



**T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İŞLETME ANABİLİM DALI**

**RÜZGAR ENERJİSİ YATIRIMLARI  
VE  
ISPARTA İLİNDE KURULABİLECEK RÜZGAR  
ENERJİSİ SANTRALİNİN EKONOMİK ANALİZİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Hasan Hüseyin ÖZCAN**

**Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Ali Cüneyt ÇETİN**

**ISPARTA, 2009**

T.C  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
MÜDÜRLÜĞÜ

TEZ SAVUNMASI ve SÖZLÜ SINAV TUTANAĞI

Gönderen : ..... İ.S.L.E.Z.M.E ..... EABD Başkanlığı

Gönderilen : Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü

Enstitü Anabilim Dalımız **YÜKSEK LİSANS / DOKTORA** Programı öğrencisi  
..... Hasan Hüseyin ÖZCAN ..... tez çalışmalarını sonuçlandırmış ve  
kurulan jüri önünde tezini savunmuştur. Sınav tutanağı aşağıdadır.  
Tez Adı Değişikliği **YAPILDI / YAPILMADI**

Tarih

Enstitü Anabilim Dalı Başkanı

SINAV TUTANAĞI:

Jürimiz Lisansüstü Öğretim Yönetmeliği'nin 25./39. maddesi uyarınca 11.1.2009 Perşembe  
günü saat 13.00 'de toplanmış ve yukarıda adı geçen öğrencinin Rüzece Enerjisi Yatırımları...  
ve Sporla İltidat Kuvvetleri Rüzece Enerjisi Yatırımları Eleme ve Analizi...  
konulu tezini incelemiş ve yapılan sözlü sınav sonunda **OYBİRLİĞİ / OYÇOKLUĞU** ile aşağıdaki kararı  
almıştır.

KABUL  RED  DÜZELTME

Tez Sınavı Jürisi	Ünvanı, Adı Soyadı	İmza
Başkan	Yrd. Doç. Dr. İsmet TITİZ	
Üye	Yrd. Doç. Dr. Mustafa ÖZTÜRK	
Üye	Yrd. Doç. Dr. Ali Cüneyt ÇETİN	
Üye		
Üye		

Yukarıda adı geçen öğrenci Sınav Tutanağı'nda belirtildiği üzere mezun olmaya **HAK KAZANMIŞTIR / KAZANMAMIŞTIR**.  
Gereğini rica ederim.

ENSTİTÜ YÖNETİM KURULU KARARI : Tarih: Karar No:

Enstitü Müdürü

MADDE-25 Tez Sınavının tamamlanmasından sonra Jüri tez hakkında salt çoğunlukla "KABUL", "RED", veya "DÜZELTME" kararı verir. Bu karar, Enstitü Anabilim Dalı Başkanlığınca tez sınavını izleyen üç gün içinde ilgili Enstitüye tutanakla bildirilir. Tezi reddedilen öğrencinin Enstitü ile ilişkisi kesilir. Tezi hakkında düzeltme kararı verilen öğrenci en geç üç ay içinde gereğini yaparak tezini aynı jüri önünde yeniden savunur. Bu savunma sonunda da tezi kabul edilmeyen öğrencinin Enstitü ile ilişkisi kesilir. Düzeltme alan öğrenci bir sonraki dönemde kayıt yaptırmak zorundadır.

Madde-39 Tez Sınavının tamamlanmasından sonra Jüri tez hakkında salt çoğunlukla "KABUL", "RED" veya "DÜZELTME" kararı verir. Bu karar, Anabilim Dalı Başkanlığınca tez sınavını izleyen üç gün içinde ilgili Enstitüye tutanakla bildirilir. Tezi reddedilen öğrencinin Yüksek Öğretim Kurumu ile ilişkisi kesilir. Tezi hakkında düzeltme kararı verilen öğrenci en geç altı ay içinde gereğini yaparak tezini aynı jüri önünde yeniden savunur. Bu savunma sonunda da tezi kabul edilmeyen öğrencinin Enstitü ile ilişkisi kesilir.

## ÖZET

RÜZGÂR ENERJİSİ YATIRIMLARI  
VE  
ISPARTA İLİNDE KURULABİLECEK RÜZGÂR ENERJİSİ SANTRALİNİN  
EKONOMİK ANALİZİ

Hasan Hüseyin ÖZCAN

Süleyman Demirel Üniversitesi, İşletme Bölümü  
Yüksek Lisans Tezi, Mayıs 2009

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ali Cüneyt ÇETİN

Günümüz insanı yaşamının her noktasında enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Fosil enerji kaynaklarının yakın gelecekte tükenme ihtimalinin bulunması ve çevreye verdikleri zarar insanoğlunu alternatif enerji kaynakları aramaya itmiştir. Bu bağlamda, dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarına ve özellikle rüzgâr enerjisine talep artmıştır.

Bu tezin amacı, rüzgâr enerjisi santrali yatırımları ve bu yatırımların finansmanını incelemek, Isparta ilinde kurulabilecek bir rüzgâr enerjisi santralinin ekonomik analizini yapmaktır.

Birinci bölümde enerji kaynakları ve rüzgâr enerjisi başlığı altında genel olarak enerji kaynakları ve rüzgâr enerjisi hakkında bilgiler verilmiş Dünya’ daki ve Türkiye’ deki uygulamalarına değinilmiştir.

İkinci bölümde rüzgâr enerjisi yatırımları, maliyetler, finansman kaynakları ve teşvik uygulamalarına değinilmiştir.

Üçüncü bölümde Isparta İlinde kurulacak bir rüzgâr enerjisi santralinin ekonomik analizi “RetScreen Temiz Enerji Proje Analiz Yazılımı” kullanılarak yapılmıştır.

Sonuç olarak kullanılan yöntem ve veriler ile yapılan varsayımlar altında halen ülkemizde uygulamada olan rüzgâr enerjisi santrallerinde üretilen elektriğin satış fiyatı baz alınarak Isparta ilinde merkezi şebekeye bağlantılı bir rüzgâr enerji santrali kurulması ekonomik bulunmamıştır. Ancak son günlerde ülkemizde rüzgâr enerjisi santrallerinde üretilen elektriğin satış fiyatının artırılması gündemde olup satış fiyatında söz konusu artışın gerçekleşmesi halinde Isparta ilinde merkezi şebekeye bağlantılı bir rüzgâr enerji santrali kurulması ekonomik hale gelebilecektir. Rüzgâr enerjisi santralinin, rüzgâr hızının projede kullanılanıdan daha fazla olduğu bir noktaya kurulması, maliyetleri önemli ölçüde düşürücü veya elektrik satış gelirini önemli ölçüde artırıcı gelişmelerin ortaya çıkması durumunda da Isparta ilinde kurulabilecek bir rüzgâr enerjisi santralinin ekonomik olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Rüzgâr Enerjisi, Rüzgâr Enerjisi Yatırımları ve Finansmanı, Isparta

ABSTRACT

WIND POWER INVESTMENTS  
AND  
ECONOMIC ANALYSIS OF A WIND POWER PLANT  
THAT CAN BE BUILT IN ISPARTA

Hasan Hüseyin ÖZCAN

Süleyman Demirel University, Department of Business Administration  
Master Thesis, May 2009

Supervisor: Asst.Prof.Dr. Ali Cüneyt ÇETİN

Nowadays human need energy at all aspects of life. The possibility of running out of fossil fuels in the near future and the hazardous effects of them on the environment, lead human to look for alternative energy sources. Thus, interest in the renewable energy sources and especially in wind power increased.

The aim of this study is to examine the wind power investments, the finance of this investments and to economically analyse a wind power plant that can be built in Isparta.

In the first chapter, general information about the sources of energy and wind energy were given with the practices in the World and Turkey.

The second chapter deals with the wind power investments, costs, financing methods and incentives around the world.

In the third chapter, an economical analysis of a wind plant to be built in Isparta was conducted with the help of RetScreen Clean Energy Project Analysis Tool.

As a result, with the data(real and hypothetical) used and under the method followed, a grid connected wind plant to be built in Isparta whose electricity generation will be sold at current market prices, is thought to be economically unfeasible. However, nowadays in Turkey the price of electricity generated by wind power plants is planned to be increased. If this increase is realized, a grid connected wind plant to be built in Isparta will be economically feasible. If special locations with wind speeds more than the ones used in the project can be found, or any improvements can be made to diminish the costs or increase the income generated from the plant, it may also be economically feasible to build a grid connected wind plant in Isparta.

Keywords: Wind Energy, Wind Energy Investments and Finance, Isparta

## İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	V
KISALTMALAR.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	VIII
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	IX
GİRİŞ .....	1

### BİRİNCİ BÖLÜM

1. ENERJİ KAYNAKLARI VE RÜZGÂR ENERJİSİ.....	3
1.1. Enerji Kaynakları .....	3
1.1.1. Yenilenemez Enerji Kaynakları.....	4
1.1.1.1. Petrol.....	4
1.1.1.2. Linyit ve Taş Kömürü.....	5
1.1.1.3. Doğalgaz.....	5
1.1.1.4. Nükleer Enerji.....	6
1.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	6
1.1.2.1. Güneş Enerjisi.....	6
1.1.2.2. Hidroelektrik Enerji .....	6
1.1.2.3. Biyokütle Enerjisi .....	7
1.1.2.4. Jeotermal Enerji .....	7
1.1.2.5. Dalga Enerjisi .....	7
1.1.2.6. Hidrojen Enerjisi.....	8
1.2. Rüzgâr Enerjisi.....	8
1.2.2. Rüzgâr Enerjisinin Avantajları ve Dezavantajları .....	10
1.2.3. Dünya’ da Rüzgâr Enerjisi Kullanımı .....	13
1.2.4 Türkiye’ de Rüzgâr Enerjisi Kullanımı .....	21

### İKİNCİ BÖLÜM

2. RÜZGÂR ENERJİSİ SANTRAL YATIRIMLARI VE FİNANSMANI.....	25
2.1. Rüzgâr Enerjisi Santral Maliyetleri .....	25
2.1.1. Rüzgâr Enerjisi Santrallerinin Kurulum Maliyetleri.....	25
2.1.2. Rüzgâr Enerjisi Santrallerinin Operasyon, Bakım ve Onarım Maliyetleri .....	27
2.1.3. Rüzgâr Enerjisi Santral Maliyetlerini Etkileyen Trendler .....	29
2.1.4. Rüzgâr Enerjisi ile Üretilen Elektriğin Maliyeti.....	31
2.2. Rüzgâr Enerjisi Yatırımları .....	34
2.3. Rüzgâr Enerjisi Yatırımlarının Finansmanı.....	36

2.3.1. Özkaynak Finansmanı .....	37
2.3.2. Borç Finansmanı.....	38
2.3.2.1. Proje Kredisi ve Proje Kredisi Veren Bazı Kuruluşlar .....	38
2.3.2.2. Sendikasyon Kredisi .....	45
2.4. Rüzgâr Enerjisi ile İlgili Teşvik Uygulamaları.....	46
2.4.1. Mali Teşvikler .....	46
2.4.2. Vergi Teşvikleri.....	47
2.4.3. Üretim Teşvikleri.....	47
2.4.4. Seçilmiş Bazı Ülkelerde Rüzgâr Enerjisi Teşvik Uygulamaları.....	49
2.4.5. Türkiye’ de Rüzgâr Enerjisine Sağlanan Teşvikler .....	51

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. ISPARTA İLİNDE KURULACAK BİR RÜZGÂR ENERJİSİ SANTRALİNİN EKONOMİK ANALİZİ.....	54
3.1. Proje Hakkında Genel Bilgiler .....	54
3.1.1. Isparta İlinin Coğrafi Konumu .....	54
3.1.2. RetScreen Temiz Enerji Proje Analiz Yazılımı .....	54
3.1.3. Proje Verileri.....	55
3.2. Enerji Modeli .....	58
3.2.1. Rüzgâr Hızı.....	58
3.2.2. Elektrik İhracat Fiyatı.....	58
3.2.3. Rüzgâr Türbini .....	58
3.3. Maliyet Analizi.....	60
3.3.1. Kurulum Maliyetleri .....	61
3.3.1.1. Fizibilite Etüdü .....	61
3.3.1.2. Geliştirme Maliyetleri.....	64
3.3.1.3. Mühendislik .....	66
3.3.1.4. Elektrik Sistemi .....	68
3.3.1.5. Sistem Dengesi ve Diğer Maliyetler.....	69
3.3.2. Yıllık Maliyetler(İşletme ve Bakım Maliyetleri).....	72
3.3.3. Dönemsel Maliyetler .....	74
3.4. Finansal Analiz.....	74
3.4.1. Finansal Parametreler .....	74
3.4.2. Proje Sonuçlarının Değerlendirmesi.....	75
3.4.2.1. Birinci Senaryo .....	76
3.4.2.2. İkinci Senaryo.....	80
SONUÇ .....	83
KAYNAKÇA .....	85
ÖZGEÇMİŞ .....	89

## KISALTMALAR

§c	1/100 USD
°C	Santigrat Derece(Sıcaklık Ölçüsü Birimi)
€c	1/100 EURO
A.Ş.	Anonim Şirket
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AR-GE	Araştırma Geliştirme
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
dB	Desibel, Ses Seviyesi Birimi
DKK	Danimarka Kronu
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EURO(€)	Avrupa Birliği Para Birimi
GW	Gigawatt, 10 <sup>9</sup> watt(uluslararası standart güç birimi)
km	Kilometre
kPa	Kilopascal, Basınç Birimi
KWh	Kilowattsaat, Enerji Birimi, 10 <sup>3</sup> wattsaat
LIBOR	London Interbank Offered Rate,Referans Faizi Olarak Kullanılır.
m	Metre
MÖ	Milattan Önce
MW	Megawatt, 10 <sup>6</sup> watt(uluslararası standart güç birimi)
MWh	Megawattsaat, Enerji Birimi, 10 <sup>6</sup> wattsaat
	Yenilenebilir Enerji Üretimini Finanse Edilmesinde Özel Amaçlı
SPDF	Borç Fonu
TKB	Türkiye Kalkınma Bankası
TSKB	Türkiye Sınai Kalkınma Bankası
TWh	Terawattsaat, Enerji Birimi, 10 <sup>12</sup> wattsaat
USD(\$)	Amerika Birleşik Devletleri Para Birimi

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. 2008 Yıl Sonu Verilerine Göre Rüzgâr Enerjisi Kurulu Gücü En Yüksek 10 Ülke .....	13
Şekil 1.2. 2008 Yılı İçerisinde Kullanıma Alınan Rüzgâr Enerjisi Kurulu Güç Miktarlarına Göre İlk 10 Ülke .....	15
Şekil 1.3. 1996–2008 Yılları Arası Dünya Rüzgâr Enerjisi Kurulu Güç Kapasitesi Değişimi .....	17
Şekil 2.1. Almanya’ da Kurulu Rüzgâr Enerjisi Santrallerinde 1997–2001 Yılları Arası Ortalama Operasyon, Bakım ve Onarım Maliyetleri .....	28
Şekil 2.2 Yıllar İtibariyle Rüzgâr Türbini Büyüklükleri Değişimi.....	29
Şekil 2.3. Yıllar İtibariyle Rüzgâr Enerjisi Yatırım Maliyetleri.....	30
Şekil 2.4. Kuruluş Yeri Rüzgâr Rejiminin Rüzgâr Enerji Santrallerinde Üretilen Elektrik Maliyetine Etkisi.....	31
Şekil 2.5. Danimarka’ da Rüzgâr Enerji Santrallerinde Üretilen Elektrik Maliyetinin Yıllar İtibariyle Değişimi .....	32
Şekil 2.6. Rüzgâr Enerji Santrallerinde 2008–2030 Yılları İtibariyle Kaçınılması Planlanan CO <sub>2</sub> ve Yakıt Maliyetleri .....	34
Şekil 2.7. 2000-2030 Yılları Arasında Avrupa Birliği Ülkelerinde Tahmini Rüzgâr Enerjisi Yatırımları .....	35
Şekil 3.1. Isparta’ da 50 Metre Yükseklikte Rüzgâr Hız Dağılımı.....	56
Şekil 3.3. Kümülatif Net Nakit Akışları (Elektrik İhracat Fiyatı=5,5 Euro Cent/KWh).....	78
Şekil 3.4. Kümülatif Net Nakit Akışları (Elektrik İhracat Fiyatı=8 Euro Cent/KWh) .....	81



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. 2008 Yıl Sonu Verilerine Göre Rüzgâr Enerjisi Kurulu Gücü En Yüksek 10 Ülke .....	14
Çizelge 1.2. 2008 Yılı İçerisinde Kullanıma Alınan Rüzgâr Enerjisi Kurulu Güç Miktarlarına Göre İlk 10 Ülke .....	16
Çizelge 1.3. 1996–2008 Yılları Arası Dünya Rüzgâr Enerjisi Kurulu Güç Kapasitesi Değişimi .....	18
Çizelge 1.4. Ülke ve Bölge Bazında Rüzgâr Enerjisi Kurulu Güç Kapasitesi Değişimi(2007–2008) .....	19
Çizelge 1.5. Türkiye’de Yıllar İtibariyle Kurulu Bulunan Rüzgâr Enerji Kapasitesi .....	22
Çizelge 1.6. Türkiye’de 04.02.2009 Tarihi İtibariyle Kurulu Bulunan ve Kurulması Planlanan Rüzgâr Enerji Santralleri.....	22
Çizelge 2.1. Rüzgâr Enerji Santrali Kurulumunda Maliyetlerin Dağılımı .....	26
Çizelge 3.1. Isparta İli İklim Verileri.....	57
Çizelge 3.2. Seçilen Rüzgâr Türbinine Ait Güç Eğrisi Ve Enerji Eğrisi Verileri.....	59
Çizelge 3.3. Fizibilite Etüdü İçin Yapılması Gereken Harcamalar .....	61
Çizelge 3.4. Geliştirme İçin Yapılması Gereken Harcamalar .....	64
Çizelge 3.5. Mühendislik İçin Yapılması Gereken Harcamalar.....	66
Çizelge 3.6. Elektrik Sistemi İçin Yapılması Gereken Harcamalar .....	68
Çizelge 3.7. Elektrik Sistemi İçin Yapılması Gereken Harcamalar .....	70
Çizelge 3.8. İlk Kurulum Maliyet Kalemleri ve Toplam İlk Kurulum Maliyeti İçindeki Payları.....	72
Çizelge 3.9. Yıllık İşletme ve Bakım Maliyetleri.....	73
Çizelge 3.10. Dönemsel Maliyetler .....	74
Çizelge 3.11. Projenin Vergi Öncesi, Vergi Sonrası Nakit Akışları ve Kümülatif Nakit Akışları(Elektrik İhracat Fiyatı=5,5 Euro Cent/KWh) .....	77
Çizelge 3.12. Projenin Vergi Öncesi, Vergi Sonrası Nakit Akışları ve Kümülatif Nakit Akışları(Elektrik İhracat Fiyatı=8 Euro Cent/KWh) .....	80

## GİRİŞ

Günümüz insanının hayatını idame ettirebilmesi için enerji çok kritik bir ihtiyaçtır. Enerji tüm sektörlerde en önemli girdi durumundadır. Evlerimizde, işyerlerinde, eğitimde, sağlıkta, ulaşımda, sanayide kısacası tüm yaşam alanlarında enerji vazgeçilmez bir olgu haline gelmiştir. İnsanoğlu enerji ihtiyacını karşılayabilmek için uzun yıllar boyunca fosil yakıtlara yönelmiş, ancak fosil yakıtların yakın bir gelecekte tükenme tehlikesine girmesi ve özellikle çevreye verdikleri zarar yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi artırmış ve yatırımların bu yöne kaymasına neden olmuştur.

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında son yıllarda en çok ilgiyi ise rüzgâr enerjisi çekmektedir. Rüzgâr endüstrisi, ortalama %40' lara yaklaşan yıllık büyüme hızıyla dünyanın en hızlı büyüyen enerji kaynağıdır. Dünya' da birçok ülke konunun önemini anlamış ve kendine orta ve uzun vadeli, enerji ihtiyacının belli bir yüzdesini rüzgârdan karşılamaya yönelik hedefler koymuştur. Rüzgâr enerjisi temiz bir enerjidir. Rüzgâr enerjisi geleceğin enerji kaynakları arasında özellikle iklim değişikliklerini önlemede önemli bir rol alacaktır. Rüzgâr enerjisi kullanımı, fosil yakıtların kullanımını ve yanma sonucu oluşan kirletici maddelerin emisyonunu azaltmaktadır.

Rüzgâr enerji sektörü sermaye yoğun bir sektör olup, özellikle kurulum aşamasında büyük yatırımlara gereksinim duyulmaktadır. Bu durum rüzgâr enerji sektörünün önündeki en büyük engeldir.

Bu çalışmanın amacı, rüzgâr enerjisi santrali yatırımları ve bu yatırımların finansmanını incelemek, Isparta ilinde kurulabilecek bir rüzgâr enerjisi santralinin ekonomik analizini yapmaktır.

Çalışmanın birinci bölümünde enerji kaynakları ve rüzgâr enerjisi hakkında genel bilgiler verilerek rüzgar enerjisinin önemine dikkat çekilmiş, Dünya' daki ve Türkiye' deki uygulamalarına değinilmiştir. İkinci bölümde rüzgâr enerjisi yatırımları, maliyetler, finansman kaynakları ve devletler tarafından bu sektöre sağlanan teşvikler ele alınmıştır. Üçüncü bölümde ise Isparta ili içerisinde

kurulabilecek bir rüzgâr enerjisi santralının “RetScreen Temiz Enerji Proje Analiz Yazılımı” kullanılarak ekonomik analizi yapılmıştır.

Sonuç olarak kullanılan yöntem ve veriler ile yapılan varsayımlar altında güncel elektrik ihracat fiyatı(5,5 Euro Cent/KWh) kullanılarak Isparta ilinde merkezi şebekeye bağlantılı bir rüzgâr enerji santrali kurulması ekonomik bulunmamıştır. Ancak ülkemizde son günlerde rüzgâr enerjisi santrallerinde üretilen elektriğin alım fiyatının 8 Euro Cent/KWh’ a çıkarılması gündemde olup, bu elektrik ihracat fiyatının kullanılması ile proje ekonomik hale gelmektedir.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### 1. ENERJİ KAYNAKLARI VE RÜZGÂR ENERJİSİ

#### 1.1. Enerji Kaynakları

Enerji, bir maddenin, makinenin ya da maddeler sisteminin iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır.<sup>1</sup>

İnsanlar tarih boyunca enerjiye ihtiyaç duymuşlardır. Diğer canlı varlıklar gibi sadece besinler yoluyla aldıkları enerjiyle yetinmemişler ve besin kaynakları dışında çeşitli enerji kaynakları keşfederek bu kaynakları çeşitli teknolojiler sayesinde ısı, mekanik ve elektrik enerjisine çevirmeyi öğrenmişlerdir.<sup>2</sup>

Enerji günümüz insanının hayatını devam ettirebilmesi için vazgeçilmez bir konumdadır. Evlerimizde, işyerlerinde, eğitimde, sağlıkta, ulaşımda, sanayide kısacası tüm yaşam alanlarında enerji vazgeçilmez bir olgu haline gelmiştir.

Enerji konusu ele alınırken, enerji kaynaklarının sınıflandırılması büyük önem taşımaktadır. Çünkü konuya yaklaşım tarzına göre farklı sınıflandırma şekillerine yer verilmesi gerekmektedir.<sup>3</sup>

Enerji kaynakları niteliklerinin değiştirilip değiştirilmemesi açısından ‘birincil’ ve ‘ikincil’ enerji kaynakları olarak bir ayrıma tabi tutulabilir. Birincil enerji kaynakları, doğada buldukları biçimden bir değişikliğe uğramaksızın kullanılabilinen kaynaklardır. İkincil enerji kaynakları ise birincil enerji kaynaklarının belli işlemlerden geçirilmesi ile meydana gelen enerji kaynaklarıdır.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> C.Nejat BERBEROĞLU, Türkiye’ nin Ekonomik Gelişmesinde Elektrik Enerjisi Sorunu, E.İ.T.İ.A Yayını No:245/165 Eskişehir, 1982, s.9

<sup>2</sup> Tahsin YAMAK, Türkiye’ nin Alternatif Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Ekonomik Analizleri, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2006, s.3

<sup>3</sup> YAMAK, s.7

<sup>4</sup> BERBEROĞLU, s.11

*Birincil Enerji Kaynakları*

- a) Kömür
- b) Petrol
- c) Doğalgaz
- d) Nükleer Güç
- e) Odun
- f) Su Gücü
- g) Güneş
- h) Rüzgâr

*İkincil Enerji Kaynakları*

- a) Odun Kömürü
- b) Kok ve Havagazı
- c) Elektrik Enerjisi

Birleşmiş Milletler ise enerji kaynaklarını ‘Yenilenemez Enerji Kaynakları’ ve ‘Yenilenebilir Enerji Kaynakları’ şeklinde bir ayrıma tabi tutmaktadır.<sup>5</sup>

**1.1.1. Yenilenemez Enerji Kaynakları**

Yenilenemez enerji kaynakları madensel kökenlidir. Meydana gelişleri itibarıyla yenilenmeleri çok uzun bir süre aldığından, yenilenemeyen enerji kaynakları olarak adlandırılırlar.

