.	Türkiye’de yer alan mevcut doğalgaz boru hatları.....	38
Çizelge 1.9.	Planlanan doğal gaz boru hattı projeleri.....	39
Çizelge 1.10.	Türkiye’de rüzgâr enerji potansiyelinin bölgelere dağılımları.....	45
Çizelge 1.11.	Türkiye’de elektrik üretiminin işletmeler bazındaki dağılımı	47
Çizelge 3.1.	19 MW gaz türbininin teknik özellikleri.....	55
Çizelge 3.2.	Türkiye rüzgâr potansiyeli sınıfları.....	56
Çizelge 3.3.	1 MW rüzgâr türbininin teknik özellikleri.....	63
Çizelge 3.4.	Hurda değeri 0 TL olan iki projenin ortalama verimliliği	65
Çizelge 3.5.	E projesinin sağlayacağı net nakit girişleri.....	67
Çizelge 4.1.	DES fizibilite etüdü maliyeti.....	69
Çizelge 4.2.	DES proje geliştirme maliyeti.....	69
Çizelge 4.3.	DES mühendislik maliyeti.....	70
Çizelge 4.4.	DES inşaat maliyeti.....	71
Çizelge 4.5.	DES yıllık işletme ve bakım maliyetleri.....	73
Çizelge 4.6.	RES fizibilite etüdü maliyeti.....	73
Çizelge 4.7.	RES proje geliştirme maliyeti.....	74
Çizelge 4.8.	RES mühendislik maliyeti.....	74
Çizelge 4.9.	RES inşaat maliyeti.....	76
Çizelge 4.10.	RES yıllık işletme ve bakım maliyetleri.....	77
Çizelge 4.11.	DES ve RES ilk yatırım maliyetlerinin karşılaştırılması.....	78
Çizelge 4.12.	DES ve RES yıllık işletme ve bakım maliyetlerinin karşılaştırılması... ..	78
Çizelge 4.13.	DES ve RES yatırım mali kalemlerinin karşılaştırılması.....	82

SİMGELER VE KISALTMALAR

BTEP	: Bin Ton Eşdeğer Petrol
CO2	: Karbondioksit
DES	: Doğalgaz Enerji Santrali
DMİ	: Devlet Meteoroloji İşleri
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
DSİ	: Devlet Su İşleri
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü
ENAR	: Enerji Sektörü Araştırma - Geliştirme Projeleri Destekleme Programı
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAŞ	: Elektrik Üretim Anonim Şirketi
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
GW	: Gigawatt
GWh	: Gigawatt Saat
H	: Hidrojen
HC	: Hidrokarbon
HES	: Hidroelektrik Santrali
KW	: Kilowatt
KWh	: Kilowatt Saat
kV	: Kilo Volt
MTA	: Maden Teknik Arama
MTEP	: Milyon Ton Eşdeğer Petrol
MW	: Megawatt
MWh	: Megawatt Saat
NOx	: Azotoksit
OPEC	: Organization of Petroleum Exporting Countries
RES	: Rüzgâr Elektrik Santrali
TEDAŞ	: Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TPAO	: Türkiye Petrol Anonim Ortaklığı
WMO	: Dünya Meteoroloji Örgütü
YEGM	: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

EK LİSTESİ

<u>Ek No</u>		<u>Sayfa</u>
EK 1.	Enerji kaynaklarının sınıflandırılması	97
EK 2.	Türkiye’de işletmeye giren rüzgâr enerji santralleri ve lisans izni verilen alanları gösterir harita.....	98
EK 3.	ODU Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğünün tez çalışması için onay yazısı.....	99
EK 4.	REPA verilerine ilişkin e-posta yazı ve ekleri.....	100
EK 5.	Piraziz Kaymakamlığı, Köylere Hizmet Götürme Birliği yazısı.....	101
EK 6.	MTB Enerji Mühendislik Danışmanlık e-posta yazısı ve ekleri.....	102
EK 7.	EPDK fonsuz tarifeler çizelgesi (01/04/2015 tarihi itibariyle).....	107

1. GİRİŞ

Enerji, ekonomik ve sosyal kalkınmada önemli olup, enerji ihtiyacı ülkelerin politikalarını doğrudan etkilemektedir. Ülkeleri savaşa sürükleyen, kutuplaştıran en önemli etkenlerden biri yine enerji unsurudur. Günümüz dünyasında giderek nüfusun artması, ihtiyaçların çoğalması, sanayileşme ve teknolojinin hızla gelişmesi ile birlikte dünya da enerji ihtiyacı artmakta iken özellikle fosil kaynaklı enerji rezervleri ise hızla azalmaktadır. Özellikle fosil yakıt olarak adlandırılan petrol ve doğalgaz gibi yakıtların ise bu yüzyılın sonlarına doğru rezervlerinin tükenme aşamasına gelmesi tahmin edilmektedir. Bu açıdan mevcut enerji rezervlerinin mümkün olan en iyi şekilde kullanılması gerekmektedir. Enerji rezervlerindeki azalma ve küresel ısınmayı tetikleyen sera etkisi gösteren Karbondioksit gazının atmosferde artma tehdidi dünya ülkelerini yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanımına yöneltmektedir (Ata 2010, Biçici 2008, Kaygusuz ve Sarı 2003, Özkâr 2009, Yıldız 2006).

Bu çalışmanın amacı, Çanakkale il sınırları içerisinde yapılabilecek 19 MW kurulu güçteki DES ve RES yatırımlarının maliyetlerini incelenmek, yatırımların verimlilik açısından karşılaştırmasını yapmak ve avantajlı yönlerini ön plana çıkarmaktır.

Bu amaca binaen çalışmanın giriş bölümünde, Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları ve potansiyelleri, bu kaynakların yönetimi, sağlanan teşvikler hakkında genel bilgiler verilerek enerji ihtiyacının karşılanmasında, bu kaynakları değerlendirmenin önemine dikkat çekilmiştir.

İkinci bölümde, DES ve RES yatırımlarıyla ilgili önceki çalışmalara değinilmiştir. Üçüncü bölümde, çalışmanın yapılacağı alanlar ve bu alanlara ilişkin verilere değinilmiş bunun yanında, çalışma kullanılan, paranın zamana değerini dikkate almayan yöntemlere ilişkin açıklamalara yer verilmiştir.

Dördüncü bölümde, Çanakkale il sınırları içerisinde yapılabilecek 19 MW kurulu güçteki DES ve RES yatırımlarına ilişkin ilk yatırım maliyetleri, yıllık işletme ve bakım maliyetleri, geri ödeme süreleri ve ortalama verimliliklerine ilişkin bulgular ele alınmış ve önceki yapılan çalışmaların sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

1.1. Dünya’da Enerji İhtiyacı

Dünyada ilk enerji ihtiyacı dokuzuncu yüzyıl da, İngiltere’de bina ve ofislerin ısınması için kömür kullanımı ile ortaya çıkmış olup, onsekizinci yüzyılda ise demiri eritmek üzere yine kömür kullanılması ile ortaya çıkmıştır. Kömür enerjisi Sanayi Devrimi’nin gerçekleşmesinde önemli bir etkidir. Böylece başta İngiltere ve diğer Batılı ülkeler ile Amerika Birleşik Devletleri sanayileşmede önemli bir merkez haline gelmiştir. İkinci dünya savaşının sona ermesinin ardından, enerji ihtiyacı Avrupa ülkelerini kendi aralarında yakınlaşmaya itmiş ve bu durum Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu’nun kurulmasını sağlamıştır. Enerji rezervlerinin ortak ve gerçekçi bir şekilde, ülkelerin sosyo-ekonomik kalkınmışlıkları ile doğru orantılı olarak kullanılmasıyla, bu ülkelerde yaşayan halkın yaşam standartlarının yükseltilmesi amaçlanmıştır (Biçici 2008).

Dünyada enerjiye en fazla ihtiyaç duyan ve kullanan gelişmiş ülkelerin coğrafi dağılımı ile enerji rezervlerinin bulunduğu yani üreten ülkelerin coğrafi dağılımları karşılaştırıldığında birbirleri ile uyuşmadığı görülmektedir.

Gelişmiş ülkeler, Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa ülkeleri yeryüzünde bulunan enerji rezervlerine nüfuz etme ve bu kaynakları kullanabilmek üzere çeşitli stratejiler geliştirmiş, özellikle petrol ve doğalgaz rezervlerinin zengin olduğu gerek Irak üzerinde ve gerekse diğer Ortadoğu ülkeleri üzerindeki uygulanan politikalar ile bu ülkelerde yer alan kaynakları kontrolleri altına almayı hedeflemiş ve küreselleşme yolu bir politika izlemişlerdir. Amerika Birleşik Devletleri ile Avrupa topluluğunun ortaklaşa yürüttükleri en önemli enerji stratejisi, Genişletilmiş Orta Doğu Projesi adıyla anılmakta ve yürütmektedir. Bu stratejiyi uygulama planı ise bu ülkelerde yer alan krallık rejimlerinden kaynaklanan baskı ve diktanın kaldırılması ve demokrasinin bu ülkelere hakim kılınması olarak dünya ya tanıtılmaktadır (Selçuk 2009).

Günümüzde kullanılmakta olan enerji kaynaklarının siyasi, ekonomik ve ticari boyutları mevcuttur. Bu nedenle yeryüzünde var olan enerji rezervlerinde yer alan potansiyelin, kullanımında yaşanabilecek sorunlar tahmin edilmeli, bu alanda ihtiyaç duyulabilecek teknolojik gereksinimlerinde ayrıca planlanması gerekmektedir (Koç ve Şenel 2013).

Dünya enerji ihtiyacının % 89'u fosil kaynaklı yakıtlardan karşılanırken, % 6'sı nükleer enerjiden, % 5'i ise yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanmakta olup, mevcut enerji rezervlerinin kullanımında, Çin, Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa Birliğine tâbi ülkeler ile Rusya ön planda gelmektedir (Akbulut 2008).

Dünya nüfusunun her yıl giderek % 1.4 arttığı ve ekonomisinin de % 3.4 oranında büyüdüğü hususları dikkate alındığında, yeryüzünde bulunan enerji rezervlerine talebin aynı oranla artması hiç de şaşırtıcı bir durum değildir. 2006 yılında petrol, doğalgaz, kömür ve nükleer enerji gibi birincil enerji kaynaklarındaki artış, British Petroleum verilerine göre, % 2.4 olarak gerçekleşmiştir. Yine aynı yıl dünyada tüketilen birincil enerji kaynakları ise % 35.8 petrol, % 28.4 kömür, % 23.7 doğalgaz, % 5.8 nükleer ve % 6.3 hidrolik kaynaklı enerjilerdir (Özkâr 2009).

1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji, genel olarak doğada sürekli olarak bulunan ve doğal olarak yenilenerek elde edilen enerji kaynaklarıdır. Enerji ihtiyacını karşılamada kullanılan kaynaklar, yenilenemeyen enerjiler (Kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil yakıtlar ve nükleer enerji) ve yenilenebilir enerjiler (Su, jeotermal, biyokütle, dalga, hidrojen, rüzgâr ve güneş enerjisi) olmak üzere iki çeşittir. Dünya'da yenilenme durumu olmayan giderek tükenme eğilimi gösteren fosil kaynaklı enerji türleri, çevreye ciddi ve tehlikeli boyutlarda tahribatlara neden olmaktadır. Ayrıca bu kaynakların rezervleri tükenmesi muhakkak ve sınırlı miktardadır. İhtiyaçların artması ve fosil kaynaklı yakıt rezervlerinin ise giderek azalması alternatiflerinin bulunmasını zorunlu kılmaktadır (Selçuk 2009).

Yenilebilir enerji kaynakları çevresel açıdan değerlendirildiğinde fosil kaynaklı enerji türlerine göre daha az doğaya zarar vermekte olup, ayrıca doğada sürekli bulunmaları ve güvenli olmaları nedeniyle fosil yakıtlardan daha avantajlıdır.

Gerçekçi ve sürdürülebilir bir enerji politikalarının oluşturulması ile ülkelerin, ekonomik büyüme ve sosyal kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesinde, yenilenebilir enerji kaynaklarının yerel olması ve bu sayede, istihdamın gelişmesine, ekonominin güçlenmesine ve ülkelerin dışa bağımlılığının azalmasında önemi büyüktür. Bu yönü ile yenilenebilir enerji kaynakları üzerine yapılan yatırımlar yerel halk tarafından daha fazla destek görmektedir (Mahmutoğlu 2013).

Alternatif enerji olarak ta bilinen yenilenebilir enerji türleri doğal ve teknik potansiyelleri dünya ülkelerinin tüm enerji ihtiyacını karşılamaya yetecek miktardadır. Bu yönü ile dünya barışına ve çevrenin korunmasına da katkı sağlamaktadır (Yakıcı Ayan ve Pabuçcu 2013).

Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile Kaynak veya Yakıtları Çizelge 1.1’de belirtilmiştir.

Çizelge 1.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile Kaynak veya Yakıtları

	Yenilenebilir Enerji Kaynakları	Kaynak veya Yakıtı
1	Rüzgâr kaynaklı enerji	Rüzgâr
2	Güneş kaynaklı enerji	Güneş
3	Dalga kaynaklı enerji	Deniz ve Okyanuslar
4	Biokütle kaynaklı enerji	Biyolojik kaynaklı artıklar
5	Jeotermal kaynaklı enerji	Yeraltı suları
6	Hidrolik kaynaklı enerji	Akarsular
7	Hidrojen enerji	Hidroksitler ve Su

1.2.1. Rüzgâr Enerjisi

İlk olarak, Mısırlılar ve Çinliler tarafından kullanılan rüzgâr enerji kaynağı, insanoğlunun itici güç unsuru olarak faydalandığı ilk enerji kaynağı arasında yer almaktadır. Rüzgâr enerjisi, özellikle deniz taşımacılığında kullanılan temel enerji kaynağı olmuştur.

Rüzgâr enerjisi kaynağının kullanımının çok eski çağlara kadar uzanmasına rağmen, fosil kaynaklı yakıt türlerinin hızlı bir şekilde kullanımının artması ve bu alandaki yatırımların devlet eliyle teşvik edilmesi, rüzgâr enerjisi üzerine yapılmakta olan araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) çalışmalarını olumsuz etkilemiş ve hatta durma noktasına getirmiştir. Birleşmiş Milletler tarafından Roma’da, 1961 yılında düzenlenen, “Enerjinin Yeni Kaynakları” konferansında, Rüzgâr enerjisi santrallerinde kullanılan teknoloji yeterli görülmemiş, bu alandaki Ar-Ge çalışmalarının geliştirilmesi istenmiştir. Ayrıca 1970’li yıllarda yaşanan petrol krizi dünya ülkelerini Rüzgâr enerjisi hakkında yeni çalışmalar yapmaya sevk etmiştir (Çengel 2003).

Son yıllarda rüzgâr enerji üzerine yapılan çalışmaların hızlanması ile dünya genelinde bu enerji kaynağı en hızlı gelişen ve oldukça ekonomik maliyetlere indirgenen bir sektör olmuştur (Karataş 2009).

Rüzgâr enerjisinin kaynağını güneş oluşturmaktadır. Rüzgâr, Güneşin yeryüzünü ve atmosferi aynı miktarda ısıtmamasında oluşan basınç farkından oluşmaktadır.

Rüzgâr enerjisi, aynı zamanda Güneş enerjisinin bir türevidir. Bu nedenle hava koşullarına ve topoğrafik şartlara göre değişim gösteren rüzgâr enerjisi, üretim potansiyeli olarak ta, ülkeden ülkeye değişmektedir. Bilim adamların yaptıkları araştırma sonuçlarına göre dünya üzerindeki kara parçalarında yer alan rüzgâr potansiyellerinin günümüzde tüketimi yapılmakta olan elektrik miktarının yaklaşık dört katını üretebilecek miktarda olduğunu ortaya koymuşlardır (Çengel 2003, Cingil 2008).

Savin (2003), karalar üzerinde yer alan rüzgâr enerjisi potansiyelinin yeterince var olduğu görüşlerini, “ülkeler mevcut rüzgâr potansiyelinin %10’luk bir kısmını dahi kullanabilseler elektrik ihtiyaçlarını karşılayabilirler” şeklinde ifade etmektedir.

Rüzgâr enerjisinde yararlanmak üzere imal edilen, yatay ve düşey eksenli rüzgâr türbinleriyle bu enerji kaynağından faydalanmak mümkün olup, hareket halinde bulunan hava kütesinin kinetik enerjisi kanatlı türbinler ile mekanik enerjiye dönüştürmek suretiyle enerji elde edilerek elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu mekanik enerji elektrik üretiminin yanında su pompalamak üzere de kullanılabilir (Yılmaz ve Ark. 2003).

35.000 MW ‘lık, rüzgâr enerjisi potansiyeli ile Avrupa, dünyanın lideri durumunda bulunmaktadır. Rüzgâr çevrim santrallerinin kurulu güç açısından incelenmesi durumunda ise toplam kurulu gücün %70 lik büyük bir kısmı Amerika Birleşik Devletleri, Almanya, Danimarka ve İspanya’da üretildiği görülmektedir. Avrupa Birliği ülkeleri, oluşturdukları uzun vadeli enerji politikaları ile stratejik bir yol izleyerek enerji ihtiyacını karşılamada fosil kaynaklı yakıtların kullanımını giderek azaltmayı, ekonomilerini ise dışa bağımlılıktan kurtarmayı, çevre kirliliğini ve tahribatları önlemeyi hedeflemişlerdir.

Bu hedeflere ulaşmak üzere ciddi teşvik paketleri ile yatırımcıları sınırlı rezervlere sahip kömür ve petrol gibi fosil kaynakların kullanımından vazgeçirmeye çalışmaları ile rüzgâr kaynaklı enerji yatırımlarında Dünya’da söz sahibi olmalarını sağlamıştır (Ata 2010).

Rüzgâra enerjisi kullanımı için Avrupa Birliği günümüzde Almanya kıyısı açıklarına 183 m. yüksekliğinde ve 5 MW’lık kurulu güce sahip türbinler ile 5000 hane için gerekli enerjiyi üretecek santral kurulumu ile bu alanda büyük bir adım atmıştır.

Almanya, tükettiği elektriğin yaklaşık %13’ünü, Danimarka ise yaklaşık % 20’sini rüzgâr türbinleri ile karşılanmaktadır. Avrupa Birliği ülkelerinin bu çalışmaları yenilenebilir enerjiye verdikleri desteğin en önemli göstergesidir (Özemre 1996, Koç ve Şenel 2013).

İzlenen enerji politikaları ile yapılan çalışmalar ve uygulanan teşvikler ile dünya rüzgâr enerjisi kurulu gücü, 1999 sonu itibariyle 13.400 MW iken, 2002 sonunda 31.127 MW ulaşarak, sektörde yıllık % 30 oranında büyüme gerçekleşirken, Türkiye’de ise 1999 yılında 19 MW rüzgâr enerjisi kurulu gücü 2002 yılı sonuna kadar sabit kalmıştır. Türkiye maalesef rüzgâr enerjisi kurulu gücünde dünyada yaşanan gelişmeleri ve izlenen enerji politikalarını yeterince takip edememiştir. Ancak 2005 yılında mevzuat değişiklikleri ve sağlanan teşvikler ile kurulu güç son yıllara doğru kayda değer bir artış göstererek 2011 yılı, Mart sonu itibariyle 1.414 MW’ a ulaşmıştır (Yakıcı Ayan ve Pabuçcu 2013).

1.2.2. Güneş Enerjisi

Güneş Enerjisi; Güneş çekirdeğinde bulunan hidrojen elementi gazının helyum elementine dönüşmesi yani füzyon süreci sonucuyla açığa çıkan ışıma enerjisi şeklinde tanımlanmakta olup, yine genel olarak Güneş ışınlarıyla yayılan elektromanyetik enerji olarak ta tanımlanmaktadır. Güneş içinde % 92 oranında hidrojen, % 8 oranında helyum ve az miktarlarda ise diğer bazı elementleri ve atomları bulunduran plazmik enerji kaynağıdır (Gupta 1993).

Güneş, dünya için temel enerji kaynağı olup, özellikle, dünyadaki canlılar için vazgeçilmez bir enerji kaynağıdır. Günümüzde insanoğlunun kullandığı çeşitli enerji

kaynaklarına bakıldığında bunların büyük çoğunluğunun güneş kökenli olduğu görülmektedir.

Günlük güneş enerjisi ile dünya ısınmakta, aydınlanabilmekte meteorolojik hadiseler sağlanabilmekte ve en önemlisi de fotosentez ile canlılar yaşamını sürdürebilmektedir (Doğan 2001, Şalvarlı 2003).

Güneş, dünyadan 330.000 kat daha büyük, temiz ve tükenmez bir enerji kaynağı, doğal bir füzyon reaktörüdür. Dünya üzerinde sadece çöllerle kaplı bölgeler değerlendirildiğinde, çöl bölgelerine yıllık gelen güneş radyasyonunun günümüzde tüketilen enerji miktarının yüzlerce katı olduğu ifade edilmektedir (Tuğrul 2003).

Güneş enerjisine yönelik kullanılan teknolojiler; malzeme ve yöntem açısından çeşitlilik göstermekte ise de genel olarak bunları iki ana gruba ayırmak mümkündür.

a-Isıl Güneş Teknolojileri: Güneş enerjisinden ısı elde edilen teknolojiler olup, bu enerji doğrudan ısı olarak kullanılabilmesi gibi elektrik üretiminde de kullanılması mümkündür.

b-Güneş Pilleri: Yarı iletken yapıya sahip olan bu malzemeler Fotovoltaik piller olarak ta bilinmekte ve güneş ışığını doğrudan elektriğe çevirebilmektedir (Mahmutoğlu 2013).

Günümüzde Güneş enerjisinden çoğunlukla güneş pilleri aracılığıyla faydalanılmaktadır. Teknolojik olarak elektrik üretimi yapılmasında bu sistem yeterli olmasına rağmen maliyeti yüksek oluşundan dolayı diğer enerji üretimi teknolojileri ile karşılaştırıldığında henüz ekonomik değildir. Güneş pillerinin en büyük dezavantajı yüksek maliyeti olup, bu piller üzerinde çalışan firmaların en büyük hedefi ise maliyetleri 50 sent rakamına kadar düşürmektir. Bu hedefin gerçekleşmesi halinde, güneş enerjisi ile elektrik üreten şirketler, diğer enerji kaynakları ile elektrik üreten şirketler ile rekabet edebilecek seviyeye ulaşabileceklerdir. Pillerin imalatının ucuzlaması ve kullanımının yaygınlaşması halinde enerji kavramı ve piyasası yeni bir anlam ve yeni bir boyut kazanacaktır (Tuğrul 2003, Karadağ 2009).

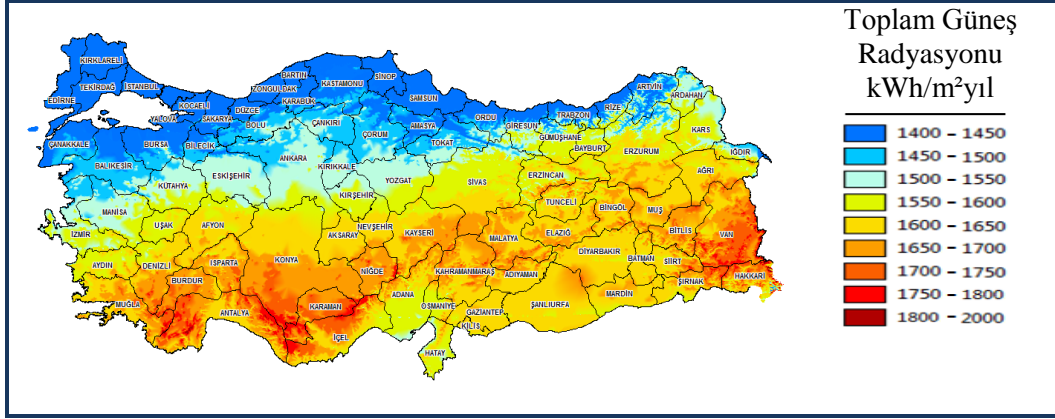
Günümüzde karbondioksit atığı en büyük çevre sorunlarından biridir. Karbondioksitin, atmosfere yayılmasındaki % 80'lik büyük bir payın enerji üretimi ve bilinçsiz tüketimden kaynaklandığı ifade edilmektedir. Kömür yerine kullanılacak

olan güneş pilleri sayesinde, karbondioksit miktarında kayda değer bir azalma sağlanabilmektedir (Önder 2001, Ünalın 2003).

Gelişmiş ülkeler uzun vadede dünyadaki toplam enerji ihtiyacının yaklaşık % 15 'ini güneş kaynaklı enerjiden üretmeyi planlanmaktadır. Bunun için özellikle, güneş pillerinin maliyetlerini düşürmek üzere yılda bir milyar dolar yatırım yapmaktadırlar. Yapılan mevcut araştırmalar sonucunda, maliyetler az da olsa düşürülmüşken, başka bir sorun ise Güneş enerjisinden elde edilecek elektriğin gece ve kapalı havalarda kullanımı için depolanması problemidir. Bu problemin giderilebilmesi için halen teknolojik bir takım zorluklar devam etmektedir (Özcan 2009).

Araştırma ve geliştirme çalışmaları sürdürülürken yüksek maliyetin ve depolama probleminin yanında bir başka engelin varlığı ile karşılaşmış olup, bu engelin ise kurulacak güneş panellerinin arazide aşırı yer kaplaması ve buna uygun, yeterli miktarda arazinin bulunması sorunudur. Yeterli arazi miktarı üzerine yapılan hesaplamalarda, örneğin, Amerika Birleşik Devletlerinin tüm elektrik ihtiyacını karşılamak üzere güneş paneli kurulumu için gerekli arazi miktarının 26.000 kilometre karelik bir alan olması gerektiği ifade edilmiştir. Bilim adamları verimli arazilerin güneş panelleri ile işgal edilmemesi için alternatif çalışmalar ile yerleşim yerlerindeki bina çatılarının ve diğer beton alanların kullanılarak giderilebileceğini ileri sürmüşlerdir (Şalvarlı 2003).

Türkiye güneş enerjisi potansiyeli bakımından birçok ülkeye göre oldukça şanslı olup zengin bir potansiyele sahiptir. Türkiye'nin yıllık toplam güneşlenme süresi ortalama 2.640 saat, günlük ise 7.2 saattir. Yıllık ortalama ışınım şiddeti toplam 1.311 kWh/m² iken günlük olarak toplam 3,6 kWh/m² olduğu tespit edilmiştir. Güneş enerjisi potansiyeli toplamda 380 milyar kWh/yıl olarak hesaplanmıştır. Türkiye'nin Güneş enerjisi potansiyel haritası Şekil 1.1'de verilmektedir.



Şekil 1.1. Türkiye'nin Güneş enerjisi potansiyel haritası (Yılmaz 2012).

Türkiye'nin güneş enerji potansiyel atlası incelendiğinde, en yüksek potansiyeli olan bölge 1460 kWh/m² yıl ile Güneydoğu Anadolu iken bu bölgeyi sırasıyla 1390 kWh/m² yıl ile Akdeniz, 1365 kWh/m² yıl Doğu Anadolu, 1314 kWh/m² yıl ile İç Anadolu, 1304 kWh/m² yıl Ege, 1168 kWh/m² yıl Marmara ve son olarak 1120 kWh/m² yıl ile Karadeniz bölgesi takip etmektedir. Güneş enerjisi potansiyelinin ekvatora yakın olan enlemlerde yüksek değerlerde olduğu, ekvatorдан uzaklaştıkça potansiyelin düştüğü görülmektedir (Kaygusuz ve Sarı 2003, Ünalın 2003).

1.2.3. Biyokütle Enerji

Biyokütle enerjisi, genel anlamda değişken organik maddeler içeren bir kütle olup, içerisinde karbon bulunan bitkisel ve hayvansal atıkların meydana getirdiği organik maddeler ve/veya atıklar olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir tanımda biyokütle enerjisi, bitkilerin, güneşten fotosentez yöntemiyle aldıkları enerjileri kimyasal enerjiye dönüştürmeleri sonucunda açığa çıkan enerji olarak tanımlanmaktadır. Çeşitli teknolojik sistemler kullanılarak biyokütleden elde edilen enerji, biyoenerji olarak ta tanımlanmaktadır. Biyokütle kaynakları içerisinde, fosil kaynaklarda bulunan kükürt gibi kanserojen ve zararlı maddeler bulunmaması önemli bir avantajdır (Mahmutoğlu 2013).

Biyokütle enerjisi, klasik ve modern biyomass kaynaklar olarak ikiye ayrılmaktadır. *a-Klasik Biyokütle Enerji Kaynakları*; Genellikle pişirme ve ısıtma amaçlı yakacak olarak kullanılmakta olan, bitki ve hayvan atıklarından doğrudan yakma teknikleriyle elde edilen enerjidir.

b-Modern Biyokütle Enerji Kaynakları; Orman endüstrisi ve kentsel atıklardır.

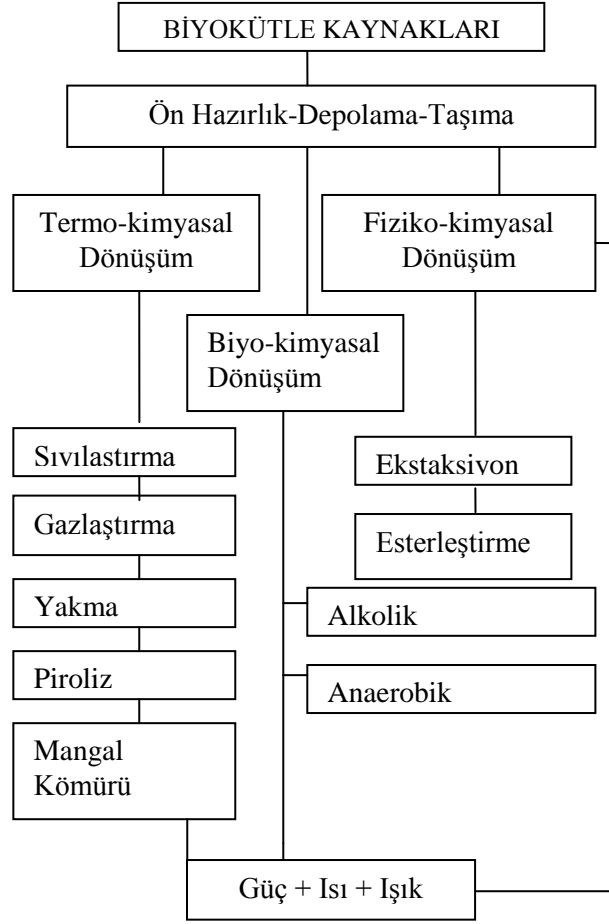
Biyokütle, yetiştirme alanı oldukça geniş olan, çevreye zararı bulunmayan, ekonomik ve yenilenebilir, motorlu araç yakıtı ve elektrik üretimine elverişli bir enerji kaynağıdır (Topal ve Arslan 2008) Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde teknik potansiyel açısından en zengin olanı biyokütle enerjidir. Bu enerji kaynağını oluşturan ağaç atıkları (odun), yağlı tohum bitkileri (Ayçiçek, soya gibi), karbonhidrat bitkileri (patates, pancar gibi), elyaf bitkileri (keten ve kenevir gibi), bitki atıkları (kök ve kabuk gibi), hayvansal, kentsel ve endüstriyel atıklar biyokütle teknolojisi ile değerlendirilmesi mümkün olan kaynaklardır(Cingil 2008, Karadağ 2009, Üçgül ve Akgün 2010).

Biyokütle kaynaklarından çeşitli yöntemler kullanılarak yakıt elde edilmektedir.

Bu yöntemler;

- ✓ Termo-kimyasal dönüşüm yöntemi
- ✓ Fiziko-kimyasal dönüşüm yöntemi
- ✓ Biyo-kimyasal dönüşüm yöntemi' dir.

Biyokütle kaynaklarından enerji elde edilmesinde kullanılan dönüşüm yöntemleri Şekil 1.2.'de verilmektedir.



Şekil 1.2. Biyokütlerden enerji elde edilmesinde kullanılan dönüşüm yöntemleri (Koçer ve Ünlü 2007)

Günümüzde genellikle enerji için atıkların kullanıldığı yöntem termokimyasal dönüşüm yöntemidir (Koçer ve Ünlü 2007).

Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa ülkelerinde biyokütle kaynaklı enerji kullanımı giderek artmakta ve günümüzde biyokütle kaynaklı enerji kullanım oranının % 14'lere ulaştığı tahmin edilmektedir (Kaygusuz ve Sarı 2003).

Dünya üzerinde bulunan biyokütle potansiyelinin yaklaşık % 90'ı ormanlarda bulunmaktadır. Bu açıdan ormanların yoğun olduğu ülkelerin biyokütle potansiyeli açısından zengin olduğu söylenebilir.

İsveç toplam enerjisinin %16'sını, Avusturya %13'ünü, ABD %4'ünü, biyokütle kaynaklarından elde etmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde biyokütle üzerine yapılan bir araştırmada 1 milyon hektar araziye kurulacak endüstri ormanından yılda yaklaşık 7 milyon-ton biyokütle potansiyelinin elde edilebileceği ve bunun ise 30 milyon varil petrole eşdeğer olduğu belirlenmiştir.

Çeşitli araştırmalarda yer alan sonuçlara göre 2020 yılında, dünya enerji bütçesi toplamının en az 539 MTEP, en fazla ise 1345 MTEP olacağını, bunun içinde biyokütlenin payının en az 243 MTEP ile % 45'lik, en fazla ise 561 MTEP ile % 42'lik ciddi bir paya sahip olacağı tahmin edilmektedir (Yıldız 2006).

