

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

**RÜZGAR ENERJİSİ SANTRALI
ESENTEPE YERLEŞKESİ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mak.Müh. Berk BAŞARAN

Enstitü Anabilim Dalı : MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı : ENERJİ
Tez Danışmanı : Yrd.Doç. Dr. Ünal UYSAL

Ocak 2010

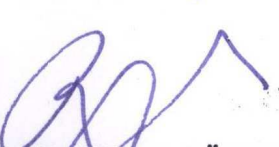
T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ


RÜZGAR ENERJİSİ SANTRALI
ESENTEPE YERLEŞKESİ ÖRNEĞİ


YÜKSEK LİSANS TEZİ
Makine Müh. Berk BAŞARAN

Enstitü Anabilim Dalı Makine Müh.
Enstitü Bilim Dalı Enerji

Bu tez 25 / 01 / 2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.


Prof. Dr. H. Rıza GÜVEN
Jüri Başkanı


Yrd. Doç. Dr. Ünal UYSAL
Üye


Yrd. Doç. Dr. Nedim SÖZBİR
Üye

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yapılmasında, gerekli bilgi ve belgelerin sağlanmasında çok büyük desteklerini gördüğüm; başta Tez Danışmanlarım Sn. Prof. Dr. Rıza GÜVEN'e ve Yrd. Doç. Dr. Sn. Ünal UYSAL'a, Marmara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Öğretim Üyesi Sn. Prof. Dr. İsmail EKMEKÇİ'ye, Dünya Enerji Konseyi Türkiye Komitesi Başkanı İnşaat Yük. Müh. Sn. Yücel ÖZDEN'e, Türkiye Elektrik İşleri Etüt İdaresi Sn. Dr. Yüksel MALKOÇ'a, Meteoroloji Müh. Sn. Kadir ERTÜRK'e, İTÜ Denizcilik Fakültesi Öğr. Üyesi Doç. Dr. Sn. Ayşe YILMAZ'a, Meteoroloji Müh. Dr. Sn. Murat DURAK'a, Güçbirliği Holding Çeşme RES Müdürü Müh. Sn. Aziz KAYMAKÇI'ya, Yıldız Teknik Üniversitesi Müh. Fak. Öğretim Görevlisi Sn. Şaban PUSAT'a, düzenlemelerde katkılarından dolayı Sakarya Üniversitesi Öğretim Görevlisi (sevgili babam) Yük. Müh. Sn. M. Oğuz BAŞARAN'a, Gıda Yük. Müh. Sn. Bülent ÖZFIRAT'a ve SEDAŞ yetkililerine teşekkürlerimi sunuyorum.

Tez'in başlangıcındaki danışmanım Prof. Dr. Sn. Rıza GÜVEN'e katılmak zorunda olduğum Briç Milli Takımı etkinlikleri, Ulusal ve Uluslararası yarışmalar nedeniyle uzayan bu çalışmadaki yaklaşımı ve tahammülü için ayrıca teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	II
İÇİNDEKİLER	III
KISALTMALAR	VIII
TABLolar LİSTESİ.....	IX
ŞEKİLLER LİSTESİ	XI
ÖZET	XIII
SUMMARY.....	XIV
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
ENERJİ	3
2.1. Dünya Enerji Durumu	4
2.2. Enerji Kaynakları	7
2.2.1. Yenilenemez kaynaklar	7
2.2.1.1. Petrol	7
2.2.1.2. Kömür	9
2.2.1.3. Doğalgaz	10
2.2.1.4. Nükleer enerji.....	11
2.2.2. Yenilenebilir kaynaklar	12

2.2.2.1. Hidrolik kaynaklar	13
2.2.2.2. Rüzgar enerjisi	20
2.2.2.3. Güneş enerjisi	21
2.2.2.4. Jeotermal enerji	24
2.3. Enerji Maliyet Kıyaslamaları	26
2.4. Beklentiler	27
BÖLÜM 3.	
RÜZGAR ENERJİSİ	29
3.1. Rüzgarın Oluşumu	29
3.2. Rüzgarın Özellikleri	31
3.3. Rüzgar Enerjisinin Tarihçesi	36
3.4. Rüzgar Enerjisinin Dünya'daki Durumu	40
3.5. Rüzgar Enerjisinin Avrupa'daki Durumu	43
3.6. Rüzgar Enerjisinin Türkiye'deki Durumu	45
3.6.1. Mevcut durum	45
3.6.2. Mevcut santraller	48
3.6.3. Müracaatlar	51
3.6.4. Türkiye rüzgar potansiyeli	51
BÖLÜM 4.	
RÜZGAR TÜRBİNLERİ	53
4.1. Yatay Eksenli Türbinler	54
4.2. Düşey Eksenli Türbinler	54

4.3. Eğik Eksenli Türbinler	55
4.4. Rüzgar Türbinleri Elemanları.....	56
BÖLÜM 5.	
RÜZGAR SANTRALLERİ İÇİN PROJE YAKLAŞIMI.....	61
5.1. Parametreler	61
5.2. Mühendislik Tasarımı İçin Gerekli Yaklaşımlar	61
5.2.1. Teknik yapılabirlik ve mühendislik yaklaşımıI	61
5.2.2. Enerji üretimi incelemesi	63
5.2.3. Elektrik alt yapısı	63
5.2.4. Ekoloji.....	64
5.3. Finansman.....	65
5.4. Rüzgar Türbini Üreticileri.....	69
BÖLÜM 6.	
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ (SAÜ).....	71
6.1. SAÜ Elektrik Enerjisi Kullanımı - Talebi.....	71
6.2. SAÜ Elektrik Enerjisi Maliyeti	71
6.3. SAÜ İçin Türbin Seçimi.....	71
6.3.1. Kapasite.....	71
6.3.2. Yer.....	72
6.3.3. Fiyat.....	75
6.4. Türbin İşletme Maliyeti	76
6.4.1. Kadro (personel).....	76

6.4.2. Personel maliyetleri.....	77
6.4.3. Bakım giderleri.....	77
6.5. Türbin Yatırım Maliyeti ve Gelirler	78
BÖLÜM 7.	
YAPILABİLİRLİK HESABI	81
7.1. Hesaplama Yöntemleri	81
7.1.1. Geri ödeme süresi yöntemi – PBP (Pay-back period method).....	81
7.1.2. Bugünkü değer yöntemi – P_V (Present value method).....	81
7.1.3. Gelecek değer yöntemi – F_V (Future value method).....	82
7.1.4. Periyodik değer yöntemi – A_V (Annual value method)	83
7.1.5. Tasarruf –yatırım oranı yöntemi, SIR (Saving - investment ratio method).....	84
7.1.6. Kapitalize değer yöntemi – C_V (Capitalized value method).....	85
7.1.7. İç karlılık yöntemi – IRR (Internal rate of return method)	85
7.2. Hesaplamalar	86
7.2.1. Kredi maliyeti.....	87
7.2.2. Geri ödeme süresi yöntemi – PBP (Pay-back period method).....	88
7.2.3. Bugünkü değer yöntemi – P_V (Present value method).....	90
7.2.4. İç karlılık yöntemi – IRR (Internal rate of return method).....	100
BÖLÜM 8.	
SONUÇLAR ve TARTIŞMA	106
KAYNAKLAR	109

ÖZGEÇMİŞ 112

EKLER 113

KISALTMALAR

3D	: 3 boyutlu görüntü
EİEİ	: Elektrik İşleri Etüd İdaresi
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
KW	: Kilovat güç
KW-hr	: Kilovat-saat enerji
MTEP:	: Metrik ton cinsinden Eşdeğer Petrol Değeri
MW	: Megavat güç
OPEC	: Organization for Petroleum Exporting Countries (Petrol İhraç Eden Ülkeler Birliği)
PV	: Fotovoltaik
RES	: Rüzgar Enerji Santrali
ROI	: Return on Investment (Yatırımın yıllık getirisi)
SAÜ	: Sakarya Üniversitesi
SEDAŞ	: Sakarya Elektrik Dağıtım A.Ş.
TEÜAŞ	: Türkiye Elektrik Üretim A.Ş:
TW	: Teravat güç
WECS	: Wind Energy Cycle System (Rüzgar Enerjisi Çevrim Sistemleri)
YAW	: Rüzgar Yönünü Saptırma Mekanizması
YİD	: Yap İşlet Devret Modeli

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Türkiye ve AB' de genel enerji tüketiminin kaynaklara dağılımı	5
Tablo 2.2. Birincil enerji tüketimi	5
Tablo 2.3. 1994-2004 yılları arası birincil enerji tüketimi gelişmesi	6
Tablo 2.4. İlk 10 Ülkenin birincil enerji tüketimi	6
Tablo 2.5. Yıllara göre kişi başına düşen yıllık su tüketim tonaj değerleri	16
Tablo 2.6. Kaynağına göre enerji üretim maliyetleri	26
Tablo 3.1. Beaufort Rüzgar Ölçeği	36
Tablo 3.2. Türbin üreticileri ve türbin çeşitleri (Kaynak: Thomas Ackerman 2001)	39
Tablo 3.3. 2002 yılı kıtalara göre enerji üretim dağılımı	40
Tablo 3.4. Ülkeler bazında 2005 – 2006 yıl sonu rüzgar türbini yatırımları	42
Tablo 3.5. Dünyada 2006 yılı sonu rüzgar türbini yatırımları	43
Tablo 3.6. Avrupa'da rüzgar türbini yatırımları	44
Tablo 3.7. Dünyada öngörülen gelecek RES yatırımları	44
Tablo 3.8. Avrupa ülkelerinde 2002 itibariyle RES üretimi	45
Tablo 3.9. Türkiye'de 2006 yılı sonu itibariyle rüzgar türbini yatırımları	46
Tablo 3.10. Türkiye'de kuruluş aşamasındaki rüzgar güç santralleri	49
Tablo 5.1. Kapasitelere göre türbin üreticileri	70
Tablo 6.1. Rüzgar türbini maliyet eğrisi	76
Tablo 6.2. Öngörülen türbin seçimi	78
Tablo 6.3. Trafo maliyetleri	78
Tablo 6.4. Yapılabilir türbinlerin maliyet karşılaştırmaları	79
Tablo 7.1 . Geri Ödeme Süresi yöntemi	88
Tablo 7.2. Bugünkü Değer yöntemi $i=%9$	92

Tablo 7.3 . Bugünkü Değer yöntemi $i=8\%$	95
Tablo 7.4 . Bugünkü Değer yöntemi $i=8\%$ - [(7,5€-cent)/(kW/h)]	98
Tablo 7.5 İç Karlılık yöntemi $ROI=10\%$	101
Tablo 7.6. İç Karlılık yöntemi $ROI=8\%$	103

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Baltık kıyılarından bir rüzgar değirmi	1
Şekil 2.1. Birincil enerji tüketiminde kaynakların payı (%)	6
Şekil 3.1. Sulama amacı ile kullanılan eski bir Çin rüzgar türbini	37
Şekil 3.2. Türkiye’de muhtelif yüksekliklerdeki rüzgar hızları	46
Şekil 3.3. Türkiye’de 50 m. yükseklikteki rüzgar hızları	47
Şekil 3.4. Türkiye’de 70 m. yükseklikteki rüzgar hızları	47
Şekil 3.5. Türkiye'deki mevcut santraller	48
Şekil 3.6. Türkiye’de kurulan ilk RES - Çeşme Alaçatı rüzgar santrali	50
Şekil 3.7. Türkiye’de kurulan ilk RES - Çeşme Alaçatı rüzgar santrali	51
Şekil 3.8. Türkiye rüzgar hız dağılımı haritası	52
Şekil 3.9. Türkiye rüzgar potansiyeli dağılımı haritası	52
Şekil 4.1. Düşey eksenli türbinler	55
Şekil 4.2. 3 MW 90 m. kanat çaplı Vestas türbini iç elemanları	56
Şekil 4.3. Kuşbakışı rotor kanatları	57
Şekil 4.4. Boeing 747 kanatları ile Vestas V-80 2.0 MW türbin kanatları kıyaslaması	58
Şekil 4.5. Eski bir tip YAW mekanizması	59
Şekil 4.6. YAW mekanizması	59
Şekil 4.7. Kablonun kıvrılmasını önleyici sistem	60
Şekil 6.1. Türbin (2.5 MW kapasiteli) montajı	72
Şekil 6.2. SAÜ kampüs kuzeyinde RES kurulması tasarlanan h=340 m. tepe (alan)	73
Şekil 6.3. SAÜ RES kurulması tasarlanan alanın yakın plan görüntüsü	73

Şekil 6.4. SAÜ RES kurulması tasarlanan alandaki ölçüm direği	74
Şekil 6.5. Tepe'den Adapazarı Serdivan bölgesi'nin görünümü	74
Şekil 6.6. SAÜ RES kurulması tasarlanan alanın uydudan görünümü	75
Şekil 7.1. Geri Ödeme Süresi grafik gösterimi	89
Şekil 7.2. Geri Ödeme Süresi yöntemi grafik gösterimi – 3D	89
Şekil 7.3. Bugünkü Değer yöntemi $i=9\%$ grafik gösterimi	93
Şekil 7.4. Bugünkü Değer yöntemi $i=9\%$ grafik gösterimi – 3D	93
Şekil 7.5. Bugünkü Değer yöntemi $i=8\%$ grafik gösterimi	96
Şekil 7.6. Bugünkü Değer yöntemi $i=8\%$ grafik gösterimi – 3D	96
Şekil 7.7. Bugünkü Değer yöntemi $i=8\% - [(7,5\text{€-cent})/(\text{kW/h})]$ grafik gösterimi	99
Şekil 7.8. Bugünkü Değer yöntemi $i=8\% - [(7,5\text{€-cent})/(\text{kW/h})]$ grafik gösterimi – 3D	99
Şekil 7.9. İç Karlılık yöntemi $\text{ROI}=10\%$ grafik gösterimi	102
Şekil 7.10. İç Karlılık yöntemi $\text{ROI}=10\%$ grafik gösterimi – 3D	102
Şekil 7.11. İç Karlılık yöntemi $\text{ROI}=8\%$ grafik gösterimi	104
Şekil 7.12. İç Karlılık yöntemi $\text{ROI}=8\%$ grafik gösterimi – 3D	104

ÖZET

Anahtar Kelimeler: RES-Rüzgar enerjisi Santrali, Türbin, SAÜ-Sakarya Üniversitesi, Esentepe, Enerji, MTEP-Eşdeğer Petrol Değeri, Yapılabilirlik, Kredi, Finansman,

Bu çalışmada, Sakarya Üniversitesi Yerleşkesi'nin 2.5 km kuzeyinde yer alan 340 metre yüksekliğindeki tepede yapılmakta olan, ancak henüz tamamlanamayan Rüzgar ölçüm değerleri doğrultusunda bir Rüzgar Enerjisi Santrali - RES kurulmasının ekonomik irdelemesi yapılmıştır.

Bu çerçevede Enerjinin Dünya'daki ve Türkiye'deki güncel durumu da incelenmiştir. Fosil yakıtların yakın bir gelecekte tükeneceği, bu yakıtların çevreyi olumsuz etkilediği buna rağmen enerji talebinin arttığı bilinmektedir. Bu nedenle sürdürülebilir yenilenebilir - çevre dostu enerji üretimi hızla önem kazanmaktadır.

Eğitim kurumlarının bu gelişmeye, uygulamada da, önderlik etmesi ayrıca fevkalade değer arz etmektedir. Sakarya Üniversitesi bu anlamda öncü kuruluşlardan birisi olabilme şansına sahiptir.

Yapılan çalışmada, gelişen RES teknolojileri ile birleştirildiğinde 7 - 7.5 m./sn. rüzgar hızında - ki söz konusu bölgede yapılan ölçümlerde bunlara yakın değerler elde edilmiştir - Tercihen 3 veya 4 adet, seçenek olarak ta 10 adet'e kadar değişik güçteki RES'lerle toplam 6 MW güç, 16 milyon KW-hr/yıl enerji elde edilebileceği hesaplanmıştır.

Sakarya Üniversitesi yıllık 6 milyon KW-hr enerji kullanmakta ve bunun için yılda 1,5 milyon TL (700,000 €) para ödemektedir. Üniversitenin bina yatırımları süreceğine göre kullanım ve enerji maliyeti giderek artacaktır.

Özetle üretilecek enerjinin % 40'ı Üniversite ihtiyacı için kullanılarak, kalanı SEDAŞ'a satılabilecek ve yaklaşık 7.1 milyon Avro tutarındaki yatırım kendisini 10-11 yılda geri ödeyebilecektir.

WIND ENERGY PLANT, STUDY FOR ESENTEPE CAMPUS

SUMMARY

Key Words:RES-Wind Energy Plant, Turbine, SAU-Sakarya University, Esentepe, Energy, MTEP-Petroleum Equivalent Value, Feasibility, Credit, Financement

This study is the financial explication of the construction of a wind power plant, which is to be built in future, on a 340 m. high hill, located 2.5 km. away north of Sakarya University Esentepe Campus. The preliminary studies for this project, concerning the wind measurements, are still in progress.

Despite the negative effects of fossil fuels on the environment and the depletion of reserves in the near future, demand for energy is dramatically increasing worldwide. For this reason generating the sustainable renewable, environment friendly energy is becoming increasingly important.

Leadership and role - modeling of educational entities in this improvement and development is extremely influential and significant. Sakarya University can be one of the pioneer institutions.

Studies show that, with the integration of developing technologies of Wind Energy Plants, the installation of preferably 3 or 4 (alternatively up to 10) wind turbines with a total power of 6 megawatts can produce 16 million kW-hr/year energy at an average of 7-7.5 m/sec. wind speed. Measurements obtained in the area mentioned are almost equal to that level.

Sakarya University is consuming yearly 6 million KW-hr electric energy, and pays 1,5 million TL. equivalent to 700,000 €. Since the university is expanding and the building investments are going on, this consumption certainly will increase.

Assuming that, university consumes 40 % of this energy produced, and sells the rest to SEDAŞ, expectations will be” 7.1 million Euro investment will pay off itself within 10 - 11 years .

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları olarak isimlendirilen alternatif kaynaklardan yararlanılması; hidrolik enerji dışında, teknolojik gelişmelerin yeniliği ve geleneksel kaynaklarla ekonomik açıdan rekabet edebilme güçlükleri nedeniyle, bugüne kadar arzulanan düzeye ulaşamamıştır.

Bununla birlikte, alternatif enerji teknolojilerindeki araştırma geliştirme (AR – GE) çalışmaları tüm yoğunluğu ile devam etmektedir. Bu bağlamda petrol dağıtım ve işleme (rafineri) şirketlerinin dahi yatırımları olduğu bilinmektedir, hatta bazı şirketlerin amblemlerini güneş enerjisini çağrıştıracak biçimde değiştirdikleri bile gözlenmektedir.



Şekil 1.1. Baltık Kıyılarından bir Rüzgar Değirmeni Resmi

Rüzgardan elektrik enerjisi üretimi geçen asrın ilk yıllarında başlamıştır. 1950 yılı öncesinde daha çok 20 - 100 kW gücünde türbinler üzerinde durulmuş olmakla birlikte 1250 kW'lık türbinler de üretilmiştir. 1974 - 1978 yılları arasında yaşanan petrol krizine kadar 100-800 kW'lık rüzgâr türbinlerinin üretiminin yapıldığı görülmektedir. 1980'li yıllarda yeni teknoloji ve malzemelerle yeniden geliştirilerek

tasarlanan ve maliyetleri düşen, kapasiteleri artan rüzgar türbinleri, rüzgardan elektrik enerjisi elde edilmesi konusunda çığır açmıştır. Hızla gelişen Rüzgar Enerjisi Sektörü'nde, günümüzde 6 MW gücünde RES'ler üretilmekte ve kullanılmaktadır. (Halen Çatalca'da 12 adet 6 MW gücünde RES çalışmaktadır.)

Ülkelerin sosyal ve ekonomik kalkınmalarında enerjinin yadsınamaz yeri bulunmaktadır. Enerjinin erişilebilirliği, sağlanabilirliği, kabul edilebilirliği çerçevesinde üretimi, çevrimi, iletimi, dağıtımı ve özellikle ekonomisi fevkalade önem arz etmektedir.

Dünya nüfusunun sürekli artıyor olması, özellikle gelişmekte olan ülkelerde yaşam kalitesini yükseltme, en azından sürdürülebilirlik isteği, hammaddeye, mamul maddeye ve enerjiye olan ihtiyacı ve dolayısıyla talebi artırmaktadır.

Enerji tüketimi; günümüzde, gelişmişlik ölçütü olarak değerlendirilmektedir. Nitekim, tüm dünya enerji tüketiminin %23'ü Amerika Birleşik Devletleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Dünyada en çok enerji tüketen ilk 10 ülkenin toplam enerji tüketimi, tüm dünya enerji tüketiminin % 65'ini teşkil etmektedir.

Bugünkü eğilim ile 30 yıl sonra, enerji talebinin karşılanması için üretimin en az % 50 artırılması gerekmektedir.

Ülkemiz ise halen birincil enerji kaynakları'nda % 75 oranında dışa bağımlıdır ve bu bağımlılığın maliyeti cari fiyatlarla 35 milyar USD' dir. Elektrik enerjisi üretiminde ise; 41.000 MW kurulu güç mevcuttur ve talep yıllık % 9 oranında artmaktadır.

Günümüzün ve gelecek günlerin enerji üretimi açısından en temel sorunu, bu enerjinin çevreye zarar vermeden sağlanabilmesi ve tüketilmesidir. Bu açıdan yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi daha da artmaktadır.

BÖLÜM 2. ENERJİ

İş yapabilme yeteneğine enerji denmektedir. İki ana enerji türü vardır:

- Kinetik Enerji
- Potansiyel Enerji

Ana enerji türleri birçok farklı enerji şeklinde bulunabilmektedir. Bunlardan önemli olan bazıları kısaca şunlardır:

Mekanik Enerji: Faydalı iş yapabilen hareket enerjisidir. Hareket enerjisinin (kinetik enerji) iş yapabilenine mekanik enerji denmektedir. Mekanik enerjiye dönüşen hareket enerjisi ile herhangi bir iş yapılabileceği gibi elektrik enerjisi de üretilebilmektedir.

Kimyasal Enerji: Kimyasal tepkime (özellikle hidrojen ve karbonun oksijen ile hızlı birleşmesi) sonucunda ortaya çıkan enerjiye kimyasal enerji denmektedir. Kimyasal enerji, mekanik, ısı ve ışık enerjisine dönüştürülebilmektedir.

Isı Enerjisi: Kömür, petrol, linyit, doğalgaz gibi fosil yakıtların içerdiği kimyasal enerjinin yakılmasıyla ısı enerjisi oluşmaktadır. Elde edilen ısı enerjisi ilk aşamada türbinler yardımıyla mekanik enerjiye, daha sonra da jeneratörler yardımıyla elektrik enerjisine dönüştürülebilmektedir.

Nükleer Enerji (Çekirdek Enerjisi): Uranyum, plütonyum, toryum gibi radyoaktif ağır atomik elementlerin bölünmesi veya helyum, hidrojen, lityum gibi hafif çekirdeklerin birleşmesi sonucunda ortaya çıkan enerji türüdür. Nükleer enerjinin kontrollü bir ortamda (nükleer santraller) ısı enerjisine ve sonra mekanik ve elektrik enerjisine dönüşmesi mümkündür. Nükleer enerjinin ani oluşumu ise (Atom,

Hidrojen bombası) çok büyük bir enerjinin ortaya çıkmasına ve büyük yıkımlara neden olmaktadır. Günümüzde birçok ülke, nükleer enerjiden, elektrik enerjisi elde etmek amacıyla faydalanmaktadır.

Yerçekimi Enerjisi: Yerçekimi sonucunda faydalı iş yapılmasını sağlayan enerjiye yerçekimi enerjisi denmektedir.

Elektrik Enerjisi: Cisimlerin atom yapısındaki elektronların hareketleri sonucu ortaya çıkan enerjidir. Elektrik enerjisinin ortaya çıkması için kullanılan malzemenin elektron tansferine uygun yapıda olması gerekmektedir.

Enerji kullanıldığında, bir türden diğer bir türe dönüşmektedir. Örneğin kinetik enerji, mekanik enerjiye; mekanik enerji elektrik enerjisine veya tersine çevrilebilmektedir.

2.1. Dünyada Enerji Durumu

Daha hızlı bir ekonomik büyümeye rağmen Dünya toplam enerji tüketimindeki artış 2006 yılında yavaşlamıştır. Enerjinin fiyatı, bölgeye ve elde edilmesinde kullanılan yakıt cinsine göre farklılıklar gösterse de, normal kabul edilen değerlerin üzerinde gelişmiştir. 2006 - 2007 de petrol fiyatları artmış, 2008'de başlayan Ekonomik Kriz'le birlikte düşmeye başlamıştır. Günümüzde 60 - 70 USD civarında dalgalı bir seyir izlemektedir. Buna paralel doğalgaz ve kömür fiyatları da Kuzey Amerika hariç tüm Dünya da artış eğiliminde olmuş, yine Petrol fiyatlarıyla birlikte düşmüştür.

Dünya'da birincil enerji tüketimi 2006 yılında son 10 yıllık ortalamasının üzerine çıkmıştır. Artışın en büyük nedeni Uzak Doğu ülkelerindeki talep artışıdır. Tüketim Çin'de % 8.5 olmak üzere Asya Pasifik ülkelerinde % 5 oranında artmıştır. Bu tüm Dünya tüketiminin % 2.5 artmasına neden olmuştur.

Tablo 2.1. Türkiye ve AB' de genel enerji tüketiminin kaynaklara dağılımı (%) - (2003 yılı)

	Petrol	D. Gaz	Kömür	Nükleer	Yenilenebilir* (Hidro. Bio.)		
Türkiye	38	22	27	0	13	6.3	4.5
AB	37	24	18	15	6	1.5	4.0
Dünya	34.4	21.2	24.4	6.5	13.3	2.2	10.6

* Tabloda yer alan Hidro (Hidrolik kaynaklar) ve Bio (Biyolojik kaynaklar) değerleri Yenilenebilir Enerji Tüketimi değerlerinin ayrıştırılmış halidir. Fark değerler diğer yenilenebilir kaynaklardır. Örneğin; Türkiye' deki enerjinin % 13 ü yenilenebilir olup; bunun % 6.3 lük kısmını Hidrolik kaynaklar, % 4.5 lik kısmını Biyolojik kaynaklar, kalan % 2.2 lik kısmını da diğer yenilenebilir kaynaklar oluşturmaktadır.

Tablo 2.2. Birincil enerji tüketimi (10⁶ TEP)

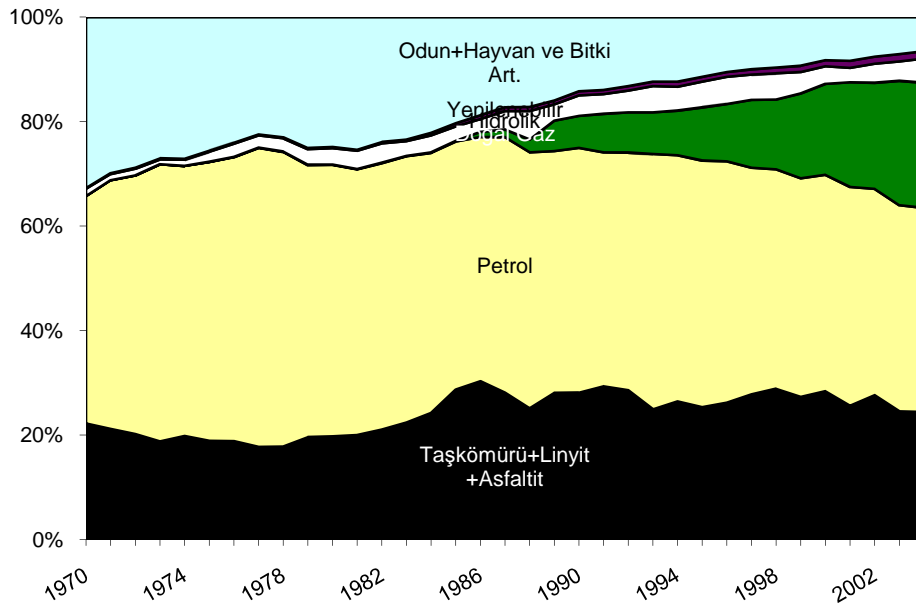
	<i>Petrol</i>	D. Gaz	Kömür	Nükleer	Hidrolik	Toplam	%
Toplam	3767	2420	2780	624	634	10224	100
Kuzey Amerika	1122	706	604	210	142	2784	27.0
Güney- Orta Amerika	222	106	19	4,5	132	483	4.7
Avrupa Avrasya	957	998	537	287	185	2964	29.0
Orta Doğu	251	218	9	-	4	482	4.7
Afrika	124	62	103	3,5	20	312	3.1
Asya Avustralya	1090	331	1507	119	152	3199	31.3
OECD	2252	1265	1163	530	293	503	
AB (25)	694	420	307	223	74	1719	
Türkiye	32	20	23	0	10	85	
Rusya Fed.	186	531	175	56	56	1004	
Diğer	1297	603	1417	39	275	3631	

Tablo 2.3. 1994-2004 yılları arası birincil enerji tüketimi gelişmesi (10⁶ TEP)

94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04
8310	8543	8792	8876	8870	8884	9080	9180	9490	9800	10224

Tablo 2.4. İlk 10 ülkenin birincil enerji tüketimi (10⁶ MTEP)

	Petrol	D. Gaz	Kömür	Nükleer	Hidrolik	Toplam	%
ABD	938	582	564	188	60	2332	23.0
Çin	309	35	957	11	74	1386	13.5
Rusya	129	362	106	32	40	667	6.5
Japonya	242	65	121	65	23	516	5.0
Hindistan	119	29	205	4	19	376	3.7
Almanya	124	77	86	38	6	331	3.2
Kanada	100	81	30	21	76	308	3.0
Fransa	94	40	13	101	15	263	2.6
İngiltere	81	88	38	18	2	227	2.2
Güney Kore	105	28	53	30	1	217	2.1
Dünya	3767	2420	2778	624	634	10224	100
İlk 10 ülke toplamı	2241	1387	2173	508	316	6623	65
İlk 10 ülke % si	60	57	78	81	50	65	



Şekil 2.1. Birincil enerji tüketiminde kaynakların payı (%)

- 2008 yılı Dünya Enerji Tüketimi $12.000 * 10^6$ TEP'e ulaşmıştır ve bunun kaynaklara göre dağılımı şöyledir:

- i) Petrol 4200 TEP (% 35)
- ii) Doğalgaz 2500 TEP (% 21)
- iii) Kömür 3000 TEP (% 25)
- iv) Nükleer Enerji 750 TEP (% 6)
- v) Hidrolik ve Yenilenebilir Kaynaklar 1500 TEP (% 13)

2.2. Enerji Kaynakları

2.2.1. Yenilenemez kaynaklar

2.2.1.1. Petrol

Yer yağı ya da petrol, hidrokarbonlardan oluşmuş, sudan yoğun kıvamda, koyu renkli, arıtılmamış, kendisine özgü kokusu olan, yeraltından çıkarılan doğal yanıcı bir mineral yağdır. Sözcük Latince taş anlamına gelen "petra" ile yağ anlamına gelen "oleum" sözcüklerinin birleşmesinden oluşmuştur. (*Petra oleum*= Petrol).

Petrol sözcüğü doğal halde bulunan ve yeraltından çıkarılan işlenmemiş *ham petrol* anlamına gelmektedir, ancak halk arasında petrol türevleri olan yakıtlar için genel isim kullanılmaktadır (Benzin, Gazyağı, Dizel - Motorin, Motor yağı, Fuel oil vb.).

Petrol, hidrokarbonların karışımından meydana gelmiştir. Her zaman sabit bir kimyasal bileşimi yoktur. Doğal akaryakıt olan ham petrol, çıkarıldığı yöreye ve kaynaklara göre değişen bileşimler gösterir. Örneğin; Amerika'da özellikle Pensilvanya bölgesinde çıkarılan petrol genellikle hidrokarbon sınıfından olan bileşikler, Rusya petroleri, kötü kokulu naften sınıfından bileşikler; Romanya petroleri ise bu ikisinin karışımını içermektedir.

Çeşitli tipteki petrolerin özgül ağırlıkları 0.80 – 0.96; alevlenme noktaları 15 - 120 °C ve ortalama ısı değerleri $10.5 * 10^3$ kcal/kg'dır. Ortalama kimyasal bileşimlerinde ise; % 84 karbon , % 12 hidrojen , % 1 oksijen, % 2 - % 3 civarında

da kükürt bulunur. Teksas ve Kaliforniya petrollerinde kükürt diğerlerine oranla daha fazladır.

Değişik kimyasal içeriğe sahip hidrokarbonların biraraya gelerek oluşturduğu değişik kimyasal bileşimde çok sayıda petrol tipi bulunmaktadır (Örneğin: parafin bazlı petrol, asfalt bazlı petrol gibi).

Yüz milyonlarca yıl önce, denizlerde yaşayan ya da suların denizlere sürüklediği hayvan ve bitki kalıntıları anaerobik bir ortamda, çeşitli şartlar altında (ısı, basınç ve mikroorganizmaların etkisiyle), ham petrole benzer kerojeni meydana getirmiştir. Kerojen sonradan, yukarı tabakalara doğru geçişi esnasında değişmiş ve ham petrol meydana gelmiştir. Bu yüzden de hiçbir sahanın ham petrolü, tam olarak öteki bir sahanın ham petrolüne uymamaktadır, farklar bulunmaktadır. Bu durum, aynı petrol sahasında bile, farklı kuyularda çoğu zaman görülebilmektedir.

Petrol ve türevleri; hareket halinde iken kullanım kolaylığı, depolamaya uygunluğu, yüksek ısıl değeri nedeniyle enerji olarak en cazip kaynaktır.

Uzak Doğu ülkelerinin, Dünya ekonomisine aktör (üretici ve tüketici) olarak katılmaları enerji ve diğer hammaddelere olan talebi arttırmış; buna bağlı olarak fiyat artışı yaşanmıştır. Ham petrolün 2005 yılındaki fiyatı 50 – 55 USD arasında değişirken, 2006'da % 20 civarında artışla 65 USD'ye ulaşmış ve yıl içerisinde 80 USD'ye kadar artış göstermiştir. 2007 yılında da artış devam etmiş ve 130 USD seviyelerine kadar ulaşmıştır. 2008 yılında kriz ile birlikte düşüş başlamış ve bugün 60 – 70 USD'lar seviyesinde dengelenmiştir.

Petrol tüketimi, dünyada 2006 yılında % 0.7 oranında artmış 84 milyar varile ulaşmıştır. Tüketimde en büyük pay % 7 civarında artışla Çin'de gerçekleşmiştir. Tüketimdeki artış OPEC' ten (Organization for Petroleum Exporting Countries – Petrol İhraç Eden Ülkeler Birliği) Suudi Arabistan, Venezüela, Nijerya' daki üretimin azalmasına rağmen Birleşik Arap Emirlikleri ve Irak üretimindeki artışla dengelenmiştir.

2.2.1.2. Kömür

Kömür, katmanlı tortul çökellerin arasında bulunan katı, koyu renkli ve karbon bakımında zengin kayadır. Kömür tortugillerden oluşmuştur.