**1.1.1.1. Petrol**

Yirminci yüzyılın stratejik maddesi olan petrol hayatımızın hemen her alanında kullanımımıza girmiştir. Hiçbir enerji kaynağı şimdiye kadar insanoğlunun yaşamına petrol kadar dahil olmamıştır. Ya hammadde ya da doğrudan enerji

---

<sup>5</sup> YAMAK, s.8

kaynağı olarak kullandığımız petrolün alternatifi halen tam olarak mevcut değildir. Bugün dünyada birincil enerji tüketiminde en büyük payı % 40' a yaklaşan pay ile petrol oluşturmaktadır.<sup>6</sup>

### 1.1.1.2. Linyit ve Taş Kömürü

Enerji hammaddeleri içinde önemli bir yere sahip olan kömür dünyada geniş rezervlere ve yaygın tüketim alanlarına sahiptir. Kömür, birçok ülkede madencilik çalışmalarının en önemli ürünü olmasının yanı sıra, birincil enerji kaynakları içerisinde de ilk sıralarda yer almaktadır.<sup>7</sup>

Türkiye'nin en önemli fosil enerji kaynağı kömürdür. Zira enerji tüketiminin % 24'lük oranı yerli üretim kömürden karşılanmaktadır. Kömür enerji üretiminde, çelik üretiminde ve çimento imalatında yoğun olarak kullanılmaktadır.<sup>8</sup>

### 1.1.1.3. Doğalgaz

Yanması en kolay ayarlanabilen ve yanma verimliliği en yüksek olan yakıttır. Bu özelliği, kullanım kolaylığı ve ekonomisi sağlar. Karbon içeriğinin düşük olması nedeniyle atmosferde sera etkisi oluşturan ve insan sağlığı bakımından zehirleyici olan karbondioksit gazı emisyonu, katı yakıtlara göre 1/3, sıvı yakıtlara göre 1/2 oranında daha azdır.<sup>9</sup>

Diğer bütün kaynaklar da olduğu gibi Türkiye doğalgaz kaynaklarında da büyük oranda dışa bağımlı durumdadır.<sup>10</sup>

<sup>6</sup> Ali KÜLEBİ, **Türkiye'nin Enerji Sorunları ve Nükleer Gereklilik**, Bilgi Yayınevi, İstanbul, Haziran 2007, s.47

<sup>7</sup> Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu: Kömür Çalışma Grubu Raporu, Ankara: DPT, Mayıs 1996, [www2.dpt.gov.tr/dptweb/ekutup96/o496/o496-oku.html](http://www2.dpt.gov.tr/dptweb/ekutup96/o496/o496-oku.html), s.10, (23.04.2009)

<sup>8</sup> Durmuş KAYA, Renewable Energy Policies in Turkey, Renewable and Sustainable Energy Resource Reviews, 5 August 2004, s.154

<sup>9</sup> Nükleer Teknoloji Bilgi Platformu, Doğalgaz Enerjisi(Termik), <http://www.nukte.org/dogalgazenerjisi>, (23.04.2009)

<sup>10</sup> YAMAK, s.21

#### **1.1.1.4. Nükleer Enerji**

Nükleer kaynaklar alternatif kaynak olarak adlandırılan fakat dünyada sınırlı sayıda bulunduğundan dolayı yenilenemez kaynaklar kategorisinde yer alan enerji kaynaklarıdır. Bu güç, atom çekirdeğinin parçalanmasından ortaya çıkmakta ve oluşmaktadır. Atomun parçalanmasından oluşan enerjiye fisyon enerjisi denilmektedir. Nükleer santrallerde bu yöntem kullanılmaktadır. Atom reaktörlerinde oluşan ısı ise daha sonra elektrik enerjisine çevrilmektedir.<sup>11</sup>

#### **1.1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları**

En genel olarak, yenilenebilir enerji kaynağı; enerji kaynağından alınan enerjiye eşit oranda veya kaynağın tükenme hızından daha çabuk bir şekilde kendini yenileyebilmesi ile tanımlanır.<sup>12</sup>

##### **1.1.2.1. Güneş Enerjisi**

Son yıllarda görülen yakıt fiyatlarındaki artışlar nedeniyle birkaç yıl öncesine kadar ekonomik görülmeyen güneş enerjisi, bazı kullanım alanlarında oldukça ekonomik duruma gelmiştir. Petrol ve kömür gibi birincil enerji kaynaklarına alternatif olarak güneş enerjisi çok umut vericidir.<sup>13</sup>

##### **1.1.2.2. Hidroelektrik Enerji**

Hidroelektrik santrallerin yapımından önce faydalanılamayan su, santralle birlikte ülke ekonomisine katılmaktadır. Ayrıca hidroelektrik santrallerin kuruluş, işletme, onarım maliyetleri dışında, ham madde masrafı bulunmamaktadır. Enerji üretiminde kullanılan yöntem çevre ile dosttur. Üretim aşamasında çevreye zararlı hiçbir atık oluşmaz.<sup>14</sup>

---

<sup>11</sup> YAMAK, s.27

<sup>12</sup> [http://tr.wikipedia.org/wiki/Yenilenebilir\\_enerji](http://tr.wikipedia.org/wiki/Yenilenebilir_enerji), (23.04.2009)

<sup>13</sup> Ahmet ŞENPINAR, Muhsin Tunay GENÇOĞLU, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkileri Açısından Karşılaştırılması, <http://web.firat.edu.tr/daum/docs/42/10%20YEN%C4%B0LENEB%C4%B0L%C4%B0R%20ENERJ%C4%B0%20--Ahmet%20%9Eenp%C4%B1nar-%C3%B6dendi-6%20syf--49-54.doc>, s.50, (23.04.2009)

<sup>14</sup> ŞENPINAR, GENÇOĞLU, s.49-50, (23.04.2009)

### 1.1.2.3. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle tanımı, fotosentez yapan bütün organik canlılar için kullanılır. Fotosentez klorofilde meydana gelir. Klorofil, güneş enerjisini kullanarak havadaki karbondioksit ve suyu, karbonun bileşenlerinden oluşan karbonhidrat, hidrojen ve oksijene dönüştürür. Bu karbonhidratlar yakıldığında tekrar su ve karbondioksite çevrilmiş olurlar. Biyokütle, bu yol ile güneş enerjisinin depolanması için doğal batarya görevi görmüş olur. Dünya’da da birincil enerji tüketim kaynağı % 15’lik oranla biyokütledir.<sup>15</sup>

### 1.1.2.4. Jeotermal Enerji

Jeotermal, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, kimyasallar içeren sıcak su, buhar ve gazlardır. Jeotermal Enerji de bu jeotermal kaynaklardan ve bunların oluşturduğu enerjiden doğrudan veya dolaylı yollardan faydalanmayı kapsamaktadır.<sup>16</sup>

Türkiye sahip olduğu ısıtma amaçlı jeotermal enerji potansiyeli ile dünyada ilk 7 ülke arasındadır. Jeotermali doğrudan kullanımda da Türkiye dünyada 5. sırada yer almaktadır.<sup>17</sup>

### 1.1.2.5. Dalga Enerjisi

Okyanus dalgalarında trilyonlarca watt elektrik üretebilecek kadar potansiyel bulunduğu bilinmektedir. Dalga Enerjisi üreten sistemler, enerjiyi okyanusun yüzeyindeki dalgalardan ya da suyun altındaki dalgalanmalardan elde etmektedirler. Deniz kökenli yenilenebilir enerji kaynakları içinde Türkiye için en önemlisi deniz dalga enerjisidir. Üç tarafı denizlerle çevrili Türkiye’de deniz dalga konvektörleri ile bu enerjiden yararlanılması düşünülmelidir.<sup>18</sup>

---

<sup>15</sup> Sibel AKKAYA, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Açısından Önemi ve Bir Rüzgâr Enerjisi uygulaması, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2007, s.45

<sup>16</sup> YAMAK, s.122

<sup>17</sup> AKKAYA, s.27

<sup>18</sup> AKKAYA, s.43,44



### 1.1.2.6. Hidrojen Enerjisi

Araştırmalar, mevcut koşullarda hidrojenin diğer yakıtlardan yaklaşık üç kat pahalı olduğunu ve yaygın bir enerji kaynağı olarak kullanımının hidrojen üretiminde maliyet düşürücü teknolojik gelişmelere bağlı olacağını göstermektedir. Bununla birlikte, günlük veya mevsimlik periyotlarda oluşan ihtiyaç fazlası elektrik enerjisinin hidrojen olarak depolanması günümüz için de geçerli bir alternatif olarak değerlendirilebilir.<sup>19</sup>

### 1.2. Rüzgâr Enerjisi

Dünyamıza ulaşan enerjinin kaynağı güneştir. Güneşten dünyamıza saatte 100 milyar MW enerji ulaşmaktadır. Güneşten dünyamıza gelen ısı enerjisi; yerçekimi ve elektromanyetik kuvvetler tarafından kullanılır. Dünyamız güneşten yayılan enerjinin sadece küçük bir kısmını tüketmektedir. Tüm fosil esaslı tükenen ve tükenmeyen enerjinin kaynağı güneştir. Güneşten gelen enerjinin yaklaşık %2'lik kısmı rüzgâr enerjisine, önemli bir bölümü de bitkiler tarafından biomass enerjisine dönüştürölmektedir.<sup>20</sup>

Artan nüfus ve insanların rahat ve konfor şartlarında yaşama arzuları insanoğlunun enerji talebini sürekli olarak artırmaktadır. Artan enerji talebini rezervleri sınırlı olan fosil esaslı yakıtlarla karşılamak her geçen gün güçleşmektedir. Günümüzde kullandığımız enerjinin büyük bir kısmı petrol, kömür, doğalgaz gibi fosil yakıtlarından elde edilmektedir. Bilinen petrol rezervlerinin 35-40 yıl, doğalgaz rezervlerinin 65 yıl ve kömür rezervlerinin 220 yıl sonra tükeneceği tahmin edilmektedir. Petrol, kömür, doğalgaz gibi yakıtlar fosil enerji kaynakları olup rezervleri sınırlıdır.<sup>21</sup>

Rüzgâr, havanın yer değiştirmesiyle oluşan esinti, yel olarak tanımlanabilir.<sup>22</sup> Güneşten gelen ışınlar dünya atmosferinde ısınmaya neden olmaktadır. Isınarak yoğunluğu azalan hava yükselmekte, bu havanın yerini soğuk hava doldurmaktadır.

<sup>19</sup> AKKAYA, s.40

<sup>20</sup> Metin YEREBAKAN, Rüzgâr Enerjisi, İstanbul Ticaret Odası, Yayın No:2001-33, Ekim 2001, s.1

<sup>21</sup> Rüzgâr Enerjisi, <<http://www.bilimselkonular.com/component/content/article/24-duenya/942-ruzgar-enerjisi.html>>, (23.04.2009)

<sup>22</sup> Türk Dil Kurumu İnternet Sitesi, < <http://tdkterim.gov.tr/bts/?kategori=veritbn&kelimesec=267913> > (23.04.2009)

Bu hava akımı dünyanın kendi etrafında dönme hareketiyle de birleşince büyük oranda kinetik enerji taşıyan hava hareketleri oluşmaktadır. Rüzgâr enerjisi, güneş radyasyonunun yer yüzeylerini farklı ısıtmasından kaynaklanır. Yer yüzeylerinin farklı ısınması, havanın sıcaklığının, neminin ve basıncının farklı olmasına, bu farklı basınç da havanın hareketine neden olur. Güneş ışınları olduğu sürece rüzgâr olacaktır. Rüzgâr, güneş enerjisinin dolaylı bir ürünüdür.<sup>23</sup>

### 1.2.1. Rüzgâr Enerjisinin Tarihi

Mekanik güç üretmek üzere rüzgârla çalıştırılan rotor kavramı oldukça eski olup, rüzgâr değirmenleri hakkındaki en eski kayıtlar M.Ö. 5. yüzyıla aittir. İlk yel değirmenlerine Asya’ da rastlanmış olmakla beraber, Güney Amerika’ da ve Batı Avrupa’ da da yöreye özgün tasarımlar bulunmaktadır. İlk yel değirmeni inşası konusunda 10. yüzyılda İran’ da yapılan düşey eksenli makinelere rastlanmaktadır.<sup>24</sup>

Endüstri devrimi ile birlikte, 18. yüzyılda buhar makinelerinin ortaya çıkması sonucunda dünya, enerji ihtiyacı temini için termodinamik işlemlere dayanan makinelerden yararlanmaya başlamıştır. Özellikle kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtların kullanımı ile beraber, bu makineler daha avantajlı bir duruma gelmiştir. İstenildiği anda enerji üretimi olanağı sağlamasından dolayı, rüzgâr enerjisinden daha popüler hale gelmişlerdir. Bu nedenle 19.yüzyılda ve 20.yüzyılın ortalarına doğru rüzgâr enerjisinin önemi azalmıştır. Sadece, Amerika, Rusya ve Avustralya gibi nüfusu geniş bir alana yayılmış olan ülkelerde rüzgâr enerjisi çiftçiler tarafından su çekmek için kullanılmıştır.<sup>25</sup>

Rüzgâr türbinlerinin ilk kullanımı ise 1890’ lı yıllarda Danimarka’ da gerçekleşmiştir.<sup>26</sup> 53 metre çapında ve 1,25 MW gücündeki Smith Putnam Rüzgâr türbini ABD’ nin Vermont şehrinde 1939’ da kurulmuştu. Bu proje için dönemin en

<sup>23</sup>Enerji Kaynakları.Net, [http://www.enerjikaynaklari.net/keyf/ruzgar\\_enerjisinin\\_kaynagi-213.html](http://www.enerjikaynaklari.net/keyf/ruzgar_enerjisinin_kaynagi-213.html), (23.04.2009)

<sup>24</sup> YEREBAKAN, s. 59

<sup>25</sup> Melike DEMİR, Rüzgâr Enerjisinin Tarihte İlk Kullanımı, <http://www.melikedemir.com/ret.html>, (23.04.2009)

<sup>26</sup> U.S. Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy, [http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/wind\\_history.html](http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/wind_history.html), (25.04.2009)

iyi bilim adamları ve mühendisleri bir araya gelmiş olup, bu rüzgâr türbini 1980'lerin MW ölçeğindeki makinelerin çoğundan daha uzun süre kullanılmış ve adeta teknolojik gelişmenin bir simgesi olmuştur.<sup>27</sup>

Rüzgâr enerjisinden elektrik üretme fikrinin çekiciliği fosil yakıtların ve özellikle de petrolün fiyatıyla orantılı olarak değişmiştir. İkinci Dünya Savaşı' nı izleyen yıllarda petrol fiyatlarındaki düşüş rüzgâr enerjisine ilgiyi azaltmış ancak özellikle 1970' li yıllarda petrol fiyatlarında meydana gelen aşırı artışlar rüzgâr enerjisine yapılan yatırımları artırmıştır.

Günümüzde ise rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretme maliyetlerinde, teknolojik gelişmelere paralel olarak meydana gelen düşüşler ve oluşan çevre bilinci rüzgâr enerjisi kullanımını tekrar cazip hale getirmiştir. Gelecekte de rüzgâr enerjisinin önemi giderek artacaktır.

### **1.2.2. Rüzgâr Enerjisinin Avantajları ve Dezavantajları**

Rüzgâr enerjisi geleceğin enerji kaynakları arasında özellikle iklim değişikliklerini önlemede önemli bir rol alacaktır. Halen dünyanın en çok büyüyen enerji sektörlerinden biridir.

Rüzgâr enerjisi temiz bir enerjidir. Rüzgâr türbinlerinin çevreye olan olumlu etkilerinin başında fosil yakıtların kullanımını ve yanma sonucu oluşan kirletici maddelerin emisyonunu azaltması sayılabilir. Bunlardan en önemlisi de karbon oksitler, sülfür ve nitrojen gibi zararlı gazları yaymıyor olmasıdır. Dolayısıyla sera etkisine neden olmamaktadır. Konvansiyonel fosil yakıt kullanan santraller sülfür ve nitrojen oksitler yaymaktadır. Bu da çevreye önemli ölçüde zarar veren asit yağmurlarına yol açmaktadır.<sup>28</sup>

Rüzgâr türbinlerinin diğer bir avantajı ise ekonomik alan kullanımınıdır. Özellikle rüzgâr çiftliklerinde, rüzgârdan daha iyi yararlanabilmek için türbinler birbirlerinden belirli uzak mesafelere yerleştirildikleri için kapladıkları arazi oldukça

---

<sup>27</sup> YEREBAKAN, s. 61

<sup>28</sup> Melike DEMİR, Rüzgâr Enerjisinin Çevresel Avantajları, <http://www.melikedemir.com/ca.htm>, (23.04.2009)

geniştir. 20 türbinden oluşan tipik bir rüzgâr çiftliği yaklaşık 1 km<sup>2</sup> (100 hektar) alan kaplar ama bu alanın sadece %1'ini kullanmaktadır. Geri kalan alanlar çiftlik için ya da doğal alan olarak kullanılabilir. Bunun gibi bir proje 6.500 ile 10.000 arasında evin elektrik gereksinimini karşılayabilmektedir.

Rüzgâr enerjisi santrallerinden enerji üretme maliyetleri günümüzde 1980' li yıllara göre %80 oranında düşmüştür. Araştırmalar gelecek yıllarda rüzgârdan üretilen enerjinin maliyetinin daha da düşeceğini göstermektedir.<sup>29</sup>

Rüzgâr enerjisi santralleri diğer santrallere göre daha kısa sürede kurulabilmektedir. Bu da çevreye daha az zarar vermektedir. Örneğin nükleer santraller ortalama 7 yıl, hidroelektrik santralleri 2-10 yıl, doğalgaz santralleri 1,5 yılda kurulabilmektedir.<sup>30</sup>

Klasik konvansiyonel enerji kaynaklarının ömürleri sınırlı iken, rüzgâr enerjisinin az olan miktarına karşılık bir ömür sorunu yoktur. Bu bakımdan rüzgâr enerjisi sürdürülebilirdir.<sup>31</sup>

Rüzgâr enerjisinin bir diğer avantajı da ülkelerin enerji konusunda dışa bağımlılığını ortadan kaldırmasıdır.

Rüzgâr türbinlerinin dezavantajları, gürültü ve görüntü kirliliği, kuşlara ve radyo-TV sinyallerine zarar vermesi olarak sıralanabilir. Rüzgâr türbinlerinde iki çeşit gürültü oluşmaktadır. Mekanik gürültü, dişli kutusu, jeneratör ve yedek motorların yarattığı gürültüdür. Mekanik gürültü, akustik kılıfların ve özel dişlilerin kullanılması ve dönen parçaların ses emici malzemeyle kaplanması ile giderilebilmektedir. Aerodinamik gürültü ise, hava içinde dönen kanatların hızına bağlı olarak artar. Rüzgâr santrali içerisindeki ses 43 dB düzeyindedir.<sup>32</sup>

<sup>29</sup> Roy D'Silva, Advantages and Disadvantages of Wind Energy, <http://www.buzzle.com/articles/advantages-disadvantages-wind-energy.html>, (23.04.2009)

<sup>30</sup> Esin ACAR, Ahmet DOĞAN, Rüzgâr Enerjisinin Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTEG'2008 17-19 Aralık 2008, İstanbul, s.6, [http://www.uteg.org/makaleler/potansiyeli\\_cevresel\\_etiklerinin.pdf](http://www.uteg.org/makaleler/potansiyeli_cevresel_etiklerinin.pdf), (23.04.2009)

<sup>31</sup> Kâmil B. VARINCA, Gamze VARANK, Rüzgâr Kaynaklı Enerji Üretim Sistemlerinde Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi ve Çözüm Önerileri, Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, s.5, <http://www.yildiz.edu.tr/~kvarinca/Dosyalar/Yayinlar/yayin002.pdf>, (23.04.2009)

<sup>32</sup> Melike DEMİR, Rüzgâr Enerjisinin Çevresel Dezavantajları, <http://www.melikedemir.com/cd.htm>, (23.04.2009)

Gürültü etkisi yerleşim bölgelerinin yakınındaki yerlere göre rüzgâr türbinlerinin özenle yerleştirilmesi ile giderilebilmektedir. Rüzgâr santralleri ile yerleşim birimleri ve konutlar arasındaki uzaklığın 500 m' den az olmaması, doğal olarak gürültüden korunmayı sağlar.

Rüzgâr santrallerin yaygın olduğu Danimarka, Almanya ve Hollanda gibi ülkelerde yapılan çalışmalar, rüzgâr türbinleri yanında yaşayan insanların genellikle şehirde yaşayanlara göre türbinleri daha uygun bulduklarını göstermiştir. Estetik açıdan, büyük türbinler genellikle küçük türbinlerden daha düşük dönme hızına sahiptir. Bu yüzden büyük türbinler, hızlı dönen cisimlerin gözde yaptığı olumsuz etkiyi yapmaz. Ayrıca boru tipi kuleler, kafes tipi kulelere göre daha hoş görünümlü oldukları için, görüntü kirliliğini önlemek için boru tipi kuleler tercih edilmektedir.

Rüzgâr türbinlerinin kuş yaşantısına da olumsuz etkileri vardır. Kuşların kule veya kanatlara çarparak ölme ve yaralanması veya türbinlerin yuvalama ve göç yollarına zarar vermesi bu etkiler arasındadır. Fakat rüzgâr türbinleri nedeniyle kuş ölümü seyrekdir. Genellikle kuş ölümlerine yüksek gerilim hatları neden olmaktadır.<sup>33</sup>

Rüzgâr türbinlerinin radyo ve televizyon alıcılarında parazit oluşturması gibi bir olumsuz etkisi bulunmaktadır. Fakat bu etki 2-3 km' lik alanla sınırlı kalmaktadır ve türbin yerleşimi bu tür olgulara dikkat edilerek yapılırsa, olumsuz etkiler azaltılabilir veya ortadan kaldırılabilir.<sup>34</sup>

Rüzgâr türbinlerinin olumsuz etkilerinin, teknolojik imkânlar ve düzenli yerleştirilen rüzgâr tesisleri sayesinde azaltılabilir hatta tamamen ortadan kaldırılabilir. Böylece herhangi bir radyoaktif ışınım tahribatı yapmayan, atık üretmeyen, hammadde için dışarıya bağımlılığı ortadan kaldıran, atmosfere ısı emisyonları bulunmayan ve kısa sürede kurulabilen rüzgâr enerjisi santralleri dünyada daha da popüler hale gelebilecektir.

---

<sup>33</sup> Melike DEMİR, Rüzgâr Enerjisinin Çevresel Dezavantajları, <http://www.melikedemir.com/cd.htm>, (23.04.2009)

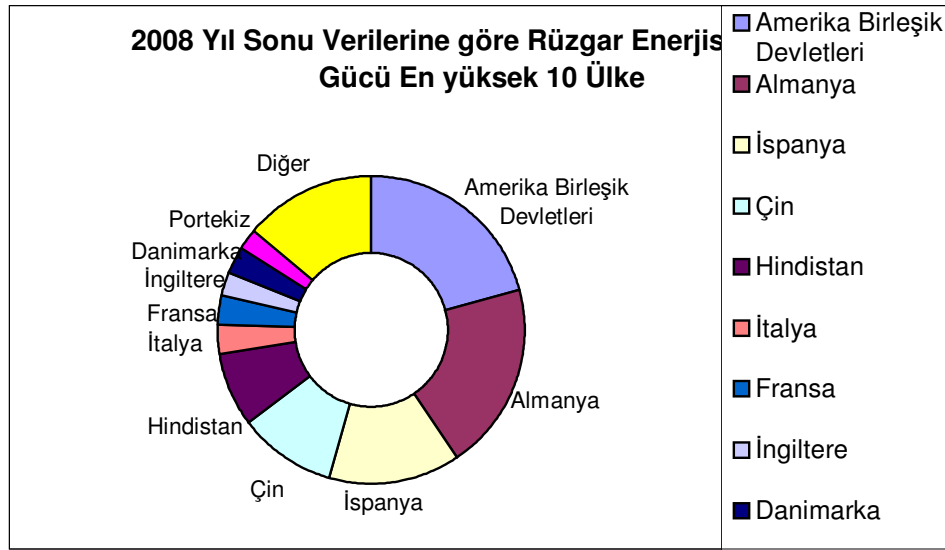
<sup>34</sup> Melike DEMİR, Rüzgâr Enerjisinin Çevresel Dezavantajları, <http://www.melikedemir.com/cd.htm>, (23.04.2009)

### 1.2.3. Dünya’ da Rüzgâr Enerjisi Kullanımı

Yaklaşık 20 yıl önce, bir enerji kaynağı olarak benimsenip yatırımlarına başlanan rüzgâr enerjisi günümüzde Dünya’ da hak ettiği değeri kazanmıştır. Özellikle geride bıraktığımız son 15 yılda kurulma maliyetleri süratle düşen rüzgâr enerjisi santrallerine olan talep her geçen gün artmaktadır.

Son 10 yılda Dünya Rüzgâr Enerjisi Kurulu güç kapasitesi yıllık ortalama %30 büyüme göstermiştir. 2008 yılı içinde kurulu güç kapasitesi 27 GW artarak, toplamda 120 GW’ ye ulaşmıştır. 2008 yılsonu verilerine göre kurulu güç kapasitesinde Amerika Birleşik Devletleri, Almanya’ ya ait olan birinciliği ele geçirmiştir. Sektör günümüzde 400.000 kişiye istihdam sağlamakta olup bu rakamın önümüzdeki yıllarda 1.000.000 kişiye ulaşması beklenmektedir.<sup>35</sup>

Şekil 1.1. ve Çizelge 1.1.’ de 2008 yılı sonu verilerine göre rüzgâr enerjisi kurulu gücü en yüksek 10 ülke görülmektedir.



**Şekil 1.1. 2008 Yıl Sonu Verilerine Göre Rüzgâr Enerjisi Kurulu Gücü En Yüksek 10 Ülke**

Kaynak: Global Wind Energy Council, Global Wind 2008 Report, s.9  
<http://www.gwec.net/fileadmin/documents/Global%20Wind%202008%20Report.pdf>, (25.04.2009)

<sup>35</sup> Global Wind Energy Council, Wind is a Global Power Source, <http://www.gwec.net/index.php?id=13>, (25.04.2009)

2008 yılı içerisinde rüzgâr enerjisi kurulu güç kapasitesini %28.8 artıran Amerika Birleşik Devletleri, Almanya' yı geride bırakarak bu alanda liderliğe yükselmiştir. Çin son yıllarda yaptığı büyük atılımla toplam kurulu güç kapasitesinde dördüncü sıraya yerleşmiş olup gelecekte ilk sıraları zorlayacağı tahmin edilmektedir.

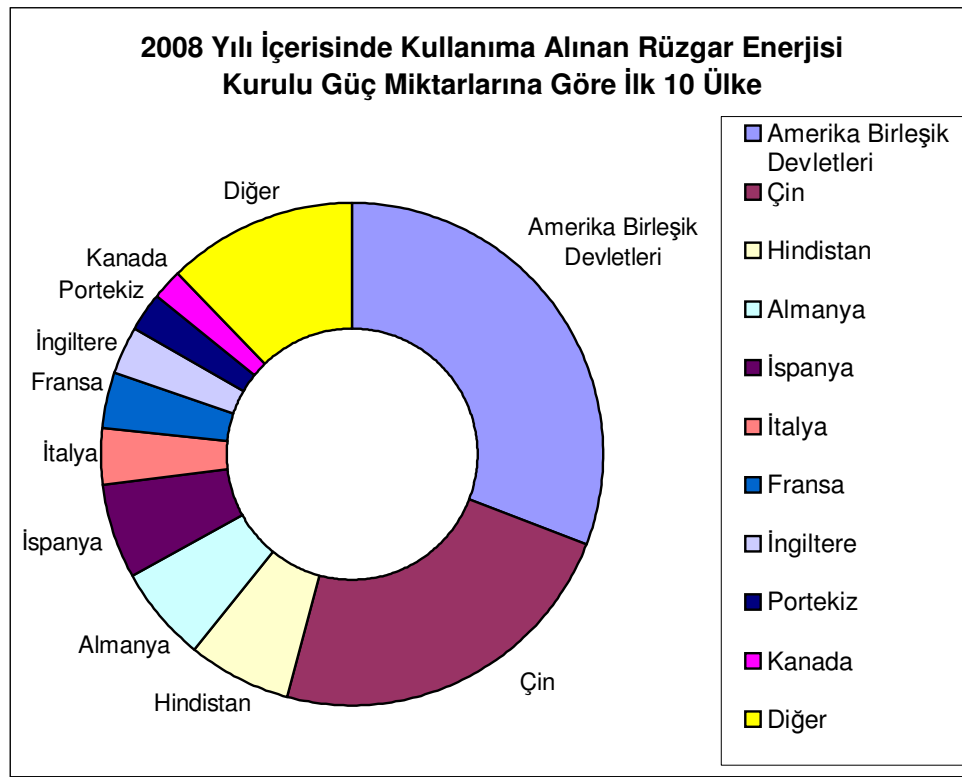
**Çizelge 1.1. 2008 Yıl Sonu Verilerine Göre Rüzgâr Enerjisi Kurulu Gücü En Yüksek 10 Ülke**

Ülke	MW	%
Amerika Birleşik Devletleri	25.170	20,84
Almanya	23.903	19,79
İspanya	16.754	13,87
Çin	12.210	10,11
Hindistan	9.645	7,98
İtalya	3.736	3,09
Fransa	3.404	2,82
İngiltere	3.241	2,68
Danimarka	3.180	2,63
Portekiz	2.862	2,37
Diğer	16.693	13,82
Toplam İlk 10 Ülke	104.105	86,20
Dünya Toplamı	120.798	100,00

Kaynak: Global Wind Energy Council, Global Wind 2008 Report, s.9, <http://www.gwec.net/fileadmin/documents/Global%20Wind%202008%20Report.pdf>, (25.04.2009)

Amerika Birleşik Devletleri, 25.170 MW kurulu güç kapasitesi ve %20,80 pay ile liderliği elinde bulundurmaktadır. 2030 yılında toplam enerji ihtiyacının %20'sini rüzgârdan sağlamayı hedefleyen Amerika Birleşik Devletleri koyduğu hedefe doğru ilerlemektedir. İlk 10 ülkenin toplam Dünya kurulu güç kapasitesinden aldığı pay %86,20'dir.

Şekil 1.2. ve Çizelge 1.2.' de 2008 yılı içerisinde yeni kullanıma alınan rüzgâr enerjisi kurulu güç miktarlarına göre ilk 10 ülke görülmektedir.



**Şekil 1.2. 2008 Yılı İçerisinde Kullanıma Alınan Rüzgâr Enerjisi Kurulu Güç Miktarlarına Göre İlk 10 Ülke**

Kaynak: Global Wind Energy Council, Global Wind 2008 Report, s.9  
<http://www.gwec.net/fileadmin/documents/Global%20Wind%202008%20Report.pdf>, (25.04.2009)

İlk iki sırada yer alan Amerika Birleşik Devletleri ve Çin 2008 yılı içerisinde meydana getirilen toplam kurulu gücün yarısından fazlasını gerçekleştirmişlerdir. Son yıllarda özellikle Çin rüzgâr enerjisi konusunda önemli adımlar atmıştır. Çin' in



2020 yılı için koyduğu 30 GW kurulu güç hedefine yaklaşık 10 yıl önceden ulaşması beklenmektedir.