Türkiye'nin biyokütle enerji alanındaki potansiyelinin, yaklaşık 8,6 MTEP olduğu, bunun yaklaşık 6 MTEP karşılığının ısınma amaçlı kullanıldığı, 2008 yılı sonu itibariyle biyokütle kaynaklarından elde edilen toplam enerji miktarının ise 66 bin TEP olduğu belirtilmektedir (Yakıcı Ayan ve Pabuçcu 2013)

1.2.4. Hidroelektrik Enerji

Hidroelektrik enerji; genel olarak akarsuyun potansiyelinde yer alan gücün kinetik enerjiye dönüştürülmesi sonucunda açığa çıkan enerji olarak tanımlanmaktadır. Hidroelektrik enerji, potansiyeli azalmakta olan enerji kaynaklarına alternatif oluşu, çevreye olumsuz etkilerinin fosil kaynaklara göre az olması, bu alanda yapılacak yatırımların işletimi, bakım ve onarım giderlerinin az olması ve ülkeler için yerli ve güvenilir enerji arzı sağlayan bir kaynak oluşundan dolayı önemi gittikçe artan ve tercih edilen bir enerji kaynağı olma özelliğine sahiptir (Çengel 2003, Karataş 2009)

Hidroelektrik santralleri ile yapılan elektrik üretiminde, akmakta olan suyun gücü kullanılarak elektrik üretimi gerçekleştirildiğinden, üretilen elektrik miktarını, suyun akım hızı ile düşüş hızı belirlemektedir (Yelmen ve Çakır 2011).

Hidroelektrik santrallerinde kanal veya cebri borular içerisine alınan su, türbine akar ve türbinin dönmesini sağlar bu türbinler ise jeneratörlere bağlı olduğundan, mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür ve enerji üretimini gerçekleştirir (Cingil 2008).

Hidroelektrik santralleriyle elektrik üretimi yönteminde genel olarak, akarsular üzerine baraj inşa edilerek enerji üretilmektedir. Bu baraj ve göletlerin ve çevresinde oluşabilecek değişikliklerin, bölge üzerinde meydana getireceği etkilerin belirlenmesi, bu alanın mevcut tabii ve kültürel varlıklarının tespiti için "Çevresel Etki Değerlendirme (CED) Raporları" hazırlanması gereklidir. İnşaata başlanmadan önce baraj ve göletlerin planlaması, gerek inşa aşamasında ve gerekse inşa sonrası tesislerin işletmeye alınmasında olabilecek çevresel değişimler göz önünde bulundurularak tedbirlerin alınması büyük önem taşımaktadır.

Baraj ve gölet yapımıyla bu havzalarda büyük su kitlesi oluşacağından dolayı iklim değişikliği de olabilmektedir (Özsümbül 1999, Cingil 2008).

HES inşası ile yapılan baraj ve göletlerin büyüklüklerine göre çevreye olan etkilerini şöyle sıralamak mümkündür:

- ✓ Bulunduğu havzadaki yerleşim alanlarının taşınması ile sular altında kalan tarihi ve kültürel birikimler yok olabilmektedir.
- ✓ Ekolojik dengeyi değiştirmektedir.
- ✓ Enerji nakil hatlarının gideceği güzergâhta bilinçsiz ağaç kesimleri yapılması ile orman tahribatı olabilmektedir.
- ✓ Baraj ve göletler ile balıkların nehir içerisindeki geçişlerini ve göçlerini engellenmektedir.
- ✓ İklimsel değişimler yaşanabilmektedir.
- ✓ Verimli tarım arazilerinin azalmasına neden olabilir.

Yukarıda yer alan çevresel etkilere karşın HES'ler;

- ✓ Büyük depolamalı hidroelektrik santralleri, talebin yoğun olduğu saatlerde pahalı elektriği daha ucuz üretmektedir.
- ✓ Ülkenin enerji alanında dışa bağımlılığını azaltır.
- ✓ Bulunduğu yöre için istihdam olanağı sağlar.
- ✓ Hava kirliliği oluşturmaz.
- ✓ Stratejik açıdan güvenli enerji arzı sağlar.

Hidroelektrik enerji santrallerinin sınıflandırılması Çizelge 1.2.'de verilmiştir.

Çizelge 1.2. Hidroelektrik enerji santrallerinin sınıflandırılması.

Depolama Şekillerine Göre Santraller	Düşülerine Göre Santraller	Kurulu Güçlerine Göre Santraller	Ulusal Elektrik Enerjisi Yükünü Karşılmasına Göre Santraller	Barajların Gövde Tiplerine Göre Santraller	Santral Binasının Kurulum Yeri-Konuma Göre Santraller
-Depolamalı (rezervuarlı) -Nehir Tipi (regülatör)	-Alçak düşülü (H<10m) -Orta düşülü (H= 10-50 m arası) -Yüksek düşülü (H>50 m den büyük)	-Mikro kapasiteli (<100 kW) -Küçük kapasiteli (100-1.000 kW) -Orta kapasiteli (1.000-10.000 kW) -Büyük kapasiteli (>10.000 kW)	-Baz Yük -Puant(Pik) Yük -Hem Baz hem de Puant (Pik)Yük	-Ağırlıklı Beton Gövdeli -Beton Kemer Gövdeli -Kaya Dolgu Gövdeli -Toprak Dolgulu Gövdeli	-Yer Üstü -Yer Altı -Yarı Gömülü

Dünya da yaklaşık 150 ülke hidroelektrik santraller ile elektrik üretmektedir. Amerika Birleşik Devletleri, enerjisinin % 10'unu hidrolik kaynaklı enerji ile sağlamaktadır. Türkiye ise hidrolik kaynaklardan enerji 2014 yılı itibariyle 40.401.000,80 kWh'e çıkardığı görülmektedir (Anonim 2015c).

Türkiye'nin, yenilenebilir enerji kaynakları arasında, kurulu güç bazında en yüksek paya sahip olanı, hidrolik kaynaklı enerjidir. Türkiye'nin hidrolik enerji kaynağı teknik değerlendirilebilir potansiyelinin 140 GWh/yıl olduğu ifade edilmektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklara Bakanlığı verilerine göre, 2015 Şubat sonu itibariyle, 23.896,90 MW kurulu gücü ile toplam elektrik üretiminin yaklaşık % 34'nü karşılamaktadır. Türkiye'nin, ileriye dönük 2023 yılı hedefleri incelendiğinde, değerlendirilmesi mümkün teknik ve ekonomik tüm hidroelektrik potansiyelini enerji üretiminde kullanmayı hedeflediği görülmektedir (Görez ve Alkan 2005, Avcı 2009, Karadağ 2009, Anonim 2015c)

1.2.5. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yer altındaki ısının, yerin derinliklerinde bulunan suları ısıtması ve ısınan suyun yüze çıkması ile oluşan doğal bir enerji kaynağıdır. Diğer bir ifade ile jeotermal enerji, yer altındaki ısının yeraltı sularını sürekli olarak ısıtması ve ısınan su sıcaklığının bulunduğu bölgenin yıllık ortalama sıcaklığının üzerinde ve diğer sulara göre daha sıcak ve fazla erimiş mineral içeren, doğal veya teknik yöntemlerle yeryüzüne çıkan enerji olarak tanımlanmaktadır (Çukurçayır ve Sağır 1998, Yakıcı Ayan ve Pabuçcu 2013).

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alan bu enerji türü diğerlerine göre çok daha ucuz olması nedeniyle ısınma, pişirme, tıbbi bazı tedavilerde enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca sanayi tesisleri için de ucuz bir enerji kaynağıdır (Külekçi 2009, Parlaktuna 2009).

Jeotermal enerjinin kullanımı eski çağlara dayanmakta olup, ilk olarak Romalılar tarafından ısıtma amacıyla kullandıkları ifade edilmektedir. Jeotermal enerji, 1891 yılında, konutların ısıtılması amacıyla Amerika Birleşik Devletleri'nde, 1904 yılında ise buhardan ilk defa elektrik üretilerek İtalya'da kullanılmaya başlanmıştır. Bu enerji türü 1964 yılında, Türkiye'de ilk defa Balıkesir'in, Gönen ilçesinde yer alan bir otelin ısınmasında kullanılmıştır (Çengel 2003, Parlaktuna 2009).

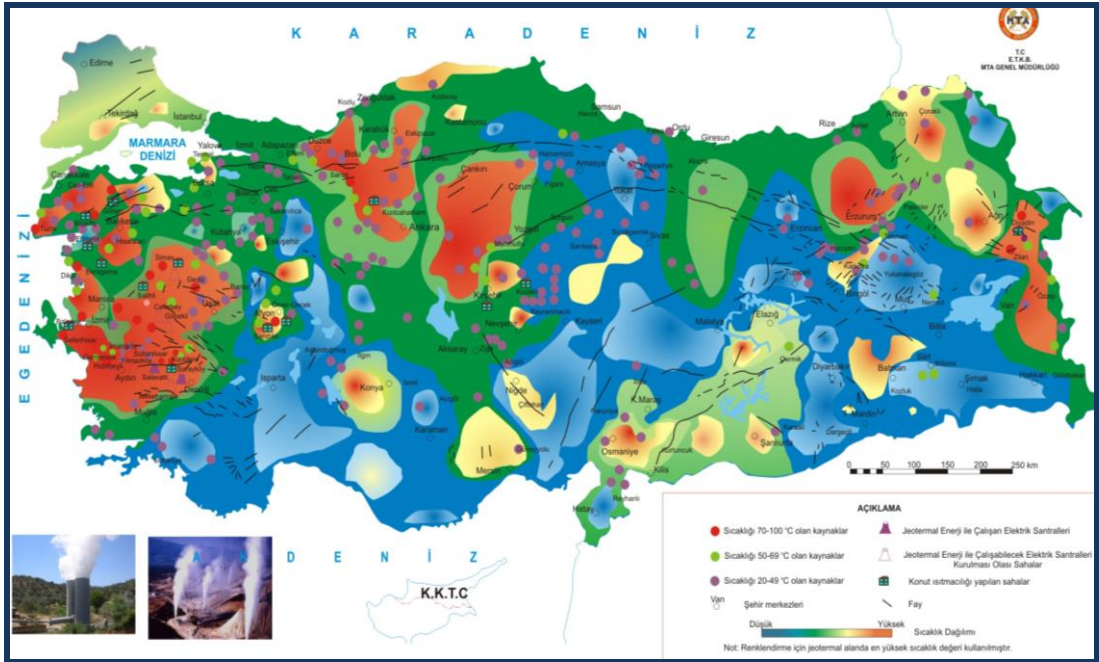
Jeotermal enerji kaynağı, doğrudan sera ve konutların ısıtılmasında, sanayi tesislerinde gerçekleştirilen kurutma işlemlerinde, tarım ürünlerinin kurutulmasında, banyo ve yüzme havuzlarında kullanılmakta iken elektrik üretiminde ise dolaylı ve teknoloji ile kullanımı mümkün olan kaynak türüdür (Külekçi 2009).

Dünya üzerinde jeotermal potansiyelinin dağılımı ise;

- ✓ *And Volkanik Kuşağı*; Güney Amerika'nın batı sahillerinde yer alan Venezuela, Ekvator, Kolombiya, Bolivya, Peru, Şili ve Arjantin gibi ülkeleri kapsamaktadır.
- ✓ *Alp-Himalaya Kuşağı*; Jeotermal kaynağı açısından dünyanın en büyük kuşağı olarak bilinmekte ve İtalya, Yugoslavya, Yunanistan, Türkiye, İran, Pakistan, Hindistan, Tibet, Çin ve Tayland ülkelerini kapsamaktadır.

- ✓ *Doğu Afrika Rift Sistemi*; Zambiya, Malavi, Tanzanya, Uganda, Kenya, Etiyopya, jibuti gibi ülkeleri kapsamaktadır.
- ✓ *Karayip Adaları*;
- ✓ *Orta Amerika Volkanik Kuşağı*; Guatamela, El Salvador, Nikaragua, Kosta Rika ve Panama'yı kapsar.

Türkiye, jeotermal potansiyeli bakımından oldukça zengin olan ve en büyük volkanik kuşak olarak bilinen, Alp-Himalaya hattı üzerinde bulunmaktadır. Bu açıdan zengin bir jeotermal potansiyeline sahiptir. Türkiye'nin jeotermal kaynakları potansiyel haritası Şekil 1.3. de verilmektedir.



Şekil 1.3. Türkiye'nin Jeotermal Enerji kaynakları potansiyel haritası (Külekcı 2009).

MTA tarafından yapılan araştırmalar sonucunda Türkiye'de 31.500 MW potansiyelin olduğu, bu potansiyelin %78 lik, büyük bir kısmının Batı Anadolu'da bulunduğu tespit edilmiştir ve potansiyel açısından dünyanın ilk on ülkesi arasında bulunmaktadır. Buna rağmen, Türkiye jeotermal enerji potansiyelinin sadece % 2' sini kullanmaktadır (İlgar 2005, Külekcı 2009, Yakıcı Ayan ve Pabuçcu 2013).

1.2.6. Hidrojen Enerji

Hidrojeni yapısı itibariyle enerji kaynağı olarak tanımlama yerine daha çok enerjiyi taşıyan olarak tanımlamak mümkündür. Hidrojen element olarak evrende en çok bulunan kokusuz, renksiz ve hafif olan ayrıca zehir taşımayan, sembolü H olarak ifade edilen kimyasal bir elementtir. Hidrojen gazı serbest halde doğa da bulunmadığından doğal bir enerji kaynağı olarak anılmaz.

Dünya üzerinde bulunan bazı enerji kaynaklarının giderek tükenmesi, oluşan egzoz emisyonları gibi çevreye olumsuz etkisi bulunan yakıt kaynaklarına karşı araştırmacılar alternatif olabilecek yeni yakıt arayışlarına girmişler ve yapılan araştırmalar sonucunda, bilim adamları tarafından, insan ve çevre sağlığını tehdit etmeyen, sudan ve biyokütle kaynaklarından da elde edilebilen ileri teknolojinin hidrojen enerji sistemi olduğu kabul edilmektedir (Çukurçayır ve Sağır 1998).

Parfit (2005), hidrojenin kullanımı ile ilgili görüşlerini “Hidrojen gazının kullanılabilmesi, öncelikle bu gazın açığa çıkarılmasıyla mümkündür” şeklinde ifade etmiştir.

Hidrojen gazı, yerel olarak üretilebilen, taşınması kolay ve güvenli olan, taşınması esnasında enerji kaybı az olan, ulaşım araçları, ısınma, sanayi ve hatta mutfaklarımıza kadar hemen hemen hayatımızın her alanında yararlanabileceğimiz bir yakıt türüdür. Dünya üzerinde yapılan çalışmalar ve gelişmelerin seyri bu enerji teknolojisinin yakıt pili olarak değerlendirilmesi yönündedir. Bu nedenle bazı çevreler, elektriği XX. yüzyılın enerji taşıyıcısı, hidrojeni ise XXI. yüzyılın enerji taşıyıcısı olarak görmektedir (Çukurçayır ve Sağır 1998, Türe 2009, Yakıcı Ayan ve Pabuçcu 2013).

İlk olarak 1950 yılının sonlarına doğru NASA'nın uzay çalışmalarında yakıt pillerini kullanmaya başlamasından sonra başta ulaştırma olmak üzere, sanayi ve hizmet sektörlerinde başarı ile kullanıldığı görülmektedir. Emisyonları düşük olan yakıt pillerinin ulaşım alanında geniş kullanımı mevcuttur (Ersöz ve ark.2001).

1.2.7. Dalga Enerjisi

Rüzgâr hareketleri ile okyanus ve deniz yüzeylerinde dalgalar meydana gelmekte, oluşan bu rasgele inişli-çıkışlı dalga hareketleri sonunda dalga enerjisi oluşturmaktadır. Bilim adamları tarafından yürütülen temiz enerji arayışının bir parçasını da dalga enerjisi oluşturmaktadır. Bu konudaki bilimsel çalışmalar, yaşanan petrol krizlerinin de etkileriyle 90'lı yıllarda büyük önem kazanmıştır (İçli 2009)

Dalga enerjisinin yanı sıra okyanus ve deniz kaynaklı enerjiler arasında akıntılar, sıcaklık enerjisi ve gel-git (med-cezir) enerjileri de yer almaktadır. Ancak günümüzde dalga enerjilerinden elektrik üretim miktarı çok düşük seviyelerdedir. Bunun en önemli nedeni ise türbinlerin, kuvvetli dalgaların olduğu yerlere kurulması ve şiddetli fırtınalardan dolayı türbinlerin zarar görmesidir (Mahmutoğlu 2013).

Dalga enerjisinin faydalarını şu şekilde sıralamak mümkündür;

- ✓ İhtiyaç doğrultusunda her güçte santral kurulması mümkündür.
- ✓ Santral tesislerinin üstünün sosyal tesis olarak değerlendirilmesi ve turizm amaçlı kullanılabilmesi mümkündür.
- ✓ Çevre kirliliği ve gürültüsü yoktur.
- ✓ Deniz üzerine inşasından dolayı verimli tarım arazilerini yok etmez.
- ✓ Dışa bağımlılığı yoktur.
- ✓ Dış piyasalarda rekabeti artıracak unsur olduğu söylenebilir.
- ✓ Dalga enerjisinde primer enerjiye bedel ödenmez.
- ✓ Ülkelerin enerji potansiyeline katkı sağlar.
- ✓ Ucuz enerji olup, ısınma da tercih edilmesi mümkündür.

Dalga enerji santrallerinde en önemli maliyet kalemi kurulum ve bakım giderleri oluşturmaktadır. Santrallerinin ana yapısını oluşturan çelik konstrüksiyonun boyutlandırılması talep edilen enerjinin büyüklüğüyle doğru orantılıdır. Santraller projelendirilirken dalga yüksekliği ve dalga boyu ile periyodu esas alınarak tesis kurulumu gerçekleştirilmektedir (Yumurtaçı ve Bekiroğlu 2005, Koca ve Çıtlak 2008).

1.3. Türkiye’de Enerji İhtiyacı

Enerji günümüzün temel sorunları arasında olduğu bahsedilmektedir. Az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkeler için hayati öneme sahip olan enerji, her geçen gün pahalılaşan sermaye, işgücü ve toprak gibi üretimi etkileyen temel faktörler arasında yerini almıştır (Sûr 2007).

Son yıllarda, çeşitli nedenlere bağlı olarak petrol fiyatlarındaki hızlı bir şekildeki yükselişler ülkeleri çeşitli planlar ve çalışmalar yapmaya yöneltmiştir. Gelişmiş ülkeler enerji alanındaki yeni teknolojileri, motorlu taşıtlar, elektrikli alet ve makineler, ısınma sistemleri gibi daha birçok alanlarda uygulayarak enerjinin verimli kullanılmasını sağlamışlardır. Türkiye, son yıllarda enerji tüketim kapasitesini sürekli artıran ülkeler arasında yer almakta ve bu durumun sonucu olarak ta dünya enerji piyasasında adını sık sık duyuran bir ülke durumundadır. ABD ve Batı Avrupa ülkeleri gibi gelişmiş toplumlarda olduğu gibi enerji, en başta ticaretin itici gücü olup, ekonomik kalkınma, çevre ve insan sağlığı, su, tarım, bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişimi, enerji sektörü ile doğrudan bağlantılıdır. Bu nedenle enerjinin kalkınma meselelerinden bağımsız olarak düşünülmesi mümkün değildir. Diğer bir ifade ile yaşam standartlarının gelişmesi ve yükselmesi, teknolojiye ve enerjinin kullanım oranına bağlıdır. Türkiye’nin yaklaşık 94 MTEP seviyesindeki enerji arzı, hızla gelişen ekonomisi ve konutlarda doğalgaza dönüşüm süreci, Türkiye’yi önemli bir enerji tüketicisi ülke konumuna getirmiştir. Örneğin, Türkiye’nin elektrik üretimi 1997 yılında, 103.296 GWh/yıl ve kişi başına ortalama tüketimin ise 1.600 kWh/yıl gerçekleştiği belirtilmektedir. Bu durum yakın gelecekte ciddi oranda enerji talebinin ortaya çıkacağını göstermektedir. Türkiye günümüzde, tükettiği enerji miktarının yarıya yakın kısmını ithal ederek karşılamakta ve bunun için yılda yaklaşık on milyar dolar gibi büyük bir bedel ödemektedir. Türkiye’nin enerji üretiminde ithal kaynaklara yönelmesi enerjinin devamlılığı konusunda risk içermektedir (Ünalın 2003, Sûr 2007).

Türkiye’de birincil enerji kaynaklarındaki üretim ile tüketim miktarları arasındaki fark her geçen gün büyümektedir. Yine 2002 yılında, üretim miktarı 24,6 MTEP iken, tüketim ise 78,4 MTEP olarak gerçekleşmiştir.

Üretimin, tüketimi karşılama oranı yaklaşık %3 civarında olup, kalan aradaki fark ithal edilen petrol, doğalgaz ve taşkömürü ile kapatılmaktadır (Tuncer ve Eskibalci 2003).

Türkiye’de enerji talebi, 1997 yılında, 73 MTEP den, yaklaşık 106 MTEP artarak 2010 yılında 179 MTEP’ e, ulaşmış ve iki kattan fazla artış sağlamıştır. Bu artışın 2020 yılında 319 MTEP’e ulaşması beklenmektedir. Aynı şekilde Türkiye ekonomisindeki büyümenin devamı neticesinde, birincil enerji tüketiminin 2005 yılında 90 milyon ton petrol eşdeğerinden (MTEP) 2006 yılında 94,3 MTEP’e ulaşması ve kişi başına enerji tüketiminin bu duruma bağlı olarak, 2005 yılında 1.249 KEP (kilogram petrol esdeğeri)’den 2006 yılında 1.291 KEP’e yükselmiş olması ülkenin enerji ihtiyacının giderek arttığını göstermektedir. Giderek enerji ihtiyacının artmasına rağmen arz-talep dengeleri üzerine güvenilir bir arz imkanının yaratılmadığı bilinmektedir. Enerji talebini gidermek üzere çeşitli yatırımların yapılması sağlanırken, enerji verimliliğinin de her alanda ve her aşamada politika haline getirilmesi de büyük önem taşımaktadır (Ünalın 2003, Tuncer ve Eskibalci 2003, Sür 2007).

TEİAŞ Genel Müdürlüğü tarafından yapılan, “Türkiye Elektrik Enerjisi 10 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2011-2021)” raporuna göre, Türkiye’nin, brüt yüksek talep tahminine göre 2020 yılında puant talebin 66.845 MW olacağı ve aynı yıl enerji talebinin ise 433.900 GWh olacağı yordandmaktadır. Brüt düşük talep tahmininde ise puant talebin 2020 yılında 61.340 MW, aynı yıl enerji talebinin ise 398,160 GWh olacağı tahmin edilmektedir (Anonim 2012b).

1.4. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yönetimi

Enerji ve tabii kaynaklarla ilgili hedef ve politikaların tespitine yardımcı olmak, bu politikalar doğrultusunda enerji ve tabii kaynakların araştırılmasını, geliştirilmesini, üretilmesini ve tüketilmesini sağlamak üzere 3154 sayılı, “*Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun,*” 1985 yılında yürürlüğe girmiştir. Bahsi geçen kanunla, “Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı” kurulmuş ve bakanlığa şu görevler verilmiştir:

- Ülkenin enerji ve tabii kaynaklara olan kısa ve uzun vadeli ihtiyacını belirlemek. Bu ihtiyaçların temini için gerekli politikaların tespitine yardımcı olmak ve planlamalarını yapmak,
- Enerji ve tabii kaynakların ülke yararına, araştırılması, işletilmesi amacıyla genel politika esaslarının tespit ve tayinine yardımcı olmak,
- Bu kaynakların değerlendirilmesine yönelik arama, tesis kurma, işletme ve faydalanma haklarını vermek, gerektiğinde bu hakların devir, intikal, iptal işlemlerini yapmak, ipotek, istimlak ve diğer takyit edici hakları tesis etmek, bunların sicillerini tutmak ve muhafaza etmek,
- Kamu ihtiyaç, güvenlik ve yararına uygun olarak enerji ve tabii kaynaklar ile enerjinin üretim, iletim, dağıtım tesislerinin etüt, kuruluş, işletme ve devam ettirme hizmetlerinin koordinasyonunu sağlamak,
- Yeraltı ve yerüstü enerji ve tabii kaynaklar ile ürünlerinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim fiyatlandırma politikasını tayin etmek,
- Bakanlığın bağlı ve ilgili kuruluşlarının işletme ve yatırım programlarını inceleyerek tasvip etmek ve yıllık programlara göre faaliyetlerini takip etmek, değerlendirmek,
- Bakanlığa bağlı ve bakanlıkla ilgili kuruluşların çalışmalarını ve işlemlerini her bakımdan tetkik, tahkik ve teftişe tabi tutmak, gerekli her türlü emri vermek ve denetlemek,
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi ve enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik politikaların ve stratejilerin belirlenmesine yönelik çalışmalarda bulunmak,
- Yukarıda belirtilen görevleri yerine getirmek amacı ile gerekli bilgileri toplamak, değerlendirmek,
- Enerji ile ilgili uzun vadeli politikaların tespiti ve geliştirilmesi ile ilgili hazırlık çalışmalarını yapmak (Anonim 1985).

2011 yılında, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının kurulması, teşkilat ve görevlerini düzenleyen, 3154 sayılı kanununa, 662 sayılı Kanun Hükmünde Kararnamenin 82. Maddesi ile 10/b maddesi eklenerek *Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü* kurulmuş ve bu kuruluşa şu görevler verilmiştir:

- ✓ Yenilenebilir enerji kaynaklarının tespiti ve değerlendirilmesine yönelik araştırma ve uygulama projeleri hazırlamak, araştırma kurumları, yerel yönetimler ve sivil toplum kuruluşları ile işbirliği faaliyetleri yürütmek,
- ✓ Enerjinin verimli kullanılmasına yönelik farkındalık oluşturmak ve bu amaçla çalışmalar yürütmek,
- ✓ Enerji verimliliği hakkında, *Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu* tarafından onaylanan uygulama projeleri ile araştırma ve geliştirme projelerini izlemek ve denetlemek,
- ✓ Yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji verimliliği alanındaki çalışmaları ve gelişmeleri takip etmek, değerlendirmek, en uygun olan araştırma ve geliştirme projelerinin uygulanmasına yönelik hedef ve önceliklerini belirlemek üzere çalışmalar yapmak sonuçlarını kamuoyuna sunmak,
- ✓ Bakanlık tarafından verilen diğer görevleri yapmak.

3 Mart 2001 tarih ve 24335 mükerrer sayılı Resmi Gazete de yayımlanarak yürürlüğe giren, 4628 sayılı kanun ile *Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu* kurulmuştur. Bahsi geçen kanun ile söz konusu kuruma şu görevler verilmiştir:

- Tüzel kişilerin yetkili oldukları faaliyetleri ve bu faaliyetlerden kaynaklanan hak ve yükümlülüklerini tanımlayan kurul onaylı lisansların verilmesini sağlamak,
- İşletme hakkı devri kapsamındaki mevcut sözleşmelerin bu kanun hükümlerine göre düzenlenmesini sağlamak,
- Piyasa performansını izlenmek, performans standartlarını, dağıtım ve müşteri hizmetleri yönetmeliklerinin oluşturulmasını sağlamak,
- Kanun kapsamındaki yönetmelik hükümlerinin uygulanmasını ve denetlenmesini sağlamak,

- Kanunda yer alan fiyatlandırma esaslarını tespit etmek,
- Piyasa ihtiyaçlarını dikkate alarak serbest olmayan tüketicilere yapılan elektrik satışında uygulanacak fiyatlandırma esaslarını tespit etmek ve bu fiyatlarda enflasyon nedeniyle ihtiyaç duyulacak ayarlamaları yapmaktan sorumludur (Anonim 2001, Anonim 2011).

1.5. Türkiye de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Hakkında Mevzuat ve Teşvikler

Türkiye’de Yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyellerinin tespiti, ekonomiye kazandırılması, bu alanda planlama, denetim v.b. hususlara ilişkin aşağıda yer alan mevzuat düzenlemeleri yapılarak yürürlüğe konulmuştur.

- ✓ 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu,
- ✓ 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun,
- ✓ Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği,
- ✓ Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimine İlişkin Yönetmelik,
- ✓ Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Enerjisi Üreten Tesislerde Kullanılan Aksamın Yurt İçinde İmalatı Hakkında Yönetmelik,
- ✓ Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği,

Ayrıca bu ana esaslara bağlı olarak yenilenebilir enerji kaynakları hakkında aşağıda yer alan bazı ilave yasal düzenlemeler de yapılmış ve yürürlüğe konulmuştur.

- ✓ Güneş enerjisine yönelik olarak, “Güneş Enerjisine Dayalı Lisans Başvurularının Teknik Değerlendirilmesi Hakkında Yönetmelik”,
- ✓ Jeotermal enerji ile ilgili olarak 5686 sayılı, Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu, Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu Uygulama Yönetmeliği ve Ekleri, Elektrik Enerjisi Üretimine Yönelik Jeotermal Kaynak Alanlarının Kullanımına Dair Yönetmelik Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir (Anonim 2013).

Ülkemizde, hızlı nüfus artışı, artan enerji ihtiyacı, birincil enerji kaynakları rezervlerinin hızla azalması, coğrafi konumdan kaynaklanan güvenliği sağlama zorunluluğu, artan çevre kirliliğini azaltma, üretimi ve istihdamı artırma gibi gereksinimler yenilenebilir enerji potansiyelinin tespiti ve ekonomiye kazandırılmasını teşvik etmeyi beraberinde getirmekte ve bu alandaki yatırımlar devlet desteği ile teşvik edilmektedir.

Bu destek ve teşviklerden birincisi; araştırma ve geliştirme (AR-GE) ile ilgili desteklerdir. Bu amaçla 2010 yılında, *Enerji Sektörü Araştırma - Geliştirme Projeleri Destekleme Programı (ENAR)* yürürlüğe girmiştir.

Bu program (ENAR) ile bilimsel ve teknolojik bilginin üretime dönüştürülmesi, yenilik odaklı araştırma ve geliştirmeye dayalı projelerin seçilmesi, desteklenmesi ve sonuçlandırılması ile izlenmesini hedeflemektedir. ENAR programı ile enerji alanındaki araştırma ve geliştirmeye yönelik projelerin, üniversite ile sanayi işbirliğinde yürütülmesi amaçlanmıştır.

Bu kapsamdaki Projelere yönelik genel esaslar aşağıda belirtilmiştir.

- ✓ Proje bütçesinin bakanlık (% 80) ve proje ortağı olan işletme (%20) tarafından karşılanması, bütçenin %80'lik dilimin ise Bakanlık tarafından hibe olarak ödenmesi hedeflenmiştir.
- ✓ Uygulamaya konulan, proje ödemelerinin dörder aylık dönemler halinde proje uygulayıcısı Üniversitenin açtığı proje hesabına ilerleme durumuna göre yapılması,
- ✓ Proje kapsamında yer alan harcamaların, üniversitelerin mali işleri yürüten birimleri tarafından ihale mevzuatlarına uygun yapılması,
- ✓ Projelerin Sayıştay denetimlerine tabi tutulması,
- ✓ Hazırlanan proje tekliflerinin *Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü*'ne sunulması,
- ✓ Proje tekliflerinin oluşturulacak komisyon tarafından ön incelemeye tabi tutulması, uygun görülen projelerin nihai değerlendirmesinin yapılması için ön değerlendirme komisyonunca seçilecek üç akademisyen ile iki bakanlık çalışanın yer alacağı komisyon tarafından yapılması,

- ✓ Projelerin değerlendirilmesinin ise komisyon üyelerinin ayrı ayrı vereceği notların ortalamaları ile projenin aldığı notun tespitinin yapılarak, proje tekliflerini en yüksek nottan aşağı doğru sıralanması ve ENAR bütçesinde yer alan miktarın yeteceği sayıdaki projeleri belirleyerek Bakanlar Kurulu'na önerilmesinin sağlanmasıdır (Anonim 2014a).

Destek ve teşviklerden ikincisi; 5784 sayılı kanun ile 4628 sayılı kanunda yapılan değişiklik ile azami 1 MW yenilenebilir enerji kaynaklı üretim tesislerinin kurulmasında lisans alma ve şirket kurma zorunluluğunun kaldırılmasıdır.

Destek ve teşviklerden üçüncüsü; yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi amaçlı kullanımına ilişkin 18 Mayıs 2005 tarih ve 5346 sayılı kanun ile yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisinin iç piyasada ve uluslararası piyasalarda alım satımında kaynak türünün belirlenmesi ve takibi için üretim lisansı sahibi tüzel kişiye Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından "Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi" verilmesidir.

Bu belge ile üretim yapan firmalara aynı 5346 sayılı kanunda yapılan 6094 sayılı kanun değişikliği ile bu kanunun ekinde yer alan I ve II numaralı cetvellerde aşağıda çizelgede belirtildiği üzere Dolar-Cent cinsinden belirlenen fiyatlar ile alım garantisinin sağlanması ve 31 Aralık 2015 tarihine kadar üretime girecek firmaların on yıl boyunca bu fiyatlandırmadan yararlanmasıdır (Çanka Kılıç 2011).