Dünya'nın çoğu bölgesinde bulunabilen kömüre, Yer'in yüzeye yakın bölümlerinde ya da çeşitli derinliklerde rastlanmaktadır. Kömür çok miktarda organik kökenli maddelerin ısı ve basınç etkisi ile kısmen ayrışması ve kimyasal dönüşüme uğraması sonucu meydana gelmektedir.

Bu oluşum sürecine kömürleşme denmektedir.

Kömürler çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. Bunlar: esas itibariyle antrasit, taş kömürü ve linyittir.

Antrasit en değerli kömür türüdür, % 95'i karbondan oluşmaktadır ve yandığında diğerlerinden daha fazla ısı enerjisi vermektedir. Taş kömürünün % 70'i, Linyitin %50` sinden daha az bir kısmını karbon oluşturmaktadır. Kömürler organik olgunluklarına göre linyit, alt bitümlü kömür, bitümlü kömür ve antrasit tiplerine ayrılırlar. Linyit ve kısmen alt bitümlü kömürler genellikle yumuşak, kolayca ufalanabilen ve mat görünüştedirler. Bu tip kömürlerin ana özelliği, göreceli olarak çok yüksek nem içermeleri ve karbon içeriklerinin düşük olmasıdır. Antrasit ve bitümlü kömürler ise genellikle daha sert, dayanıklı, siyah renkli ve camsı parlak görünüştedirler. Göreceli olarak nem içerikleri daha düşüktür, karbon oranları daha yüksektir. Jeolojik olarak kömürlerin yaşları 15 milyon yıl ile 400 milyon yıl arasında değişmektedir. Genellikle oluşumu eski kömürler daha kalitelidirler. Kömürler mikroskobik homojen bileşenlerine göre çeşitli kayaç tiplerine de ayrılmaktadır. Bu sınıflandırma kömürün türediği malzemeyi ve kömürleşme süreçlerini ele aldığından, aslında genetik bir sınıflandırmadır. Bu sistemde kömür dört temel tipe ayrılmaktadır:

1. Vitren
2. Klaren
3. Düren
4. Füzen

Bir başka sınıflandırma sistemi de kömürün ticari değerine yer vermekte, içerdiği madde ve katışıklar dikkate alınmaktadır.

Kömür çok eskilerden beri enerji üretimi yanısıra sentetik boyaların, çözücülerin, ilaçların hazırlanmasında ara madde olarak kullanılan çeşitli hoş kokulu maddelerin elde edilmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca kömürden belirli şartlarda elde edilen gazlardan yakıt olarak yararlanılmaktadır. (Hava gazı, Su gazı v.s.)

Dünya kömür rezervlerinin 90 milyar ton olduğu ve bunun mevcut tüketim eğilimi ile yaklaşık 147 yıllık bir rezerv olduğu öngörülmektedir

2.2.1.3. Doğalgaz

Doğal gaz yer kabuğu içinde bulunan fosil kaynaklı bir çeşit yanıcı gaz karışımıdır. Doğal süreçte oluşmuş bir petrol türevidir. Yakıt olarak önem sıralamasında ham petrolden sonra ikinci sırayı alır. Doğal gazın büyük bölümü (% 70 - 90'ı), Metan gazından (CH_4) oluşur ve diğer bileşenleri; etan (C_2H_6), propan (C_3H_8), butan (C_4H_{10}) gazlarıdır. İçeriğinde eser miktarda karbondioksit (CO_2), azot (N_2), helyum (He) ve hidrojen sülfür (H_2S) de bulunmaktadır.

Doğal gazı oluşturan hidrokarbon bileşikleri aynı zamanda yeraltındaki petrolün de bileşenlerindedir. Doğal gaz geçmişte petrol üretimi esnasında ortaya çıkan yararsız bir atık olarak görülmüş ve petrol üretim tesislerinden yakılarak uzaklaştırılmıştır. Günümüzde ise oldukça değerli ve stratejik bir enerji kaynağı olarak sıklıkla evlerde ve endüstride kullanılmaktadır.

Dünya üzerinde Antarktika dışında tüm kıtalarda doğal gaz rezervi ve üretimi vardır. Dünyadaki en büyük rezerv sahibi ve üretici BDT- Bağımsız Devletler Topluluğu'dur. ABD, Kanada, Hollanda ve İran da önemli doğal gaz üreticileri ülkelerdendir.

Doğal gazın en verimli ve en ucuz taşıma yöntemi boru hattı ile taşımadır. ABD' de büyük bölümü II. Dünya Savaşı sırasında döşenmiş yaklaşık 3.2 milyon km doğalgaz boru hattı vardır. Bunun yanında doğal gaz basınçlı tanklarda sıvılaştırılmış olarak da

taşınabilir. Sıvılaştırılmış doğal gazın (LNG) taşıma sırasında çok yüksek basınç altında ve düşük sıcaklıklarda tutulması zorunluluğu bu taşıma yöntemini boru hattı yöntemine göre daha az uygulanabilir kılmaktadır.

Doğal gaz en çok yakıt olarak ve sanayide hammadde olarak kullanılmaktadır. Konutlarda ısı enerjisi kaynağı (Fırın, ocak, su ısıtıcısı, kalorifer donanımı vb.) olarak kullanılır. Doğal gazın petrokimya sanayinde de geniş bir kullanım alanı vardır. Bu ürünler arasında kükürt, karbonsiyahı ve amonyak üretimi sayılabilir. Doğal gazdan üretilen en önemli petrokimya ürünü olan etilen, plastiklerin ve birçok başka türev ürünün üretiminde kullanılır. Kömür ile çalışan termik santrallerin çok fazla hava kirliliğine yol açması doğal gazın bu alanda kullanımını daha önemli hale getirmiştir.

Doğal gaz, petrol ile beraber olarak bulunduğu petrol alanlarının yoğun olduğu yerlerde bulunmaktadır. Sürekli gelişen bir doğal gaz endüstrisi vardır. Bugün Dünya'nın en yoğun doğal gaz rezerv bölgesi Katar'ın kuzeyidir. Burada 25 trilyon metreküp gaz rezervi olduğu tahmin edilmektedir. Dünya gaz rezervlerinin ise $182 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$ olduğu ve bunun mevcut tüketim eğilimi çerçevesinde 65 yıl yeteceği belirtilmektedir.

2.2.1.4. Nükleer Enerji

Nükleer enerji, atomun çekirdeğinden elde edilen bir enerji türüdür. Kütleinin enerjiye dönüşümünü ifade eden bağıntı;

$$E=mc^2$$

Burada; E: Enerji

m: kütle

c: ışık hızı' nı ifade etmektedir.

Bununla beraber, kütle – enerji denklemi bağıntısı ile ifade edilen şekliyle kütleinin dönüşümü ile çok büyük bir enerji açığa çıkmaktadır. Nükleer enerjiyi ortaya çıkarmak ve diğer enerji tiplerine dönüştürmek için nükleer reaktörler kullanılmaktadır.

Nükleer enerji, üç nükleer reaksiyondan biri ile oluşmaktadır.

1. **Füzyon:** Atomik parçacıkların birleşmesi reaksiyonu.
2. **Fizyon:** Atom çekirdeğinin zorlanmış olarak parçalanması.
3. **Yarılma:** Çekirdeğin parçalanarak daha kararlı hale geçmesi. [Doğal (yavaş) fisyon (çekirdek parçalanması) olarak da tanımlanabilir.]

Nükleer enerji, 1896 yılında Fransız fizikçi Henri Becquerel tarafından rastlantı sonucu, uranyum maddesinin fotoğraf plakaları ile yanyana bulunurken karanlıkta yayılan X-Ray ışınlarının plakaları etkilediğinin farkedilmesi ile keşfedilmiştir.

Uluslararası çevre örgütü Yeşil Barış'ın kurucularından Patrick Moore'a göre, nükleer enerji karbondioksit üretmediği için kömür yakan termik enerjiye göre daha çevreci bir seçenektir. Ancak 30 Nisan 1986'da Ukrayna'daki (ÇERNOBİL) nükleer reaktörde meydana gelen kaza ile yeni doğan bir çok bebek sakat doğmuş, nükleer kalıntıların ürettiği radyoaktif bulut patlamadan sonra tüm Avrupa üzerine yayılmıştır. Örneğin, Çernobil'den yaklaşık 1100 km uzaklıktaki İsveç Formsmark Nükleer Reaktöründe çalışan 27 kişinin elbiselerinde bulunan radyoaktif parçacıkların, yapılan araştırmada İsveç'teki reaktörden değil Çernobil reaktöründen gelen parçacıklar olduğu tespit edilmiştir. Çernobil'deki nükleer kazadan Yurdumuzun kuzey bölgelerinin de etkilendiği, Karadeniz Bölgesinde kanser vakalarının arttığı, pek çok bebeğin bu nedenle sakat doğduğu belirtilmiştir.

Aynı şekilde İngiltere'nin Galler bölgesinde kazadan iki hafta sonra saptanan yüksek radyasyon nedeniyle yeşil alanlara koyun ve sığırların girişi engellenmiştir.

Bu bulguların sonucunda günümüzde dünyanın birçok yerinde ve Türkiye'de de nükleer karşıtı gruplar oluşmuştur. Bunlardan en ünlüleri; Green Peace ve Küresel Eylem Grubu (KEG)'dir.

2.2.2. Yenilenebilir Kaynaklar

Yenilenebilir enerji kaynakları, kendisini dünya varoldukça yenileyen, yani tükenmeyen enerji kaynaklarıdır. Gelişen sanayi, nüfus artışı, sınırlı olan doğal

kaynakların ziyan edilmeden ve zarar verilmeden kullanımı; insanoğlunun gündeminde artık en üst sıraları işgal eder duruma gelmiştir. Özellikle medeniyetlerin oluşmasını sağlayan su, yiyecek, enerji gibi doğal ve sınırlı kaynakların etkin ve temiz bir şekilde kullanılması çok önemli bir yer tutmaya başlamıştır. 1970'li yıllarda ortaya çıkan petrol krizi, nükleer enerji santrallerine karşı oluşan toplumsal tepkiler ve fosil yakıtlarının kullanımı sonucu ortaya çıkan sera gazları olarak adlandırılan karbondioksit, metan ve azot oksit gibi gazların atmosfere salınımıyla oluşan çevre kirliliği; bilim insanlarını yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarını değerlendirmeye itmiştir.

Bugünkü enerji kullanım eğiliminin devam etmesi durumunda, atmosferdeki karbondioksit gazı miktarı, 2030 yılında ikiye katlanarak; atmosfer sıcaklığının 2.5 Celsius derecesi, deniz seviyesinin ise yaklaşık 18 cm. yükselmesine neden olacaktır. Bu da doğal dengenin değişmesine, örneğin yiyecek sıkıntısının doğmasına ve kıyılarda yaşayan binlerce insanın göç etmesine neden olacaktır. Bu ve benzer sorunlar, çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini arttırmaktadır.

2.2.2.1. Hidrolik Kaynaklar

Hidrolik Enerji Santralleri (HES)

Yenilenebilir enerji kaynaklarının en eskisi, en bilineni ve en yaygını hidrolik enerjidir.

- Hidrolik enerji, suyun kinetik enerjisinin mekanik enerjiye ve sonra jeneratörler vasıtası ile elektrik enerjisine dönüştürülmesi ile yaygın biçimde kullanılabilir hale gelmektedir.
- Hidrolik enerjiden (akarsulardan) doğrudan, değirmenlerde un öğütmek ve taşımacılık için çok eskiden (ilk çağlardan) bu yana yararlanılmaktadır.
- Günümüzde en yaygın kullanılan hidrolik enerji, akarsu yatakları üzerine kurulan, akarsuların önü kesilerek oluşturulan (baraj) göllerde biriken suyun potansiyel enerjisinden faydalanarak, önlerine konulan türbin ve jeneratörler vasıtasıyla elde edilen Elektrik Enerjisi şeklinde kullanılmaktadır.

- Akarsuların kinetik enerjisi dışında, okyanus ve büyük denizlerde oluşan dalgaların kinetik enerjisi de elektrik enerjisine dönüştürülerek kullanılabilir.
- Bir başka hidrolik enerji kaynağı da Ay'ın çekim gücü nedeniyle gece ve gündüz arasında yer değiştiren okyanuslardaki suyun (gel - git olayı) kinetik enerjisidir. Gel - git olayı ile oluşan kinetik enerji de elektrik enerjisine dönüştürülebilmektedir.

Aşağıda bu üç hidrolik enerji türü hakkında bilgi verilmektedir:

1.Hidroelektrik Santraller

Aşağıda gelişmiş ülkelerdeki akarsular üzerine kurulu barajlar ve hidroelektrik santral sayıları verilmiştir:

- | | |
|-------------|-----------|
| - A.B.D. | 6575 Adet |
| - Japonya | 2675 Adet |
| - İspanya | 1250 Adet |
| - Kanada | 793 Adet |
| - Fransa | 569 Adet |
| - İngiltere | 517 Adet |
| - Norveç | 315 Adet |
| - Almanya | 315 Adet |
| - Türkiye | 142 Adet |

Türkiye’de ayrıca, inşa halinde 41 adet ve proje halinde 589 adet baraj ve HES bulunmaktadır.

Dünyadaki toplam HES potansiyelinin 40 milyon GWh/yıl olduğu, bunun 14 milyon GWh/yıl'ının elde edilebilmesinin teknik olarak mümkün olduğu ve 9 milyon GWh/yıl kapasitenin ise ekonomik olduğu belirtilmektedir.

Avrupa’da toplam potansiyel 3.2 milyon GWh/yıl , teknik potansiyel 1.2 milyon GWh/yıl ve ekonomik potansiyel ise 800 bin GWh/yıl’ dır.

Ülkemizde ise toplam potansiyel 430.000 GWh/yıl, teknik potansiyel 215.000 GWh/yıl ve ekonomik potansiyel de 130.000 GWh/yıl'dır.

Makro bir değerlendirme ile dünya hidroelektrik potansiyelinin % 65' i kullanılamaz durumdadır. Geri kalan potansiyelin ancak % 22'si mevcut şartlarda ekonomik bulunmaktadır, % 13'ü teknik olarak yapılabilir ama ekonomik değildir.

Ülkemizde ise, hidroelektrik kaynakların yarısı değerlendirilebilir durumdadır. Toplam potansiyelin ancak % 30'u, teknik potansiyelin ise % 60'ı değerlendirilebilecek konumdadır. Mevcut toplam 142 HES, 13.400 MW kurulu güce sahiptir ve 48.000 GWh/yıl elektrik enerjisi üretmektedir. Bu toplam ekonomik potansiyelin ancak % 37'sini oluşturmaktadır. Teknik potansiyelin ise % 22' sidir. Gelişmiş ülkelerde bu oranlar çok daha fazladır. Örneğin A.B.D. teknik potansiyelinin % 86' sını, Japonya % 78'ini, Norveç % 68'ini ve Kanada'da % 56' sını kullanmaktadır.

Bu veriler ülkemizin varsayılanın aksine, hidrolik enerji üretimi ve suyun kullanımını açısından elverişli olmadığını göstermektedir. Dünyada günümüz ölçütlerinde 1600 m^3 /yıl-kişi su dağılımı minimum ölçü kabul edilmektedir. 1000 m^3 / yıl-kişi su dağılımı ise kronik su kıtlığı sınırındadır.

Türkiye'de ve bazı ülkelerde kişi başı yıllık 1993 yılı fiili ve 2020 yılı tahmini su arzı değerleri ise şöyledir:

Tablo 2.5. Yıllara göre kişi başına düşen yıllık su tüketim tonaj değerleri (Kaynak DSI – Su dünyası 1999)

	<u>1993</u>	<u>2020</u>
A.B.D. , Kanada	10.000	8.000
Kuzey Amerika ülkeleri	10.000	8.000
Türkiye	1.830	980
Suriye	1.420	780
İsrail	300	150
Ürdün	250	90
Filistin	100	40

görüldüğü üzere 2020 yılında ülkemizi su kıtlığı beklemektedir.

Barajlar ve hidroelektrik santraller (HES), çevre ile uyumlu kabul edilmekte ancak bazı tartışmaları da beraberinde getirmektedirler.

- Baraj inşası, uzun süreli yağış, hidrolojik ve jeolojik çalışmaları gerektirmektedirler.
- Bazı yerleşim yerleri, antik bölgeler sular altında kalmaktadır.
- Baraj alanları için istimlak bedelleri ödenmesi gerekmektedir.
- İnşaat sırasında, jeolojik yapı nedeniyle, beklenmedik giderler olabilmektedir.
- Akarsuyun taşıdığı toprakla dolan baraj gölü beraberinde sorunlar getirmektedir.

Bu sakıncaların yanısıra;

- Barajlar yerleşim bölgelerinin ve tarım alanlarının su ihtiyacını karşılamaktadır.
- Sel ve taşkınları önlemektedir.
- Balıkçılık yapılmasına uygun bir yapı oluşturmaktadır.

- Çevreyi, ekolojik dengeleri olumlu etkilemektedir.
- Ağaçlandırmaya katkıda bulunmaktadır.
- Çevre iklimini yumuşatmaktadır.
- Turizmin gelişmesini sağlamaktadır.
- Ulaşımaya katkı sağlamaktadır.

HES'lerin avantajları şunlardır:

- Ucuz enerji sağlarlar. (yaklaşık 5 cent USD / kwh)
- Hızla devreye girebilmektedir. Devreye girip elektrik enerjisi üretmeye başlaması 3 - 5 dakikadır. Bu süre LNG santralinde 1 - 3 saat; fuel-oil/kömür santralinde 3 - 4 saat, nükleer santralde 5 gündür.
- Gerilim ve frekans kontrolü sağlanabilmektedir.
- Gelişmiş teknolojilere sahiptirler.
- Enerjiyi verimli ve sürekli kullanabilmeyi sağlamaktadırlar.
- Geri ödeme süresi kısadır. Örneğin, Karakaya 4, Keban 7, Atatürk HES'i 9 yılda yatırımını geri ödemiştir.
- Yakıt gideri yoktur.
- Özkaynaklarla inşa edilebilmektedir.
- Uzun ömürlüdürler. (40-50 yıl)
- İşletme ve bakım giderleri azdır.
- CO₂ emisyonu yoktur.
- HES'ler elektrik enerjisinin az kullanıldığı anlarda, üretilen enerjiyi ters pompalama ile geri pompalayarak verimlilik artışı ve enerji kullanım dağılımına uygunluk (enerji depolama özelliği) sağlayabilmektedir.

Hidrolik santraller

- Boru hatları
- Türbinler
- Jeneratörler
- Transformatör
- Elektrik dağıtım elemanları'ndan oluşmaktadır.

HES'lerin, mesleğimizi ilgilendiren en önemli elemanları türbinlerdir. HES'lerde kullanılan türbinler esas itibariyle 3' e ayrılmaktadırlar:

- Pelton ve Banki Türbini
- Francis Türbini
- Kaplan Türbini

1. Pelton ve Banki Türbini, eş-basınçlı türbinlerdir. Bu türbinlerde akışkan (su), kepçe veya çarka atmosfer basıncında girer ve aynı basınçta çıkar. Pelton türbininde su, püskürtücüden sonra, çevrede yer alan kepçeye benzer kanatlara çarparak, kinetik enerjisini mekanik enerjiye ve ona bağlı bir jeneratörle elektrik enerjisine dönüştürür. Su püskürtücü sayısı türbin gücüne göre 1 ile 6 arasında değişebilir.

Banki türbini de eş - basınçlı bir türbindir. Bu türbin tipi, Macar Banki ile birlikte İngiliz Michell tarafından bulunduğu, Ossberger firması tarafından imal edildiği için uzun bir isimle Banki – Michell - Ossberger Türbini olarak anılmaktadır. Bu türbinler 20 lt/sn. ile 9000 lt/sn. (9 m³/sn.) debiler ve 1 metre ile 200 metre düşüleri arasında % 80 verimle, 50 - 500 devir/dakika dönme hızı ile 1 MW güce kadar enerji üretebilmektedirler. Bu türbinlerin en önemli özelliği suyun çarka iki kanaldan girip çıkmasıdır.

2. Francis Türbini, 19 yy. Amerikalı Howard ile Francis tarafından geliştirilmiştir. Bu türbinlerde su, yönelticiden dönel çarka dışarıdan girer, kanatlar boyunca aşağıya seyrederek, çarkı terk eder. Karşı basınçlıdır.

Bu tip türbinler 600 metre düşüye kadar çalışabilmekte 500 MW' a kadar güç elde edebilmektedirler. Bu türbinlerin Pelton ve Banki türbinlerine göre avantajı daha küçük boyutlarda olmaları, daha hızlı dönmeleri ve daha büyük güç üretebilmeleridir. Dolayısıyla üretimde ekonomi sağlanmaktadır. (Ülkemiz HES'lerinde genellikle bu tip türbinler yer almaktadır.) Küçük güçlerde, 200 kW ve 5 metre düşüye kadar bu türbinin başka bir uygulaması Kamara Tipi - Düşey Eksenli Francis Türbini kullanılmaktadır.

3. Kaplan Türbini; mucidi Prof. Kaplan'ın adıyla anılan bu tip türbinler, yüksek debi ve alçak düşülerde çalışan türbinlerdir. Ortalama düşü 80 metreden azdır. Bunlar

klasik nehir türbini olarak da tanımlanırlar. Kanat çapları büyüktür. Örneğin 10 metreden büyük çaplı bir Kaplan türbininden 100 MW güç elde edilmektedir.

Çark çapı 3 - 8 metre arasında olanlarda, kanatlar ayarlanabilir imal edilebilmektedir. Kanatların ayarlanamadığı Kaplan türbini Uskur tipi olarak adlandırılmaktadır. Gövde, 20 metre düşüye kadar beton olabilir, daha büyük düşülerde oluşacak basınca karşı koyabilmek için uygun kalınlıkta sactan imal edilmektedirler.

Türbinler, suyun giriş yönüne göre de, iki ana grupta toplanmaktadırlar:

- Eksenel Türbinler
- Radyal Türbinler

Eksenel türbinlerde su türbin eksenine paralel olarak türbine girmekte, kanatlara çarparak döndürmekte ve türbini terk etmektedir. Kaplan ve Francis türbinleri eksenel türbin tipleridir

Radyal türbinlerde ise su, türbin eksenine dik gelmekte, kanatlara çarparak türbini çevirmektedirler. Pelton Türbini radyal tip bir türbindir.

2. Dalga Enerjileri

Okyanus denizler gibi büyük su kütlelerinde meydana gelen dalgaların enerjisinden yararlanılarak elde edilen bir enerjidir. Dalga enerjisi, yenilenebilir enerji formlarından bir tanesidir.

Değerlendirmedeki zorlukları şunlardır:

- Dalgaların yüksek gücüne karşın düşük hızlarda ve farklı yönlerde hareket etmesi,
- Fırtınalara ve tuzlu suyun neden olacağı paslanmaya dayanabilecek yapıların yüksek maliyeti,
- Kurulum ve bakım giderlerinin yüksekliği.

Dalga enerjisinin toplam enerji potansiyeli, toplam enerji büyüklüğü 2.5 terawat olarak hesaplanan gel-git enerjisinden çok daha fazladır. Sahilleri güçlü dalgalara

karşı olan ülkelerin enerji ihtiyaçlarının % 5 veya daha fazlasını dalga enerjisinden karşılayabileceği belirtilmektedir.

3. Gel-git ve akıntı enerjileri

Gel-git veya okyanus akıntısı nedeniyle yer değiştiren su kütlelerinin sahip olduğu kinetik veya potansiyel enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi ile yararlanılan enerji türüdür.

Gel-git enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek için yaygın olarak, uygun bulunan koyların ağzı bir barajla kapatılır. Gelen suyun tutulması, çekilme sonrasında da yükseklik farkından yararlanılarak türbinler aracılığı ile elektrik enerjisi üretilir.

24 saatte bir kendini tekrarlayan gel - git hareketleri, düzenli bir enerji kaynağı olması açısından ilginç olmakla birlikte, enerji üretim süresinin 6 - 12 saatle kısıtlı olması bir dezavantaj yaratmaktadır. Suyun potansiyel enerjisinin % 80'ini elektrik enerjisine dönüştürülebilen gel - git enerjisi, güneş enerjisi gibi diğer alternatif enerji kaynaklarına göre daha yüksek bir verimliliğe sahiptir.

Deniz ve okyanuslardaki düzenli akıntıların kinetik enerjisinin, deniz tabanına yerleştirilen türbinler aracılığı ile elektrik enerjisine dönüştürülmesi de akıntı enerjisi olarak anılmaktadır.

2.2.2.2. Rüzgar Enerjisi

Tüm yenilenebilir enerji türlerinin kaynağı güneştir. Gel - git enerjisi, jeotermal ve fosil yakıt enerjisi ve diğer enerji türleri güneşten kaynaklanır. Güneş yeryüzüne saatte yaklaşık 175,000 milyon kWh enerji göndermektedir.

Rüzgar enerjisi değişime uğramış dolaylı bir güneş enerjisidir. Güneşten gelen enerjinin ancak, yaklaşık % 2' si rüzgâr enerjisine dönüşmektedir. Bu, yeryüzündeki tüm bitkilerin biyolojik kütleye dönüştürdüğü enerjinin 100 katı kadardır.

Ekvator yakınındaki bölgeler dünyanın diğer bölgelerine göre daha fazla ısınmaktadır.

Soğuk havadan daha hafif olan ısınmış sıcak hava yaklaşık 10 km kadar gökyüzüne yükselir. Oluşan boşluğunu kutuplardan Yer yüzeyi boyunca hareket ederek gelen hava kütlesi doldurur. Yükselen sıcak hava kütlesi ise hareket ederek Kuzey ve Güney Kutbuna yaklaşınca aşağı çöker ve yüzeyden ekvatora geri döner.

Güneş enerjisinin karaları, denizleri ve atmosferi her yerde homojen ısıtmamasından dolayı oluşan sıcaklık ve buna bağlı basınç farkları atmosferi oluşturan gazların (havanın) yer değiştirmesine yani rüzgara neden olmaktadır. Rüzgar, yüksek hava basınç bölgesinden alçak hava basınç bölgesine yer değiştiren havanın dünya yüzeyine göre bağıl hareketidir. Kutuplar ve ekvator arasındaki hava akımlarına bağlı oluşan rüzgarlara ana rüzgarlar denmektedir. Bunların yanısıra denizler, karalar, dağlar, vadiler, ovalar arasındaki hava akımlarına bağlı yerel rüzgarların da oluştuğu bilinmektedir. Enerji üretiminde bu rüzgarlardan da yararlanılmaktadır (Ege Bölgesi'nin İmbat rüzgarı gibi). Yer değiştiren hava kütesine yeryüzünün kendi etrafında dönmesinden kaynaklanan Coriolis Kuvvetleri de etki eder. Rüzgarlar Coriolis kuvveti etkisi ile yön değiştirirken merkez - kaç kuvveti ve yeryüzü ile arasındaki sürtünme kuvvetleri etkisinde de kalmaktadırlar. Kutuplar ve ekvator arasındaki hava akımlarına bağlı belli başlı ana rüzgarlar olduğu gibi, denizler - karalar, dağlar – vadiler - ovalar arasındaki hava akımlarına bağlı yerel rüzgarların da oluştuğu bilinmekte ve enerji üretiminde bu rüzgarlardan da yararlanılmaktadır.

2.2.2.3. Güneş Enerjisi

Güneş Enerjisi, güneşin tüm uzaya yaydığı, bir kısmı dünyamıza da ulaşan , güneşin çekirdeğinde yer alan nükleer tepkime sonucu açığa çıkan ışıma enerjisidir ve bu tepkime güneşteki hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklindeki füzyon sürecidir . Atmosfer dışında güneş ışınımının şiddeti, sabit kabul edilebilir ve 1370 W/m^2 değerindedir, ancak yeryüzüne gelen kısmı $0 - 1100 \text{ W/m}^2$ değerleri arasında değişim gösterir. Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi, insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme göstermiş, güneş enerjisi çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir.

Dünyanın yörüngesi üzerinde, uzayda (atmosfer dışında), birim alana ulaşan güneş ışınlarının taşıdığı enerji, güneşe dik bir yüzey üzerinde $1,366 \text{ W/m}^2$ 'dir. Bu değer güneş enerjisi sabiti olarak da anılır.

Atmosfer bu enerjinin % 6'sını yansıtır, % 16'sını da sönümler ve böylece deniz seviyesinde ulaşılabilen en yüksek güneş enerjisi $1,020 \text{ W/m}^2$ değerine düşer. Bulutlar gelen ışınımı, yansıtma suretiyle yaklaşık % 20, sönümleme suretiyle de yaklaşık % 16 azaltırlar.

Bu değer, elde edilebilmesi mümkün en yüksek değerdir. Günümüz Güneş enerjisi teknolojileri ile bu değere ulaşmak olanaklı değildir. Örneğin, fotovoltaik (güneş pili) panelleri, (bugün için) yaklaşık % 15 dolayında bir verime sahiptirler. Bu nedenle, bir güneş paneli, 19 ile 56 W/m^2 güç veya günde $0.45- 1.35 \text{ kWh/m}^2$ enerji sağlayabilmektedir.

Hava kirliliğinin oluşturduğu saydam olmayan tabaka, küresel olarak daha az miktarda güneş ışınının yeryüzüne ulaşmasına neden olduğu için, güneş enerjisinin geleceği ile ilgili endişe yaratmaktadır. 1961 - 1990 yılları arasında kapsayan bir araştırmada, aynı dönem içerisinde deniz seviyesine ulaşan ortalama güneş ışını miktarında % 4 azalma olduğu gözlenmiştir.

Güneş ışınlarından yararlanmak için pek çok teknoloji geliştirilmiştir. Bu teknolojilerin bir kısmı güneş enerjisini ışık ya da ısı enerjisi şeklinde kullanırken, diğer teknolojiler ile güneşten doğrudan elektrik enerjisi elde edilebilmektedir.

- Güneş enerjili sıcak su sistemleri, suyu ısıtmak için güneş ışınlarından yararlanmaktadır. Bu sistemler evsel sıcak su ya da bir alanı ısıtmak için kullanılabilir gibi çoğunlukla bir havuzu ısıtmak için kullanılır. Bu sistemler çoğunlukla bir termal güneş paneli ve bir depodan oluşmaktadır. Güneş enerjili su ısıtıcıları üç grupta toplanmaktadır,

1. Aktif sistemler; suyun ya da ısı transfer sıvısının çevirimi için pompa kullanırlar.
2. Pasif sistemler; suyun ya da ısı transfer sıvısının devrini doğal çevirim ile sağlarlar.

3. Küttele sistemleri; su tankının doğrudan güneş ışığı ile ısınmasını amaçlarlar.

Yaygın güneş enerjisi kullanım uygulamaları şunlardır;

- Düzlemsel güneş kolektörleri: Ülkemizde de çok yaygın olarak kullanılan, evlerde sıcak su elde etmede kullanılan sistemlerdir.

- Yoğunlaştırıcı güneş enerjisi santralleri: Bunlarda, doğrusal, çanak şeklinde ya da merkezi bir odağa yönlendirilmiş dev aynalar kullanılarak, odak noktasında çok yüksek sıcaklıklara ulaşılabilmektedir. Genellikle elektrik üretiminde kullanılmaktadırlar, ancak henüz bir yaygınlık kazanamamışlardır.

- Vakum Tüplü Güneş Enerjisi Sistemleri: Vakum tüplü Güneş enerjisi kolektörleri: iç içe geçmiş 2 adet silindirik cam tüpün ısıl işlem yolu ile birbirine bağlanması ve bu işlem sırasında tüpler arasındaki hava emilerek üretilir. Dış silindirik tüpün yüzeyine düşen Güneş ışınlarının ve enerjisinin aradaki havasız ortamdan geçerek iç kısımdaki silindirik tüpün yüzeyinde emilime uğraması ile çalışır. Arada hava olmaması konveksiyonla ısı transferini engellemekte yalıtım sağlamakta dolayısıyla iç tüpteki su sıcaklığı dış hava sıcaklığından etkilenmemektedir.

- Güneş ocakları: Çanak şeklinde ya da kutu şeklinde güneş ısısını toplayan yapılardır. Gelişmekte olan ülkelerde daha yaygın kullanılır.

- Trombe duvarı: Sandviç şeklinde cam ve hava kanalları ile paketlenmiş bir pasif güneş enerjisi sistemidir. Güneş ışınları gün boyunca, duvarın altında ve üstünde yer alan hava geçiş boşluklarını tahrik ederek, doğal çevirim ile termal kütleyi ısıtırlar. Gece ise trombe duvarı biriktirdiği enerjiyi ışıma yolu ile ortama yayar.

- Geçişli hava paneli: Aktif güneş enerjili ısıtma ve havalandırma sistemidir. Termal güneş paneli gibi davranan, güneşe bakan delikli (perfore) bir duvardan oluşur. Panel, binanın havalandırma sistemine ön ısıtma uygular. Ucuz bir yöntemdir. % 70'e kadar verime ulaşılabilir.

Araştırmaya konu olmuş, ancak yaygınlaşmamış bazı güneş enerjisi teknolojileri şunlardır:

- Güneş Havuzları: Havuza atılan tuzların yardımı ile havuzun dip tarafında sıcaklık elde edilir. Bunlar daha çok deneysel sistemler olarak kalmışlar, bir yaygınlık gösterememişlerdir.

- Güneş Bacaları: Bir binanın zemininde toplanan ısı ile ısınan hava, yüksek ve dar bir bacaya yönlendiğinde, bacada kurulu türbini çalıştırır. Bu da, deneysel aşamada kalmış güneş enerjisi türlerinden biridir.

- Su Arıtma Sistemleri: Bunlar da bir çeşit havuz sistemidir. Havuzun üstüne eğimli cam kapak yerleştirilir, buharlaşan su tuzdan arınarak bu kapakta yoğunlaşır.

- Ürün kurutma sistemleri.

2.2.2.4. Jeotermal enerji

Jeotermal enerji (yer ısısı anlamına gelmektedir) yerkürenin, merkezine doğru artan (magma tabakasından kaynaklanan sıcaklık ve enerji) sıcaklık ve ısı enerjisinin oluşturduğu, çeşitli kimyasallar ve mineraller içeren, sıcak su, buhar ve gazların taşıdığı enerjidir. Jeotermal Enerji Teknolojisi de bu kaynaklardan ve bu enerjiden doğrudan veya dolaylı yollardan faydalanmayı kapsamaktadır. Jeotermal enerji yeni, - Dünyaya var oldukça - yenilenebilir, sürdürülebilir, tükenmez, ucuz, güvenilir, çevre dostu (yeşil) bir enerji türüdür.

Jeotermal kaynaklar ile;

I. Elektrik enerjisi üretimi,

II. Merkezi ısıtma, merkezi soğutma, sera ısıtması ve benzeri ısıtma/soğutma uygulamaları,

III. Proses ısısı temini, kurutma işlemleri gibi endüstriyel amaçlı kullanımlar,

IV. Karbondioksit, gübre, lityum, ağır su, hidrojen gibi kimyasal maddelerin ve minerallerin üretimi,

V. Termal turizm'de kaplıca amaçlı kullanım,

VI. Düşük sıcaklıklarda (30 °C'ye kadar) kültür balıkçılığı,

VII. Mineraller içeren içme suyu üretimi,

gibi uygulama ve değerlendirme alanlarında kullanımlar gerçekleştirilmektedir.