**Çizelge 1.2. 2008 Yılı İçerisinde Kullanıma Alınan Rüzgâr Enerjisi Kurulu Güç Miktarlarına Göre İlk 10 Ülke**

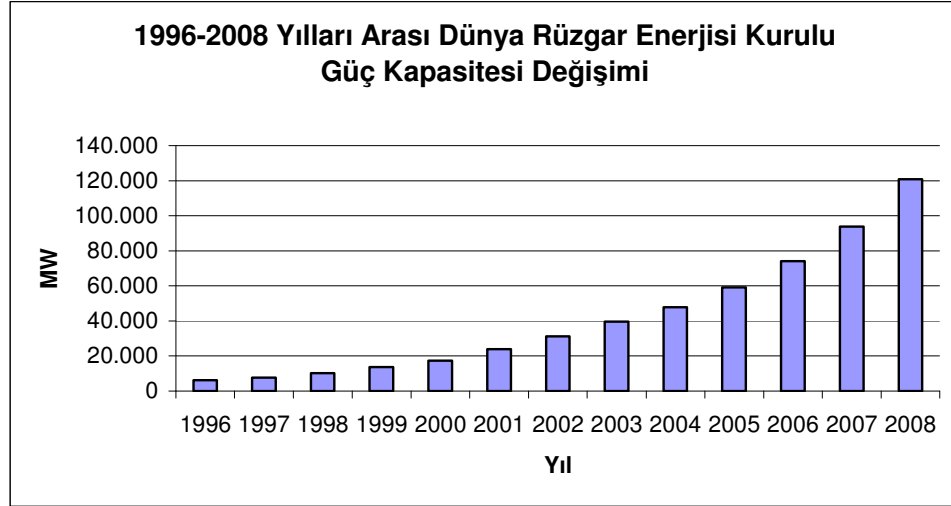
Ülke	MW	%
Amerika Birleşik Devletleri	8.358	30,90
Çin	6.300	23,29
Hindistan	1.800	6,65
Almanya	1.665	6,16
İspanya	1.609	5,95
İtalya	1.010	3,73
Fransa	950	3,51
İngiltere	836	3,09
Portekiz	712	2,63
Kanada	526	1,94
Diğer	3.285	12,14
Toplam ilk 10 Ülke	23.766	87,86
Dünya Toplamı	27.051	100,00

Kaynak: Global Wind Energy Council, Global Wind 2008 Report, s.9  
<http://www.gwec.net/fileadmin/documents/Global%20Wind%202008%20Report.pdf>, (25.04.2009)

Asya' da bulunan kurulu rüzgâr gücüne Çin' den sonra en büyük katkıyı Hindistan yapmaktadır. Hindistan yakaladığı sabit büyüme hızıyla bu alanda gelecekte söz sahibi bir ülke olacağını göstermektedir. Avrupa' da en hızlı büyüyen enerji türü olan rüzgâr enerjisi, 2008 yılında yeni kurulan tüm enerji kurulu güçlerinin %35' ini oluşturmaktadır.<sup>36</sup>

<sup>36</sup> Global Wind Energy Council, Global Wind 2008 Report, s.11,  
<http://www.gwec.net/fileadmin/documents/Global%20Wind%202008%20Report.pdf>, (25.04.2009)

Şekil 1.3. ve Çizelge 1.3.' de 1996–2008 yılları arası Dünya Rüzgâr Enerjisi Kurulu Güç Kapasitesi miktarları(MW) yıllık bazda kümülâtif olarak görülmektedir.



**Şekil 1.3. 1996–2008 Yılları Arası Dünya Rüzgâr Enerjisi Kurulu Güç Kapasitesi Değişimi**

Kaynak: Global Wind Energy Council, Global Wind 2008 Report, s.10  
<http://www.gwec.net/fileadmin/documents/Global%20Wind%202008%20Report.pdf>, (25.04.2009)

Rüzgâr enerjisi konusunda asıl önemli adımlar son yıllarda atılmıştır. 1996–2008 yılları arasında ortalama %28,33 büyüyen kurulu güç miktarı, özellikle 2004 yılından itibaren her yıl artan bir hızla büyümeye devam etmektedir.

**Çizelge 1.3. 1996–2008 Yılları Arası Dünya Rüzgâr Enerjisi Kurulu Güç Kapasitesi Değişimi**

Yıl	MW
1996	6.100
1997	7.600
1998	10.200
1999	13.600
2000	17.400
2001	23.900
2002	31.100
2003	39.431
2004	47.620
2005	59.091
2006	74.052
2007	93.835
2008	120.798

Kaynak: Global Wind Energy Council, Global Wind 2008 Report, s.10  
<http://www.gwec.net/fileadmin/documents/Global%20Wind%202008%20Report.pdf>, (25.04.2009)

İncelemeye tabi yıllar itibariyle sürekli olarak bir önceki yıla göre %20' nin üzerinde büyüyen ve yaklaşık 3 yılda ikiye katlanan dünya rüzgâr enerjisi kurulu güç kapasitesinin önümüzdeki yıllarda da bu eğilimini sürdürmesi beklenmektedir.<sup>37</sup>

---

<sup>37</sup> Global Wind Energy Council, Global Wind 2008 Report, s.10  
<http://www.gwec.net/fileadmin/documents/Global%20Wind%202008%20Report.pdf>, (25.04.2009)

Çizelge 1.4.' de 2007 ve 2008 yılsonları itibariyle ülke ve bölge bazında rüzgâr enerjisi kurulu güçleri görülmektedir.

**Çizelge 1.4. Ülke ve Bölge Bazında Rüzgâr Enerjisi Kurulu Güç Kapasitesi Değişimi(2007–2008)**

Bölge	Ülke	2007 Sonu(MW)	2008(Yeni) (MW)	2008 Toplam(MW)
Afrika ve Orta Doğu	Mısır	310	55	365
	Fas	124	10	134
	İran	67	17	84
	Tunus	20	34	54
	Diğer	17	14	31
	Toplam	539	30	569
Asya	Çin	5.910	6.300	12.210
	Hindistan	7.845	1.800	9.645
	Japonya	1.538	346	1.884
	Tayvan	276	81	357
	Güney Kore	193	43	236
	Filipinler	25	8	33
	Diğer	5	1	6
	Toplam	15.795	8.579	24.374
Avrupa	Almanya	22.247	1.665	23.912
	İspanya	15.145	1.609	16.754
	İtalya	2.726	1.010	3.736
	Fransa	2.454	950	3.404
	İngiltere	2.406	836	3.242
	Danimarka	3.125	77	3.202
	Portekiz	2.150	712	2.862
	Hollanda	1.747	500	2.247
	İsveç	788	236	1.024
	İrlanda	795	208	1.003

Çizelge 1.4. (devamı)

Bölge	Ülke	2007 Sonu(MW)	2008(Yeni) (MW)	2008 Toplam(MW)
Avrupa	Avusturya	982	14	996
	Yunanistan	871	114	985
	Polonya	276	196	472
	Norveç	326	102	428
	Türkiye	147	286	433
	Diğer	955	362	1.317
	Toplam	57.139	8.877	66.016
Latin Amerika	Brezilya	247	94	341
	Meksika	87	0	87
	Kosta Rika	70	0	70
	Karayipler	55	0	55
	Arjantin	29	2	31
	Diğer	45	0	45
	Toplam	533	96	629
Kuzey Amerika	ABD	16.824	8.358	25.182
	Kanada	1.846	526	2.372
	Toplam	18.670	8.884	27.554
Pasifik	Avustralya	824	482	1.306
	Yeni Zelanda	322	4	326
	Diğer	12	0	12
	Toplam	1.158	486	1.644
	Dünya Toplamı	93.835	27.051	120.886

Kaynak: Global Wind Energy Council, Global Wind 2008 Report, s.13  
<http://www.gwec.net/fileadmin/documents/Global%20Wind%202008%20Report.pdf>, (25.04.2009)

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin büyük bir kısmı rüzgâr enerjisinin sürdürülebilir ve temiz bir enerji kaynağı olduğunun farkına varmış, kurulu güç kapasitelerini sürekli olarak artırma çabasına girmişlerdir. 2008 yılı içinde meydana

getirilen yeni kurulu gücün büyük bir kısmı Kuzey Amerika, Avrupa ve Asya ülkelerine aittir.

#### **1.2.4 Türkiye’ de Rüzgâr Enerjisi Kullanımı**

Ülkemizde rüzgâr enerjisiyle ilgili çalışmaların başlangıç tarihi çok eskilere dayanmamaktadır. Bu konudaki çalışmaları ilk başlatan kurum 1980’ li yılların ortalarında Elektrik İşleri Etüt İdaresi olmuştur. Başlangıç çalışmaları rüzgâr potansiyelini tespit amacıyla gerçekleştirilen etüt faaliyetlerinden ibarettir. Hatta bu yıllarda rüzgâr enerjisini konu alan herhangi bir kanuni düzenleme bulunmamaktaydı. 1995 yılından başlayarak bazı küçük uygulamalar Yap - İşlet - Devret modeliyle gerçekleştirilmiştir. Türkiye’de ilk rüzgâr santrali Demirer Holding’in Çeşme’ de kurduğu santraldir. İzmir Çeşme Germian’ da (1.5MW), Alaçatı’ da (7.2MW); Çanakkale Bozcaada’da (10.2MW); İstanbul Hadımköy’ de (1.2MW) gerçekleşen rüzgâr santralleri bu şekilde ortaya çıkmıştır.<sup>38</sup>

Türkiye’de rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının konu edildiği ilk kanun 2001 yılında çıkarılan Elektrik Piyasası Kanunu’dur. Bu kanunla devletin belirli bir fiyattan alım garantisinden vazgeçmesi zaten düşük seviyede olan rüzgâr enerjisi yatırımlarını durdurmuştur. Rüzgâr enerjisine verilen resmi önemin kanıtı olarak ilk ciddi girişim ise ancak 2005’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kanunu ile ortaya konmuştur. Bu kanunun sonrasında Bandırma, Çeşme yarımadası, Hatay, Manisa ve Çanakkale’ de gerçekleştirilen 150 MW gücündeki santraller kanunun ilk meyveleridir.<sup>39</sup>

Çizelge 1.5.’ de Türkiye’ nin 2000–2008 yılları arası toplam rüzgâr enerjisi kurulu güç kapasitesi görülmektedir.

<sup>38</sup> Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi’ nin Tarihi, <http://www.alternaturk.org/turkiyede-ruzgar-enerjisi.php>, (26.04.2009)

<sup>39</sup> Türkiye’ de Rüzgâr Enerjisi, <http://www.alternaturk.org/turkiyede-ruzgar-enerjisi.php>, (26.04.2009)

**Çizelge 1.5. Türkiye’de Yıllar İtibariyle Kurulu Bulunan Rüzgâr Enerji Kapasitesi**

Yıl	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
MW	19	19	19	20	20	20	50	147	433

Kaynak: Global Wind Energy Council, Global Wind 2008 Report, s.53  
<http://www.gwec.net/fileadmin/documents/Global%20Wind%202008%20Report.pdf>, (25.04.2009)

2005 yılında yasal düzenlemelerin tamamlanması müteakibinde rüzgâr enerjisi yatırımları hız kazanmış ve rüzgâr enerjisi önemli bir enerji kaynağı olarak görülmeye başlanmıştır.

Çizelge 1.6.’ da Türkiye’de kurulu bulunan ve kurulması planlanan rüzgâr enerji santralleri ile ilgili özet bilgiler sunulmuştur.(04.02.2009 tarihi itibariyle)

**Çizelge 1.6. Türkiye’de 04.02.2009 Tarihi İtibariyle Kurulu Bulunan ve Kurulması Planlanan Rüzgâr Enerji Santralleri**

Şirket	Mevkii	Üretime Geçiş Tarihi	Kurulu Güç (MW)	Türbin İmalatçısı	Türbin Adet ve Kapasitesi
Alize A.Ş.	İzmir-Çeşme	1998	1.50	Enercon	3 adet 500 kW
Güçbirliği A.Ş.	İzmir-Çeşme	1998	7.20	Vestas	12 adet 600 kW
Bores A.Ş.	Çanakkale-Bozcaada	2000	10.20	Enercon	17 adet 600 kW
Sunjüt A.Ş.	İstanbul-Hadımköy	2003	1.20	Enercon	2 adet 600 kW
Yapısan A.Ş.	Balıkesir-Bandırma	I/2006	30.00	GE	20 adet 1.500 kW
Ertürk A.Ş.	İstanbul-Silivri	II/2006	0.85	Vestas	1 adet 850 kW
Mare A.Ş.	İzmir-Çeşme	I/2007	39.20	Enercon	49 adet 800 kW
Deniz A.Ş.	Manisa-Akhisar	I/2007	10.80	Vestas	6 adet 1.800 kW
Anemon A.Ş.	Çanakkale-İntepe	I/2007	30.40	Enercon	38 adet 800 kW
Doğal A.Ş.	Çanakkale-Gelibolu	II/2007	14.90	Enercon	13 adet 800 kW + 5 adet 900 kW
Deniz A.Ş. (*1)	Hatay-Samandağ	I/2008	30.00	Vestas	15 adet 2.000 kW
	Manisa-Sayalar	I/2008	30.60	Enercon	38 adet 800 kW

Çizelge 1.6. (devamı)

Şirket	Mevkii	Üretime Geçiş Tarihi	Kurulu Güç (MW)	Türbin İmalatçısı	Türbin Adet ve Kapasitesi
İnnores A.Ş.	İzmir-İliyağa	I/2008	42.50	Nordex	17 adet 2.500 kW
Lodos A.Ş.	İstanbul-Gaziosmanpaşa	I/2008	24.00	Enercon	12 adet 2.000 kW
Ertürk A.Ş.	İstanbul-Çatalca	I/2008	60.00	Vestas	20 adet 3.000 kW
Baki A.Ş. (*2)	Balıkesir-Şamlı	II/2008	90.00	Vestas	38 adet 3.000 kW
Dares A.Ş. (*3)	Muğla-Datça	II/2008	10.00	Enercon	27 adet 800 kW + 8 adet 900 kW
İŞLETMEDEKİ KAPASİTE TOPLAMI			433.35		
İNŞA HALİNDEKİ KAPASİTE					
Ayen A.Ş.	Aydın-Didim	I/2009	31.50	Suzlon	2.100 kW
Ezse Ltd. Şti.	Hatay-Samandağ	II/2009	35.10	Nordex	900 kW
Ezse Ltd. Şti.	Hatay-Samandağ	II/2009	22.50	Nordex	2.500 kW
Rotor A.Ş.	Osmaniye-Bahçe	II/2009	135.00	GE	54 adet 2.500 kW
Mazi-3 Res Elk. Ür. A.Ş.	İzmir - Çeşme	II/2009	22.50	Nordex	9 adet 2500 kW
Kores A.Ş.	İzmir-Çeşme	II/2009	15.00	Nordex	2.500 kW
Soma A.Ş.	Manisa-Soma	II/2009	140.80	Enercon	176 adet 800kW
İNŞA HALİNDEKİ KAPASİTE TOPLAMI			402.40		
Alize A.Ş.	Balıkesir-Susurluk		19.00	Enercon	17 adet 800 kW ve 6 adet 900 kW
Borasco A.Ş.	Balıkesir-Bandırma		45.00	Vestas	15 adet 3000 kW
Alize A.Ş.	Tekirdağ-Şarköy		28.80	Enercon	14 adet 2000 kW ve 1 adet 800 kW
Alize A.Ş.	Balıkesir-Havran		16.00	Enercon	8 adet 2000 kW
Alize A.Ş.	Çanakkale-Ezine		20.80	Enercon	10 adet 2000 kW ve 1 adet 800 kW
Belen A.Ş.	Hatay-Belen		30.00	Vestas	10 adet 3000 kW
Alize A.Ş.	Manisa-Kırkağaç		25.60	Enercon	32 adet 800 kW
Boreas A.Ş.	Edirne-Enez		15.00	Nordex	6 adet 2.500 kW
Doruk A.Ş.	İzmir-İliyağa		30.00	Enercon	15 adet 2.000 kW
Yapısan İnş. Elk.San.Tic.A.Ş.	İzmir-İliyağa		90.00	Nordex	36 adet 2500 kW
Doğal A.Ş.	İzmir-İliyağa		30.00	Enercon	15 adet 2000 kW
Doğal A.Ş.	İzmir-Foça		30.00	Enercon	15 adet 2000 kW
Poyraz A.Ş.	Balıkesir-Kepsut		54.90	Enercon	61 adet 900 kW
Bilgin Elektrik Üretim A.Ş.	Manisa-Soma-Kırkağaç		90.00	Nordex	36 adet 2500 kW



Çizelge 1.6. (devamı)

Şirket	Mevkii	Üretime Geçiş Tarihi	Kurulu Güç (MW)	Türbin İmalatçısı	Türbin Adet ve Kapasitesi
Bares Elektrik Üretim A.Ş.	Balıkesir-Kepsut		142.50	Nordex	57 adet 2500 kW
TÜRBİN TEDARİK SÖZLEŞMESİ İMZALI PROJE TOPLAMI			667.60		
GENEL TOPLAM			1.503.35		MW

**NOT:**

- (\*<sup>1</sup>) Tesis toplam kurulu gücü 60 MW olup 30 MW için tevsii çalışmaları sürmektedir.  
(\*<sup>2</sup>) Tesis toplam kurulu gücü 114 MW olup 24 MW' lik tevsii çalışmaları sürmektedir.  
(\*<sup>3</sup>) Tesis toplam kurulu gücü 28.8 MW olup kalan 18.8 MW için kabul çalışmaları sürmektedir.

Kaynak: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü,  
[http://www.eie.gov.tr/turkce /YEK/ruzgar/TURKiYE\\_RES\\_20090204.doc](http://www.eie.gov.tr/turkce /YEK/ruzgar/TURKiYE_RES_20090204.doc),  
(26.04.2009)

Türkiye günümüzde ihtiyacı olan birincil enerji kaynaklarının %65' ini ithalat yoluyla sağlamaktadır. Hâlbuki Türkiye Avrupa' nın en fazla rüzgâr alan ülkeleri arasında yer almakta ve büyük bir rüzgâr enerjisi potansiyeline sahip bulunmaktadır. Teorik olarak Türkiye'nin rüzgâr enerjisi potansiyelinin 160 TWh olduğu kabul edilmektedir ve bu potansiyel şu anki yıllık elektrik enerjisi kullanımının iki katına yakındır.<sup>40</sup>

<sup>40</sup> EWEA, Wind Directions March 2009, A Closer Look At Turkey By Isabelle Valentiny, [http://www.ewea.org/fileadmin/ewea\\_documents/documents/publications/WD/2009\\_february/Countr y\\_focus\\_Turkey\\_\\_February\\_March\\_.pdf](http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/WD/2009_february/Countr y_focus_Turkey__February_March_.pdf), ( 26.04.2009)

## İKİNCİ BÖLÜM

### 2. RÜZGÂR ENERJİSİ SANTRAL YATIRIMLARI VE FİNANSMANI

#### 2.1. Rüzgâr Enerjisi Santral Maliyetleri

Yeryüzünde mevcut bütün enerji kaynaklarının kullanılarak elektrik enerjisine dönüştürülmesi o kaynağın kendine özgü niteliği, zenginliği ve cinsine göre değişmektedir. Bu kaynakların kimine ulaşmak için çok büyük masrafları göz önüne almak gerektiği gibi hiçbir maliyet gerekmeden ulaşılabilen kaynaklar da mevcuttur. Ancak bu kaynakların her birini işlemek için ayrı bir yol ve her bir yolun da ayrı bir maliyeti vardır. 20. yüzyılın başında üretilen enerjinin %90'ı kömürden elde edilmekteyken 1950'lerden sonra bu oran %60'a gerilemiştir. Günümüzde enerjinin hemen hemen yarısı petrolden, %35'i kömürden, %15'ise doğalgaz, güneş, rüzgâr, nükleer, vs. gibi alternatif enerji kaynaklarından elde edilmektedir.<sup>41</sup>

##### 2.1.1. Rüzgâr Enerjisi Santrallerinin Kurulum Maliyetleri

Rüzgâr enerjisi santrallerinin toplam maliyetlerinin yaklaşık olarak %75'lik kısmı türbin maliyetinden oluşmaktadır. Rüzgâr enerjisi santrallerinde üretilen elektriğin maliyetine dalgalanan yakıt fiyatlarının hiçbir etkisi yoktur. Fosil kaynaklı yakıtlarla çalışan enerji üretim santrallerinde, örneğin doğalgazla çalışan elektrik üretim santrallerinde üretilen elektriğin maliyetinin yaklaşık %40–70' i yakıt maliyeti(doğalgaz) ve bakım onarım maliyetlerinden oluşmaktadır.<sup>42</sup>

Çizelge 2.1. Avrupa' da kurulan tipik bir 2 MW kapasiteli rüzgâr enerjisi santralinde maliyet dağılımlarını göstermektedir.

<sup>41</sup> Oğuzhan AKYÜZ, Rüzgâr Enerjisi İle Diğer Enerji Kaynaklarının Fiyat / Maliyet Analiz Raporu, Mayıs 2000, <http://www.egetek.org/pages/news/asmakmaliyet.html>, s. 1, (30.04.2009)

<sup>42</sup> Wind Energy The Facts, <http://www.wind-energy-the-facts.org/en/part-3-economics-of-wind-power/chapter-1-cost-of-on-land-wind-power/cost-and-investment-structures/>, ( 30.04.2009)

**Çizelge 2.1. Rüzgâr Enerji Santrali Kurulumunda Maliyetlerin Dağılımı**

	Yatırım (EURO 1.000/MW)	Toplam Maliyetteki Payı %
Türbin	928	75,6
Şebeke Bağlantısı	109	8,9
Kuruluş	80	6,5
Arazi Kirası	48	3,9
Elektrik Bağlantısı	18	1,5
Danışmanlık	15	1,2
Finansal Maliyetler	15	1,2
Yol Yapımı	11	0,9
Kontrol Sistemleri	4	0,3
<b>TOPLAM</b>	<b>1228</b>	<b>100,0</b>

Kaynak: The European Wind Energy Association, Basic Cost of Wind Energy, <http://www.ewea.org/index.php?id=1639>, (30.04.2009)

Rüzgâr enerjisi santrallerinin kurulum maliyetlerinin büyük bir bölümü türbin maliyetinden oluşmaktadır. Avrupa’ da kurulacak tipik bir 2 MW kapasiteli rüzgâr enerjisi santralinin ortalama maliyeti 1,23 milyon €/MW’ tır. Ancak bu tutar ülkeden ülkeye farklılıklar arz etmektedir. KWh başına maliyet 1.000 € ile 1.350 € arasında değişmektedir. En düşük maliyetler Danimarka’ da karşımıza çıkarken maliyetlerin en yüksek olduğu İngiltere, İspanya, Almanya ve Kanada’ da bu tutar Danimarka’ ya göre %20–30 daha yüksektir. Maliyet farklılıkları kurulum ve şebeke bağlantısında da ülkelere göre önemli ölçüde değişmektedir. Kurulum ve şebeke bağlantısı

maliyetleri Portekiz’ de türbin maliyetinin %32’ sini oluşturmakta iken, Almanya’ da %24, İtalya’ da %21, Danimarka’ da ise %16’ sını oluşturmaktadır.<sup>43</sup>

### **2.1.2. Rüzgâr Enerjisi Santrallerinin Operasyon, Bakım ve Onarım Maliyetleri**

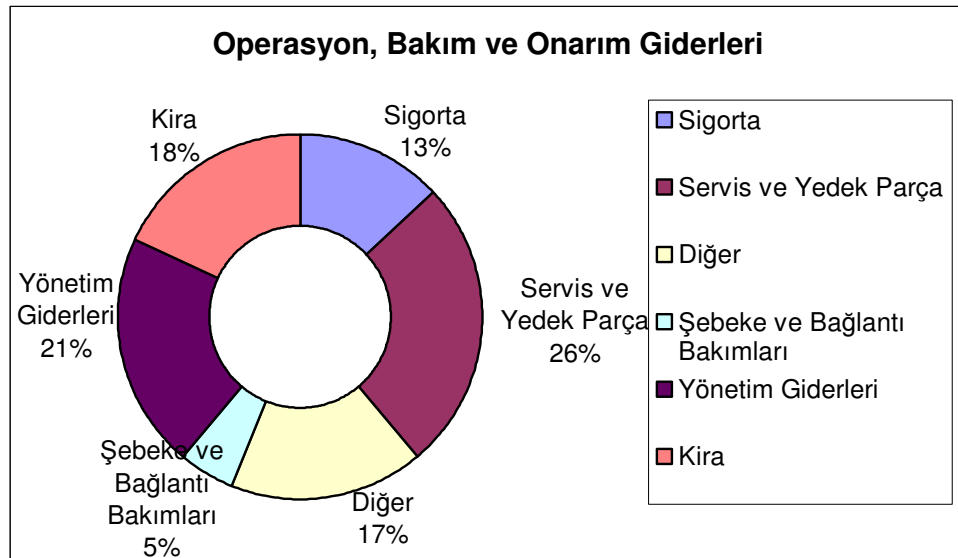
Operasyon, bakım ve onarım maliyetleri bir rüzgâr türbininin ürettiği elektriğin KWh başına maliyetinin yaklaşık %20–25’ lik bir kısmını teşkil etmektedir. Türbin üreticileri bu maliyetleri yeni türbinlerde düşürebilmek için çalışmalarını sürdürmektedirler. Bu maliyet kalemleri aşağıdaki gibidir;

- a) Sigorta maliyetleri
- b) Periyodik bakımlar
- c) Tamir
- d) Yedek parça

Bu maliyet kalemlerinden sigorta ve periyodik bakım maliyetleri önceden tahmin edilebilir, ancak tamir ve yedek parça maliyetlerinin önceden tahmini çok güçtür. Ayrıca bu maliyetler türbinin yaşı arttıkça artmaktadır. Almanya, İspanya, İngiltere ve Danimarka’ daki deneyimlere göre üretilen her KWh elektrik başına bu giderlerin toplamı 1,2–1,5 €c olarak gerçekleşmiştir.<sup>44</sup>

<sup>43</sup> Wind Energy The Facts, <http://www.wind-energy-the-facts.org/en/part-3-economics-of-wind-power/chapter-1-cost-of-on-land-wind-power/cost-and-investment-structures/>, ( 30.04.2009)

<sup>44</sup> Operation and Maintenance Costs of Wind Generated Power, <http://www.wind-energy-the-facts.org/en/part-3-economics-of-wind-power/chapter-1-cost-of-on-land-wind-power/operation-and-maintenance-costs-of-wind-generated-power.html> , ( 30.04.2009)



**Şekil 2.1. Almanya’ da Kurulu Rüzgâr Enerjisi Santrallerinde 1997–2001 Yılları Arası Ortalama Operasyon, Bakım ve Onarım Maliyetleri**

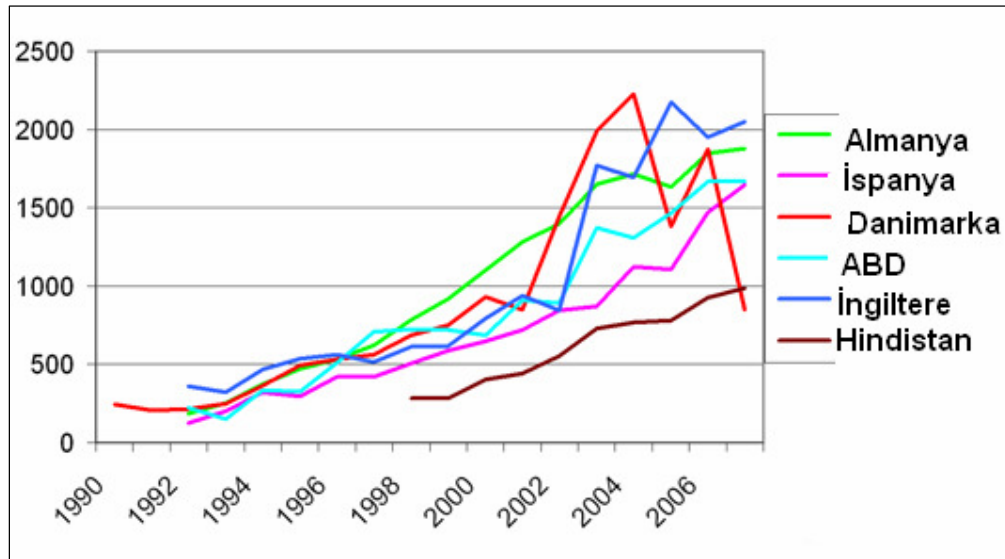
Kaynak: , <http://www.wind-energy-the-facts.org/en/part-3-economics-of-wind-power/chapter-1-cost-of-on-land-wind-power/operation-and-maintenance-costs-of-wind-generated-power.html>, (27.04.2009)

Almanya’ da 1997–2001 yılları arasında ortalama operasyon, bakım ve onarım maliyetlerinin maliyet kalemleri arasında yüzde dağılımı Şekil 2.1.’ de görülmektedir. Giderler arasında en yüksek paya(%26) servis ve yedek parça maliyetleri sahiptir. En düşük pay(%5) ise şebeke ve bağlantılar için yapılan bakım harcamaları içindir. Rüzgâr türbinleri, kurulumlarını takip eden ilk iki yıl için üretici firma garantisi kapsamında olup, yaşlandıkça operasyon, bakım ve onarım maliyetleri artmaktadır.