Çizelge 1.3. 6094 sayılı kanun eki 1 sayılı cetvelde belirtilen teşvikler

I Sayılı Cetvel	
	Uygulanacak Fiyatlar
Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	(ABD Doları Cent KW/h)
Hidroelektrik üretim tesisi	7,3
Rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3
Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10,5
Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)	13,3
Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3

Çizelge 1.4. 6094 sayılı kanun eki II sayılı cetvelde belirtilen teşvikler

II Sayılı Cetvel		
Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katlı İlavesi (ABD Doları Cent KW/h)
A-Hidroelektrik üretim tesisi	1-Türbin	1,3
	2- Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
B-Rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi	1-Kanat	0,8
	2-Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
C- Fotovoltaik güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	3-Türbin kulesi	0,6
	4-Rotor ve nasele gruplarındaki mekanik aksamın tamamı (Kanat grubu jeneratör ve güç elektroniği için yapılan ödemeler hariç)	1,3
D- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı	0,8
	2- PV modülleri	1,3
E- Biyokütle enerjisine dayalı üretim tesisi	3- PV modülünü oluşturan hücreler	3,5
	4- İnvörtör	0,6
F- Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	5- PV modülü üzerine güneş ışınımı odaklayan malzeme	0,5
	1- Radyasyon toplama tüpü	2,4
G- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	2- Yansıtıcı yüzey levhası	0,6
	3- Güneş takip sistemi	0,6
H- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	4- Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı	1,3
	5- Kulede güneş ışınımı toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı	2,4
I- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	6- Stirling motoru	1,3
	7- Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği	0,6
J- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	1- Akışkan yataklı buhar kazanı	
	2- Sıvı veya gaz yakıtlı buhar kazanı	0,4
K- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	3- Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu	0,6
	4- Buhar veya gaz türbini	2,0
L- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	5- İçten yanmalı motor veya stirling motoru	0,9
	6- Jeneratör ve güç elektroniği	0,5
M- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	7- Kojenerasyon sistemi	0,4
	1- Buhar veya gaz türbini	1,3
N- Yoğunlaştırılmış güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	2- Jeneratör ve güç elektroniği	0,7
	3- Buhar enjektörü veya vakum	0,7

Ülkemizde, elektrik enerjisi yatırımlarının büyüklükleri de dikkate alındığında bu konuda kısıtlı olan kamu finansman kaynaklarının zorlanmaması için, Yap-İşlet-Devret (YİD), Yap-İşlet (YI), İşletme Hakkı Devri (İHD) ve Otoprodüktör gibi finansman ağırlıklı modeller ile özel sektör yatırımlarının enerji sektörüne kanalize edilmesine yönelik çalışmalar yürütülmektedir.

1.6. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarında İleriye Dönük Hedefleri

Ülkemiz son yıllarda artan nüfus ve büyüyen sanayisiyle enerjiye her zamankinden daha ihtiyaç duymakta ve bu enerji açığı ise sürekli artış göstermektedir. Buna rağmen elektrik üretiminde ağırlıklı olarak birincil kaynaklardan karşılanmaktadır. özellikle doğal gaz, ithal kömür, ithal linyit ve fuel-oil vb. kaynakların kullanımı enerji de dışa bağımlılığımız yüzde yetmiş seviyelerinde olup, Bu durum doğrudan cari açığı etkileyerek ekonomik kırılganlığı artırmaktadır (Anonim 2012a).

Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı tarafından hazırlanan ve 18.05.2009 tarih ve 2009/11 sayılı karar ile kabul edilen, *Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Stratejisi Belgesi* ile giderek artan enerji ihtiyacını karşılamak, dışa bağımlılığı azaltmak ve yerli potansiyeli harekete geçirmek üzere 2023 hedefleri uygulamaya konulmuş olup, buna göre söz konusu strateji belgesinin “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimindeki Payı” başlıklı 8. maddesinin 4. bendinde; “Temel hedef yenilenebilir kaynakların elektrik enerjisi üretimi içerisindeki payının 2023 yılında en az % 30 düzeyinde olmasının sağlanmasıdır. Teknolojideki, piyasadaki ve kaynak potansiyelindeki gelişmeler dikkate alınarak bu hedefte değişiklik yapılabilecektir. Bu bağlamda, yapılacak uzun dönemli çalışmalarda aşağıdaki hedefler dikkate alınacaktır.

Hidroelektrik; 2023 yılına kadar teknik ve ekonomik olarak değerlendirilebilecek hidroelektrik potansiyelimizin tamamının elektrik enerjisi üretiminde kullanılması sağlanacaktır.

Rüzgâr; Rüzgâr enerjisi kurulu gücünün 2023 yılına kadar 20.000 MW'a çıkarılması hedeflenmektedir.

Jeotermal; Elektrik enerjisi üretimi için uygun olduğu bu aşamada belirlenmiş olan 600 MW'lık jeotermal potansiyelimizin tümünün 2023 yılına kadar işletmeye girmesi sağlanacaktır.

Güneş; Hedef, güneş enerjisinin elektrik üretimi için de kullanılması uygulamasını yaygınlaştırmak, ülke potansiyelinin azami ölçüde değerlendirilmesini sağlamaktır. Güneş enerjisinin elektrik üretiminde kullanılması konusunda teknolojik gelişmeler yakından takip edilerek uygulanacaktır.

Diğer Yenilenebilir Kaynaklar; Üretim planlamaları, teknolojik gelişmelere ve mevzuat düzenlemelerine bağlı olarak diğer yenilenebilir enerji kullanım potansiyelindeki gelişmeler dikkate alarak hazırlanacak, bu kaynakların kullanımının artması halinde, başta ithal kaynaklar olmak üzere fosil yakıtların payı azaltılacaktır." İfadeleriyle yenilenebilir enerji 2023 hedefleri yürürlüğe girmiştir. Diğer tarafta ise yine 'Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Stratejisi Belgesi'nin "Doğalgaz" başlıklı 8. maddesinin 5. bendinde ise "Yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı için alınacak tedbirler sonucunda, elektrik üretiminde doğal gazın payının % 30'un altına düşürülmesi hedeflenecektir." ifadesi ile doğal gaz ile ilgili hedef açıklanmaktadır (Anonim 2009).

Bakanlığın yürürlüğe koyduğu söz konusu strateji belgesinde özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretiminde artış, diğer taraftan doğal gaz ile elektrik enerjisi üretiminde ise azalma hedeflenmiştir. Bu durum ise elektrik üretiminde dışa bağımlılığın azaltılması yönünde çaba sarf edildiğini göstermektedir.

1.7. Türkiye de Enerji İhtiyacı ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile Karşılanma Oranı ve Potansiyeli

Türkiye, enerji konusunda dışa bağımlı bir ülke konumundadır. Türkiye enerji ihtiyacını karşılamak üzere hidroelektrik başta olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelme çalışmaları ve bu alanda yapılan yasal düzenleme ve teşvikler ile yatırımlar son yıllarda ağırlık kazansa da mevcut ihtiyacı karşılamaya yetmemektedir (Çalışkan 2009).

Türkiye, başta petrol ihtiyacının yaklaşık yüzde 30'unu Rusya Federasyonu'ndan ve yine aynı oranda İran'dan karşılamaktadır. Bunun yanında, Suudi Arabistan, Irak,

Libya, Suriye ve Mısır gibi ülkelerde diğer önemli petrol tedarikçileri ülkelerdir. Aynı şekilde doğalgaz konusunda da yaklaşık yüzde 97 gibi çok yüksek bir oranda dışa bağımlı olan Türkiye petrolde olduğu gibi Rusya Federasyonu'ndan yüzde 60'ın üzerinde bir pay ile doğalgaz ithal etmektedir.

Rusya dışında ise her birinin yaklaşık yüzde 10'luk payı olan İran, Azerbaycan ve Cezayir gibi ülkeler doğalgaz tedarikçileri ülkelerdir (Yılmaz 2012).

Türkiye, coğrafi konumu açısından stratejik bir yere sahip olduğu dikkate alındığında enerji ihtiyacını karşılamada, kaynak çeşitliliğini sağlaması ve enerji ithalatı yaptığı ülkelerin sayısını artırması önem arz etmektedir. Sadece bir ülkeden yüklü bir miktar ile enerji ithalatının yapılması siyasi, ekonomik vb. birçok sıkıntıyı da beraberinde getireceği düşünülmektedir. Türkiye yakın gelecekte enerji dar boğazı yaşamamak üzere bir tarafta enerji ithalatı için yeni anlaşmalar yaparken diğer yandan enerji ihtiyaçları doğrultusunda da planlamalar yapmaktadır. Ancak yapılan çalışmalarda enerji ihtiyacını giderme ve bölgede yer alan politik dengeleri de elinde tutmaya çalışmaktadır. Diğer bir ifadeyle, Rusya'dan ithal edilen doğalgaz, Türkiye'nin ihtiyacını karşılamada şu an yeterli iken, Azerbaycan ve İran gibi bölge ülkeleri ile doğalgaz anlaşması yapılması ve bunun yanında, İran ve Irak gibi ülkelerle geliştirilen enerji diyalogları ve yapılan anlaşmalar ileri de ihtiyaç duyulacak enerjinin tedariki için gerekli önlemlerin alındığını göstermektedir (Bayraç 2009).

Türkiye, jeopolitik konumundan dolayı batısında bulunan ve enerji ihtiyacı olan Avrupa ülkeleri ile doğu ve güneyinde yer alan ve enerji kaynakları bakımından çok zengin olan, Orta Doğu ve Hazar Bölgesi ülkelerinin arasında yer almasından dolayı enerji köprüsü olma imkanını avantaja çevirme çabasıdadır. Diğer bir ifadeyle, bu iki bölge arasında ise enerji geçişine en uygun zeminin Türkiye'nin olmasıdır (Bayraç 2009).

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında, Türkiye'nin en önemli kaynağını, ekonomik potansiyeli, 35000 MW (126 milyar kWh) ile hidroelektrik enerji oluşturmaktadır. Buna rağmen, 2002 yılına kadar kurulan hidroelektrik santralleri sayesinde bu potansiyellerin ancak %35'i (12250 MW) işletmeye alınabilmiştir. Türkiye'nin mevcut hidroelektrik enerji potansiyelinin tamamı işletmeye alınabilmiş olsaydı bugün, başka kaynak ithal etmeksizin, yılda tüketilen yaklaşık 130 milyar kWh

elektriğin tamamına yakını bu kaynakla karşılanması mümkün iken durum her yıl giderek artan miktarlarda ithal edilen doğalgaz ile elektrik üretimi tercih edilmiştir (Tuncer ve Eskibalci 2003).

Türkiye Hidroelektrik enerji dışındaki, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından olan jeotermal, güneş ve rüzgâr enerjisi yönüyle potansiyel bakımında oldukça şanslı ülkelerden biridir. Buna rağmen, bu kaynakların toplam birincil enerji üretimimiz içindeki payı halen çok düşük seviyelerdedir (Yeşilata 2013).

Türkiye’de, 2011 yılında, birincil enerji üretiminin kaynaklar bazındaki dağılımı aşağıda Çizelge 1.5.’te verilmiştir.

Çizelge 1.5. Türkiye’de birincil enerji üretiminin kaynaklar bazındaki dağılımı (2011)

Birincil Enerji Üretim Kaynakları	Üretim Oranı (%)
Linyit	50
Hidrolik	14
Petrol	8
Odun	8
Jeotermal (Isı)	5
Taş Kömürü	4
Bitki ve Hayvan Artıkları	3
Jeotermal (Elektrik)	2
Güneş	2
Doğalgaz	2
Rüzgâr	1
Asfaltit	1

Enerji alanında önemli bir gelişmişlik göstergesi olan kişi başına düşen birincil enerji tüketimi 2011 yılında Türkiye için 1,45 TEP’dir. Bu oran OECD ülkeleri ortalamasında 4,56 TEP/kişi, Avrupa Birliği ortalamasında ise 3,69 TEP/kişi yıl olduğu dikkate alındığında Türkiye’nin kişi başı birincil enerji tüketiminin oldukça düşük olduğu görülmektedir (Koç ve Şenel 2013).

Türkiye’de 2011 yılında, birincil enerji tüketiminin kaynaklar bazındaki dağılımı Çizelge 1.6.’da verilmiştir.

Çizelge 1.6.Türkiye’de birincil enerji tüketiminin kaynaklar bazındaki dağılımı (2011)

Birincil Enerji Tüketim Kaynakları	Tüketim Oranı (%)
Linyit	14,1
Hidrolik	4,1
Petrol	26,7
Katı Yakıt (odun, bitkisel ve hayvansal atıklar)	6,6
Taş Kömürü	14,2
Doğalgaz	31,9
Diğer (güneş, rüzgâr, jeotermal, biyoyakıt)	2,4

Türkiye’nin toplam birincil enerji üretiminin, tüketimi karşılama oranı ise 2011 yılında %27,6 oranında gerçekleşmiştir. Buradan hareketle denilebilir ki ithal edilen enerjinin ülkenin toplam enerji tüketimi içindeki payını ifade eden dışa bağımlılık oranı ise %72,4’dür.

Türkiye’de, 2000’li yıllarında başından itibaren yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelme çalışmaları hız kazanmış bu alanda gerek yasal düzenlemeler ve gerekse yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile ilgili yol haritası oluşturularak mevcut potansiyeller keşfedilmiştir (Yılmaz 2012).

Türkiye’de, yenilenebilir enerji kaynaklarında yapılan potansiyel tespitinin sonuçları Çizelge 1.7.’de verilmiştir.

Çizelge 1.7. Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli (Yılmaz 2012).

Kaynak	Potansiyel (Yerli)
Hidrolik	40.000 MW (yaklaşık135 milyar kWh/yıl elektrik)
Rüzgâr	8.000 MW çok verimli, 40.000 MW orta verimli (yaklaşık130 milyar kWh/yıl elektrik)
Jeotermal	600 MW’ı elektrik üretimine elverişli, toplam 31.500 MW
Büyükötle	Yaklaşık 1,3 milyar kWh/yıl elektrik olan, 8.6 Milyon TEP
Güneş	Yaklaşık 380 milyar kwh/yıl elektrik olan, 80 Milyon TEP

1.8. Doğalgaz Çevrim Santralleri

Doğalgaz Çevrim Santrali, fosil kaynaklı yakıt kullanarak elektrik üretimi yapılan kömür, akaryakıt veya doğalgaz kaynaklı termik santrallerden biridir. Doğalgaz çevrim santrallerinde gaz ve buhar olmak üzere iki tip türbin bulunmaktadır.

Basit ve sadece gaz türbini ile çalışan santrallerde verim yaklaşık % 35-40 iken günümüz teknolojisi ile gaz türbininin yanında buhar türbininin de yer alması ile verim % 55-60 oranına çıkmaktadır. Gaz ve Buhar türbinlerinin her ikisinin yer aldığı bu tip santrallere Doğalgaz Kombine Çevrim Santralleri denir. Bu tip santraller sadece gaz türbinlerinden değil, gaz türbinlerinin egzozundan dışarı atılan atık ısıdan da buhar türbininden de yararlanarak elektrik elde etmeyi amaçlamıştır. Verimli olmalarından dolayı yatırımcılar tarafından da tercih edilmekte olduğu yapılan araştırmalar sonucu ortaya konulmuştur (Anonim 2010, Bükecik 2002).

1.8.1. Doğalgaz Çevrim Santrallerinin Avantajları ve Dezavantajları

Doğalgaz çevrim santrallerinin avantajları ile dezavantajları aşağıda belirtilmiştir.

Avantajları:

- ✓ Doğalgaz çevrim santralleri kısa sürede kurulumu ve işletmeye alınabilmesiyle yatırımcı açısından tercih edilme oranı oldukça yüksek bir enerji yatırım alanıdır.
- ✓ Kurulum maliyeti diğer termik santrallere göre düşüktür.
- ✓ Diğer termik santrallere göre üretim açısından çok daha fazla avantajlı olup, bu santrallerin kombine çevrim santralleri biçimi yani hem gaz hem de buhar türbinlerinin birlikte işletmeye alındığı tesislerde verim % 55-60 civarındadır.
- ✓ Doğalgaz yapısı itibarıyla içerisinde serbest kükürt bulunmadığından, korozif ve toksik bir kirlenici etkisi yoktur.
- ✓ Doğalgaz tam olarak yandığından dolayı kül, kurum, is gibi katı partiküller ve ara oksidasyon ürünleri oluşmaz.
- ✓ Doğalgaz sık sık mekanizmaları ve boruları kirlenmez ve uzun süre temiz kalma avantajına sahiptir.
- ✓ Diğer fosil kaynaklı yakıtlara göre çevreyi kirlenme açısından daha temizdir.
- ✓ Bölgesel elektrik enerjisi arz-talep dengesine katkıda bulunur.
- ✓ Yatırım yapıldığı bölgeye yeni istihdam olanağı sağlar.
- ✓ Bulunduğu bölgeye ekonomik girdi sağlar.

Dezavantajları:

- ✓ Türkiye’de, Doğalgaz rezervi yeterli değildir. Bu nedenle dışa bağımlı bir kaynak türüdür.
- ✓ Ekonomik göstergelerdeki, Dünya’da meydana gelen değişimlerin yansıması işletmenin mali durumuna olumsuz yansımaktadır.
- ✓ Doğalgaz fosil kaynaklı yakıt olup, Dünya üzerinde ise fosil kaynaklı yakıtların rezervi ise hızla azalmaktadır.

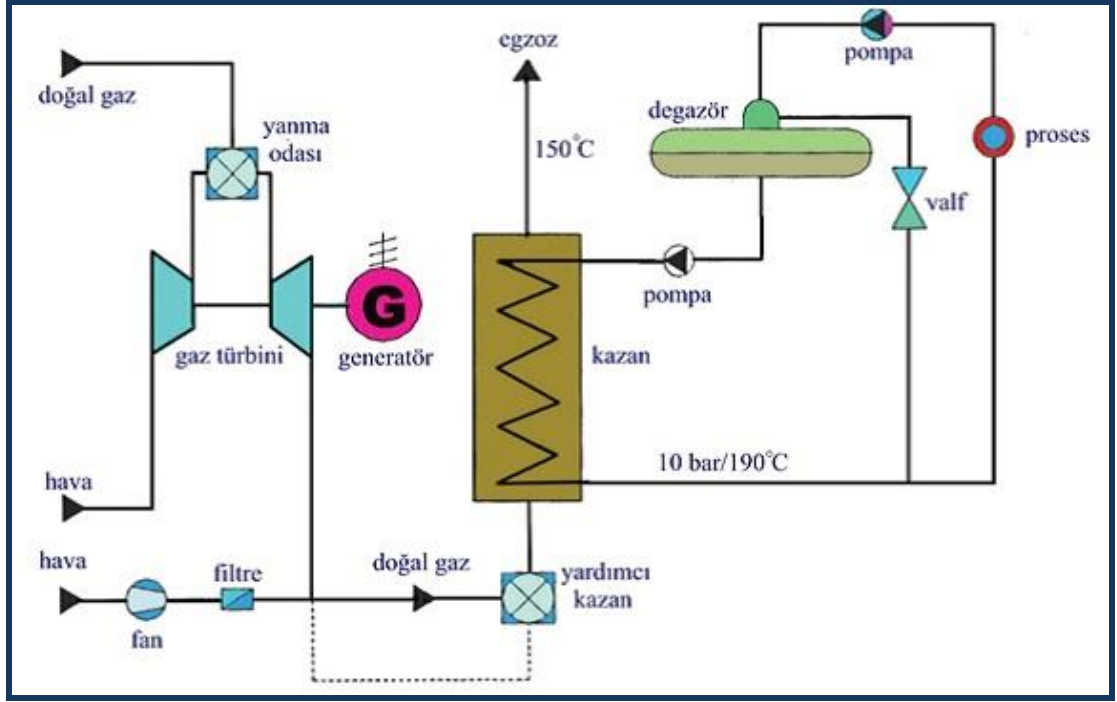
Doğalgaz Çevrim Santralleri, kurulduğu araziyi işgal ettiğinden dolayı bu arazi tarım, hayvancılık gibi başka bir amaçla kullanılamamaktadır (Bozkurt 1996, Anonim 2008, Engin 2014).

1.8.2. Doğalgaz Çevrim Santrallerinin Çalışma Prensibi ve Ekipmanları.

Gaz türbinli termik santraller aşağıdaki ana sistemlerden oluşur.

- ✓ Tüm rotor şaft sistemi
- ✓ Hava sistemi
- ✓ Yağlama yağı sistemi
- ✓ Kontrol yağı sistemi
- ✓ Yakıt sistemi

Bu ana sistemlerden başka soğutma suyu sistemi, su arıtma sistemi, şalt sahası elektrik sistemleri, kontrol ve kumanda sistemleri de mevcuttur (Anonim 2008). Gaz türbinli basit bir çevrim santrali çalışma prensibi Şekil 1.4.’ de verilmiştir.



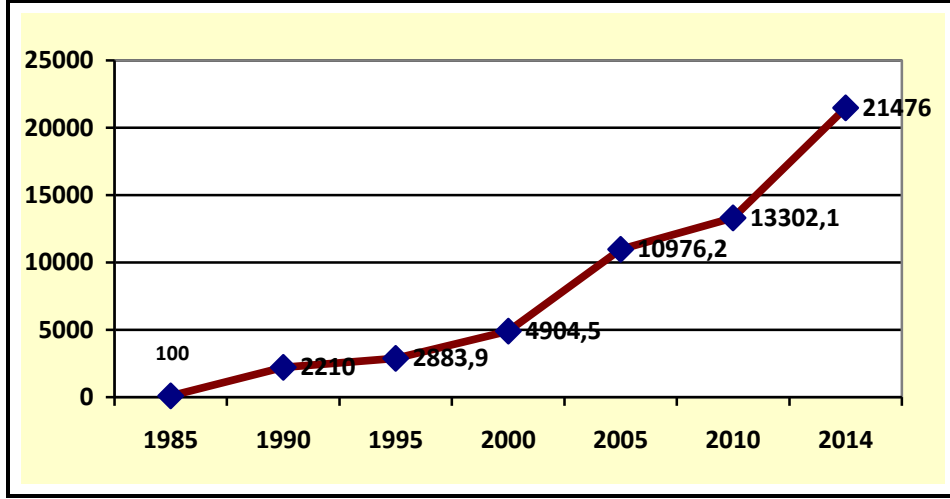
Şekil 1.4. Gaz türbinli basit çevrim santrali çalışma prensibi (Anonim 2008).

1.8.3. Türkiye’de Doğalgaz Çevrim Santrallerinin Kurulu Güç Gelişimi

Türkiye’de doğalgazın ilk tespiti, 1970 yılında, Trakya bölgesinde, Kırklareli ilinde yapılmıştır. Doğalgaz enerjisinin ilk kullanımı ise 6 yıl sonra Pınarhisar’da kurulan Çimento fabrikası olmuştur. Doğalgaz’dan santral bazında ilk elektrik üretimi ise Hamitabat Doğalgaz Çevrim Santralinde 1985 yılında gerçekleşmiştir. Daha sonra Ambarlı Doğalgaz Çevrim Santralinde de doğalgaz enerjisi yakıtı kullanılarak elektrik üretimi başlamıştır. 1989 yılından itibaren diğer illerde doğalgaz çevrim santralleri yaygınlaşmaya başlamıştır (Anonim 2009).

Türkiye elektrik enerjisi üretiminde, 1984 yılından sonra ilk özelleştirme çalışmalarının başlaması ve enerji sektöründe 2000’li yıllardan itibaren ise teşvik kanunlarının çıkarılması ile özel sektör yatırımlarının artmasında etkin rol oynaması kurulu gücün artmasını sağlamıştır.

Türkiye’de, doğalgaz çevrim santrallerinin 1985-2014 yılları arası kurulu güçlerinin gelişimi Şekil 1.5.’de verilmektedir.



Şekil 1.5. Türkiye’de, doğalgaz çevrim santrallerinin kurulu güç (MW) gelişimi.

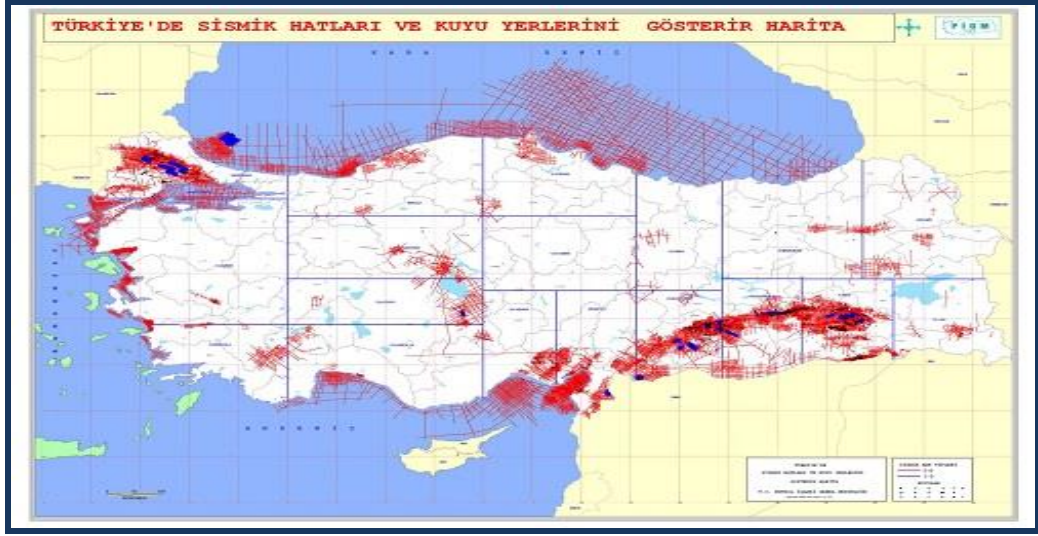
Yukarıda yer alan Şekil 1.5. incelendiğinde, Türkiye’de, doğalgaz çevrim santralleri ile ilk elektrik üretimi 1985 yılında 100,00 MW kurulu güç ile başlamıştır. Doğalgaz çevrim santralleri ile elektrik üretimi özellikle 2000’li yıllardan itibaren yükseliş trendinde olduğu görülmektedir. Doğalgaz çevrim santrallerine yapılan yatırımların artması ile 2014 yılı sonu itibariyle kurulu güç 21.476 MW ulaşmıştır (Anonim 2014b).

1.8.4. Türkiye’de Doğalgaz Potansiyeli

Türkiye’de, doğalgaz enerji rezervleri ve üretimi Trakya Bölgesi ile Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunmaktadır. Yerli üretimin % 83’den fazlası Hamitabat köyü ve çevresinde yer alan kaynaklardan yapılmaktadır.

Türkiye’de yapılan araştırmalara göre, 2012 yılında, kalan üretilbilir 6,84 milyar m³ doğal gaz rezervi bulunmaktadır. Yeni arama ve keşif çalışmalarının yapılmaması durumunda, mevcut rezerv ile 2012 yılı üretim seviyesinde 10,3 yıllık doğalgaz rezerv ömrü bulunmaktadır.

Türkiye’de gerek yerli ve gerekse yabancı ortaklı doğalgaz arama ve keşiflerine yönelik sismik hat ve kuyu yerlerini gösterir harita Şekil 1.5.’te verilmektedir.



Şekil 1.6. Türkiye’de, sismik hat ve kuyu yerlerini gösterir harita (Anonim 2014b).

Yukarıda yer alan harita incelendiğinde; Karadeniz, Marmara, Akdeniz’de doğalgaz potansiyelinin olduğu görülmektedir. Arama çalışmalarının kamu ve özel teşebbüs ortaklığında yürütülmesi, doğalgaz rezervlerinin artırılması, doğalgaz enerjisinde dışa bağımlılık oranını düşüreceği düşünülmektedir.

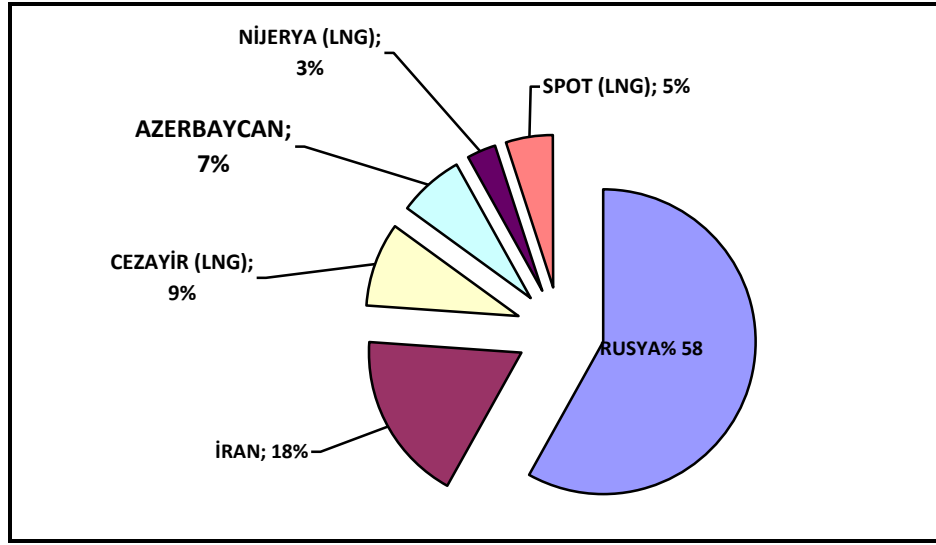
Doğalgaz arama çalışmalarında yeni yöntem ve teknik üzerine dış ülkelerde meydana gelen gelişmelerin takip edilmesi ve politikalar üretilmesi, bu tekniklerin Türkiye’de uygulanması için özel sektörün devlet desteği ile özendirilmesi güçlü özel müteşebbislerin oluşturulması stratejik açıdan ve ülkenin geleceği ile güvenliği açısından büyük öneme sahip olduğu düşünülmektedir (Anonim 2014b).

1.8.5. Türkiye’nin Doğalgaz İhtiyacı, Yerli Üretim ve İthalat Durumu

Türkiye’de artan konut sayısı, üretime dayalı sanayi tesisleri sayısının artması ve doğalgaz kullanımının yaygınlaşması aynı zamanda doğalgazın kolay kullanımı doğalgaza olan ihtiyacı giderek artırmasına neden olmaktadır.

2012 yılında, Türkiye’de, toplamda 45,24 milyar m³ doğalgaz tüketimi gerçekleşmiştir. Tüketimin yaklaşık % 1,47’si (664,4 milyon m³) yerli üretim ile kalan % 98,53’ü ise ithalat ile karşılanmıştır. Doğalgaz tüketiminin yaklaşık % 45’i elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır.

2013 yılında, Türkiye'nin doğalgaz ithalatı yaptığı ülkeler ile ithalat oranları Şekil 1.7.'de verilmektedir.



Şekil 1.7. Türkiye'nin, doğalgaz ithalatı yaptığı ülkeler ile ithalat oranları

Yukarıda yer alan Şekil 1.7. incelendiğinde, Türkiye doğalgaz ihtiyacındaki ithalat payı olan % 98,53'ün yarısından fazlası olan % 58'ini Rusya'dan karşılamaktadır. Bunun dışında sırasıyla doğalgaz İthalatı yapılan ülkeler ise % 18 ile İran, % 9 ile Cezayir (LNG), % 7 ile Azerbaycan, % 3 ile Nijerya (LNG) ve kalan % 5'lik ithalatın ise spot olarak karşılandığı görülmektedir (Anonim 2014b).

Türkiye'nin doğalgaz ithalatında Rusya'nın önemli bir yer tuttuğu dikkate alındığında, Rusya ile doğalgaz enerji arz güvenliğinin sürekliliği açısından politik, diplomatik ilişkilerin her iki ülkenin menfaatlerini doğrultusunda hassasiyetle yürütülmesi gerektiği düşünülmektedir. Doğalgaz ithalatında ikinci öneme sahip İran ile ilişkilerin aynı şekilde stratejik öneme sahip olduğu düşünülmektedir (Anonim 2014b, Engin 2014).

1.8.6. Türkiye'de Yer Alan Mevcut Doğalgaz Boru Hatları ve Yeni Projeler

Türkiye, elektrik enerjisi üretiminde doğalgaz önemli bir paya sahipken, doğalgaz rezervi bakımında oldukça yetersiz bir ülkedir. Bu nedenle doğalgaz tüketiminin yaygın olması bu alandaki talebin ithalat ile karşılanması büyük öneme sahiptir.

Türkiye coğrafi açıdan stratejik bir konumda bulunmaktadır. Özellikle enerji üretimi yapan ülkeler ile enerji tüketimi yapan ülkeler arasında yer alması avantajını en iyi şekilde kullanarak enerji güvenliğini teminat altına almalıdır.

Türkiye kendi ihtiyacı karşıladığı, bunun yanında fazla olan doğalgazı diğer ülkelere ihraç ettiği uluslararası mevcut beş adet doğalgaz boru hattı bulunmaktadır (Anonim 2015b, Engin 2014).

Çizelge 1.8. Türkiye’de yer alan mevcut doğalgaz boru hatları (Anonim 2014b).

Proje Adı ve Tarafları	Devreye Girdiği Yıl	Hat Kapasitesi
Rusya - Batı (Türkiye-Rusya)	1987	14 milyar m ³ /yıl
Doğu Anadolu (Türkiye- İran)	2001	10 milyar m ³ /yıl
Rusya - Mavi Akım Türkiye-Rusya)	2003	16 milyar m ³ /yıl
Bakü-Tiflis-Erzurum (Türkiye- Azerbaycan)	2007	6,6 milyar m ³ /yıl
ITGI (Faz I) (Türkiye- Yunanistan)	2007	3,6 milyar m ³ /yıl

Türkiye’de yer alan mevcut uluslararası boru hatları haritası Şekil 1.8.’de verilmektedir.



Şekil 1.8. Türkiye’de yer alan mevcut uluslararası boru hatları haritası (Anonim 2014b).

Türkiye uzun vadede doğal gaz arz güvenliğini sağlamak üzere yeni doğalgaz boru hattı projeleri üzerinde planlama yapması ve uygulamaya koyması kritik öneme sahiptir. Türkiye çevresindeki ülkelerle arasında uzun vadede doğalgaz arz-talep ilişkisi yönüyle yeni boru hattı projelerine ev sahipliği yapacağı söylenebilir.

Türkiye’nin, yeni Doğalgaz boru hattı projeleri Çizelge 1.9.’da gösterilmektedir. Bu projeler mevcut projelere ya ek olacak ya da tamamen yeni hat olarak devreye alınacaktır (Anonim 2015b).

Çizelge 1.9. Planlanan doğal gaz boru hattı projeleri (Anonim 2014b).