Yenilenebilir, sürdürülebilir, tükenmez bir enerji kaynağı olması, Türkiye gibi jeotermal enerji açısından şanslı ülkeler için bir özkaynak teşkil etmesi, temiz ve çevre dostu olması, yanma olmadığı için sifıra yakın emisyonu sebebiyet vermesi, konutlarda, tarımda, endüstride, sera ısıtmasında ve benzeri alanlarda çok amaçlı ısıtma uygulamaları için ideal şartlar sunması, rüzgar, yağmur, güneş gibi meteorolojik şartlardan bağımsız olması; kullanıma hazır niteliği, fosil enerji veya diğer enerji kaynaklarına göre çok daha ucuz olması, arama kuyularının doğrudan üretim tesislerine ve bazen de reenjeksiyon alanlarına dönüştürülebilmesi, yangın, patlama, zehirlenme gibi risk faktörleri taşımadığından güvenilir olması, % 95' in üzerinde verimlilik sağlaması, diğer enerji türleri üretiminin (hidroelektrik, güneş, rüzgar, fosil enerji) aksine tesis alanı ihtiyacının asgari düzeylerde kalması, yerel niteliği nedeniyle ithalinin ve ihracının uluslararası konjonktür, krizler, savaşlar gibi faktörlerden etkilenmemesi, konutlara fuel-oil, mazot, kömür, odun taşınması gibi sorunlar içermediği için yerleşim alanlarında kullanımının rahatlığı gibi nedenlerle büyük avantajlar sağlamaktadır.

Yağmur, kar, deniz ve magma sularının yeraltındaki gözenekli ve çatlaklı kayalık kütlelerini besleyerek oluşturdukları JEOTERMAL REZERVLERİ, yeraltı ve reenjeksiyon koşulları devam ettiği müddetçe yenilenebilir ve sürdürülebilir özelliklerini korurlar. Kısa süreli atmosfer koşullarından etkilenmezler. Reenjeksiyon, jeotermal rezervuarlardan yapılan sondajlı üretimlerde jeotermal akışkanın çevreye atılmaması ve rezervuarı beslemesi bakımından, işlevi tamamlandıktan sonra tekrar yeraltına gönderilmesi işlemidir. Reenjeksiyon birçok ülkede yasalarla zorunlu hale getirilmiştir.

İtalya'da Larderello sahasında 1904 yılından beri, Kaliforniya'da Geyser sahasından 48 yıldır jeotermal elektrik enerjisi üretilmektedir. 1890'dan beri Boise, Idaho'da (ABD) ve 1934'den bu yana Reykjavik'de (İzlanda) jeotermal kaynaklı merkezi ısıtma sistemi bulunmaktadır. Ayrıca, Paris banliyölerinde 85.000 konut jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır.

Yurdumuzda da Jeotermal Enerji'den faydalanma çalışmaları yapılmaktadır. Örneğin Denizli ili, Buharkent ilçesinde Jeotermal enerji santrali kurulmuştur. Ayrıca çevre

bölgeler, yoğuşma suyu ile ısıtılmakta yine sera ısıtılmasında bu yoğuşma suyundan yararlanılmaktadır.

2.3. Enerji Maliyet Kıyasları

Rüzgar enerjisi gelecekteki pazar başarısı için en önemli kriter olan ekonomik maliyette kararlı ve hızlı bir gelişme göstermektedir. 1990'lı yılların başında Pasific Gas & Electric ve Electric Power Research Institute tarafından yapılan ve rüzgar enerjisinin en ucuz elektrik üretim kaynağı olacağına ilişkin uzun vadeli öngörüler artık hayal olmayıp gerçekleştirilmek üzeredir.

Kaliforniya Enerji Komisyonu çeşitli enerji seçeneklerinin maliyetlerini ve pazara sunumunu, fizibilitelelerini incelemektedir. Tablo 2.6' da bu komisyonun çalışmaları sonucu temel yakıt tipleri ile enerji üretim maliyetini rüzgar enerjisi ile karşılaştırmaktadır.

Tablo 2.6. Kaynağına Göre Enerji Üretim Maliyetleri

<u>Yakıt</u>	<u>Maliyet (\$/kWh)</u>
Kömür	4.8-5.5
Gaz	3.9-4.4
Hydro	5.1-11.3
Biomass	5.8-11.6
Nükleer	11.1-14.5
Rüzgar (ABD federal üretim vergi iadesi hesaba katılmadan,)	4.0-6.0

Rüzgar enerjisi maliyetleri gelişen şartlarda fosil yakıtların en ucuz seçenekleri olan kömür ve gaz ile rekabet edebilir duruma gelmiştir ve enflasyona göre düzenlenen ABD Federal Üretim Vergi İadesi (Federal Production Tax Refund) ile rekabet rüzgar enerjisi lehine gelişecektir.

Rüzgar enerjisi maliyeti iki faktörden etkilenmektedir, teknik olarak ortalama rüzgar hızı ve ekonomik olarak cari faiz oranları. Ancak rüzgardan enerji elde edilmesi yeni bir teknolojidir ve maliyeti konvansiyonel enerji üretim kaynak ve yöntemlerine göre daha hızlı düşmektedir.

Rüzgardan elektrik enerjisi elde edilmesi konusuna cari maliyetlerden ziyade ‘Gölge Fiyat’ (Shadow price) ve ‘Sosyal Fayda’ kavramı ile yaklaşılmalıdır. Gölge fiyat kavramı bir anlamda ‘Alternatif Maliyet’ tir, ancak tüketilen kıt kaynakların değerlendirilmesini içermektedir.

Elektrik Üretim Maliyetleri şu kalemlerden oluşmaktadır:

1. Yatırım özkaynak maliyeti – (güç santrallerinin inşaatı ve şebekeye bağlanması vs.)
2. İşletme maliyetleri - tesisin işletilmesi, yakıt sağlanması ve bakımı
3. Finansman maliyeti

Rüzgar türbinleri için yakıt maliyeti yoktur, rüzgar bedavadır. Projenin maliyeti ödendikten sonra sadece işletme ve bakım maliyetleri söz konusudur. Yatırım maliyeti toplam maliyetin % 75 ila % 90' ını oluşturmaktadır.

Türbin maliyeti kW güç başına halen 600-900 € (Avro) dolayındadır. Projenin hazırlanması ve tesisler, yollar vb maliyetleri, kW başına 200-250 € (Avro) daha artırmaktadır. Bu rüzgar türbinlerinin toplam maliyetini kW kurulu kapasite başına yaklaşık 1000 € (Avro)'ya ulaştırmaktadır.

Rüzgar enerjisi üretiminin işletme maliyetleri üretilen kWh elektrik başına yaklaşık 0,1-0,2 €-sent mertebesindedir. Bu maliyet arazi kirası, bakım ve sigorta primlerini kapsamaktadır. RES finansmanına ilişkin ayrıntılar aşağıdaki satırlarda verilmektedir.

2.4. Beklentiler

Kyoto Protokolü; 1992 yılında Rio De Janeiro’da kabul edilen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe girmiştir.

Sözleşme atmosferde tehlikeli bir boyuta varan insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının, iklim sistemi üzerindeki olumsuz etkisini önlemeyi ve belli bir seviyede durdurmayı amaçlamaktadır. Protokol, dolayısıyla ülkelerin sera gazı emisyonlarını azaltmayı hedeflemektedir.

Protokolün 2. madde (IV) fıkrasında; “Yeni ve yenilenebilir enerji çeşitleri, karbondioksit tecrit/ayırma teknolojileri ve gelişmiş ve yenilikçi çevresel bakımdan sağlam teknolojiler üzerinde araştırma yapmak, teşvik etmek, geliştirmek ve kullanımının artması amaçlanmaktadır;”. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı küresel ısınmanın önüne geçmede çok önemli yer teşkil etmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri'nin yeni başkanı Obama' da YEŞİL ÇEVRE sorununda yenilenebilir enerji taraftarı bir politika izlemektedir. Obama'nın yenilenebilir ve temiz enerji için önümüzdeki on yıl içerisinde 150 milyar Dolar ödenek ayırıp 5 milyon kişi için istihdam yaratmaya çalışacağı belirtilmiştir. Obama'nın enerji ile ilgili hedefleri arasında 2015 yılına kadar bir milyon HİBRİD araba'nın üretimi, 2012 yılına kadar elektrik enerjisi üretiminde “yenilenebilir enerji kaynaklarının” yüzde 10 pay alması ve bu değerın 2025 yılı için yüzde 25'e varması da bulunmaktadır.

Türkiye, OECD ülkeleri arasında kişi başına fosil yakıtlardan kaynaklanan karbon salınımlında 3,3 ton ile en düşük düzeye sahiptir. OECD ülkelerinin ortalaması 11.1 ton, dünya ortalaması 4 ton ve AB ortalaması 9 tondur. Türkiye, ABD ile birlikte Kyoto Protokolü'nü imzalamayan 2 ülkeden birisidir. Ancak ABD'nin yıllık karbon salınımı 5.5 milyar ton iken Türkiye'nin 297 milyon tondur. ABD dünyadaki emisyonun yaklaşık yüzde 24'ünü tek başına gerçekleştirmektedir.. 1990-2004 döneminde Türkiye'de elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı 2 katına çıkmıştır. Ancak toplam elektrik üretimindeki daha yüksek artış nedeniyle, toplam elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin payı yüzde 24 azalmıştır. Türkiye, Kyoto Protokolü'nü imzalaması halinde 2012 yılında kadar yükümlülüklerden muaf olacaktır.

BÖLÜM 3. RÜZGAR ENERJİSİ

3.1. Rüzgarın Oluşumu

Rüzgar, güneşten gelen radyasyonunun yer yüzeylerini farklı ısıtmasından kaynaklanmaktadır. Yer yüzeylerinin farklı ısınması, havanın sıcaklığının, neminin ve basıncının farklı olmasına, bu farklı basınç da havanın hareketine neden olmaktadır. Güneş enerjisi var oldukça hava hareketleri de, yani rüzgar da olacaktır. Rüzgar güneş enerjisinin dolaylı bir ürünüdür. Dünyaya ulaşan güneş enerjisinin yaklaşık % 2 kadarı rüzgar enerjisine dönüşmektedir. Dünya yüzeyi düzensiz bir şekilde ısınmakta ve soğumaktadır, bunun sonucu atmosferik basınç alanları oluşmakta, ve yüksek basınç alanlarından alçak basınç alanlarına hava akışı oluşmaktadır

Tropikal bölgeler üzerindeki rüzgarlar düzenli bir yapıdadır. (Ekvator ve Kutuplar arasındaki ana rüzgarlar,.) Gündüz ve gece boyunca oldukça sabit bir rüzgar akışı sağlanmaktadır. Ancak, dünyanın her bölgesinde bu tür düzenli esen rüzgarlar yoktur ve hava sistemleri bir kaç günlük dönemler içinde değişerek hareket etmektedirler. Rüzgar hızında, durgun bir havadan, fırtınaya kadar çok farklı değişimler olabilmektedir. Elektrik enerjisi kullanımı da zamana bağlı değişim gösterdiğinden rüzgardaki günlük ve mevsimsel değişimlerle ilişkisi ayrıca fevkaledede önem göstermektedir.

Yeryüzünün düz ve pürüzsüz olmaması, bir yerden diğerine rüzgar değişimini etkilemektedir. Tepeler, vadiler, akarsu vadileri, göller gibi yeryüzü oluşumları karmaşık ve değişken bir rüzgar rejimi oluşturmaktadır. Küçük ölçeklerde ağaçlar ve binaların varlığı değişkenliği desteklemektedir.

Tepeler, yaylalar, vadiler, uçurumlar bir rüzgar türbini için uygun rüzgarın oluşmasında etken olmaktadır. Alçak ve kapalı olan vadilerde rüzgar hızı düşük olmaktadır. Bununla beraber, tüm vadilerde rüzgar hızının düşük olması zorunlu değildir. Rüzgar akışına paralel, vadi oluşumları kanal gibi davranabilir ve rüzgar etkisini artırabilir. Vadideki bir daralma venturi etkisi ile rüzgar hızını daha da artırabilir. Bu genellikle rüzgara açık dar dağ geçitlerinde meydana gelmektedir.

Yakınındaki tepe üstleri rüzgarlı olsa bile vadiler genellikle geceleri sakin olmaktadır. Soğuk ve ağır hava tepelerden aşağıya doğru akmakta ve vadilerde toplanmaktadır. Sadece vadinin üst katmanlarındaki hava kütlesi genel rüzgar akışından etkilenmekte, alt katmanlarda hava hareketi daha az olmaktadır. Bunun sonucu olarak, bir tepeye kurulan bir rüzgar türbini, tüm gece boyunca güç üretebilir. RES'ler bu nedenle tepelere kurulmalıdır ve etrafına göre en az birkaç yüz metre yüksekliği olan araziler tercih edilmelidir.

Deniz seviyesinden yükseklik ve arazi özellikleri rüzgar akışını hızlandırabilir. Bir hava kütlesi zirveyi aşarken genellikle ince bir tabaka içine sıkışır, bunun sonucu hızı artar. Bir sırt üzerinde, rüzgar sırt hattına dik estiğinde rüzgar en yüksek hıza ulaşmaktadır. Korunaklı tepeler ve dağlarda hava akışı yanlara doğru kaydığından, rüzgarlar sırtlara göre daha az hız kazanmaktadır.

Büyük su kütlelerine yakın kara alanları iki nedenden dolayı iyi rüzgarlı alanlar olabilmektedir. Öncelikle, bir su yüzeyi bir kara yüzeyine göre çok daha düzgündür, bu nedenle su üzerinde akan hava ile su yüzeyi arasındaki sürtünme daha azdır. Hakim rüzgar yönünün sahile yakın şeridi en iyi rüzgar alanıdır. İkinci olarak güneşli yaz günlerinde olduğu, kara ve su kütlelerinin ısınma ısıları farkından deniz veya göl meltemi olarak bilinen yerel rüzgarlar oluşmaktadır. Bu şekilde denizden karaya 12 ile 20 km/h veya üzeri hızda meltemler oluşmaktadır. (İzmir' in İmbat rüzgarı gibi). Geceleri kara çok daha çabuk soğuduğu için meltem durmakta veya ters yönde esmektedir.

3.2.Rüzgarın Özellikleri

Rüzgar yeryüzüne yakın kısımlarda dünya yüzeyinin yapısına göre değişiklik göstermektedir. Yerden 1000 – 2000 metre yukarıdaki rüzgar, yeryüzü şeklinden etkilenmemekte ve düzgün bir akış özelliği (laminar akım) gösterir iken, yeryüzüne yakın kısımlarda bozulmalara maruz kalmakta (türbulant akım) ve rüzgar makaslamasına neden olmaktadır.

Rüzgarın yeryüzünden 1000 metre yükseklikteki hızı, örnek olarak 20 m/sn iken, yeryüzüne yakın yerlerdeki hızı, yakın çevrede bulunan bina, ağaç gibi engellere çarpmasından dolayı değişik yönlerde eserek, bir yönde aniden 0 ile 15 m/sn arasında değişebilmektedir ve bu durumda rüzgarın gücü olumsuz etkilenmekte ve azalmaktadır. Bu etkiye ‘‘Rüzgar Makaslaması’’ adı verilmektedir.

Rüzgar hızının hesaplanması yeryüzünün şekline bağlı olarak oluşturulan katsayılar vasıtası ile yapılmaktadır. Düzgün ve oldukça homojen bir arazide yüksekliğe göre rüzgar hızı çeşitli logaritmik formüller ile hesaplanmaktadır.

Rüzgârların şiddeti, Beufort ölçeğinden yararlanılarak tahmin edilmektedir. Bu ölçeği İngiliz Amiral Sir Francis Beaufort (1774-1857) savaş gemilerinde kullanmak amacıyla geliştirmiştir. Son yıllarda olağanüstü derecede güçlü rüzgârlar da tabloya alınmış ve bunlar 13'ten 17'ye kadar numaralandırılmıştır. Bu tablodaki Beaufort sayıları ve ortalama rüzgâr hızları uluslar arası norm değerlerdir; ancak rüzgârların adı ve tanımlanan belirtileri ülkeden ülkeye değişebilmektedir.

Hareket halindeki hava kütlesi, rüzgar, yere sürtüdüğü yerlerde yavaşlar ve bu nedenle yüzeye yakın kesimlerde daha yavaş eser. Rüzgârın hızı yerden 10 metre yüksekte ölçülmektedir. Denizin yüzeyi yere oranla daha düzgün olduğundan, denizlerin üzerinde rüzgâr hızı karalardaki gibi yüksekliğe bağlı olarak çok değişim göstermez. Rüzgâr hızının artması, yerden yaklaşık 500 metre yüksekliğe kadar sürmektedir.

Yer değiştiren hava kütlesinin, rüzgarın, yeryüzünün kendi etrafında dönmesinden de etkilendiği bilinmektedir. Bu etki, Coriolis Kuvvetleri olarak ifade edilmektedir. Rüzgarlar dünyanın merkez – kaç kuvveti ve yeryüzü ile arasındaki sürtünme kuvvetleri nedeniyle yön değiştirmekte ve buna Coriolis Etkisi denmektedir.

Coriolis Kuvveti

Dünya döndüğü için kuzey yarıküre üzerindeki her hareket, kendi konumumuza göre sağa doğru (güney yarıküre için sola) yönelir. Bu belirgin bükücü kuvvet Coriolis Kuvveti (Coriolis Force) olarak bilinmektedir. Bu kuvvet, keşfeden Fransız Matematikçi Gustave G. Coriolis'in ismiyle anılmaktadır (1792 - 1843).

Coriolis Kuvveti'nin etkileri gözle görülebilir. Örneğin; tren yolu hatlarının bir tarafı diğerinden daha hızlı, nehir yataklarının bir tarafı diğerinden daha fazla aşınmakta ve daha derine işlemektedir. (hangi tarafın aşındığı, bulunan yarıküreye bağlıdır.)

Kuzey yarıkürede rüzgâr, alçak basınç alanına yaklaştıkça saat yönünün tersine yön alır. Güney yarıkürede ise rüzgâr, alçak basınç alanları etrafında saat dönüş yönünde hareket eder.

Rüzgâr hızı, bir rüzgâr türbininin elektriğe çevirebileceği enerji miktarı açısından önemlidir. Rüzgârın enerji içeriği, ortalama rüzgâr hızının kübü ile değişmektedir. Yani rüzgâr hızı 2 birim değişirse enerji 8 kat değişmektedir.

Rüzgar Enerjisi havanın yoğunluğu ile de orantılı bir şekilde artmaktadır, bu nedenle denizden yüksekliği fazla olan yerlerde daha az enerji üretilmekte deniz seviyelerinde ise yoğunluk dolayısıyla üretilebilen enerji artmaktadır. Bu gerçek deniz kenarlarına ve deniz üstlerine yapılan RES'leri daha cazip hale getirmektedir.

Rüzgâr günümüzde, 21. yüzyılda ve sonrasında en çok gelecek vadeden enerji kaynaklarından bir tanesidir. Bununla beraber RES teknolojileri de hızla gelişmektedir. Aşağıda rüzgâr enerjisi üzerinde en çok tartışılan konular ve yanıtlar yer almaktadır.

Rüzgâr Enerjisi Temizdir

Rüzgâr türbinleri herhangi bir çevre kirliliğine neden olmazlar. 600 kW gücündeki modern bir rüzgâr türbini kömürle çalışan bir elektrik santralının emisyonu olan ortalama 1.200 ton karbondioksitin üretilmesine engel olacaktır.

20 yıllık bir işletme süresi içinde (normal bir rüzgar bölgesinde) bir rüzgâr türbini tarafından üretilen yıllık enerji miktarı, türbinin imâlatı, bakımı, faaliyeti, demontajı ve parçalanması için gerekli olan enerjinin dört ile altı katı fazladır.

Kaba bir deyişle, rüzgâr türbinini imâl etmek ve çalıştırmak için gerekli olan enerjiyi geri kazanmak, türbinin sadece iki ya da üç aylık enerjisine denk olmaktadır.

Rüzgar Sürekli bir Enerji Kaynağıdır

Rüzgar enerjisi sürdürülebilir bir kaynaktır. Rüzgâr hiç kesilmeyen, bitmeyen bir doğa olayıdır.

Günümüzde, Danimarka elektrik tüketiminin % 40' ını Rüzgar Enerjisi ile karşılamakta ve bu oranın gelecek yıllarda daha da artması beklenmektedir.

Avrupayı çevreleyen sığ denizlerde esen rüzgârın, teorik olarak Avrupa'nın kullandığı tüm elektrik enerjisini karşılayabilecek nitelikte olduğu belirtmektedir.

Rüzgâr Enerjisi Farklıdır

Rüzgâr türbinleri boyutlar ve üretim kapasiteleri açısından son yıllarda çok gelişme göstermiştir.

1980' lerden kalma tipik bir Danimarka üretimi rüzgâr türbini, 26 kW gücünde bir jeneratöre ve 10,5 metrelik bir pervane çapına, günümüzün modern bir rüzgâr türbini ise 40 - 50 metrelik bir pervane çapına ve 1000 - 2000 kW gücünde bir generatöre sahiptir. Böyle bir RES rüzgar durumuna göre yılda 2 ile 3 milyon kW/saat enerji üretebilmektedir. Bu da 200 ile 300 konutun yıllık elektrik tüketimine eşit bulunmaktadır. Son nesil rüzgâr türbinlerinin 3.000 - 6.000 kW generatörü ve 60 - 70 metrelik pervane çapı bulunmaktadır. Galler'in Carno bölgesinde bulunan, daha

küçük kapasiteli türbinlerden oluşan Avrupa'nın geniş rüzgâr türbini çiftliği, 20.000 konutun ihtiyacına eşit bir enerji üretmektedir.

Avrupa' da 1997 yılı itibariyle, 3.000 MW'dan fazla rüzgâr enerjisi kurulu gücü, beş milyon kadar kişinin elektrik ihtiyacını karşılayacak şekilde devrede bulunmaktadır. (www.windpower.dk - Danish Wind Industry Association)

Rüzgârın gücünden yararlanılmaya başlanması çok eski dönemlere dayanmaktadır. Rüzgâr gücünden ilk yararlanma şekli olarak yelkenli gemiler ve yel değirmenleri gösterilebilir. Daha sonra tahıl öğütme, su pompalama, ağaç kesme işleri için de rüzgâr gücünden yararlanılmıştır.

Fosil, nükleer ve diğer yöntemlerde atmosfere zararlı gazlar veya radyasyon salınmakta, bunlar havayı ve suyu kirletmektedir. Rüzgârdan enerji elde edilmesi sırasında ise bu zararlı gazların hiçbiri atmosfere salınmaz, dolayısıyla rüzgâr enerjisi temiz bir enerji kaynağıdır, yarattığı tek kirlilik gürültüdür. Pervanelerin dönerken çıkardığı sesler de günümüzde büyük ölçüde azaltılmıştır.

Dünyada küresel kara ve deniz rüzgar kaynaklarından enerji üretimi potansiyelinin 278.000 TW-hr olduğu hesaplanmıştır. Sürdürülebilir anlamda bu potansiyelin % 10 - % 15'lik kısmının kullanılabilmesi belirtilmektedir. Bu dünyada 40.000 TW-hr'lik bir Rüzgar Enerjisi potansiyelinin varlığını ve ayrıca ENERJİ kıtlığı nedeni ile geleceğe ilişkin endişelerin giderilebileceğini hiç değilse azaltılabileceğini ifade etmektedir. Zira bu miktar enerji Dünya birincil enerji talebinin yaklaşık % 35'ine karşılık gelmektedir

Bu durum değerlendirilerek 'Rüzgâr Gücü', dünyada kullanımı en çok artan yenilenebilir enerji kaynaklarından biri haline gelmiştir. Günümüzde dünyadaki kullanım oranının çok düşük olmasına karşılık, 2020 yılında dünya elektrik talebinin % 12' sinin rüzgâr enerjisinden karşılanması için çalışmalar yapılmaktadır.

Bu çerçevede Dünya çapında 7.500 adet Meteoroloji istasyonu, 500 ölçüm ekipmanı ile 80 metre yüksekliklerde rüzgar hızlarını belirleme çalışmaları yapılmıştır. Bu belirlemeler sonucu ölçüm yapılan yerlerin % 13'ünde Rüzgar hızı 7.0 m'den fazla

ve enerji üretimine uygun bulunmuştur. Bu potansiyel Dünya elektrik enerjisi talebinin 30 - 35 katı kadar kadardır.

Günümüzde rüzgâr enerjisinden üretilen toplam güç 40.300 MW civarındadır. Bu güçten en fazla yararlanan ülke % 36.3'lük payıyla Almanya'dır. Almanya toplamda 14.612 MW güç üretmektedir ve Almanya'nın elektrik enerjisi ihtiyacının % 5.6'sını karşılamaktadır. Rüzgâr gücünden en çok yararlanan diğer ülkeler sırasıyla İspanya, ABD, Danimarka, Hindistan, Hollanda, İtalya, Japonya, Birleşik Krallık ve Çin'dir. Diğer tüm ülkeler toplamda 3.756 MW'lık güç üretimi ile sadece % 9.3 paya sahiptirler.

Rüzgar enerjisinin üstünlükleri şunlardır;

- Atmosferi kirletici etkiye sahip gazların salınmaması,
- Temiz bir enerji kaynağı olması,
- Kaynağının tükenmemesi (güneş, dünya ve atmosfer olduğu sürece),
- Rüzgâr tesislerinin kurulumu ve işletilmesinin diğer tesislere göre daha kolay olması,
- Enerji üretim maliyetlerinin düşük olması,
- Güvenilirliğinin artması,
- Bölgesel olması ve dolayısıyla kişilerin kendi elektriğini üretebilmesi.

Rüzgar enerjisinin sakıncaları olarak;

- Rüzgârın ve hızının sürekliliği olmadığı için enerji üretim değerlerinin sabit olmaması,
- Rüzgâr türbinlerinin büyük alan kaplaması,
- Gürültü kirliliği oluşturması
- Fosil ve nükleer yakıtlardan elde edilen enerjiye oranla enerji üretiminin daha az olması
- Yatırım maliyetlerinin yüksek olması,
- Kullanım ömrü dolan kompozit parçaların doğada geri dönüştürülmesinin mümkün olmaması tartışılmaktadır.

Tablo 3.1. Beaufort Rüzgar Ölçeği

No	Rüzgar Hızı (km/h)	Rüzgar Hızı (m/s)	Tanım	Açıklama
0	<1	0-0.2	Sakin	Duman dikey olarak yükselir
1	1-5	0.3-1.5	Esinti	Duman hafif esinti ile yükselir.
2	6-11	1.6-3.3	Hafif rüzgar	Yapraklar kıpırdar. Esinti insan yüzünde hissedilir. Rüzgar yönü yoktur.
3	12-19	3.4-5.4	Tatlı rüzgar	Yapraklar ve ince dallar hareket eder.
4	20-28	5.5-7.9	Orta rüzgar	İnce dallar hareket eder. Kağıt ve tozlar yükselir.
5	29-38	8.0-10.7	Sert rüzgar	Ağaçlar sallanmaya başlar.
6	39-49	10.8-13.8	Şiddetli rüzgar	Büyük ağaç dalları hareket eder. Açık iletkenler sallanır.
7	50-61	13.9-17.1	Çok şiddetli rüzgar	Büyük ağaçlar sallanır, yürüme zorluğu fark edilir.
8	62-74	17.2-20.7	Fırtına	Ağaçlardaki ince dal ve çöpler kırılır. Rüzgarda yürümek iyice zorlaşır.
9	75-88	20.8-24.4	Şiddetli fırtına	Binalarda hafif hasar oluşur. Çatı kiremitleri sökülmeğe başlar.
10	89-102	24.5-28.4	Tam fırtına	Binalar hasar görür. Büyük ağaçlar kökünden sökülür.
11	103-117	28.5-32.6	Çok şiddetli fırtına	Geniş ölçekli hasarlar olur.
12	>118	>32.7	Tayfun	Aşırı derecede hasarlar olur.

3.3. Rüzgar Enerjisinin Tarihçesi

Rüzgar enerjisi kullanımı M.Ö. 2800 yıllarında Orta Doğuda başlamıştır. M.Ö. 17. Yüzyılda Babil kralı Hamurabi döneminde Mezopotamya'da sulama amacıyla kullanılan rüzgar enerjisinin , aynı dönemde Çin'de de kullanıldığı belirtilmektedir. Yel değirmenleri , ilk olarak İskenderiye yakınlarında kurulmuştur. Türklerin ve İranlıların ilk Yel değirmenlerini M.S.7. yüzyılda kullanmaya başlamalarına karşı, Avrupalılar yel değirmenlerini ilk olarak Haçlı seferleri sırasında görmüşlerdir. Fransa ve İngiltere'de yel değirmenlerin kullanılmaya başlanması Haçlı seferleri sonrası 12. yüzyılda olmuştur.



Şekil 3.1. Sulama amacı ile kullanılan eski bir 'Çin Rüzgar Türbini' resmi

Avrupa, Haçlı Seferleri sırasında edindiği bu bilgi ve teknoloji ile Roma İmparatorluğunun kaçırdığı bir serveti yakalamıştır. Roma İmparatorluğu gücünün zirvesindeyken para basmak için gereken altın ve gümüşü Avrupa dışındaki eyaletlerden sağlamaktaydı. Bu eyaletleri kaybettikten sonra Avrupa'daki fakir madenlerin işletilmesi denenmiş, ancak, bu madenlerin yüzeysel kapasiteleri hızla tüketilip, derinlere inildikten sonra galerilerden su çıktığından, madenler terk edilmiştir. Giderek artan para ve ekonomik bunalımla birlikte, o dönemin yüksek hızlı enflasyonu Roma İmparatorluğunun sonunu getirmişti. Avrupalılar yel değirmenlerini kullanarak galeri diplerindeki suyu çekerek boşaltmışlar, yani RÜZGAR enerjisini kullanarak bu madenleri tekrar işletmeye açmışlar ve PARA hammaddesi darboğazını aşmışlardır, dolayısı ile Ekonomi canlanmıştır. Rönesans'ın oluşum nedenlerinden biri olarak bu nedenle Romalıların terk ettikleri madenlerin yeniden işletmeye açılması (yani rüzgar enerjisi kullanımı) olmuştur.

18.Yüzyılın sonunda yalnızca Hollanda'da 10.000 yel değirmeni bulunuyordu. Buhar makinesinin yapılması ve odun, kömür gibi yakıtlardan kesintisiz enerji üretimine başlanması ile rüzgar enerjisi önemini yitirmeye başlamıştır. Bununla beraber, rüzgar

türbini denilen ve elektrik üretiminde kullanılan ilk makineler 1890' ların başlarında Danimarka'da yapılmıştır. Paul La Cour tarafından 1891 'de geliştirilen Enerji Üretici Rüzgar Türbini, geleneksel Rüzgar Türbinlerinden; Modern Rüzgar Enerjisi Santralleri'ne geçişteki ilk önemli örnektir. Paul La Cour'ün bilimsel ilkeler temelinde gerçekleştirdiği bu örnek, rüzgardan elektrik enerjisi üretmekte öncü olmuştur.

Paul La Cour, ASKOV 'Yetişkin Eğitim Merkezi' nde profesör olarak görev yapmaktaydı ve çalışmaları Danimarka hükümetince desteklenmekteydi. La Cour 1891' de yaptığı bu 'Rüzgar Türbini' ile bir dinamoyu çalıştırdı. La Cour' ün en büyük sorunu elektrik enerjisini depolamaktı. Bu sorunu, La Cour, üretilen elektrikle suyu elektroliz yolu ile ayrıştırarak, hidrojen elde edip depolamakla çözmüştür. 1885 -1902 yılları arası ASKOV da okul arazisi elde edilen bu hidrojeni kullanan gaz lambaları ile aydınlatıldı. Aynı dönemde, bu makinelerin geliştirilmesi için Almanya'da da önemli çalışmalar yapıldığı bilinmektedir. Rüzgar kuvvet makineleri yerlerini yakıtla çalışan kuvvet makinelerine bırakırken , rüzgar enerjisinin rekabet edebilmesi ve kullanımının sürmesi için yeni teknolojiler de geliştirilmeye başladı. 19. yüzyılda geliştirilen bu ilk rüzgar türbinlerin verimlerinin düşük olduğunu vurgulamakta yarar görülmektedir.

1961 yılında Roma'da Birleşmiş Milletler tarafından düzenlenen "Enerjinin Yeni Kaynakları Konferansında ele alınan üç kaynaktan biri Rüzgar Enerjisi idi. Böylece çok eskiden bu yana tanınan rüzgar enerjisi, teknolojik gelişmelerle ele alındı ve, yeni ve yenilenebilir kaynaklar arasına sokulmuş oldu. 1961 - 1966 yılları arasında Almanya' da rotor çapı 35m olan 100 kW' lık bir modelin geliştirilmesi üzerinde duruldu. 1970' lerde Danimarka'daki Gedser türbini, gücü 650 kW olan büyük türbinlerle değiştirildi. Bu dönemde rüzgar jeneratörleri üzerinde İsviçre, Avusturya ve İtalya'da da teknolojik çalışmalar yapıldığı bilinmektedir. Amerika' da 1970'lerde büyük tip yatay eksenli makineler üzerinde yeniden çalışılırken, dikey eksenli Darrieus tipi makineler üzerinde de çalışmalar başlatılmıştır. Ucuz petrol döneminde güncellik ve değer kazanamayan rüzgar enerjisi,1974-1978 yılları arasında yaşanan petrol bunalımlarının ardından, gündeme daha çok girmiştir.

Rüzgar enerjisinin gelişimine, 1980'li yıllarda Uluslararası Enerji Ajansı eşgüdümünde yürütülen araştırma geliştirme çalışmalarının büyük etkisi olmuştur. Artık, eski tip rüzgar jeneratörleri yerine modern ve çağdaş rüzgar enerjisi çevrim sistemleri (WECS- Wind Energy Cycle Systems) kurulmaya başlanmıştır. Ayrıca, rüzgar türbini ile beraber, dizel motor ve güneş fotovoltaik jeneratörü içeren rüzgar-dizel-PV hibrid sistemlerde geliştirilmiştir.

Giderek bir tüketiciyi besleyecek tek makine yerine, birden çok türbin içeren rüzgar çiftlikleri (Wind Farms) ile elektrik şebekeleri için üretim yapılmıştır. ABD, Danimarka, Hollanda, İngiltere ve İsveç' in katkıları sonucunda, deniz üstünde (offshore), kıyıdan uzakta rüzgar santralleri kurulmuştur. Günümüzde deniz üzerinde şamandıra üzerine yerleştirilen rüzgar türbinleri ve hatta çiftlikleri vardır.

Yeldeğirmenlerinden Elektrik Enerjisi Üretimi ilk kez 1888'de Cleveland – Ohio' da Charles F.Brush tarafından gerçekleştirilmiştir. C.F.Brush' ın yel değirmenini kanatları 17 m. 'lik çapa sahipti. Gücü 12 kW idi.