### 2.1.3. Rüzgâr Enerjisi Santral Maliyetlerini Etkileyen Trendler

Geçtiğimiz 10-15 yıl içerisinde rüzgâr enerjisi santrali maliyetlerini etkileyen 3 önemli trend vardır<sup>45</sup>;

- Daha büyük kapasiteli türbinler kullanılmaya başlanmıştır. 1990' lı yıllarda ortalama türbin kapasitesi 200 kW iken 2007 yılında ortalama türbin kapasitesi 2 MW' yi bulmuştur.
- Daha verimli türbinler üretilmeye başlanmıştır.
- KWh başına yatırım maliyetleri önemli ölçüde düşmüştür.



**Şekil 2.2 Yıllar İtibariyle Rüzgâr Türbini Büyüklükleri Değişimi**

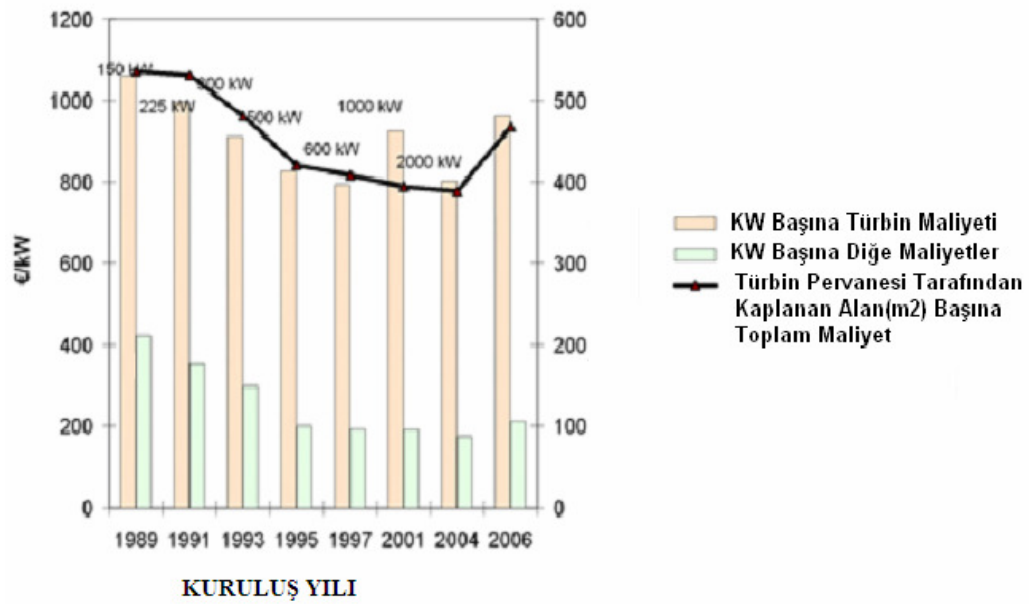
Kaynak: <http://www.wind-energy-the-facts.org/en/part-3-economics-of-wind-power/chapter-1-cost-of-on-land-wind-power/cost-and-investment-structures/trends-influencing-the-costs-of-wind-power.html>, (28.04.2009)

Şekil 2.2. yıllar itibariyle kullanılan rüzgâr türbini büyüklüklerini göstermektedir. Son 10–15 yıl içinde kullanılan rüzgâr türbini büyüklüklerinde önemli artışlar olduğu görülmektedir. 2007 yılındaki türbin satışlarının %95' lik

<sup>45</sup> Trends Influencing the Costs of Wind Power, <http://www.wind-energy-the-facts.org/en/part-3-economics-of-wind-power/chapter-1-cost-of-on-land-wind-power/cost-and-investment-structures/trends-influencing-the-costs-of-wind-power.html>, (28.04.2009)

kısmı 1 MW ve üzeri türbinlerden oluşmaktadır. Ayrıca 2,5 MW ve üzeri türbinlere olan talep her geçen gün artmaktadır.

Rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretiminde verimlilik; kuruluş yeri ve türbin yüksekliği gibi etmenlere bağlıdır. Türbinlerin daha büyük seçilmesi ve daha yükseklere kurulmaya başlanması gibi kuruluş yeri seçiminin daha iyi yapılabilmesini sağlayan yöntemlerin gelişmesi de verimliliği artırıcı etki yapmıştır. Ayrıca, Almanya ve Danimarka gibi rüzgâr enerjisinde öncülük etmiş ülkelerdeki eski türbinlerin yenileriyle değiştirilmesi verimlilik ve kapasite artışları yaratacaktır. Geride bıraktığımız 10–15 yıl içerisinde türbin verimlilikleri her yıl ortalama %2–3 artış göstermiştir.



**Şekil 2.3. Yıllar İtibariyle Rüzgâr Enerjisi Yatırım Maliyetleri**

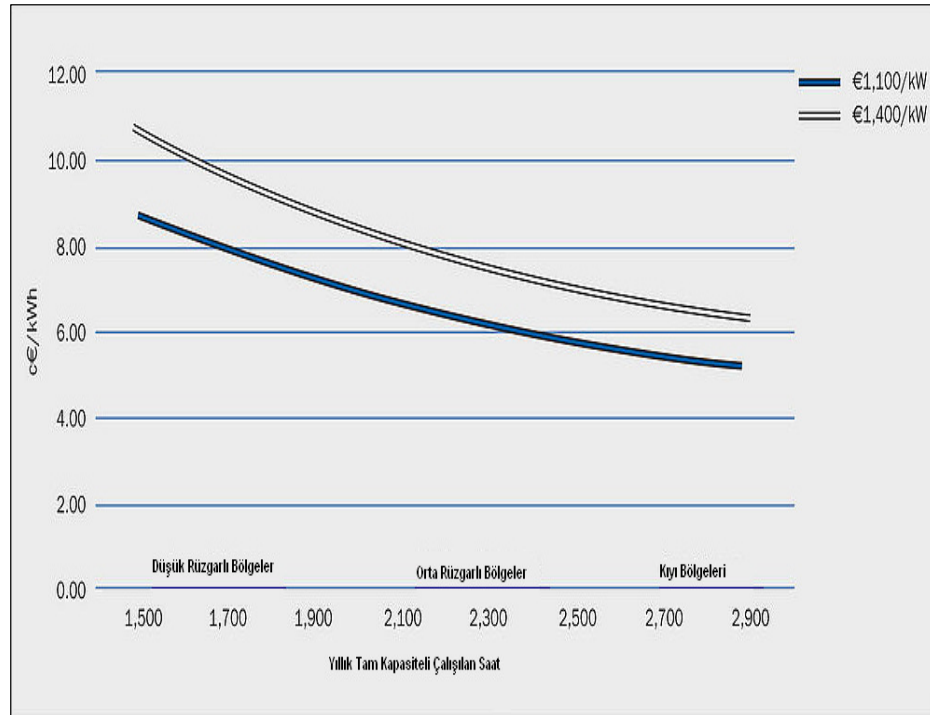
Kaynak: <http://www.wind-energy-the-facts.org/en/part-3-economics-of-wind-power/chapter-1-cost-of-on-land-wind-power/cost-and-investment-structures/trends-influencing-the-costs-of-wind-power.html>, (28.04.2009)

Şekil 2.3.' de Danimarka' daki rüzgâr enerjisi yatırım maliyetlerinin yıllar itibariyle değişimi görülmektedir(Rakamlar 2006 fiyatlarıyla verilmiştir). Türbin pervanesinin kapladığı alan başına maliyetler, rüzgâr enerjisi santrali maliyet

kıyaslamalarında uygun bir ölçü olarak kabul edilmektedir. Yıllar itibariyle türbin pervanesi tarafından kaplanan birim alan başına maliyetlerde önemli bir düşüş olduğu görülmektedir. Yıllar itibariyle ortalama %2' lik bir düşüş dikkat çekmektedir. Ancak 2006 yılında bu trendin bozulduğu ve ortalama maliyetlerin 2004 yılına göre %20 oranında arttığı görülmektedir. Bunun nedeni artan türbin taleplerinin getirdiği türbin fiyatlarındaki yükselişe bağlanabilir.<sup>46</sup>

#### 2.1.4. Rüzgâr Enerjisi ile Üretilen Elektrik Maliyeti

Avrupa' da rüzgâr enerjisi santrallerinin kuruluş yeri rüzgâr rejimlerine göre ürettikleri elektrik enerjisi maliyetleri(€/KWh) Şekil 2.4.' de görülmektedir.



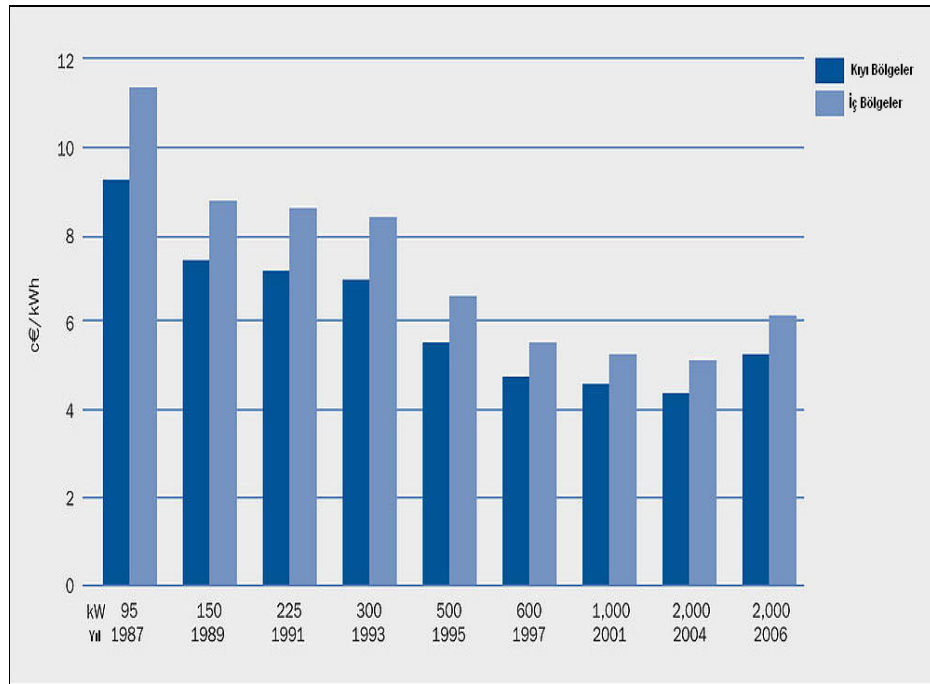
**Şekil 2.4. Kuruluş Yeri Rüzgâr Rejiminin Rüzgâr Enerji Santrallerinde Üretilen Elektrik Maliyetine Etkisi**

Kaynak: The European Wind Energy Association, <http://www.ewea.org/index.php?id=1639>, (30.04.2009)

<sup>46</sup> Trends Influencing the Costs of Wind Power, <http://www.wind-energy-the-facts.org/en/part-3-economics-of-wind-power/chapter-1-cost-of-on-land-wind-power/cost-and-investment-structures/trends-influencing-the-costs-of-wind-power.html>, (30.04.2009)



Şekil 2.4. oluşturulurken rüzgâr türbininin tam kapasiteli yıllık çalışma saatinin 2.000' den düşük olduğu bölgeler düşük rüzgârlı bölgeler, 2.000-2.500 arası olduğu bölgeler orta rüzgârlı bölgeler ve 2.500' den yüksek olduğu bölgeler kıyı bölgeleri olarak adlandırılmıştır. Maliyetler düşük ve orta rüzgârlı bölgelerde 7–10 €/KWh arasında olup yüksek rüzgâr rejimine sahip kıyı bölgelerinde 5–6,5 €/KWh olarak gerçekleşmektedir. Şekil 2.4. aynı zamanda kuruluş maliyetlerinin üretilen elektriğin maliyetine etkisini de göstermektedir.



**Şekil 2.5. Danimarka' da Rüzgâr Enerji Santrallerinde Üretilen Elektrik Maliyetinin Yıllar İtibariyle Değişimi**

Kaynak: The European Wind Energy Association, <http://www.ewea.org/index.php?id=1639>, (30.04.2009)

Rüzgâr enerjisi santrallerinde üretilen elektriğin maliyetinin yıllar itibariyle değişimi Şekil 2.5.' de görülmektedir. Şekil 2.5. oluşturulurken verilerin yetersiz olması nedeniyle sadece rüzgâr enerjisi konusunda önemli ülkeler arasında yer alan Danimarka' daki veriler esas alınmıştır. Daha sonra yapılan bir araştırmada verilerin Almanya için de benzer olduğu görülmüştür. Şekil 2.5.' in incelenmesinden

anlaşılacağı üzere yıllar itibariyle kullanılan türbin kapasiteleri artmış ve elektrik üretim maliyeti de giderek düşmüştür.<sup>47</sup>

Denizde kurulu rüzgâr enerjisi santralleri halen Dünya’ daki toplam kapasitenin %1’ ini oluşturmaktadır. Bunun nedeni günümüzde denizde rüzgâr enerjisi santrali kurmanın karada kurmaya oranla %50 daha pahalı olmasıdır. 2008 yılı sonunda toplam kapasite 1.471 MW olmuştur. Bu alandaki gelişmenin büyük bir bölümü Avrupa Birliği ülkelerinde gerçekleşmektedir. Yüksek rüzgâr rejimi beklentileri nedeniyle bu santrallere olan ilgi her geçen gün daha da artmaktadır. Karada kurulu normal bir rüzgâr enerjisi santrali için yıllık toplam tam kapasiteli saat 2.000 – 2.500 arasında değişirken, denizde kurulu rüzgâr enerjisi santralleri için bu rakam 4.000 saate kadar ulaşabilmektedir.<sup>48</sup>

Rüzgâr enerjisi santrallerinin kullanımı ile 2008–2030 yılları arasında kaçınılması planlanan CO<sub>2</sub> ve yakıt maliyetleri Şekil 2.6.’ da görülmektedir. Şekil 2.6. oluşturulurken yapılan varsayımlar aşağıdaki gibidir:<sup>49</sup>

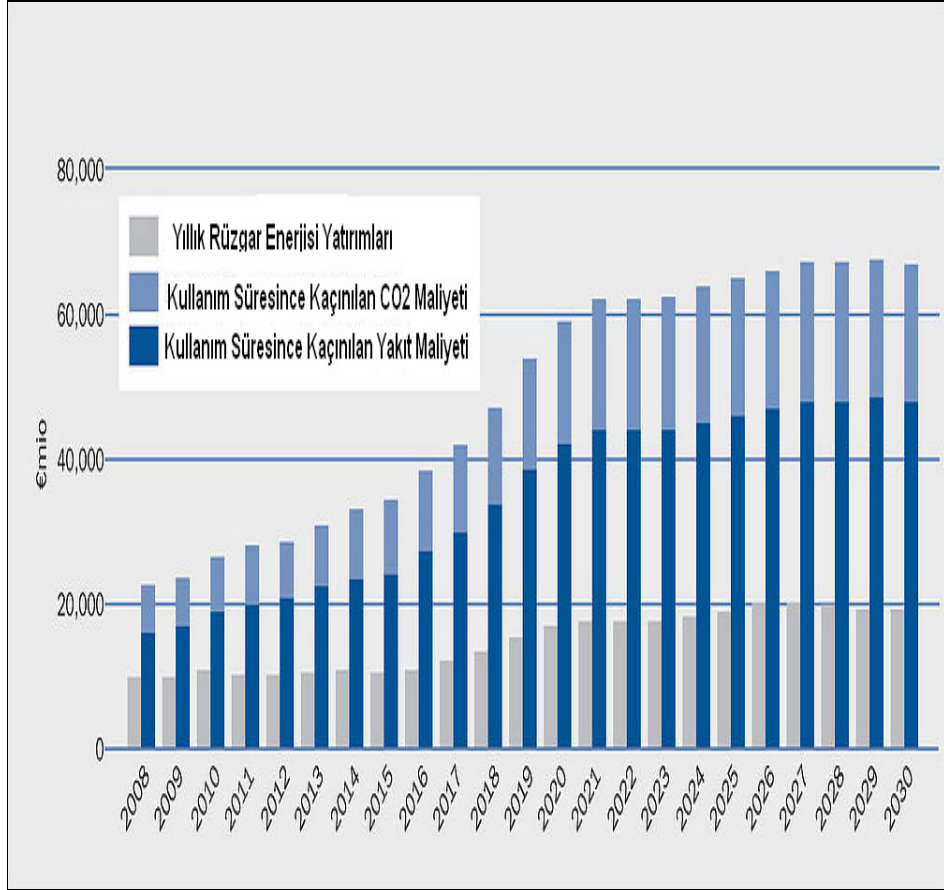
- a) Karada kurulu rüzgâr enerjisi santrallerinin ekonomik ömrü 20 yıl, denizde kurulu rüzgâr enerjisi santrallerinin ekonomik ömrü ise 25 yıldır.
- b) Rüzgâr enerjisi ile üretilen elektriğin her kWh’ si 690 gram CO<sub>2</sub> salınımını engellemektedir.
- c) CO<sub>2</sub> salınım maliyeti 25 €/t’ dir.
- d) Rüzgâr enerjisi ile üretilen her TWh elektrik enerjisi ile 42 milyon € değerinde petrol tasarrufu sağlanmaktadır.
- e) Petrolün varil fiyatı 90 \$’ dır.

---

<sup>47</sup> The European Wind Energy Association, <http://www.ewea.org/index.php?id=1639>, (30.04.2009)

<sup>48</sup> European Wind Energy Association, Basic Cost of Wind Energy, <http://www.ewea.org/index.php?id=1639>, (30.04.2009)

<sup>49</sup> European Wind Energy Association, Basic Cost of Wind Energy, <http://www.ewea.org/index.php?id=1639>, (30.04.2009)



**Şekil 2.6. Rüzgâr Enerji Santrallerinde 2008–2030 Yılları İtibariyle Kaçınılması Planlanan CO<sub>2</sub> ve Yakıt Maliyetleri**

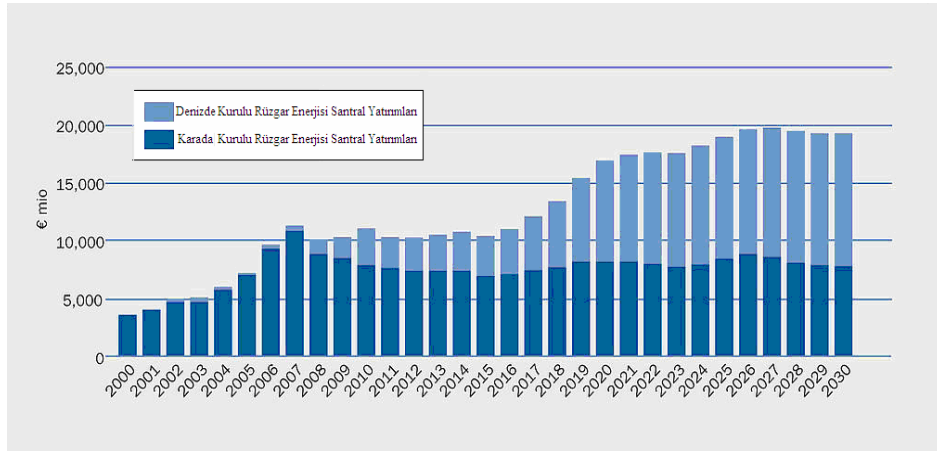
Kaynak: The European Wind Energy Association, <http://www.ewea.org/index.php?id=1639>, (30.04.2009)

## 2.2. Rüzgâr Enerjisi Yatırımları

Genel olarak rüzgâr enerjisi finansa oldukça bağımlıdır. Rüzgâr enerjisinin ekonomik bir şekilde sürekliliği, ödünç alınan kaynağa uygulanan faiz oranlarına veya yatırım yapılan sermayeden beklenen orana ve projede kullanılmak üzere alınan kaynağın kaç yılda geri ödeneceğine bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak, kısa bir geri ödeme dönemi ve yüksek oranda faiz uygulanması, üretilen enerjinin kWh başına maliyetini yükseltmek zorunda bırakır. Rüzgâr enerjisinin maliyeti yakıt maliyetini içermediği için, gelecekteki yakıt fiyatlarına bağımlı olan yakıt tüketen enerji üretim tesisleri ile karşılaştırıldığında, rüzgâr enerjisinin maliyeti gerçek maliyetine oldukça yakın bir şekilde hesaplanabilmektedir. Hiçbir yakıt maliyeti söz

konusu olmadığından dolayı, projeye bir defa yatırım yapıldıktan sonra, sürekli tekrarlanan maliyetler arasında yalnızca işletim ve bakım maliyetleri bulunmaktadır. Genel olarak, yüksek veya artan yakıt maliyetlerinin rüzgâr enerjisi gibi yakıt maliyet sistemlerine hiçbir katkısı yoktur, hatta sabit veya düşen yakıt fiyatları rüzgâr enerji sistemleri için daha olumsuz bir durum oluşturmaktadır. Rüzgâr türbinlerinin kurulması oldukça hızlı ve kolaydır ve böylelikle, inşaat aşamasında yüksek miktarlarda faize maruz kalmadan enerji üretimine geçilebilmektedir.<sup>50</sup>

Rüzgâr enerjisinin kullanımı son yıllarda hızla artmış ve bu sektöre yapılan yatırımlarda büyük artışlar olmuştur. Bu artışın önümüzdeki yıllarda da kesintiye uğramadan devam edeceği düşünülmektedir.



**Şekil 2.7. 2000-2030 Yılları Arasında Avrupa Birliği Ülkelerinde Tahmini Rüzgâr Enerjisi Yatırımları**

Kaynak: The European Wind Energy Association, <http://www.ewea.org/index.php?id=1639>, (30.04.2009)

Şekil 2.7. 2000–2030 yılları arasında Avrupa Birliği ülkelerinde tahmini rüzgâr enerjisi yatırımlarını göstermektedir. Yatırımların 2015 yılına kadar yıllık 10 milyar € civarında seyretmesi beklenmektedir. Ancak denizde kurulu rüzgâr enerjisi santral yatırımlarının her geçen yıl toplam yatırımlar içindeki payının artması

<sup>50</sup> Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı İnternet Sitesi, Yenilenebilir Enerji, [http://www.ttg.gov.tr/UserFiles/File/yenilenebilir\\_enerji.pdf](http://www.ttg.gov.tr/UserFiles/File/yenilenebilir_enerji.pdf), s. 2-3, (29.04.2009)

beklenmektedir. 2020 yılında yıllık yatırım tutarının 17 milyar € civarında olması beklenmekte olup bu yatırımın yaklaşık %50' sinin denizde kurulu rüzgâr enerjisi santral yatırımlarından oluşacağı tahmin edilmektedir. 2030 yılında ise yıllık yatırım tutarının 20 milyar € olması beklenmekte olup bu yatırımın yaklaşık %60' ının denizde kurulu rüzgâr enerjisi santral yatırımlarından oluşacağı tahmin edilmektedir.<sup>51</sup>

Tüm enerji yatırımlarında olduğu gibi yeterli ve uygun şartlarda fon sağlayabilme sorunu rüzgâr enerjisi yatırımcılarının karşılaştığı en büyük sorunlardandır. 2000' li yıllara kadar finansal kurumlar rüzgâr enerjisi yatırımlarını karmaşık ve riskli görmüş ve fon sağlama konusunda isteksiz davranmışlardır. Fon sağlayan kurumlar ise vadeleri kısa tutmuş ve yüksek faiz oranları ile borç vermiştir. Günümüzde ise bu tür yatırımlara fon sağlamak daha kolay ve daha ucuzdur. Bankalar, sigorta şirketleri ve diğer finansal kurumların rüzgâr enerjisi yatırımları ile ilgilenmeye başlaması bu yatırımların hem yapılabilirliğini arttırmış hem de bu yatırımları daha verimli kılmıştır.

Rüzgâr enerjisi santrali yatırımlarına fon sağlayacak finansal kurumların yaptıkları ilk çalışma girişimci tarafından sunulan fizibilite raporlarının detaylı bir incelemesidir. Hatta bazı finansal kurumlar bu çalışmayı bağımsız bir danışmanlık firmasına yaptırmayı da tercih edebilmektedirler. Yapılacak bu çalışma finansal kurumun sunulan proje ile ilgili risk değerlendirmesinde temel teşkil edeceğinden son derece kritiktir. Bunun için sunulan projenin teknik, finansal ve diğer yönleriyle kapsamlı bir değerlendirmeye tabi tutulması gerekmektedir.

### **2.3. Rüzgâr Enerjisi Yatırımlarının Finansmanı**

Dünyada ve buna paralel olarak ülkemizde son yıllarda artan çevre bilinci yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi artırmıştır. Özellikle rüzgâr enerjisi çok ilgi çekmektedir. Ülkemizde projelerin en zorlu aşamasını finansman aşaması oluşturmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı santraller için resmi

---

<sup>51</sup> European Wind Energy Association, Basic Cost of Wind Energy, <http://www.ewea.org/index.php?id=1639>, (30.04.2009)

kurumlara yapılan başvurular neticesinde ülkemizde şu anda birçok yatırımcı şirket finansman aşamasına gelmiş bulunmaktadır. Yatırımcılar, projelerine hem yurt içinden hem de yurt dışından finansman bulmaya çalışmaktadır.<sup>52</sup> Rüzgâr enerjisi yatırımı finansman yöntemlerini iki ana başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar özkaynak finansmanı ve borç finansmanıdır.

### 2.3.1. Özkaynak Finansmanı

Özkaynak, bir işletmenin sahibi ya da ortakları tarafından sağlanan fondur. Riski yüksektir ve iflas veya faaliyetlere son verilmesi durumunda kaynaklar arasında ödeme sırasına göre en sonda bulunan kaynaktır. Dolayısıyla bir firmaya, bir projeye özkaynak sağlayanlar yüksek kar beklentisi içindedirler. Ortaklar projenin operasyonel riskini sermaye katkıları oranında paylaşırlar. Yatırımlar henüz proje aşamasındayken ve borçlanma imkânının sınırlı olduğu dönemlerde özkaynak finansmanı yeterli olabilmektedir. Ancak projenin ilerleyen aşamalarında, daha büyük tutarlı kaynak gereksinimi olduğu dönemlerde öz kaynak yöntemi yetersiz kalmaktadır ve borçlanma gereksinimi duyulmaktadır. Özkaynak finansmanı aşağıdaki kişi ve kurumlardan sağlanabilir:

- a) Proje sahiplerinden
- b) Projeye yakından ilgilenen ekipman satıcıları ve kuruluş yeri sahiplerinden
- c) Bölgesel işletmeler ve gerçek kişilerden
- d) Bazı ülkelerde devlet fonlarından

Proje sahipleri proje maliyetinin belli bir kısmını özkaynak olarak koyarlar. Ekipman satıcıları ve kuruluş yeri sahipleri proje karlılığına inanırlarsa özkaynak sağlayabilirler. Projenin gerçekleştirileceği bölgedeki işletmeler ve diğer gerçek kişiler ile bazı ülkelerde devlet projeye özkaynak sağlayabilir.

---

<sup>52</sup> Murat DURAK, Yenilenebilir Enerji Yatırımları İçin Finansman Modelleri: Proje ve Sendikasyon Kredisi, 3 E Dergisi Sayı 128, (Ocak 2005), s.1

### 2.3.2. Borç Finansmanı

Rüzgâr enerjisi santrallerinin özkaynakla finanse edilemeyen aşamalarında başvuru yöntemidir. Proje Kredileri ve Sendikasyon Kredileri olarak ikiye ayrılabilir.

#### 2.3.2.1. Proje Kredisi ve Proje Kredisi Veren Bazı Kuruluşlar

Proje kredisi, finansmanı sağlayan kuruluşun, kredi geri ödemelerini proje gelirleriyle ve nakit akışıyla sağlayabileceğine inanması ile mümkündür.

Yatırımcının herhangi bir öz varlığını ipotek veya garanti olarak vermesi gerekmemektedir. Burada teminat projenin kendisidir. Herhangi bir projenin finanse edilebilmesi için iki temel kural bulunmaktadır:<sup>53</sup>

- Proje bağımsız olarak borcunu ödeyip yatırımcıya makul bir temettü sağlıyorsa,

- Proje teknik olarak uygulanabilir,

ise, proje maliyetlerini karşılamaktadır. Enerji projelerinde sıkça kullanılan proje kredisi yöntemi, diğer finansman yöntemlerinden daha avantajlıdır. Bu avantajlar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir;

- Teminatın kendisi projedir, yatırımcıdan ek taahhütler gerekmez,

- Özkaynak / kredi oranı daha büyüktür,

- Ülke ve politik risklerin azaltılması amacı ile yatırımcılar yabancı ortaklarla işbirliğine girerek (joint-venture) finansman bulabilirler,

- Yatırımcının kendisinin kredi bulamadığı bir ortamda proje için bulunabilir.