Proje Adı ve Tarafları	Planlanan Kapasitesi	Devreye Alınması Planlanan Tarih
ITGI (Faz II) Yunanistan-İtalya	6 milyar m ³ /yıl	2018
Trans Adriyatik (TAP) Yunanistan-Arnavutluk-İtalya	20 milyar m ³ /yıl	2018
TANAP (Faz I-II) Türkiye-Azerbaycan	16 milyar m ³ /yıl	2020
TANAP (Faz III) Türkiye-Azerbaycan	7 milyar m ³ /yıl	2023
TANAP (Faz IV) Türkiye-Azerbaycan	8 milyar m ³ /yıl	2026
ITGEP Türkiye-Irak	10-12 milyar m ³ /yıl	Belirlenen tarih yok
Arap Gaz Türkiye-Suriye-Mısır-Ürdün-Lübnan	2-4 milyar m ³ /yıl	Belirlenen tarih yok
Hazar Geçişli Boru Hattı Türkmenistan-Türkiye-Avrupa	30 milyar m ³ /yıl	Belirlenen tarih yok
ITE Boru Hattı Türkiye-İran-Avrupa	35 milyar m ³ /yıl	Belirlenen tarih yok

Yukarıda yer alan Çizelge 1.9. incelendiğinde, Türkiye'nin sadece bir iki ülkeyle enerji politikası yürütmediği, stratejik konumunu değerlendirerek alternatif politikalar ürettiği söylenebilir.

1.9. Rüzgâr Enerjisi Çevrim Santralleri

Rüzgâr, atmosferdeki basınç farkından kaynaklanan ve yüksek basınç alanından alçak basınç alanına doğru yatay hava hareketi olarak adlandırılmaktadır. Rüzgârın kinetik enerjisinden çeşitli boyuttaki pervanelerin döndürülmesi ile mekanik veya dönüştürülmüş güç ile elektrik enerjisi elde edilmektedir. Rüzgâr enerjisinden elektrik üretilebilmesi için santral kurulabilmesi rüzgârın hızı, esinti sıklığı ve yönüne bağlıdır. Bunun için kurulum öncesi etüt çalışmalarının iyi yapılması gereklidir (Hayli 2001, Fıçıncı 2008).

Yenilenebilir enerji türlerin içerisinde çevreye en elverişli olanı ve ticari açıdan en avantajlı olanı rüzgâr kaynaklı enerji santrallerinden elektrik enerjisi üretimi olup, rüzgâr enerji santrallerinden elektrik üretiminin yaygınlaştırılması, fosil kaynaklı elektrik üretim santralleri ile rekabet edebilmesi ve bu alanda yeni yatırımların yapılabilmesi devlet tarafından teşvik sistemlerinin uygulanması ile mümkündür.

1.9.1. Rüzgâr Çevrim Santrallerinin Avantajları ve Dezavantajları

Rüzgâr çevrim santrallerinin avantaj ve dezavantajları aşağıda belirtilmiştir.

Avantajları:

- ✓ Rüzgâr yerli bir enerji kaynağı olup, hammadde ihtiyacında dışa bağımlılığı yoktur.
- ✓ Doğada sürekli olan bir enerji kaynağıdır.
- ✓ İnsan sağlığına tehdit oluşturmaz
- ✓ Çevre uyumludur.
- ✓ Diğer enerji kaynaklarına göre CO₂ emisyon etkisi en az olanıdır.
- ✓ Diğer enerji kaynaklarına göre rüzgâr kaynaklı santral alanları tarım ve hayvancılığa engel teşkil etmez.
- ✓ Maliyeti düşük olan enerji kaynağıdır.

Dezavantajları:

- ✓ Rüzgâr türbini elektromanyetik parazit yaymakta olup, haberleşme dalgalarını olumsuz etkiler.
- ✓ Rüzgâr çevrim santrallerinin mekanik aksamı olan rüzgâr türbinlerinin kanat çaplarının büyüklüğüne bağlı gürültüsü bulunmaktadır.
- ✓ Rüzgâr çevrim santrallerinin göçmen kuşların geçiş güzergahı üzerinde kurulması halinde rüzgâr türbinleri türbülans yaparak kuş ölümlerine neden olmaktadır.
- ✓ Rüzgâr esintisinde kesinti olması santraldeki elektrik enerjisi üretimi miktarını olumsuz etkiler.
- ✓ Rüzgâr türbinleri birbirinin rüzgâr gücünü etkilememesi için aralıklı olarak yerleştirildiğinden, kurulum sahası diğer enerji santrallerine göre daha fazla alanı kaplamaktadır (Hayli 2001, Ata 2010, Bayraç 2011, Karamanlıoğlu 2011).

1.9.2. Rüzgâr Çevrim Santrallerinin Çalışma Prensibi ve Ekipmanları

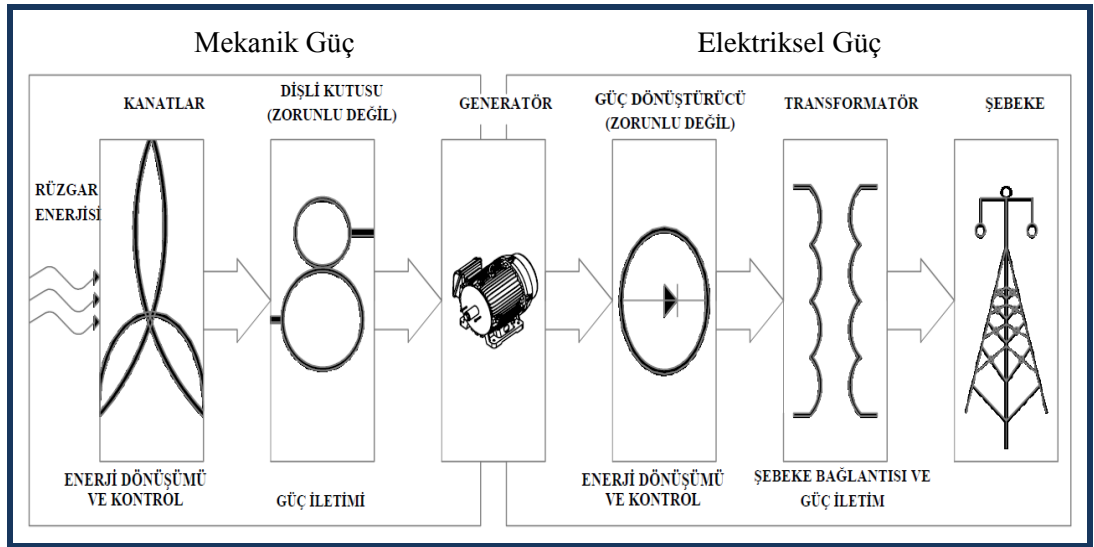
Rüzgâr türbinlerinde, rotor, güç şaftı ile rüzgârın kinetik enerjisini elektrik enerjisine çevirecek bir de jeneratör kullanılmaktadır (Karataş 2009).

Rüzgâr çevrim santrallerinin ana unsuru olan türbinler, gündüz-gece rüzgâr olduğu her an enerji üretebilmektedirler. Bu türbinler montaj yapıldığı arazinin % 5'lik kısmını kapsamaktadır. Ayrıca rüzgâr türbinlerinin kanat uzunlukları yerden yüksekte kurulmaktadır. Montaj dışındaki arazide, tarımsal çalışmalar yapmak ve hayvan otlatmak ve buna benzeri diğer çalışmalar yapılmak mümkündür.

Rüzgâr çevrim santrallerinin ana ekipmanı olan, rüzgâr türbin sistemleri dönme eksenlerine göre 3 gruba ayrılmaktadır.

- *Yatay Eksenli Sistemdeki Rüzgâr Türbinleri*; tek kanatlı, iki kanatlı, üç kanatlı ve çok kanatlı olmak üzere kendi içinde dört farklı şekli bulunmaktadır.
- *Düşey Eksenli Sistemdeki Rüzgâr Türbinleri*; Savonius, Darrieus ve H-Darrieus Rüzgâr Türbinleri olmak üzere kendi içinde üç farklı şekli bulunmaktadır.
- *Eğik Eksenli Rüzgâr Türbinleri*.

Rüzgâr çevrim santrallerinin çalışma prensibi Şekil 1.9.'da verilmektedir.



Şekil 1.9. Rüzgâr çevrim santrallerinin çalışma prensibi (Anonim 2008)

Rotordan geçen rüzgâr, aerodinamik güç oluşturarak rotoru döndürür. Bu hareket ise jeneratörü çalıştırarak elektrik üretimini gerçekleştirir (Altuner 2009, Karataş 2009).

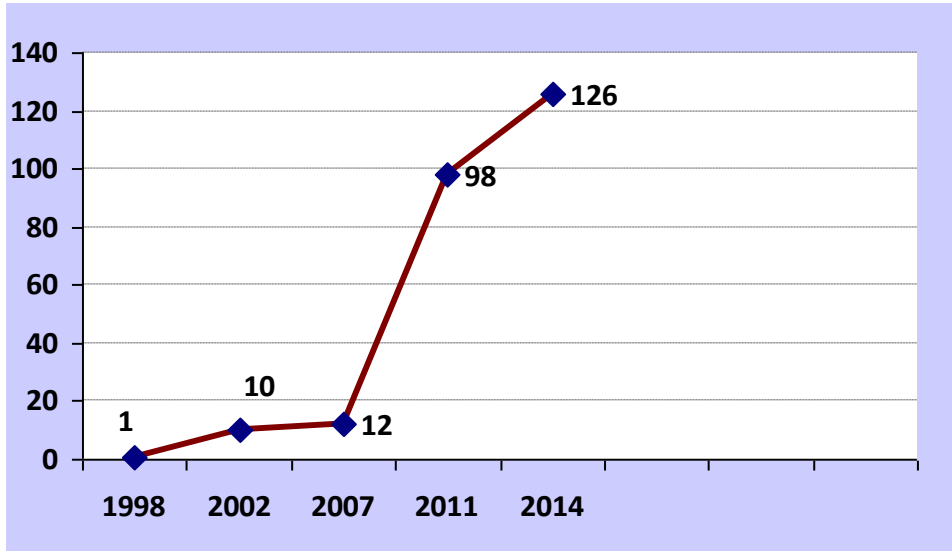
1.9.3. Türkiye’de Rüzgâr Çevrim Santralleri Yatırımlarının Gelişimi

Türkiye’de rüzgâr enerjisi alanında ilk bilimsel çalışmalar 1960’lı yıllarda başlamasına rağmen, rüzgâr potansiyelinin kullanımına yönelik adımlar ise 1996 yılında atılmıştır. İlk rüzgâr çevrim santrali kurulumu ve elektrik üretimi ise 1.5 MW kurulu güçte Çeşme Germiyan Rüzgâr Santrali yapılmaya başlanmış ve 1998 yılında ise işletmeye alınmıştır (Hayli 2001).

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte rüzgâr çevrim santrallerinin kurulum ve işletim maliyetleri de giderek düşmektedir (Cerit ve ark.2004).

Maliyetlerdeki düşüş ve devlet tarafından özel sektöre yönelik teşvik uygulamaları da dikkate alındığında, Türkiye’de rüzgâr kaynaklı elektrik enerjisi üretim santrallerinin son yıllarda hem kurulu güç açısından, hem de yatırım sayısı açısından artmaktadır.

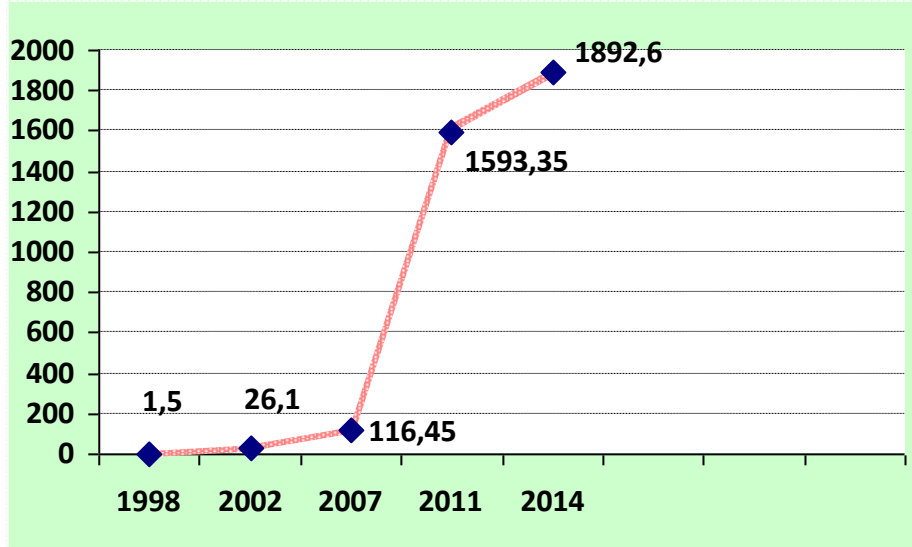
Türkiye’de rüzgâr kaynaklı elektrik enerjisi üretim santralleri yatırım sayılarındaki gelişim Şekil 1.10.’da verilmektedir.



Şekil 1.10. Türkiye’de rüzgâr çevrim santralleri yatırım sayılarındaki gelişim (Anonim 2015c)

Yukarıda Şekil 1.10 incelendiğinde rüzgâr enerji santralleri ile ilgili ilk yatırım 1998 yılında işletme alınmış, özellikle 2007 yılından itibaren yatırım sayısında hızlı bir yükseliş olduğu görülmektedir. 2014 sonu itibariyle rüzgâr çevrim santrali yatırımı 126 adede ulaşmıştır.

Türkiye’de rüzgâr kaynaklı elektrik enerjisi kurulu güç gelişimi ise Şekil 1.11.’de verilmektedir.



Şekil 1.11. Türkiye’de rüzgâr çevrim santralleri kurulu güç (MW) gelişimi (Anonim 2015c).

Yukarıda yer alan Şekil 1.11 incelendiğinde rüzgâr çevrim santralleri yatırım sayılarında ki artışa bağlı olarak kurulu güç(MW) oranı da artmıştır. Özellikle Rüzgâr çevrim santralleri yatırım sayılarının hız kazandığı 2007 ve sonrası aynı şekilde kurulu güç durumunda da artı olduğu söylenebilir. 2014 sonu itibariyle Türkiye’de rüzgâr çevrim santrallerinin kurulu gücü 3.630,00 MW’dır.

1.9.4. Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli

Türkiye, coğrafi açıdan kuzey yarım küre üzerinde, 36°-42° Kuzey enlemleri ile 26°-45° Doğu boylamları arasında, üç tarafı denizlerle çevrili stratejik bir konuma sahiptir. Deniz ve karaların basınç farkları dikkate alındığında rüzgâr potansiyeli açısından oldukça zengin bir ülkedir. Ancak bu potansiyelin kullanımı ise oldukça düşük seviyelerde olduğu söylenebilir.

Günümüzde, herhangi bir yerin rüzgâr hız dağılımının tespit edilebilmesi için bazı yöntemler kullanılmakla beraber en çok tercih edileni ise *Weibull* dağılımı yöntemidir.

Weibull dağılımı yöntemi, bir bölgenin rüzgâr hız dağılımını belirlemek için kullanılan iki parametrelili bir yöntemdir.

Weibull dağılımı yöntemi, rüzgâr hız dağılım fonksiyonu aşağıda yer alan denklem ile belirtilmektedir.

$$f_w(V) = \frac{k}{c} \left(\frac{V}{c}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{V}{c}\right)^k\right] \quad (1.1)$$

şeklinde olup, burada;

- V : Rüzgâr hızını,
- k : Boyutsuz weibull şekil parametresini ve
- c : Weibull ölçek parametresini

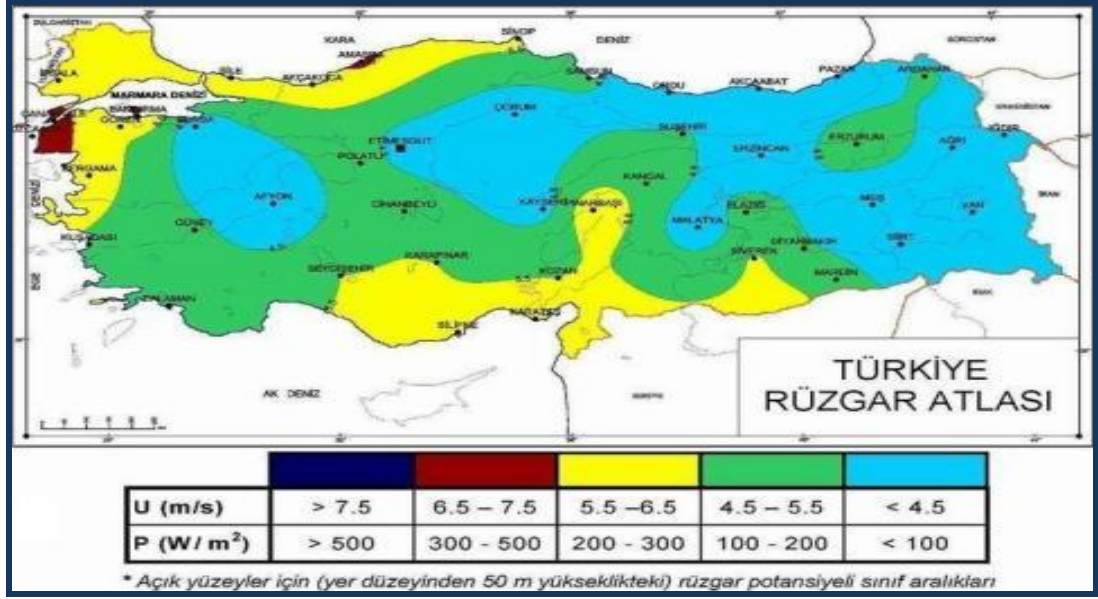
ifade etmektedir (Bilgili ve ark. 2010, Taşkın 2013).

Türkiye’de rüzgâr potansiyelinin tespitine yönelik ilk çalışmalar, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü’nün (DMİ) 1970-1980 yılları arası meteorolojik amaçlı elde edilen veriler değerlendirilerek yapılmıştır.

Enerji amaçlı rüzgâr kullanımının ölçülmesi, Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından, rüzgâr hızı, rüzgâr yönü ve çevre sıcaklığı gibi parametreler 30 m yükseklikte en az bir yıl süre ile periyodik olarak 10 dk. ile 1 sa. gibi aralıklarla ölçülerek, veriler bilgisayar ortamında değerlendirilebilecek şekilde tespit yapılmalıdır (Karamanlıoğlu 2011, Taşkın 2013).

2002 yılında, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü’nün (DMİ) ile Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE) işbirliğinde “Türkiye Rüzgâr Atlası” hazırlanmıştır. Buna göre Türkiye’nin bugünkü rüzgâr potansiyeli, teknik olarak 88.000 MW, ekonomik olarak ise 10.000 MW civarında potansiyelinin var olduğu tahmin edilmektedir (Anonim 2013, Karamanlıoğlu 2011).

Türkiye’nin rüzgâr potansiyeli ile ilgili açık yüzeyler için yerden 50 metre yükseklikteki rüzgâr potansiyeli aralıkları Şekil 1.8.’de yer alan rüzgâr atlasında verilmektedir.



Şekil 1.12. Türkiye Rüzgâr Atlası (Anonim 2015d)

Türkiye 2010 yılında, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, TÜBİTAK uzay ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü işbirliğinde, “Rüzgârdan Üretilen Elektriksel Güç İçin İzleme Tahmin ve Yönetim Sistemi” projesini uygulamaya koymuştur. Amaç rüzgâr enerjisi potansiyelinden azami ölçüde faydalanmak üzere daha fazla rüzgâr çevrim santralini işletmeye almayı sağlamaktır (Karataş 2009, Anonim 2013).

Türkiye’de rüzgâr enerji potansiyelinin bölgelere göre dağılımları Çizelge 1.10.’da verilmektedir.

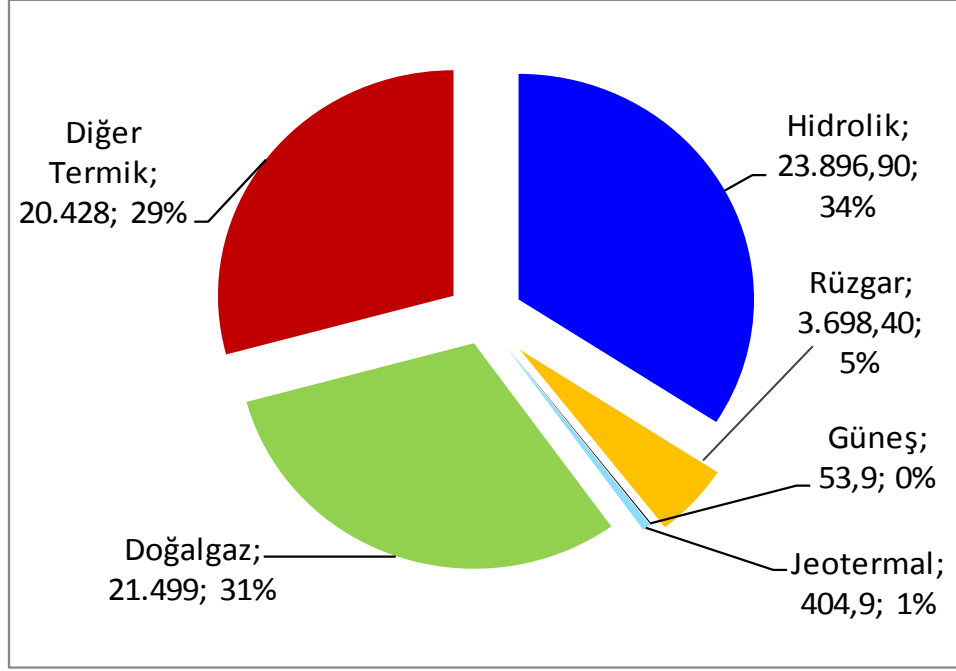
Çizelge 1.10. Türkiye’de rüzgâr enerji potansiyelinin bölgelere dağılımları (Anonim 2015d).

Bölge Adı	Ortalama Rüzgâr Enerjisi Yoğunluğu (W/m ²)	Ortalama Rüzgâr Hızı (m/s)
Marmara	51.91	3.29
Güneydoğu Anadolu	29.33	2.69
Ege	23.47	2.65
Akdeniz	21.36	2.45
Karadeniz	21.31	2.38
İç Anadolu	20.14	2.46
Doğu Anadolu	13.19	2.12

Yukarıda yer alan çizelge 1.10. incelendiğinde, ortalama rüzgâr enerjisi yoğunluğunun en yüksek olduğu bölge Marmara en az olduğu bölge ise Doğu Anadolu’dur (Yılmaz 2012).

1.10. Türkiye’de Elektrik Enerjisi Üretiminde Doğalgaz ve Rüzgâr Çevrim Santrallerinin Kurulu İçerisindeki Payları (MW)

Türkiye’de elektrik enerjisi üretim santrallerinin kaynaklar bazında kurulu güç dağılımı, 2015 Şubat sonu itibariyle Şekil 1.13’de verilmektedir.



Şekil 1.13. Türkiye elektrik enerjisi kurulu gücünün kaynaklar bazında dağılımı (Anonim 2015c)

Yukarıda yer alan Şekil 1.13 incelendiğinde, 2015 Şubat itibariyle, Türkiye’nin elektrik üretimi toplam kurulu gücü, 69.981,10 MW’dır. Toplam kurulu güç içerisinde Hidrolik enerji santralleri (Baraj ve Akarsu dahil) %34’lük pay ile 23.896 MW kurulu güce sahiptir. İkinci sırada, 21.499 MW ile Doğalgaz (LNG) %31’lik bir paya sahiptir. Doğalgaz dışındaki diğer kaynakların oranları ve kurulu güçleri ise sırasıyla, Kömür kaynaklı santraller %21’lik pay ile 14.650,90 MW, Kömür dışı diğer termik kaynaklı santraller % 8’lik pay ile 5.777,10 MW, Rüzgâr kaynaklı santraller % 5’lik pay ile 3.698,40 MW, Jeotermal kaynaklı santraller %1’lik pay ile 404,90 MW kurulu güce sahipken, Güneş ise sadece 53,90 MW ile kurulu güç içerisinde kayda değer bir orana sahip olmadı görülmektedir (Anonim 2015a).

1.11. Türkiye’de Elektrik Üretimini İşletmeler Bazındaki Dağılımı

Türkiye’de elektrik üretimi yapan santrallerin kuruluşlar bazında kurulu güç(MW) durumları, santral sayıları ile üretim katkı oranları (%) 2015 Şubat sonu itibariyle Çizelge 1.11.’de verilmektedir.

Çizelge 1.11. Türkiye’de Elektrik Üretimini İşletmeler Bazındaki Dağılımı (Anonim 2015c)

Kuruluşlar	Kurulu Güç (MW)	Katkı (%)	Santral Sayısı Adet
EÜAŞ ve Bağlı Ortaklık Santralleri	21.886,2	31,3	79
İşletme Hakkı Devredilen Santraller	945,7	1,4	60
Yap İşlet Santralleri	6.101,8	8,7	5
Yap İşlet Devret Santralleri	2.312,3	3,3	18
Serbest Üretim Şirketleri	38.635,5	55,2	853
Otoprodüktör Santralleri	27,2	0,0	6
Lisanssız (TEDAŞ) Santralleri	72,4	0,1	139
TOPLAM	69.981,1	100,0	1.160

Yukarıda yer alan Çizelge 1.11 incelendiğinde, elektrik üretiminde 38.635,55 MW kurulu güç ve 853 adet santral sayısı ile % 55,2’lik paya sahip, serbest üretim şirketleri ilk sırayı almaktadır.

Aynı şekilde Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ)’ye bağlı ortaklarında, elektrik üretiminde %31,3’lük pay ile 21.886,20 MW kurulu güç yapısı ve 79 adet santral ile önemli bir yere sahiptir.

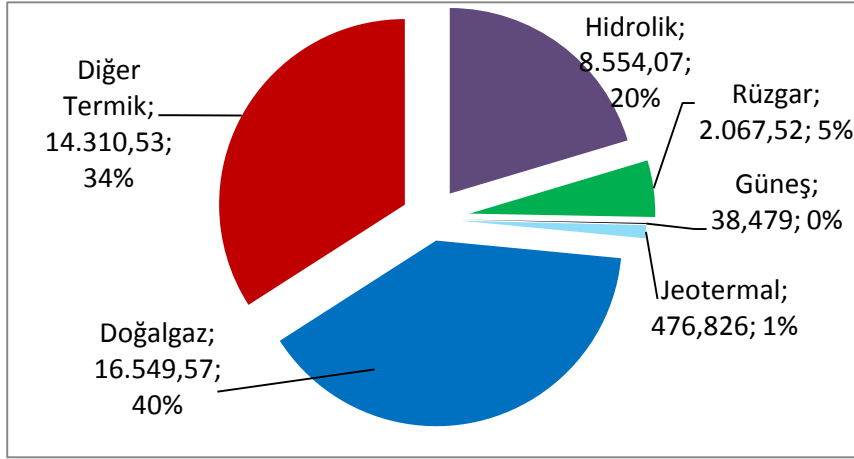
Yukarıda yer alan açıklama doğrultusunda, Türkiye’de elektrik üretiminde, özel sektör payının ağırlıkta olduğunu ve sektörün kamu tekelinde bulunmadığı, yine Devlet tarafından enerji sektörüne yönelik uygulanan teşviklerinde, sektöre olumlu yansıdığı söylenebilir.

Yine aynı çizelge incelendiğinde kendi elektriğini üreten (Otoprodüktör) işletmelere ait 6 adet santralin 27,2 MW kurulu güç ile sektörde bulunduğu görülmektedir. Elektrik üretimi yapan kuruluşların yapılarına göre rekabetçi bir ortamdan bahsedilebilir (Anonim 2015c).

1.12. Türkiye’de Elektrik Üretimini Kaynak Bazında Dağılımı

Türkiye’de, 2015 Şubat sonu itibariyle elektrik üretimi yaklaşık 42 Milyar kWh olduğu belirtilmektedir.

2015 Şubat sonu itibariyle elektrik üretiminin kaynaklar bazında dağılımı Şekil 1.14’de verilmektedir.



Şekil 1.14 Türkiye’de, elektrik üretiminin kaynaklar bazında dağılımı (Anonim 2015c)

Yukarıda yer alan Şekil 1.14. incelendiğinde, Türkiye’de elektrik üretiminin % 40’ı, doğalgaz kullanılarak üretildiği görülmektedir. Yine elektrik üretiminde doğalgazdan sonra %34’lük bir payla doğalgaz dışındaki diğer termik kaynaklar kullanılarak elektrik üretimi yapıldığı görülmektedir.

Türkiye’de, termik kaynakların elektrik üretimindeki toplam payı ise %74’lük bir oranla büyük bir paya sahip olduğu söylenebilir (Anonim 2015a, Anonim 2015c).

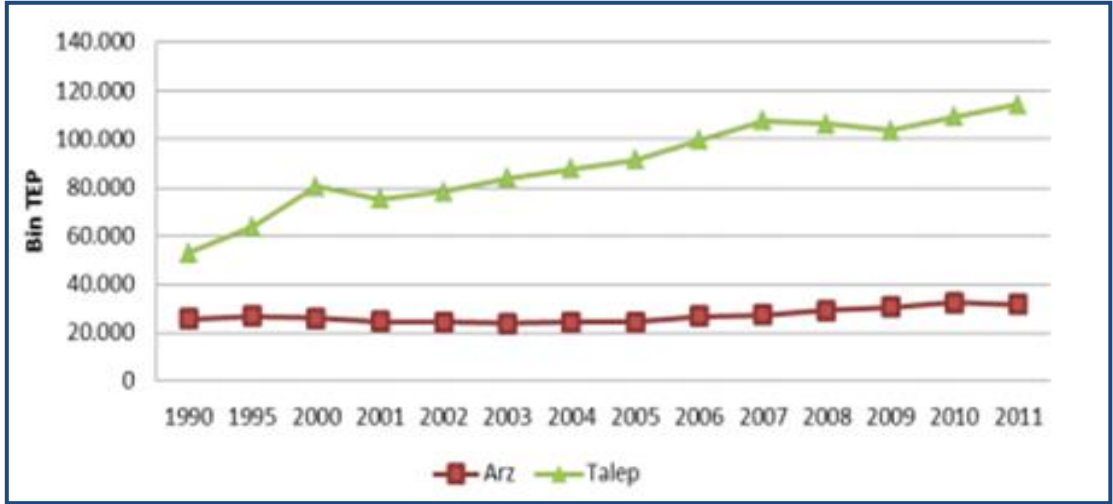
Türkiye’de elektrik üretiminde yerli ve sürekli bir enerji kaynağı olan rüzgâr enerjisi ile 2015 Şubat sonu itibariyle Grafik 1.6.’ya göre %5’lik bir oranda üretim yapılmaktadır.

Türkiye’de yer alan rüzgâr potansiyeli dikkate alındığında devlet tarafından rüzgâr kaynaklı enerjiden elektrik üretiminin teşvik edilmesi ile ilgili bu alana özgü politika ve mevzuat düzenlemelerinin yeniden ele alınarak değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir.

1.13. Türkiye'nin Enerji Arz ve Talep Durumu

Türkiye'de gerek fosil kaynaklı ve gerekse yenilenebilir enerji kaynaklı yatırımlarda önemli oranlarda artışlar olmakla birlikte sanayi tesisleri ve konut sayılarında yaşanan artışlar ile enerji ihtiyacı da oldukça hızla artmaktadır.

Türkiye'nin 1990-2011 yılları arası enerji arz ve talep değişimi Şekil 1.15'de verilmektedir.



Şekil 1.15. Türkiye'nin, 1990-2011 yılları arası enerji arz ve talep değişimi (Anonim 2015a)

Yukarıda yer alan Şekil 1.15. incelendiğinde, 1990 yılında yaklaşık 50.000 TEP enerji ihtiyacı varken bu oran 2011 yılında yaklaşık 110.000 TEP enerjiye ulaşarak enerji ihtiyacı iki kattan fazla bir orana ulaşmıştır. Yine aynı grafikte ve aynı dönemlere ait enerji arz durumu da verilmiştir. 1990 yılında enerji arzı yaklaşık 25.000 TEP olup, 2011 yılında ise yine yaklaşık 35.000 TEP civarında olduğu görülmektedir.

Enerji ihtiyacının hızla artmasına rağmen enerji arzında büyük artışın olmadığı görülmektedir. Enerji arz ve talebi arasındaki bu fark, enerji ihtiyacının ithalat ile karşılandığını ve Türkiye'nin dışa bağımlı bir enerji politika sürdürdüğünü göstermektedir. Enerji'de yüksek bir oranda dışa bağımlılık ise ülke ekonomisini olumsuz etkilediğini söylemek mümkündür (Anonim 2015a).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Literatürde tez konusuyla ilgili kurulabilecek çeşitli çalışmalara ulaşılmıştır. Bu çalışmalarda ele alınan konular ve kullanılan yöntemler aşağıda derlenmiştir:

Bozkurt (1996), Türkiye’de enerji sektöründe, geçmişten günümüze yaşanan gelişmeler ile sektörün geleceği doğrultusunda, elektrik üretiminde, nükleer santralleri, ithal edilen kömür ile çalışan santralleri ve doğalgaz santrallerini ekonomik açıdan yatırım değerlendirme ve duyarlılık analizi yöntemi ile karşılaştırmıştır.

Yalçın (1998), Türkiye’deki enerji sistemleri içerisinde nükleer enerji santralleri, kömür ile çalışan enerji santralleri ile doğalgaz enerji santrallerinin aynı seviyeye getirilmiş maliyet (levelised cost) esasları doğrultusunda, sistem maliyet analizi metodu ile inşaat aşamasında; fiyat farkı (eskalasyon), faiz yükü, yıllık sermaye, yakıt, işletme ve bakım masraflarını karşılaştırarak elektrik üretim maliyetlerini belirlemiştir.