C.F.Brush ürettiği elektriği Ulusal Şebekeye satmış, kurduğu Brush Electric Co., daha sonra Edison'un şirketi ile birleşerek dünyanın dev kuruluşlarından GE- General Electric Co. şirketini oluşturmuştur.

Tablo 3.2. Türbin üreticileri ve türbin çeşitleri (Kaynak: Thomas Ackerman 2001)

Türbin, Ülke	Çap (m)	Süpürme Alanı (m ²)	Güç (kw)	Birim Güç (kw/m ²)	Kanat Sayısı	Kule Boyu (m)	Kuruluş Tarihi
Paul La Cour, Danimarka	23	408	18	0,04	4	-	1891
Smith Putnam, ABD	53	2231	1250	0,56	2	34	1941
F.L. Smith, Danimarka	17	237	50	0,21	3	24	1941
F.L. Smith, Danimarka	24	456	70	0,15	3	24	1942
Gedser, Danimarka	24	452	200	0,44	3	25	1957
Hutter, Danimarka	34	908	100	0,11	2	22	1958

3.4 Rüzgar Enerjisinin Dünya' daki Durumu

Rüzgar gücü yenilenebilir enerji teknolojilerinin içinde en ileri ve en ticari olanıdır. Tamamen doğal bir kaynak olarak kirliliğe neden olmayan ve tükenme olasılığı olmayan bir güç sağlamaktadır. Son yıllarda dünyanın en hızlı büyüyen enerji kaynağı olmuştur.

1998 sonuna gelindiğinde dünya çapında 50 ülkede 10,000 MW' dan fazla kurulu güce sahip elektrik enerjisi üreten rüzgar türbinleri çalışmakta idi. Son altı yılda rüzgar türbinlerinin satışlarındaki ortalama yıllık büyüme % 40 civarında gerçekleşmiştir. Rüzgar enerjisi endüstrisi 600 kW büyüklüğünde orta boy makinelerin seri üretimini sürdürmekte ve birkaç megawatt büyüklüğündeki 10 adet tasarımın prototiplerini üretmiş bulunmaktadır. Mevcut kurulu RES üretimi kapasitesindeki gelişme (500 - 600 kW' tan 6 MW' a 10 kat) çarpıcıdır ve 1990' dan bu yana daha da hızlı bir gelişme gerçekleşmiştir. Büyük ünitelerin ortaya çıkışı, RES'lerin deniz üstlerinde de 'uygulanmasına yol açmıştır.(Offshore RES'ler)

Son yıllarda rüzgar enerjisinin en başarılı pazarları, özellikle Danimarka, Almanya ve İspanya olmak üzere Avrupa ülkeleridir. Arasında Hindistan, Çin ve Güney Amerika'nın da bulunduğu bazı gelişmekte olan ülkelerin yanı sıra Amerika Birleşik Devletlerinde de bu teknolojinin kullanımında bir sıçrama görülmektedir. Rüzgar enerjisinden yararlanma farklı ekonomik ve coğrafi yapıdaki Ülke ve Bölgelerde başarılı olabilmektedir.

Tablo 3.3. 2002 yılı kıtalara göre enerji üretim dağılımı

KITALARA GÖRE ÜRETİM DAĞILIMI	
AMERİKA	5 148 MW
AVRUPA	23 290 MW
ASYA	2 585 MW
AFRİKA	137 MW
DİĞER	33 MW

Rüzgâr enerjisi aynı zamanda en ucuz yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. Rüzgârlı yörelerde yeni geleneksel fosil yakıt ve nükleer enerji üretimi ile mevcut şartlarda da rekabet edebilmektedir. Teknoloji geliştikçe ve arazilerin kullanımı ulaşım vs. açısından kolaylaştıkça üretim maliyetleri de azalmaya başlamaktadır.

Çevresel üstünlükleri tanındıkça, bir çok ülke uyguladıkları teşviklerle ve desteklerle rüzgar enerjisinin gelişimini desteklemeye başlamışlardır. Bu desteklerin hedefi pazarın hareketlendirilmesi, maliyetlerin düşürülmesi, konvansiyonel yakıtların (örneğin) Devlet sübvansiyonları yoluyla sağladıkları (hakça olmayan) üstünlüklerinin etkisinin azaltılmasıdır.

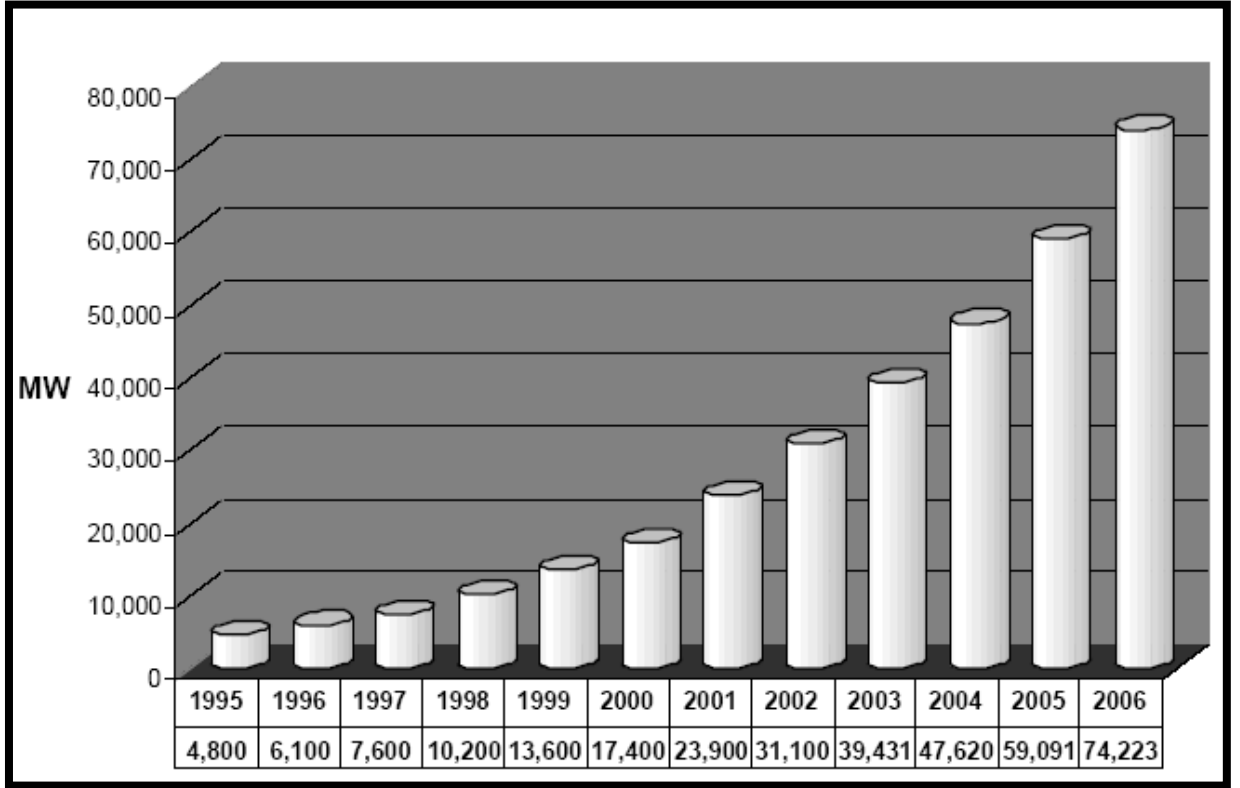
Araştırma ve geliştirme girişimlerinin desteklenmesi ve elektrik şebekelerince rüzgar enerjisi santrallerinden erişim sağlanması bu konuda teknolojinin geliştirilmesi Rüzgar Enerjisi kullanımının yaygınlaşmasını sağlayacaktır. Nitekim, Rüzgar Enerjisi kullanımı, aşağıdaki tablolarda görüldüğü üzere hızla artmaktadır. Tablolar incelendiğinde Avrupa'da 1995'ten 2003 senesine kadar Rüzgar Enerjisi kullanımı 11 kat artmıştır. Dünyadaki gelişme ise daha yavaştır, bu süre içinde kullanım ancak 8 kat artmıştır.

Tablo 3.4. Ülkeler bazında 2005 – 2006 yıl sonu rüzgar türbini yatırımları

Sıra	Ülke	2005 (MW)	2006 (MW)
1	Almanya	18,000	20,621
2	İspanya	10,028	11,615
3	Amerika Birleşik Devletleri	9,149	11,603
4	Hindistan	4,430	6,270
5	Danimarka	3,132	3,136
6	Çin	1,260	2,604
7	İtalya	1,718	2,123
8	İngiltere	1,332	1,963
9	Portekiz	1,022	1,716
10	Fransa	757	1,567
11	Hollanda	1,219	1,560
12	Kanada	683	1,459
13	Japonya	1,061	1,394
14	Avusturya	819	965
15	Avustralya	708	817
16	Yunanistan	573	746
17	İrlanda	496	745
18	İsveç	510	572
19	Norveç	267	314
20	Brezilya	29	237
21	Mısır	145	230
22	Belçika	167	193
23	Tayvan	104	188
24	Güney Kore	98	173
25	Yeni Zelenda	169	171
26	Polonya	83	153
27	Fas	64	124
28	Meksika	3	88
29	Finlandiya	82	86
30	Ukrayna	77	86
31	Kosta Rika	71	74
32	Macaristan	18	61
33	Litvanya	6	55
34	Türkiye	20	51
35	Çek Cumhuriyeti	28	50
36	İran	23	48
	Avrupa'nın Geri Kalanı	129	163
	Amerika'nın Geri Kalanı	109	109
	Asya'nın Geri Kalanı	38	38
	Afrika ve Orta Doğu'nun Geri Kalanı	31	31
	Okyanusya'nın Geri Kalanı	12	12
	DÜNYA TOPLAMI	59,091 MW	74,223 MW

Dünya'da rüzgardan elektrik enerjisi üretiminde önder ilk 10 ülkenin toplamı 63 200 MW ve genel toplam içindeki payı % 85 tir.

Tablo 3.5. Dünyada 2006 yılı sonu rüzgar türbini yatırımları (Kaynak:EİEİ)



3.5. Rüzgar Enerjisinin Avrupa' daki Durumu

Geçtiğimiz altı yıl boyunca Avrupa'da kurulu rüzgar enerjisi yatırımları 4 kattan fazla artmıştır. Günümüzde Avrupa'daki rüzgar enerjisi projeleri ile 5 milyon civarında insanın yerel gereksinimlerini karşılayacak yeterlilikte elektrik enerjisi üretilmektedir.

Tablo 3.6. Avrupa'da rüzgar türbini yatırımları

ÜLKE	Eylül 1999 sonu kurulu kapasite	2003 için öngörülen kapasite (MW)
Danimarka	1606	2645
Finlandiya	32	218
Fransa	22	621
Almanya	3817	6774
Yunanistan	79	265
İrlanda	73	334
İtalya	227	872
Hollanda	405	1179
Portekiz	60	221
İspanya	1180	5580
İsveç	197	896
İngiltere	350	1313
Diğer Ülkeler	91	905
Toplam	8139	21833

Rüzgar enerjisi endüstrisi Avrupa için 2010 yılına kadar 40,000 MW rüzgar enerji kapasitesi kurmak üzere bir hedef koymuştur. Bu hedefe ulaşılmasıyla yaklaşık 50 milyon insana elektrik enerjisi sağlanacaktır. "2010 da 40,000 MW" kampanyası, Avrupa Komisyonu'nun "AB 'deki Yenilenebilir Enerji Kaynakları için Beyaz Rapor"u tarafından da desteklenmektedir. Bu raporda yapılan değerlendirme bu hedeflere erişilebileceğini göstermektedir.

Avrupa Rüzgar Enerjisi Birliğinin Hedefleri:

Tablo 3.7. Dünyada öngörülen gelecek RES yatırımları

YIL	Kurulu kapasite
2000	8000 MW
2010	40000 MW
2020	100000 MW

20 türbinden oluşan tipik bir rüzgar çiftliği yaklaşık 1 km²' lik (100 hektar) alana kurulabilmektedir. Diğer güç istasyonlarına nazaran rüzgar çiftliği, tabanda, kurulduğu alanın, trafo, kule ve diğer unsurları ile sadece % 1'ini kullanmaktadır. Tarım alanlarında çiftçilik faaliyetleri türbinlerin hemen altında yapılabilmektedir. Türbinler ömürlerinin sonuna geldiklerinde kolayca sökülebilmekte ve buldukları alan eskiden kullanıldığı hale dönüştürülebilmektedir. Türbinlerin sökülmesinin maliyeti genelde türbinlerin arta kalan parçaların hurda değeri ile karşılanabilmektedir.

Tablo 3.8. Avrupa ülkelerinde 2002 itibariyle rüzgar'dan enerji üretimi

AVRUPA ÜLKELERİNDEKİ ÜRETİM (2002 yılı)		
ÜLKELER	SON YIL İLAVE (MW)	TOPLAM (MW)
İSPANYA	1 493	4 830
DANİMARKA	497	2 800
İTALYA	103	785
HOLLANDA	217	688
İNGİLTERE	87	552
İSVEÇ	35	328
YUNANİSTAN	4	276
PORTEKİZ	63	194
FRANSA	52	145
AVUSTURYA	45	139
İRLANDA	13	137
ALMANYA	3 247	12 000
Toplam	5 856	22 74

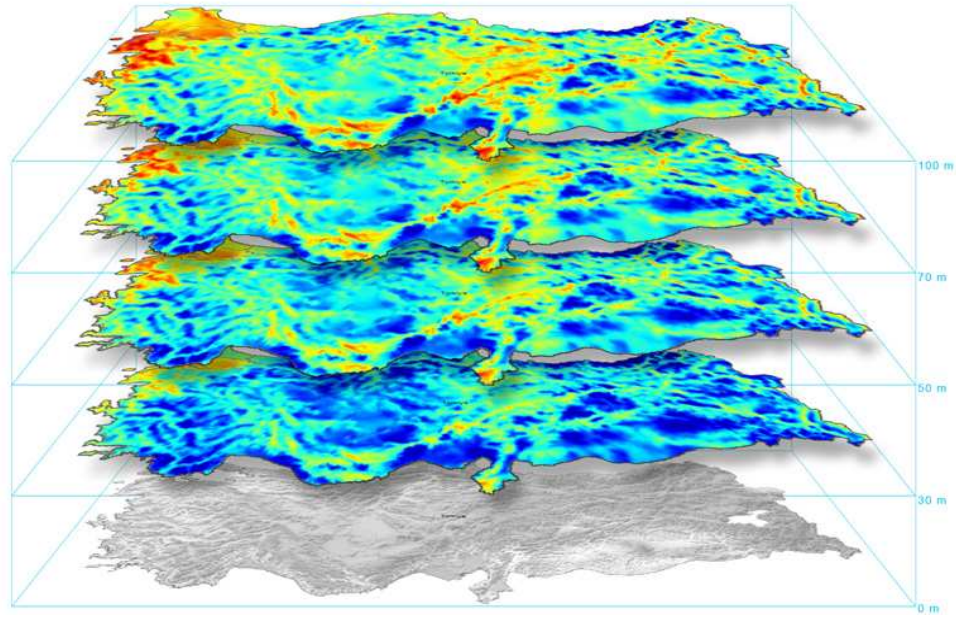
3.6. Rüzgar Enerjisinin Türkiye' deki Durumu

3.6.1. Mevcut durum

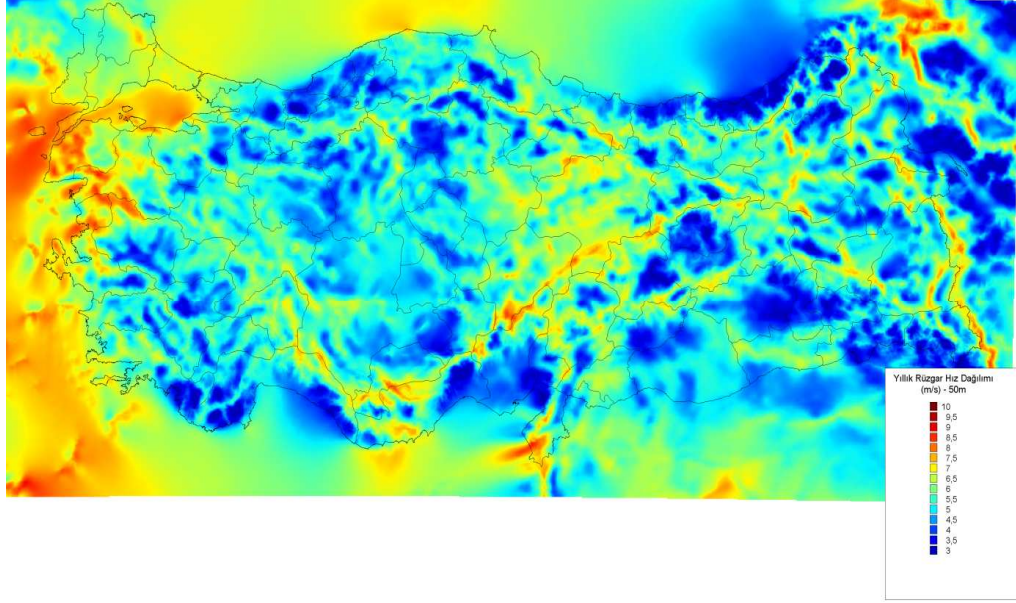
Türkiye'de 2008 yılı itibariyle toplam 215 MW kurulu güç kapasitede RES bulunmaktadır. Yapımı süren 600 MW kapasite ve ayrıca lisans verilmiş 2500 MW kapasitede RES bulunmaktadır. 2008 yılı içinde müracaatlarda patlama olmuş ve toplam 78 000 MW lisans müracaatı yapılmıştır.

Tablo 3.9. Türkiye’de 2006 yılı sonu itibariyle rüzgar türbini yatırımları

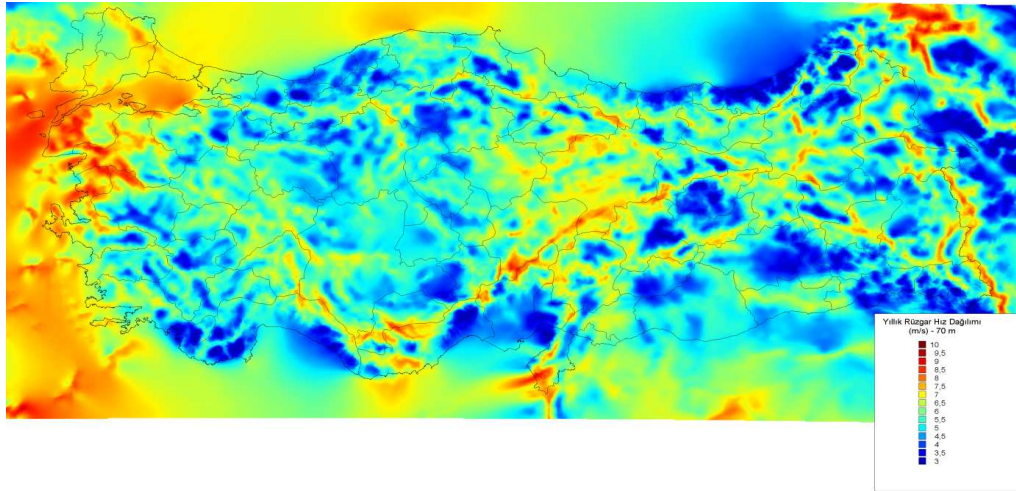
	RES (MW)
İşletmede	215
İnşa Halinde	600
Lisans Alan	2.500
Lisans Başvurusu	85.000



Şekil 3.2. Türkiye’de muhtelif yüksekliklerdeki rüzgar hızları (Kaynak:EİEİ)



Şekil 3.3. Türkiye’de 50 m. yükseklikteki rüzgar hızları (Kaynak:EİEİ)

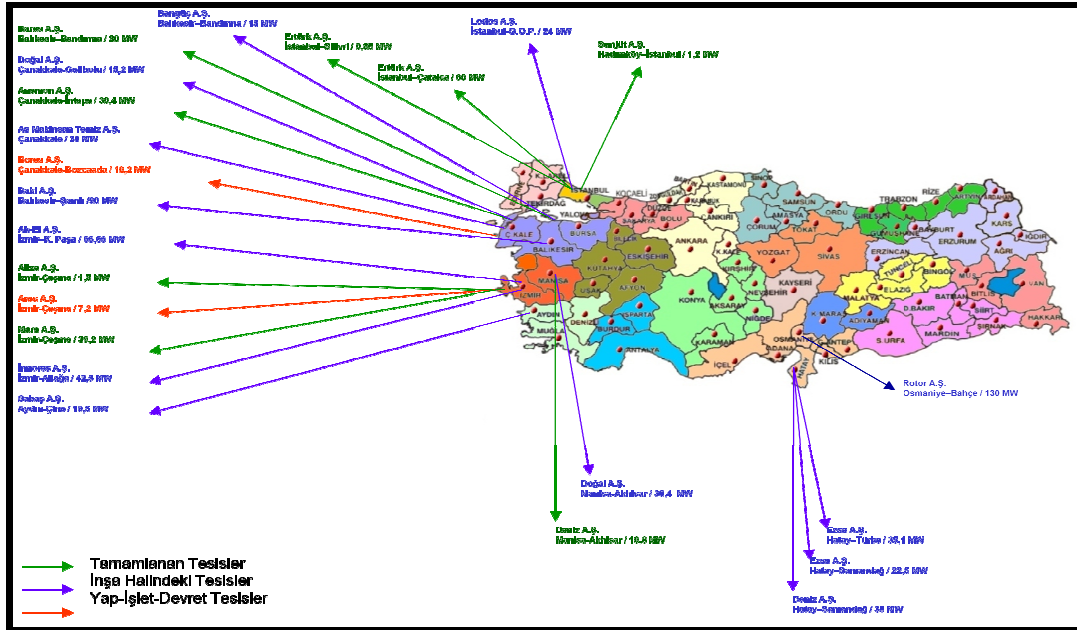


Şekil 3.4. Türkiye’de 70 m. yükseklikteki rüzgar hızları (Kaynak:EİEİ)

3.6.2. Mevcut santraller

2007 sonuna kadar ETKB tarafından değerlendirilen 39 adet Rüzgar Çiftliği projesi bulunmaktadır. Bu projelerin toplam kapasitesi 1370 ila 1440 MW 'dır. (Bu 39 projenin, 8 tanesinin yatırımcılarla yapılan görüşmeleri sonuçlandırılmış 2008 sonu itibariyle üretime başlamıştır.-Çatalca'daki 72 MW kapasiteli RES 2009 yılı projesidir.)

Şekil 3.5. Türkiye'deki mevcut santraller (Kaynak:EİEİ)



Tablo 3.10. Türkiye'de mevcut ve kuruluş aşamasındaki Rüzgar Güç Santralleri

Projenin Adı	Başvuran Firma	Yeri	Gücü (MW)
Çeşme Alaçatı Rüzgar Santrali	ARES A.Ş.	İzmir-Çeşme Alaçatı	7.2
Kocadağ Rüzgar Santrali	AS MAKİNSAN	İzmir-Çeşme Kocadağ	50.4
Çanakkale Rüzgar Santrali	AS MAKİNSAN	Çanakkale	30 MW
Bozcaada Rüzgar Santrali	DEMİRER HOLDİNG A.Ş.	Çanakkale Bozcaada	10.2
Mazıdağı Rüzgar Santrali	DEMİRER HOLDİNG A.Ş.	İzmir-Çeşme Alaçatı	39
İntepe Rüzgar Santrali	INTERWIND	Çanakkale-İntepe	30
Datça Rüzgar Santrali	DEMİRER HOLDİNG A.Ş.	Datça-Muğla	28.8
Datça Rüzgar Santrali	ATLANTİS TİCARET	Muğla-Datça	12.54
Yalıkavak Rüzgar Santrali	ATLANTİS TİCARET	Muğla-Bodrum Yalıkavak	7.92
Bandırma Rüzgar Santrali	ATLANTİS TİCARET	Balıkesir-Bandırma	15
Çeşme Rüzgar Santrali	PROKON	İzmir-Çeşme	12
Akhisar Rüzgar Santral	AK-EN (SASAŞ İNŞAAT)	Manisa-Akhisar	12
Akhisar Rüzgar Santrali	DEMİRER HOLDİNG A.Ş.	Manisa-Akhisar	30
Beyoba Rüzgar Santrali	ATLANTİS TİCARET	Manisa-Akhisar (Beyoba)	7.92
Karaburun Rüzgar Santrali	ATLANTİS TİCARET	İzmir-Karaburun	22.5
Hacıömerli Rüzgar Santrali	DEMİRER HOLDİNG A.Ş.	İzmir-Hacıömerli	45
Kocadağ Rüzgar Santrali	MAGE A.Ş.	İzmir-Çeşme (KOCADAĞ)	26.25
Gökçeada Rüzgar Santrali	SİMELKO	Çanakkale-Gökçeada	5
Yaylaköy Rüzgar Santrali	MAGE A.Ş.	İzmir-Karaburun	15
Lapseki Rüzgar Santrali	ATLANTİS TİCARET	Çanakkale-Lapseki	15
Şenköy Rüzgar Santrali	AKFIRAT A.Ş.	Hatay-Şenköy	12
Belen Rüzgar Santrali	TEKNİK TİCARET	Belen-Hatay	20-30
Kumkale Rüzgar Santrali	DEMİRER HOLDİNG A.Ş.	Çanakkale-Kumkale	12.6
Mazıdağı-2 Rüzgar Santrali	DEMİRER HOLDİNG A.Ş.	İzmir-Çeşme	90
Mazıdağı-3 Rüzgar Santrali	YAPISAN LTD.	İzmir-Çeşme	39.6
Kapıdağ Rüzgar Santrali	AS MAKİNSAN	Erdek-Balıkesir	20-35
Karabiga Rüzgar Santrali	AS MAKİNSAN	Karabiga-Çanakkale	15-50
Yellice Belen Rüzgar Santrali	AS MAKİNSAN	Yellice-Belen Karaburun	70-100
Zeytinbağ Rüzgar Santrali	Deryalar LTD.	Bursa-Zeytinbağ	30-60
ÇERES (Çeşme) Rüzgar Santrali	INTERWIND LTD.	Çeşme	18-25.5
Taştepe Rüzgar Santrali	FORA A.Ş.	Taştepe-Bandırma	37.8
Kocaali Rüzgar Santrali	DERİN LTD.	Tekirdağ-Şarköy	31.2
Topdağ Rüzgar Santrali	DERİN LTD.	Sinop	33
Paşalimanı Rüzgar Santrali	AS MAKİNSAN	Kapıdağ-Marmara	9
Seyitali Rüzgar Santrali	DERİN LTD.	Aliğa	51
Güzelyer Rüzgar Santrali	ENDA Enerji Üretim A.Ş.	Çeşme	50.4
Yenişakran Rüzgar Santrali	YAPISAN İNŞAAT LTD.	Aliğa-Bahçedere	54
Ekimli Rüzgar Santrali	DERYALAR LTD.	Karacabey-Bandırma	39.6

ETKB' nin 9 Eylül 1999 da açtığı YİD Modeli ile Rüzgar Güç Santralleri Yapıtılması konusundaki resmi ihale gündemdeki toplam proje sayısını 55'e çıkartmıştır. Böylece Türkiye'de gerçekleşme aşamasına girmiş rüzgar güç santrallerinin toplam kurulu gücü 1700 MW 'a ulaşmıştır. İhale sistemi eğer Türkiye'de halihazırdaki rüzgar enerji gelişim potansiyelini sınırlamak için getirilmemiş ise Türkiye'deki rüzgar enerjisinin sağlıklı gelişimine katkıda bulunabilecektir.

Rüzgardan üretilen elektriğe, kirletici emisyonlar olmadan üretilecek elektriğin çevresel yararlarını yansıtan, hakça bir bedel ödenmesi ve iyi organize olmuş bir kurumsal alt yapı ve rüzgar enerjisinin planlama yönetmeliklerinin hazırlanması durumunda , Türkiye'de rüzgar enerjisi kurulu gücünün gelişiminde kolayca hedeflere ulaşılacaktır.



Şekil 3.6. Türkiye' de kurulan ilk RES - Çeşme Alaçatı rüzgar santrali (12*600kW) görüntüsü



Şekil 3.7. Türkiye’ de kurulan ilk RES - Çeşme Alaçatı rüzgar santrali (12*600kW) görüntüsü

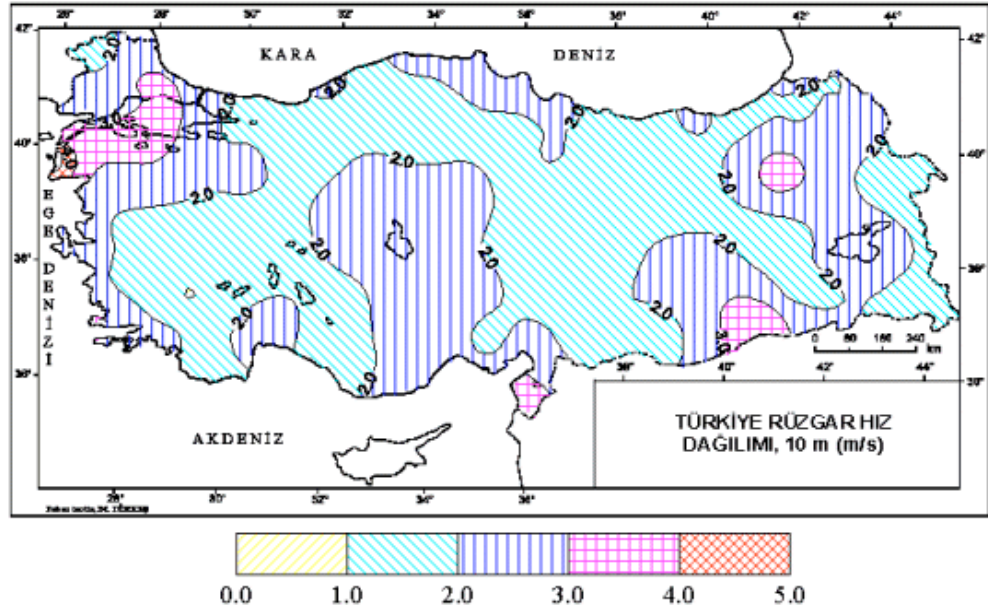
3.6.3. Müracaatlar

2008 yılı içerisinde toplam 78.000 MW kapasiteli 751 adet RES müracaatı yapılmış bulunmaktadır. 2009 yılı içerisinde de bu müracaatların 26.000 MW’ ı lisansa bağlanmıştır (yapımına izin verilmiştir). Bu müracaatların 1234 MW güç kapasitedeki 9 adedi Sakarya’da olmak üzere 20 adedi toplam 1908 MW güç kapasitesi ile Adapazarı – Kocaeli bölgesinde bulunmaktadır.

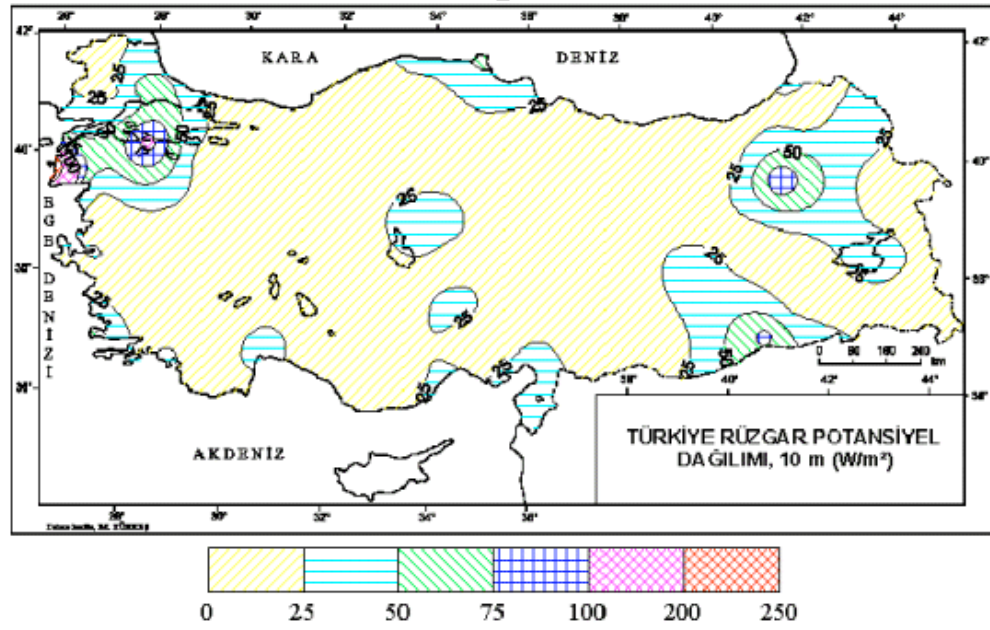
3.6.4. Türkiye rüzgar potansiyeli

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı EİEİ tarafından Türkiyenin rüzgar potansiyeli çalışmaları yapılmış ve yatırımcıların yararlanmasına sunulmuştur.

Aşağıda 10 m. yükseklikte saptanan RÜZGAR hızları ve bu yükseklikteki ENERJİ yoğunluğu verilmektedir



Şekil 3.8. Türkiye rüzgar hız dağılımı haritası



Şekil 3.9. Türkiye rüzgar potansiyeli dağılımı haritası

BÖLÜM 4.RÜZGAR TÜRBİNLERİ

Rüzgar türbinine bağlı elektrik üretici (jeneratör), mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirir. Rüzgar enerjisi dönüştürme sistemleri 50W ile 5-6 MW arasında elektrik enerjisi sağlayabilmektedir. Rüzgardan sağlanacak enerji, havanın özgül kütleinin azlığı nedeniyle, rüzgar hızına bağlıdır. Rüzgar hızı yükseklikle, gücü ise hızının kübü ile orantılı biçimde artmaktadır. Rüzgarın sağlayacağı enerji, gücüne ve esme saati süresine bağlıdır, özgül rüzgar gücü, hava debisine dik birim yüzeye düşen güçtür. Topoğrafik koşullara göre yerden 50 m yükseklikte özgül güç, hız 3.5 m/s den küçük iken 50 W/m² den az olabileceği gibi hız 11.5 m/s den büyük iken 1800 W/m² den çok olabilmektedir. Ortalama rüzgar hızı yıllara göre değişiklik gösterebilir. Rüzgar hızının değişkenliğinden ve elde edilen enerjinin rüzgar hızının kübü ile artmasından dolayı, rüzgar enerjisi potansiyelinden elde edilecek enerji, yıllık ortalama hız değeri esas alınarak hesaplanan enerjiden daha fazla olmaktadır. Bu yüzden belli bir bölgede rüzgar türbinleri ile üretilebilecek elektrik enerjisi üretim miktarının hesabında, yıllık ortalama rüzgar hızından çok, gözlemlenen dağılım veya “Weibull dağılımı” ile hesap edilmiş rüzgar hızı sıklık dağılımı kullanılmaktadır. Aynı nedenle örneğin rüzgar hızları, sıklık dağılımına bağlı olarak, aynı ortalama rüzgar hızına sahip farklı bölgelerde iki kata varabilecek güç yoğunluğu farklılıkları olabilmektedir. .