Yatırımcı, %20–30 civarında özkaynak koymakta, dolayısıyla geriye kalan %70–80 finansör kuruluştan gelmektedir. Proje gerçekleştirilmeden önce fon

---

<sup>53</sup> DURAK, Yenilenebilir Enerji Yatırımları İçin Finansman Modelleri: Proje ve Sendikasyon Kredisi, s.2

kurularak, para fonda toplanmaktadır ve proje gerçekleştirildikten sonra da, oluşan proje gelirlerinden öz kaynak ve kredi geri ödemeleri yapılmaktadır.

Proje finansmanında dört ana risk bulunmaktadır<sup>54</sup>:

a) Proje Realizasyon Öncesi Risk: Burada projeyi finanse eden kuruluş, projenin uygulanabilir olup olmadığına bakmaktadır. Bu amaçla bağımsız müşavir kuruluşlardan yararlanır. Projenin teknik açıdan öngörülen hedeflere ulaşım ulaşmayacağına kontrol edilmesi amacı ile genel bir durum değerlendirmesi yapılır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı santral projelerinde, buna en iyi örnek tahmini yıllık üretimin tutup tutmayacağı, rüzgâr enerjisi projelerinde ise, seçilen rüzgâr türbininin uygun olup olmadığı sayılabilir.

b) Proje Realizasyon Sonrası Risk: Bu safhada finansman kuruluşu, projede işlerin yolunda gittiğini görmek için kontroller yaptırmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı santraller içindeki ekipmanların bakım ve onarımının zamanında yapılıp yapılmadığı, hammadde gereksiniminde herhangi bir sorun yaşanmadığını kontrol edilmektedir.

c) Finansal Risk: Aslında proje riski dendiği zaman akla ilk gelen risktir. Projenin mali analiz ve nakit akış tablolarına bakılarak proje ile ilgili karar verilebilir. Proje kredi ve faizini ödedikten sonra kabul edilebilir bir kar bırakmıyor ise, finansör için tatmin edici bulunmaz. Finansal risklerin içerisinde öngörülme maliyetler, döviz kur riski, faiz oranı değişimleri ve ülkenin enflasyon durumu da bulunmaktadır.

d) Politik Risk: Finansörler tarafından dikkate alınan diğer bir önemli risk unsurudur. Ülkenin politik bakımdan istikrarlı bir yapıda olması beklenmektedir.

Aşağıda proje kredisi veren bazı kuruluşlar ve sağladıkları krediler hakkında özet bilgiler sunulmuştur.

a) Avrupa Yatırım Bankası Kredileri

Avrupa Yatırım Bankası 1958 yılında Roma Antlaşması hükümlerine göre kurulmuştur. Merkezi Lüksemburg'da bulunmaktadır. Avrupa Yatırım Bankası,

---

<sup>54</sup> DURAK, Yenilenebilir Enerji Yatırımları İçin Finansman Modelleri: Proje ve Sendikasyon Kredisi, s.2



Avrupa Birliği'nin finansman kuruluğu olup, kamu ve özel sektör kuruluşlarına uzun vadeli finansman sağlamak suretiyle Birliğin politik hedeflerinin hayata geçirilmesine yardımcı olmaktadır. Avrupa Yatırım Bankası, kâr amacı gütmeyen bir kurum olup, özellikle kalıcı projelerin finansmanını sağlamaktadır. Banka, Avrupa Birliği'ne üye devletlere ait olup, kurulduğu 1958 yılından bu yana Birliğe üye ve ortak ülkelerdeki projelerin desteklenmesi için 540 Milyar Euro'dan fazla finansman sağlamıştır.

Avrupa Yatırım Bankası 1960 yılından itibaren Türkiye'de faaliyetlerini sürdürmektedir. 1990'lı yıllardan önce hatta 2000'li yıllara kadar istenilen destekler sağlanamamıştır. Ama başvurular son yıllarda büyük bir artış göstermiştir.

Avrupa Yatırım Bankası, proje maliyetlerini %50 seviyesine kadar finanse etmektedir. Avrupa Yatırım Bankası kredileri, yatırımcının kendi fonlarına ve başka kaynaklardan elde edeceği finansmana ilaveten destek sağlamayı amaçlamaktadır.

Avrupa Yatırım Bankası, yatırımı ya münferit krediler ya da küresel krediler üzerinden finanse etmektedir. Büyük ölçekli projeler, AYB tarafından kendi koşullarına ve şartlarına dayalı olarak ya doğrudan yatırımcı ile ya da finansman faaliyetine katılan başka bankalar ve finans kurumları ile gerçekleştirilen münferit krediler üzerinden finanse edilmektedir. Avrupa Yatırım Bankası, projenin ekonomik, mali ve teknik uygunluğunu tespit etmek için her projeyi ve tabii ki proje geliştiricisinin mali durumunu ve sağlanan güvencenin yeterli olup olmadığını değerlendirmektedir.<sup>55</sup>

Avrupa Yatırım Bankası'nın mevcut finansman türleri aşağıdaki gibidir;

#### 1. Münferit Krediler

Tipik olarak 25 milyon Euro'dan daha fazla yatırım tutarı olan projeler için kullanılmaktadır. Bütün altyapı yatırım türleri, enerji üretimi ve iletim, çevre koruma projeleri, sanayi ve hizmet şirketleri tarafından yapılan yatırımlar için kullanılmaktadır. Yerel yönetimler, özel amaçlı guruplar ve benzer kamu ve özel sektör şirketleri kredilerden faydalanabilmektedir. Finansman limiti yeni projelerin

<sup>55</sup> Kenan YAVUZ, Avrupa Yatırım Bankası Kredileri, [http://www.tumfonlar.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=40&Itemid=1](http://www.tumfonlar.com/index.php?option=com_content&task=view&id=40&Itemid=1), (02.05.2009)

toplam maliyetinin maksimum % 50'sine kadardır. Vadeler sanayi projeleri için normal olarak 5 ile 12 yıl arası, altyapı ve enerji projeleri için 15 ile 25 yıl arası, çok büyük projeler için daha uzun vadelerdir. Güvence olarak ise projenin niteliğine ve kredi alanın kalitesine dayalı olarak uygun bir güvence yapısı istenmektedir.<sup>56</sup>

## 2. Küresel Krediler

25 milyon Euro'dan daha az yatırım tutarı olan projeler için verilen kredi türleridirler. Küresel krediler bölgede faaliyet gösteren bir Avrupa Yatırım Bankası ortağı (veya aracı kurum) ile ayarlanır. Aracı bankalar, Avrupa Yatırım Bankası fonlarını borç alan taraflara kendi riskleri çerçevesinde borç verirler, her proje tek tek incelenip değerlendirilir. Yatırım türleri altyapı projeleri, su tedarik ve sıhhi tesisat projeleri, çevre koruma projeleri, enerjinin rasyonel kullanımı, özellikle küçük ve orta ölçekli şirketlerin ve hizmet şirketlerinin kurumsal yatırımları, ileri teknoloji yatırımları, AR-GE projeleridir. Faydalananlar yerel yönetimler ve diğer kamu kuruluşları veya özel amaçlı guruplar, küçük ve orta ölçekli girişimler olabilmektedir. Finansman limiti yeni projelerin toplam maliyetinin % 50 tutarına kadardır.<sup>57</sup>

### b) Dünya Bankası Yenilenebilir Enerji Projesi

Elektrik Piyasası Kanununun sonucunda rekabetçi bir toptan satış piyasasına doğru gidilmesi ve Hazine garantilerinin bitmesiyle birlikte, özel sektör için enerji kaynağı projelerine yönelik finansman bulmak giderek daha da güçleşmiştir. Ayrıca özel sektörde temiz enerji projeleri üretenlerin, genellikle küçük yatırımcılar, Türk ve uluslararası sermaye piyasalarına erişimleri zor olan yatırımcılar olmaları nedeniyle, krediye erişimleri daha da zorlaşmıştır. Birçok yenilenebilir enerji projesinin yaşam döngüsü açısından ekonomik olması, Türkiye'nin çok geniş ve yenilenebilir hidroelektrik, jeotermal ve rüzgâr enerjisi santrallerine sahip olması, yenilenebilir kaynaklardan sağlanan enerjinin, kirliliği ve evlerde kullanılan yeşil gazın emisyonunu azaltacak olmasına karşın, durum böyledir. Yenilenebilir Enerji

<sup>56</sup> Kenan YAVUZ, Avrupa Yatırım Bankası Kredileri, [http://www.tumfonlar.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=40&Itemid=1](http://www.tumfonlar.com/index.php?option=com_content&task=view&id=40&Itemid=1), (02.05.2009)

<sup>57</sup> Kenan YAVUZ, Avrupa Yatırım Bankası Kredileri, [http://www.tumfonlar.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=40&Itemid=1](http://www.tumfonlar.com/index.php?option=com_content&task=view&id=40&Itemid=1), (02.05.2009)

kaynaklarına dayanan İyileştirme projelerinin yerel, özel sektör sponsorlarının karşılaştıkları engeller şöyle özetlenebilir:<sup>58</sup>

- 1) Yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili potansiyel alanlar konusunda teknik açıdan güvenilir bilgi bulunmaması sonucunda, fosil yakıtların kullanımıyla gerçekleştirilen geleneksel enerji üretim projelerine göre daha yüksek yatırım öncesi masraflar; mevcut verilerin geçerliliğinin tasdik edilmesinin ve ek araştırma yapma giderleri (fizibilite öncesi, ayrıntılı fizibilite mühendislik tasarımı).
- 2) Bu tür küçük, ancak sermaye yoğun altyapı projelerinde mali tutarlılığa ulaşmak için gereken orta ile uzun vadeli borçlanma finansmanının bulunmaması. Doğalgazla işletilen tesislerle karşılaştırıldığında, sermaye maliyetlerinin, işletme maliyetlerine oranının başlangıçta daha yüksek olması nedeniyle, finansmanın bir kısmı uzun vadeli borç olarak sağlanmadıkça, elektrik satış gelirleri ve borç servis yükümlülükleri arasında bir dengesizlik bulunmaktadır.

Yenilenebilir Enerji Projesinin amacı, her türlü yenilenebilir enerji üretim projesinin uzun vadeli borç bulabilmeleri için finanse edilmesi ve dolayısıyla da kirlilik ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasıdır.<sup>59</sup>

Proje aynı zamanda, Avrupa Dünya Bankası ve Orta Asya bölgesinde 3 önemli konuya önem vermektedir. Bunlar; ortak çevresel faktörleri de içine alan kilit önem taşıyan küresel kamu ürünlerinin desteklenmesi, canlı özel sektör koşullarının oluşturulması ve hükümetin üstlendiği koşullu yükümlülüklerin azaltılması, devlet yatırımlarının özel sektör fonları ile desteklenmesi suretiyle sağlam bir kamu sektörünün geliştirilmesidir.

Projenin tek bir ana bileşeni bulunmaktadır; Yenilenebilir Enerji Üretiminin Finanse Edilmesinde Özel Amaçlı Borç Fonu (SPDF).

<sup>58</sup> Yenilenebilir Enerji Projesi, <http://web.worldbank.org/wbsite/external/countries/ecaext/turkeyinturkishextn/0,,contentmdk:20815979~pagepk:141137~pipk:141127~thesitepk:455688,00.htm> 1, (02.05.2009)

<sup>59</sup> Yenilenebilir Enerji Projesi, <http://web.worldbank.org/wbsite/external/countries/ecaext/turkeyinturkishextn/0,,contentmdk:20815979~pagepk:141137~pipk:141127~thesitepk:455688,00.htm> 1, (02.05.2009)

Proje kapsamında, yenilenebilir enerji üretimi için toplam yatırım tutarının, özel sponsorların sağlayacağı sermaye finansmanı, ihracat kredisi kurumlarından borç finansmanı, Dünya Bankası Özel Amaçlı Borç Fonu ve ticari bankaların sağlayacağı finansman da dahil olmak üzere yaklaşık 500 milyon dolar olması beklenmektedir. SPDF iki finansal aracı tarafından işletilen vadeli bir borç fonudur. Bu işlem için seçilen bu iki aracı Kurum:

- a) Türkiye Sınai Kalkınma Bankası (TSKB)
- b) Türkiye Kalkınma Bankası(TKB)' dir.

Dünya Bankası'nın SPDF için ayırdığı fon, borçlu konumundaki Hazine tarafından alınır ve bu iki mali kuruma aktarılır. Bu aracı kurumlar bu fonu, özel sektörde faaliyet gösteren firmaların gerçekleştireceği uygun bulunan yenilenebilir enerji projeleri için uzun vadeli borç sağlamak amacıyla kullanır. SPDF uygun bulunan yenilenebilir enerji projeleri için yerel özel girişimcilerden sermaye yatırımı desteği, ihracat kredisi finansmanı ve bu projelerin inşaatı için gereken diğer finansman türlerinin sağlanması amacıyla planlanmıştır.<sup>60</sup>

Bu iki finansal kurum finansal güçleri ve projeyi yönetme ve geliştirme kapasiteleri dikkate alınarak seçilmiştir. Ayrıca, kalkınma bankaları olmaları bu kurumlara Hazine'nin kamu fonlarından yararlanma olanağını tanımaktadır.

Proje yönetimi TSKB ve TKB tarafından gerçekleştirilmektedir. Her iki bankada da, belirli banka personeli proje yönetimi ve uygulaması için görevlendirilir. Ayrıca, mali rapor verme, doküman kontrol, çevre konuları ve özel hesaptan fon sağlanması konularından sorumlu başka personel de bulunmaktadır.<sup>61</sup>

TSKB 'de kredinin pazarlanması, Kurumsal Pazarlama Bölümü tarafından ve proje geliştirme ise, Teknik Hizmetler Bölümü tarafından yürütülmektedir. TKB'de kredi pazarlama Kredi Bölümü tarafından ve proje geliştirme ise Proje Geliştirme Departmanı tarafından yürütülmektedir. Her iki bankada da, pazarlama ve proje

<sup>60</sup> Yenilenebilir Enerji Projesi, <http://web.worldbank.org/wbsite/external/countries/ecaext/turkeyinturkishextn/0,,contentmdk:20815979~pagepk:141137~pipk:141127~thesitepk:455688,00.html>, (02.05.2009)

<sup>61</sup> Yenilenebilir Enerji Projesi, <http://web.worldbank.org/wbsite/external/countries/ecaext/turkeyinturkishextn/0,,contentmdk:20815979~pagepk:141137~pipk:141127~thesitepk:455688,00.html>, (02.05.2009)

geliştirme çalışmaları birbirlerinden bağımsız olarak çalışan departmanlar tarafından yürütülür. Bankalara sunulan her bir proje önerisi, mühendis(ler), finansal analizci(ler) ve proje ekonomisinden oluşan bir grup uzman tarafından değerlendirilir. Bu uzmanlar daha sonra bir proje değerlendirme raporu hazırlar. TSKB' de bu proje raporları bir üst düzey yönetici ve başkan yardımcısından oluşan bir kredi komitesine sunulur. TKB' de ise proje değerlendirme raporları kredi ve proje geliştirme direktörleri ve bankanın genel müdür yardımcılarında oluşan kredi komitesine sunulur.

Kredi komitesinin onayından sonra, bu raporlar onay için her bankanın yönetim kuruluna sunulur. Yönetim kurulunun onayından ve kredi anlaşmasının imzalanmasından sonra, alt krediler dağıtımına hazır hale gelir. Her iki bankanın ilk iki projesi, ön inceleme için Dünya Bankası'na gönderilir.

Dünya Bankası Projesi Türk Hükümeti'ne, yenilenebilir enerji projelerinin geliştirilmesi için kapsamlı bir çerçeve oluşturulmasında, Türkiye'nin finansman kaynağı, imtiyazlı ve ikili fon kaynakları bulmasına olanak tanıyacak güvenilir bir mali aracılık mekanizmasının kurulmasında yardımcı olmaktadır. Proje aynı zamanda, Türkiye'nin mevcut enerji santrallerine, önemli miktarlarda temiz üretim kapasitesini eklemesini sağlayacaktır.<sup>62</sup>

Dünya Bankası projesinin uygulaması 30 Temmuz 2004 tarihinde başlamıştır. Şimdiye kadar, üçü TKB ve dördü TSKB tarafından olmak üzere yedi alt proje tamamlanmıştır. Bu projelerden dört tanesi küçük hidroelektrik, ikisi jeotermal ve bir tanesi de rüzgâr santrali projesidir. Çeşitli daha büyük hidroelektrik santralleri de dahil olmak üzere yaklaşık 9 civarında alt proje daha faal bir şekilde hazırlanmaktadır.<sup>63</sup>

<sup>62</sup> Yenilenebilir Enerji Projesi, <http://web.worldbank.org/wbsite/external/countries/ecaext/turkeyinturkishextn/0,,contentmdk:20815979~pagepk:141137~pipk:141127~thesitepk:455688,00.html>, (02.05.2009)

<sup>63</sup> Yenilenebilir Enerji Projesi, <http://web.worldbank.org/wbsite/external/countries/ecaext/turkeyinturkishextn/0,,contentmdk:20815979~pagepk:141137~pipk:141127~thesitepk:455688,00.html>, (02.05.2009)

### 2.3.2.2. Sendikasyon Kredisi

Riskin bölüşülebilmesi için yüksek yatırım tutarı gerektiren altyapı projelerinin finanse edilebilmesi için geliştirilmiş bir finansman modelidir. Genellikle 3 ana katılan bulunur: Ödünç alan (borrower), ana banka (lead manager) ve küçük katılımcılar (participants). Süreleri genellikle 15 yıl olup LIBOR + ... (London Interbank Offered Rate) veya US Prime Rate + ... şeklinde faizlendirilerek kullanılan bir kredi şeklidir. Genellikle beş tip sendikasyon kredisi kullanılmaktadır. Bunlar; geleneksel sendikasyon kredisi, sendikasyon banka kredisi, dönen krediler, standby kredisi ve çok seçenekli kredidir.<sup>64</sup>

#### a) Geleneksel Sendikasyon Kredisi (Değişken Faizli)

Kredi bir defada çekilir ve belirlenen sürede geri ödemesi yapılır. Genellikle ödemenin yapılmayacağı belli bir süre belirlenir. Tek bir banka tarafından müzakereleri yapılarak sonuçlandırılır ve diğer bankalarla sendikasyona gidilir. Faiz değişkendir.

#### b) Sendikasyon Banka Kredisi(Sabit Faizli)

Geleneksel sendikasyonun aynısı olup sadece faiz sabittir.

#### c) Dönen Krediler

Bu türde para belirlenen program dahilinde belli aralıklarla çekilir.

#### d) Standby Kredisi

Geleneksel sendikasyon kredileri genellikle belirlenen programa göre verilmekte iken standby kredilerinde alıcı istediği zaman krediyi belli miktarlarda çekebilmektedir.

#### e) Çok Seçenekli Kredi

Orta vadeli bir kredi türü olup esnek yapıdadır ve kredi maliyetleri ucuzdur.

Sendikasyon kredilerinin prosedüründe belli adımlar vardır ve onlar takip edilmelidir. Her adım kredi veren kuruluşu tatmin edecek şekilde olmalıdır. Kredi sağlayan kuruluş, müşteri ve ana banka arasında sendikasyona girecek banka sayısı

<sup>64</sup> DURAK, Yenilenebilir Enerji Yatırımları İçin Finansman Modelleri: Proje ve Sendikasyon Kredisi, s.2

ve oranları ile kredi koşulları ve ne zaman hangi program dahilinde kullanılacağı konularında tam mutabakat olmalıdır.<sup>65</sup>

## 2.4. Rüzgâr Enerjisi ile İlgili Teşvik Uygulamaları

Yenilenebilir enerjilerden rüzgâr enerjisi kullanımı son yıllarda hızlı bir artış göstermiş olup, birçok ülkede rüzgâr enerjisi kullanımını teşvik etmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Hammadde ihtiyacının olmaması, santral kurulumunun daha hızlı gerçekleştirilmesi, temiz bir enerji kaynağı olması ve dışa bağımlılığı azaltması rüzgâr enerjisini cazip kılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının ülke ihtiyaçlarını belirli bir oranda karşılayabilmesi veya fosil kaynaklar ile rekabet edebilmesi için dünyada teşvik esasları geliştirilmiştir. Bu teşvikler ile hem yenilenebilir enerjilere dayalı bir sanayi oluşmakta hem de uygulanabilirlikleri yaygınlaşmaktadır.<sup>66</sup>

Ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarına farklı teşvikler vermektedirler. Bunlar mali, vergi ve üretim teşvikleri olarak üç başlık altında toplanabilir.<sup>67</sup>

### 2.4.1. Mali Teşvikler

Mali teşvikler genellikle iki alt başlıkta toplanmaktadır.<sup>68</sup>

#### a) Yatırım Teşvikleri

Bu teşvik türünde devlet toplam yatırım tutarına belli bir oranda katkıda bulunmaktadır. Bu oran %20 - %40 arasında değişmektedir. Bazı devletler belli kaynaklar için bu teşviki vermektedirler.

<sup>65</sup> DURAK, Yenilenebilir Enerji Yatırımları İçin Finansman Modelleri: Proje ve Sendikasyon Kredisi, s.3

<sup>66</sup> Receb Enes GÖKÇINAR, Ali UYUMAZ, Rüzgâr Enerjisi Maliyetleri ve Teşvikleri, 7. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES'2008, İstanbul, 17-19 Aralık 2008, s.1

<sup>67</sup> Murat DURAK, Avrupa Ülkelerinde Rüzgâr Enerjisi Yatırımlarına Verilen Teşvikler ve Türkiye İçin Öneriler, <http://ulutek.uludag.edu.tr/downloads/ruzgarenerjisitesvikler.pdf>, (25.04.2009)

<sup>68</sup> Murat DURAK, Avrupa Ülkelerinde Rüzgâr Enerjisi Yatırımlarına Verilen Teşvikler ve Türkiye İçin Öneriler, <http://ulutek.uludag.edu.tr/downloads/ruzgarenerjisitesvikler.pdf>, s.1, (28.04.2009)

#### b) Hükümet Destekli Krediler

Devlet veya uluslararası kuruluşlar, yatırımların finanse edilmesi için bu tip projelere normal ticari kredilerden daha cazip krediler vermektedir. Almanya' da Deutsche Ausgleichsbank ve Commerzbank kredileri bu duruma örnek olarak verilebilir.

### 2.4.2. Vergi Teşvikleri

Vergi teşviklerini iki alt başlıkta toplamak mümkündür.<sup>69</sup>

#### a) Vergi Muafiyetleri

Bazı devletler 1–5 yıl arasında santralden elde edilen gelirden kurumlar ve/veya gelir vergisi almamaktadır. Hollanda' da uygulanmaktadır.

#### b) Gümrük Muafiyetleri

Devletler, rüzgâr türbini gibi ekipman ithalat ve ihracatına düşük oranda veya bütünü ile gümrük vergi muafiyeti getirmektedir. Danimarka' da uygulanmaktadır.

### 2.4.3. Üretim Teşvikleri

Üretim teşviklerini ise üç alt başlıkta toplamak mümkündür.<sup>70</sup>

#### a) Yenilenebilir Portföy Standardı

Bu teşvik türünde elektrik dağıtım şirketleri, dağıtımını yaptıkları elektriğin belli bir yüzdesini belirli bir zaman aralığında yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamak zorundadır. Özellikle Avrupa Birliği Ülkeleri bu konuda başı çekmektedirler. Avrupa Birliği Ülkeleri, 2001\77\EC nolu direktifine göre, 2010 yılında tükettikleri enerjinin ortalama % 22'sini yenilenebilir enerji kaynaklarından

<sup>69</sup> Murat DURAK, Avrupa Ülkelerinde Rüzgâr Enerjisi yatırımlarına Verilen teşvikler veTürkiye için Öneriler, <http://ulutek.uludag.edu.tr/downloads/ruzgarenerjisitesvikler.pdf>, s.2, (28.04.2009)

<sup>70</sup> Murat DURAK, Avrupa Birliği Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Küçük Hes'ler ve Rüzgâr Enerjisi Yatırımlarına Verilen Teşvikler, <http://www.ruzgarenerjisibirliigi.org.tr/bilimsel/diger/KucukHESveRuzgar.pdf>, (28.04.2009)



sağlayacaklarını taahhüt etmişlerdir. Amerika Birleşik Devletleri' de 2030 yılında toplam enerji ihtiyacının %20' sini rüzgârdan sağlamayı hedeflemektedir.

#### b) Üretilen Elektriğe Teşvik

Yenilenebilir kaynaklara verilen bir diğer teşvik türü de, üretilen elektriğin birim fiyatına verilen teşvik türüdür.

#### c) Ödeme Mekanizmaları

Bu çerçevede üç ana teşviklendirme uygulaması geliştirilmiştir.<sup>71</sup>

##### 1) Gönüllü Sistem ve Yeşil Pazar

Teorik olarak düşünüldüğünde rüzgâr enerjisinin gönüllü kullanım talebi ve hükümet politikasından bağımsız bir pazar oluşturulabilmesi mümkün görünse de, yeşil pazar ve gönüllü sistem uygulamaları ile daha fazla ödeyerek temiz enerji kullanılması düşüncesinin rüzgâr enerjisi gelişimine etkisi olmadığı uygulamalardan görülmektedir.

##### 2) Sabit Tarife Sistemi

Üreticiye ödenecek fiyat aralığı türbin sisteminin kurulacağı alana göre değişmektedir. Bu fiyatlandırma yüksek rüzgârlı bölgelerde düşük iken, düşük rüzgârlı bölgelerde yüksek olmaktadır. Böylece üreticinin yüksek rüzgârlı belirli bir alanda yoğunlaşması engellenmektedir. Üretim tesislerinde üretilen elektriğin satış fiyatı için üst sınır getirilmesi, yenilenebilir enerji sektörünün serbest piyasa koşullarında gelişmesini önleyici, yatırımları caydırıcı bir unsur olmaktadır. Bu sistemin uygulandığı ülkeler; Almanya, Portekiz, İspanya ve Yunanistan'dır.

##### 3) Sabit Üretim Sistemi

Üretilmesi istenen enerji miktarının hükümetin koyduğu kota ile sınırlandırılarak enerji fiyatının pazar tarafından belirlendiği bir sistemdir. Rüzgâr enerji pazarında iki çeşit sabit üretim uygulaması vardır:

---

<sup>71</sup> GÖKÇINAR, UYUMAZ, s.4

a) İhale Uygulaması

İhale uygulamasında; yatırımcılar ihaleye davet edilerek belirlenen zaman aralığında istenen enerji üretimi için teklif alınır. En düşük teklif sahibi ile sözleşme yapılarak yatırım çalışmalarına başlanır. İhale sisteminde elektrik fiyatı hükümet tarafından değil pazar içerisinde oluşmaktadır. Sistemin uygulandığı ülkeler; İngiltere ve İrlanda'dır.<sup>72</sup>

b) Yeşil Enerji Sertifika Uygulaması

Yeşil enerji sertifikası, üretimini yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlayan kuruluşlara proje bazında verilen bir belgedir. Üretici firma, yatırımını yeşil sertifika sistemine dahil etmekle uluslararası sertifika ticareti yaparak mevcut üretiminden KWh başına ilave gelir kazanma imkânını da bulabilmektedir. Hollanda, Danimarka ve İtalya'da uygulanmaktadır.<sup>73</sup>

#### 2.4.4. Seçilmiş Bazı Ülkelerde Rüzgâr Enerjisi Teşvik Uygulamaları

Avrupa Birliği ülkeleri başta olmak üzere, seçilen bazı ülkelerde rüzgâr enerjisine sağlanan teşvikler ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.<sup>74</sup>

*Amerika Birleşik Devletleri*, rüzgâr enerjisi yoluyla üretilen elektrik enerjisi için vergi kredileri uygulamaktadır(2 \$c/KWh). Rüzgâr enerjisi ekipmanları üretimine ve AR-GE faaliyetlerine destekler sağlanmaktadır. Rüzgâr enerjisi santrallerinde hızlandırılmış amortisman(5 yıla kadar) uygulamalarına izin verilmektedir.

*Almanya*, 1 Ocak 2009' dan itibaren geçerli hale gelen bir karar ile yeni kurulan rüzgâr enerjisi santrallerinde üretilen elektriğe ilk 5 yıl için 9,2 €/KWh fiyat belirlemiştir ve bu fiyat her yıl için %1 düşürülecektir. 5. yıldan sonra ise 5,02 €/KWh olacaktır. Ayrıca eskimiş rüzgâr enerjisi santrallerinin yenilenmesi için de teşvikler mevcuttur. Almanya 2010 yılına kadar elektrik enerjisi ihtiyacının %12,5'

<sup>72</sup> GÖKÇINAR, UYUMAZ, s.5

<sup>73</sup> GÖKÇINAR, UYUMAZ, s.5

<sup>74</sup> Global Renewable Energy Policies and Measures, OECD/IEA, <http://www.iea.org/textbase/pm/?mode=re&action=result>, (28.04.2009)

ini, 2020 yılına kadar ise %20' sini yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlamayı planlamaktadır.