Yenice (2005), Kırsal kesimde kurulabilecek doğalgaz yakıtlı otoproduktör kojenerasyon santrallerini teknik ve mali yönden değerlendirmiştir. Değerlendirmenin teknik boyutunda; gaz türbini hesabı, buhar türbini hesabı, atık ısı kazanı hesabı, jeneratör hesabını yapmıştır. Mali yönden ise sermaye, keşif özeti, sabit ve değişen masraflar, gelir-gider tablosu, fon akış tablosu, iç karlılık oranı değerlendirilerek, santrali oluşturan sistemin toplam güç ve verimleri ile toplam maliyet ve ekonomik karlılık değerlerini belirlemiştir.

Ağçay (2007), Elektrik üretimine yönelik, Türkiye’nin elektrik enerjisi arz ve talebi doğrultusunda rüzgâr elektrik santrali tasarlanması ve kurulum maliyetleri ile üretim analizini Matlab ve Simulink programı kullanarak yapmıştır. Rüzgâr elektrik santralinin çevresel ve ekonomik avantajlarını belirlemiştir.

Cingil (2008), Türkiye’de elektrik üretimini, yenilenebilir enerji kaynaklarından, rüzgâr, güneş, hidrolik, jeotermal ve dalga enerji santralleri ile karşılanabilmesi için yıllık sermaye, yıllık işletme ve bakım masrafları ile toplam enerji maliyetini bir değere getirilmiş maliyetler yöntemi ile tespit etmiştir.

Karataş (2009), Türkiye’de elektrik üretimini ve tüketimini genel piyasa bilgileri doğrultusunda değerlendirerek, yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alan rüzgâr ve güneş enerji kaynaklarından yararlanmanın maliyetlerini, çevresel etkilerini, yaşanan sorunları belirlemiştir.

Özcan (2009), Ortalama rakımı 1050 m yükseklikte yer alan ve 50 m yükseklikteki 5-7 m/sn arasında rüzgâr hız değişimi ölçülen Isparta iline, 1adet V45-50m model rüzgâr türbinini yerden 50 m yüksekliğe ve 660 KW kurulu güce sahip, rüzgâr enerjisi santralini, kurulumunun ekonomik etüdünü yapmıştır.

Hamamcıoğlu (2010), Yıldız kampüsüne konumlandırılacak 1,5 MW ve 3,6 MW kurulu güçteki rüzgâr türbinlerinden elektrik üretiminin teknik ve ekonomik açıdan araştırarak, ilk yatırım maliyeti, yatırım ömrü ve geri ödeme süresini hesaplamıştır.

Şahin (2011), Rüzgâr enerji santralleri kurulumunu teknik ve ekonomik maliyetini araştırarak, çevresel etkilerini diğer termik, nükleer ve hidroelektrik santralleri ile karşılaştırmasını yapmış ve rüzgâr enerji santrallerinin önünde yer alan kısıtları belirlemiştir.

Kılavuz (2013), Rüzgâr enerjisi yatırımlarını teknik bilgiler, mevzuat ve teşvikler doğrultusunda, lisans alarak ve devlet desteği kullanarak, opsiyon mantığı ve duyarlılık analizi ile 2 MW’lık rüzgâr türbini kurulum maliyetleri belirlemiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu çalışma da aynı il sınırları içerisinde aynı kurulu güce sahip DES ve RES yatırımları için il seçiminde; Doğalgaz boru hattının bulunması, ekonomik RES için, 50 m yükseklikteki rüzgârın, güç yoğunluğunun en az 400 (W/m²), rüzgâr hızının 7,0 m/s, kapasite faktörünün ise en az %35 olması gerektiği dikkate alınmış ve her iki yatırım için en uygun il olarak Çanakkale seçilmiştir.

3.1.1. Elektrik Üretiminde 19 MW Kurulu Güçteki Doğalgaz ve Rüzgâr Enerji Santralleri Yatırımları

Türkiye’de, doğalgaz veya rüzgâr enerji santrallerinden biri veya her ikisi üzerinde elektrik üreterek satmak üzere yatırım yapmayı planlayan müteşebbislerin diğer sektörlerde olduğu gibi bu alanda da yatırım öncesi, sektör hakkında ön bilgi sahibi olması, teknik ve mali değerlendirmeyi içeren fizibilite çalışmaları yapması, uygun teknoloji seçimi, mevzuat ve teşviklerin incelemesi, yatırım için yol haritası oluşturması, yatırımdan beklenen faydanın temininde ve yatırımın geri dönüş hızında önemli olan temel unsurlar olup, dikkate alınmalıdır.

Bu çalışma da aynı il sınırları içerisinde aynı kurulu güce sahip DES ve RES yatırımlarının teknik bilgiler ve devlet teşvikleri doğrultusunda projelerin ilk yatırım maliyetleri, sonrasında yıllık işletme ve bakım maliyetleri (kredi/finansman gideri hariç), bu maliyet kalemlerinin toplam yatırım maliyeti içerisindeki payları hesaplanarak yatırımın geri dönüşü ortaya konulmaktadır. DES ve RES yatırımları ekonomik yönden iki ana başlıkta karşılaştırması yapılmaktadır.

i. *İlk yatırım maliyeti;* Bu kapsamda ilk yatırım maliyeti beş başlıkta değerlendirilmektedir.

Bunlar;

- ✓ Proje hazırlama, danışmanlık ve lisans alma maliyetleri,
- ✓ Doğalgaz enerjisi santrali için gaz türbini, jeneratör, pompa v.s gibi ekipmanlar ile rüzgâr enerji santrali için ise türbin vb. maliyetleri,

- ✓ Arazi/arsa maliyeti,
- ✓ İnşaat maliyetleri (Altyapı ve Üstyapı yol yapımı ile diğer inşaat maliyetleri)
- ✓ Enerji nakil hattı ile şalt sahası maliyetleridir.

ii. *Yıllık İşletim ve Bakım Maliyetleri*; DES ve RES yatırımlarının yıllık işletme maliyetleri ortaya konularak yatırımların geri dönüşü hesaplanmakta ve stratejik açıdan hangi alandaki yatırımın daha avantajlı olduğu ortaya konulmaktadır.

3.1.2. Elektrik Üretiminde 19 MW Kurulu Güçteki Doğalgaz Enerji Santrali Yatırımı

Türkiye’de, doğalgaz enerji santrali üzerine yatırım yapılırken, bazı temel hususların bilinmesi ve arazi seçiminde kullanılması gerekmektedir.

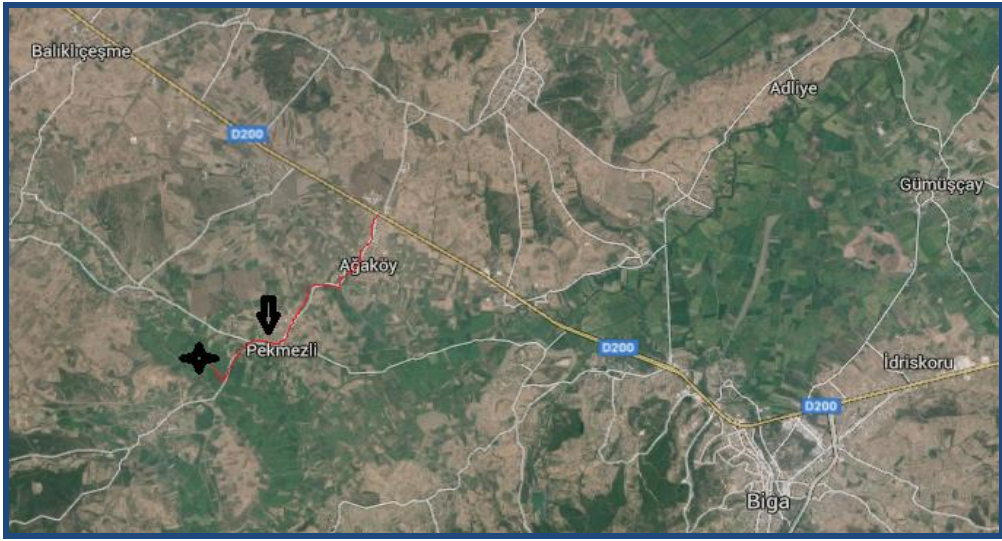
Bu temel hususlar; (Ünalın 2003, Özkar 2009)

- ✓ Yatırım yapılacak alının doğalgaz boru hattına olan mesafesi,
- ✓ Ulusal enerji nakil hatlarına olan mesafesi
- ✓ Bölgenin İklim özellikleri ve meteorolojik durumu,
- ✓ Karayolu ve denizyolu hatlarına olan mesafesi,
- ✓ “Çevre Etki Değerlendirme Raporu” onayını alma kolaylığı,
- ✓ Bölgenin jeolojik, mimari, arkeolojik, hidrolojik özellikleri ve doğal afet durumu,
- ✓ Arazinin kullanım şekli ve toprak özellikleri (tarım, hayvancılık v.s) ile mülkiyet durumu,
- ✓ Yatırımın hava kirliliğine olan etkisi,
- ✓ Yerel halkın projeye katılım durumu ve
- ✓ Flora ve Fauna etkisi

Bu çalışmada, yukarıda yer alan kriterler doğrultusunda yatırım yapılacak arazi seçim çalışması yapılarak, doğalgaz boru hattının geçtiği, Çanakkale ili, Biga ilçesi, Pekmezli köyünde yer alan, 103 ada üzerinde kayıtlı bulunan, Biga ilçesine uzaklığı

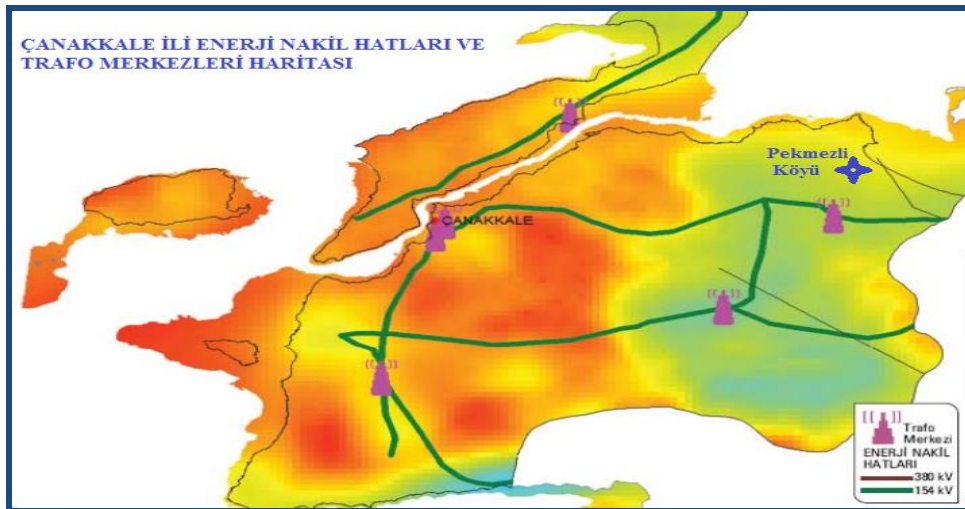
15,4 km, Çanakkale iline ise 89 km uzaklıktaki tarla vasfı arazi üzerine kurulabilecek DES yatırımı ve yıllık işletim ve bakım maliyeti ile yatırımın geri dönüş süresi tespit edilmektedir.

DES kurulumu yapılması planlanan arazinin bulunduğu bölgenin koordinatları, 40°,15',52.434" Kuzey, 27°,5',44.1204" Doğu olarak haritada gösterilmektedir. Seçimi yapılan arazinin doğalgaz hattına olan mesafesi yaklaşık 19 km olup, ulusal enerji nakil hattına ise 14.6 km mesafede bulunmaktadır. DES için seçilen arazinin uyduru görüntüsü şekil 3.1.'de verilmektedir.



Şekil 3.1. DES yatırımı için seçilen arazi görüntüsü (Anonim 2015f).

Çanakkale ilinde bulunan 154 kw enerji nakil hattı ve trafo yerleri şekil 3.2. de verilmektedir.



Şekil 3.2. DES yatırımı için, Çanakkale ili 154 kv enerji nakil hattı ve trafo merkezleri haritası (Anonim 2015d).

Çalışmada kullanılacak 19 MW gaz türbininin teknik özellikleri çizelge 3.1.'de verilmektedir (Ülkü 2015).

Çizelge 3.1. 19 MW Gaz Türbininin Teknik Özellikleri (Ülkü 2015).

19 MW GAZ TÜRİNİ (SGT-500 Gaz Türbini)	
Güç Üretimi İçin	
Güç çıkışı	19 MW(e)
Yakıt	Doğal gaz / sıvı yakıt / çift yakıt ve istek üzerine diğer yakıt özellikleri
Frekans	50/60 Hz
Elektriksel verimlilik	%33,8
Isı oranı	10.664 kJ/kWh (10.107 Btu/kWh)
Türbin hızı	3.600 rpm
Kompresör basınç oranı	13:1
Egzoz gaz çıkışı/Sıcaklık	97,9 kg/s, 369°C (215,9 lb/s, 697°F)
NO _x Emisyonları (DLE ile, %15 O ₂ kuru olarak düzeltilmiş)	≤42 ppmV
Mekanik Tahrik İçin	
Şaft çıkışı	19,52 MW (26.177 bhp)
Yakıt	Doğal gaz / sıvı yakıt / çift yakıt ve istek üzerine diğer yakıt özellikleri
Verimlilik	%34,5
Isı oranı	10.432 kJ/kWh (7.373 Btu/bhph)
Türbin hızı	3.450 rpm
Kompresör basınç oranı	13:1
Egzoz gaz çıkışı/Sıcaklık	97,9 kg/s, 369°C (215,9 lb/s, 697°F)
NO _x Emisyonları (DLE ile, %15 O ₂ kuru olarak düzeltilmiş)	≤42 ppmV

3.1.3. Elektrik Üretiminde 19 MW Kurulu Güçteki Rüzgâr Enerji Santrali Yatırımı

Türkiye’de, rüzgâr enerji santrali üzerine yatırım yapılırken, bazı temel hususların bilinmesi gerekmektedir.

Buna göre;

- 50 m yükseklikteki rüzgâr hızı ve güç yoğunluğunun bilinmesi ve bu bilgiler doğrultusunda gerekli arazi seçimi yapılması esastır (Akınsal 2009). Rüzgâr potansiyel sınıfları çizelge 3.2.’de verilmektedir.

Çizelge 3.2. Türkiye rüzgâr potansiyeli sınıfları (Akınsal 2009).

Rüzgâr Sınıfı	Rüzgâr Kaynak Derecesi	50 M Yükseklikteki Rüzgâr Hızı (m/s)	50 m Yükseklikteki Güç Yoğunluğu (W/m ²)
1	Zayıf	< 5,5	< 200
2	Düşük	5,5-6,5	200-300
3	Orta	6,5-7,0	300-400
4	İyi	7,0-7,5	400-500
5	Harika	7,5-8,0	500-600
6	Mükemmel	8,0-9,0	600-800
7	Sıradışı	> 9,0	> 800

- Türkiye’de rüzgâr enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı¹ ile Türkiye Rüzgâr Atlası² verileri incelenerek, 50 m yükseklikte yer alan rüzgâr hızı, güç yoğunluğu, rüzgârın hakim yönü, rüzgâr karakteristiği gibi unsurlar analiz edilerek yatırım açısından en avantajlı alanlar tespit edilmesi gereklidir.
- Kurulu gücü 1 MW ve üzeri olan yatırımlarda, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumundan lisans izni alınması zorunlu olduğundan lisans izni verilen ve yatırım yapılan alanları gösteren harita incelenmelidir.

Rüzgâr enerji santralleri yatırımı için Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu tarafından lisans izni verilen ve yatırım yapılan alanları gösterir harita Ek-2’de verilmektedir.

¹ Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı. Bkz. sayfa 59, çizelge 1.10.

² Türkiye Rüzgâr Atlası. Bkz. sayfa 59, şekil 1.8.

- Rüzgâr enerji santrali yatırımı yapılacak arazi seçimi aşağıda yer alan kriterler doğrultusunda yapılması zorunludur (Altuner 2009).
- ✓ Arazinin eğimi % 20'den fazla olmamalıdır.
- ✓ Arazinin rakımı 1500 metrenin üzerine çıkmamalıdır.
- ✓ Yerleşim yerleri ve askeri alanlarda bulunmamalıdır.
- ✓ Kara ve demir yolu hatları ile havaalanları ve limanların bulunduğu yerlerde olmamalıdır.
- ✓ Milli parklar, kültürel ve tabii varlıkların bulunduğu koruma alanları olmamalıdır.
- ✓ Denizlerde yapılacak alan seçiminde ise 50 metreden fazla derinliğe sahip olmamalıdır.

Ayrıca seçilecek arazi şu özellikleri de taşıması gereklidir (Karamanlıoğlu 2011).

- ✓ Ulusal şebekeye bağlantı durumu
- ✓ Ulaşım kolaylığı
- ✓ Bölgede yer alan enerji nakil hatları ve trafo merkezlerinin güç kapasitesi
- ✓ Enerji nakil hatlarına olan mesafe durumu
- ✓ Arazinin hakim rüzgâr yönüne göre durumu

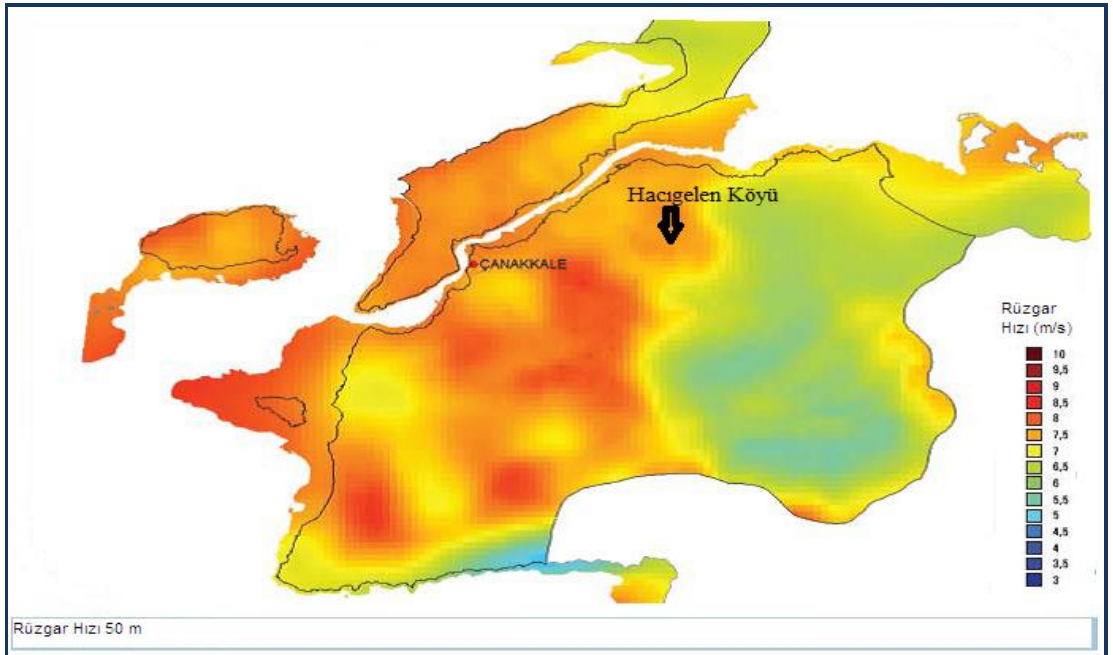
Bu çalışmada, yukarıda yer alan kriterler doğrultusunda yatırım yapılacak arazi seçim çalışması yapılarak, rüzgâr açısından zengin potansiyele sahip olan, Çanakkale ili, Lapseki ilçesi, Hacıgelen köyü kırsalında yer alan, 131 ada üzerinde kayıtlı bulunan, Lapseki ilçesine uzaklığı 44 km, Çanakkale iline ise 97 km uzaklıktaki kıraç arazi üzerine kurulabilecek rüzgâr enerji santrali yatırımı ve işletim maliyeti ile yatırımın geri dönüş süresi tespit edilecektir.

Arazinin ulusal enerji nakil hattına olan uzaklığı ise 20 km'dir. Yatırım için seçilen arazinin uydu görüntüsü şekil 3.3.'de verilmektedir.



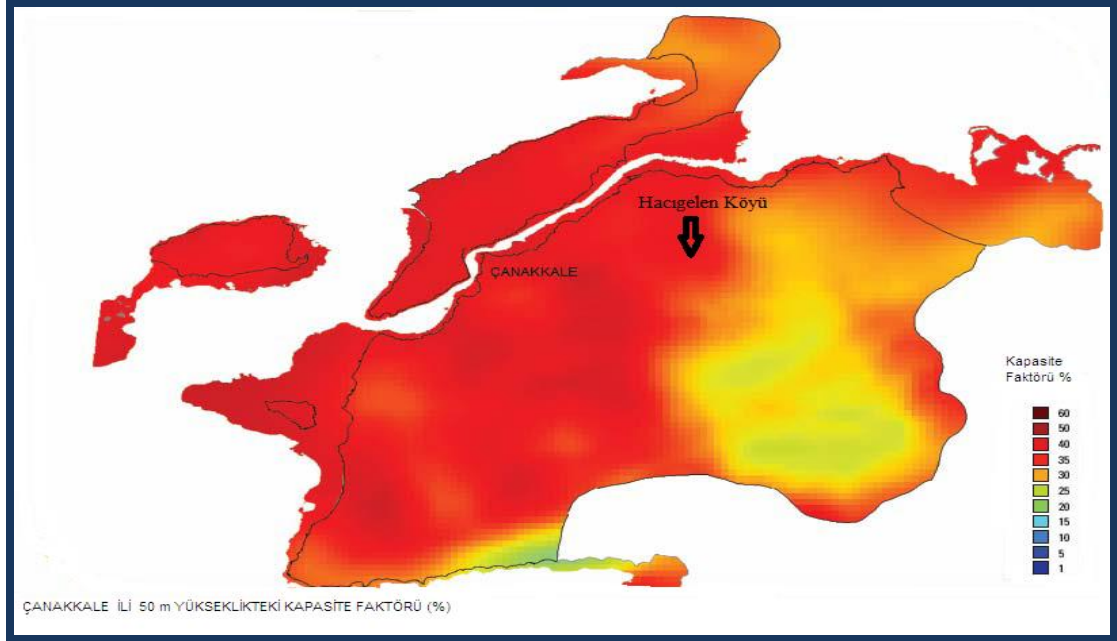
Şekil 3.3. RES yatırımı için seçilen arazinin uydu görüntüsü (Anonim 2015f).

Çanakkale iline ait Rüzgâr Potansiyel Atlası verilerine göre 50 m yükseklikteki rüzgâr hız dağılımı şekil 3.4.'de verilmektedir.



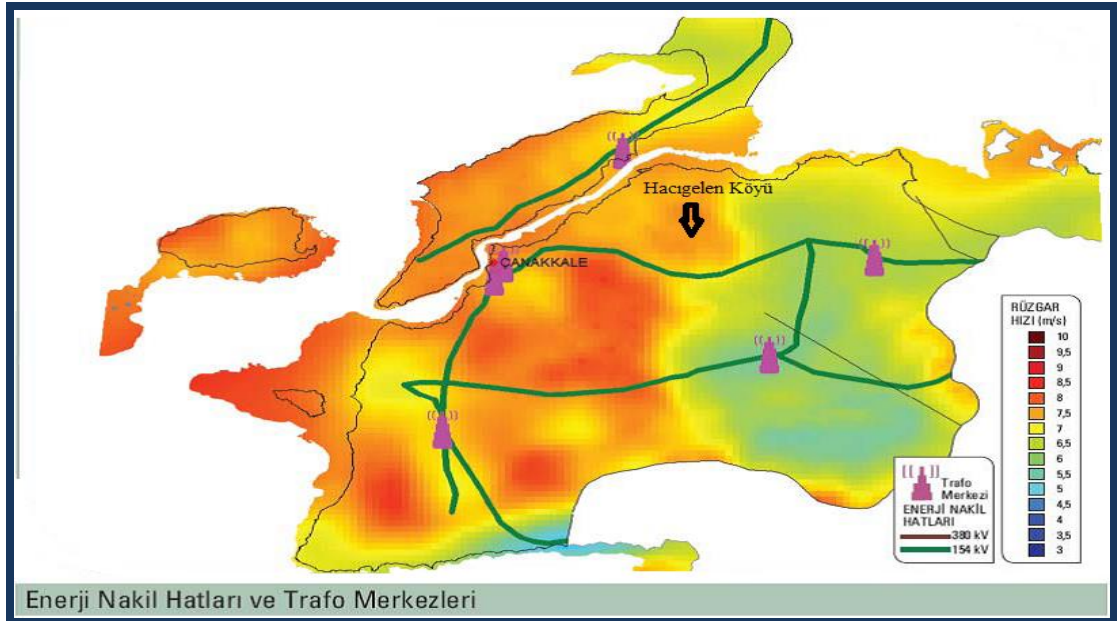
Şekil 3.4. Çanakkale ili 50 m yükseklikteki rüzgâr hızı haritası (Anonim 2015d).

Çanakkale iline ait Rüzgâr Potansiyel Atlası verilerine göre 50 m yükseklikteki kapasite faktörü dağılımı şekil 3.5.'de verilmektedir.



Şekil 3.5. Çanakkale iline ait 50 m yükseklikteki kapasite faktörü dağılımı haritası (Anonim 2015d)

Çanakkale iline ait Rüzgâr Potansiyel Atlası verilerine göre enerji nakil hatları ve trafo merkezlerinin dağılımı şekil 3.6.'da verilmektedir (Anonim 2015d).



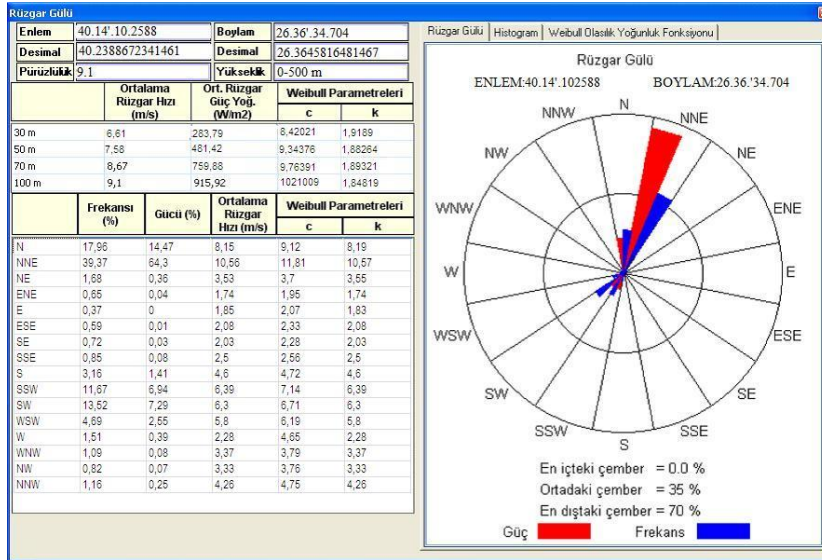
Şekil 3.6. RES yatırımı için, Çanakkale ili, 154 kv enerji nakil hattı ve trafo merkezleri haritası (Anonim 2015d).

Yatırım yapılacak araziye ait ‘‘Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası’’ veri tabanından bilgi temin etmek üzere arazinin koordinatları, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü’ne dilekçe ile bildirilerek gerekli ücret karşılığında³ noktasal veriler temin edilerek arazinin rüzgâr hızı, güç yoğunluğu ve kapasite faktörü elde edilmesi mümkündür.

Yatırım uygulanan arazinin enlemi 40°14’,10.2588 kuzey ve boylamı ise 26°36’,34.704 doğu olup, arazinin pürüzlülük oranı 9,1 rakımı ise 340 metredir. ‘‘Rüzgâr Enerji Potansiyel Atlası’’ verilerine göre 50 m yükseklikte alanın ortalama rüzgâr hızı 7,58 m/s ve ortalama güç yoğunluğu ise 481,42 W/m² olarak belirlenmiştir⁴.

Elde edilen bu bilgiler, Türkiye rüzgâr potansiyel sınıfları içerisinde irdelendiğinde, 5. sınıf ve rüzgâr kaynağı harika olarak adlandırılan aralıkta olduğu ekonomik yatırım açısından oldukça elverişli potansiyel alan olduğu anlaşılmaktadır

Yukarıda yer alan teknik bilgiler doğrultusunda elde edilen verilere ilişkin ekran görüntüsü şekil 3.7.’de yer almaktadır.



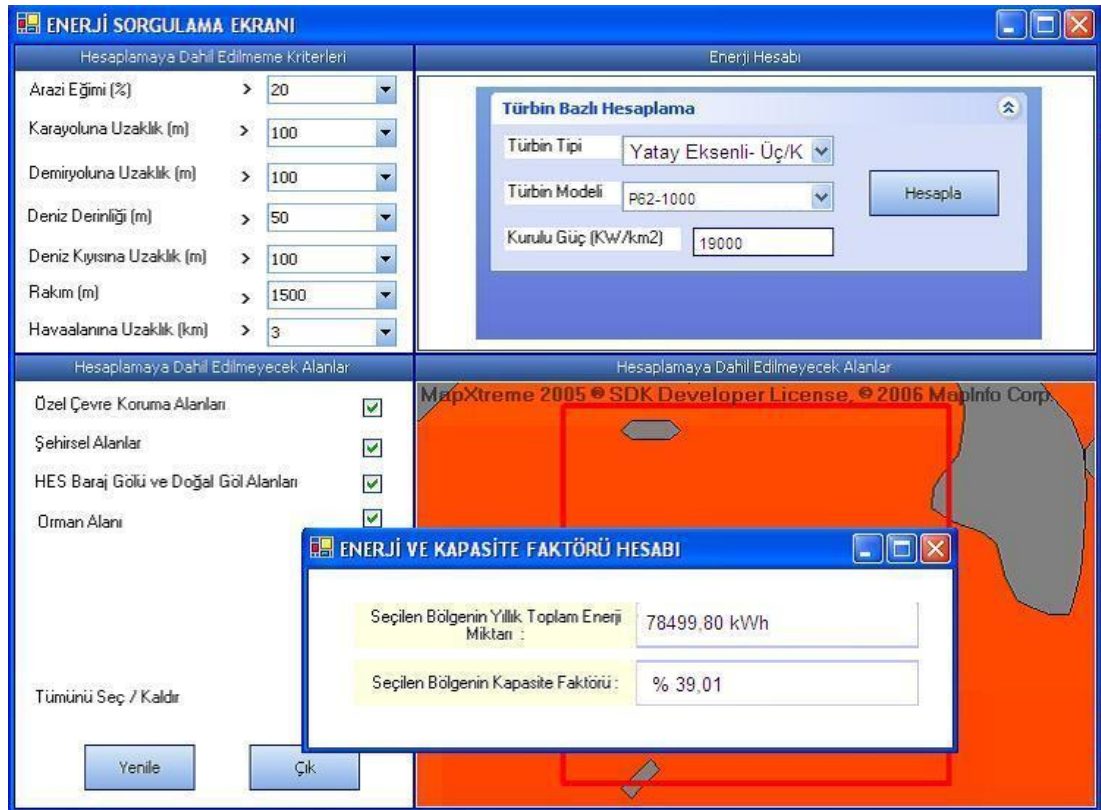
Şekil 3.7. REPA ekran görüntüsü 50 m yükseklikte ortalama rüzgâr hızı ve ortalama güç yoğunluğu (Önenç 2015)

³ REPA veri temini hizmet bedeli 2015 yılı için, akademik çalışmalar için 200,00 TL bunun dışındakiler için ise 1.750,00 TL’dir.

⁴ Ekonomik yatırım için ideal olan en az ortalama güç yoğunluğu 400 W/m²’dir.

Yatırım yapılacak arazi için hesaplama dahil edilmeme kriterleri yani arazi için kısıtlamalar içeren veriler ile kaç MW kurulu güç tesis edileceği, türbin tipi ve modeline ait bilgiler sisteme girilerek alanın yatırım yapılabilirliği ve bu alanda yer alan toplam yıllık enerji miktarı ile seçilen bölgenin yıllık kapasite faktörü ortaya konularak rüzgâr enerjisine ilişkin detaylı bilgiler elde edilmektedir.

19 MW kurulu güç için hesaplaması yapılan alana ilişkin çalışma için seçilen bölgenin yıllık toplam enerji miktarının 78499,80 kWh olduğu bu alanda bulunan kapasite faktörünün ise % 39.01 olduğu belirlenmiştir⁵ (Öneç 2015).



Şekil 3.8 REPA ekran görüntüsü, seçilen bölgenin yıllık toplam enerji miktarı ile kapasite faktörü (Öneç 2015).

Rüzgâr enerji santrali yatırımı için proje geliştirilmesi, arazi seçiminin yapılması, lisans alımı, çevre etki değerlendirme raporu hazırlanması, inşaat sahası altyapı, üstyapı ile yol yapımı ayrıca türbinlerin tedarik edilmesi, taşıma ve kurulumuyla enerji nakil hatları bağlantısı için gerekli tüm işlemleri yürütebilecek, alanında uzman, danışmanlık firmalarından anahtar teslimi hizmet alınması mümkündür.

⁵ Ekonomik RES yatırımı için kapasite faktörü en az % 35 veya üzerinde olmalıdır.

Bu yöntem yatırımcıya hem zamanı hem de mali imkânları etkin kullanım imkanı sunmaktadır.

19 MW kurulu güce sahip rüzgâr enerji santrali yatırım projesi için gerekli olan maliyet kalemleri ile miktarları yatırımda kullanılacak rüzgâr türbini adeti gücü ve teknik bilgileri aşağıda ayrıntılı olarak ifade edilmiştir.