Güç Katsayısı (Power Coefficient): bir türbinin rüzgar enerjisinin elektrik enerjisine dönüşmesi verimi olarak tanımlanır. Bu rüzgar türbinden elde edilecek bu güç aşağıdaki eşitlik ile belirlenir,

$$P=1/2d v^3 A C_p$$

burada P: güç (w)

d: hava yoğunluğu (kg/m³)

A: süpürme alanı (m^2)

C_p: Güç katsayısı

V: Rüzgar hızı (m)

Modern rüzgar türbinlerinde güç çıktısı gerekli düzeneklerle öngörülen güç (rated power) düzeyinde sınırlandırılmaktadır.

Belirli bir uygulamada kullanılan rüzgar türbinleri o uygulamanın gerektirdiği özelliklere sahip olmalıdır. Şimdiye kadar değişik nitelikte ve tipte türbinler geliştirilmiş ve bunların bir kısmı günümüzde ticari hale gelmiş bulunmaktadır.

Rüzgar türbinleri dönme eksenlerine göre üç sınıfa ayrılmaktadır:

- Yatay eksenli Türbinler
- Düşey eksenli Türbinler
- Eğik eksenli Türbinler

4.1.Yatay Eksenli Türbinler

Bu tür türbinler, dönme eksenleri rüzgar yönüne paralel, kanatları ise rüzgar yönüne dik olarak çalışırlar. Bu tür türbinler bu konuma, rotor kule üzerinde döndürülerek getirilir. Yatay eksenli türbinlerin kule üzerinde yatay eksen yönündeki hareketi, motorları rüzgara yönelik olanlarda kılavuz bir kuyruk ve rüzgarı arkadan alanlarda ise oluşturulan konik açı ile sağlanır. (Günümüzde çeşitli ülkelerdeki elektrik enerjisi üretimi uygulamalarının çoğunluğunu 2 veya 3 kanatlı yatay eksenli rüzgar türbinleri oluşturmaktadır. Büyük güçlü düşey eksenli uygulamalar da mevcuttur.)

4.2.Düşey Eksenli Türbinler

Dönme eksenleri rüzgar yönüne dik ve düşey olan bu türbinlerin kanatları da düşeydir. Bu türbinlerin rüzgarı her yönden kabul edebilme üstünlüğü vardır. Kanatların güç üretebilmeleri için rüzgardan daha hızlı dönmeleri gerektiğinden, ilk harekete geçişleri güvenli değildir. Giromill denen bu tip türbin ise açısı

değiştirilebilen kanatlara sahip olduğundan, kendi başına çalışmaya başlayabilmektedir. Düşey eksenli türbinlerin bir diğer üstünlüğü ise makina aksamı, hız yükselticisi ve jeneratörün zemine konulabilmesidir. Düşey eksenli türbinler genellikle 0.5 MW güce kadar kullanılmaktadır. Bu durum, bu kapasiteye kadar RES lisansı almak zorunluğu olmadığından düşey eksenli türbinlerin kullanılabilirliğini ciddi ölçüde artırmaktadır.

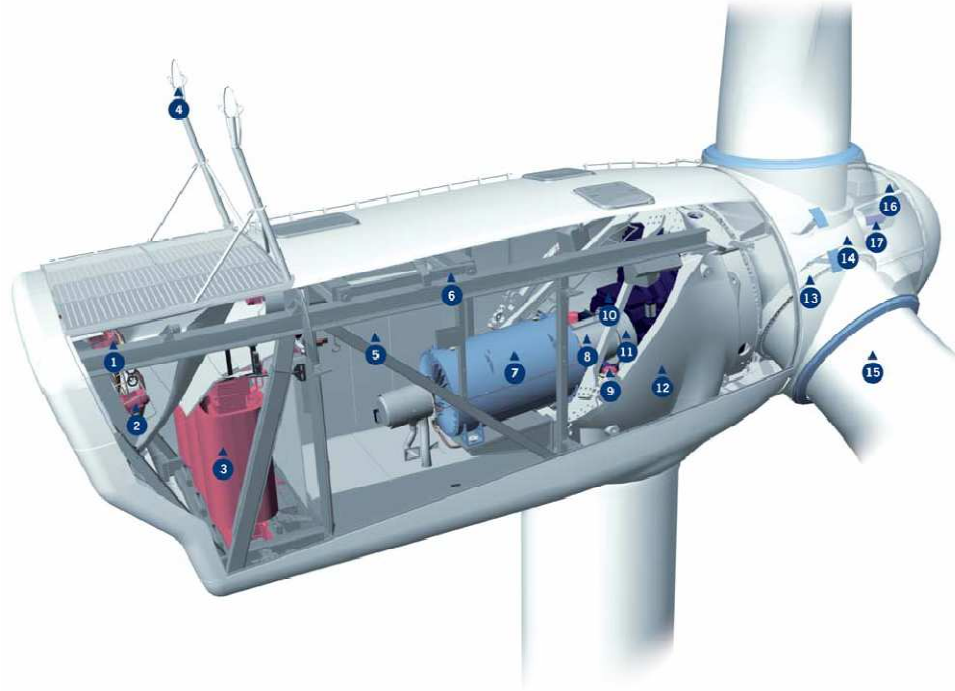


Şekil 4.1. Düşey eksenli türbinler

4.3.Eğik Eksenli Türbinler

Dönme eksenleri düşeyle rüzgar yönünde bir açı yapan rüzgar türbinleridir. Bu tip türbinlerin kanatları ile dönme eksenleri arasında belirli bir açı bulunmaktadır.

4.4. Rüzgar Türbinleri Elemanları



Şekil 4.2. 3 MW 90 m. kanat çaplı Vestas türbini iç elemanları

Rüzgar türbinleri kabaca aşağıdaki parçalardan oluşmaktadır ;

- 1 . Yağ Soğutucu Sistem
- 2 . Jeneratör Soğutucu Sistem
- 3 . Transformatör
- 4 . Ultrasonik rüzgar algılayıcıları
- 5 . Konvertörlü tepe elemanı (VMP)
- 6 . Bakım asansörü
- 7 . Jeneratör
- 8 . Kompozit Disk Kuplaj Elemanı
- 9 . YAW dişli mekanizması (türbinin yatay ekseninde hareketini sağlayan eleman)
- 10 . Dişli Kutusu
- 11 . Fren Elemanı
- 12 . Türbin dış gövdesi
- 13 . Kanat yatakları

- 14 . Kanat - rotor bağlantı elemanı (Hub)
- 15 . Kanat
- 16 . Üst kapak elemanı
- 17 . Kanat - rotor kontrol elemanı

Rotor Kanatları



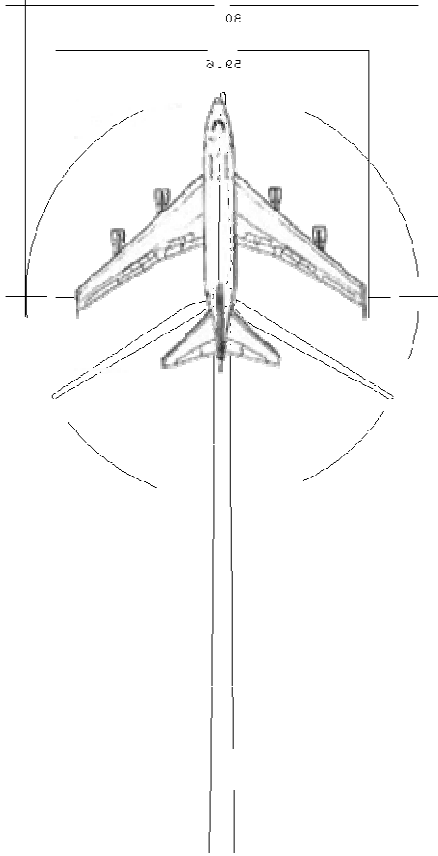
Şekil 4.3. Kuşbakışı rotor kanatları

Modern kanatların çoğu güçlendirilmiş cam elyaf malzemenen (GRP) yapılır. Epoksi ve güçlendirilmiş fiber polyester kanatlar buna örnek verilebilir. Karbon fiber kullanımı da diğer bir seçenektir. Ancak bu malzemeler türbin kanadı için ekonomik bir seçenek değildir. Ağaç , ağaç-epoxy karışımı veya bunlar gibi değişik karışımlar kullanılmamaktadır. Aynı zamanda alüminyum ve çelik kanatlarda sağlamlıklarına karşın ağırlıkları nedeniyle dezavantajlıdır. Bu tip malzemelerde yaşanan diğer bir sorun da metal yorgunluğudur. Bu tip kanatlar sadece küçük rüzgar türbinlerinde kullanılmaktadır.

Rüzgar Türbinlerinin kule yükseklikleri ve pervane çapları yapılan araştırmalar, teknolojik gelişmelere koşut artmaktadır. Üretilen enerji 'Kanat Süpürme Alanı' ile

orantılı biçimde artmaktadır. Süpürme alanı ise kanat çapındaki % 10 luk bir artışa karşılık % 21 oranında artmaktadır.

Kıyaslamak açısından bir BOEING 747 Jumbo Jetin kanat açıklığının 59.6 m RES türbin kanatlarının da 60-80 m. olduğu dikkate alınırsa Rotor Kanat tasarımı ve üretiminin önemi ortaya çıkmaktadır.



**Vestas V-80 2.0-MW
rüzgar türbininin Boeing
747 JUMBO JET üzerine
süperpoze edilmesi**

Şekil 4.4. Boeing 747 ile VESTAS V-80, 2.0 MW kıyaslaması

YAW - Rüzgar Türbinlerinde Yön Saptırma Mekanizması

YAW mekanizması türbinlerde rüzgarın sürekli rotora doğru yönelmesini sağlayan sistemdir.



Şekil 4.5. Eski bir tip YAW mekanizması

YAW Hatası

Rüzgar türbinlerinde eğer rüzgar yönü kanatlara dik rotora paralel olmalıdır. Rotora dik konumda ise bu duruma YAW hatası denir. Bu hata sonucu rotor enerjiden daha az yararlanır.

Bu durum çıkış gücünün kontrolü ve azalması ile belirlenir ve türbin rotoru YAW mekanizması sayesinde bu konumdan rüzgara doğru yöneltilir.

YAW Mekanizması



Şekil 4.6. YAW mekanizması

Genellikle bütün yatay eksenli türbinlerde bu mekanizma kullanılmaktadır. Bu mekanizma ile motor, dişli kutusu ve rotor rüzgara doğru yöneltilir. Şekilde 750 KW lık bir türbinin YAW mekanizması görülmektedir.

Şeklin en dışında YAW taşıyıcısı bulunmaktadır. Daha içte YAW motoru tekerlekleri ve en içte YAW frenleri bulunur. Genellikle tüm üreticiler frenli YAW sistemlerini tercih etmektedirler.

YAW mekanizması kontrolü elektronik bir röle ile yapılmaktadır. Bu sistem YAW konumunu saniyede birkaç kez kontrol eder. Konum verileri rüzgar gülünden elde edilen yön bilgileri ile karşılaştırılıp YAW mekanizmasına gerekli komut verilir.

Kablonun Kıvrılmasını Önleyici Sistem

Jeneratörde üretilen elektrik enerjisi kuleden aşağıya kablolar ile iletilmektedir. Ancak kablolar YAW mekanizmasının hareketi ile bükülmeye uğrarlar.



Şekil 4.7. Kablonun kıvrılmasını önleyici sistem

Bu hem mekanik hem de elektriksel sonuçları ve etkileri itibariyle kabloyu zorlayıcı ve zarar verici bir etkendir. Bu durumu önlemek için türbinler kıvrılma önleyici sistemle teçhiz edilmektedir.

BÖLÜM 5. RÜZGAR SANTRALLERİ İÇİN PROJE YAKLAŞIMI

5.1. Parametreler

Bugünkü tüketim eğilimleri temel alınarak yapılan öngörülere göre fosil yakıtlardan

Kömür	240 yıl
Petrol	40 yıl
Doğalgaz	67 yıl

sonra tükenecektir.

Fosil yakıtlar kullanılarak üretilen enerjiye ve en önemli alternatif olan NÜKLEER ENERJİ'ye çevrecilerin karşı çıkışları, aleyhte oluşturulan kamu oyu, bu kaynakların önünü tıkarken ÇEVRE DOSTU yenilenebilir kaynakların ve özellikle RÜZGAR ENERJİ SANTRAL'larının önünü açmaktadır. Nitekim – 2008 yılı içindeki bir teşvik uygulaması ile Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Santralı yatırımlarının önü açılmış ve pek çok lisans müracatı yapılmış bulunmaktadır.

5.2. Mühendislik Tasarımı İçin Gerekli Yaklaşımlar

5.2.1. Teknik yapılabilirlik ve mühendislik yaklaşımları

Yapılması gereken teknik ve mühendislik işlemleri şöyle sıralanmaktadır:

- Rüzgar türbinlerinin satın alma koşullarının ve mevcut türbinlerin teknik karakteristik fiyat analizlerinin hazırlanması.
- Rüzgar çiftliği bölgesinin incelenmesi; yerin jeolojik yapı analizi ve yol gereksiniminin belirlenmesi
- Rüzgar türbini temel inşaatının tasarlanması

- Bölgenin elektrik şebekesinin incelenmesi
- Ana şebeke bağlantılarının, tasarlanması
- Teknik veri ve türbin karakteristiklerinin gerçekleşme durumlarını belirlemek için rüzgar türbini performans testi ölçümlerinin yapılması.

Rüzgar Potansiyeli Hesaplama Kriterleri:

Türkiye rüzgar enerjisi potansiyelleri, rüzgar enerjisi uygulamalarını etkileyen tüm parametrelerin çıkarılmasıyla elde edilmiş değerlerdir. Potansiyel hesaplamaları, Türkiye çapında 200 m çözünürlükte rüzgar verilerinden ve bu verilerden oluşturulmuş haritalar üzerinden yapılmıştır. Rüzgar potansiyeli hesaplamaları için kullanılan varsayımlar (hesaplamaya dahil edilmeyen alanlar) aşağıdaki gibidir:

- Karayollarına 100 m emniyet şeridi içinde kalan alanlar
- Demiryolu hatlarına 100 m emniyet şeridi içinde kalan alanlar
- Deniz kıyılarında 100 m sahil koruma şeridi içinde kalan alanlar
- Havaalanlarına 3 km emniyet şeridi içinde kalan alanlar
- Şehirsiz alanlar ve 500 m emniyet şeridi içinde kalan alanlar
- Çevre Koruma, Milli Parklar ve Tabiat alanları ve 500 m emniyet şeridi içinde kalan alanlar
- 50 m derinlikten fazla olan deniz alanlar
- Arazi eğimi %20 'den büyük olan alanlar
- Denizden yüksekliği 1500 m'den fazla olan alanlar
- Göller, nehirler, sulak alanlar ve baraj gölleri alanları
- Belirli orman tiplerine sahip alanlar (Korum Ormanları , Ağaçlandırma Alanları, Özel Ormanlar, Fidanlıklar, Sazlık ve Bataklık alanlar, Muhafaza Ormanları, Arboretum)
- Belirsizlik faktörü
- Rüzgar Hızı 6.5 m/s'den küçük olan alanlar

5.2.2. Enerji üretimi incelenmesi

Bir rüzgar çiftliğinin net enerji üretimi, projenin ekonomik açıdan uygulanabilirliğinin belirlenebilmesindeki anahtar faktörlerden birisidir. Bu, bilgisayar ortamında hazırlanan modeller kullanılarak hesaplanır.

Dijital ortamda hazırlanmış yeryüzü verileri, rüzgar türbini verileri, rüzgar hızı ve yönü dağılımları, rüzgar profili ve türbülans düzeylerini, rüzgar türbini diziliş özellikleri ile birlikte, türbinlerin tek tek ve bir arada üretecekleri yıllık enerji miktarları hesaplanır.

Bu hesaplamalarda , çiftlik bölgesindeki rüzgar yön ve akış değişimleri ve santral arka bölgesi etkileri de dikkate alınmalıdır. Elektrik sisteminde meydana gelebilecek diğer kayıplarda bu hesaplamalara dahil edilebilir. Prosedürün etkileşimli olarak kullanılmasıyla türbin dizilişini optimize etmek ve böylece enerji üretimini, dolayısıyla karlılığı en yüksek değerine yükseltmek de mümkündür.

Bu işlemler sonucunda rüzgar çiftliğinin toplam ve ayrı ayrı her türbinin beklenen yıllık enerji üretimi miktarları hesap edilebilir.

5.2.3. Elektriksel alt yapı yaklaşımı

Rüzgar çiftliği planlamalarında ihmal edilmemesi gereken özelliklerden bir diğeri de elektriksel alt yapının durumudur. Bu, rüzgar çiftliğinin yatırım maliyeti, enerji üretimi ve üretilen elektriğin şebekeye intikali, dolayısıyla karlılığı üzerinde önemli etkilere neden olabilmektedir.

Elektrik sistemindeki kayıplar tipik olarak rüzgar çiftliğinin toplam üretiminin %2-3'ü kadardır ve sistemde optimum hat ve transformatör özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. İletim hatlarıyla transformatörlerin belli bir bölge için enerji kayıpları, veri tabanı kullanılarak hesaplanmaktadır. Alınan enerji ve reaktif güç miktarları ayrıca belirlenmelidir.

5.2.4. Ekoloji

Rüzgar Enerjisi Santralleri sıklıkla ekolojik açıdan önemli bölgelere kurulmaktadır. RES'ler ekolojik dengeleri bozmamalı santrallerin montaj ve çalıştırma aşamasında çevre uyumu sağlanmalıdır. Bölgenin su yapısı da bu çerçevede incelenmektedir.

İngiliz çevre kurumu 1994 te yenilenebilir enerji kaynaklarının ekolojik etkilerinin irdelenmesi konusunda

- Montaj aşamasındaki doğal yaşama verilen zarar ,
- Çalıştırma aşamasında bireylere doğrudan etki, ve
- Doğal hayatın, montaj ve arazi kullanımını nedeniyle, uzun vadede, etkilenmesinin irdelenmesini şart koşmaktadır.

Dolayısıyla ekolojik yaklaşım;

- Çevre ve montaj alanı bitki örtüsünün tespiti,
- Çevredeki kuş ve hayvan türleri hakkında masa başı ve saha çalışmalarının yapılması,
- Bölgenin yer altı suları açısından incelenmesi,
- Bölgenin ekolojisinin korunmasının önemi ve değerlendirilmesi,
- Rüzgar enerjisi santrallerinin muhtemel etkileri,
- Bölgenin hangi taraflarının korunacağı ve uyum süreci önlemleri, konularını kapsamalıdır.

Rüzgar santrallerinin doğal yaşama olumsuz etkisi yolların ve binaların yanında çok sınırlı kalmaktadır. Santral ulaşım için yapılacak yol ve binalara gösterilecek özen bu olumsuz etkiyi daha da azaltacaktır.

Rüzgar santrallerinin montaj ve işletme aşamasında alınacak önlemler özellikle kuşların yaşamında oluşabilecek olumsuzlukları azaltabilecektir. Bunlar;

- Çevredeki doğal kuş yaşamının saptanması ve,

- Türbinler arasında yeterli mesafenin oluşturularak özellikle göç sırasında geçişlerinin kolaylaştırılması,
 - Montajın göç mevsimi dışında gerçekleştirilmesi,
- gibi önlemleri içermektedir.

5.3. Finansman

Herhangi bir yatırım projesinde en önemli konu finansman teminidir. Özellikle ülkemizde “sermaye”nin çok kıt bir kaynak olduğu düşünülürse, projenin en zorlu aşaması finansman sağlanmasıdır. Önemli büyük projeleri hatta orta ölçekli projelere Türkiye’den kaynak temini oldukça zordur. Ülkemizdeki bankalar daha çok garantili ve kısa vadeli projelere finansman sağlama eğilimindedirler. Ancak dış kaynaklı kredilere aracılık ettikleri bilinmektedir.

Rüzgar Enerji Santralleri, “Geri Ödeme Süresi” (payback period- PBP) uzun projeler kapsamında olduğundan yurt içi kaynaklardan finansman bulunabilmesi olasılığı çok zayıftır. Bu nedenle yurt dışı kredi kaynakları aranmalıdır. Takip eden sayfalarda yapılan hesaplamalar dış kredi esasına dayanmaktadır.

Rüzgar Enerji Santralleri’nde, ürünün Pazar problemi olmadığı ve projenin kendisinin “garanti” (teminat) oluşturması gerçeği kredi bulunmasında avantaj oluşturmaktadır.

Hali hazırda dünyada, ekonomik krize rağmen, Uzak Doğu ve Orta Doğu kaynaklı, yatırım alanı arayan “Sıcak Para” dolaşmaktadır. Ancak bu para volatilesi yüksek, yani her an geri istenmesi mümkün, kısa vadeli, yüksek karlar isteyen paradır.

Krediler:

- Ticari Krediler
- Üretici Kredileri
- İhracat Kredileri
- Proje Kredileri
- Sendikasyon Kredileri

gibi başlıklar halinde irdelenmekte ve sağlanabilmektedir. Finansman çevreleri söz konusu RES kredilerine ancak proje ve büyük kapasiteler için sendikasyon kredileri kapsamında yaklaşmaktadırlar.

Aşağıda söz konusu bu iki kredi türü hakkında kısa bilgiler yer almaktadır.

Proje kredileri

Böyle bir yatırım için en uygun kredi biçimi proje veya sendikasyon kredisidir. Kredi veren kaynaklar, yatırım sahibinin ticari bir kişiliğinin olmasını tercih etmektedir. Projenin bir üniversite projesi olması bazı çekinceler içerse de “garanti” (teminat) açısından “kredi veren”i rahatlatıcı bir unsurdur.

Bu tür yatırım projelerin finansmanında başlıca

- Proje öncesi riskler; Finansman kuruluşu için yatırımın “yapılabilirliği” (feasability) en önemli ölçüttür. Bu konu bağımsız denetim kuruluşları tarafından irdelenmektedir.

RES için en önemli husus, öngörülen üretim değerlerine ulaşabileceğinin saptanmasıdır.

Proje sonrası riskler; Finansman kuruluşu, projenin uygun gerçekleştirildiğinin ve öngörülen üretim hedeflerine ulaşılacağı kontrolünü yapacaktır. Bu çerçevede ekipman seçimi, bakım, işletme kadroları gibi konuları denetleme önemli konuları oluşturmaktadır.

- Parasal riskler; Yatırımın mali irdelenmesi ve nakit alışı en önemli noktalardır. Bu nedenle Finans Kuruluşu Nakit Alışı'nın öngörülence uygunluğu denetlenir.

Bu çerçevede RES için satış-pazar sorunu olmadığına göre, fiyat istikrarı, üretim istikrarı temel risklerdir.

- Döviz kurlarındaki değişimler, faiz oranları, enflasyon gibi konular da risk kaynağı olarak algılanmaktadır.

Politik riskler

Politik istikrar, finansman kuruluşu tarafından aranan bir husustur.

Finansman kuruluşları yatırımın nakit akışı ile borcunu (ana para ve faiz) ödemesi yanısıra kabul edilebilir bir gelir (kar) sağlaması halinde en az cari faiz oranları civarında – projeyi genellikle yapılabilir bulmakta ve olumlu yaklaşmaktadırlar. Doğal olarak yatırımın teknik olarak gerçekleştirileceği varsayılmaktadır.

RES yatırımları;

- Yatırımın kendisinin “teminat” olması
- Yatırım için yabancı bir ortağın varlığı halinde
- Yatırımın büyük kısmının (%70-%80) minimum riskle kredilendirilmesi halinde finansman kuruluşları tarafından da cazip bulunmaktadır.

RES yatırımlarına;

- IBRD - International Bank for Reconstruction for Development (Dünya Bankası)
- IFC -International Finance Corporation (Uluslararası Finans Kuruluşu)
- EDF - European Development Fund (Avrupa Kalkınma Fonu)
- EIB -European Investment Bank (Avrupa Yatırım Bankası)
- IADB - Inter American Development Bank (Amerika Kalkınma Bankası)
- ADB - Asian Development Bank (Asya Kalkınma Bankası)
- IDB -Islamic Development Bank (İslam Kalkınma Bankası)
- KfW-Kreditanstalt für Wiederaufbau (Alman Kalkınma Bankası)

gibi finansman kuruluşları finansman sağlamaktadırlar.

Sendikasyon kredileri

- Değişken Faizli Sendikasyon Kredisi

Kredi tek seferde çekilir ve projede belirlenen çerçevede ve sürede geri ödenir. Çoğu zaman montaj süresi dikkate alınarak ve bu süre içinde üretim ve gelir (+ fon akışı) olmayacağından belirli bir dönem geri ödeme yapılmaz. Faiz oranı LIBOR, FIBOR'a paralel değişir.

Kredi görüşmesi Proje Lideri Banka ve Proje sahibi firma arasında cereyan eder, diğer finans kurumları daha sonra sürece katılırlar (sendikasyon işlemi).

- Sabit Faizli Sendikasyon Kredisi

Süreç, değişken faizli kredideki gibi gelişir, tek fark kredi fazinin süre içinde sabit kalmasıdır.

- Döner Krediler (Revolving Credits)

Kredi, yatırım programı çerçevesinde belli aralıklarla çekilir.

- Kullanıma Hazır Krediler (Standby Credits)

Yatırımcının krediyi kendi ihtiyacı doğrultusunda, istediği zaman çekebileceği türden kredilerdir.

- Seçenekli Krediler (Optional Credits)

Esnek (kullanımı değişebilen), orta vadeli kredilerdir. Kullanımı yatırımcının ihtiyacına göre değiştiği için maliyetler de değişebilmektedir.

5.4. Rüzgar Türbini Üreticileri

Rüzgar Türbini Üretimi son yıllarda artan talep nedeniyle çok cazip hale gelmiştir. Ekonomik krize rağmen halen RES teslim süreleri 2-3 yıl arasında değişmektedir.

Ülkemizde aşağıda isimleri verilen başlıca üreticilerden Nordex ve Vestas en fazla tercih edilen iki firmadır. Bu firmalar bu konuda en yoğun AR-GE çalışması ,en çok üretim yapan ve PAZAR payı da en fazla olan LİDER konumundaki firmalardır. Nitekim söz konusu Nordex ve Vestas bu çalışmalar sonucu 6 MW gücünde türbinler üretebilme aşamasına gelmişlerdir. Hatta daha önceki satırlarda belirtildiği üzere Çatalca-İstanbul'da Zorlu Holding yatırımı çerçevesinde 6 MW gücünde 12 adet RES, 1 yıla yakın süredir çalışmakta, enerji üretmektedir.

Ülkemizde 500 KW kapasiteye kadar RES üretimi yapmaya çalışan firmalar vardır. Ancak yakın zamana kadar bu firmaların üretimleri prototip aşamasındadır. Türk firmalarının ana üretici firmalara parça üretmek konusunda ciddi çabaları ve girişimleri bulunmaktadır.

Aşağıda belli başlı Uluslararası üreticilerin isimleri ve ürettikleri RES'ler kapasiteleri ile birlikte listelenmiş bulunmaktadır.

Tablo 5.1. Kapasitelere göre (kW) türbin üreticileri

Firma Adı	0- 300	300- 600	600- 1000	1000- 2000	2000- 3000	>3000
ACSA-Kanarya Adaları	✓					
AN BONUS-Almanya		✓				✓
ENERCON-Almanya		✓	✓	✓	✓	✓
EW-ENTEGRITY WIND- Kanada	✓					
ECOTECNIA- İspanya			✓	✓		
FÜHRLANDER-Almanya	✓	✓	✓	✓	✓	
GAMESA			✓			
GE – ABD/Almanya					✓	✓
JEUMONT - Fransa			✓			
MITSUBISHI – Japonya		✓		✓		
M.TORRES				✓		
MULTIBIRD – Almanya					✓	✓
NORDEX – Almanya				✓	✓	✓
NORDIC				✓		
NORTHERN POWER – ABD	✓					
PITCHWIND – İsveç	✓					
REPOWER – Almanya		✓	✓	✓	✓	✓
SUBARU – Japonya	✓					
SEEWIND – Almanya	✓					
SIEMENS – Almanya		✓	✓	✓	✓	✓
SUZLON			✓	✓	✓	
VESTAS-Danimarka		✓	✓	✓	✓	✓
VERGNET – Fransa	✓					
WWD WINWIND - Finlandiya				✓		✓

BÖLÜM 6. SAKARYA ÜNİVERSİTESİ

6.1. Sakarya Üniversitesi Elektrik Enerjisi Kullanımı – Talebi

Üniversitemizin çeşitli ünitelerinde 2009 yılında toplam 5,971,438 KW-h elektrik enerjisi tüketilmiştir. (Ek-B) Bunların bazı birimlerdeki dağılımı şöyledir:

- Kafeterya: 1,267,000 KW-h / yıl
- Rektörlük: 1,330,000 KW-h / yıl
- Mühendislik Fakültesi: 555,000 KW-h / yıl
- Yurtlar: 610,000 KW-h / yıl
- Ariston Evleri: 240,000 KW-h / yıl

6.2. Sakarya Üniversitesi Elektrik Enerjisi Maliyeti

Enerji kullanımının en yoğun olduğu zaman Kasım ayıdır. Ödenen toplam elektrik enerjisi bedeli ise 2009 yılında 1,508,281 T.L.' dir.

6.3. Sakarya Üniversitesi İçin Türbin Seçimi

6.3.1. Kapasite

Piyasada ve kullanıcılar arasında yapılan yoğun görüşmeler sonucunda tek büyük türbin yerine; toplamda aynı gücü sağlayacak çok sayıda küçük veya orta güçte türbin tercihiinde yoğunlaşmıştır.

Halen en yaygın olarak kullanılan, sorunları çözülmüş pazar payı yüksek türbinler 1,5 ve 2 MW güç civarındaki olanlardır. Bu ve aşağıda açıklanan diğer nedenlerle üniversitemiz için 2 MW gücünde türbinlerden 3 adedinin veya 1,5 MW gücündeki

4 adedinin seçimi, toplam 6 MW güc tercihi, montajı ve işleme alınması uygun olacak olacaktır.

Seçenek olarak, toplamı 6 MW olacak, 10 adet 600 KW, 8 adet 750 KW veya 4 adet 1 MW, gücündeki RES'ler de tercih edilebilir. (Ek-D) Türbin toplam maliyetleri değişmemekte, ancak ek trafo ve inşaat maliyetlerinin karşılanması gerekmektedir.



Şekil 6.1. Türbin (2,5 MW kapasiteli) montajı (Kaynak : NORDEX)

6.3.2. Yer

Üniversitemiz yerleşkesinin yaklaşık 2.0 – 2.5 km kuzeyinde yer alan ve halen ölçümler yapılan bölge, konum doğal şartları, bölgenin nispeten ağaçsız bir tepe olması, RES montajı için uygun görünmektedir.

Maliyet değerlendirilmelerinde yol ve evre düzenlemesi konularında bu bölge esas alınmıştır.



şekil 6.2. SAÜ yerleşkesi kuzeyinde RES kurulması tasarlanan 340 m. yükseklikteki tepe (alan)



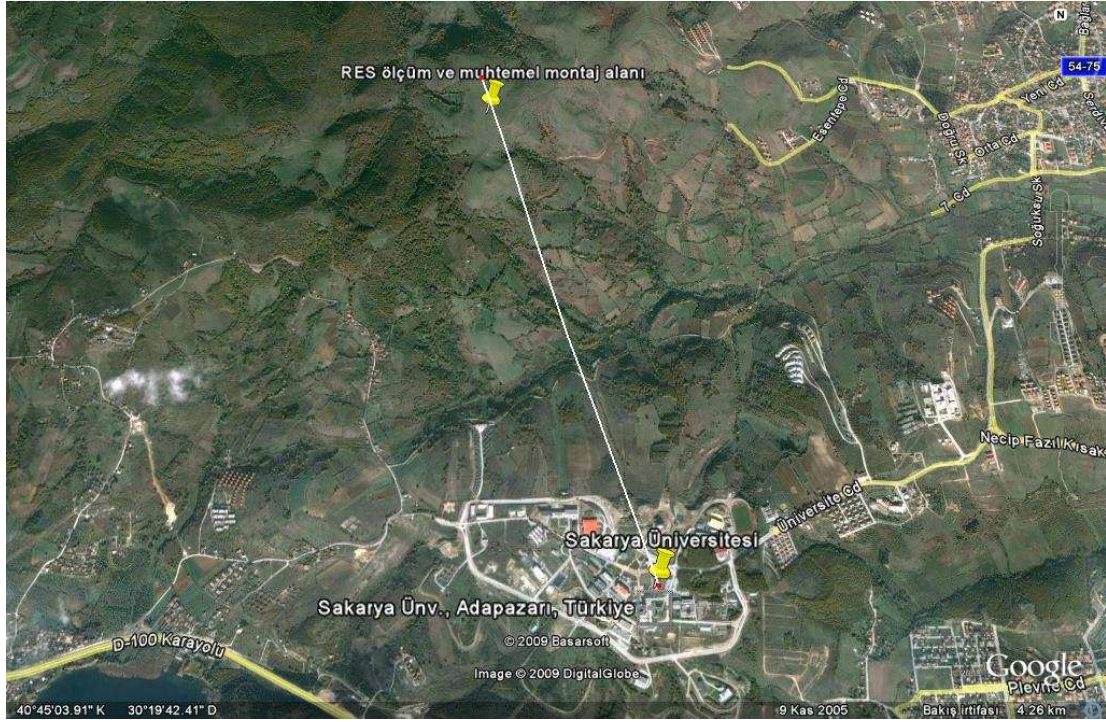
şekil 6.3. SAÜ – RES kurulması tasarlanan alanın yakın plan görüntüsü



Şekil 6.4. SAÜ - RES kurulması tasarlanan alandaki ölçüm direği



Şekil 6.5. SAÜ - RES kurulması tasarlanan alandan Adapazarı Serdivan Bölgesi'nin görünümü



Şekil 6.6. SAÜ - RES kurulması tasarlanan alanın uydudan görünümü (Google Earth)

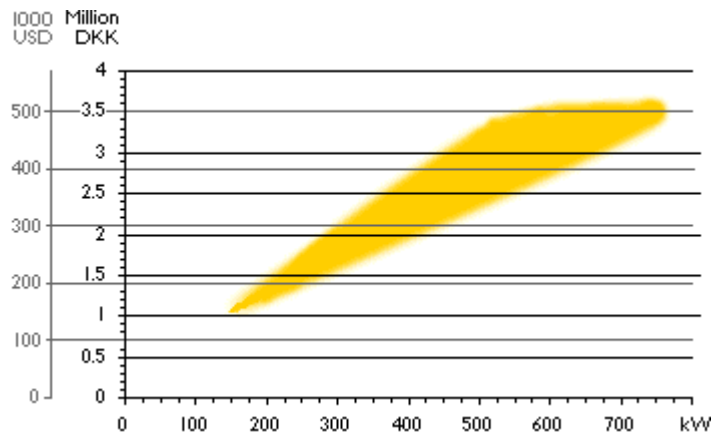
6.3.3. Fiyat

Rüzgar türbini üreticisi firmalarla 2007 yılından bu yana çeşitli temaslar kurulmaya çalışılmış ise de firmalar karşılarında Tüzel kişiler ve gerçek bir talep görmedikçe fiyat vermekten kaçınmaktadırlar. Ancak, gerek Güçbirliği Holding (Çeşme, İzmir) gerekse Kadir Ertürk – Zorlu Enerji Grubu (Çatalca) ile Prokon - Ekon Enerji Grubu'nun (Çanakkale, Bozcaada) yatırım girişimleri için aldıkları fiyat bilgilerinden hareketle ve Danimarka Rüzgar Endüstrisi Derneği'nden (Danish Wind Industry Association) alınan bilgiler çerçevesinde büyük, modern rüzgar çiftlikleri için RES'lerin her bir kW güç için 1.000 USD – 1.000 € avarında fiyat verdiklerini bilinmektedir. (Tablo 7.1'de Danish Wind Industry Association'ın konuya ilişkin grafik değerlendirmesi görülmektedir. Belirtilen fiyat aralığı, grafikte sarı bölgede gösterilmiştir.)