*Belçika*, 1 Temmuz 2003' de yürürlüğe giren bir yasa kapsamında rüzgâr enerjisi ile elektrik üreten santrallere yeşil sertifika vermiş ve elektrik dağıtım şirketlerinin bu sertifikaya sahip üreticilerin ürettiği elektriği belirlenen minimum fiyatlardan alma zorunluluğu getirmiştir. Bu fiyatlar karada kurulu santraller(onshore) için 50 €/MWh ve denizde kurulu santraller(offshore) için 90 €/MWh' dir. Verilen yeşil sertifikalar 5 yıllı sınırlı olup satın alınacak elektrik konusunda herhangi bir kısıtlama yoktur.

*Çin*, rüzgâr enerjisi konusunda da söz sahibi olmaya çalışan Çin hükümeti 2007' de aldığı bir kararla 12 bölgede toplam kapasitesi 1.234,5 MW olan rüzgâr çiftlikleri kurmaya karar vermiştir. Ayrıca Çin, rüzgâr enerjisi santrallerinde kullanılan malzemelerin en az %50' sinin yerli üretim olmasını zorunlu tutmaktadır. Rüzgâr enerjisi ekipmanlarına uygulanan KDV %17' den %8,5' e çekilmiştir, ayrıca rüzgâr enerjisi ile elde edilen gelirin gelir vergisi %33' den %15' e indirilmiştir.

*Danimarka*, 2011 yılına kadar toplam enerji ihtiyacının %20' sini yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamayı planlamaktadır. AR-GE çalışmaları için 2009 yılında 750 milyon DKK ve 2010 yılı için 1 trilyon DKK kaynak ayrılmıştır.

*Finlandiya*, rüzgâr enerjisi ile üretilen elektriğe KWh başına 0,69 €c vergi teşviği uygulamaktadır.

*Fransa*, karada kurulu santraller(onshore) için 10 yıl süreyle 8,2 €/KWh ve denizde kurulu santraller(offshore) için ilk 10 yıl süreyle 13 €/KWh, sonraki 10 yıl için 3 €/KWh ile 13 €/KWh arasında(santralin büyüklüğüne göre) tarife uygulamaktadır.

*İngiltere*, 2007' de kurulan "The Energy Technologies Institute(ETI)" vasıtasıyla bu alanda yoğun olarak AR-GE faaliyetlerinde bulunmaktadır. Bazı rüzgâr enerjisi ekipmanlarında KDV % 5 olarak uygulanmaktadır.

*İrlanda*, büyük kapasiteli(kurulu gücü 5 MW' den büyük olan) rüzgâr santrallerinde üretilen elektrik için 5,7 €/KWh ve küçük kapasiteli(kurulu gücü 5

MW' den küçük olan) rüzgâr santrallerinde üretilen elektrik için 5,9 €/KWh tarife uygulamaktadır.

*İtalya*, 15 yıl için rüzgâr enerjisi santrallerinden üretilen elektriğe 30 €/KWh tarife uygulamaktadır.

#### **2.4.5. Türkiye' de Rüzgâr Enerjisine Sağlanan Teşvikler**

Türkiye'de rüzgâr enerjisi başta olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretimi;

- a) “4628 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu”
- b) “5346 Sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun” ve ikincil mevzuat kapsamında teşvik edilmektedir.<sup>75</sup>

Dünyadaki gelişmelerin paralelinde ülkemizde 2003 yılından itibaren yenilenebilir enerji alanında çeşitli yasal düzenlemeler yapılmaya başlanmıştır. 10 Mayıs 2005 tarihinde kabul edilen “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”, 5346 sayılı kanun, kimi çevreler tarafından birçok Avrupa ve Dünya ülkesinde uygulanan teşviklere göre yetersiz bulunsa da bu alana ilgi duyan yatırımcı ve üreticilere çeşitli teşvikler sunmaktadır.

Bu teşvikler aşağıdaki gibidir<sup>76</sup>:

- Yerli doğal kaynaklar ile yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisi kurmak üzere, lisans almak için başvuruda bulunan tüzel kişilerden, lisans alma bedelinin yüzde biri dışında kalan tutarı tahsil edilmemektedir.
- Yerli doğal kaynaklar ile yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri için ilgili lisanslara derç edilen tesis tamamlanma tarihini izleyen ilk sekiz yıl süresince yıllık lisans bedeli alınmamaktadır.

<sup>75</sup> Zerrin TAÇ ALTUNTAŞOĞLU, Yerli Rüzgâr Enerji Teknoloji Üretimi Destek Politikaları ve Türk Mevzuatı, TMMOB Türkiye 6. Enerji Sempozyumu-Küresel Enerji Politikaları ve Türkiye Gerçeği, s.9, Ekim 2007

<sup>76</sup> Enerji Yatırımcısının El Kitabı, EPDK, Ankara, Mayıs 2007, [http://www.epdk.org.tr/yayin\\_rapor/yatirimcininelkitabi/yatirimcininelkitabi.doc](http://www.epdk.org.tr/yayin_rapor/yatirimcininelkitabi/yatirimcininelkitabi.doc), (03.05.2009)

- Yerli doğal kaynaklar ile yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerine, Türkiye Elektrik İletim A.Ş. ve/veya dağıtım lisansı sahibi tüzel kişiler tarafından, sisteme bağlantı yapılmasında öncelik tanınmaktadır.
- Perakende satış lisansı sahibi tüzel kişiler, serbest olmayan tüketicilere satış amacıyla yapılan elektrik enerjisi alımlarında, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı bir üretim tesisinde üretilen elektrik enerjisi satış fiyatı; Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş.’ nin satış fiyatından düşük veya eşit olduğu ve daha ucuz başka bir tedarik kaynağı bulunmadığı takdirde, öncelikli olarak söz konusu yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisinde üretilen elektrik enerjisini satın almakla yükümlü kılınmıştır.
- Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerinde üretim yapan üretim lisansı sahibi tüzel kişiler, bir takvim yılında, lisanslarında yer alan, öngörülen ortalama yıllık üretim miktarını geçmemek kaydıyla, özel sektör toptan satış şirketlerinden elektrik enerjisi satın alabilirler.
- Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerinden; Dengeleme ve Uzlaştırma Yönetmeliğinin “Dengeleme Birimleri ve Kayıt Kuralları” başlıklı 18. maddesi kapsamında olanlar, dengeleme birimi olma yükümlülüğünden muaftır.

Ayrıca, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun kapsamında, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerinin desteklenmesi amaçlanmış ve bu Kanunla EPDK’ ya Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesinin (YEK Belgesi) verilmesi ve Türkiye ortalama elektrik toptan satış fiyatının belirlenmesi görevleri verilmiştir. YEK Belgesi, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisinin iç piyasada ve uluslararası piyasalarda alım satımında kaynak türünün belirlenmesi ve takibi için üretim lisansı sahibi tüzel kişiye EPDK tarafından verilen belgedir. Bu Kanun ile perakende satış lisansı sahibi tüzel kişilere bir önceki takvim yılında satışa sundukları elektrik enerjisi miktarının, ülkede sattıkları toplam elektrik enerjisi miktarına oranı kadar, EPDK tarafından ilan edilen YEK Belgeli elektrik enerjisinden satın alma zorunluluğu getirilmiştir. 2011 yılı sonuna kadar bir takvim yılı içerisinde bu Kanun kapsamında satın alınacak elektrik enerjisi için uygulanacak

fiyat; EPDK' nın belirlediği bir önceki yıla ait Türkiye ortalama elektrik toptan satış fiyatıdır. Bu konuda 2007 yılı için Kurul kararı ile belirlenen fiyat 9,13 Kır/KWh'dır. Uygulanacak fiyat 5 Euro Cent/KWh karşılığı Türk Lirasından az, 5,5 Euro Cent/KWh karşılığı Türk Lirasından fazla olamaz. 5346 sayılı Kanun, bunun dışında yatırım dönemi uygulamaları ve arazi konusunda da bazı teşvikler getirmektedir.<sup>77</sup>

---

<sup>77</sup> Enerji Yatırımcısının El Kitabı, EPDK, Ankara, Mayıs 2007, [http://www.epdk.org.tr/yayin\\_rapor/yatirimcininelkitabi/yatirimcininelkitabi.doc](http://www.epdk.org.tr/yayin_rapor/yatirimcininelkitabi/yatirimcininelkitabi.doc), (03.05.2009)

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### 3. ISPARTA İLİNDE KURULACAK BİR RÜZGÂR ENERJİSİ SANTRALİNİN EKONOMİK ANALİZİ

Bu bölümde Isparta ilinde kurulacak bir rüzgâr enerjisi santralinin ekonomik analizi RetScreen Temiz Enerji Proje Analiz Yazılımı kullanılarak yapılacaktır.

#### 3.1. Proje Hakkında Genel Bilgiler

Proje hakkında genel bilgiler, projenin uygulama yeri olan Isparta' nın coğrafi konumu, değerlendirme aşamasında kullanılan bilgisayar yazılımı ve diğer proje verilerinden oluşmaktadır.

##### 3.1.1. Isparta İlinin Coğrafi Konumu

Isparta ili, Akdeniz Bölgesi'nin kuzeyinde yer alan Göller bölgesinde bulunmaktadır. İl, 300 20' ve 310 33' doğu boylamları ile 370 18' ve 380 30' kuzey enlemleri arasında bulunmaktadır. 8.933 km<sup>2</sup> 'lik yüzölçüme sahip olan Isparta ili, kuzey ve kuzeybatıdan Afyon ilinin Sultandağı, Çay, Şuhut, Dinar ve Dazkırı, batıdan ve güneybatıdan Burdur ilinin Merkez, Ağlasun ve Bucak, güneyden Antalya ilinin Serik ve Manavgat, doğu ve güneydoğudan ise Konya ilinin Akşehir, Doğanhisar ve Beyşehir ilçeleri ile çevrilmiştir. Rakımı ortalama 1.050 metredir.

##### 3.1.2. RetScreen Temiz Enerji Proje Analiz Yazılımı

RetScreen Temiz Enerji Proje Analiz Yazılımı, hükümetten, sanayiden ve akademik çevrelerden sayısız uzmanın katkısıyla geliştirilmiştir. Ücretsiz elde edilebilen bu yazılım, çeşitli enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji teknoloji türlerinin enerji üretimi ve tasarruflarını, yaşam çevrim maliyetlerini, emisyon azaltımlarını, finansal uygulanabilirliklerini ve risklerini değerlendirmek üzere dünya

çapında kullanılmaktadır. Bu yazılım, aynı zamanda, ürün, maliyet ve iklim veritabanları ile detaylı bir on-line kullanıcı rehberini de içermektedir.

RetScreen International, Natural Resources Canada – (NRCCan), (Kanada Doğal Kaynakları) CanmetENERGY liderliği ve devam eden finansal desteği ile yürütülmektedir. RetScreen başka bir takım hükümet ve çok taraflı kuruluşla yürütülen işbirliği ve sanayiden, hükümetten ve akademik çevrelerden gelen uzmanlardan oluşan büyük bir uzman ağının sağladığı teknik destek ile geliştirilmiştir.

RetScreen Sürüm 4'te, yazılımın kapasitesi, yenilenebilir enerji, kojenerasyon ve bölgesel enerjiden, finansal olarak uygulanabilir temiz enerji gücünü, ısıtma ve soğutma teknolojilerini ve enerji verimliliği tedbirlerini kapsayan geniş bir yelpazeye genişletilmiştir.<sup>78</sup>

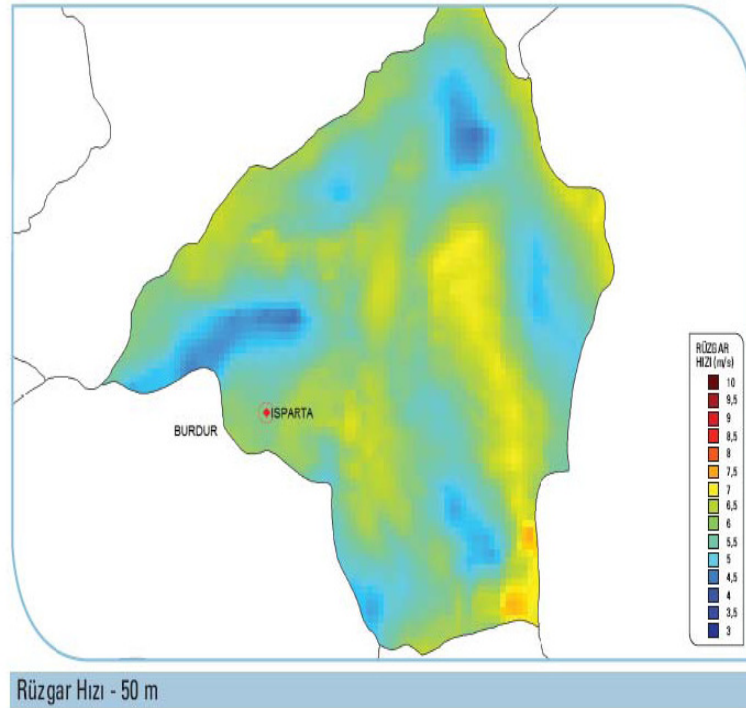
### 3.1.3. Proje Verileri

Rüzgâr enerjisi santrallerinin proje analizi için noktasal olarak en az bir yıllık ortalama rüzgâr hızı verileri ve sıcaklık, basınç ortalamaları gibi diğer meteorolojik verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Isparta'nın merkez ve ilçelerinde bulunan Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü' ne ait dokuz adet rüzgâr ölçüm istasyonundan alınan rüzgâr hızı ortalamaları incelenmiş, ancak enerji üretimi için yeterli bulunmamıştır. Ancak tüm bu istasyonların ölçümleri 10 metre yükseklikte yapılmış olup, daha yüksekte yapılacak ölçümlerle ortalama rüzgâr hızlarının artacağı bir gerçektir. Bu aşamada Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanmış olan Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlasından(REPA) yararlanılmıştır. REPA, orta ölçekli sayısal hava tahmin modeli ve mikro-ölçekli rüzgâr akış modeli kullanılarak üretilen rüzgâr kaynak bilgilerinin verildiği Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası' dır. Şekil 3.1.' de REPA' dan alınan Isparta iline ait 50 metre yükseklikte rüzgâr hızları görülmektedir.

<sup>78</sup> RETScreen International, <http://www.etscreen.net>, (11.05.2009)



### RÜZGAR HIZ DAĞILIMI – 50 metre



### Şekil 3.1. Isparta' da 50 Metre Yükseklikte Rüzgâr Hız Dağılımı

Kaynak: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü,

<http://www.eie.gov.tr/duyurular/YEK/YEKrepa/ISPARTA-REPA.pdf> ,

(30.04.2009)

Şekil 3.1.' de yer alan atlas, 50 metre yükseklikte Isparta' nın büyük çoğunluğunda ortalama rüzgâr hızının 5-7 m/sn arasında değiştiğini göstermektedir. Nadiren 7,5 m/sn hıza ulaşan noktalar mevcuttur.

Proje belli bir noktayı adres göstermemekte olup, rüzgâr hızı ortalama 7 m/sn olarak alınmıştır.

Projede kullanılan iklim verileri RetScreen yazılımı veritabanından otomatik olarak alınarak kullanılmıştır. Kullanılan iklim verileri Çizelge 3.1. ' de detaylı olarak verilmiştir.

Çizelge 3.1. Isparta İli İklim Verileri

	Birim	İklim Verisi Yeri	Proje Yeri		Birim	İklim Verisi Yeri	Proje Yeri		
Enlem	°N	37,8	37,8	Isıtma Tasarım Sıcaklığı	°C	-6,7			
Boylam	°E	30,6	30,6	Soğutma Tasarım Sıcaklığı	°C	31,6			
Rakım	M	997	997	Yer Sıcaklığı Amplitüdü	°C	23,0			
Ay		Hava Sıcaklığı	Bağıl Nem	Günlük Güneş Radyasyonu - Yatay	Atmosferik Basınç	Rüzgâr Hızı	Yer Sıcaklığı	Isıtma Derece-Gün	Soğutma Derece-Gün
		°C	%	KWh/m <sup>2</sup> /d	kPa	m/s	°C	°C-d	°C-d
Ocak		1,5	70,0%	2,31	90,7	1,9	2,7	512	0
Şubat		2,3	66,4%	3,09	90,5	2,4	3,5	440	0
Mart		5,5	63,6%	4,28	90,4	2,4	7,8	388	0
Nisan		10,4	62,2%	5,07	90,4	2,5	14,3	228	12
Mayıs		15,1	59,6%	6,08	90,5	2,0	20,7	90	158
Haziran		19,6	54,2%	7,10	90,4	2,0	26,2	0	288
Temmuz		22,9	49,9%	7,06	90,2	2,0	29,9	0	400
Ağustos		22,8	50,6%	6,35	90,3	1,8	28,9	0	397
Eylül		18,5	53,4%	5,36	90,6	1,7	24,0	0	255
Ekim		12,6	61,4%	3,78	90,8	1,7	16,7	167	81
Kasım		6,7	68,2%	2,55	90,8	1,8	8,7	339	0
Aralık		2,9	73,5%	1,94	90,7	1,9	3,9	468	0
<b>Yıllık</b>		11,8	61,1%	4,59	90,5	2,0	15,7	2.631	1.590
Ölçüm Yeri:	M					10,0	0,0		

Kaynak: RetScreen Temiz Enerji Proje Yazılımı İklim Veritabanı

### 3.2. Enerji Modeli

RetScreen temiz enerji proje yazılımında enerji modeli, projenin başlangıç verileri olan rüzgâr hızı, elektrik ihracat fiyatı ve rüzgâr türbini seçiminden oluşmaktadır.

#### 3.2.1. Rüzgâr Hızı

Bu çalışmada projenin temel verilerinden olan ortalama aylık rüzgâr hızı 7 m/sn olarak alınmıştır. Isparta şartlarında ve 50 metre yükseklikte bu hız makul görülmektedir.

#### 3.2.2. Elektrik İhracat Fiyatı

Proje kapsamında üretilecek olan elektriğin şebekeye verilerek elektrik dağıtım şirketlerine MWh başına satış fiyatını ifade etmektedir. Ülkemizde rüzgâr enerjisi santrallerinde üretilen elektrik 5,5 Euro Cent/KWh fiyatından satılabilmektedir. Türkiye’ de son günlerde gündemde olan yeni teşvik uygulamaları kapsamında bu fiyatın 8 Euro Cent/KWh’ ye çıkarılması planlanmaktadır. Proje analizinde hesaplamalar USD üzerinden yapılacağı için elektrik ihracat fiyatı USD olarak alınmıştır. 3.4.2. *Proje sonuçlarının değerlendirilmesi* bölümünde birinci senaryoda elektrik ihracat fiyatı 5,5 Euro Cent/KWh(73,10 USD/MWh) olarak alınmış, ikinci senaryoda ise 8 Euro Cent/KWh(106.33 USD/MWh) olarak alınmıştır(1 USD=1,58 TL ve 1 EURO=2,1 TL dolayısıyla 1 USD=0,7524 EURO).

#### 3.2.3. Rüzgâr Türbini

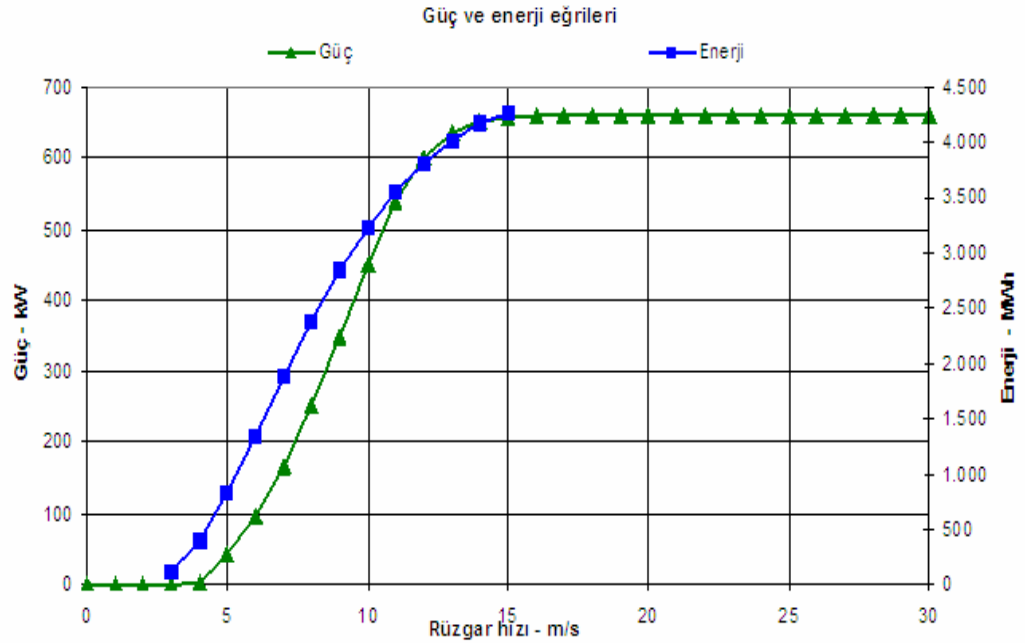
Projede, 660 kW kapasiteli 1 adet VESTAS firmasının üretimi olan VESTAS V47 – 50M model rüzgâr türbini kullanılmıştır. Bu türbin, hâlihazırda veri olarak kabul ettiğimiz rüzgâr hızlarında, RetScreen yazılımındaki diğer türbinlere oranla şebekeye verilen elektrik anlamında daha iyi bir performans ortaya koymuştur. Türbinin bağlantı noktası yüksekliği 50 metre olacaktır.

Seçilen rüzgâr türbinine ait güç eğrisi ve enerji eğrisi verileri Çizelge 3.2.' de verilmiştir. Bu veriler rüzgâr türbini üreticisi firma tarafından hazırlanmakta olup rüzgâr türbini 3 m/sn rüzgâr hızında 113,2 MWh elektrik üretmeye başlayacaktır. Veriler 15°C sıcaklık ve 101.3 kPa basınç altında ölçülmüş olup kurulacağı yerin özelliklerine göre veriler değişebilecektir.

**Çizelge 3.2. Seçilen Rüzgâr Türbinine Ait Güç Eğrisi ve Enerji Eğrisi Verileri**

<b>Rüzgâr Hızı</b>	<b>Güç Eğrisi Verileri</b>	<b>Enerji Eğrisi Verileri</b>
<b>m/s</b>	<b>kW</b>	<b>MWh</b>
0	0	
1	0	
2	0	
3	0	113,2
4	3	391,8
5	44	824,3
6	97	1.344,50
7	166	1.881,50
8	252	2.386,80
9	350	2.837,10
10	450	3.225,40
11	538	3.551,40
12	600	3.816,50
13	635	4.021,80
14	651	4.169,50
15	657	4.262,60
16	659	
17	660	
18	660	
19	660	
20	660	
21	660	
22	660	
23	660	
24	660	
25 – 30	660	

Çizelge 3.2. verileri kullanılarak oluşturulan güç ve enerji grafiği aşağıdadır.



**Şekil 3.2. Güç ve Enerji Verileri**

Mevcut veriler kullanılarak RetScreen programı tarafından hesaplanan kapasite faktörü %28,1' dir. Kapasite faktörü rüzgâr türbininin yıllık enerji üretiminin, türbinin üretebileceği maksimum enerji miktarına oranı olarak tanımlanabilir. Kapasite faktörü teorik olarak %0-%100 arasında değişebilmekte ise de en çok karşılaşılan kapasite faktörleri %20–30 arasındadır. Bu aralığın alt kısımları eski rüzgâr türbinlerini ve düşük rüzgârlı alanları temsil etmekte iken üst kısımları ise rüzgâr rejiminin kuvvetli olduğu yerlerde kurulan yeni teknoloji üretimi rüzgâr türbinlerini temsil etmektedir.

Mevcut verilerimiz kullanılarak seçilen rüzgâr türbininin üreteceği yıllık elektrik enerjisi miktarı 1.624 MWh olacaktır.

### 3.3. Maliyet Analizi

RetScreen temiz enerji proje yazılımında maliyet analizi projenin kurulum maliyetleri, yıllık maliyetleri ve dönemsel maliyetlerinin tahmininden oluşmaktadır.

### 3.3.1. Kurulum Maliyetleri

Projenin çalışır vaziyete getirilmesi için katlanılması gereken maliyetlerdir. Fizibilite etüdü, geliştirme, mühendislik, elektrik sistemi, sistem dengesi ve diğer maliyetlerden oluşmaktadır.

#### 3.3.1.1. Fizibilite Etüdü

Fizibilite etüdü maliyeti saha incelemesi, kaynak değerlendirmesi, çevresel değerlendirme, ön proje, ayrıntılı maliyet tahmini, rapor hazırlama, proje yönetimi, seyahat ve konaklama gibi projenin temel uygulanabilirliğinin araştırılması için katlanılan maliyetlerdir.

Çizelge 3.3.' de fizibilite etüdü için yapılması gereken harcamalar gösterilmiştir.

**Çizelge 3.3. Fizibilite Etüdü İçin Yapılması Gereken Harcamalar**

Fizibilite Etüdü Maliyet Kalemi	Birim	Miktar	Birim Maliyet(\$)	Toplam Maliyet(\$)
Saha İncelemesi	İşgünü	2	500	1.000
Kaynak Değerlendirmesi	Proje	1	40.000	40.000
Çevresel değerlendirme	İşgünü	1	300	300
Ön Proje	İşgünü	2	300	600
Ayrıntılı Maliyet Tahmini	İşgünü	10	300	3.000
Rapor Hazırlama	İşgünü	2	300	600
Proje Yönetimi	İşgünü	2	300	600
Seyahat ve Konaklama	Seyahat	20	200	4.000
<b>TOPLAM</b>				<b>50.100</b>

Çizelge 3.3.' de belirtilen maliyet kalemleri ve hesaplama metotları aşağıda detaylı olarak incelenmiştir.

a) Saha İncelemesi

Projenin genel olarak uygulanacağı alan belirlendikten sonra proje sahasına uzmanlarca ziyaretlerin yapılması gerekir. Bir rüzgâr enerjisi uzmanı ve beraberinde bir meteoroloji uzmanının sahanın karakteristik özelliklerini ve türbinin kurulacağı en uygun noktayı tespit etmeleri gerekmektedir. Fizibilite çalışmalarında kullanılacak ilk verilerin tespiti bu uzmanlarca yapılır. En az iki uzmanla yapılacak bu çalışmaların maliyeti kişi başına 300–1.000 USD arasında değişebilmektedir. Proje analizimizde bu maliyet kişi başına 500 USD olarak alınacaktır. İki uzmanın çalışacağı varsayımı altında toplam saha incelemesi maliyeti 1.000 USD olacaktır.

b) Kaynak Değerlendirmesi

Güvenilir ve gerçeğe yakın olarak hesaplanmış rüzgâr verileri fizibilite çalışmasının sonuçlarına doğrudan etki edeceği için büyük önem taşımaktadır. Kaynak değerlendirme sahaya kurulacak rüzgâr hızı ölçüm istasyonlarını temsil etmektedir. Projenin büyüklüğüne göre bu istasyonlar 1 veya daha fazla olabilmektedir. En az 1 yıllık verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Kurulacak bir rüzgâr enerjisi ölçüm istasyonunun maliyeti istenen verilerin çeşitliliğine ve ölçüm yapılacak yüksekliğe göre değişmekle birlikte her bir ölçüm istasyonu için bu tutar 40.000–65.000 USD arası değişmektedir. Proje analizimizde bu maliyet, tek ölçüm istasyonu kurulacağı varsayımı altında 40.000 USD olarak alınacaktır.

c) Çevresel Değerlendirme

Yenilenebilir enerji projelerinin fizibilite çalışmasında çevresel değerlendirme önemli bir aşamadır. Bu çalışmanın amacı projenin çevresel etkilerinin araştırılmasıdır. Rüzgâr enerjisi projelerinde ses, görünümsel değerlendirmeler ve projenin bitki örtüsü ve hayvanlar üzerine yapacağı etkinin araştırılmasıdır. Maliyet olarak 300–1000 USD arası değişmektedir. Proje analizimizde bu maliyet 300 USD olarak alınacaktır.

d) Ön Proje

Optimum sistem kapasitesi, malzemelerin çapı ve inşaa maliyetlerinin detaylı tahmini için yapılacak çalışmadır. Bu çalışmanın maliyeti büyük oranda projenin büyüklüğüne bağlı olmakla birlikte 2–20 çalışma gününü kapsayabilmektedir.