- ✓ Bir adet türbin kurulumu için gerekli arazi miktarı ortalama 700 m² ile 1000 m² arasında hesaplanmakta olup, seçilen arazi üzerine 19 MW kurulu güçteki yatırım için 1 MW güçte, 19 adet türbin kurulması planlanarak 19.000 m² araziye ihtiyaç olduğu hesaplanmıştır. Türbin dışında ise şalt sahası için 8000 ve diğer idari bina, konaklama park vb. için toplam 7000 m² alan hesaplanarak yatırım için toplam 34.000 m² araziye ihtiyaç duyulduğu hesaplanarak satın alınması gerektiği belirtilmiştir.
- ✓ 19 MW rüzgâr enerji santrali için arazinin durumu, rüzgâr gücü, yönü ve kapasite faktörü v.s gibi veriler doğrultusunda her biri 1 MW olan 19 adet yatay eksenli ve 3 kanatlı türbin kullanılması planlanmıştır.

Çalışmada kullanılacak 1 MW türbinin teknik özellikleri çizelge 3.3.'de verilmektedir.

Çizelge 3.3. 1 MW rüzgâr türbininin teknik özellikleri (Anonim 2015ı)

1 MW RÜZGÂR TÜRBİNİ (P62-1000)	
Kule Yüksekliği	60 m
Tasarım	Yüksek mukavemetli alüminyum alaşım
Rotor Çapı	62 m
Rotor Malzemesi	Fiberglass/Resin
Devreye Girme Hızı	2.5 m/s
Devreden Çıkma Hızı	25 m/s
Nominal Güçteki Çalışma Hızı	12 m/s
Kanat Sayısı	3
Kule Ağırlık	55.765 kg
İşlemci	PLC
Düşük Şebeke Gücü/DC Hat Yüksek Gerilimi Freni	Dinamik Dirençli Fren
Jeneratör	4600 V, Hava soğutmalı 3 fazlı
Jeneratör Tipi	Kalıcı Mıknatıs
Güç Dönüştürücü Tipi Özellikleri	AC/DC/AC Inverter -3 fazlı - 460/690 V
Gürültü Seviyesi	50-55 db at 30m
Normal Sıcaklık Koşulları	-10°C to 40°C
En Düşük ve En Yüksek Sıcaklık Koşulları	-25°C to 50°C
Ürün Ömrü ve Garanti	20 yıl ürün ömrü, 3 yıl garanti

3.2. Yöntem

Çalışmada, aynı il sınırları içerisinde ve aynı MW kurulu güçte kurulabilecek doğalgaz enerji santrali ve rüzgâr enerji santralleri yatırımlarının mali analizi yapılarak, ilk yatırım maliyetleri, işletme ve bakım maliyetleriyle yatırımların geri ödeme süreleri, yatırım projelerinin değerlendirilmesinde kullanılan “*Paranın Zaman Değerini Dikkate Almayan Teknikler*” yöntemiyle hesaplanmış ve her iki santral türüne ait sonuçlar karşılaştırılmıştır.

3.2.1. Paranın Zaman Değerini Dikkate Almayan Teknikler

3.2.1.1. Ortalama Verimlilik Yöntemi

Bu yöntem, projelerin ortalama verimliliklerini ölçmektedir. Özellikler birden fazla alternatifli projelerin karşılaştırılmasında verim oranı yüksek olan projelerin seçimini kolaylaştırmaktadır. Projelerin tek olması durumunda ise bu yöntem sayesinde istenilen oranla elde edilen oran karşılaştırılarak proje seçiminin yapılması mümkündür. 22 Bu yöntemin faydası, basit ve kolay hesaplama yapılabilir olması, bunun yanında muhasebe verilerinden de yararlanmasıdır. Sakıncası ise, net nakit akımları yerine muhasebe verilerine dayalı kar (gelir) kavramlarını esas alması ve ayrıca nakit çıkış ve girişlerinin zamanlamasına önem vermemesidir (Sarıaslan 2003, Cesur 2015).

$$\text{Ortalama Verimlilik} = \frac{\frac{\text{Toplam Net Gelir}}{\text{Yıl Sayısı}}}{\frac{\text{Başlangıç Yatırım Tutarı} + \text{Hurda Değer}}{2}} \quad (3.1)$$

Örnek: Hurda değerini 0 TL olan 2 projenin ortalama verimliliği çizelge 3.1’de belirtilmiştir.

Çizelge 3.4. Hurda Değeri 0 TL Olan İki Projenin Ortalama Verimliliği.

Yıl	A Projesi	B Projesi
Başlangıç yatırımı	20.000	30.000
1.yıl net gelir	500	1.750
2.yıl net gelir	750	1.500
3.yıl net gelir	1.000	1.250
4.yıl net gelir	1.250	1.000
5.yıl net gelir	1.500	750

$$\begin{aligned} & \frac{5.000}{5} \\ \text{Ortalama Verimlilik} &= \frac{20.000 + 0}{2} \end{aligned}$$

A projesi için, Ortalama Verimlilik = % 10

$$\begin{aligned} & \frac{6.250}{5} \\ \text{Ortalama Verimlilik} &= \frac{30.000 + 0}{2} \end{aligned}$$

B projesi için, Ortalama Verimlilik = % 8,33

Yenilenebilir enerji kaynakları ile üretim lisansı sahibi tüzel kişiye Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) tarafından "Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi" verilmektedir. Bu belge ile üretim yapan firmalara 6094 sayılı kanun ve ekinde yer alan I ve II sayılı cetvellerde belirtilen fiyatlar ile 10 yıl boyunca devlet tarafından alım garantisi verilmektedir. Bu nedenle yukarıda örnekte 5 yıl olarak verilen süre çalışmada 10 yıl olarak alınmıştır.

3.2.1.2. Geri Ödeme Süresi Yöntemi

B yöntem başlangıçta yatırılan sermayenin, gelecek yıllarda yatırımdan elde edilecek nakit akışları ile kaç yılda geri alınacağını belirlemek üzere kullanılmaktadır. Birden fazla alternatifli projelerin olması durumunda geri ödeme süresi en kısa olan proje tercih edilmektedir. Tek projenin olması durumunda ise yatırımcının süre kısıtı proje seçimini belirlemektedir. Geri ödeme süresi yatırımcının süre kısıtının altında ise bu projenin kabul edilmesi mümkündür (Cesur 2015).

Bu yöntem, diğer yöntemlere ilave bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Projelerin geri ödeme süresi kısaldıkça riski azalır ve likiditesinin yüksek olduğu kabul edilir. Yöntemin Sakıncaları ise; Paranın zaman değerini ve geri ödeme döneminden sonraki yıllarda oluşabilecek muhtemel net nakit akışlarını dikkate almaz (Sarıaslan 2003).

Oysa bu tarihten sonraki net nakit akışları karar sürecini etkileyebilmektedir. Örneğin geri ödeme süresinden sonraki yıllarda çok büyük net nakit akışları red edilebilir veya daha düşük net nakit akışları olan proje tercih edilebilir (Cesur 2015).

Geri ödeme süresini, yatırımın sağlayacağı net nakit girişlerinin zaman içinde değişiklik gösterip göstermemesine göre iki şekilde hesaplanır.

- ✓ Yatırımın sağlayacağı net nakit girişleri yıllar itibarıyla değişiklik göstermiyorsa geri ödeme süresi, yatırım tutarının net nakit girişlerine bölünmesi suretiyle hesaplanır.

$$\text{Geri Ödeme Süresi} = \frac{\text{Toplam Yatırım Tutarı}}{\text{Yıllık Sabit Net Nakit Girişi}} \quad (3.2)$$

Örnek: C projesinin yatırım tutarı 1.000 YTL'dir. Yatırım 10 yıl boyunca, her yıl 200 TL net nakit girişi sağlayacağı dikkate alınırsa,

Bu durumda;

$$\text{Geri Ödeme Süresi} = \frac{1.000 \text{ TL}}{200 \text{ TL}} = 5 \text{ yıldır.}$$

- ✓ Yatırımın sağlayacağı net nakit girişleri yıllar itibarıyla değişiklik gösteriyorsa geri ödeme süresi, yatırımın her yıl sağlayacağı net nakit girişleri, yatırım tutarına eşit oluncaya kadar toplanmak suretiyle hesaplanmaktadır (Sarıaslan 2003, Cesur 2015).

Örnek: E projesinin yatırım tutarı 850 TL dir. Projenin sağlayacağı net nakit girişleri aşağıda çizelge 3.2’de belirtildiği gibidir.

Çizelge 3.5. E Projesinin Sağlayacağı Net Nakit Girişleri.

YIL	NET NAKİT GİRİŞLERİ (TL)
1	200
2	300
3	350
4	400
5	600

Bu durumda projenin geri ödeme süresi 3 yıldır.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Bulgular

Aynı il sınırları içerisinde kurulacak 19 MW DES ile, aynı MW kurulu güce sahip RES'in ilk yatırım maliyetlerini oluşturan tutarları için hesaplanan maliyet tutarları yatırımda kullanılacak makine teçhizatların marka ve modellerine göre ayrıca danışman firmalara ödenecek giderlere göre değişim göstermektedir. Buna göre çalışmada maliyet kalemlerinin asgari ve azami tutarları ile ortalamaları alınarak hesaplamalar yapılmaktadır. Ancak, işin niteliğine göre devlet tarafından yasal sınırlılıkları belirlenen hususları içeren hesaplamalar, bu sınırlılıklar dikkate alınarak yapılmaktadır. Bunun yanında çalışmada ilk yatırım maliyetine ilave olarak yıllık işletim ve bakım maliyeti ve yatırımın geri dönüş süresinde hesaplanmıştır.

4.1.1. Doğalgaz Enerji Santrali İlk Yatırım Maliyetine İlişkin Bulgular

Çanakkale ili, Biga ilçesi, Pekmezli köyü sınırları içerisinde kurulması planlanan 19 MW kurulu güçteki doğalgaz enerji santrali ilk yatırım maliyeti kalemleri ve hesaplanan tutarlar aşağıdadır.

4.1.1.1. DES Fizibilite Etüdü Maliyetine İlişkin Bulgular

Saha araştırma ve incelemesi, çevre ve kaynak değerlendirmesi, ön proje hazırlanması, maliyetlerin ayrıntılı tahmini ve raporlamaların yapılması ile proje yönetimi (seyahat konaklama dahil) giderlerini kapsamaktadır (Ülkü 2015).

DES fizibilite etüdü maliyet kalemi için hesaplanan asgari, azami ve ortalama miktarlar Çizelge 4.1.' de verilmektedir.

Çizelge 4.1. DES Fizibilite Etüdü Maliyeti (Özcan 2009, Ateş 2015, Ülkü 2015).

Maliyet Kalemleri	Asgari Maliyet(€)	Azami Maliyet(€)	Ortalama Maliyet (€)
Saha araştırma ve incelemesi	1.000	1.600	1.300
Çevre değerlendirmesi	1.400	1.800	1.600
Kaynak değerlendirmesi	22.000	24.000	23.000
Ön proje hazırlığı	1.500	2.000	1.750
Maliyet hazırlama ve raporlama	2.000	3.000	2.500
Proje yönetim gideri	3.500	4.500	4.000
Toplam	31.300	36.900	34.150

4.1.1.2. DES Proje Geliştirme Maliyetine İlişkin Bulgular

Proje için gerekli protokol, sözleşme ve müzakereler, yetki kurum ve kuruluşlardan alınması gerekli izinler ve onayların alınması, projenin finansmanı, hukuk ve muhasebe işlemleri gideri ile proje yönetimi (seyahat konaklama giderleri dahil) giderlerini kapsamaktadır (Özcan 2009, Ülkü 2015, Ateş 2015).

Çalışmada yatırımcıya ait özkaynak kullanılması planlanmakta olup, finansman gideri hesaplamaya dahil edilmemiştir.

Proje geliştirme maliyet kalemi için hesaplanan asgari ve azami tutarlar ve ortalaması Çizelge 4.2.' de verilmektedir.

Çizelge 4.2. DES Proje Geliştirme Maliyeti (Özcan 2009, Ateş 2015, Ülkü 2015).

Maliyet Kalemleri	Asgari Maliyet(€)	Azami Maliyet(€)	Ortalama Maliyet (€)
Protokol, sözleşme ve müzakere giderleri	6.000	8.000	7.000
İzin ve onay alımı giderleri	5.000	7.000	6.000
Proje finansman gideri	-	-	-
Hukuk, muhasebe işlemleri gideri	6.000	10.000	8.000
Proje yönetim gideri	6.000	10.000	8.000
Toplam	23.000	35.000	29.000

4.1.1.3. DES Mühendislik Maliyetine İlişkin Bulgular

Yatırım sahası ve inşaat, elektrik hattı ve şalt sahası, mekanik tasarımlar ile ihale ve kontrol işlemleri için gerekli giderleri kapsamaktadır (Özcan 2009, Ülkü 2015).

Çizelge 4.3. DES Mühendislik Maliyeti (Özcan 2009, Ateş 2015, Ülkü 2015).

Maliyet Kalemleri	Asgari Maliyet(€)	Azami Maliyet(€)	Ortalama Maliyet (€)
Saha ve inşaat tasarım giderleri	30.000	40.000	35.000
Elektrik hattı ve şalt sahası tasarım giderleri	20.000	30.000	25.000
Mekanik tasarım giderleri	20.000	24.000	22.000
İhale ve kontrol işlemleri gideri	16.000	20.000	18.000
Toplam	86.000	114.000	100.000

4.1.1.4. DES Makine Teçhizat Maliyetine İlişkin Bulgular

Yatırım için gerekli gaz türbini, jeneratör, ısı geri kazanım kazanı, buhar türbini ve jeneratörü, soğutma kulesi, demineralize su arıtma ünitesi RMS istasyonu, baca (taşıma, işçilik, kurulum dahil) alım giderlerini kapsamaktadır. Çalışmada 19 MW SGT-500 Gaz Türbini ve bu türbine uyumlu jeneratör, ve yukarıda belirtilen ekipman ve ünitelere ilişkin makine ve teçhizat alımı, taşınması, işçilik ve kurum dahil giderler alınacak makine ve teçhizatın marka model ve firma karı gibi unsurlara göre 4.500.000 € - 6.500.000 € arası değişmekte olup, ortalama 5.500.000 € olarak hesaplanmaktadır (Ülkü 2015, Ateş 2015).

4.1.1.5. DES Arazi/Arsa Maliyetine İlişkin Bulgular

Yatırım yapılacak arazinin satın alınması veya kiralanması için katlanılması gerekli giderleri kapsamaktadır. Çalışmada arazinin satın alınması üzerine proje geliştirilmektedir. Bunun için Çanakkale ili, Biga ilçesi Belediyesi Fen işleri Müdürlüğü, 2015 verilerine göre Pekmezli köyü, 103 ada üzerinde kayıtlı bulunan arazinin rayiç bedeli m² başına, 2.25 ₺ , serbest piyasada ise aynı arazinin m² fiyatının ise 5.50 TL olduğu görüşme yöntemi ile belirlenmiş ve arazi sahibi gerçek kişi ile yapılan pazarlık neticesinde m² başına 5.00 ₺ üzerinde hesap edilerek toplam 24.000m² X 5,00 ₺=120.000,00 ₺⁶ (41.035,46 EURO) ödenerek arazi satın alınması öngörülmektedir (Anonim 2015f, Çakmak 2015).

⁶ Merkez Bankası 29 Mayıs 2015 tarihli Döviz Kuru 1 EURO =2.9243 TL (Anonim 2015e)

4.1.1.6. DES İnşaat Maliyetine İlişkin Bulgular

Altyapı ve Üstyapı, yol yapımı ile diğer inşaat giderleri kapsamaktadır. Çalışma bu kapsamda yer alan giderler şunlardır.

- ✓ Üst yapı;1 adet, 2 katlı idari bina ve konaklama yeri, 1000 m² planlanmış olup, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından, Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren “Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak 2015 Yılı Yaklaşık Birim Maliyetleri Hakkında Tebliğ” de, III. Sınıf, b grubu yapılar arasında yer almakta ve m² başına 700,00 ₺ olarak belirlenmiş olup, 1000 m² x 700,00 ₺ = 700.000,00 ₺ (239.373,53 EURO) olarak hesaplanmaktadır (Anonim 2015g, Köse 2015)
- ✓ Yatırım kapsamında 15 km su hattı, 40 dn anma çapında düz boru kullanılarak yapılması planlanmaktadır. Taşıma, işçilik, montaj v.s tüm giderler dahil 1 m fiyatı 15 € olup, 15.000 m x 15 € = 225.000 € olarak hesaplanmaktadır (Anonim 2015h).
- ✓ Yol yapımı 10 km uzunluğunda, 5 m genişliğinde ve 20 cm kalınlığında, C20 hazır beton kullanılarak yapılması planlanan beton yolun, km başına yaklaşık maliyeti 100.000,00 ₺ - (341.962,17 €)’dir (Karaman 2015).
- ✓ Diğer inşaat kalemleri gideri ise altyapı, üstyapı ve yol yapım tutarlarının %10’u olarak öngörülmüştür

Yatırım alanı ile mevcut doğalgaz boru hattı arasında yer alan 19 km’lik doğalgaz hattı inşaatının ise belediye ve doğalgaz satışı yapan firmanın ortaklaşa yapacağı dikkate alınarak bu gider hesaplamaya dahil edilmemiştir.

Çizelge 4.4. DES İnşaat Maliyeti (Anonim 2015h, Anonim 2015g, Karaman 2015).

Maliyet Kalemleri	Hesaplanan Maliyet (€)
Üstyapı gideri (idari bina, konaklama)	239.373,53
Altyapı gideri (15 km su hattı)	225.000
Yol yapımı gideri (Beton)	341.962,17
Diğer inşaat giderleri (Altyapı, üstyapı ve yol yapımı toplamının %10’u)	80.633,57
Toplam	886.969,27

4.1.1.7. DES Enerji Nakil Hattı ve Şalt Sahası Maliyetine İlişkin Bulgular

Bu kapsamdaki maliyetler voltaj, kurulu güç, hat uzunluğu ve kullanılacak telin kalınlığı gibi unsurlara göre değişmekte olup, ana trafo merkezlerine bağlanmak için yapılan giderleri⁷kapsamaktadır.

Hat gerilimi hesaplanırken enerji nakil hattının uzunluğu dikkate alınmaktadır.

Türkiye’de, 10 km’ye kadar olan uzunluklarda 3 ile 10 kV, 10 ile 30 km arasındaki uzunluktaki hatlarda 10-20 kV, 30 ile 70 km arasındaki uzaklıklarda 20-35 kV’luk gerilimler, 70 km’yi geçen uzunluktaki hatlarda yüksek gerilimler kullanılmaktadır.

Çalışmada yatırım yapılması planlanan alan ile ana iletim merkezine olan uzaklık 14.6 km olduğu dikkate alındığında, Orta gerilim⁸ ve 20 kV kullanılacaktır. Şalt sahası ve enerji nakil hattı maliyeti bu hususlar doğrultusunda hesaplanmaktadır. Bu esaslar doğrultusunda km başına asgari 40.000 € azami 50.000 € ortalama ise 45.000 € olarak hesaplanmaktadır. 14,6 km uzaklık için ortalama ve yaklaşık maliyet 657.000 €’dir (Anonim 2015i, Ateş 2015, Parlak 2015)

4.1.2. DES Yıllık İşletim ve Bakım Maliyetine İlişkin Bulgular

19 MW kurulu güçteki doğalgaz çevrim santrallerinin kurulum süresi 2 yıl, ekonomik ömrü 25 yıldır. Yıllık yakıt tüketimi ise 34.656.000 m³/yıl ve ortalama verim ise % 45,85 olarak gerçekleşmektedir (Ateş 2015). Buna göre kwh başına birim elektrik üretim maliyeti ise yaklaşık 0,08 € olarak hesaplanmıştır. 19 MW kurulu güçteki DES yıllık işletme ve bakım maliyetleri Çizelge 4.5.’de verilmektedir.

⁷ İletim hattı maliyeti, ana trafo merkezlerine olan uzaklığa bağlı olarak değişim göstermektedir.

⁸ Bu çalışmada orta gerilim şebekelerinde 10, 15 ve 33 kV’lık gerilimler kullanılmaktadır.

Çizelge 4.5. DES yıllık işletme ve bakım maliyetleri (Özcan 2009,Ülkü 2015).

Maliyet Kalemleri	Yıllık İşletme ve Bakım Maliyetleri (€/MWh)
Parça ve İşgücü Gideri	2,63
Yakıt Gideri	61,94
Tamir ve Bakım Gideri	4,93
Sigorta Gideri	0,35
Genel İdari Giderler	2,19
Öngörülmeleyen Giderler	3,18
Toplam	75,22

4.1.3. Rüzgâr Enerji Santrali İlk Yatırım Maliyetine İlişkin Bulgular

Çanakkale ili, Lapseki ilçesi Hacıgelen Köyü sınırları içerisinde kurulması planlanan 19 MW rüzgâr enerji santrali ilk yatırım maliyetlerini oluşturan kalemler için hesaplanan maliyet tutarları aşağıda belirtilmektedir.

4.1.3.1. RES Fizibilite Etüdü Maliyetine İlişkin Bulgular

Saha araştırma ve incelemesi, çevre değerlendirme, kaynak değerlendirme, ön proje hazırlanması, maliyetlerin ayrıntılı olarak tahmini ve raporlamaların yapılması ile proje yönetimi (seyahat konaklama dahil) giderlerini kapsamaktadır (Özcan 2009, Çeşmecioğlu 2015). RES fizibilite etüdü maliyet kalemi için hesaplanan asgari ve azami tutarlar ve ortalaması Çizelge 4.6.'da verilmektedir.

Çizelge 4.6. RES Fizibilite Etüdü Maliyeti (Özcan 2009, Çeşmecioğlu 2015, Ülkü 2015).

Maliyet Kalemleri	Asgari Maliyet(€)	Azami Maliyet(€)	Ortalama Maliyet(€)
Saha araştırma ve incelemesi	46.000	50.000	48.000
Çevre değerlendirme	398.000	402.000	400.000
Kaynak değerlendirme	9.000	13.000	11.000
Ön proje hazırlığı	15.000	19.000	17.000
Maliyet hazırlama ve raporlamalar	36.000	40.000	38.000
Proje yönetim gideri	53.000	59.000	56.000
Toplam	557.000	583.000	570.000

4.1.3.2. RES Proje Geliştirme Maliyetine İlişkin Bulgular

Proje için gerekli protokol, sözleşme ve müzakereler, yetki kurum ve kuruluşlardan alınması gerekli izinler ve onayların alınması, projenin finansmanı, hukuk ve muhasebe işlemleri gideri ile proje yönetimi (seyahat konaklama giderleri dahil) giderlerini kapsamaktadır (Çeşmecioğlu 2015).

Çalışmada yatırımcıya ait özkaynak kullanılması planlanmakta olup, finansman gideri hesaplamaya dahil edilmemiştir. RES Proje geliştirme maliyet kalemi için hesaplanan asgari ve azami tutarlar ve ortalaması Çizelge 4.7.'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. RES Proje Geliştirme Maliyeti (Özcan 2009, Çeşmecioğlu 2015, Ülkü 2015).

Maliyet Kalemleri	Asgari Maliyet(€)	Azami Maliyet(€)	Ortalama Maliyet(€)
Protokol, sözleşme ve müzakere giderleri	73.000	79.000	76.000
İzin ve onay alımı giderleri	131.000	135.000	133.000
Proje finansman gideri	-	-	-
Hukuk, muhasebe işlemleri gideri	206.000	212.000	209.000
Proje yönetim gideri	185.000	195.000	190.000
Toplam	595.000	621.000	608.000

4.1.3.3. RES Mühendislik Maliyetine İlişkin Bulgular

Yatırım sahası ve bina tasarımı, elektrik hattı ve şalt sahası tasarımı, mekanik tasarımı ile ihale ve kontrol işlemleri için gerekli giderleri kapsamaktadır (Çeşmecioğlu 2015, Özcan 2009, Ülkü 2015). Mühendislik maliyet kalemi için hesaplanan asgari ve azami tutarlar ve ortalaması Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. RES Mühendislik Maliyeti (Özcan 2009, Çeşmecioğlu 2015, Ülkü 2015).

Maliyet Kalemleri	Asgari Maliyet(€)	Azami Maliyet(€)	Ortalama Maliyet(€)
Saha ve bina tasarım giderleri	416.000	420.000	418.000
Elektrik hattı ve şalt sahası tasarım giderleri	280.000	290.000	285.000
Mekanik tasarım giderleri	226.000	230.000	228.000
İhale ve kontrol işlemleri gideri	206.000	212.000	209.000
Toplam	1.128.000	1.152.000	1.140.000

4.1.3.4. RES Makine Teçhizat Maliyetine İlişkin Bulgular

Çalışmada, P 62-1000 marka-model rüzgâr türbininden 19 adet alım giderlerini (taşıma, sigorta, işçilik, kurulum dahil) kapsamaktadır. 1 adet türbin fiyatı ortalama 1.200.000 € civarındadır. 19 adet türbin x 1.200.000 € = toplam 22.800.000 €'dur (Çeşmecioğlu 2015).

4.1.3.5. RES Arazi/Arsa Maliyetine İlişkin Bulgular

Yatırım yapılacak arazinin satın alınması veya kiralanması için katlanılması gerekli giderleri kapsamaktadır. Çalışmada arazinin satın alınması üzerine proje geliştirilmektedir. Bunun için Çanakkale ili, Lapseki ilçesi Hacıgelen köyü, 131 ada üzerinde kayıtlı bulunan arazinin rayiç bedeli m² başına, 2.45 TL, serbest piyasada ise aynı arazinin m² fiyatının ise 5.50 TL olduğu görüşme yöntemi ile belirlenmiş ve arazi sahibi gerçek kişi ile yapılan pazarlık neticesinde m² başına 5.00 TL üzerinde hesap edilerek toplam 34.000m² X 5,00 TL=170.000,00 TL⁹ (58.133,57 EURO) ödenerek arazi satın alınması öngörülmektedir (Kascı 2015).

4.1.3.6. RES İnşaat Maliyetine İlişkin Bulgular

Bu maliyet kalemi altyapı, üstyapı, yol yapımı ile diğer inşaat giderleri kapsamaktadır. Çalışma bu kapsamda yer alan giderler şunlardır.

- ✓ Üst yapı;1 adet, 2 katlı idari bina ve konaklama yeri, 1000 m² planlanmış olup, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından, Resmi Gazete de yayımlanarak yürürlüğe giren “Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak 2015 Yılı Yaklaşık Birim Maliyetleri Hakkında Tebliğ” de, III. Sınıf, b grubu yapılar arasında yer almakta ve m² başına 700,00 ₺ olarak belirlenmiş olup, 1000 m² x 700,00 ₺ = 700.000,00 ₺ (239.373,53 EURO) olarak hesaplanmaktadır (Anonim 2015g, Köse 2015).
- ✓ Yatırım kapsamında 20 km su hattı, 40 dn anma çapında düz boru kullanılarak yapılması planlanmaktadır. Taşıma, işçilik, montaj v.s tüm

⁹ Merkez Bankası 29 Mayıs 2015 tarihli Döviz Kuru 1 EURO =2.9243 TL (Anonim 2015e)

giderler dahil 1 m fiyatı 15 € olup, 20.000 m x 15 € = 300.000 € olarak hesaplanmaktadır (Anonim 2015h).

- ✓ Yol yapımı 10 km uzunluğunda, 5 m genişliğinde ve 20 cm kalınlığında, C20 hazır beton kullanılarak yapılması planlanan beton yolun, km başına yaklaşık maliyeti 100.000,00 ₺ (341.962,17 €)'dir (Karaman 2015).
- ✓ Diğer inşaat kalemleri gideri ise altyapı, üstyapı ve yol yapım tutarlarının %10'u olarak planlanmaktadır.

RES İnşaat maliyet kalemi için hesaplanan asgari ve azami tutarlar ve ortalaması Çizelge 4.9.' da verilmiştir.

Çizelge 4.9. RES İnşaat Maliyeti (Anonim 2015g, Anonim 2015h, Karaman 2015)

Maliyet Kalemleri	Ortalama Maliyet (€)
Üstyapı gideri (idari bina, konaklama)	239.373,53
Altyapı gideri (20 km su hattı)	300.000,00
Yol yapımı gideri (Beton)	341.962,17
Diğer inşaat giderleri (Altyapı, üstyapı ve yol yapımı toplamının %10'u)	88.133,57
Toplam	969.469,27

4.1.3.7. RES Enerji Nakil Hattı ve Şalt Sahası Maliyetine İlişkin Bulgular

Şalt sahası ve enerji nakil hatları maliyetleri; voltaj, kurulu güç, hat uzunluğu ve kullanılacak telin kalınlığı gibi unsurlara göre değişmekte olup, ana trafo merkezlerine bağlanmak için yapılan giderleri kapsamaktadır. Enerji nakil hattının uzunluğuna göre hat gerilimi tespit edilmektedir. Türkiye'de, 10 km'ye kadar olan uzunluklarda 3 ile 10 kV, 10 ile 30 km arasındaki uzunluktaki hatlarda 10-20 kV, 30 ile 70 km arasındaki uzaklıklarda 20-35 kV'luk gerilimler, 70 km'yi geçen uzunluktaki hatlarda yüksek gerilimler kullanılmaktadır.

Çalışmada rüzgâr enerji santrali ile ana iletim merkezine olan uzaklık 55 km olduğu dikkate alındığında, Orta gerilim ve 20 kV kullanılacaktır. Şalt sahası ve enerji nakil hattı maliyeti bu hususlar doğrultusunda hesaplanmaktadır. Bu esaslar doğrultusunda km başına asgari 40.000 € azami 50.000 € ortalama ise 45.000 € olarak

hesaplamaktadır. 20 km uzaklık için ortalama maliyet 900.000 €'dur (Anonim 2015i, Ateş 2015, Parlak 2015).

4.1.4. RES Yıllık İşletim ve Bakım Maliyetine İlişkin Bulgular

19 MW kurulu güçteki kara rüzgâr çevrim santrallerinin kurulum süresi 1 yıl, ekonomik ömrü ortalama 25 yıldır. Kapasite ise % 39 olarak gerçekleşmektedir. Buna göre kwh başına birim elektrik üretim maliyeti ise yaklaşık 0,05 € olarak hesaplanmaktadır (Çeşmecioğlu 2015). 19 MW kurulu güçteki RES yıllık işletme ve bakım maliyetleri Çizelge 4.10.'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. RES yıllık işletme ve bakım maliyetleri (Özcan 2009,Ülkü 2015).

Maliyet Kalemleri	Yıllık İşletme ve Bakım Maliyetleri (€/MWh)
Parça ve İşgücü Gideri (Tamir ve bakım dahil)	5.2
Yakıt Gideri (Şebekeden çekilen enerji bedeli)	1
Sigorta Gideri	2.6
Genel İdari Giderler	4.2
Öngörülmeleyen Giderler	3.4
Toplam	16.4

4.1.5. DES ve RES Maliyetlerinin Karşılaştırılmasına İlişkin Bulgular

Elektrik üretiminde aynı MW kurulu güce sahip ve aynı il sınırları içerisine kurulabilecek, doğalgaz enerji santrali ve rüzgâr enerji santrali ilk yatırım maliyetini oluşturan mali kalemler ile ortalama yatırım tutarları ve bu tutarların toplam maliyetteki payı Çizelge 4.11.'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. DES ve RES ilk yatırım maliyetlerinin karşılaştırılması.

İlk Yatırımı Oluşturan Mali Kalemler	Doğalgaz Ortalama Yatırım Tutarı (€)	Toplam Maliyetteki Payı %	Rüzgâr Ortalama Yatırım Tutarı(€)	Toplam Maliyetteki Payı %
Fizibilite Etüdü Maliyetleri Toplamı	34.150	0,47	570.000	2,11
Proje Geliştirme Maliyetleri Toplamı	29.000	0,40	608.000	2,25
Mühendislik Maliyetleri Toplamı	100.000	1,38	1.140.000	4,22
Makine Teçhizat Maliyetleri (Taşıma, İşçilik, Kurulum Dahil) Toplamı	5.500.000	75,88	22.800.000	84,30
Arazi/Arsa Maliyetleri Toplamı	41.035,46	0,57	58.133,57	0,21
İnşaat Maliyetleri Toplamı	886.969,27	12,24	969.469,27	3,58
Enerji Nakil Hattı İle Şalt Sahası Maliyetleri Toplamı	657.000	9,06	900.000	3,33
Genel Toplam	7.248.154,73	% 100	27.045.602,84	% 100

Yukarıda yer alan Çizelge 4.11. incelendiğinde, doğalgaz enerji santrali ve rüzgâr enerji santrali ilk yatırım maliyet kalemleri arasında en dikkat çeken makine ve teçhizat maliyetleridir.

Çanakkale il sınırları içerisinde kurulabilecek 19 MW'lık, doğalgaz enerji santrali ve rüzgâr enerji santralinin yıllık işletme ve bakım maliyetleri ve bu maliyetlerin toplam maliyet içerisindeki nispi payı Çizelge 4.12.'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. DES ve RES yıllık işletme ve bakım maliyetlerinin karşılaştırılması

Maliyet Kalemleri	DES Yıllık İşletme ve Bakım Maliyetleri (€/MWh)	Toplam Maliyetteki Payı %	RES Yıllık İşletme ve Bakım Maliyetleri (€/MWh)	Toplam Maliyetteki Payı %
Parça ve İşgücü Gideri (Tamir ve bakım dahil)	7,56	10,05	5,2	31,71
Yakıt Gideri	61,94	82,35	1	6,10
Sigorta Gideri	0,35	0,47	2,6	15,85
Genel İdari Giderler	2,19	2,91	4,2	25,61
Öngörülme-yen Giderler	3,18	4,23	3,4	20,73
Toplam	75,22	%100	16,4	%100

Yukarıda yer alan Çizelge 4.12. incelendiğinde, doğalgaz enerji santrali yıllık işletme ve bakım maliyet kalemleri arasında yakıt gideri dikkat çekmektedir.