Sakarya Üniversitesi RES'i için tespit edilen yere 3 adet 2 MW veya 4 adet 1,5 MW [veya 6 ad. 1 MW veya 8 ad. 750 kW veya 10 ad. 600 kW] lık toplam (6 MW) güç sağlayacak bir RES grubu, bu projede tasarlandığından toplam türbinler maliyetinin

en çok 6,000,000 € olacağı öngörülmüştür. Projenin gerçekleştirilmesi aşamasında, üretici firmalarla yapılacak görüşmeler ve pazarlıklar sonucu yukarıdaki temel 2 seçenekten ve yıllık enerji üretimi için verilerini kullandığımız 3 firmadan birisi (NORDEX, VESTAS, NEC MICON) tercih edilecektir ve nihai değerlendirme yapılacaktır. Takip eden sayfalardaki değerlendirmeler bu varsayım üzerine kurgulanmıştır. (Ek-D)

Tablo 6.1. Rüzgar türbini maliyet eğrisi (www.windpower.org , 1998)



6.4. Türbin İşletme Maliyeti

6.4.1. Kadro (Personel)

Benzer örnekler, gözönüne alındığında Sakarya Üniversitesi Rüzgar Enerjisi Santrali için aşağıda belirtilen personel gerekli olacaktır.

- 1 Elektrik Mühendisi
- 1 Trafo Teknisyeni
- 1 İdari Personel
- 1 RES Teknisyeni
- 4 Güvenlik Görevlisi

Elektrik Mühendisi, yarı zamanlı olabilir veya üniversite bünyesinde yapı işleri grubundan veya öğretim elemanlarından birisi bu işi üstlenebilir. Ancak maliyet hesabında mühendis tam zamanlı olarak dikkate alınacaktır.

Diğer elemanların tam zamanlı olmaları bölgeye yakın ikametleri (lojman tahsisi) RES'e kolayca ulaşılabilmeleri ve müdahale edebilmeleri düşünülmelidir. Güvenlik görevlileri her vardiyada 1 kişi olmak üzere 3 vardiya çalışacaklardır. 4'üncü güvenlik görevlisi hafta tatillerinde doğacak ihtiyacı karşılayacaktır. Gündüz vardiyasında çalışacak görevliden başka hizmetler de talep edilebilecektir. Bu durumda;

Hizmet ihtiyacı 7 gün x 3 vardiya = 21 vardiya
 Mevcut işgücü 6 vrd/kişi x 4 kişi = 24 vardiya olmaktadır, ve
 iyi bir planlamayla mevcut işgücü hizmet ihtiyacını karşılayabilecektir.

6.4.2. Personel Maliyetleri

Mühendis	3000 TL/ay x 12 ay/yıl	= 36,000 TL/yıl
Trafo Teknisyeni	2500 TL/ay x 12 ay/yıl	= 30,000 TL/yıl
Santral Teknisyeni	2500 TL/ay x 12 ay/yıl	= 30,000 TL/yıl
İdari Personel	2000 TL/ay x 12 ay/yıl	= 24,000 TL/yıl
Güvenlik Görevlileri	4 kişi x 1500 TL/ay x 12 ay/yıl	= 72,000 TL/yıl
Toplam		= 192,000 TL/yıl

- Hesaplamalarda personel maliyeti 200,000 TL/yıl (100,000 €) alınmıştır.

6.4.3. Bakım giderleri

RES'da genellikle ilk yıl 4 ayda bir bakım yapılmakta daha sonraki yıllarda ise 6 ayda bir bakım yapılmaktadır. Bakım sırasında RES, 1 gün çalışmamaktadır.

Bakım çalışmaları, türbin dişlilerinin yağlanması – yağ değişimini, trafo yağı bakımını – ilavesini ve değişimini kapsamaktadır.

Bakım maliyeti. alınan bilgiler çerçevesinde fiilen 2000-3000 TL civarındadır, ve toplam maliyet içinde ihmal edilebilecek değerdedir. Bu nedenle öngörülmeyen giderler arasında değerlendirilmiştir.

6.5. Türbin Yatırım Maliyeti ve Gelirler

Sakarya Üniversitesi yerleşkesine kurulacak, 6 MW toplam güçteki RES için en uygun düzenleme, türbin kurulu gücüne karşı (MW) üretilen toplam enerji (MW-hr) değerlendirmelerine göre, aşağıdaki tabloda ve Ek-D' de belirtildiği gibi 1,5 MW gücündeki 4 adet NORDEX veya NEG MICON veya 2 MW gücündeki 3 adet VESTAS marka türbinlerden oluşmaktadır. Esasen bu güçteki türbinler en fazla talebi ve seri üretimi olanlardır. Üç düzenlemenin de maliyeti 6 milyon € dur.

Tablo 6.2. Öngörülen türbin seçimi

	Marka	Güç	Adet	Enerji Üretimi / Türbin	Σ Enerji Üretimi	* Enerji Üretimi (MW-hr/MW)
Seçenek 1	NORDEX	1.5 MW	4	4,653,478	18,613,912	3,102
Seçenek 2	NEG MICON	1.5 MW	4	4,639,805	18,559,220	3,099
Seçenek 3	VESTAS	2 MW	3	5,992,530	17,977,590	2,996

* Türbin kurulu gücü (MW) başına enerji üretimi (MW – hr)

- RES'in nakliyesi, montajı, çalıştırılması santral fiyatına dahildir.
- Trafo ve iletim hatları yatırımı için, fiilen yatırım yapmış firmalardan RES'in % 5-6 sı civarında bir yatırım gerektiği bilgisi alınmış ve toplam 400,000 € (Avro) öngörülmüştür. Bu değerler pazar bilgileri (Siemens) ile uyum içindedir. Tablo 6.3. te görüldüğü gibi trafo yatırımı 120,000- 140,000 € civarındadır. Enerjinin SEDAŞ sistemine bağlanması için ise 250,000 € yeterli olacaktır. Toplam trafo ve iletim hatları yatırımı 400,000 € varsayılmıştır.

Tablo 6.3. Trafo maliyetleri

	Türbin Adedi	Türbin Fiyatı (€)	Montaj + Nakliye	Trafo (Siemens) (€/Adet)	Σ (€)
Seçenek 1	4	6,000,000	Dahil	35,000	140,000
Seçenek 2	4	6,000,000	Dahil	35,000	140,000
Seçenek 3	3	6,000,000	Dahil	40,000	120,000

- RES'in kurulacağı alan ile üniversite yerleşkesi arasında ulaşımın sağlanabilmesi için mevcut yolun iyileştirilmesi gerekecektir. Yaklaşık 4 km uzunluğundaki yola stabilize dökülmesi ve geçiş yolu üzerinde 4-5 mahalde su kanalları yapılması için de 50,000 TL/km ve galeriler için 50,000 TL. olmak üzere toplam 250,000 TL. yatırım yapılması gerekli ve yeterli olacaktır.
- RES alanının düzenlenmesi – idari bina (güvenlik görevlileri, trafo teknisyeni, bakım elemanları için) ve trafo binası için 200,000 TL. yatırım gerekecektir. Ayrıca RES montajı yapılabilmesi için tesbit bölgesine donatılı beton blokaj ve temel inşası ve bunun için de 300-350 doz C30 kalite, 100 kg/m³ donatılı ve herbir türbin için 100-150 m³ beton dökümü ve ankraj sisteminin gerektiği belirtilmiştir. Bu yatırım 200,000 TL. ve toplam inşaat işleri 400,000 TL dir.
- Personelin RES alanına ulaşımının sağlanması, olağan ve acil müdahaleler için;
 - 1 Arazi aracı ve
 - 2 Motosiklet (skuter tipi) alınması gerekli olacaktır
 ve ulaşım araçları temini için 100,000 T.L. yatırım öngörülmektedir.

Tablo 6.4. Yapılabilir türbinlerin maliyet karşılaştırmaları

	NORDEX	VESTAS	NEG MICON
Türbin Güç / Enerji	Birim Güç : 1.5 MW Toplam Güç : 4 * 1.5 MW = 6.0 MW Üretilen Enerji : 18,613,912 kW-hr/yıl	Birim Güç : 2.0 MW Toplam Güç : 3 * 2.0 MW = 6.0 MW Üretilen Enerji : 17,977,590 kW-hr/yıl	Birim Güç : 1.5 MW Toplam Güç : 4 * 1.5 MW = 6.0 MW Üretilen Enerji : 18,559,220 kW-hr/yıl
Türbin Maliyeti (€)	6.000.000	6.000.000	6.000.000
Trafo Maliyeti (Siemens) (€)	140.000	120.000	140.000
İletim Hatları (€)	250.000	250.000	250.000
İnşaat İşleri (€) *	25.000	23.000	25.000
Temel Donatısı (€) **	20.000	18.000	20.000
Yol Yapım - Çevre (€)	120.000	120.000	120.000
İşçilikler (€)	100.000	80.000	100.000
Ulaşım Aracı (€)	50.000	50.000	50.000
İdari Bina (€)	50.000	50.000	50.000
Öngörülme % 5 (€)	330.000	330.000	330.000
Toplam	7.085.000	7.041.000	7.085.000

*RES temelleri 1,5 MW kapasite için 125 m³, 2 MW için 150 m³ kabul edilmiştir.C30 kalite beton fiyatı 100 TL/m³ tür. (125m³*100 TL/m³*4 ad.= 50,000 TL)

**Beton temel blokajına 70-100 kg/m³ demir donatı gerektiği belirtilmiştir.

Aşağıda (Bölüm 7) yapılan değerlendirmelerde yatırımın toplam değeri 7,100,000 € kabul edilmiş ve yapılabilirlik hesapları bu çerçevede yapılmıştır.

Gelirler

Toplam üretilecek enerjinin 18 milyon KW-hr olabileceği yukarıdaki satırlarda belirtilmişti. Kötümser bir yaklaşımla enerji üretimi % 10-15 emniyet payı ile 16 milyon KW-hr varsayılır ve bu enerjinin 6 milyon KW-hr lik kısmının yine yukarıda ifade edildiği gibi SAÜ' nün kendi ihtiyacı için kullanılacağı düşünülürse kalan 10 milyon KW-hr lik kısmı SEDAS'a satılacaktır.

SAÜ'nün yıllık enerji ödemesi 1,5 milyon TL dir. (700,000-720,000 €) Enerji otoritesi EPDK üretilen enerjiyi asgari 5.5 €-cent fiyatla almayı taahhüt etmektedir. Bu da yıllık 550,000 € geliri ifade etmektedir.

Böyle bir yatırımın yıllık geri dönüşü belirtilen şartlarda 1,250,000-1,270,000 € olacaktır. Aşağıda yapılan hesaplamalarda yatırımın cazibesini ortaya koymak adına yıllık gelir % 5 daha emniyet payı ile **1,200,000 €** kabul edilmiştir.

Başka bir seçenek te üretilen enerjinin tamamının EPDK ile yapılacak pazarlık sonucu SEDAS'a satılmasıdır. Bu pazarlık sonucu (halen birçok üreticinin elde ettiği gibi) **7.5 €** cent fiyatta uzlaşırsa yine rahatlıkla yıllık 16 milyon KW-hr enerji için **1,200,000 €** gelir elde edilebilecektir. (aşağıda seçenek olarak enerji fiyatı 7 € cent varsayılmış ayrıca hesap yapılmıştır.)

BÖLÜM 7. YAPILABİLİRLİK HESABI

7.1. Hesaplama Yöntemleri

7.1.1. Geri ödeme süresi yöntemi – PBP (Pay back period method)

Bu yöntemle “ 0 ” sıfır faiz oranı ile yatırımın getirisinin maliyeti kaç yılda karşıladığı hesap edilmektedir.

Bu yöntem yatırıma ilişkin kabaca bir fikir vermektedir. Farklı seçeneklerden uygun olanının çabuk bulunabilmesi nedeniyle tercih edilebilir. Kesin sonuç vermeyen ancak başlangıç için ivedi bir fikir ve seçenekler arası tercih olanağı verebilen bir yöntemdir.

Örnek: 10,000 YTL değerinde bir yatırım, 1 yıl 3,000 YTL, 2. yıl 3,000 YTL, 3. yıl 4,000 YTL getiri sağlıyorsa; yatırım kendini 3 yıl içerisinde geri ödemektedir. PBP 3 yıldır. Bu seçenek aynı yatırım tutarı fakat daha uzun bir Geri Ödeme Süresine sahip yatırıma yeğ tutulur.

7.1.2. Bugünkü değer yöntemi – P_v (Present value method)

Yatırıma ilişkin tüm “ Nakit Akış ” değerlerinin yani gelir ve giderlerinin başlangıç zamanı (t = 0) itibarıyla belirli bir faiz (i) oranı ile iskonto edilerek bugünkü değerlerinin (başlangıç değerlerinin) bulunması yöntemidir. Bugünkü değer yöntemi aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır:

$$Pv = \sum_{t=0}^h At (1 + i)^{-t}$$

Burada;

P_v : Yatırımın bugünkü değeri

h: Yatırımın işletilmesi için öngörülen süre

A_t: Yatırımın tüm nakit akış değerleri

i: Öngörülen faiz oranı

t: zaman

Farklı seçenekler gözönüne alınırsa yukarıdaki ifade ;

$$P_{vj}(i) = \sum_{t=0}^h A_t (1+i)^{-t}$$

şeklinde belirlenecektir.

Farklı yatırım seçenekleri (J) arasından daha büyük pozitif (P_v)değeri olan tercih edilmektedir.

7.1.3. Gelecek değer yöntemi – F_v (Future value method)

Yatırımın öngörülen süre sonundaki değerini belirleme yöntemidir. Farklı seçeneklerden pozitif ve daha büyük olan tercih edilir. Bugünkü değer yönteminden farklı olarak tüm nakit akış değerleri belirlenen dönem sonundaki karşılığı bulunur. Bu değerlerin toplamı yatırımın “Gelecek Değeri ” dir. Yatırımcı için seçenekler arasında dönem sonu ulaşılacak varlıklara göre karar verilecekse bu yöntem tercih edilmektedir.

Gelecek Değeri;

$$Fv = \sum_{t=0}^n A_t (1+i)^{n-t}$$

bağlantısı ile hesaplanır.

Yatırımın bugünkü değeri (ve/veya periyodik değeri) bulunmuş olduğuna göre, uniform serilerle hesaplanarak düzenlenmiş tablolar (Ek.3) yardımıyla ‘gelecek değer’ aşağıdaki ifadedeki gibi bulunabilir:

$$F_v(i) = P_v(i) (F/P i, n) \text{ veya } *$$

$$F_v(i) = A_v(i) (F/A i, n)$$

Burada;

F_v: Yatırımın gelecek değeri

A_t: Yatırımın tüm nakit akış değerleri

i: Faiz oranı

n: Öngörülen zaman

(F/P i, n): Birleşik faiz faktörü (Ek 3)

(F/A i, n): Periyodik birleşik faiz faktörü (Ek 3)

7.1.4. Periyodik değer yöntemi – A_v (Annual value method)

Bu yöntemde yatırımın tüm nakit akış değerleri, eşdeğer uniform (düzgün) bir nakit akışı serisine dönüştürülür. Nakit akışı pozitif ve daha büyük olan seçenek tercih edilir. Periyodik Değer (A_v), Bugünkü Değer (P_v) hesaplandıktan sonra aşağıdaki formüle göre hesaplanabilir.

$$A_v(i) = \left\{ \sum_{t=0}^n A_t (P/F i, t) \right\} * (A/P i, n)$$

(P/F i, t) = (1 + i)^{-t} olduğundan;

A_v(i) = P_v(i) (A/P i, n) şeklinde yazılabilir.

Burada;

A_v : Yatırımın eşdeğer (dönemsel) periyodik nakit akış değerleri

A_t : Yatırımın tüm nakit akış değerleri

P_v : Yatırımın bugünkü değeri

i : Öngörülen faiz oranı

n : Öngörülen zamanı ifade eder.

(**A/P i,n**) : Yatırımın geri dönüş faktörü; farklı (i) faiz oranları ve zaman (n) değerleri için seriler yardımıyla hesaplanmış bir sabit değerdir ve tablo halinde yayınlanmıştır. (Ek - 3)

Bugünkü değer yöntemiyle bulunan değer Uniform seri sonucu, bulunan (A/P i,n) değerlerinin çarpımı sonucu periyodik eşdeğer nakit akış değeri bulunur.

Bu yöntem özellikle, yatırım için kredi kullanılması ve bu kredilerin dönemsel taksitler halinde geri ödenmesi durumunda yatırımcıya ödenebilecek taksit büyüklüğü hakkında fikir vermektedir.

7.1.5. Tasarruf yatırım oranı – SIR (Saving investment ratio method)

Bu yöntem tüm (-) negatif nakit akış değerleri (harcamalar, giderler) ve (+) pozitif nakit akış değerleri (gelirler) arasındaki bağlantıyı tespit eden ve buna göre değerlendirme yapılan yöntemdir.

$$SIR(i) = \frac{\sum_{t=0}^n R_t (1+i)^{-t}}{\sum_{t=0}^n C_t (1+i)^{-t}}$$

Burada;

SIR : Tasarruf / Yatırım Oranı

A_t : t zamanındaki nakit akış değeri

R_t : { **A_t** eğer **A_t ≥ 0** ise; diğer hallerde **0**

C_t : { **- A_t** eğer **A_t ≤ 0** ise; diğer hallerde **0**

SIR yöntemi tüm (+) nakit akış değerlerinin (R_t) bugünkü değerinin tüm (-) nakit akışı mutlak değerlerinin (C_t) bugünkü değerine oranıdır. SIR değeri (1) den büyük olmalı yani (+) nakit akış değerleri toplamı (gelirler) (-) nakit akışı değerleri toplamından büyük olmalıdır. Yatırım seçeneklerinden daha büyük SIR oranı olan tercih edilir.

7.1.6. Kapitalize değer yöntemi – C_v (Capitalized value method)

Nakit akışı değerleri, çok uzun bir süreyi kapsıyor ve tekrar ediyorsa, projenin yapılabilirliği bu yöntemle değerlendirilmektedir.

$$A = P_v * i$$

Burada;

P_v : Yatırımın bugünkü değeri

A : Dönemsel faiz getirisi

i : Cari faiz oran

veya

$$P_v = A/i$$

Görüldüğü üzere dönemsel getirisi A olan bir yatırımın değeri cari faiz oranına bölünerek bulunmaktadır.

Bu yöntemle, söz gelişi Boğaziçi Köprüsü'nün otoyolların veya telefon sistemi gibi iletişim sistemlerinin dönemsel getirisi bilindiğinde sistemin tümünün değeri tesbit edilebilmektedir. Örneğin özelleştirme işlemlerinde bugünkü değerinin (P_v), dolayısı ile 'özelleştirme başlangıç değerinin' bu yöntemle belirlendiği bilinmektedir.

7.1.7. İç karlılık yöntemi – IRR (Internal rate of return method)

Bu yöntemde yatırımın öngörülen süre sonunda, gelecek değerini $F_v = 0$ ' yapacak faiz oranı tespit edilmektedir. Bu faiz oranı cari faiz oranlarından yüksek ise yatırım (proje) yapılabilir kabul edilir. Bu faiz oranı ' İç Karlılık ' olarak kabul edilen faiz oranıdır.

Bir başka yaklaşımla, yatırımcının razı olacağı faiz, IRR (bir diğer deyişle iç karlılık oranı veya ROI- Return on Investment) ile, yatırımın geri ödeneceği süre; öngörülen süreden kısa ise yatırım (proje) yapılabilir kabul edilmektedir..

$$0 = \sum_{t=0}^n At(1 + i)^{n-t}$$

İç Karlılık Yönteminde hazırlanan tablolarda yatırımın getirisi, öngörülen iç karlılık oranı ile elde edilebilecek getiriden mahsup edilmekte, mahsup dışı yatırım tutarı – sonraki yıla aktarılmakta ve işlem mahsup dışı tutar ‘ 0 ’ veya (+) olana kadar sürüdürülmektedir.

Mahsup dışı tutarın (0) veya (+) olduğu yıl öngörülen süreden kısa olmalıdır.

Bu yöntemle, alternatif yatırım olanaklarından yatırımı, öngörülen faiz oranı ile, daha kısa sürede ödeyen yatırım tercih edilmektedir.

7.2. Hesaplamalar

Yukarıda (7.1) açıklanan ‘ Yapılabilirlik Hesaplama’ yöntemleri içinde;

- Geri Ödeme Süresi Yöntemi (Pay Back Period Method–PBP)
- Bugünkü Değer Yöntemi (Present Value Method – P_v)
- İç Karlılık Yöntemi (Internal Rate of Return Method – IRR)

herhangi bir proje için değerlendirme yapılması gerekli ve yeterli yöntemlerdir. Gelecek Değer (F_v) Periyodik Değer (A_v) Tasarruf Yatırım Oranı Yöntemleri bir anlamda (P_v) Bugünkü Değer Yöntemi’ nin farklı ifade şekilleridir.

Bu nedenle aşağıda yalnızca bu 3 yöntemle hesaplama yapılmıştır.

7.2.1. Kredi maliyeti

Günümüzde, ekonomik kriz nedeniyle, PARA, güvenilir yatırımlar ve talipler aramaktadır. Yatırımların, krize çare olacağı düşünüldüğünden kredi faizleri de geçen yıllara kıyasla daha düşük oranlarda seyretmektedir.

ABD kaynaklı kredilerin faizleri şu an için daha düşüktür. ABD finans piyasalarında faiz hadleri USD için % 2.5 - % 3.0 civarındadır. Avrupa piyasalarında ise faiz oranlarında EURO için kısa vadelerde (1 - 3 ay) yıllık bazda 1.47 iken süre 12 aya çıktığında % 2.7' ye yükselmektedir. Yani finans piyasaları 'gelecek' e ilişkin tedirgin para talebinin artacağı, faizlerin yükseleceği beklentisindedir.

RES yatırımı için geri ödeme süresi 8 - 10 yıl olacağı gerçeği ile faiz oranları, 'Gelecek' beklentilerini, çeşitli riskleri karşılamak durumundadır. Kredi kurumları, yatırım yapılacağı ülkeyi, talip olan kurumun niteliğini özel sektör, devlet vb. dikkate almaktadır. Türkiye, bu açıdan riskin yüksek sayıldığı ülkelerdendir.

Günümüzde LIBOR ve FİBOR (London & Frankfurt International Borrowing Operational Rates – Londra ve Frankfurt Uluslararası Ödünç Para Faiz Oranları) 5 yıl civarındaki kredilerde aracı bankanın ratingine göre % 4.5 - % 5 arasında değişmektedir. Daha uzun vadelerde faiz oranı % 5.5 - % 6.0 civarındadır.

RES yatırımı için kredinin Üniversite veya desteği olan bir kuruluş tarafından isteneceği varsayımı ile kredinin % 4.5 faiz oranı ile bulunabileceği varsayılmıştır.

Bu tür kredilerde Spread denen ve ülke ve aracı bankaya ve projeğe göre talep edilen bir başka ödeme daha vardır. Türkiye riskli ülke kabul edildiğinden, değerlendirme notu (rating) düşük olduğundan spread oranı % 3.5 civarındadır.

Bunlara ek, 'Sigorta Bedeli' olarak (Insurance Cost) % 1 oranında ilave bir değer daha talep edilmektedir.

Dolayısıyla;

- KREDİ FAİZİ (LIBOR-EUROBOR-FİBOR) % 4.5

- SİGORTA BEDELİ % 1.0
- SPREAD % 3.5 olmak üzere

TOPLAM FAİZ ORANI % 9.0 olmaktadır.

Özetle RES yatırımı için bulunabilecek KREDİ' nin yıllık maliyeti % 9.0 civarında olacaktır. Mevcut şartlarda, bu oranın maksimum olduğu fiili kredi maliyetinin daha düşük olabileceği düşünülmelidir. Bu nedenle % 8 toplam faiz oranı ile de hesaplar tekrarlanmıştır.

7.2.2. Geri ödeme süresi yöntemi – PBP (Pay back period method)

Yatırım Tutarı : 7,100,000 €

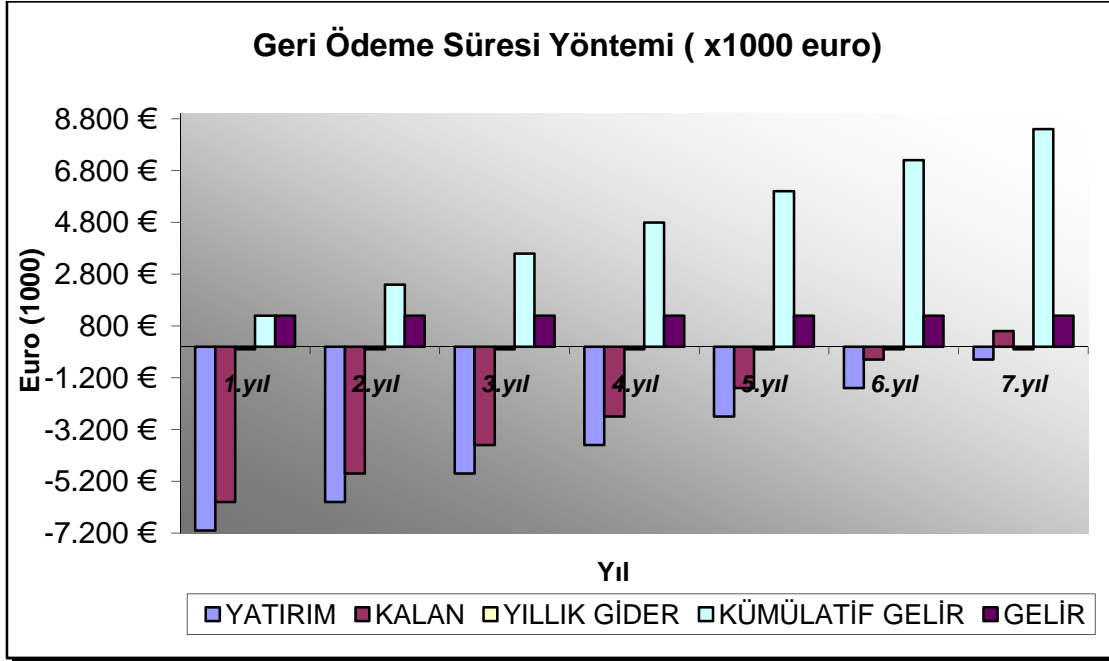
Yıllık Getiri : 1,200,000 € varsayımı ile,

Tablo 7.1. Geri Ödeme Süresi Yöntemi

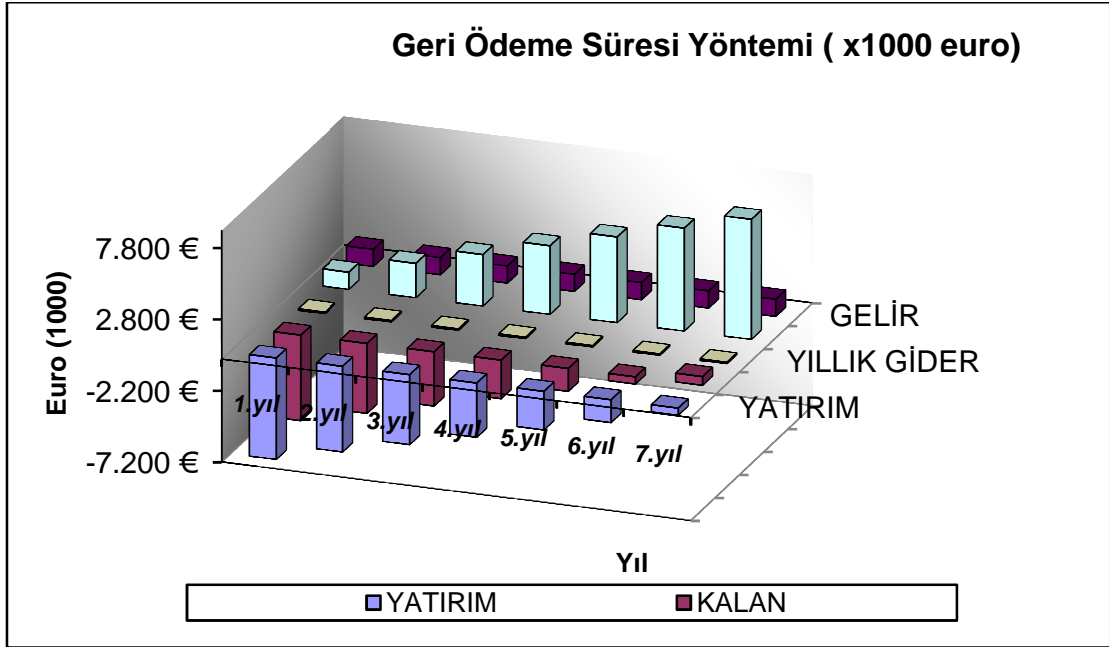
	YATIRIM (A)	YILLIK GİDER (B)	GELİR (C)	KÜMÜLATİF GELİR(D)	KALAN (A+B-D)
1.yıl	7.100.000 €	-100.000 €	+1.200.000 €	1.200.000 €	-600.000 €
2.yıl	6.000.000 €	-100.000 €	+1.200.000 €	2.400.000 €	-900.000 €
3.yıl	4.900.000 €	-100.000 €	+1.200.000 €	3.600.000 €	-800.000 €
4.yıl	3.800.000 €	-100.000 €	+1.200.000 €	4.800.000 €	-200.000 €
5.yıl	2.700.000 €	-100.000 €	+1.200.000 €	6.000.000 €	-600.000 €
6.yıl	1.600.000 €	-100.000 €	+1.200.000 €	7.200.000 €	-50000 €
7.yıl	500.000 €	-100.000 €	+1.200.000 €	8.400.000 €	+60000 €

Görüldüğü üzere Geri Ödeme Süresi Yöntemi ile yatırım faiz giderleri hariç tutulmak üzere, kendisini 7 yıldan az 6 yıldan fazla bir sürede (6.5 yıl) geri ödemektedir. (aynı yatırım tutarı ile farklı bir seçenek kendisini daha kısa sürede ödüyorsa bu ikinci seçenek tercih edilebilir.)

Aşağıda bu yöntemin grafik ifadesi yer almaktadır.



Şekil 7.1. Geri Ödeme Süresi Grafik Gösterimi



Şekil 7.2. Geri Ödeme Süresi – 3D Grafik Gösterimi

7.2.3. Bugünkü değer yöntemi – P_v (Present value method)

Bu yöntemle, yatırımın getirileri - fon akışı değerleri- belirtilen faiz oranı ile iskonto edilerek, başlangıç zamanındaki yatırım değeri ile karşılaştırılmaktadır.

Faiz Oranı:	$i = \% 9$ (Bkz.7.2.1)
Yatırım Tutarı:	$P_0 = 7,100,000 \text{ €}$
Getirilerin bugünkü Değeri :	P_v
Enerji Satış Bedeli:	7 € / KW-h
Üretilen Enerji:	$3 * 6,000,000 \text{ KW-h/yıl} * \% 90$ (Bkz. Ek-D) $16,200,000 \text{ KW-h/yıl}$
Kredi Süresi:	2 yıl ödemesiz toplam 12 yıl (2+10)

Ödemesiz 2 yılın ilk yılında kredi kullanılmayacağı, kredinin 2. yılın başından itibaren kullanılacağı varsayılmıştır.

Kredinin 7,100,000 € başlangıç değeri dolayısıyla; 1.inci yıl sonunda kredi

$$P_1 = P_0 * (1 + i)$$

$$P_1 = 7,100,000 \text{ €} * 1.09$$

$$P_1 = 7,739,000 \text{ €} \quad \text{değerine ulaşmaktadır.}$$

Yatırımın Yıllık Getirisi : A

$$A = 7 \text{ € / KW-h} * 16,200,000 \text{ KW-h/yıl}$$

$$A = 1,134,000 \text{ € / yıl}$$

$$P_v = A * (P/A \text{ } i, n) \quad P/A \text{ } i, n = \text{Bugünkü Değer Faktörü} = 6.4177$$

$$P_v = 1,134,000 * 6.4177$$

$$P_v = 7,277,672 \text{ €} \quad (\text{Bkz. Ek-C})$$

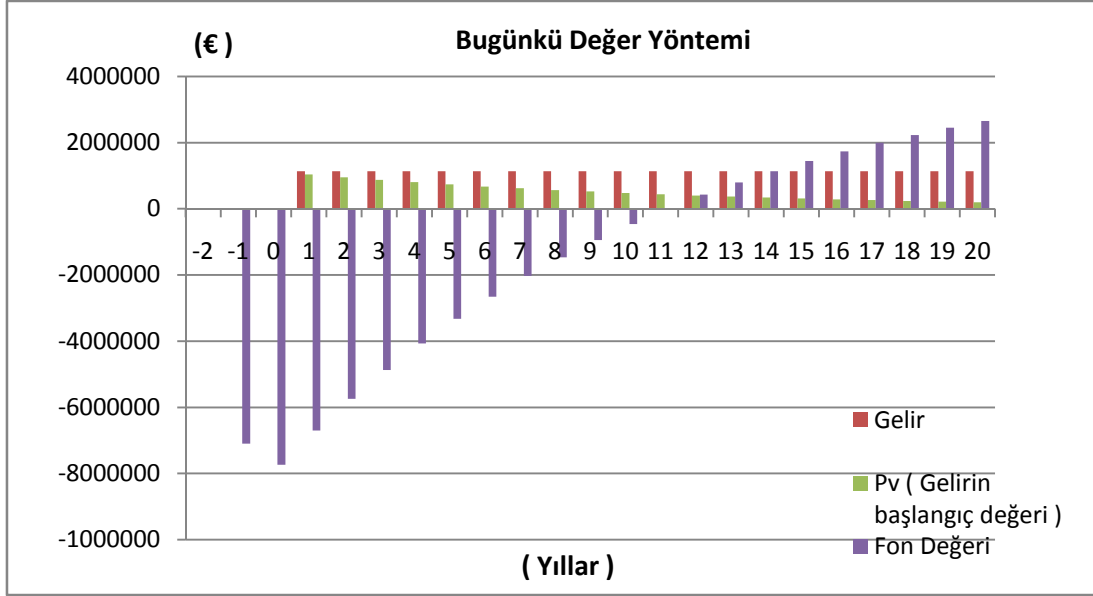
$$P_v < P_1$$

Yatırım % 9 faiz oranı ile 10 yıl sonunda $7,739,000 - 7,277,672 = 461,328$ € açık vermektedir. Bu açık özkaynaklardan temin edilebilir ise yatırım yapılabilir veya daha uzun süreli veya daha düşük faizli bir kredi bulunmalıdır.