Projemizde bu maliyet 2 işgünü çalışma varsayımı altında işgünü başına 300 USD, toplamda ise 600 USD olarak alınacaktır.

e) Ayrıntılı Maliyet Tahmini

Ayrıntılı maliyet tahmini bu aşamaya kadar olan fizibilite çalışması aşamalarının üzerine kurulacaktır. Bu çalışma mühendislik hizmeti veren firmalar tarafından gerçekleştirilmekte olup, rüzgâr enerjisi konusunda uzman bir kişinin 3–100 işgünü alabilmektedir. Projemizde bu maliyet 10 işgünü çalışma varsayımı altında işgünü başına 300 USD, toplamda ise 3.000 USD olarak alınacaktır.

f) Rapor Hazırlama

Fizibilite çalışmasının bulgularını ve önerileri içeren özet bir raporun hazırlanması gerekmektedir. Bu rapor verileri, tabloları ve şekilleri içeren, projeyi detaylı olarak açıklayan bir rapor olmalıdır. Bir kişinin 2–15 işgünü alabilecek bu raporun maliyeti projemizde 2 işgünü olarak alınacak ve toplamda 600 USD olacaktır.

g) Proje Yönetimi

Fizibilite etüdünde proje yönetimi, tüm fizibilite çalışmalarının ve ilgili çevrelerle ilişkilerin yönetimidir. 2–8 işgünü küçük projeler için yeterli görülmekte olup işgünü ücreti 300–1.000 USD arasında değişmektedir. Projemizde 2 işgünü ve ortalama işgünü ücreti 300 USD varsayımı ile bu maliyet kalemine 600 USD kaynak ayrılacaktır.

h) Seyahat ve Konaklama

Fizibilite etüdü çalışmasının tamamında görev alacak tüm uzmanların seyahat ve konaklama maliyetlerini içermektedir. Küçük projeler için toplam maliyetler içinde hiç de göz ardı edilemeyecek tutarlara ulaşabilmektedir. Bu maliyetlerin azaltılabilmesi için bir takım önlemler alınması uygun olacaktır. Projemizde fizibilite etüdü için yapılacak her seyahat için maliyet 200 USD olarak alınacak ve 20 seyahat yapılacağı varsayılacaktır. Dolayısıyla toplam seyahat ve konaklama maliyetleri 4.000 USD alınacaktır.



### 3.3.1.2. Geliştirme Maliyetleri

Geliştirme maliyetleri sözleşme müzakereleri, izinler ve onaylar, saha etüdü ve arazi hakları, proje finansmanı, hukuk ve muhasebe, proje yönetimi, seyahat ve konaklama gibi maliyet kalemlerinden oluşmaktadır.

Çizelge 3.4.' de geliştirme için yapılması gereken harcamalar gösterilmiştir.

**Çizelge 3.4. Geliştirme İçin Yapılması Gereken Harcamalar**

Geliştirme Maliyet Kalemi	Birim	Miktar	Birim Maliyet(\$)	Toplam Maliyet(\$)
Sözleşme Müzakereleri	İşgünü	2	300	600
İzinler ve Onaylar	İşgünü	10	500	5.000
Saha Etüdü ve Arazi Hakları	İşgünü	4	300	1.200
Proje Finansmanı	İşgünü	10	500	5.000
Hukuk ve Muhasebe	İşgünü	20	500	10.000
Proje Yönetimi	İşgünü	20	300	6.000
Seyahat ve Konaklama	Seyahat	10	200	2.000
<b>TOPLAM</b>				<b>29.800</b>

Çizelge 3.4.' de belirtilen maliyet kalemleri ve hesaplama metotları aşağıda detaylı olarak incelenmiştir.

#### a) Sözleşme Müzakereleri

Fizibilite çalışmaları sonucunda projeye devam etme kararı alınırsa gerekli mercilerle yapılacak sözleşmeler için müzakereler yapılması gerekir. Elektrik satım anlaşmaları ve projeye ortak olmak isteyen taraflarla yapılacak sözleşmeler bu kısımda değerlendirilir. Bir kişinin 0–30 işgünü alabilecek bu müzakereler için 2 işgünü ayrılacak ve toplam maliyet 600 USD olarak alınacaktır.

b) İzinler ve Onaylar

Projenin gerçekleştirilebilmesi için bir dizi izin ve onaya ihtiyaç duyulacaktır. Resmi kurumlardan alınacak izin ve onaylar için projemizde 5.000 USD ayrılacaktır.

c) Saha Etüdü ve Arazi Hakları

Saha etüdü ve arazi hakları ile ilgili maliyetler, arazinin mülkiyetinin kime ait olduğu ile yakından ilgilidir. Proje alanının satın alma veya kiralama maliyetleri, yapılacak servis yolu maliyetleri ve yapılacak düzenlemeler bu maliyet kaleminde incelenecektir. Ülkemizde, rüzgâr enerjisi santrallerinin uygun bulunacak ve onayı verilecek Devlet arazisine yapılması durumunda arazi tahsisi uygulanmaktadır. Projemizde bu çalışmalar için 4 işgünü ve toplamda 1.200 USD kaynak ayrılacaktır.

d) Proje Finansmanı

Projenin finansmanı çabaları için ayrılan maliyetlerdir. Uygun finansman modelinin bulunması(özkaynak ve borç finansmanı) çalışmalarında uzmanlara ödenen ücretlerdir. Ortalama olarak işgünü başına 500 USD olmak varsayımıyla 3–100 işgünü ücreti arasında değişmektedir. Projemizde bu çalışmalar için 10 işgünü ve toplamda 5.000 USD kaynak ayrılacaktır.

e) Hukuk ve Muhasebe

Projenin muhtelif aşamalarında hukuk ve muhasebe anlamında yardımlara ihtiyaç duyulacaktır. Hukuk ve muhasebe desteği için 3–200 işgünü ücreti bu tür projelerde uygun olarak görülmekte ve ortalama işgünü ücreti 300–1.500 USD arasında değişmektedir. Projemizde bu çalışmalar için 20 işgünü ve toplamda 10.000 USD kaynak ayrılacaktır.(işgünü ücreti 500 USD olarak alınmıştır.)

f) Proje Yönetimi

Proje yönetimi maliyet kalemi geliştirme maliyet kalemlerinin tümünün yönetimi için ayrılan maliyet kalemidir. Halkla ilişkiler maliyetleri de bu maliyet kaleminin içine dahil edilecektir. Büyük projeler için 50–100 işgünü ücreti uygun bulursa da küçük ve orta büyüklükteki projeler için 20 işgünü uygundur. Ortalama işgünü ücreti 300 USD kabul edilirse bu maliyet kalemine 6.000 USD kaynak ayrılacaktır.

g) Seyahat ve Konaklama

Geliştirme çalışmalarının tamamında görev alacak tüm uzmanların seyahat ve konaklama maliyetlerini içermektedir. Projemizde geliştirme çalışmaları için yapılacak her seyahat için maliyet 200 USD olarak alınacak ve 10 seyahat yapılacağı varsayılacaktır. Dolayısıyla toplam seyahat ve konaklama maliyetleri 2.000 USD alınacaktır.

### 3.3.1.3. Mühendislik

Mühendislik maliyetleri, saha ve bina tasarımı, mekanik tasarım, elektrik tasarımı, inşaat tasarımı, ihale ve sözleşme, inşaat kontrolörlüğü gibi maliyet kalemlerinden oluşmaktadır.

Çizelge 3.5.' de mühendislik için yapılması gereken harcamalar gösterilmiştir.

**Çizelge 3.5. Mühendislik İçin Yapılması Gereken Harcamalar**

Mühendislik Maliyet Kalemi	Birim	Miktar	Birim Maliyet(\$)	Toplam Maliyet(\$)
Saha ve Bina Tasarımı	İşgünü	3	300	900
Mekanik Tasarım	İşgünü	3	300	900
Elektrik Tasarımı	İşgünü	10	500	5.000
İnşaat Tasarımı	İşgünü	10	500	5.000
İhale ve Sözleşme	İşgünü	5	300	1.500
İnşaat Kontrolörlüğü	İşgünü	30	300	9.000
TOPLAM				22.300

Çizelge 3.5.' de belirtilen maliyet kalemleri ve hesaplama metotları aşağıda detaylı olarak incelenmiştir.

a) Saha ve Bina Tasarımı

Proje sahasının ve kurulacak tesisin tasarımı için alınacak mühendislik hizmeti maliyetlerinden oluşmaktadır. Projemiz çapındaki projeler için bu maliyet 3–10 işgünü ücreti olup işgünü ücreti 300–1000 USD arasında değişmektedir.

Projemizde 3 işgünü varsayımı altında 300 USD işgünü ücreti uygulanmak kaydıyla bu maliyetler için 900 USD kaynak ayrılacaktır.

b) Mekanik Tasarım

Projenin bir takım aşamalarında mekanik tasarım konusunda yardım alınması gerekecek ve makine mühendisliği hizmetine ihtiyaç duyulacaktır. Projemiz çapındaki projeler için bu maliyet 3–10 işgünü ücreti olup, işgünü ücreti 300–1000 USD arasında değişmektedir. Projemizde 3 işgünü varsayımı altında 300 USD işgünü ücreti uygulanmak kaydıyla bu maliyetler için 900 USD kaynak ayrılacaktır.

c) Elektrik Tasarımı

Projenin bazı aşamalarında özellikle şebekeye bağlantı konusunda elektrik mühendisliği hizmeti alınması gereklidir. Projemiz çapındaki projeler için bu maliyet 3–10 işgünü ücreti olup işgünü ücreti 300–1000 USD arasında değişmektedir. Projemizde 10 işgünü varsayımı altında 500 USD işgünü ücreti uygulanmak kaydıyla bu maliyetler için 5.000 USD kaynak ayrılacaktır.

d) İnşaat Tasarımı

İnşaat mühendisliği hizmetleri yapıların ve yolların planlama ve dizayn işleri ile ilgilidir. Hizmet maliyetini zemin şartları ve diğer fiziksel durumlar büyük ölçüde belirlese de 3–20 işgünü gerekli olup ortalama iş günü ücreti 300–1.000 USD arasındadır. Projemizde 10 işgünü ve 500 USD işgünü ücreti varsayımı altında toplam 5.000 USD kaynak bu alana ayrılacaktır.

e) İhale ve Sözleşme

Belirtilen mühendislik faaliyetlerinden sonra sıra inşaat için ihalenin ve sözleşmenin hazırlanmasına gelir. Bu işlemler için 6–20 işgünü çalışmaya ihtiyaç duyulmakta olup işgünü ücreti 300–1.000 USD aralığındadır. Projemizde bu maliyet 5 işgünü ve 300 USD işgünü ücreti varsayımı ile 1.500 USD olacaktır.

f) İnşaat Kontrolörlüğü

İnşaat kontrolörlüğü maliyetleri projenin plan dahilinde yapıldığının kontrolü için katlanılan maliyettir. İnşaat kontrolörlüğü hizmeti bağımsız bir firma tarafından veya malzeme tedarikçisi firma tarafından yapılabileceği gibi proje yöneticisi

tarafından da yapılabilir. Büyük projeler için tam zamanlı çalışma gerektirse de küçük projeler için 0–500 işgünü yeterli olabilmektedir. Projemizde inşaat kontrolörlüğü için 30 işgünü ve 300 USD işgünü ücreti varsayımı altında 9.000 USD kaynak ayrılacaktır.

#### 3.3.1.4. Elektrik Sistemi

Elektrik sistemi maliyetleri, rüzgâr türbini, yol yapımı ve iletim hattı maliyetlerinden oluşmaktadır.

Çizelge 3.6' da elektrik sistemi için yapılması gereken harcamalar gösterilmiştir.

**Çizelge 3.6. Elektrik Sistemi İçin Yapılması Gereken Harcamalar**

Elektrik Sistemi Maliyet Kalemi	Birim	Miktar	Birim Maliyet(\$)	Toplam Maliyet(\$)
Rüzgâr Türbini	kW	660	1.234	814.440
Yol Yapımı	km	20	5.000	100.000
İletim Hattı	km	10	55.000	550.000
TOPLAM				1.464.440

Çizelge 3.6' da belirtilen maliyet kalemleri ve hesaplama metotları aşağıda detaylı olarak incelenmiştir.

##### a) Rüzgâr Türbini

RetScreen Programı içinde kayıtlı, imalatçı ve model seçenekleri içerisinde varsayılan rüzgâr değerlerinde en yüksek enerji elde edimi performansını gösteren Vestas Firmasına ait 660 KWh kapasiteli VESTAS V47 – 50M modeli projemizde kullanılacaktır. Bu modelin bağlantı noktası yüksekliği 50 metre, türbin başına rotor çapı 47 metre ve türbin başına taranan alanı 1.734,9 m<sup>2</sup> dir. Projemizde KWh başına

türbin maliyeti 928 EURO karşılığı yaklaşık 1.234 USD alınacaktır. Projemizde kullanılacak yukarıda belirtilen türbinin maliyeti 814.440 USD olmaktadır.

b) Yol Yapımı

Proje sahasına yapılacak ana ve servis yolları maliyetlerinden oluşmaktadır. Maliyetin büyüklüğü seçilen alanın fiziki özelliklerine göre değişmektedir. Proje sahasının seçiminde mevcut yolların varlığı ve yol yapma kolaylığının da dikkate alınması maliyetlerin düşürülmesine katkı sağlayacaktır. Genel olarak yol yapım maliyeti km başına 0–80.000 USD arasında değişmektedir. Projemizde km başına yol yapım maliyeti 5.000 USD olarak kabul edilecek ve 20 km yol yapılacağı varsayılacaktır. Dolayısıyla toplam yol yapım maliyeti 100.000 USD olacaktır.

c) İletim Hattı

İletim hattı maliyetleri voltaja, kurulu güç kapasitesine ve trafo merkezlerine olan uzaklığa bağlı olarak değişmektedir. 0–2 MW kapasite ve 25 KV voltaj için ortalama iletim hattı maliyeti km başına 55.000 USD olup 10 km' lik iletim hattı varsayımı ile toplam iletim hattı maliyeti 550.000 USD olmaktadır.

### **3.3.1.5. Sistem Dengesi ve Diğer Maliyetler**

Sistem dengesi ve diğer maliyetler rüzgâr türbini temeli, rüzgâr türbini kurulumu, yedek parçalar, nakliye, eğitim ve işletmeye alma, öngörülme-yen giderler ve inşaat dönemi faizi maliyetlerinden oluşmaktadır.

Çizelge 3.7.' de sistem dengesi ve diğer maliyetler için yapılması gereken harcamalar gösterilmiştir.

**Çizelge 3.7. Elektrik Sistemi İçin Yapılması Gereken Harcamalar**

Sistem Dengesi ve Diğer Maliyet Kalemleri	Birim	Miktar	Maliyet(\$)	Toplam Maliyet(\$)
Rüzgâr Türbini Temeli	Türbin	1	12.000	12.000
Rüzgâr Türbini Kurulumu	Türbin	1	75.000	75.000
Yedek Parçalar	%	0,03	814.440	24.433
Nakliye	Proje	1	40.722	40.722
Eğitim ve İşletmeye Alma	İşgünü	4	300	1.200
Öngörülmeyen Giderler	%	0,03	1.719.995	51.600
İnşaat Dönemi Faizi	0,05	12	1.771.595	44.290
<b>TOPLAM</b>				<b>249.245</b>

Çizelge 3.7.' de belirtilen maliyet kalemleri ve hesaplama metotları aşağıda detaylı olarak incelenmiştir.

a) Rüzgâr Türbini Temeli

Rüzgâr türbini temeli maliyetleri, kullanılan malzeme ve ekipmanlar ile işçilik giderlerinden oluşmaktadır. Malzeme ve ekipmanların proje sahasına taşınması maliyetin önemli bir bölümünü oluşturabilmektedir. Küçük türbinler için bu maliyet 7.000–25.000 USD arasında değişebilmektedir. Projemizde türbin temeli maliyeti 12.000 USD olarak alınacaktır.

b) Rüzgâr Türbini Kurulumu

Rüzgâr türbini kurulum maliyetleri işçilik maliyetleri ve ekipmanların kira veya satın alınma masraflarından oluşmaktadır. Ekipmanlar, iş makineleri vinçler ve bu iş için özel ekipmanlardan oluşabilmektedir. Tek türbin kurulumunda maliyetler, birkaç türbinin aynı bölgeye kurulumuna göre ölçek ekonomileri dolayısıyla daha fazla olabilmekle birlikte, toplam ilk maliyetlerin %4' ü civarındadır. Projemizde bu maliyet 75.000 USD olarak alınacaktır.

c) Yedek Parçalar

Yedek parça maliyetleri de projenin maliyetleri arasında gösterilmelidir. Gerekli olan yedek parça maliyeti sistem güvenilirliği, sistemin karmaşıklığı ve garanti süresi ve şartlarıyla yakından ilgilidir. Proje aşamasında ekipman harcamalarının %3' ü oranında yedek parça maliyeti ayrılması yeterli görülmekte olup projemizde türbin maliyetinin %3 olan 24.433 USD yedek parça maliyeti olarak alınacaktır.

d) Nakliye

Nakliye masrafları kuruluş yerine ve kullanılabilir taşınma şekline göre değişiklik göstermektedir. Projemizde taşıma masrafları türbin maliyetinin %5'i olarak(40.722 USD) alınacaktır.

e) Eğitim ve İşletmeye Alma

Rüzgâr türbininin bakım ve onarımlarını yapacak operatörlerin ve teknisyenlerin eğitimleri büyük önem taşımaktadır. Küçük çaplı arızaları giderebilecek kurulum proje sahasına yakın ikamet eden teknik bir personelin bulunması uygun olacaktır. Tek bir türbinin günlük bakım ve kontrollerini yapmak üzere 1 teknisyen çalıştırılması yeterlidir. Eğitim için 2 işgünü uygun olup, işgünü ücreti 300 USD olduğu varsayımı ile eğitim maliyeti 600 USD' dir.

İşletmeye alma, inşaatın son aşamasını oluşturmakta olup, ekipmanların çalışmasının kontrol edildiği ve ortaya çıkacak olumsuzlukların giderildiği aşamadır. İşletmeye alma aşaması için 2 işgünü uygun olup, işgünü ücreti 300 USD olduğu varsayımı ile işletmeye alma maliyeti 600 USD' dir.

f) Öngörülme Giderler

Öngörülme giderler, inşaat dönemi faizi hariç tüm proje maliyetlerinin belli bir yüzdesi oranında, maliyetlere sağlanan toleranstır. Projemizde tolerans yüzdesi %3 olarak alınacaktır.

g) İnşaat Dönemi Faizi

İnşaat dönemi faizi(kısa dönemli inşaat finansmanı) paranın maliyetine ve inşaatın süresine göre değişecektir. İnşaat dönemi faizi proje maliyetlerinin %50'



sinin özkaynak %50' sinin borç ile karşılandığı varsayımı ile(RetScreen programı tarafından yapılan varsayım) inşaat dönemi faizini hesaplamaktadır. Toplam proje maliyetinin %3' ü ile %15' i arasında değişebilmektedir. Projemizde kısa dönemli USD borç maliyetinin %5 olduğu ve inşaatın 12 ay içinde tamamlanacağı varsayımı ile inşaat dönemi faizi 44.290 USD olarak hesaplanmaktadır.

Çizelge 3.8.' de ilk kurulum maliyet kalemleri ve toplam ilk kurulum maliyeti içindeki payları verilmiştir.

**Çizelge 3.8. İlk Kurulum Maliyet Kalemleri ve Toplam İlk Kurulum Maliyeti İçindeki Payları**

İlk Kurulum Maliyetleri	Maliyet	Nisbi Maliyetler
Fizibilite Etüdü	\$ 35.300	2,0%
Geliştirme	\$ 54.900	3,1%
Mühendislik	\$ 54.600	3,1%
Elektrik Sistemi	\$1.464.440	82,8%
Sistem Dengesi ve Diğer	\$ 159.770	9,0%
Toplam İlk Maliyetler	\$1.769.010	100,0%

İlk kurulum maliyetleri içinde en büyük pay elektrik sistemi maliyetlerinden oluşmaktadır. Elektrik sistemi maliyetleri içinde en büyük pay ise türbin maliyetidir.

### 3.3.2. Yıllık Maliyetler(İşletme ve Bakım Maliyetleri)

Yıllık maliyetler, sigorta primi, parçalar ve işgücü, genel ve idari maliyetler ile öngörülme yen giderlerden oluşmaktadır.

Çizelge 3.9.' da yıllık işletme ve bakım maliyetleri gösterilmiştir.

**Çizelge 3.9. Yıllık İşletme ve Bakım Maliyetleri**

Yıllık Maliyetler	Birim	Miktar	Birim Maliyet (\$)	Toplam Maliyet(\$)
Sigorta Primi	Proje	1	\$ 10.000	\$10.000
Parçalar ve İşgücü	Proje	1	\$ 24.360	\$24.360
Genel ve İdari	%	5,0%	\$ 34.360	\$ 1.718
Öngörülmeyen Giderler	%	10,0%	\$ 36.078	\$ 3.608
<b>TOPLAM</b>				<b>\$39.686</b>

Çizelge 3.9.' da belirtilen maliyet kalemleri ve hesaplama metotları aşağıda detaylı olarak incelenmiştir.

a) Arazi Kiralama ve Kaynak Kiralama

Ülkemizde yenilenebilir enerji kaynakları ile elektrik üretimine arazi tahsisi yapıldığından dolayı bu maliyet 0 olarak alınacaktır.

b) Sigorta Primi

Toplam tahmini kurulum maliyetinin belli bir yüzdesi olarak hesaplanmaktadır. Projemizde 10.000 USD olarak alınacaktır.

c) Parçalar ve İşgücü

Parçalar ve işgücü maliyeti üretilen enerjinin KWh başına ifade edilmekte olup küçük ve orta çaplı rüzgâr türbinleri için 0,015 \$/KWh olarak ifade edilebilir. Projemizde 1624 MWh enerji üretileceği için bu maliyet kalemi 24.360 USD olarak alınacaktır.

d) Genel ve İdari Maliyetler

Yıllık maliyetlerin %1' i ile %20' si arasında değişebilmekte olup muhasebe işlemleri için, finansal tabloların hazırlanması için, telefon ve diğer giderler için harcanır. Projemizde bu maliyet kalemi yıllık maliyetlerin %5' i olarak alınacaktır.

e) ÖngörülmeYen Giderler

ÖngörülmeYen giderler, yıllık maliyetlerin tahminimizden daha yüksek çıkma olasılığına karşı yıllık maliyetlerin belli bir yüzdesi oranında maliyetlere sağlanan toleranstır. Yıllık maliyetlerin %10' u ile %20' si arasında değişebilmekte olup projemizde tolerans yüzdesi %10 olarak alınacaktır.

### 3.3.3. Dönemsel Maliyetler

Dönemsel maliyetler projenin çalışır durumunu korumak için belli aralıklarla katlanılması gereken maliyetlerdir. Genel olarak parça ve işgücü maliyetlerinden oluşmakta olup proje ömrü boyunca 15 yıl bu tür masraflara katlanılacağı ve yıllık masrafın 100.000 USD tutacağı tahmininde bulunmaktadır.

Çizelge 3.10.' da dönemsel maliyetler gösterilmiştir.

**Çizelge 3.10. Dönemsel Maliyetler**

Dönemsel Maliyetler	Birim	Yıl	Birim Maliyet	Miktar
Parçalar ve İşgücü	Maliyet	15	\$100.000	\$100.000

### 3.4. Finansal Analiz

Finansal analiz finansal parametrelerin tahmini ve projenin sonuçlarının değerlendirilmesinden oluşmaktadır.

#### 3.4.1. Finansal Parametreler

a) Enflasyon Oranı

Ülkemizde yapılan proje analizlerinin en zorlu kısımlarından birini enflasyon oranının tahmini oluşturmaktadır. Uzun yıllar ülkemizde çok yüksek seviyelerde seyreden enflasyon son yıllarda azalma trendine girmiştir. Projemizde enflasyon oranı olarak Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası' nın en son yayınlamış olduğu 30.04.2009 tarihli enflasyon raporunda belirtilen 3 yıllık tahminlerin ortalaması alınacaktır. Bu tahminin baz senaryosunda 2009 yılı için %6, 2010 yılı için %5,3 ve

2011 yılı için %4,9 enflasyon tahmininde bulunulmuştur. Projemizde enflasyon oranı tahmin edilen 3 yılın ortalaması olan %5,4 olarak alınacaktır.

b) İskonto Oranı

Yatırımı yapan kişi veya kurumun yatırımdan elde etmeyi beklediği minimum karlılık oranıdır. Projemizde bu oran %10 olarak alınacaktır.

c) Proje Ömrü

Karada kurulu rüzgâr enerjisi santrallerinin genel kabul görmüş ekonomik ömrü 25 yıl olup proje analizinde de proje ömrü 25 yıl olarak alınacaktır.

d) Borç Şartları

Enerji projeleri sermaye yoğun yatırımlar olduğu için finansman kaynakları içinde borç %50 ile %90 arasında değişebilmektedir. Projemizde bu oran %80 olarak alınacaktır. Kullanılacak proje kredisinin vadesi 10 yıl olacaktır. Bu tür kredilerin faiz oranları 6 aylık LIBOR+2,5-4 arasında değişmektedir. Burada kullanılan LIBOR faiz oranı 6 aylık USD LIBOR faiz oranıdır ve bu oran projenin hazırlandığı tarihte %1,43 civarındadır. Dolayısıyla kullanılacak kredinin faiz oranını %5 olarak alabiliriz.

### 3.4.2. Proje Sonuçlarının Değerlendirmesi

Ülkemizde rüzgâr enerjisi santrallerinde üretilen elektrik 5,5 Euro Cent/KWh fiyatından satılabilmektedir. Türkiye’ de son günlerde gündemde olan yeni teşvik uygulamaları kapsamında bu fiyatın 8 Euro Cent/KWh’ ye çıkarılması planlanmaktadır. Proje sonuçlarının değerlendirilmesi bu iki farklı ihracat fiyatı üzerine kurulmuş iki farklı senaryoda yapılacaktır.

Birinci senaryoda elektrik ihracat fiyatı 5,5 Euro Cent/KWh(73,10 USD/MWh) olarak alınmış, ikinci senaryoda ise 8 Euro Cent/KWh(106.33 USD/MWh) olarak alınmıştır.(1 USD=1,58 TL ve 1 EURO=2,1 TL dolayısıyla 1 USD=0,7524 EURO)

### 3.4.2.1. Birinci Senaryo

Ülkemizde rüzgâr enerjisi santrallerinde üretilen elektrik 5,5 Euro Cent/KWh(73,10 USD/MWh) ihracat fiyatından satılabilmekte olup bu bölümde hesaplamalar bu fiyat kullanılarak yapılmıştır.

#### a) Yıllık Gelir

Proje verileri ışığında hesaplanan şebekeye verilen yıllık elektrik miktarı 1.624 MWh olacaktır. Elektrik ihracat fiyatı(şebekeye satış fiyatı) MWh başına 73,10 USD alınmış olup, yıllık elektrik ihracat geliri 118.708 USD olmaktadır. Ayrıca projede yıllık elektrik ihracatı fiyatı artış oranı yıllık enflasyon tahmini tutarına eşit olarak alınmıştır.(Yıllık %5,4). Gelir/Kurumlar vergisi oranı %20 olarak alınmıştır.