19 MW DES yatırımı ile bir yıl içerisinde üretilebilecek elektrik enerjisi ise şöyledir;

$19 \text{ MW} = 19000 \text{ kW} \times 365 \text{ gün} \times 24 \text{ saat} \times 0,35 \text{ kapasite} = 58254000 \text{ kWh'dir.}$

Üretilen bu elektrik miktarı, Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu'nun 27.03.2015 tarih ve 5537 sayılı kararının a bendinde; *“Dağıtım şirketleri tarafından dağıtım sistemi kullanıcılarına ve görevli tedarik şirketleri tarafından serbest olmayan tüketiciler ile serbest tüketici olmasına rağmen tedarikçisini seçmeyen tüketicilere 01/04/2015 tarihinden itibaren uygulanacak ek-2’de yer alan fonsuz tarifelerin uygulanmasına”* karar verilmiştir.

Ek-2’de yer alan fonsuz tarifelerin 1 nolu, *“görevli tedarik şirketinden enerji alan iletim sistemi kullanıcıları tüketiciler”* başlıklı tehzamanlı tarife ile kW/h başına belirlenen 19,2823 krş/Euro karşılığı ise 0,064 € brüt satış bedeliyle satıştan, yıllık işletme ve bakım gideri kWh başına (0.064 €-0.075 €) çıkarılarak 1 kWh net satış miktarı -0,011 € olarak hesaplanır.

- i. Bu bulgular doğrultusunda, sadece satmak üzere elektrik üretimi yapmak için 19 MW DES yatırımının ortalama verimliliği ve geri dönüş süresi hesaplanamamaktadır.
- ii. Kendi elektrik ihtiyacını karşılamak üzere 19 MW kurulu güçte DES yatırımı yapacak otoprodüktör firma için hesaplama şöyledir:

İlk yatırım maliyeti kalemleri içerisinde yer alan arazi/arsa gideri 41.035,46 €, bina, yol v.s. inşaat yapım giderleri 886.969,27 € ve iletim hattı gideri 657.000 € ilk yatırım maliyet kalemlerinden çıkarıldığında 5.663.149 €’ya düşmektedir.

Buna göre; yıllık elektrik üretimi 58254000 kWh kendi ihtiyacı için üretim yapacağından dışarıya ayrıca elektrik gideri ödemeyecektir.

Enerji Piyasası Ek-2’de yer alan fonsuz tarifelerin 2 nolu, *“İletim şalt sahalarının dağıtım şirketinin kullanımındaki OG baralarına özel hattı ile bağlı tek bir tüzel kişi durumundaki kullanıcılar”* başlıklı tehzamanlı sanayi tarife ile kW/h başına

belirlenen 22,7850 krş/Euro karşılığı ise 0,076 € alış bedeliyle yıllık 4.427.304,00 € elektrik gideri tahakkuk etmektedir.

Yıllık işletme ve bakım gideri kWh başına (0.076 €-0.075 €) çıkarılarak 1 kWh net alış miktarı 0,010 € x 58254000 kWh = yıllık 582.540,00 € yıllık girdi sağlayacaktır.

Yatırımın ekonomik ömrü 25 yıl olduğu dikkate alındığında bu süre içerisinde 582.540,00 € x 25 yıl =14.563.500,00 € net gelir sağlamaktadır.

19 MW kurulu güçteki otobrüdüktör DES için geri ödeme hesabı şöyledir.

$$\text{Geri Ödeme Süresi} = \frac{5.663.149 \text{ € (toplam yatırım tutarı)}}{582.540,00 \text{ € (yıllık sabit net nakit girişi)}} = 9,72 \text{ yıl}$$

19 MW kurulu güçteki 1 adet otoprodüktör DES projesinin ortalama verimliliği:

$$\text{Ortalama Verimlilik} = \frac{14.563.500,00 \text{ € toplam net gelir}}{25 \text{ yıl}} = \%10,29$$
$$\frac{5.663.149 \text{ €}}{1 \text{ (proje sayısı)}} = \text{DES başlangıç yatırım tutarı} + 0 \text{ hurda değer}$$

19 MW RES yatırımı ile bir yıl içerisinde üretilebilecek elektrik enerjisi:

19 MW=19000 kW x 365 gün x 24 saat x 0,39 kapasite = 64911600 kWh'dir.

- i. Üretilen bu elektrik miktarı, YEK belgesiyle kapsamında I sayılı teşvik cetvelinde kW/h başına belirlenen 0,073 ABD Doları/Euro karşılığı ise 0,065 € brüt satış bedeliyle satıştan, yıllık işletme ve bakım gideri kWh başına 0,016 € (0.065 €-0.016 €) çıkarılarak 1 kWh net satış miktarı 0,049 € üzerinden, yıllık 3.180.668,40 € net gelir elde edilmektedir. Yek belgesiyle 10 yıl devletin alım garantisi kapsamında, 10 yıl boyunca toplam 31.806.684,00 € net gelir elde edilmektedir.

Rüzgâr türbinlerinin yerli sanayi üretiminden alınması halinde ise II numaralı teşvik cetvelinde yer alan miktarlar ile kWh başına brüt satış miktarında artacağından daha fazla gelir elde edilmesi mümkündür.

19 MW kurulu güçteki RES için geri ödeme hesabı şöyledir.

$$\text{Geri Ödeme Süresi} = \frac{27.045.602,89 \text{ € (toplam yatırım tutarı)}}{3.180.668,40 \text{ €(yıllık sabit net nakit girişi)}} = 8,5 \text{ yıl}$$

19 MW kurulu güçteki 1 adet RES projesi için ortalama verimlilik hesabı şöyledir.

$$\text{Ortalama Verimlilik} = \frac{\frac{31.806.684,00\text{€ toplam net gelir}}{10 \text{ yıl}}}{\frac{27.045.602,89}{\text{RES başlangıç yatırım tutarı} + 0 \text{ hurda değer}}{1 \text{ (proje sayısı)}}} = \% 11,76$$

- ii. Varolan işletmesinin elektrik ihtiyacını karşılamaya yönelik RES yatırımı yapacak otoprodüktörler için mevcut işletme çevresinde rüzgâr potansiyeli olabilecek alanın bulunması çok ender rastlanabilecek durum olduğu dikkate alındığında, yeterli rüzgâr potansiyeli olan alan için 19 MW RES yatırımı maliyetleri, satmak üzere elektrik üretimi yatırım giderleriyle yaklaşık olacaktır.

Buna göre; yıllık elektrik üretimi 64911600 kWh kendi ihtiyacı için üretim yapacağından dışarıya ayrıca elektrik gideri ödemeyecektir.

Enerji Piyasası Ek-2’de yer alan fonsuz tarifelerin 2 nolu, “İletim şalt sahalarının dağıtım şirketinin kullanımındaki OG baralarına özel hattı ile bağlı tek bir tüzel kişi durumundaki kullanıcılar” başlıklı tez zamanlı sanayi tarife ile kW/h başına belirlenen 22,7850 krş/Euro karşılığı ise 0,076 € alış bedeliyle yıllık 4.933.281,60 € elektrik gideri tahakkuk etmektedir.

Yıllık işletme ve bakım gideri kWh başına (0.076 €-0.016 €) çıkarılarak 1 kWh net alış miktarı 0,060 € x 64911600 kWh = yıllık 3.894.696,00 € girdi sağlayacaktır.

Yatırımın ekonomik ömrü 25 yıl olduğu dikkate alındığında bu süre içerisinde 3.894.696,00 € x 25 yıl =97.367.400,00 € net gelir sağlamaktadır.

19 MW kurulu güçteki otobrodüktör RES için geri ödeme hesabı şöyledir.

$$\text{Geri Ödeme Süresi} = \frac{27.045.602,89 \text{ € (toplam yatırım tutarı)}}{3.894.696,00 \text{ €(yıllık sabit net nakit girişi)}} = 6,94 \text{ yıl}$$

19 MW kurulu güçteki 1 adet otoprodüktör RES projesi için ortalama verimlilik hesabı şöyledir.

$$\text{Ortalama Verimlilik} = \frac{97.367.400,00 \text{ € toplam net gelir}}{25 \text{ yıl}} = \% 14.4$$
$$\frac{27.045.602,89 \text{ €}}{\text{RES başlangıç yatırım tutarı} + 0 \text{ hurda değer}} \times 1 \text{ (proje sayısı)}$$

19 MW kurulu güçteki DES VE RES yatırımda, ilk yatırım ve işletim maliyetleri ile yatırımın geri ödeme süreleri çizelge 4.13.'de verilmektedir.

Çizelge 4.13. DES ve RES yatırımını mali kalemlerine ilişkin bulgular

Yatırım Mali Kalemleri	Doğalgaz Enerji Santrali Ortalama	Rüzgâr Enerji Santrali Ortalama
İlk Yatırım Bedeli Toplamı		
Satış amaçlı yatırım için	7.248.154,00 €	27.045.602,00 €
Otoprodüktör firma için	5.663.149,00 €	
Yıllık Bakım ve İşletme Bedeli Toplamı	75,22 € MWh	16.4 €/MWh
Geri Ödeme Süresi		
Satış amaçlı yatırım için	- yıl	8,5 yıl
Otoprodüktör firma için	9,72 yıl	6,94 yıl

4.2. Tartışma

Literatürde doğalgaz enerji santralleri ve rüzgâr enerji santrallerinin ilk yatırım, yıllık işletim ve bakım giderleri ve geri ödeme süreleri üzerine çeşitli bilimsel araştırmalar yapıldığı görülmektedir.

Bu çalışmada aynı il sınırları içerisinde ve aynı kurulu güce sahip DES ve RES yatırımları gerek satmak üzere gerekse kendi ihtiyacına yönelik elektrik üretimi yapmak üzere; yatırım maliyetleri, yıllık işletim ve bakım maliyetleri, geri dönüş süreleri ve yatırımların ortalama verimliliklerinin analiz edilmesi yönüyle bir araştırma gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada sadece elektrik satmak üzere %35 kapasiteyle çalışan, 19 MW kurulu güce sahip DES yatırımıyla elektrik üretimi, *paranın zaman değerini dikkate almayan teknikler* yöntemiyle yapılan hesaplamada ekonomik bulunmamıştır. *Bozkurt (1996)* konusunda gerçekleştirdiği çalışmada % 75 kapasiteyle çalışan 680 MW kurulu güçteki kombine DES yatırımıyla elektrik üretimi, *yatırım değerlendirme ve duyarlılık analizi* yöntemiyle bir hesaplama gerçekleştirmiştir. Söz konusu çalışmada ilk yatırım maliyeti kWh başına 0,87 dolar cent, yakıt gideri 2,77 dolar cent, diğer işletme ve bakım maliyeti ise 0,46 dolar cent olarak hesaplanarak ekonomik bulunmuştur. Aynı şekilde *Yalçın (1998)* konusunda gerçekleştirdiği çalışmada % 33 kapasite ile üretim yapan, 600 MW kurulu güçteki DES yatırımıyla elektrik üretimi, *aynı seviyeye getirilmiş maliyet esasları doğrultusunda, sistem maliyet analizi metodu* yöntemiyle bir hesaplama yapmış, ilk yatırım maliyeti 22.0 \$/kWh, yakıt gideri 41.70 \$/kWh, ve diğer yıllık işletme bakım masrafları 6,09 \$/kWh bulunarak yatırım kısmen ekonomik bulunmuştur.

Bu çalışmada *otoprodüktör* yatırımcılar için yapılan analizde, % 35 kapasiteyle çalışacak, 19 MW DES yatırım projesinin ortalama verimliliği %10,29 hesaplanmış ve yatırım verimli bulunmuştur. *Yenice (2005)* konusunda gerçekleştirdiği çalışmada kırsal kesimde kurulabilecek % 70 kapasiteyle çalışan 2 MW kurulu güçteki otoprodüktör kojenerasyon DES yatırım projesinin iç karlılık oranı %13,5 olarak hesaplanarak yatırım ekonomik bulunmuştur.

Bu çalışmada, Çanakkale ili, Lapseki ilçesine kurulabilecek, 19 MW'lık RES yatırımı projesinin ilk yatırım bedeli 27.045.602,00 €, MW başına düşen miktar 1.423.452,74. € hesaplanmıştır. Ağçay (2007) konusunda gerçekleştirdiği çalışmada Çanakkale ili, Gelibolu ilçesine kurulabilecek, 19 MW'lık RES yatırım projesinin, ilk yatırım maliyetinin ve üretim analizinin *Matlab ve Simulink* programıyla yapıldığı hesaplamada ise ilk yatırım maliyetini 54.914.522 \$ (49.246.700,64 €) MW başına düşen miktarı ise 1.231.167,52 € hesaplamıştır. Aynı şekilde Cingil (2008) konusunda gerçekleştirdiği çalışmada 34 MW kurulu güçteki % 40 kapasite ile çalışan RES için, ilk yatırım maliyeti 60.000.000 \$ (53.807.297,80 €), MW başına düşen maliyet ise 1.582.567,58 € hesaplanmıştır. MW başına düşen ilk yatırım maliyetlerine ilişkin bulunan sonuçların yakın değerlerde olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada 19 MW kurulu güçteki RES için ilk yatırım maliyeti 27.045.602,00 €, MW başına düşen ise maliyet ise 1.423.452,74. €, yıllık işletme ve bakım maliyetinin ise 0,0164 c€/kWh hesaplanmıştır. Aynı şekilde Karataş (2009) konusunda gerçekleştirdiği çalışmada 2 MW RES için finansman gideri dahil ilk yatırım maliyeti MW başına 1.228.000 €, yıllık işletme ve bakım maliyeti 1,45 c€/kWh hesaplanmıştır. İlk yatırım maliyeti sonuçları birbirine yakın değerlerde olduğu, ancak yıllık işletme ve bakım maliyeti sonuçları ise farklılık gösterdiği görülmüştür.

Bu çalışmada Çanakkale iline kurulacak 19 MW kurulu güçteki RES yatırımının geri ödeme süresi 8,5 yıl olduğu hesaplanmıştır. Aynı şekilde Özcan (2009) konusunda gerçekleştirdiği çalışmada Isparta iline, yapılacak 660 KW kurulu güce sahip, RES yatırımının, geri ödeme süresi 13,7 yıl olarak hesaplanmıştır. Yine aynı şekilde Hamamcıoğlu(2010) konusunda gerçekleştirdiği çalışmada İstanbul ili, Yıldız kampüsüne konumlandırılacak 1,5 MW ve 3,6 MW kurulu güçteki, rüzgâr türbinlerinden elektrik üretimi yatırımının geri ödeme süresi 1,8 MW için 8,99 yıl, 3,6 MW için 9,3 yıl olduğu hesaplanmıştır. Sonuçların birbirlerine yakın değer içerdiği görülmüş ve yatırımlar ekonomik bulunmuştur.

Bu çalışmada, devlet tarafından sağlanan teşvikten yararlanarak kurulacak 19 MW'lık RES projesi için ilk yatırım maliyeti finansman gideri hariç, *paranın zaman değerini dikkate almayan teknikler* yöntemiyle, 27.045.602,00 €, MW başına düşen

maliyet 1.423.452,74. €, yıllık işletme ve bakım maliyeti 16,4 €/MWh olduğu hesaplanmıştır. Aynı şekilde *Kılavuz (2013)* konusunda gerçekleştirdiği çalışmada devlet tarafından sağlanan teşvikten yararlanarak kurulacak 2 MW'lık RES projesi için, ilk yatırım maliyeti, *opsiyon mantığı ve duyarlılık analizi* yöntemiyle finansman gideri hariç 2.900.303 \$ (2.600.957,79 €) MW başına ilk yatırım maliyeti 1.300.478,90 €, yıllık işletme ve bakım maliyetleri ise 16,25 \$ (14,57 €)MWh olduğu hesaplanmıştır. Sonuçların yakın değerler içerdiği görülmüştür.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. Sonuç

Bu çalışmada, Türkiye’de mevcut yenilenebilir enerji kaynakları ve potansiyelleri ile yatırımcıya sağlanan teşvikler giriş bölümünde belirtilmiştir.

Aynı kurulu güçte (19MW) ve aynı il (Çanakkale) sınırları içerisinde kurulabilecek doğalgaz enerji santrali ve rüzgâr enerji santralleri yatırımlarına ilişkin bulgular detaylı olarak 4. bölümde ele alınmış olup, elde edilen bulgular doğrultusunda aşağıda yer alan sonuçlara ulaşılmıştır.

5.1.1. Doğalgaz Enerji Santrali İlk Yatırım Maliyetine İlişkin Sonuçlar

Çanakkale ili, Biga ilçesi, Pekmezli köyü sınırları içerisinde sadece satmak üzere elektrik üretimi için kurulabilecek 19 MW kurulu güçteki doğalgaz elektrik santrali ilk yatırım maliyeti finansman gideri hariç ortama 7.248.154,73 € hesaplanmıştır. Toplam ilk yatırım maliyeti kalemleri içerisinde en büyük pay %75,88 ile makine teçhizat maliyetleri (taşıma, işçilik, kurulum dahil) toplamı oluşturmaktadır. Bunu %12,24 oranıyla inşaat maliyetleri takip etmektedir.

Otoprodüktör işletmeler için yapılabilecek 19 MW’lık DES için, ilk yatırım maliyetinin finansman gideri hariç, ortama 5.663.149 € olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

5.1.2. DES Yıllık İşletim ve Bakım Maliyetine İlişkin Sonuçlar

Bu çalışmada , 19 MW doğalgaz enerji santrali yatırımı projesinde, yıllık işletme ve bakım maliyetleri 75,22 €/MWh olarak hesaplanmıştır. Toplam yıllık işletme ve bakım gider kalemleri içerisinde yakıt gideri % 82,35 oranıyla en büyük paya sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunu %10,05 oranıyla parça ve işgücü gideri (tamir ve bakım dahil) takip etmektedir.

5.1.3. Rüzgâr Enerji Santrali İlk Yatırım Maliyetine İlişkin Sonuçlar

Çanakkale ili, Lapseki ilçesi, Hacıgelen köyü sınırları içerisinde sadece satmak üzere elektrik üretimi için kurulabilecek 19 MW RES yatırımı için gerekli ilk yatırım

maliyetinin 27.045.602,84 € olduğu, toplam maliyet içinde en büyük payın ise %84,30 ile makine teçhizat (türbin) maliyetleri (taşıma, işçilik, kurulum dahil) toplamının oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kendi işletmesinin elektrik ihtiyacını karşılamaya yönelik RES yatırımı yapacak otoprodüktörler için mevcut işletme çevresinde rüzgâr potansiyeli olabilecek alanın bulunması zor olacağından, satmak üzere elektrik üretimi yapılacak RES yatırımı maliyetinin aynen geçerli olabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

5.1.4. RES Yıllık İşletim ve Bakım Maliyetine İlişkin Sonuçlar

Bu çalışma ile 19 MW rüzgâr enerji santrali yatırımı projesinde, yıllık işletme ve bakım maliyetleri 16,4 €/MWh olarak hesaplanmıştır. Toplam yıllık işletme ve bakım gider kalemleri içerisinde parça ve işgücü gideri (tamir ve bakım dahil) % 31,71 oranıyla öne çıkmaktadır.

5.1.5. DES ve RES Maliyetlerine İlişkin Sonuçlar

19 MW kurulu güçteki DES yatırımı sadece elektrik satmak üzere yapılması halinde yıllık işletme ve bakım masrafı 0,075 €/kWh, satış fiyatının ise 0.064 €/kWh olduğu belirlenmiş ve yatırım ekonomik bulunmamıştır.

Otoprodüktör işletmeler için kurulum maliyeti 5.663.149,00 €, yıllık işletme ve bakım masrafı 0,075 €/kWh, kendi ihtiyacı için satın alacağı elektriğin fiyatı 22,7850 krş/Euro karşılığı ise 0,076 € alış bedeliyle yıllık 4.427.304,00 € giderin olacağı hesaplanmıştır. %35 kapasiteyle çalışan, 25 yıl ekonomik ömrü olan, 19 MW kurulu güçteki DES yatırımıyla yıllık elektrik üretimi 64911600 kWh üretim yapacağı hesaplanmıştır. Çalışmada yatırımın geri ödeme süresi 9,72 yıl, ortama verimliliğinin ise %10,29 olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Otoprodüktör firmalar için yatırım ekonomik bulunmuştur.

%39 kapasiteli, 19 MW RES yatırımıyla, yıllık 64911600 kWh elektrik üretiminin hem satma amaçlı hem de kendi ihtiyacını karşılama amaçlı yapılması durumunda ilk yatırım maliyetinin 27.045.602,00 €, yıllık işletme ve bakım maliyetinin ise 16,4 €/MWh olduğu hesaplanmıştır.

Üretilen elektriğin teşvik kapsamında 10 yıllık alım garantisiyle satılacağı dikkate alınmıştır. Devletin kW/h başına belirlediği 0,073 ABD Doları/Euro karşılığı ise 0,065 € brüt satış bedelinden, yıllık işletme ve bakım gideri kWh başına 0,016 € (0.065 €-0.016 €) çıkarılarak 1 kWh net satış miktarının 0,049 € olduğu hesaplanmıştır.

Teşvikle yapılacak satışın yıllık getirisi 3.180.668,40 €, 10 yıllık dönemde ise toplam 31.806.684,00 € girdi elde edileceği, yatırımın geri ödeme süresinin 8,5 yıl, ortalama verimliliğinin ise 11.76 olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yatırım ekonomik bulmuştur.

Otoproduktör işletmeler, bu RES yatırımı ile kendi elektrik ihtiyacı için yıllık 64911600 kWh elektrik üretimi yapabilecektir. EPDK'nın 2 nolu fonsuz tarifesiyle kW/h başına belirlenen 22,7850 krş/Euro karşılığı ise 0,076 € alış bedeliyle firmanın yıllık 4.933.281,60 € elektrik giderinin olacağı hesaplanmıştır.

Yıllık işletme ve bakım gideri kWh başına (0.076 €-0.016 €) çıkarılarak 1 kWh net alış fiyatı 0,060 € x 64911600 kWh = yıllık 3.894.696,00 € gelir sağlayacağı hesaplanmıştır. Yatırımın 25 yıllık ekonomik ömrü boyunca 3.894.696,00 € x 25 yıl =97.367.400,00 € net gelir sağlayacağı hesaplanmıştır.

Yatırımın geri ödeme süresinin 6,94 yıl, ortama verimliliğinin ise %14.4 olduğu, yatırımcı için ekonomik olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

5.2. Öneriler

Elektrik üretiminde doğalgaz çevrim santralleriyle rüzgâr çevrim santralleri yatırımlarının karşılaştırması çeşitli finansal teknikler kullanılarak belirlenmiş olup, bu verilerden yola çıkarak bazı öneriler sunulmuştur.

1. Doğalgaz enerji santrallerinin otoprodüktör işletmeler hariç sadece satma amaçlı elektrik üretimi yapmak üzere yapılacak yatırımların, kurulu güçlerinin 400 MW ve üzeri olması ayrıca verimliliği yüksek kombine çevrim santrali şeklinde kurulması, yıllık işletme ve bakım masraflarını önemli oranda düşüreceğinden piyasada kolay rekabet edeceği düşünülmektedir.
2. Enerji ihtiyacının karşılanmasında doğalgaz ve rüzgâr kaynaklı enerji çevrim santralleri; yatırımlar üzerine stratejik bir analiz içeren bu çalışmanın, doğalgaz dışındaki diğer termik kaynaklı çevrim santralleri (kömür gibi) ile rüzgâr dışındaki diğer yenilenebilir enerji kaynaklı (güneş gibi) çevrim santrallerinin yatırım maliyetlerini karşılaştırmak üzere araştırma yapılması gerektiği düşünülmektedir.
3. Rüzgâr türbinlerinin yerli sanayi tesisleri kurularak üretilmesine yönelik teşvik sisteminin yatırımcıyı bu alana yönelimini sağlayacak şekilde daha kapsamlı olarak uygulanması rüzgâr çevrim santralindeki en büyük paya sahip olan türbin maliyetini düşüreceği düşünülmektedir.
4. Fosil kaynaklı enerji türü içerisinde yer alan özellikle doğalgaz ve petrol gibi kaynakların dünya üzerindeki rezervlerindeki azalmalar dikkate alındığında ve bu konuda yapılan araştırmalar incelendiğinde; özellikle güneş, rüzgâr ve hidrojen enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi maliyetlerini düşürecek yatırımcıları bu alana yoğunlaştıracak teşvikleri yaygınlaştırıcı politikalar ve yeni yol haritalarının oluşturulması gerektiği düşünülmektedir.
5. Türkiye'nin fosil kaynaklı yakıtları ithal ettiği dikkate alındığında, enerji ihtiyacının yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanma oranı arttıkça dışa bağımlılığının azalacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Ağçay, 2007. Türkiye'nin elektrik enerjisi arz talep dengesinin tespiti, üretim projeksiyonuna yönelik rüzgâr elektrik santrali tasarımı rüzgâr elektrik santralinin kurulum maliyetlerinin ve üretim parametrelerinin analizinin Matlab ve Simulink ile yazılan programda yapılması, Bitirme Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Akbulut, G., 2008. Küresel değişimler bağlamında dünya enerji kaynakları, sorunlar ve Türkiye. Celalbayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 32(1): 117-137.
- Akınsal, 2009. Rüzgâr enerjisi ve Türkiye rüzgâr potansiyeli rüzgâr enerjisinde değişken ve sabit fiyat tarifeleri ve enerji depolama teknikleri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Altuner, S., 2009. Rüzgâr enerjisi potansiyeli ölçümü. Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Sivas.
- Anonim, 1985. Enerji ve tabii kaynaklar bakanlığının teşkilat ve görevleri hakkında kanun.<http://www.enerji.gov.tr/File/Documents/Mevzuatindex3154sayilikanun> (Erişim tarihi: 21.10.2014).
- Anonim, 2001. Enerji piyasası düzenleme kurumunun teşkilat ve görevleri hakkında kanun. <http://www.epdk.gov.tr/index/hakkinda->(Erişim tarihi: 27.10.2014).
- Anonim, 2008. Elektrik enerjisi üretim kaynakları ders notları. <http://hbogm.meb.gov.tr/mtao/1enerjiuretimiletimivedagitimi/unite1.pdf> (Erişim tarihi 01.03.2015)
- Anonim, 2009. Enerji ve Tabii Kaynaklara Bakanlığı elektrik enerjisi piyasası ve arz güvenliği stratejisi belgesi. http://www.enerji.gov.tr/File/2enerji-ArzGuvenciligi_Strateji_Belgesi.pdf-(Erişim tarihi: 26.11.2014).
- Anonim, 2010. Doğalgaz kombine çevrim santralleri. <http://www.enerjimag.com/d-gaz-kombine-cevrime-enerji-santralleri-> (Erişim tarihi: 02.01.2015).
- Anonim, 2011. Yenilenebilir enerji genel müdürlüğünün kuruluşu ve görevleri hakkında 662 sayılı kanun hükmünde kararnamenin 82. maddesi. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/662khk/?/2011/11/02.index?htm>-(Erişim tarihi: 17.09.2014).
- Anonim, 2012a <http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/2023-yolunda-23ht-turkiyenin-yenilenebilir-enerji-hedefleri/image> (Erişim tarihi: 21.10.2014).
- Anonim, 2012b. Türkiye elektrik enerjisi 10 yıllık üretim kapasite projeksiyonu (2012 – 2021). <http://www.epdk.org.tr/documents/elektrik/rapor/uretim-pdf>.
- Anonim, 2013. Yenilenebilir enerji hakkında yapılan mevzuat düzenlemeleri. <http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/mevzuat.aspx>-(Erişim tarihi: 29.10.2014).
- Anonim, 2014a. Enerji sektörü Ar- Ge projeleri destekleme programı (ENAR) bilgi notu. http://www.eie.gov.tr/duyurular_haberler/h_enar.aspx- (Erişim tarihi: 31.10.2014).

- Anonim, 2014b. 2013 Yılı ham petrol ve doğalgaz sektör raporu. <http://www.tpao.gov.tr/tp5/docs/rapor/.pdf> (Erişim Tarihi 03.03.2015)
- Anonim, 2015a. Türkiye elektrik enerjisi güncel istatistikleri. <http://www.emo.org.tr/genel/istatistiksel.bilgiler> (Erişim Tarihi 20.03.2015).
- Anonim, 2015b. BOTAŞ Doğalgaz yeni projeleri ile boru hatları haritaları. <http://www.botas.gov.tr/index.asp> er (Erişim Tarihi 21.03.2015).
- Anonim, 2015c. Elektrik üretimi istatistikleri. <http://www.teias.gov.tr/dagitim/k/guc> (Erişim Tarihi 28.03.2015).
- Anonim, 2015d. Rüzgâr enerjisi potansiyel atlası Çanakkale ili rüzgâr kaynak bilgileri. <http://www.eie.gov.tr/YEKrepa/CANAKKALE-REPA.pdf> (Erişim Tarihi 24.04.2015).
- Anonim, 2015e. Merkez Bankası Döviz Kurları. <http://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/page> (Erişim Tarihi 29.05.2015).
- Anonim, 2015f. Satılık arazi bilgileri. <http://www.sahibinden.com/satilik-arsa/canakkale-biga> (Erişim Tarihi 24.04.2015).
- Anonim, 2015g. Mimarlık ve mühendislik hizmet bedellerinin hesabında kullanılacak 2015 yılı yapı yaklaşık birim maliyetleri hakkında tebliğ. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/03/20150319.htm&main> (Erişim Tarihi 04.06.2015).
- Anonim, 2015h. Su tesisatı fiyatları http://www.firat.com/fiyat_listesi.pdf (Erişim Tarihi 05.06.2015).
- Anonim, 2015i. Rüzgâr türbini teknik özellikleri. http://www.hasmak.com.tr/ruzgar_turbinleri/1mw_ruzgar_turbinleri.pdf Erişim Tarihi 10.06.2015.
- Anonim, 2015i. Enerji iletim ve dağıtım şebekeleri ve şebeke çeşitleri <http://Hbogm.Meb.Gov.Tr/MTAO/1enerjiuretimiletimivedagitimi/Unite10.Pdf> (Erişim Tarihi 10.06.2015).
- Ata, R., 2010. Yenilenebilir enerji kaynaklarından jeotermal ve rüzgâr enerjisinin gelişimi ve çevresel değerlendirmesi. Celalbayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi, 2(13): 47-54.
- Ateş, İ., 2015. Sözlü görüşme. MTB Enerji Mühendislik Danışmanlık, Ankara, (Görüşme tarihi: 07.06.2015), e-posta: arda@mtbenerji.com.tr
- Avcı, Ö., 2009. Türkiye-Avrupa Birliği enerji üretim ve tüketiminin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği, Adana
- Bayraç, H.N., 2009. Küresel enerji politikaları ve Türkiye: petrol ve doğalgaz kaynakları açısından bir karşılaştırma. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, 10(1):134-138
- Bayraç, H.N., 2011. Küresel rüzgâr enerjisi politikaları ve uygulamaları. Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 30(1):37-57

- Biçici, R., 2008. Türkiye’de enerji ekonomisi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Zonguldak.
- Bilgili, M., Şahin, B., Şimşek, E., 2010. Türkiye’nin Güney, Güneybatı ve Batı bölgelerindeki rüzgâr enerjisi potansiyeli. Isı Bilim ve Teknolojisi Dergisi 30(1):1-12
- Bozkurt, G., 1996. Türkiye’de enerji sektörünün gelişimi ve elektrik üretiminde nükleer, ithal kömür, doğalgaz santrallerinin ekonomik yönden karşılaştırılmaları, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği, Ankara.
- Bükecik, C., 2002. Alternatif enerji kaynakları ve Türkiye’de kullanılabilirliği, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Cerit, B., Onural, A.Ş., Dođdu, N., 2004. Rüzgâr enerjisi ve Orta Akdeniz bölgesinde rüzgâr enerjisi potansiyeli üzerine bir araştırma. Teknoloji Dergisi , 7(4): 591-597.
- Cesur, M., 2015. Proje değerlendirme yöntemleri ve enstrümanlar. www.emo.org.tr/ekler/baf163c24ed14b5_ek.doc. (Erişim Tarihi 10.06.2015)
- Cingil, İ., 2008. Yenilenebilir enerji kaynakları ve ekonomik etüdü. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Çakmak, F., 2015. Sözlü görüşme. Biga Belediyesi, Emlak Şefliği, Çanakkale, (Görüşme tarihi:28.05.2015), e-posta: emlak@bigabelediyesi.com
- Çalışkan, Ş., 2009. Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılık ve enerji arz güvenliği sorunu. Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, 25:297-309
- Çanka Kılıç, F., 2011. Türkiye’deki yenilenebilir enerjilerde mevcut durum ve teşviklerdeki son gelişmeler. Türkiye Mühendisler ve Mimarlar Odaları Birliği, Mühendis ve Makine Dergisi, 52(614): 103-115.
- Çengel, Y.A., 2003, Dünyada ve Türkiye’de jeotermal, rüzgâr ve diğer yenilenebilir enerjilerin kullanımı, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 3-4 Ekim 2003, Türkiye Mühendisler ve Mimarlar Odaları Birliği, Kayseri.
- Çeşmecioğlu, A., 2015. Sözlü görüşme. MTB Enerji Mühendislik Danışmanlık, Ankara, (Görüşme tarihi: 07.06.2015), e-posta: arda@mtbenerji.com.tr
- Çukurçayır, M. Akif., Sağır, H.,1998. Sanayi uygarlığı, Kapitalizm ve Ekolojik Kriz, Belediye Dergisi, 5(6):37-43
- Doğan, M., 2001, Sanayileşme ve çevre sorunları, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, 12-13 Ekim 2001, Türkiye Mühendisler ve Mimarlar Odaları Birliği, Kayseri, s:245-250.
- Fıçıcı, F., 2008, Rüzgâr enerji sistemlerinin çevresel yönden incelenmesi. Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3:49-55.