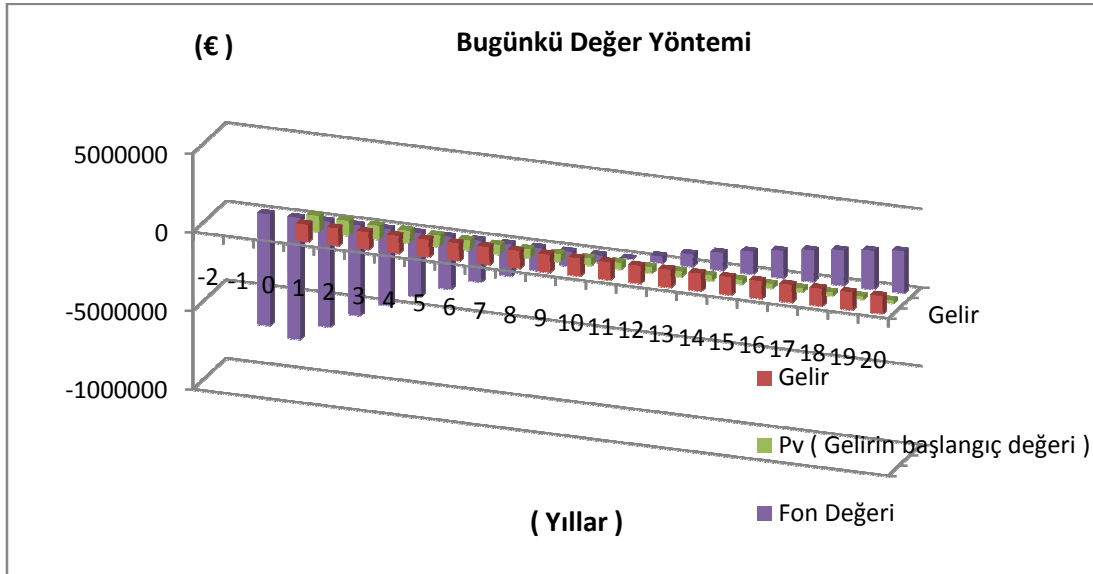
Aşağıdaki tablo % 9 faiz ile yatırımın genel kabul gören 20 yıllık ekonomik ömrü sürecinde fon akışını ve 2.5 Milyon € fon fazlası verdiğini göstermektedir. (Ek-C)

Tablo 7.2. Bugünkü Değer Yöntemi $i = \%9$

Yıllar	Yatırım Tutarı	Gelir	P_v (Gelirin başlangıç değeri)	Kalan Borç	Bugünkü Değer Çarpanı
-2					
-1	-7.100.000			-7.100.000	
0	-7.739.000			-7.739.000	
1	-7.739.000	1.134.000	1.040.332	-6.698.668	0.9174
2		1.134.000	954.400	-5.744.268	0.8417
3		1.134.000	875.565	-4.868.703	0.7722
4		1.134.000	803.245	-4.065.458	0.7084
5		1.134.000	736.897	-3.328.561	0.6499
6		1.134.000	676.030	-2.652.531	0.5963
7		1.134.000	620.190	-2.032.341	0.5470
8		1.134.000	568.962	-1.463.379	0.5019
9		1.134.000	521.965	-941.414	0.4604
10		1.134.000	478.851	-462.263	0.4224
11		1.134.000	439.298	23.265	0.3875
12		1.134.000	403.012	426.277	0.3555
13		1.134.000	369.723	796.000	0.3262
14		1.134.000	339.184	1.135.184	0.2992
15		1.134.000	311.167	1.446.351	0.2745
16		1.134.000	285.465	1.731.816	0.2519
17		1.134.000	261.886	1.993.702	0.2311
18		1.134.000	240.254	2.233.956	0.2120
19		1.134.000	220.409	2.454.365	0.1945
20		1.134.000	202.203	2.656.568	0.1784



Şekil 7.3. Bugünkü Değer Yöntemi $i=9\%$ Grafik Gösterimi



Şekil 7.4. Bugünkü Değer Yöntemi $i=9\%$ – 3D Grafik Gösterimi

Sürenin 10 yıl olması şartında 6.650.000 € kredi ve 450.000 € özkaynak sağlanır ise;

$$P_1 = P_0 * (1 + i)$$

$$P_1 = 6,650,000 \text{ €} * 1.09$$

$P_1 \approx 7,250,000 \text{ €}$ olmaktadır, ve

$$P_v = A * (P/A \ i, n)$$

$$P_v = 1,134,000 * 6.4177$$

$P_v = 7,277,672$ € olduğundan;

Yatırım + 27,672 € fon fazlası vererek yapılabilir duruma gelmektedir

*** Kredi faizinin % 8 olması halinde Enerji fiyatı da 7 € cent / KW-h kabulü ile;

$$P_1 = P_0 * (1 + i)$$

$$P_1 = 7,100,000 € * 1.08$$

$P_1 \approx 7,668,000$ € olmaktadır.

$$P_v = A * (P/A \ i, n)$$

$$P_v = 1,134,000 * 6.7101$$

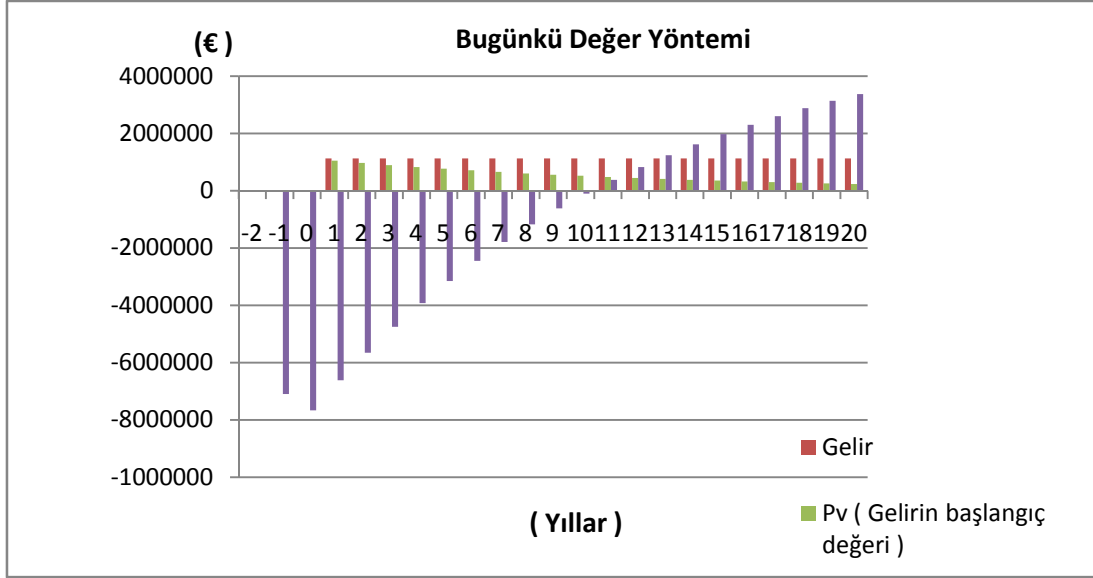
$P_v = 7,609,250$ € olduğundan;

Yatırım (-) 58,750 € fon açığı vermekte ve bu miktarın özkaynaklardan temini gerekmektedir. Aşağıdaki tabloda %8 faiz oranı ile 20 yıllık ekonomik ömür sürecindeki fon akışı ve son durum gösterilmektedir. Bu durumda yatırım 3.4 milyon € fon fazlası vermektedir.(Ek-C)

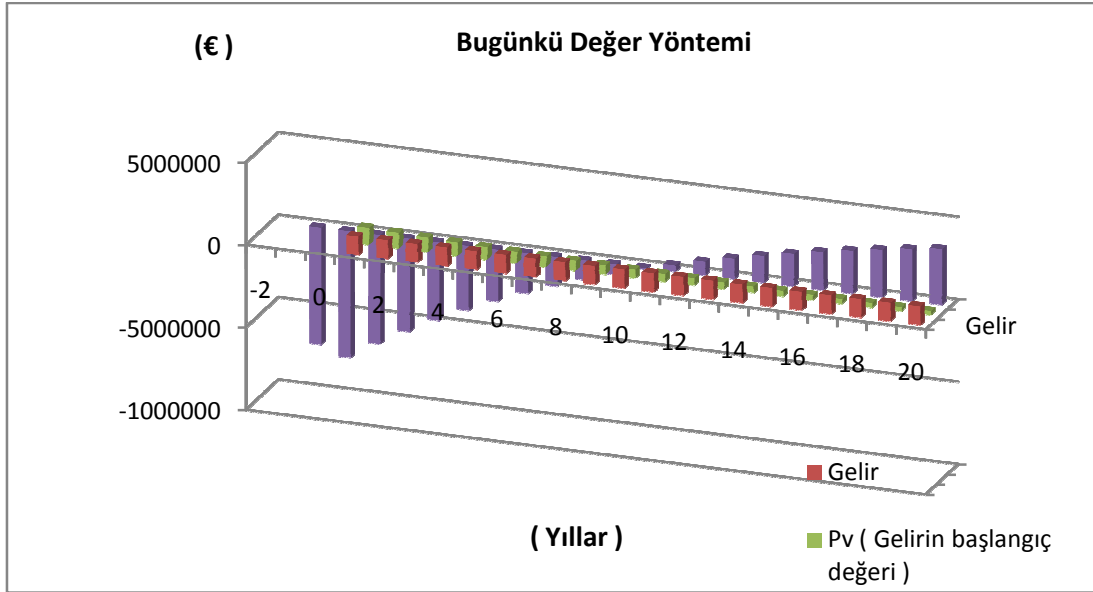
(Tablo'daki değerler ile hesaplar sonucu çıkan farklar, seri elemanlarının değerlerinin virgülden sonraki kısımlarındaki yuvarlamalardan kaynaklanmaktadır.)

Tablo 7.3. Bugünkü Değer Yöntemi $i=8\%$

Yıllar	Yatırım Tutarı	Gelir	P_v (Gelirin başlangıç değeri)	Kalan Borç	Bugünkü Değer Çarpamı
-2					
-1	-7.100.000			-7 100.000	
0	-7.668.000			-7.668.000	
1	-7.668.000	1.134.000	1.048.950	-6.619.050	0.9250
2		1.134.000	970.279	-5 648 771	0.8573
3		1.134.000	897 508	-4 751 263	0.7938
4		1.134.000	830 195	-3 921 068	0.7350
5		1.134.000	767 930	-3 153 138	0.6806
6		1.134.000	710 335	-2 442 803	0.6302
7		1.134.000	657 060	-1 785 743	0.5835
8		1.134.000	607 780	-1 177 963	0.5403
9		1.134.000	562 197	-615 766	0.5002
10		1.134.000	520 032	-95 734	0.4632
11		1.134.000	481 030	385 296	0.4289
12		1.134.000	444 953	830 249	0.3971
13		1.134.000	411 581	1 241 830	0.3677
14		1.134.000	380 713	1 622 543	0.3405
15		1.134.000	352 159	1 974 702	0.3152
16		1.134.000	325 747	2 300 449	0.2919
17		1.134.000	301 316	2 601 765	0.2703
18		1.134.000	278 717	2 880 482	0.2502
19		1.134.000	257 814	3 138 296	0.2317
20		1.134.000	238 478	3 376 774	0.2145



Şekil 7.5. Bugünkü Değer Yöntemi $i = \%8$ Grafik Gösterimi



Şekil 7.6. Bugünkü Değer Yöntemi $i = \%8$ – 3D Grafik Gösterimi

Kredi faizinin bugünün şartlarında % 8'in altına inebilmesi olası görünmemektedir. Ancak Enerji satış fiyatı pazarlığa tabi olduğu için 7.5 € cent / KWh öngörülebilir.

Bu durumda;

$P_1 \approx 7,668,000 \text{ €}$ olduğuna göre

$A = \text{Yıllık dönemsel getiri}$

$A = 7.5 \text{ € / KW-h} * 16,200,000 \text{ KW-h/yıl}$

$A = 1,215,000 \text{ € / yıl}$

$P_v = A * (P/A \text{ i}, n);$

$P_v = 1,215,000 * 6.7101$

$P_v = 8,152,770 \text{ €}$

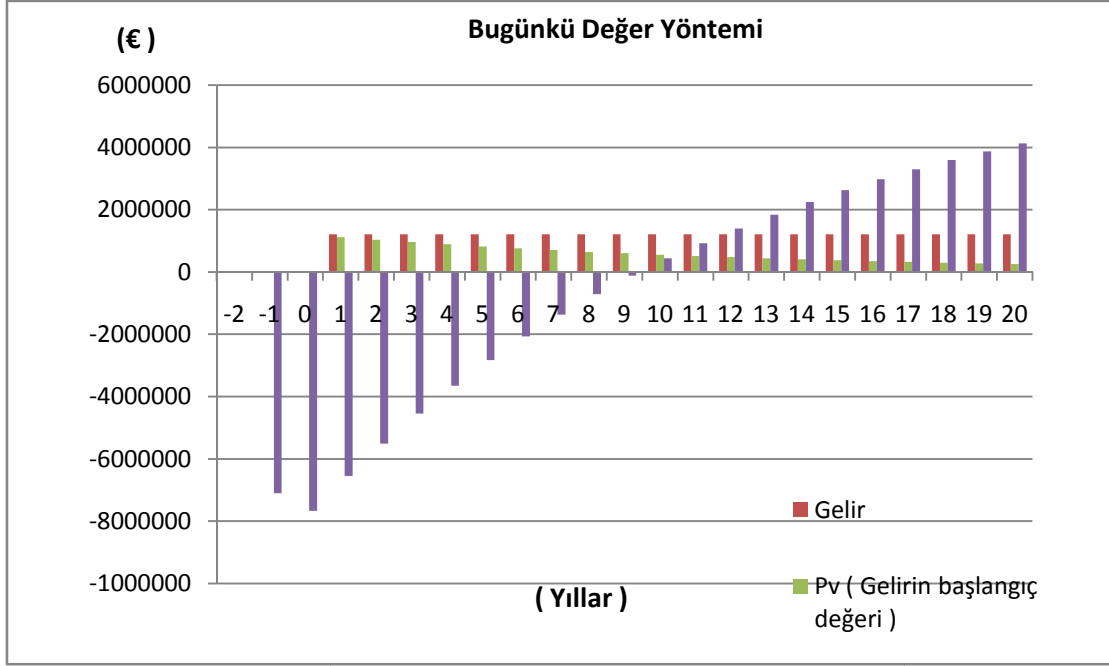
$P_v > P_1$

olmaktadır.

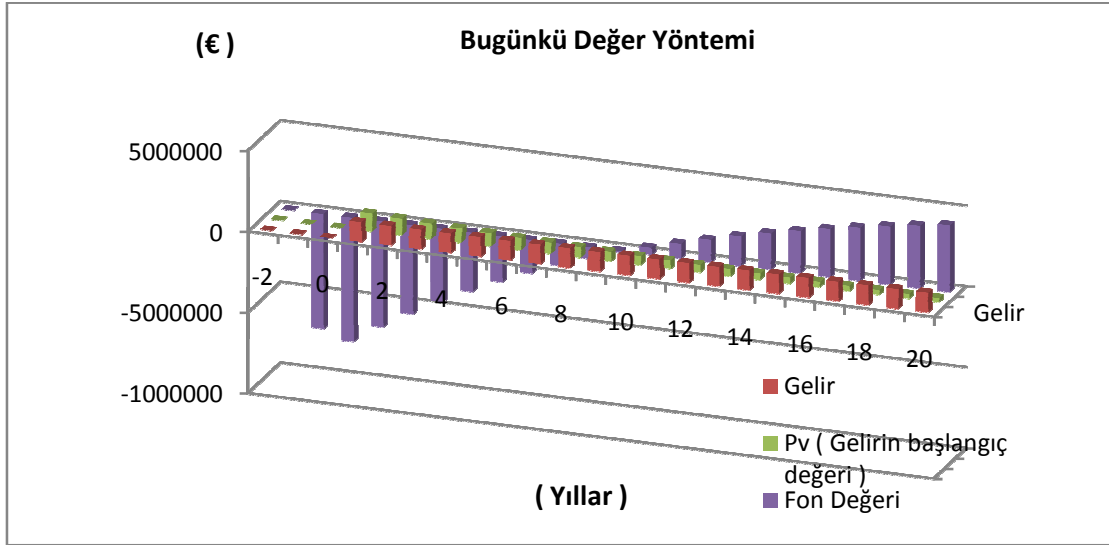
Yatırım 10 yıllık süre sonunda + 484,770 € fon fazlası verir .Yatırımın 20 yıllık işletme süresi içindeki fon akışı,ve süre sonundaki durumu aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.Buna göre 4.1 milyon € on fazlası olduğu görülmektedir. (Ek-C)

Tablo 7.4. Bugünkü Değer Yöntemi $i=8\%$ - [(7,5€-cent)/(kW/h)]

Yıllar	Yatırım Tutarı	Gelir	P_v (Gelirin başlangıç değeri)	Kalan Borç	Bugünkü Değer Çarpamı
-2					
-1	-7.100.000			-7.100.000	
0	-7.668.000			-7.668.000	
1	-7.668.000	1.215.000	1.123.875	-6.544.125	0.9250
2		1.215.000	1 039 584	-5 504 541	0.8573
3		1.215.000	961 615	-4 542 926	0.7938
4		1.215.000	889 494	-3 653 432	0.7350
5		1.215.000	822 782	-2 830 650	0.6806
6		1.215.000	761 074	-2 069 576	0.6302
7		1.215.000	703 993	-1 365 583	0.5835
8		1.215.000	651 194	-714 389	0.5403
9		1.215.000	602 354	-112 035	0.5002
10		1.215.000	557 177	445 142	0.4632
11		1.215.000	515 389	921 877	0.4289
12		1.215.000	476 735	1 398 612	0.3971
13		1.215.000	440 980	1 839 592	0.3677
14		1.215.000	407 906	2 247 498	0.3405
15		1.215.000	377 313	2 624 811	0.3152
16		1.215.000	349 015	2 973 826	0.2919
17		1.215.000	322 839	3 296 665	0.2703
18		1.215.000	298 626	3 595 291	0.2502
19		1.215.000	276 229	3 871 520	0.2317
20		1.215.000	255 512	4 127 032	0.2145



Şekil 7.7. Bugünkü Değer Yöntemi $i=8\%$ - [(7,5€-cent)/(kW/h)] Grafik Gösterimi



Şekil 7.8. Bugünkü Değer Yöntemi $i=8\%$ - [(7.5 €-cent)/(kW/h)] – 3DGrafik Gösterimi

Özetle, yatırımın (10 yıllık bir dönemde) yapılabilir olması için;

1. Kredi faizinin % 8 veya daha az
2. Enerji fiyatının 7.5 €/ KW-h veya daha fazla
3. Üretimin en az 16,200,000 KW-h/yıl

4. Yatırım tutarının en çok 7,100,000 €
5. Montaj ve devreye alma süresinin en çok 2 yıl olması

gerekmektedir.

7.2.4. İç karlılık yöntemi – IRR (Internal rate of return method)

İç karlılık yöntemi, yatırımın, yatırımcının alternatif bir yatırımdan alacağı getiri ROI (Return on Investment) ile değerlendirilmesi ve kıyaslanması sonucu hangi sürede geri ödeneceğinin hesaplandığı bir yöntemdir.

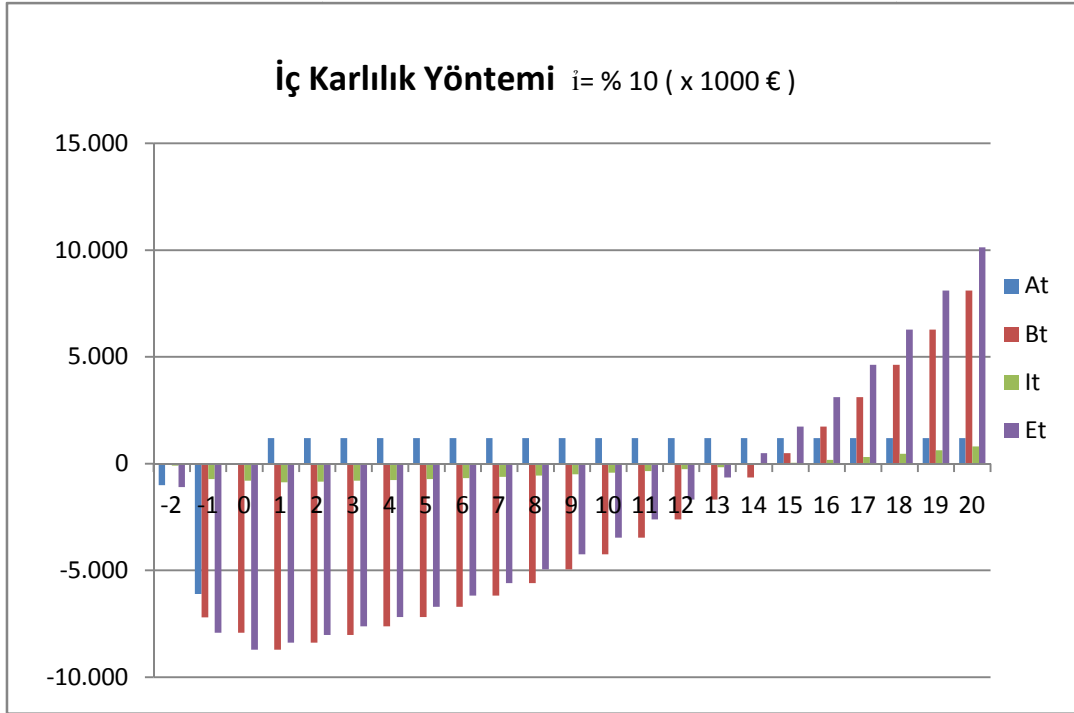
Aşağıdaki tabloda;

- t = zaman
- A_t = t zamanındaki nakit akış değeri
- B_t = t zamanı başlangıcındaki borç miktarı
- I_t = t zamanı içinde beklenen alternatif (ROI) getiri
- E_t = t zamanı sonundaki borç bakiyesi'ni
- ifade etmektedir.

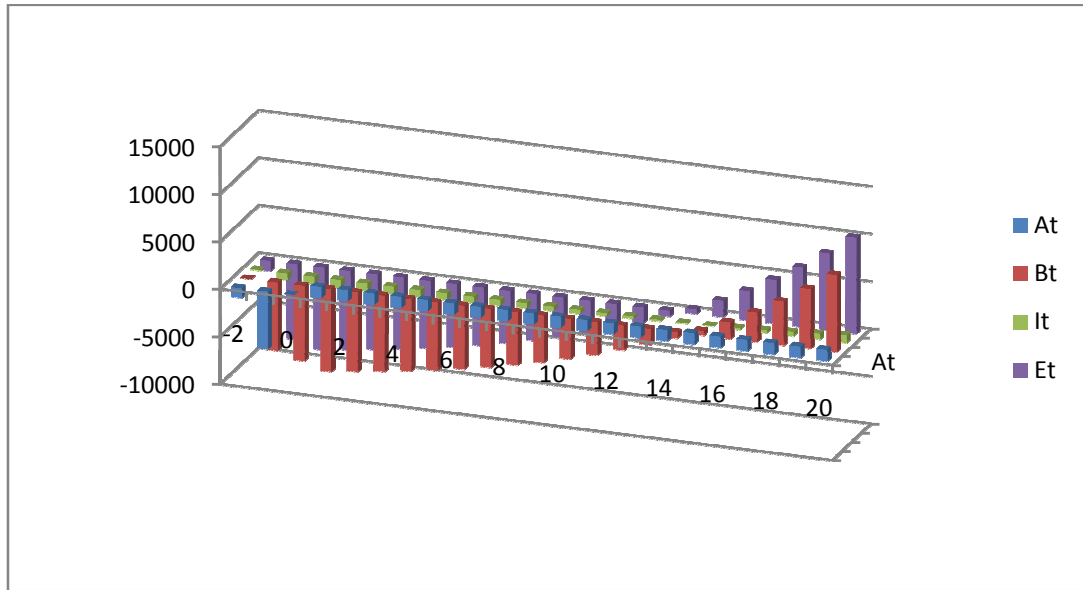
- Yatırım tutarı 7,100,000 € nun; 1,000,000 €' luk kısmının ilk sene kullanılacağı, bakiyenin ikinci sene içinde harcanacağı varsayılmıştır.
- Projenin yıllık getirisi 7.5 € / KW-h fiyat ile 1,200,000 €/yıl kabul edilmiştir.
- ROI – Yatırımcının alternatif gelirinin % 10 olacağı varsayımı ile hesap yapılmıştır.
- Yatırımın ekonomik ömrünün, tüm RES yatırımlarında varsayıldığı gibi, 20 yıl olduğu öngörülmüştür.

Tablo 7.5. İç Karlılık Yöntemi ROI = %10

t (yıl)	A_t (* 1.000 €)	B_t (* 1.000 €)	I_t (* 1.000 €)	E_t (* 1.000 €)
-2	-1.000	-	-100	-1.100
-1	-6.100	-7.200	-720	-7.920
0	-	-7.920	-792	-8.712
1	+1.200	-8.712	-871	-8.383
2	+1.200	-8.383	-838	-8.021
3	+1.200	-8.021	-802	-7.623
4	+1.200	-7.623	-762	-7.185
5	+1.200	-7.185	-719	-6.704
6	+1.200	-6.704	-670	-6.174
7	+1.200	-6.174	-617	-5.591
8	+1.200	-5.591	-560	-4.950
9	+1.200	-4.950	-495	-4.245
10	+1.200	-4.245	-425	-3.470
11	+1.200	-3.470	-347	-2.617
12	+1.200	-2.617	-262	-1.679
13	+1.200	-1.679	-168	-647
14	+1.200	-647	-65	+488
15	+1.200	+488	+49	+1.737
16	+1.200	+1.737	+174	+3.111
17	+1.200	+3.111	+311	+4.622
18	+1.200	+4.622	+462	+6.284
19	+1.200	+6.284	+629	+8.112
20	+1.200	+8.112	+811	+10.123



Şekil 7.9. İç Karlılık Yöntemi ROI=%10 Grafik Gösterimi



Şekil 7.10. İç Karlılık Yöntemi ROI = % 10 – 3D Grafik Gösterimi

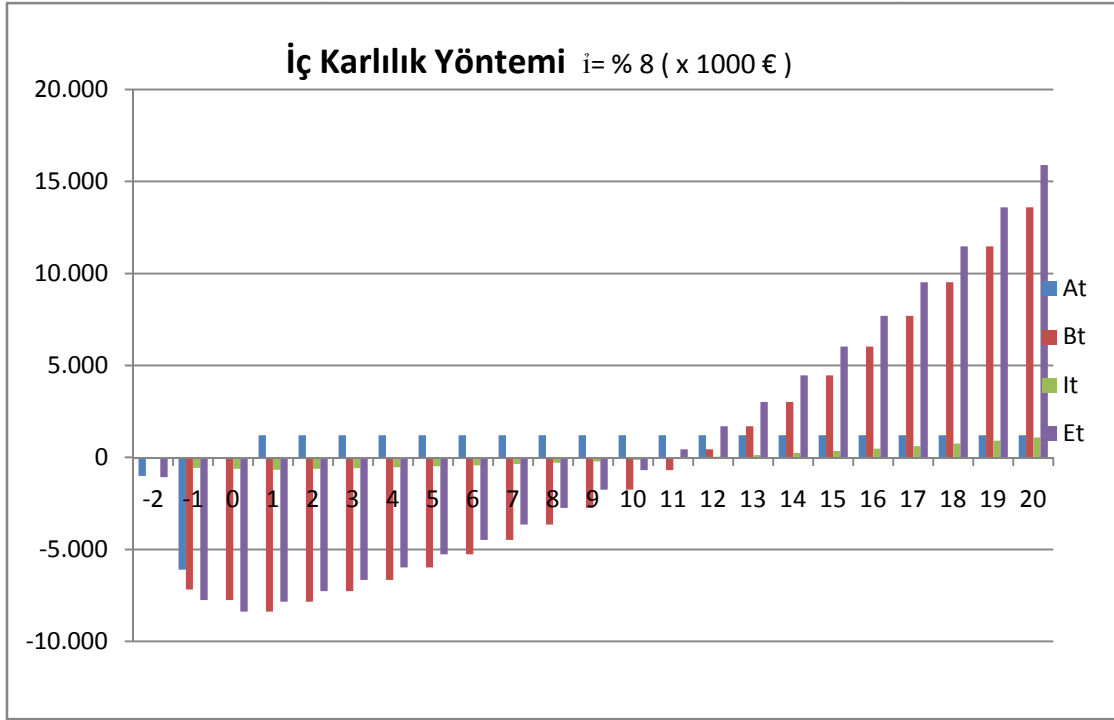
- Tablonun incelenmesinde görüleceği üzere böyle bir yatırım % 10 ROI kabulü ile 14 üncü senede fon fazlası vermeye başlamaktadır.
- 20 yıllık ekonomik ömrün sonunda yatırım 10,000,000 € fon fazlası vermektedir.

- Bu hesaplamalar enerji fiyatının sabit kalacağını varsaymaktadır. Ancak, enerjinin gerek arz ve gerekse talebin geleceği açısından çok daha yüksek ederlerde dengeye ulaşacağı öngörülmektedir.

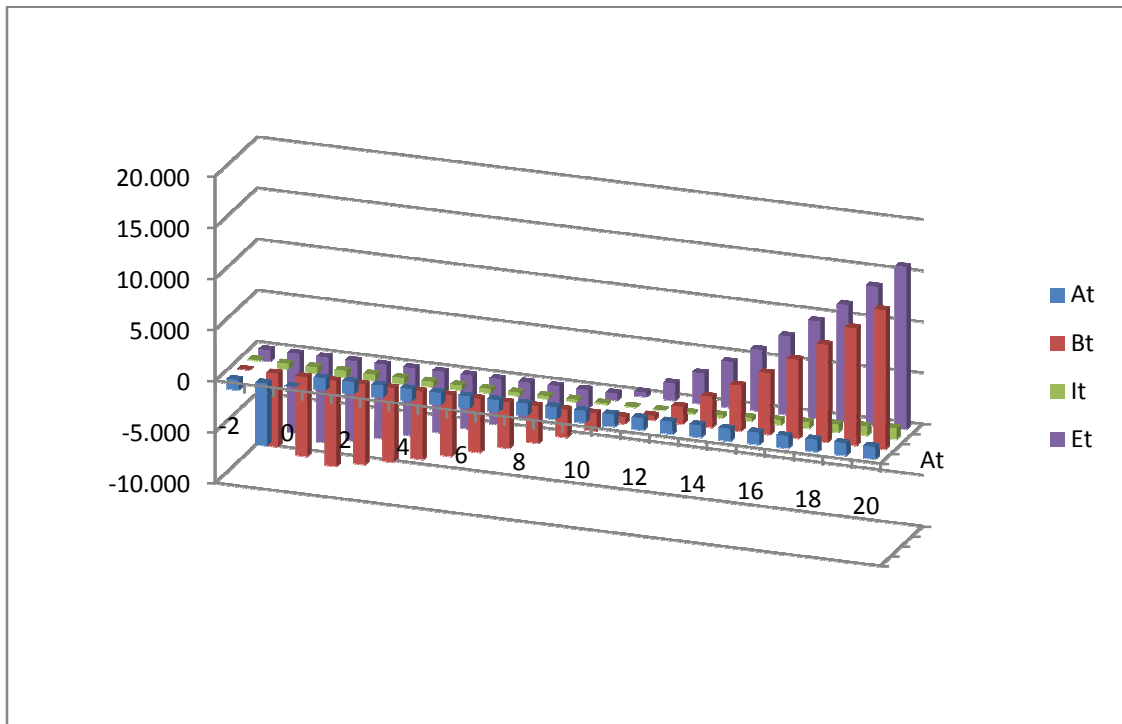
İç Karlılık Oranı'nın (ROI) % 8 varsayımı halinde ;

Tablo 7.6. İç Karlılık Yöntemi ROI = %8

t (yıl)	A _t (* 1.000 €)	B _t (* 1.000 €)	I _t (* 1.000 €)	E _t (* 1.000 €)
-2	-1.000	-	-80	-1.080
-1	-6.100	-7.180	-574	-7.754
0	-	-7.754	-620	-8.374
1	+1.200	-8.374	-670	-7.844
2	+1.200	-7.844	-628	-7.272
3	+1.200	-7.272	-582	-6.654
4	+1.200	-6.654	-532	-5.986
5	+1.200	-5.986	-479	-5.265
6	+1.200	-5.265	-421	-4.486
7	+1.200	-4.486	-359	-3.645
8	+1.200	-3.645	-292	-2.737
9	+1.200	-2.737	-219	-1.756
10	+1.200	-1.756	-140	-696
11	+1.200	-696	-56	+448
12	+1.200	+448	+38	+1.686
13	+1.200	+1.686	+135	+3.021
14	+1.200	+3.021	+242	+4.463
15	+1.200	+4.463	+357	+6.020
16	+1.200	+6.020	+482	+7.702
17	+1.200	+7.702	+616	+9.518
18	+1.200	+9.518	+762	+11.480
19	+1.200	+11.480	+918	+13.598
20	+1.200	+13.598	+1.088	+15.886



Şekil 7.11. İç Karlılık Yöntemi ROI = % 8 Grafik Gösterimi



Şekil 7.12. İç Karlılık Yöntemi ROI = % 8 – 3D Grafik Gösterimi

Tablonun incelenmesi ile görüleceği gibi;

- İç karlılık oranının % 8 kabulü halinde ise yatırım kendisini 11'inci senede geri ödemekte ve 20 yıllık işletme süresi içinde 16.milyon € civarında bir fon yaratmaktadır.
- Çevre ilişkileri, sosyal fayda (gölge fiyat), enerjinin giderek çok daha fazla talep göreceği, fiyatının artacağı düşünülürse % 8 oranındaki bir 'İç Karlılık' kabul edilebilir bir değer olarak görülmelidir.

Bu şartlarda;

- Üretilecek toplam enerji 16,200,000 KW/hr (Bkz. Ek-4)
- Eneji fiyatı 7.5 cent
- İç karlılık oranı % 8
- Yatırım gerçekleşme süresi 2 yıl
- Türbin yatırım tutarının ençok 6,000,000 Avro varsayımı ile RES kendini 10 ile 11 yıl arasında geri ödemektedir.

BÖLÜM 8. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Rüzgar enerjisi Ülkemizin en önemli enerji kaynaklarından biridir.Çok iyi rüzgar alan yöreler Marmara, Ege ve Akdeniz bölgelerimizde yoğunlaşmaktadır. Üniversitemiz kuzeyinde ölçüm yapılan tepe ve yöresi de önemli bölgelerdendir.