#### b) Geri Ödeme Süresi Yöntemi

Bir yatırımın sağlayacağı net nakit girişinin, yatırım tutarını karşılayabilmesi için geçmesi gereken zaman uzunluğu veya yıl sayısı yatırımın geri ödeme süresini verir.<sup>79</sup>

Geri ödeme süresi kısaltıkça yatırımın riski azalır ve likiditesinin yüksek olduğu kabul edilir. Bu yöntem geri ödeme döneminden sonraki yıllarda oluşabilecek muhtemel net nakit akışlarını dikkate almaz. Oysa bu tarihten sonraki net nakit akışları karar sürecini etkileyebilir. Örneğin geri ödeme süresinden sonraki yıllarda çok büyük net nakit akışları reddedilebilir veya daha düşük net nakit akışları olan proje tercih edilebilir. Bu yöntem aynı zamanda paranın zaman değerini dikkate almaz. Geri ödeme süresi yöntemi bazı sakıncaları bulunmasına rağmen diğer yöntemlere ilave bir yöntem olarak kullanılabilir.<sup>80</sup>

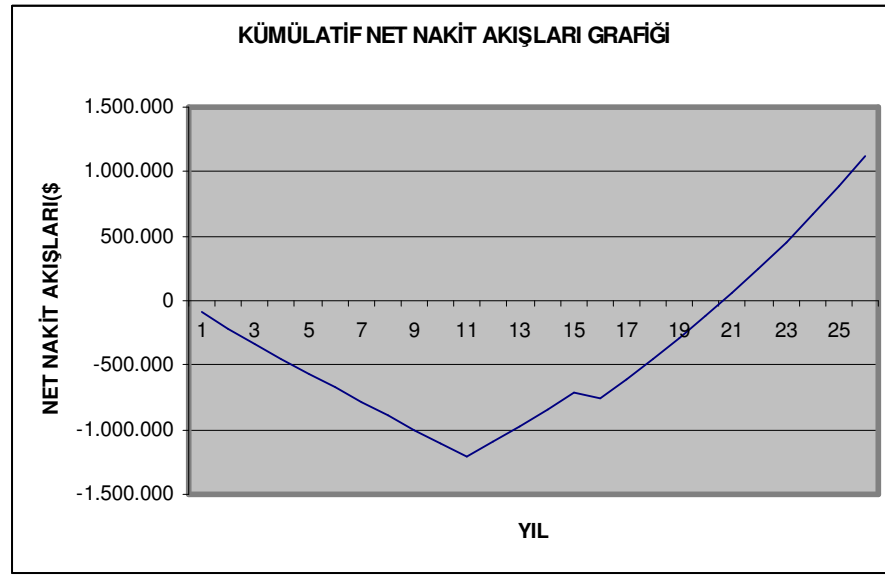
Projenin vergi öncesi, vergi sonrası nakit akışları ve kümülâtif nakit akışları Çizelge 3.11.' de ve kümülâtif net nakit akışları ise Şekil 3.3.' de gösterilmiştir.

<sup>79</sup> Muharrem ÖZDEMİR, Finansal Yönetim, Gazi Kitapevi, 1.Baskı, 1997, s. 280

<sup>80</sup> A.Mithat CESUR, Proje Değerlendirme Yöntemleri Ve Kullanılan Enstrümanlar, Ekim 2006 Ankara, sf:23, <[http://www.emo.org.tr/ekler/baf163c24ed14b5\\_ek.doc?tipi=2&turu=X&sube=14](http://www.emo.org.tr/ekler/baf163c24ed14b5_ek.doc?tipi=2&turu=X&sube=14)> (01.05.2009)

**Çizelge 3.11. Projenin Vergi Öncesi, Vergi Sonrası Nakit Akışları ve Kümülatif Nakit Akışları(Elektrik İhracat Fiyatı=5,5 Euro Cent/KWh)**

<b>Yıllık Nakit Akışları</b>			
<b>Yıl</b>	<b>Vergi Öncesi</b>	<b>Vergi Sonrası</b>	<b>Kümülatif</b>
<b>#</b>	<b>\$</b>	<b>\$</b>	<b>\$</b>
0	-	-90.794	-90.794
1	453.971	-121.067	-211.861
2	128.924	-119.083	-330.944
3	124.426	-117.049	-447.993
4	119.686	-114.969	-562.962
5	114.689	-112.845	-675.807
6	109.423	-110.682	-786.490
7	103.872	-108.485	-894.975
8	-98.022	-106.258	-1.001.232
9	-91.855	-104.008	-1.105.240
10	-85.356	-101.743	-1.206.983
11	-78.506	112.743	-1.094.240
12	140.928	118.831	-975.410
13	148.538	125.247	-850.162
14	156.559	132.011	-718.151
15	165.014	-36.936	-755.088
16	-46.170	146.653	-608.435
17	183.316	154.572	-453.862
18	193.215	162.919	-290.943
19	203.649	171.717	-119.226
20	214.646	180.989	61.763
21	226.237	190.763	252.526
22	238.454	201.064	453.590
23	251.330	211.922	665.512
24	264.902	223.365	888.877
25	279.207	235.427	1.124.304



**Şekil 3.3. Kümülatif Net Nakit Akışları(Elektrik İhracat Fiyatı=5,5 Euro Cent/KWh)**

Çizelge 3.11' den görüldüğü gibi, proje yatırımı 453.971 USD özkaynak yatırımıyla başlamaktadır. RetScreen tarafından hesaplanan basit geri ödeme süresi 23 yıl, özsermaye geri ödeme süresi ise 19,7 yıl olarak gerçekleşmektedir. Basit geri ödeme süresi hesaplanırken toplam başlangıç maliyetleri, borç ödemeleri dışında kalan yıllık maliyetler ve yıllık toplam gelirler dikkate alınmaktadır. Özsermaye geri ödeme süresi hesabında ise borç ödemeleri de dikkate alınmıştır. Projenin birinci senaryosuna göre geri ödeme süreleri yüksek bulunmuştur.

#### c) Net Bugünkü Değer Yöntemi

Net bugünkü değer yöntemi, iskonto edilmiş nakit akımı yöntemidir. Bu yöntemle göre, net nakit girişlerini belli bir iskonto oranından indirgemek gerekmektedir. Daha sonra iskonto edilmiş veya indirgenmiş nakit girişlerinden yatırım harcamaları çıkarılır. Eğer net bugünkü değer pozitif ise, yatırım yapılır, negatif ise yatırımdan vazgeçilir.<sup>81</sup>

<sup>81</sup> Ali CEYLAN, *İşletmelerde Finansal Yönetim*, Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa 1991, s. 211

Bu yöntemin kullanılmasında en önemli ve zor konu iskonto oranının belirlenmesidir. Genel olarak iskonto oranının kullanımında sermaye maliyeti kullanılmaktadır.

Sermaye maliyeti yatırımın finansmanında kullanılan ağırlıklı ortalama maliyet şeklinde ifade edilebilir. Bunun dışında sermaye maliyeti olarak kullanılabilen oranlar aşağıda kısaca belirtilmiştir. Ayrıca iskonto oranı belirlenirken ülkedeki enflasyon oranı, cari faiz haddi ve beklenen riskler de hesaba katılmalıdır.<sup>82</sup>

#### Sermaye Maliyeti

- Beklenti oranı.
- Tam rekabette cari faiz haddi.
- Firmaya özel faiz haddi.
- Benzer mali yapıya sahip firmaların ortalama karlılığı.

Projede iskonto oranı %10 olarak alınmıştır. RetScreen tarafından hesaplanan net bugünkü değer -381.948 USD olmuştur. Projenin birinci senaryosuna göre bulunan net bugünkü değer negatiftir ve projenin seçilen iskonto oranında ekonomik olmadığını göstermektedir.

#### d) İç Karlılık Oranı Yöntemi

İç karlılık oranı yöntemi, net bugünkü değer yöntemine çok benzeyen bir yöntemdir. Yöntem net bugünkü değerden sadece iskonto oranı açısından farklılık gösterir. Net bugünkü değer yönteminde belli bir iskonto oranı kullanılarak nakit giriş ve çıkışları indirgenmeye çalışılır. Tanım olarak iç karlılık oranı, projenin nakit giriş ve çıkışlarını birbirine eşitleyen iskonto oranıdır.<sup>83</sup>

Projede net nakit akışları esas alınarak bulunan iç karlılık oranı %4,772' dir. Projenin birinci senaryosuna göre hesaplanan iç karlılık oranı kullanılan iskonto oranının altına olduğu için proje ekonomik bulunmamıştır.

<sup>82</sup> CESUR, Proje Değerlendirme Yöntemleri Ve Kullanılan Enstrümanlar

<sup>83</sup> CEYLAN, İşletmelerde Finansal Yönetim, s. 218.



### 3.4.2.2. İkinci Senaryo

Türkiye’ de son günlerde gündemde olan yeni teşvik uygulamaları kapsamında bu fiyatın 8 Euro Cent/KWh’ ye çıkarılması planlanmakta olup bu bölümde hesaplamalar bu fiyat kullanılarak yapılmıştır.

#### a) Yıllık Gelir

Proje verileri ışığında hesaplanan şebekeye verilen yıllık elektrik miktarı 1.624 MWh olacaktır. Elektrik ihracat fiyatı(şebekeye satış fiyatı) MWh başına 106.33 USD/ MWh alınmış olup, yıllık elektrik ihracat geliri 172.671 USD olmaktadır.

#### b) Geri Ödeme Süresi Yöntemi

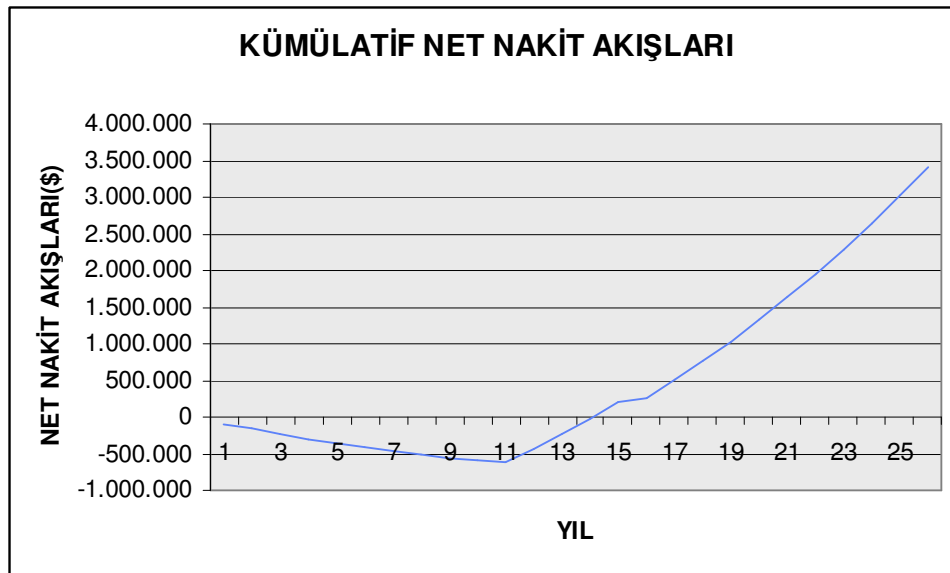
Projenin vergi öncesi, vergi sonrası nakit akışları ve kümülâtif nakit akışları Çizelge 3.11.’ de ve kümülâtif net nakit akışları ise Şekil 3.3.’ de gösterilmiştir.

**Çizelge 3.12. Projenin Vergi Öncesi, Vergi Sonrası Nakit Akışları ve Kümülatif Nakit Akışları(Elektrik İhracat Fiyatı=8 Euro Cent/KWh)**

Yıllık Nakit Akışları			
Yıl	Vergi Öncesi	Vergi Sonrası	Kümülatif
#	\$	\$	\$
0	-453.971	-90.794	-90.794
1	-72.047	-75.566	-166.360
2	-64.478	-71.124	-237.484
3	-56.500	-66.501	-303.985
4	-48.092	-61.691	-365.676
5	-39.229	-56.691	-422.367
6	-29.888	-51.495	-473.862
7	-20.042	-46.101	-519.963
8	-9.665	-40.506	-560.469
9	1.272	-34.705	-595.174
10	12.801	-28.698	-623.872
11	237.165	189.732	-434.140
12	249.972	199.977	-234.162
13	263.470	210.776	-23.386
14	277.698	222.158	198.772
15	72.599	58.079	256.851
16	308.499	246.799	503.650
17	325.158	260.126	763.776
18	342.716	274.173	1.037.949
19	361.223	288.978	1.326.928
20	380.729	304.583	1.631.511

Çizelge 3.12.(devamı)

Yıllık Nakit Akışları			
Yıl	Vergi Öncesi	Vergi Sonrası	Kümülatif
#	\$	\$	\$
21	401.288	321.031	1.952.542
22	422.958	338.366	2.290.908
23	445.798	356.638	2.647.546
24	469.871	375.897	3.023.443
25	495.244	396.195	3.419.638



**Şekil 3.4. Kümülatif Net Nakit Akışları(Elektrik İhracat Fiyatı=8 Euro Cent/KWh)**

Yıllık nakit akışları tablosundan da görüleceği gibi, proje yatırımı 453.971 USD özkaynak yatırımıyla başlamaktadır. RetScreen tarafından hesaplanan basit geri ödeme süresi 13.7 yıl, özsermaye geri ödeme süresi ise 13.1 yıl olarak gerçekleşmektedir. Projenin ikinci senaryosuna göre hesaplanan geri ödeme süreleri başlangıç yatırımı büyük olan bu tür bir proje için makul bulunmuştur.

c) Net Bugünkü Değer Yöntemi

RetScreen tarafından hesaplanan net bugünkü değer 267.224 USD olmuştur. Projenin ikinci senaryosuna göre bulunan net bugünkü değer pozitif olup proje ekonomik bulunmuştur.

d) İç Karlılık Oranı Yöntemi

Projede net nakit akışları esas alınarak bulunan iç karlılık oranı %13.78' dir. Projenin ikinci senaryosuna göre hesaplanan iç karlılık oranı kullanılan iskonto oranının üzerindedir. Bu sonuç projenin ekonomik olduğunu göstermektedir.

## SONUÇ

Fosil enerji kaynaklarının yakın gelecekte tükenme ihtimalinin bulunması ve çevreye verdikleri zarar insanoğlunu alternatif enerji kaynakları aramaya itmiştir. Rüzgâr enerjisi, enerji kaynağı çeşitliliğini artırması, ülkelerin enerji konusundaki dışa bağımlılığını azaltması ve istihdam yaratması gibi nedenlerle de dünyada her geçen gün daha fazla ilgi çekmektedir. Bu bağlamda, dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarına ve özellikle rüzgâr enerjisine talep artmıştır. Ülkemiz, Avrupa’da rüzgâr enerjisi potansiyeli en iyi ülkelerden biridir. Türkiye’de rüzgâr enerjisi kaynakları teorik olarak Türkiye’nin elektrik enerjisinin tamamını karşılayabilecek düzeydedir. Ülkemiz bu potansiyeli kullanabilmek için gerekli yasal düzenlemeleri ve teşvik uygulamalarını tekrar gözden geçirmeli ve özellikle yatırım teşvikleri hususunda yeni adımlar atarak girişimcileri bu alana sevk etmelidir. Rüzgâr türbinlerinin ve diğer rüzgâr enerjisi ekipmanlarının da ülkemizde üretilmeye başlanması enerji darboğazımızın giderilmesinde yardımcı olacak ve sanayicilerimiz için de karlı bir yatırım alanı olacaktır.

Isparta ilinde kurulacak bir rüzgâr enerjisi santralının ekonomik analizi, çalışmanın üçüncü bölümünde yapılmıştır. Güncel elektrik ihracat fiyatı(5,5 Euro Cent/KWh) kullanılarak RetScreen tarafından hesaplanan basit geri ödeme süresi 23 yıl, özsermaye geri ödeme süresi ise 19,7 yıl olarak gerçekleşmektedir. Kullanılan %10’ luk iskonto oranına göre RetScreen tarafından hesaplanan net bugünkü değer -381.948 USD olmuştur. Net nakit akışları esas alınarak bulunan iç karlılık oranı %4,772’ dir. Güncel elektrik ihracat fiyatı(5,5 Euro Cent/KWh) kullanılarak ulaşılan proje çıktıları ışığında, kullanılan model, veriler ve yapılan varsayımlar altında Isparta’ da rüzgâr enerjisi santrali kurulumu ekonomik bulunmamıştır.

Ülkemizde son günlerde rüzgâr enerjisi santrallerinde üretilen elektriğin alım fiyatının 8 Euro Cent/KWh’ a çıkarılması gündemde olup, bu elektrik ihracat fiyatının kullanılması ile proje ekonomik hale gelmektedir. Elektrik ihracat fiyatı 8 Euro Cent/KWh alınırsa RetScreen tarafından hesaplanan basit geri ödeme süresi 13.7 yıl, özsermaye geri ödeme süresi ise 13.1 yıl olarak gerçekleşmektedir. RetScreen tarafından hesaplanan net bugünkü değer 267.224 USD olmuştur. Net nakit akışları esas alınarak bulunan iç karlılık oranı %13.78’ dir.

Projenin ana verisini oluşturan 50 metre yükseklikte ölçülmüş noktasal rüzgâr hızı verisine ulaşamadığı için, ortalama rüzgâr hızı 7 m/sn olarak alınmıştır. Rüzgârın bu hızdan daha yüksek hızlara ulaştığı, rüzgâr enerji santrali kurmaya uygun noktalar tespit edilebilirse ekonomik yatırımlar yapılabilir. Bunun için rüzgâr enerjisi yatırımı yapılacak bölgede en az bir yıllık ortalama rüzgâr hızı ölçümü yapılmalıdır. Rüzgâr enerji santrali kurulum maliyetleri, gelişen teknolojiye bağlı olarak her geçen gün düşmektedir. Bu trendin devamı da ileriki yıllarda yatırımları ekonomik hale getirebilecektir.

Ülkelerin gelecekle için büyük önem taşıyan rüzgâr enerji santrali yatırımları gibi sermaye yoğun yenilenebilir enerji yatırımı projelerinin finansal kaynaklara daha rahat ulaşabilmelerini sağlamak amacıyla ‘Kredi Garanti Fonu’ benzeri kuruluşlar oluşturulabilir. Bu tür kuruluşlar finansal kurumlar tarafından rüzgâr enerjisi projeleri gibi yenilenebilir enerji projelerine sağlanacak kredilerin belli bir kısmına kefalet sağlayarak, proje kredilerinde finansal kurumların aldığı riskleri azaltacak ve bu sektöre daha fazla kredi kullandırmaya teşvik edecektir. Bu sayede yatırımcılar projelerine daha uygun şartlarda finansal destek sağlayabilecektir.

## KAYNAKÇA

### Kitaplar:

- BERBEROĞLU C.N., **Türkiye'nin Ekonomik Gelişmesinde Elektrik Enerjisi Sorunu**, E.İ.T.İ.A Yayını, No:245/165, Eskişehir, 1982
- CEYLAN A., **İşletmelerde Finansal Yönetim**, Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa, 1991
- KÜLEBİ A., **Türkiye'nin Enerji Sorunları ve Nükleer Gerekliklik**, Bilgi Yayınevi, İstanbul, Haziran 2007
- ÖZDEMİR M., **Finansal Yönetim**, Gazi Kitapevi, 1.Baskı, Ankara, 1997
- YEREBAKAN, M., **Rüzgâr Enerjisi**, İstanbul Ticaret Odası, Yayın No:2001-33, İstanbul, Ekim 2001

### Makaleler

- DURAK, M., **Yenilenebilir Enerji Yatırımları İçin Finansman Modelleri: Proje ve Sendikasyon Kredisi**, 3 E Dergisi Sayı 128, Ocak 2005
- GÖKÇINAR, R. E., A. UYUMAZ, **Rüzgâr Enerjisi Maliyetleri ve Teşvikleri**, 7. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES'2008, İstanbul, 17-19 Aralık 2008
- KAYA D., **Renewable Energy Policies in Turkey**, Renewable and Sustainable Energy Resource Reviews, 5 August 2004
- TAÇ ALTUNTAŞOĞLU, Z., **Yerli Rüzgâr Enerji Teknoloji Üretimi Destek Politikaları ve Türk Mevzuatı**, TMMOB Türkiye 6. Enerji Sempozyumu-Küresel Enerji Politikaları ve Türkiye Gerçeği
- ACAR, E., A. DOĞAN, **Rüzgâr Enerjisinin Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi**, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, UTES'2008 17-19 Aralık 2008

### Diğer

- AKKAYA, S., **Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Açısından Önemi ve Bir Rüzgâr Enerjisi Uygulaması**, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2007
- AKYÜZ, O., **Rüzgâr Enerjisi İle Diğer Enerji Kaynaklarının Fiyat / Maliyet Analiz Raporu**, Mayıs 2000,  
<<http://www.egetek.org/pages/news/asmakmaliyet.html>>, s. 1, (30.04.2009)

- CESUR, A.M., **Proje Değerlendirme Yöntemleri Ve Kullanılan Enstrümanlar**, Ekim 2006 Ankara,  
<[http://www.emo.org.tr/ekler/baf163c24ed14b5\\_ek.doc?tipi=2&turu=X&sube=14](http://www.emo.org.tr/ekler/baf163c24ed14b5_ek.doc?tipi=2&turu=X&sube=14)> (01.05.2009)
- DEMİR, M., **Rüzgâr Enerjisinin Çevresel Avantajları**,  
<<http://www.melikedemir.com/ca.htm>, (23.04.2009)
- DEMİR, M., **Rüzgâr Enerjisinin Tarihte İlk Kullanımı**,  
<<http://www.melikedemir.com/ret.html>>, (23.04.2009)
- D'SILVA, R., **Advantages and Disadvantages of Wind Energy**, 04/05/2007,  
<<http://www.buzzle.com/articles/advantages-disadvantages-wind-energy.html>>, (23.04.2009)
- DURAK, M., **Avrupa Birliği Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Küçük Hes'ler ve Rüzgâr Enerjisi Yatırımlarına Verilen Teşvikler**,  
<<http://www.ruzgarenerjisibirliigi.org.tr/bilimsel/diger/KucukHESveRuzgar.pdf>>, (28.04.2009)
- DURAK, M., **Avrupa Ülkelerinde Rüzgâr Enerjisi Yatırımlarına Verilen Teşvikler ve Türkiye İçin Öneriler**,  
<<http://ulutek.uludag.edu.tr/downloads/ruzgarenerjisitesvikler.pdf>>, (25.04.2009)
- Dünya Bankası İnternet Sitesi, **Yenilenebilir Enerji Projesi**,  
<<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/ECAEXT/TURKEYINTURKISHEXTN/0,,contentMDK:20815979~pagePK:141137~piPK:141127~theSitePK:455688,00.html>>, (02.05.2009)
- Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü İnternet Sitesi,  
<<http://www.eie.gov.tr/duyurular/YEK/YEKrepa/ISPARTA-REPA.pdf>> , (30.04.2009)
- Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü İnternet Sitesi,  
<[http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/ruzgar/TURKiYE\\_RES\\_20090204.doc](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/ruzgar/TURKiYE_RES_20090204.doc)>, (26.04.2009)
- Enerji Kaynakları.Net İnternet Sitesi,  
<[http://www.enerjikaynaklari.net/keyf/ruzgar\\_enerjisinin\\_kaynagi-213.html](http://www.enerjikaynaklari.net/keyf/ruzgar_enerjisinin_kaynagi-213.html)>, (23.04.2009)
- Enerji Yatırımcısının El Kitabı**, EPDK, Ankara, Mayıs 2007,  
<[http://www.epdk.org.tr/yayin\\_rapor/yatirimcininelkitabi/yatirimcininelkitabi.doc](http://www.epdk.org.tr/yayin_rapor/yatirimcininelkitabi/yatirimcininelkitabi.doc)>, (03.05.2009)
- Global Wind Energy Council, **Global Wind 2008 Report**,  
<<http://www.gwec.net/fileadmin/documents/Global%20Wind%202008%20Report.pdf>>, (25.04.2009)
- Global Wind Energy Council, **Wind is a Global Power Source**,  
<<http://www.gwec.net/index.php?id=13>>, (25.04.2009)

- Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu: Kömür Çalışma Grubu Raporu, Ankara: DPT, Mayıs 1996, <[www2.dpt.gov.tr/dptweb/ekutup96/o496/o496-oku.html](http://www2.dpt.gov.tr/dptweb/ekutup96/o496/o496-oku.html)>, (23.04.2009)
- Nükleer Teknoloji Bilgi Platformu, **Doğalgaz Enerjisi(Termik)**, <<http://www.nukte.org/dogalgazenerjisi>>, (23.04.2009)
- RETSscreen International İnternet Sitesi, <<http://www.retscreen.net>>, (23.04.2009)
- RETSscreen Temiz Enerji Proje Yazılımı Veritabanı
- Rüzgâr Enerjisi**, <<http://www.bilimselkonular.com/component/content/article/24-duenya/942-ruzgar-enerjisi.html>>, (23.04.2009)
- ŞENPINAR A., GENÇOĞLU M. T., **Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkileri Açısından Karşılaştırılması**, <<http://web.firat.edu.tr/daum/docs/42/10%20YEN%C4%BOLENEB%C4%B0L%C4%B0R%20ENERJ%C4%B0%20--Ahmet%20%20C5%9Eenp%C4%B1nar-%C3%B6dendi-6%20syf--49-54.doc>>, (23.04.2009)
- The European Wind Energy Association (EWEA), **Basic Cost of Wind Energy**, <<http://www.ewea.org/index.php?id=1639>>, (30.04.2009)
- The European Wind Energy Association (EWEA), **Wind Directions March 2009, A Closer Look At Turkey By Isabelle Valentiny**, <[http://www.ewea.org/fileadmin/ewea\\_documents/documents/publications/WD/2009\\_february/Country\\_focus\\_Turkey\\_February\\_March\\_.pdf](http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/WD/2009_february/Country_focus_Turkey_February_March_.pdf)>, (26.04.2009)
- The International Energy Agency (IEA), **Global Renewable Energy Policies and Measures**, OECD/IEA, <<http://www.iea.org/textbase/pm/?mode=re&action=result>>, (28.04.2009)
- Trends Influencing the Costs of Wind Power**, <<http://www.wind-energy-the-facts.org/en/part-3-economics-of-wind-power/chapter-1-cost-of-on-land-wind-power/cost-and-investment-structures/trends-influencing-the-costs-of-wind-power.html>>, (28.04.2009)
- Türk Dil Kurumu İnternet Sitesi, <<http://tdkterim.gov.tr/bts/?kategori=veritbn&kelimesec=267913>>, (23.04.2009)
- Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı İnternet Sitesi, **Yenilenebilir Enerji**, <[http://www.ttg.gov.tr/UserFiles/File/yenilenebilir\\_enerji.pdf](http://www.ttg.gov.tr/UserFiles/File/yenilenebilir_enerji.pdf)>, s. 2-3, (29.04.2009)
- Türkiye' de Rüzgâr Enerjisi**, <<http://www.alternaturk.org/turkiyede-ruzgar-enerjisi.php>>, (26.04.2009)
- Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi' nin Tarihi**, <<http://www.alternaturk.org/turkiyede-ruzgar-enerjisi.php>>, (26.04.2009)
- U.S. Department of Energy, **Energy Efficiency and Renewable Energy**, <[http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/wind\\_history.html](http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/wind_history.html)>, (25.04.2009)



- VARINCA K. B., G. VARANK, **Rüzgâr Kaynaklı Enerji Üretim Sistemlerinde Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi ve Çözüm Önerileri**, Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, s.5, <<http://www.yildiz.edu.tr/~kvarinca/Dosyalar/Yayinlar/yayin002.pdf>>, (23.04.2009)
- Wikipedi, Özgür Ansiklopedi, <[http://tr.wikipedia.org/wiki/Yenilenebilir\\_enerji](http://tr.wikipedia.org/wiki/Yenilenebilir_enerji)>, (23.04.2009)
- Wind Energy The Facts, **Cost and Investment Structures**, <<http://www.wind-energy-the-facts.org/en/part-3-economics-of-wind-power/chapter-1-cost-of-on-land-wind-power/cost-and-investment-structures/>>, (30.04.2009)
- Wind Energy The Facts, **Operation and Maintenance Costs of Wind Generated Power**, <<http://www.wind-energy-the-facts.org/en/part-3-economics-of-wind-power/chapter-1-cost-of-on-land-wind-power/operation-and-maintenance-costs-of-wind-generated-power.html>>, (30.04.2009)
- Wind Energy The Facts, **Trends Influencing the Costs of Wind Power**, <<http://www.wind-energy-the-facts.org/en/part-3-economics-of-wind-power/chapter-1-cost-of-on-land-wind-power/cost-and-investment-structures/trends-influencing-the-costs-of-wind-power.html>>, (30.04.2009)
- YAMAK T., **Türkiye' nin Alternatif Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Ekonomik Analizleri**, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2006
- YAVUZ, K., **Avrupa Yatırım Bankası Kredileri**, <[http://www.tumfonlar.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=40&Itemid=1](http://www.tumfonlar.com/index.php?option=com_content&task=view&id=40&Itemid=1)>, (02.05.2009)

## ÖZGEÇMİŞ

### **Kişisel Bilgiler:**

Adı ve Soyadı: Hasan Hüseyin ÖZCAN

Doğum Yeri: Keçiborlu

Doğum Yılı:1981

Medeni Hali: Bekâr

### **Eğitim Durumu:**

Lise: Isparta Gürkan Lisesi 1995–1999

Lisans: Orta Doğu Teknik Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi

İşletme Bölümü 1999–2004

### **Yabancı Diller ve Düzeyi:**

1. İngilizce Çok İyi (KPDS:92)

2. Almanca Başlangıç

### **İş Deneyimi:**

2004–2005 Göltaş Göller Bölgesi Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş. Muhasebe Bölümü

2005–2006 T.C. Ziraat Bankası A.Ş. Bankacılık Okulu

2006-..... T.C. Ziraat Bankası A.Ş. Uzman