- Engin, B., 2014, Türkiye doğalgaz arz güvenliği ve gelecek projeksiyonu ile incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, Enerji Bilim ve Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul.
- Ersöz, A., Yolcular, S., Olgun, Ö., 2001. Geleceğin yakıtı hidrojen, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, 12-13 Ekim 2001, Türkiye Mühendisler ve Mimarlar Odaları Birliği, Kayseri, s:239-244.
- Görez, T., Alkan, A., 2005, Türkiye' nin yenilenebilir enerji kaynakları ve hidroelektrik enerji potansiyeli, III.Yenilenebilir enerji kaynakları sempozyumu, 19-21 Ekim 2005, Elektrik Mühendisleri Odası, Mersin.
- Gupta, A., 1993, Üçüncü Dünya ülkelerinde çevre ve kalkınma, Çevirmen: Alpagut, Ş, Kabalcı Yayınları, İstanbul.s:52-53.
- Hamamcıoğlu, V., 2010, Rüzgâr enerjisi kaynaklı elektrik üretiminin teknik ekonomik analizi ve yöresel uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Hayli, S., 2001, Rüzgâr enerjisinin önemi Dünya'da ve Türkiye'deki durumu. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 11:1-26.
- İlgar, R., 2005, Ekolojik bakışla jeotermal kaynaklara dualist yaklaşım. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 4(13):88-98.
- Karadağ, H., İ., 2009, Yenilenebilir enerji kaynakları arasında rüzgâr enerjisinin önemi ve rüzgâr türbini tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Karaman, Ü., 2015. Yazılı görüşme. Piraziz Kaymakamlığı, Köylere Hizmet Götürme Birliği, Giresun, (Görüşme tarihi: 29.05.2015), e-posta: umut_karaman28@hotmail.com
- Karamanlıoğlu, T., 2011, Farklı rüzgâr türbini tasarımları için santral yeri seçimi ve rüzgâr enerji potansiyelinin belirlenmesinde yapay zeka uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi Anabilim Dalı, Mersin.
- Karataş, S., 2009, Türkiye de yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde rüzgâr ve güneş enerjisinin yeri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, İstanbul.
- Kascı, N., 2015. Sözlü görüşme. Lapseki Güven Emlak, Çanakkale, (Görüşme tarihi: 04.06.2015), e-posta:123nur3@gmail.com
- Kaygusuz, K., Sarı, A., 2003, Türkiye'nin mevcut enerji durumu, sürdürülebilir kalkınma ve yenilenebilir enerji kaynakları, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 3-4 Ekim 2003, Türkiye Mühendisler ve Mimarlar Odaları Birliği, Kayseri.
- Kılavuz, T., 2013, Türkiye'de rüzgâr enerjisi yatırımlarındaki devlet teşviklerinin gerçek opsiyonlar ile değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.

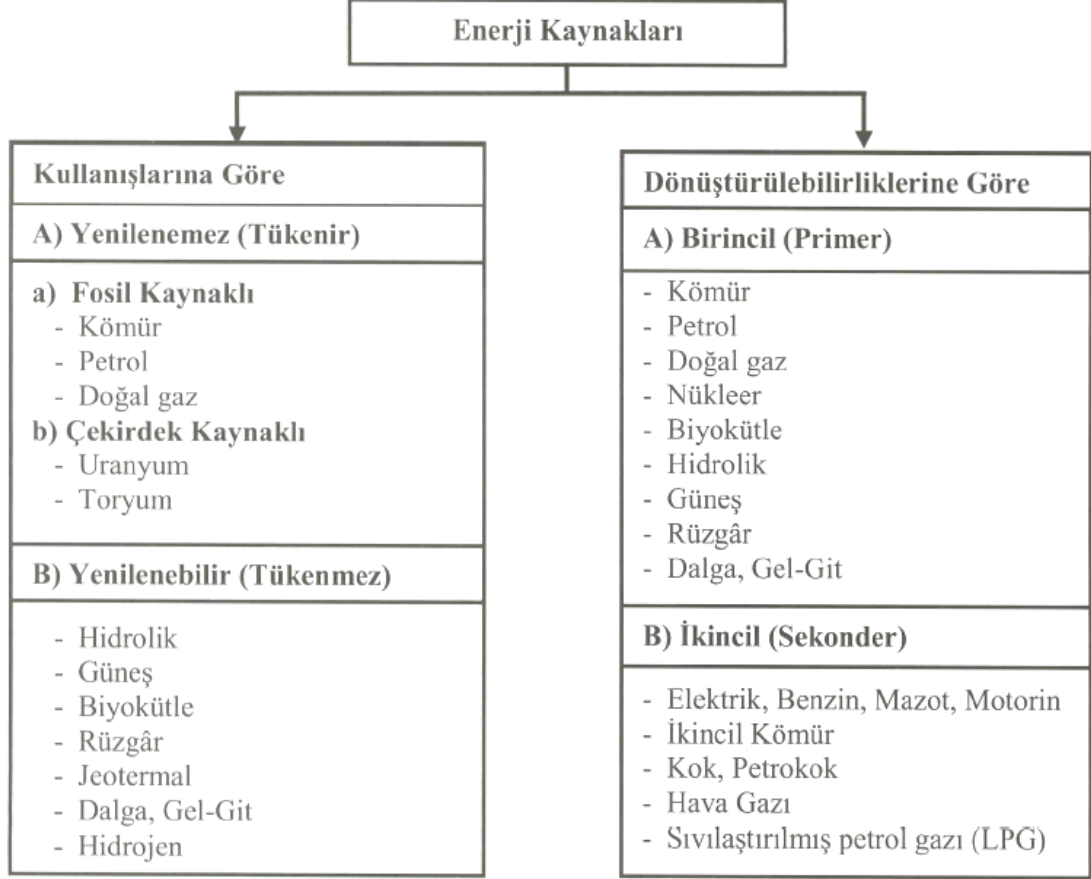
- Külekçi, Ö., C., 2009, Yenilenebilir enerji kaynakları arasında jeotermal enerjinin yeri ve önemi, Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, 1(2):83-91
- Koca, T., Çıtlak, A., 2008, Dalga enerjisi, Yenienerji Dergisi, 2(4):34-41
- Koç, E., Şenel, M., C., 2013. Dünyada ve Türkiye'de enerji durumu genel değerlendirme. Mühendis ve Makine Dergisi, 54(639): 32-44.
- Koçer, N., Ünlü, A. 2007. Doğu Anadolu Bölgesinin Biyokütle Potansiyeli ve Enerji Üretimi. Fırat Üniversitesi Doğu Anadolu Bölgesi Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, 5(2):175-181
- Köse, A., 2015. Sözlü görüşme. Ordu Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, İnşaat Bölümü, Ordu, (Görüşme tarihi: 04.06.2015), e-posta:ahmetkose9@hotmail.com
- Mahmutoğlu, M., 2013. Türkiye’de elektrik sektöründe yenilenebilir enerjinin rolü. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Ankara.
- Önder, İ., 2001. Yeni dünya düzeni ve enerji politikaları, Türkiye Üçüncü Enerji Sempozyumu, Türkiye Mühendisler ve Mimarlar Odaları Birliği, Ankara, s:8-18
- Önenç, Ö., 2015. Yazılı görüşme. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Ankara, (Görüşme tarihi: 15.05.2015), e-posta:oonenc@yegm.gov.tr
- Özcan, H., H., 2009. Rüzgâr enerjisi yatırımları ve Isparta ilinde kurulabilecek bir rüzgâr enerji santralinin ekonomik analizi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Isparta.
- Özemre, Y., A., 1996. Stratejik meta olarak enerji, 1. Uluslararası Nükleer Enerji ve Çevre Sorunları Sempozyumu, 19 Aralık, Trakya Üniversitesi, Edirne.
- Özkâr, S.,2009. Sürdürülebilir enerji geleceği ve küresel ısınma. Türkiye Bilimler Akademisi Dergisi, 39: 3-4.
- Özsümbül, B., 1999.Türkiye’nin enerji potansiyeli, gelişimi ve gelecekteki enerji portresinin çıkarılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- Parfit, M., 2005. Alternatif enerji, National Geographic, Ağustos-2005, s:76-106
- Parlak, N., 2015. Sözlü görüşme. Ordu Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Ordu, (Görüşme tarihi: 04.06.2015), e-posta: konyali_1@msn.com.
- Parlaktuna, M., 2009. Jeotermal enerji. Türkiye Bilimler Akademisi Dergisi, 39: 30-32.
- Sariaslan, A., S., 2003. Sermaye bütçelemesinde risk analizi yöntemleri ve değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, Ankara.
- Savin, J., 2003. Enerji için yeni bir gelecek yaratmak, dünyanın durumu, Çevirmen: Gürçağlar, Ş., TEMA Vakfı, s:103-135.

- Selçuk, I., 2009. Küresel Isınma, Türkiye'nin enerji güvenliği ve geleceğe yönelik enerji politikaları, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Ankara.
- Şahin, G., 2011. Rüzgâr santrallerinin önündeki teknik ve ekonomik kısıtlar, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Tarım Makineleri Anabilim Dalı, Ankara.
- Şalvarlı, H., 2003. Türkiye'de sürdürülebilir kalkınma, enerji politikası ve verimliliği hakkında bazı görüşler, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 3-4 Ekim 2003, Türkiye Mühendisler ve Mimarlar Odaları Birliği, Kayseri, s:325-330.
- Taşkın, A., 2013. Rüzgâr enerjisinden elektrik üretiminin yaşam döngü analizi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Kayseri.
- Topal, M., Arslan, E.,I., 2008. Biyokütle Enerjisi ve Türkiye. VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 17-19 Aralık 2008, İstanbul, s:241-248.
- Tuğrul, B., 2003. Türkiye'de yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji politikaları içindeki yeri, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 3-4 Ekim 2003, Türkiye Mühendisler ve Mimarlar Odaları Birliği, Kayseri, s:319-324.
- Tuncer, G., Eskibalçcı, M, F., 2003. Türkiye enerji hammaddeleri potansiyelinin değerlendirilebilirliği, İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi 16(1): 81-92.
- Türe, İ.E., 2009. Sürdürülebilir kalkınma için hidrojen enerjisi, Türkiye Bilimler Akademisi Dergisi, 39:23-25
- Üçgül, İ., Akgül, G., 2010. Biyokütle Teknolojisi, Süleyman Demirel Üniversitesi Yenilenebilir Enerji Kaynakları Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, 1(1):3-11
- Ülkü, B., 2015. Yazılı görüşme. MTB Enerji Mühendislik Danışmanlık, Ankara, (Görüşme tarihi: 04.06.2015), e-posta: bulent@mtbenerji.com.tr
- Ünalın, G., 2003. Türkiye enerji kaynaklarının genel değerlendirmesi, Niğde Üniversitesi, Aksaray Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Dergisi 27 (1): 22-41.
- Yakıcı Ayan, T., Pabuçcu, H., 2013.Yenilenebilir enerji kaynakları yatırım projelerinin analitik hiyerarşi süreci yöntemi ile değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18(3): 89-110.
- Yalçın, O.,1998.Enerji santrallerinin aynı seviyeye getirilmiş maliyet metodu ile karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Eğitimi, Ankara.
- Yenice, O.,T., 2005. Kırsal kesimde kurulabilecek doğalgaz yakıtlı otoproduktör kojenerasyon santralleri üzerine bir araştırma, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Ankara.

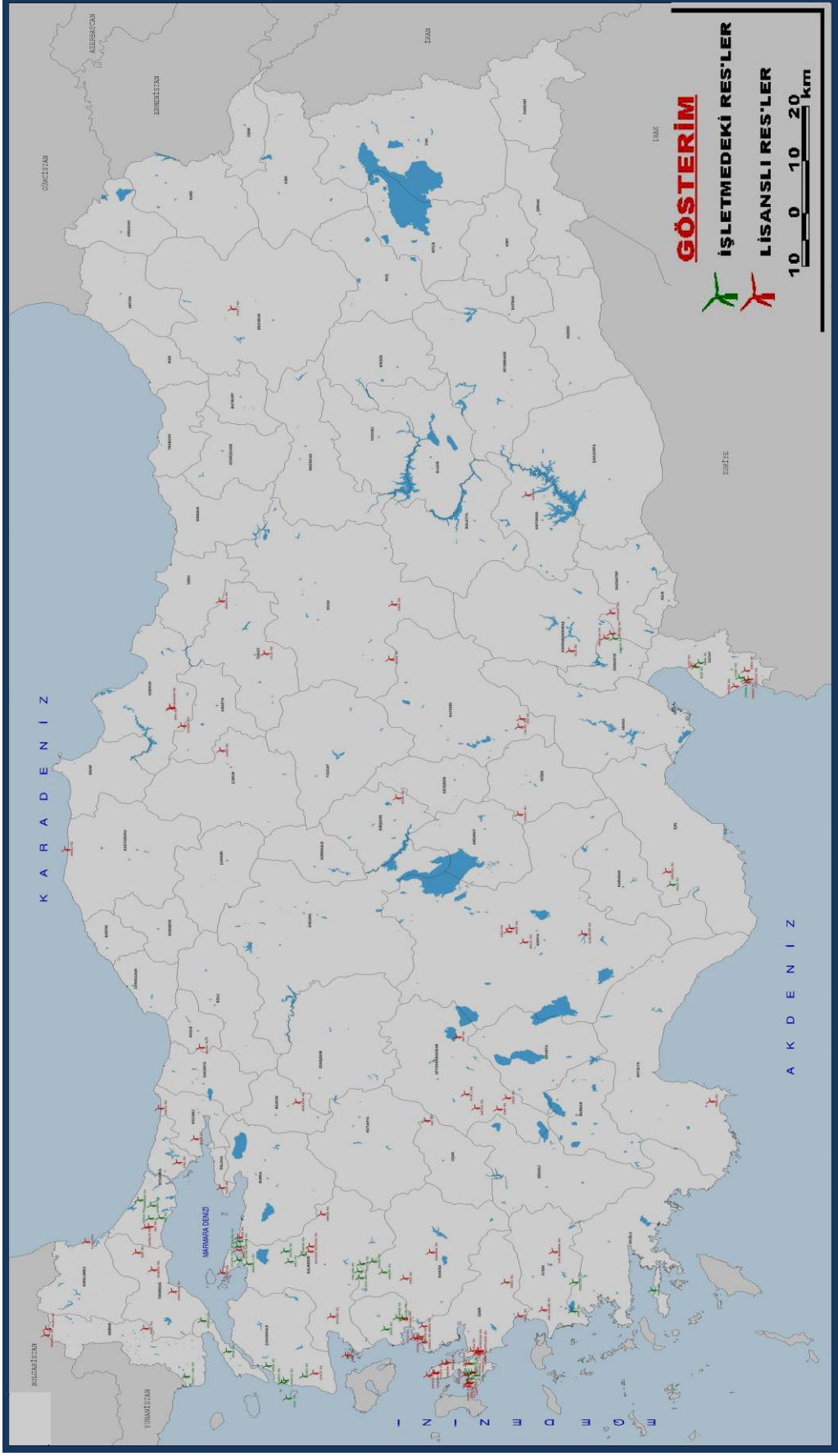
- Yelmen, B., Çakır, M., T., 2011. Yeşil enerji kaynakları ve teknolojisi, II. Elektrik Tesisat Ulusal Kongresi, 24-27 Kasım 2011, Elektrik Mühendisleri Odası, İzmir, s:46-56
- Yeşilata, B., 2013. Yenilenebilir enerji potansiyelimiz ve kullanımı, Mühendis ve Makine dergisi, 54(639):12-14.
- Yıldız , M., 2006. Dünya’da ve Türkiye’de alternatif ve fosil enerji kaynaklarının geleceğe yönelik etüdü, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Yılmaz, İ., İlbaş, M., Su, Ş., 2003. Türkiye rüzgâr enerjisi potansiyelinin değerlendirilmesi, Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 3-4 Ekim, Türkiye Mühendisler ve Mimarlar Odaları Birliği, Kayseri.
- Yılmaz, M., 2012. Türkiye’nin enerji potansiyeli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi açısından önemi, Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi,4(2):33-54
- Yumurtacı, Z., Bekiroğlu, N., 2005. Yenilenebilir enerji kaynakları ve teknolojileri, uluslararası eko teknolojiler ve ekolojik yerleşimler sempozyumu, 14-15 Kasım, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

EK LİSTESİ

EK 1. Enerji kaynaklarının sınıflandırılması.



EK 2. Türkiye’de işletmeye giren rüzgâr enerji santralleri ve lisans izni verilen alanları gösterir harita.



EK 3. ODÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğünün tez çalışması için onay yazısı.



**T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü**

Sayı : 92596593-302/ 1045
Konu : Bilimsel Çalışma (Güven KARAMAN) Hk.

27/11/2014

İLGİLİ MAKAMA

İlgi: Güven KARAMAN'ın 25.11.2014 tarihli dilekçesi.

Enstitümüz Yenilenebilir Enerji Anabilim Dalı 14521100009 numaralı öğrencisi Güven KARAMAN'ın, "Enerji İhtiyacının Karşılansında Doğalgaz Ve Rüzgar Kaynaklı Enerji Çevrim Santralleri; Yatırımlar Üzerine Stratejik Bir Analiz" konulu tez çalışması için, akademik danışmanlığını yürüten Yrd. Doç. Dr. Kadir AKSAY gözetiminde, konusu ile ilgili bilimsel çalışmalarda bulunmak üzere firmanızı ziyaret etmek istemektedir.

Öğrencimizin konu ile ilgili talebi, enstitümüz tarafından uygun görülmüş olup firmanız tarafından da uygun görüldüğü takdirde "İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği tedbirlerinin de alınarak" araştırma/ inceleme yapılması için gerekli izinlerin verilmesi hususunda;

Gereğini bilgilerinize arz/rica ederim.

Prof. Dr. Mehmet Fikret BALTA
Enstitü Müdürü

EK 4. REPA verilerine ilişkin e-posta yazı ve ekleri

[Yazdır](#)

[Kapat](#)

RE: Akademik çalışma için REPA bilgi talebi hk.

Kimden: **ozlem onenc** (oonenc@yegm.gov.tr)
Gönderme tarihi: 25 Mayıs 2015 Pazartesi 13:43:49
Kime: 'GÜVEN KARAMAN' (gkaraman28@hotmail.com)
 2 ek
repa 1.jpg (113,7 KB) , repa2.jpg (78,4 KB)

Güven Bey,

Bilgiler ektedir. Başarılar

İyi çalışmalar

Özlem Öneç

Mak.Yük.Müh.

From: GÜVEN KARAMAN [mailto:gkaraman28@hotmail.com]
Sent: Monday, May 25, 2015 9:01 AM
To: ozlem onenc
Subject: Akademik çalışma için REPA bilgi talebi hk.

Özlem hanım merhaba;

Ordu Üniveristesinde Yenilenebilir Enerji AB.D. yüksek lisans okuyorum ve Çanakkale İli Lapseki ilçesi hacıgelen köyü sınırları içerisinde yer alan 131 ada da bulunan bir arazinin rüzgar potansiyelinin 19 MW RES kurulumu için alacağız bunun için;

1- Arazinin Koordinatları enlemi 40°,14',10.2588 kuzey ve boylamı ise 26°,36',34.704 doğu

2- Raporun yerine ekran görüntüsü verebilir misiniz

İyi çalışmalar

Güven KARAMAN

EK 5. Piraziz Kaymakamlığı, Köylere Hizmet Götürme Birliği yazısı.



T.C.
PİRAZİZ KAYMAKAMLIĞI
Köylere Hizmet Götürme Birliği Başkanlığı



Konu: Bilgi Talebi

29.05.2015

Sayın: Güven KARAMAN

Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yenilenebilir Enerji A.B.D. Yüksek Lisans bitirme tezi ile beton yol maliyeti ve teknik bilgileri aşağıda belirtilmiştir.

Çalışmalarınızda başarılar dileriz.

İletişim Bilgileri
e-posta: umut_karaman28@hotmail.com
Adres: Piraziz Kaymakamlığı
Köylere Hizmet Götürme Birliği
Yol ve Ulaşım Hizmetleri

T. C.
GİRESUN İLİ
PİRAZİZ
İLÇE ÖZEL İDARE MÜDÜRLÜĞÜ
Ömür KARAMAN
Birlik Ekip Şefi

GEREKLİ BİLGİLER

**A-5 METRE GENİŞLİĞİNDE YAPILACAK BETON YOLUN KM BAŞINA
YAKLAŞIK MALİYETİ (TL) : 100.000,00 TL/Km**

B-YOLA DÖKÜLECEK BETONUN TEKNİK ÖZELLİKLERİ : C20 Hazır Beton

C-DÖKÜLECEK KALINLIK MİKTARI : 20 cm

Adres: Yeni Mah. Tuğgeneral Bahtiyar Aydın Bulvarı-PİRAZİZ
Elektronik Ağ: www.piraziz.gov.tr.

Tlf: 0454 361 32 03
e-posta: piraziz@piraziz.gov.tr.

EK 6. MTB Enerji Mühendislik Danışmanlık e-posta yazısı ve ekleri.

E-posta gönderiliyor: 19 MW DGKÇS FZBLT .docx, 19.MW RES FZBLT .docx

Kimden: **Bülent ÜLKÜ** (bulent@mtbenerji.com.tr)
Gönderme tarihi: 04 Haziran 2015 Perşembe 17:44:57
Kime: gkaraman28@hotmail.com
2 ek
19 MW DGKÇS FZBLT .docx (26,3 KB) , 19.MW RES FZBLT .docx (22,4 KB)

Sn Güven Karaman,
Talep etmiş olduğunuz bilgiler ektedir.
RES için arda@mtbenerji.com.tr den Arda Çeşmecioğlu' na,
DGKÇS için izzet@mtbenerji.com.tr den İzzet Ateş' e ulaşabilirsiniz.
Başarılar.
B.ÜLKÜ

Bu e-posta, avast! Antivirüs devrede olduğu için virüs ve zararlı yazılım içermemektedir.
<https://www.avast.com/antivirus>

GEREKLİ BİLGİ VE VERİLER

1- 19 MW Doğalgaz Enerji Santrali için;

- Yatırımın ekonomik ömrü : 25 yıl
- Kurulum süresi (yıl) : 2 yıl
- Doğalgaz Yakıt Tüketimi m³ : 34.656.000 m³/ Yıl
- KWh Başına Enerji Maliyeti : 22,58 Krş/kWh
- Gerekli makine ve teçhizatlar : Doğalgaz Türbini, Generatör, Isı Geri Kazanım kazanı, Buhar Türbini ve Generatörü, soğutma kulesi, Demineralize su artma ünitesi, RMS istasyonu, Baca
- Bu makinelerin teknik özellikleri : Teknik Veriler

Güç Üretimi İçin Gaz Türbini

Güç çıkışı	19,10 MW(e)
Yakıt	Doğal gaz / sıvı yakıt / çift yakıt ve istek üzerine diğer yakıt özellikleri
Frekans	50/60 Hz
Elektriksel verimlilik	%33,8
Isı oranı	10.664 kJ/kWh (10.107 Btu/kWh)
Türbin hızı	3.600 rpm
Kompresör basınç oranı	13:1
Egzoz gaz çıkışı/Sıcaklık	97,9 kg/s, 369°C (215,9 lb/s, 697°F)
NOx Emisyonları (DLE ile, %15 O2 kuru olarak düzeltilmiş)	≤42 ppmV

Mekanik Tahrik İçin

Şaft çıkışı	19,52 MW (26.177 bhp)
Yakıt	Doğal gaz / sıvı yakıt / çift yakıt ve istek üzerine diğer yakıt özellikleri
Verimlilik	%34,5
Isı oranı	10.432 kJ/kWh (7.373 Btu/bhph)
Türbin hızı	3.450 rpm
Kompresör basınç oranı	13:1
Egzoz gaz çıkışı/Sıcaklık	97,9 kg/s, 369°C (215,9 lb/s, 697°F)
NOx Emisyonları (DLE ile, %15 O2 kuru olarak düzeltilmiş)	≤42 ppmV

19 MW Doğalgaz Enerji Santrali

İlk Yatırım Maliyetleri (EURO)

Fizibilite Etüdü Maliyetleri Toplamı	100.000 TL
Proje Geliştirme Maliyetleri Toplamı	100.000 TL
Mühendislik Maliyetleri Toplamı	300.000 TL
Makine Teçhizat Maliyetleri (Taşıma, İşçilik, Kurulum Dahil) Toplamı	16.500.000 TL
Arazi/Arsa Maliyetleri ,İnşaat işleri Toplamı	1.000.000 TL
Enerji Nakil Hattı İle Şalt Sahası Maliyetleri Toplamı (ENH hattı uzunluğuna bağlı olarak değişir)	1.000.000 TL
Genel Toplam	19.000.000 TL

(EPDK sitesi bilgisi)

Yıllık İşletim ve Bakım Maliyetleri (Euro)

Parça ve İşgücü Gideri	1.200.000 TL/yıl	2,63 €/MWh
Yakıt Gideri	28.244.640 TL/yıl	61,94 €/MWh
Tamir ve Bakım Gideri	2.250.000 TL/yıl	4,93 €/MWh
Sigorta Gideri	160.000 TL/yıl	0,35 €/MWh
Genel İdari Giderler	1.000.000 TL/yıl	2,19 €/MWh
Öngörülmeleyen Giderler	1.450.000 TL/yıl	3,18 €/MWh

Toplam : 75,22 €/MW

NOT :

Bu güçlerdeki bir Doğalgaz Kombine Çevrim Santralında işletme - bakım ve diğer tüm giderler ortalama olarak yılların tecrübesi gereği 1,5 cent/kwh alınır. $1,5 \times 2,7 = 4$ krş/kwh

- Kombine çevrim verimi ortalaması 45,85%
- kwh başına yakıt maliyeti 18,58 krş/kWh olmaktadır.
- $18,58 \text{ krş/kWh} + 4\text{krş/kwh} = 22,58 \text{ krş /kwh}$ Birim Elektrik üretim maliyeti.
- 19 MW Kurulu Güce sahip Doğalgaz combine çevrim santralinde 1Kwh elektrik maliyeti 22,58 krş mertebelerinde gerçekleşir.
- Bu maliyette üretilen elektrik piyasa fiyatlarıyla rekabet edemez. Dolayısıyla yatırımın geri dönüş süresinden bahsedilemez.

2)19 MW Rüzgar Enerji Santrali için;

- Yatırımın ekonomik ömrü : 20+ yıl
- Kurulum süresi (yıl) : 1
- KWh Başına Enerji Maliyeti : 0,05€

19 MW Rüzgâr Enerji Santrali İlk Yatırım Maliyetleri (EURO)

Fizibilite Etüdü Maliyetleri Toplamı	30000€/MW
Proje Geliştirme Maliyetleri Toplamı	45000€/MW
Mühendislik Maliyetleri Toplamı	60000€/MW
Makine Teçhizat Maliyetleri (Taşıma, İşçilik, Kurulum Dahil) Toplamı	1200000€/MW
Arazi/Arsa Maliyetleri Toplamı	100000€/MW
Enerji Nakil Hattı İle Şalt Sahası Maliyetleri Toplamı	165000€/MW
Genel Toplam	1600000€/MW

NOT:€/MW olarak verilmiş tüm tutarlar MW başına düşen tutarlardır.

19 MW Rüzgâr Enerji Santrali Yıllık İşletim ve Bakım Maliyetleri (Euro)

Parça ve İşgücü Gideri	5,2 €/MWh
Yakıt Gideri	1 €/MWh (şebekeden çekilen enerji bedeli)
Tamir ve Bakım Gideri	- (parça ve işgücü giderine dahil)
Sigorta Gideri	2,6 €/MWh
Genel İdari Giderler	4,2 €/MWh
ÖngörülmeYen Giderler	3,4€/MWh

EK 7. EPDK fonsuz tarifeler çizelgesi (01/04/2015 tarihi itibarıyla)

01/04/2015 Tarihinden İtibaren Uygulanacak Fonsuz Tarifeler										
Görevli tedarik şirketinden enerji alan iletim sistemi kullanıcıları: tüketiciler										
1 NOLU	Sanayi									
	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece						
	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh						
	19,2823	19,1571	34,1093	8,3722						
Dağıtım Sistemi Kullanıcıları										
İletim şalt sahalarnın dağıtım şirketinin kullanımındaki OG baralarına özel hattı ile bağlı tek bir tüzel kişi durumundaki kullanıcılar										
2 NOLU	Görevli Tedarik Şirketinden Enerji Alan Tüketiciler									
	Aktif Enerji					Reaktif Enerji				
	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece						
	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kVARh					
Sanayi	22,7850	22,6598	37,6120	11,8749	13,3449	Sanayi				
Ticarethane	27,1603	25,2745	40,6360	13,7113	13,3449	Ticarethane				
Tarımsal Sulama	24,2929	22,9673	40,0271	12,0906	13,3449	Tarımsal Sulama				
İletim şalt sahalarnın dağıtım şirketinin kullanımındaki OG baralarına dağıtım şirketi hattı ile bağlı tek bir tüzel kişi durumundaki kullanıcılar										
3 NOLU	Görevli Tedarik Şirketinden Enerji Alan Tüketiciler									
	Kapasite		Aktif Enerji				Reaktif Enerji			
	Güç Bedeli	Güç Aşım Bedeli	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece				
	kr/kVA	kr/kVA	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kVARh			
Çift Terimli Tarife										
Sanayi	159,4395	318,8790	24,3137	24,1885	39,1407	13,4036	13,3449	Sanayi		
Tek Terimli Tarife										
Sanayi			24,8528	24,7276	39,6798	13,9427	13,3449	Sanayi		
Ticarethane			31,3856	29,4998	44,8613	17,9366	13,3449	Ticarethane		
Tarımsal Sulama			27,4321	26,1065	43,1663	15,2298	13,3449	Tarımsal Sulama		
Diğer Tüm Dağıtım Sistemi Kullanıcıları										
4 NOLU	Görevli Tedarik Şirketinden Enerji Alan Tüketiciler									
	Kapasite		Aktif Enerji				Reaktif Enerji			
	Güç Bedeli	Güç Aşım Bedeli	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece				
	kr/kVA	kr/kVA	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kWh	kr/kVARh			
Çift Terimli Tarife										
Sanayi Orta Gerilim	159,4395	318,8790	24,3136	24,1884	39,1406	13,4035	13,3449	Sanayi Orta Gerilim		
Tek Terimli Tarife										
Sanayi			24,8528	24,7276	39,6798	13,9427	13,3449	Sanayi		
Orta Gerilim			27,2398	27,1106	42,0628	16,3257	13,3449	Orta Gerilim		
Alçak Gerilim			31,3157	29,4299	44,7914	17,8667	13,3449	Alçak Gerilim		
Ticarethane			31,0485	29,3087	45,4657	17,6431	13,3449	Ticarethane		
Mesken			15,3792					Mesken		
Şehit Aileleri ve Muharip/Malul Gaziler										
Tarımsal Sulama			27,3972	26,0716	43,1314	15,1949	13,3449	Tarımsal Sulama		
Aydınlatma			28,9495					Aydınlatma		
Tedarikçisine Doğrudan Bağlı Tüketiciler İçin Emreamade Güç, Güç Aşım, Dağıtım ve Reaktif Bedeli					Üreticiler için dağıtım bedeli					
		Kapasite		Dağıtım Bedeli		Reaktif Enerji				
		Emreamade Güç Bedeli	Emreamade Güç Aşım Bedeli					Aktif Enerji	Reaktif Enerji	
		kr/kVA	kr/kVA	kr/kWh		kr/kVARh		kr/kWh	kr/kVARh	
2 nolu bağlantı durumu		159,4395	318,8790	0,0000		13,3449		0,1996	13,3449	
3 ve 4 nolu bağlantı durumu		159,4395	318,8790	1,3831		13,3449		2,1036	13,3449	
OG Aboneleri için Savaş Okuma (TL/Okuma)*:				5,9220						
AG Aboneleri için Savaş Okuma (TL/Okuma)*:				0,5922						
Dağıtım sistemine bağlı üreticilere tercih etmeleri halinde TEİAŞ tarafından belirlenen iletim bölgeleri bazındaki üretici fiyatları uygulanır.										
Çok zamanlı tarife uygulamasında Gündüz 06-17, Puant 17-22, Gece 22-06 saatleri arasındadır.										
Emreamade güç bedeli güç karşılığı kW miktardan üzerinden ve emreamade güç aşım bedeli bu gücün aşılması halinde aşılacak güç için aylık olarak alınır. Emreamade kapasite tarifesine tabii kullanıcılara dağıtım şebekesinden çekilen enerji için emreamade kapasite tarifesi kapsamında belirlenen dağıtım bedeli uygulanır. Dağıtım şebekesinden çekilen enerji için ayrıca bağlantı durumuna göre savaş okuma, iletim, kayıp-kaçak ve reaktif enerji bedelleri uygulanır.										
Uygulanacak tarifeler her tüketici ve kullanıcı için ilgili bileşenlerden oluşan toplam tarifelerdir.										
Reaktif enerji tarifesi ilgili usul ve esaslarda belirtilen şartlar dahilinde uygulanır.										
*Savaş Okuma bedeli savaş okuma işlemi başına dağıtım esas abonelere uygulanacaktır. Bu bedel bir aboneye yılda en çok 12 kez uygulanabilir.										
Fon, pay, vergi vb. yasal yükümlülükler ayrıca ilave edilecektir.										

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Güven KARAMAN
Doğum Yeri : Bulancak
Doğum Tarihi : 19.04.1977
Yabancı Dili : İngilizce
E-mail : gkaraman28@hotmail.com
İletişim Bilgileri : Ordu Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu
Akyazı Mah. Sahil Cad. Altınordu/ORDU

Öğrenim Durumu :

Derece	Bölüm/ Program	Üniversite	Yıl
Lisans	İşletme	Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi	2005

İş Deneyimi:

Görev	Görev Yeri	Yıl
Memur	Türkiye İş Kurumu Artvin İl Müdürlüğü	2001- 2006
Şef	Türkiye İş Kurumu Ordu İl Müdürlüğü	2007 2011
Yüksekokul Sekreteri	Ordu Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu	2011...

Yayımlar :

- 1.
- 2.