RES Yatırımlarına ilişkin ön çalışmalar çok zaman almakta bunun yanısıra imar durumu, izin gibi bürokratik işlemler de uzun sürmekte karmaşıklık göstermektedir. Yatırım için kredi bulmakta da zorlanılmaktadır. Türkiye' nin ekonomik durumu nedeni ile kredi maliyetleri de Avrupa'daki diğer ülkelere uygulananlardan yüksektir. Güç sistemindeki alt yapı yatırımları da yeterli değildir.Şebeke bağlantılarında çeşitli kısıtlar uygulanmaktadır.

Aşırı talep nedeniyle RES türbin fiyatları artmış,teslim süreleri uzamıştır.

Tüm bu olumsuzluklara rağmen,Yurdumuzun bu rüzgar potansiyeli ile en az 48,000 MW lık bir güç elde edilebileceği ve bu gücün 50 m den yüksek alanlarda, % 35 kapasite kullanımı, en az 7 m/sn rüzgar hızı ve en çok 5 MW/km² alan verimi ile değerlendirilmesi sonucu yılda 150 Milyar kw-hr enerji üretilebileceği hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda belirtilmiş olan RES uygulaması amaçlı kullanılmayacak tüm alanlar kapsam dışı tutulmuştur. Ülkemizin Elektrik enerjisi ihtiyacının büyük kısmı bu yolla sağlanabilecektir. (Ek-D) (Ek-E)

Özellikle bu proje çerçevesinde yapılan çalışma ve incelemelerde de görüldüğü üzere, SAÜ kuzeyinde yer alan bölgede kurulacak RES toplam 6 MW gücünde olacaktır. 6 MW güç alternatif olarak 4 adet 1.5 MW veya 3 adet 2 MW türbin guruplarından biri seçilecektir. Türbin toplam maliyeti 6 milyon € dğer ekipman, yardımcı tesisler (trafo, güç aktarım donanımları), çevre düzenlemesi, yol yapımı maliyetleri ise 1.2 milyon € öngörülmüştür. Bu değer içinde 'Genel Proje

Yapılabilirlik' maliyet değerlendirmelerine ek olarak oldukça yüksek, bazı riskleri de taşıyabilecek bir ÖNGÖRÜLMİYEN (Gayri Melhus) değeri ilave edilmiştir. Ayrıca diğer maliyet ve gelir unsurları da oldukça emniyetli düşünülmüştür. Zira Ülkemizde emniyet katsayıları düşük yatırımların bitirilemediği bir gerçektir.

Bu tür yatırımlar için yatırımcının bir miktar özkaynak kullanması şart tutulmaktadır, bu yatırım da 500,000 € civarındaki bir özkaynak kullanımı kredi geri ödeme süresini 10 yıl olarak belirlemek için zorunlu görünmektedir.

Üretilen enerjinin tamamının, EİEİ (Elektrik İşleri Etüd İdaresi), TEÜAŞ (Türkiye Elektrik Üretim Anonim Şirketi) tarafından, en az 5.5 €-cent bedelle bölge enerji dağıtım şirketince (SEDAŞ) satın alınacağı garanti edilmektedir.

Üretilen elektrik enerjisinin, Üniversitenin ihtiyacı dışında kalanı söz konusu kurumlara satılabilecektir. Satış fiyatı o anda borsada oluşan fiyattır. Ancak TEÜAŞ ile yapılan ikili anlaşmalarla fiyat tespiti yapılabilmektedir. Bu fiyat açıklanmamakla birlikte en az 7-7.5 avro-cent olabileceği tahmin edilmektedir. Yine edinilen bilgiler çerçevesinde Enerji Otoritesi (Bakanlık ve ilgili kurumlar) tarafından verilecek ek teşviklerle RES yatırımları daha cazip hale getirilecektir. Bu özendirmeler yatırımın ek avantajlarını oluşturacaktır.

Üniversiteye yapılacak RES'in AR-GE çerçevesinde kabul edilmesi halinde bu konudaki desteklerden yararlanılması ayrıca mümkün olabilecektir. Bu destek ödenecek faizin 300,000 TL' ye kadar kısmının üstlenilmesi şeklindedir. Böyle bir destek yatırımın daha kısa sürede kendisini geri ödemesine neden olacaktır. Yukarıdaki değerlendirmelerde bu husus dikkate alınmamıştır.

Böyle bir RES'in en az 20 yıl ekonomik ömrü olduğu bilinmektedir. Netice itibariyle sistem mekaniktir ve bakımla ömrü uzamaktadır. RES' ler diğer mekanik sistemlere göre çok daha az bakım gerektirmektedir. (Yılda 2 defa yağ değişimi ve genel bakım)

Yatırım, yapılan hesaplamalarda Bugünkü Değer Yöntemi ile değişik kredi faiz oranlarına göre 10 - 12 yılda '0' değerine ulaşmakta yani alınan kredi işletme gelirleri ile geri ödenebilmektedir.

İç Karlılık yaklaşımı ile (ki bu yöntem daha fazla kabul gören bir yöntemdir. Yatırım tutarının, alternatif yıllık getirisi ile kıyaslanması - ROI - esas alınmaktadır.) yatırım % 10 yıllık getiri - ROI - oranı ile kendisini 14 yılda geri ödemekte 20 yıllık bir işletme dönemi sonunda 10 milyon Avro tutarında bir fon yaratmaktadır.

% 8 ROI İç Karlılık oranı kabulü ile ise yatırım 11 yıldan az 10 yıldan biraz fazla bir sürede (alınan krediyi) kendini geri ödeyebilmektedir, ayrıca 20 yıllık işletme süresi sonunda bugünkü değerler ile 15 Milyon TL. fon oluşturulabilecektir.

Dünyanın, ülkemizin karşı karşıya kalacağı enerji darboğazları düşünüldüğünde, sosyal fayda, çevre ilişkileri çerçevesinde üniversitemizin böyle bir yatırımı yapması - ekonomik yapılabilirliğin yanısıra - fevkalade isabetli olacaktır. Üniversite varolan bürokratik engelleri kolaylıkla aşabilecek birikim ve güce sahiptir.

KAYNAKLAR

- [1] ACKERMANN, T., Wind Power in Power Systems, J.Wiley&Sons Ltd., 2005.
- [2] AKALAN, B., Enerji Konusunda Devlet Destekleri, ISO Enerji Kongresi, İstanbul, 2008.
- [3] AKMANDOR, I.S., TOLUN S., ÇETİN N., Rüzgar Türbini Üretimi Akademik Çalışmaları, ISO Enerji Kongresi, İstanbul, 2008.
- [4] AKTAŞ, M., 'Stratejik Enerji Planlaması' Türkiye 10. Enerji Kongresi S. 33, İstanbul ,2006.
- [5] BAŞARAN, M.O., Mühendislik Ekonomisi Ders Notları, Sakarya, 2006.
- [6] British Wind Energy Association Web sayfası: <http://www.bwea.com>
- [7] BURTON, T., SHARPE, D., Wind Energy Handbook, J.Wiley&Sons Ltd., 2005.
- [8] ÇALLI, İ., Hidrolik Makinaları Ders Notları, Sakarya, 2006.
- [9] DEMİRER, E., Rüzgar Enerji Sektöründe Yatırım, ISO Enerji Kongresi, İstanbul, 2008.
- [10] DURAK, M., ÖZER,S., Rüzgar Enerjisi Teori ve Uygulama , Ankara ,2007.
- [11] Elektrik İşleri Etüt İdaresi Web sayfası: <http://www.eie.gov.tr>

- [12] Energy Efficiency and Renewable Energy Web sayfası: www.eere.energy.gov
- [13] Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Web sayfası: www.gyte.edu.tr
- [14] HANSEN, A., Wind Turbine Concept Market Penetration, J.Wiley Interscience, 2006.
- [15] HANSEN, A., HANSEN, L., Wind Turbine Concept Market Penetration, Wind Energy-Wiley Interscience, 2006.
- [16] HAU, E., Wind Turbines, Springer, 2005.
- [17] İSKENDER, S., 'Dünya Enerji Durumu ve Geleceğe Yönelik Planlar' Türkiye 10. Enerji Kongresi Cilt I - S. 81 , İstanbul ,2006.
- [18] KEÇECİ, A., Rüzgar Enerjisi Araştırma Raporu, Ankara, 2006.
- [19] KURTKAYA, N., Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Kongresi, Ankara, 2006.
- [20] KÜÇÜKÇALI, R., Yenilenebilir Enerjiler Alternatif Sistemler, İstanbul, 2008.
- [21] MALKOÇ, Y., Türkiye rüzgar enerjisi potansiyeli, Ankara, 2007.
- [22] MALKOÇ, Y.; Bir sahanın rüzgar potansiyelinin değerlendirilmesi ve hesaplanması kurs notları, Ankara ,2007.
- [23] ÖNEY, S., YILMAZ A., Denizcilik Meteorolojisi, İstanbul, 2000.
- [24] ÖZGÜR, A., KÖSE R., 'Dumlupınar Üniversitesi Rüzgar Enerjisi Potansiyeli, Türkiye 10. Enerji Kongresi Cilt I - S. 189 , İstanbul, 2006.

- [25] Proen Enerji Sanayi ve Tic. A.Ş. Web sayfası: <http://www.proenenerji.com.tr>
- [26] SERPEN, Ü., 'Jeotermal Enerjide Gelişmeler ' Türkiye 10. Enerji Kongresi Cilt II - S. 349 , İstanbul, 2006.
- [27] Sustainable Energy Ireland Web sayfası: <http://www.sei.ie>
- [28] TAVMAN, İ.H., 'Gökçeada Elektrik Enerjisinin Rüzgar Enerjisiyle Karşılanması ' Türkiye 10. Enerji Kongresi Cilt I - S. 201 , İstanbul ,2006.
- [29] The Canadian Renewable Energy Network Web sayfası: <http://canmetenergy-canmetenergie.nrcan-rncan.gc.ca>
- [30] TURAN, I., Türkiye Rüzgar Enerji Sektörü, ISO Enerji Kongresi, İstanbul, 2008.
- [31] TÜREB Web sayfası: <http://www.ruzgarenerjisibirligi.org.tr>
- [32] WHITE, J.A., AGEE, M.H., CASE, K., Principles of Engineering Economic Analysis, John Wilwy&Sons Ltd, USA , 1989.
- [33] Wind Energy Web sayfası: <http://www.windenergy.com>

EKLER

Ek.A.Türkiye’de Fosil ve Yenilenebilir Enerjisi Kaynaklarından Üretilebilecek Elektrik Enerjisi

Ek.B. Sakarya Üniversitesi Elektrik Enerjisi Tüketimi

Ek.C. Faiz/Faktör Tablosu

Ek.D. Rüzgar Türbini Güç Hesaplayıcı

Ek.E. Esentepe Kampüsü Rüzgar Ölçüm Değerleri

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2020 Hedefi
Toplam Tüketim	69,86	73,78	74,71	74,28	80,50	75,40	78,29	83,83	87,82	90,31	99,84	222 MTEP
Yerli Fosil Kaynak Oranı (%)	23,13	23,01	23,88	22,94	19,82	20,22	18,22	16,44	15,45	15,16	16,0	> % 9
Yerli YEK Oranı (%)	16,07	15,22	15,36	14,30	12,53	12,37	12,79	11,93	12,26	11,21	10,5	> % 11
Toplam Yerli Oran (%)	39,20	38,23	39,25	37,23	32,35	32,59	30,99	28,37	27,71	26,38	26,5	> % 20
Yerli Fosil Kaynaklar	16,16	16,98	17,84	17,04	15,96	15,24	14,27	13,78	13,57	13,70	16,21	> 20 MTEP
Kömür	12,30	13,12	13,95	13,29	12,49	12,28	11,36	10,78	10,53	10,49	13,08	> 15 MTEP
Doğal Gaz	0,19	0,23	0,51	0,67	0,58	0,28	0,34	0,51	0,64	0,82	0,84	> 2 MTEP
Petrol	3,68	3,63	3,39	3,09	2,89	2,68	2,56	2,49	2,39	2,40	2,28	> 3 MTEP
Yerli Yenilenebilir Kaynaklar	11,23	11,23	11,48	10,62	10,09	9,33	10,01	10,00	10,77	10,12	10,51	> 24 MTEP
Hidrolik	3,48	3,42	3,63	2,98	2,66	2,07	2,90	3,04	3,96	3,40	3,75	> 11 MTEP
Rüzgar				0,002	0,003	0,005	0,004	0,005	0,005	0,005	0,011	> 4 MTEP
Jeotermal	0,54	0,60	0,66	0,69	0,71	0,76	0,82	0,86	0,89	1,01	1,22	> 2 MTEP
Güneş	0,16	0,18	0,21	0,24	0,26	0,29	0,32	0,35	0,38	0,39	0,40	> 1 MTEP
Biyokütle	7,05	7,02	6,98	6,72	6,46	6,21	5,97	5,76	5,53	5,33	5,13	> 6 MTEP

Ek A Türkiye’de Fosil ve Yenilenebilir Enerjisi Kaynaklarından Üretilebilecek Elektrik Enerjisi

KW-TL Bazında Bazında Tüketim Eksteresi

İsletme Kodu : 54.1.1.4.0-SERDİVAN MERKEZ

Dosya No: 10004.02

Adres : mh. cd. sk. / Akköy Sakarya

Abone No: 10000808210

Adı Soyadı / Şirket Adı : SAKARYA ÜNİVERSİTESİ

Enerji Cinsi	Say	Ser No	Mar	I Okm Tarih	S Okm Tarih	İlk End	Son End	Park End	Thk Carp	Tüketim	Ener Tut	En Tahak	Tut Son	Öd Tarih	Dönem
Aktif-Tüm	00437734-KÖH	30/01/2009	25/02/2009	1.533,42	1.594,25	20,83	1.380,00	28.745,40	4.432,71	6.451,10	15/04/2009	2009/02			
Endüktif-Tüm	00218105-ESE	30/01/2009	25/02/2009	180,15	190,68	0,53	1.380,00	731,40	4.432,71	6.451,10	15/04/2009	2009/02			
Kapasitif-Tüm	00218091-ESE	30/01/2009	25/02/2009	243,27	243,27	0,00	0,00	0,00	4.432,71	6.451,10	15/04/2009	2009/02			
Aktif-Tüm	00437734-KÖH	26/02/2009	26/03/2009	1.554,25	1.578,03	23,78	1.380,00	32.816,40	5.060,49	7.364,72	18/05/2009	2009/03			
Endüktif-Tüm	00218105-ESE	26/02/2009	26/03/2009	190,68	191,35	0,67	1.380,00	924,60	5.060,49	7.364,72	18/05/2009	2009/03			
Kapasitif-Tüm	00218091-ESE	26/02/2009	26/03/2009	243,27	243,27	0,00	0,00	0,00	5.060,49	7.364,72	18/05/2009	2009/03			
Aktif-Tüm	00437734-KÖH	27/03/2009	29/04/2009	1.578,03	1.600,01	21,98	1.380,00	30.332,40	4.602,00	6.987,10	25/05/2009	2009/04			
Endüktif-Tüm	00218105-ESE	27/03/2009	29/04/2009	191,35	191,95	0,60	1.380,00	828,00	4.602,00	6.987,10	25/05/2009	2009/04			
Kapasitif-Tüm	00218091-ESE	27/03/2009	29/04/2009	243,27	243,27	0,00	0,00	0,00	4.602,00	6.987,10	25/05/2009	2009/04			
Aktif-Tüm	00437734-KÖH	30/04/2009	27/05/2009	1.600,01	1.614,29	14,28	1.380,00	19.796,40	2.981,38	4.528,62	25/06/2009	2009/05			
Endüktif-Tüm	00218105-ESE	30/04/2009	27/05/2009	191,95	192,29	0,34	1.380,00	469,20	2.981,38	4.528,62	25/06/2009	2009/05			
Kapasitif-Tüm	00218091-ESE	30/04/2009	27/05/2009	243,27	243,27	0,00	0,00	0,00	2.981,38	4.528,62	25/06/2009	2009/05			
Aktif-Tüm	00437734-KÖH	28/05/2009	26/06/2009	1.614,29	1.627,52	13,23	1.380,00	18.257,40	2.762,16	4.195,62	28/07/2009	2009/06			
Endüktif-Tüm	00218105-ESE	28/05/2009	26/06/2009	192,29	192,83	0,54	1.380,00	745,20	2.762,16	4.195,62	28/07/2009	2009/06			
Kapasitif-Tüm	00218091-ESE	28/05/2009	26/06/2009	243,27	243,27	0,00	0,00	0,00	2.762,16	4.195,62	28/07/2009	2009/06			
Aktif-Tüm	00437734-KÖH	27/06/2009	30/07/2009	1.627,52	1.644,28	16,76	1.380,00	23.128,80	3.499,16	5.315,09	27/08/2009	2009/07			
Endüktif-Tüm	00218105-ESE	27/06/2009	30/07/2009	192,83	193,47	0,64	1.380,00	883,20	3.499,16	5.315,09	27/08/2009	2009/07			
Kapasitif-Tüm	00218091-ESE	27/06/2009	30/07/2009	243,27	243,27	0,00	0,00	0,00	3.499,16	5.315,09	27/08/2009	2009/07			
Aktif-Tüm	00437734-KÖH	31/07/2009	27/08/2009	1.644,28	1.656,27	11,99	1.380,00	16.546,20	2.503,27	3.802,38	25/09/2009	2009/08			
Endüktif-Tüm	00218105-ESE	31/07/2009	27/08/2009	193,47	193,81	0,34	1.380,00	469,20	2.503,27	3.802,38	25/09/2009	2009/08			
Kapasitif-Tüm	00218091-ESE	31/07/2009	27/08/2009	243,27	243,27	0,00	0,00	0,00	2.503,27	3.802,38	25/09/2009	2009/08			
Aktif-Tüm	00437734-KÖH	28/08/2009	28/09/2009	1.656,27	1.669,80	13,53	1.380,00	16.671,40	2.824,80	4.290,78	27/10/2009	2009/09			
Endüktif-Tüm	00218105-ESE	28/08/2009	28/09/2009	193,81	194,00	0,19	1.380,00	262,20	2.824,80	4.290,78	27/10/2009	2009/09			
Kapasitif-Tüm	00218091-ESE	28/08/2009	28/09/2009	243,27	243,27	0,00	0,00	0,00	2.824,80	4.290,78	27/10/2009	2009/09			
Aktif-Tüm	00437734-KÖH	29/09/2009	27/10/2009	1.669,80	1.683,55	13,75	1.380,00	16.975,00	3.175,35	4.756,03	24/11/2009	2009/10			
Endüktif-Tüm	00218105-ESE	29/09/2009	27/10/2009	194,00	194,39	0,39	1.380,00	538,20	3.175,35	4.756,03	24/11/2009	2009/10			
Kapasitif-Tüm	00218091-ESE	29/09/2009	27/10/2009	243,27	243,27	0,00	0,00	0,00	3.175,35	4.756,03	24/11/2009	2009/10			

KW-TL Bazında Bazında Tüketim Eksteresi

İsleme Kodu : 54.1.1.4.0-SERDİVAN MERKEZ

Dosya No: 10004.02

Adres : mh. cd. sk. /

Abone No: 10054311450

Adı Soyadı / Şirket adı : SAKARYA ÜNİVERSİTESİ

Man Fak. İşlet. No: 10

Enerji Cinsi	Say	Ser	No	Mar	I	Okm	Tch	S	Okm	Tch	İlk	End	Son	End	Park	End	Tnk	Çarp	Tüketim	Ener	Tut	En	Tahak	Tut	Son	Öd	Tzrh	Dönem
Aktif-Tüm	00951946-KHL			30/01/2009	25/02/2009	2.453,99	2.484,19	30,20	1.380,00	41.681,52	6.427,54	9.354,25	15/04/2009	2009/02														
Endüktif-Tüm	00951946-KHL			30/01/2009	25/02/2009	367,84	368,15	0,31	1.380,00	431,94	6.427,54	9.354,25	15/04/2009	2009/02														
Kapasitif-Tüm	00951946-KHL			30/01/2009	25/02/2009	167,96	169,95	1,99	1.380,00	2.750,34	6.427,54	9.354,25	15/04/2009	2009/02														
Aktif-Tüm	00951946-KHL			26/02/2009	26/03/2009	2.484,19	2.515,64	31,45	1.380,00	43.401,00	6.692,69	9.740,13	18/05/2009	2009/03														
Endüktif-Tüm	00951946-KHL			26/02/2009	26/03/2009	368,15	369,68	1,53	1.380,00	2.111,40	6.692,69	9.740,13	18/05/2009	2009/03														
Kapasitif-Tüm	00951946-KHL			26/02/2009	26/03/2009	169,95	171,63	1,68	1.380,00	2.318,40	6.692,69	9.740,13	18/05/2009	2009/03														
Aktif-Tüm	00951946-KHL			27/03/2009	29/04/2009	2.515,64	2.544,87	29,23	1.380,00	40.337,40	6.119,94	9.291,70	25/05/2009	2009/04														
Endüktif-Tüm	00951946-KHL			27/03/2009	29/04/2009	369,68	370,70	1,02	1.380,00	1.407,60	6.119,94	9.291,70	25/05/2009	2009/04														
Kapasitif-Tüm	00951946-KHL			27/03/2009	29/04/2009	171,63	174,28	2,65	1.380,00	3.657,00	6.119,94	9.291,70	25/05/2009	2009/04														
Aktif-Tüm	00951946-KHL			30/04/2009	27/05/2009	2.544,87	2.568,36	23,49	1.380,00	32.416,20	4.904,25	7.449,38	25/06/2009	2009/05														
Endüktif-Tüm	00951946-KHL			30/04/2009	27/05/2009	370,70	371,74	1,04	1.380,00	1.435,20	4.904,25	7.449,38	25/06/2009	2009/05														
Kapasitif-Tüm	00951946-KHL			30/04/2009	27/05/2009	174,28	176,18	1,90	1.380,00	2.622,00	4.904,25	7.449,38	25/06/2009	2009/05														
Aktif-Tüm	00951946-KHL			28/05/2009	26/06/2009	2.568,36	2.588,48	20,12	1.380,00	27.265,60	4.200,66	6.380,65	28/07/2009	2009/06														
Endüktif-Tüm	00951946-KHL			28/05/2009	26/06/2009	371,74	373,21	1,47	1.380,00	2.028,60	4.200,66	6.380,65	28/07/2009	2009/06														
Kapasitif-Tüm	00951946-KHL			28/05/2009	26/06/2009	176,18	177,83	1,65	1.380,00	2.277,00	4.200,66	6.380,65	28/07/2009	2009/06														
Aktif-Tüm	00951946-KHL			27/06/2009	30/07/2009	2.588,48	2.613,08	24,60	1.380,00	33.948,00	5.135,99	7.801,39	27/08/2009	2009/07														
Endüktif-Tüm	00951946-KHL			27/06/2009	30/07/2009	373,21	374,55	1,34	1.380,00	1.849,20	5.135,99	7.801,39	27/08/2009	2009/07														
Kapasitif-Tüm	00951946-KHL			27/06/2009	30/07/2009	177,83	179,67	1,84	1.380,00	2.539,20	5.135,99	7.801,39	27/08/2009	2009/07														
Aktif-Tüm	00951946-KHL			31/07/2009	27/08/2009	2.613,08	2.628,77	15,69	1.380,00	21.652,20	3.275,76	4.975,77	25/09/2009	2009/08														
Endüktif-Tüm	00951946-KHL			31/07/2009	27/08/2009	374,55	375,56	1,01	1.380,00	1.393,80	3.275,76	4.975,77	25/09/2009	2009/08														
Kapasitif-Tüm	00951946-KHL			31/07/2009	27/08/2009	179,67	181,35	1,68	1.380,00	2.318,40	3.275,76	4.975,77	25/09/2009	2009/08														
Aktif-Tüm	00951946-KHL			28/08/2009	28/09/2009	2.628,77	2.646,61	17,84	1.380,00	25.619,20	3.724,64	5.657,59	27/10/2009	2009/09														
Endüktif-Tüm	00951946-KHL			28/08/2009	28/09/2009	375,56	376,61	1,05	1.380,00	1.449,00	3.724,64	5.657,59	27/10/2009	2009/09														
Kapasitif-Tüm	00951946-KHL			28/08/2009	28/09/2009	181,35	182,81	1,46	1.380,00	2.014,80	3.724,64	5.657,59	27/10/2009	2009/09														
Aktif-Tüm	00951946-KHL			29/09/2009	27/10/2009	2.646,61	2.673,86	27,25	1.380,00	37.605,00	6.292,96	9.425,59	24/11/2009	2009/10														
Endüktif-Tüm	00951946-KHL			29/09/2009	27/10/2009	376,61	377,50	0,89	1.380,00	1.228,20	6.292,96	9.425,59	24/11/2009	2009/10														
Kapasitif-Tüm	00951946-KHL			29/09/2009	27/10/2009	182,81	185,23	2,42	1.380,00	3.339,60	6.292,96	9.425,59	24/11/2009	2009/10														

KW-TL Bazında Bazında Tüketim Eksteresi

İsletme Kodu : 54.1.1.4.0-SERDİVAN MERKEZ

Dosya No: 10004.02

Adres : mh. cd. sk. /

Abone No: 10000309250

Adı Soyadı / Şirket Adı : SAKARYA ÜNİVERSİTESİ

Enerji Cinsi	Say	Ser	No	Mar	I Okm	Trh	S Okm	Trh	İlk	End	Son	End	Fark	End	Thk	Carp	Tüketim	Enerj	Tut	En	Tahak	Tut	Son	Öd	Trh	Dönem
Aktif-Tüm	01297662-ESE				30/01/2009	25/02/2009			2.407,21		2.444,92		37,71	1.380,00		52.039,80	8.024,85	11.678,87	11/03/2009	2009/02						
Endüktif-Tüm	00218016-ESE				30/01/2009	25/02/2009			536,46		537,25		0,79	1.380,00		1.090,20	8.024,85	11.678,87	11/03/2009	2009/02						
Kapasitif-Tüm	00909604-KHL				30/01/2009	25/02/2009			30,26		30,26		0,04	1.380,00		55,20	9.667,70	14.069,79	10/04/2009	2009/03						
Aktif-Tüm	01297662-ESE				26/02/2009	26/03/2009			2.444,92		2.490,35		45,43	1.380,00		62.693,40	9.667,70	14.069,79	10/04/2009	2009/03						
Endüktif-Tüm	00218016-ESE				26/02/2009	26/03/2009			537,25		538,22		0,97	1.380,00		1.338,60	9.667,70	14.069,79	10/04/2009	2009/03						
Kapasitif-Tüm	00909604-KHL				26/02/2009	26/03/2009			30,26		30,29		0,03	1.380,00		41,40	9.667,70	14.069,79	10/04/2009	2009/03						
Aktif-Tüm	01297662-ESE				27/03/2009	29/04/2009			2.490,35		2.539,53		49,18	1.380,00		67.868,40	10.296,91	15.633,50	25/05/2009	2009/04						
Endüktif-Tüm	00218016-ESE				27/03/2009	29/04/2009			538,22		539,42		1,20	1.380,00		1.656,00	10.296,91	15.633,50	25/05/2009	2009/04						
Kapasitif-Tüm	00909604-KHL				27/03/2009	29/04/2009			30,29		30,32		0,03	1.380,00		41,40	10.296,91	15.633,50	25/05/2009	2009/04						
Aktif-Tüm	01297662-ESE				30/04/2009	27/05/2009			2.539,53		2.582,10		42,57	1.380,00		58.746,60	8.887,77	13.500,21	25/06/2009	2009/05						
Endüktif-Tüm	00218016-ESE				30/04/2009	27/05/2009			539,42		540,20		0,78	1.380,00		1.076,40	8.887,77	13.500,21	25/06/2009	2009/05						
Kapasitif-Tüm	00909604-KHL				30/04/2009	27/05/2009			30,32		30,37		0,05	1.380,00		69,00	8.887,77	13.500,21	25/06/2009	2009/05						
Aktif-Tüm	01297662-ESE				28/05/2009	26/06/2009			2.582,10		2.612,46		30,36	1.380,00		41.896,80	6.338,57	9.628,07	28/07/2009	2009/06						
Endüktif-Tüm	00218016-ESE				28/05/2009	26/06/2009			540,20		540,54		0,34	1.380,00		469,20	6.338,57	9.628,07	28/07/2009	2009/06						
Kapasitif-Tüm	00909604-KHL				28/05/2009	26/06/2009			30,37		30,40		0,03	1.380,00		41,40	6.338,57	9.628,07	28/07/2009	2009/06						
Aktif-Tüm	01297662-ESE				27/06/2009	30/07/2009			2.612,46		2.646,82		34,36	1.380,00		47.416,80	7.173,69	10.896,58	27/08/2009	2009/07						
Endüktif-Tüm	00218016-ESE				27/06/2009	30/07/2009			540,54		540,78		0,24	1.380,00		331,20	7.173,69	10.896,58	27/08/2009	2009/07						
Kapasitif-Tüm	00909604-KHL				27/06/2009	30/07/2009			30,40		30,43		0,03	1.380,00		41,40	7.173,69	10.896,58	27/08/2009	2009/07						
Aktif-Tüm	01297662-ESE				31/07/2009	27/08/2009			2.646,82		2.671,42		24,60	1.380,00		33.948,00	5.135,99	7.801,39	25/09/2009	2009/08						
Endüktif-Tüm	00218016-ESE				31/07/2009	27/08/2009			540,78		540,91		0,13	1.380,00		179,40	5.135,99	7.801,39	25/09/2009	2009/08						
Kapasitif-Tüm	00909604-KHL				31/07/2009	27/08/2009			30,43		30,45		0,02	1.380,00		27,60	5.135,99	7.801,39	25/09/2009	2009/08						
Aktif-Tüm	01297662-ESE				28/08/2009	28/09/2009			2.671,42		2.694,90		23,48	1.380,00		32.402,40	4.902,16	7.446,21	27/10/2009	2009/09						
Endüktif-Tüm	00218016-ESE				28/08/2009	28/09/2009			540,91		541,00		0,09	1.380,00		124,20	4.902,16	7.446,21	27/10/2009	2009/09						
Kapasitif-Tüm	00909604-KHL				28/08/2009	28/09/2009			30,45		30,45		0,00	1.380,00		0,00	4.902,16	7.446,21	27/10/2009	2009/09						
Aktif-Tüm	01297662-ESE				29/09/2009	27/10/2009			2.694,90		2.732,23		37,33	1.380,00		51.515,40	8.620,78	12.912,21	24/11/2009	2009/10						
Endüktif-Tüm	00218016-ESE				29/09/2009	27/10/2009			541,00		541,50		0,50	1.380,00		690,00	8.620,78	12.912,21	24/11/2009	2009/10						
Kapasitif-Tüm	00909604-KHL				29/09/2009	27/10/2009			30,45		30,51		0,06	1.380,00		82,80	8.620,78	12.912,21	24/11/2009	2009/10						

KW-TL Bazında Bazında Tüketim Ekstresi

İsletme Kodu : 54.1.1.4.0-SERDİVAN MERKEZ

Dosya No: 10004.02

Adres : mh. cd. sk. /

Abone No: 10000305330

Ada Soyadı / Şirket Adı : SAKARYA ÜNİVERSİTESİ

Enerji Cinsi	Say Ser No	I Okun Trh	S Okun Trh	Ek Tük İlk End	Son End Fark End	Tbk Çarp	Tüketim	Ener Tut En	Fahak Tut	Rk En Tut	Son Öd Trh	Dönem	
Aktif-Tüm	7004004-RHL	29/01/2009	29/01/2009	53.848,36	0,02	56,81	56,79	1.380,00	78.368,82	12.084,94	6.168,14	11/02/2009	2009/01
Aktif-Gündüz	7004004-RHL	29/01/2009	29/01/2009	53.848,36	0,02	38,93	38,91	1.380,00	53.697,18	12.084,94	6.168,14	11/02/2009	2009/01
Aktif-Puant	7004004-RHL	29/01/2009	29/01/2009	53.848,36	0,00	9,38	9,38	1.380,00	12.941,64	12.084,94	6.168,14	11/02/2009	2009/01
Aktif-Gece	7004004-RHL	29/01/2009	29/01/2009	53.848,36	0,00	8,50	8,50	1.380,00	11.730,00	12.084,94	6.168,14	11/02/2009	2009/01
Endüktif-Tüm	7004004-RHL	29/01/2009	29/01/2009	53.848,36	0,01	4,43	4,42	1.380,00	6.105,12	12.084,94	6.168,14	11/02/2009	2009/01
Endüktif-Tüm	7004004-RHL	29/01/2009	29/01/2009	53.848,36	0,00	2,21	2,21	1.380,00	3.042,90	12.084,94	6.168,14	11/02/2009	2009/01
Aktif-Tüm	7004004-RHL	30/01/2009	25/02/2009	0,00	56,81	112,48	55,67	1.380,00	36.828,74	11.847,45	0,00	15/04/2009	2009/02
Aktif-Gündüz	7004004-RHL	30/01/2009	25/02/2009	0,00	38,93	76,13	37,20	1.380,00	51.337,38	11.847,45	0,00	15/04/2009	2009/02
Aktif-Puant	7004004-RHL	30/01/2009	25/02/2009	0,00	9,38	19,29	9,91	1.380,00	13.678,56	11.847,45	0,00	15/04/2009	2009/02
Aktif-Gece	7004004-RHL	30/01/2009	25/02/2009	0,00	8,50	17,06	8,56	1.380,00	11.812,80	11.847,45	0,00	15/04/2009	2009/02
Endüktif-Tüm	7004004-RHL	30/01/2009	25/02/2009	0,00	4,43	8,67	4,24	1.380,00	5.847,06	11.847,45	0,00	15/04/2009	2009/02
Endüktif-Tüm	7004004-RHL	30/01/2009	25/02/2009	0,00	2,21	4,12	1,91	1.380,00	2.639,94	11.847,45	0,00	15/04/2009	2009/02
Aktif-Tüm	7004004-RHL	26/02/2009	26/03/2009	0,00	112,48	177,92	65,44	1.380,00	80.307,20	13.925,91	0,00	18/05/2009	2009/03
Aktif-Gündüz	7004004-RHL	26/02/2009	26/03/2009	0,00	76,13	120,28	44,15	1.380,00	60.927,00	13.925,91	0,00	18/05/2009	2009/03
Aktif-Puant	7004004-RHL	26/02/2009	26/03/2009	0,00	19,29	31,26	11,97	1.380,00	16.518,60	13.925,91	0,00	18/05/2009	2009/03
Aktif-Gece	7004004-RHL	26/02/2009	26/03/2009	0,00	17,06	26,38	9,32	1.380,00	12.861,60	13.925,91	0,00	18/05/2009	2009/03
Endüktif-Tüm	7004004-RHL	26/02/2009	26/03/2009	0,00	8,67	13,40	4,73	1.380,00	6.527,40	13.925,91	0,00	18/05/2009	2009/03
Kapasitif-Tüm	7004004-RHL	26/02/2009	26/03/2009	0,00	4,12	6,06	1,94	1.380,00	2.677,20	13.925,91	0,00	18/05/2009	2009/03
Aktif-Tüm	7004004-RHL	27/03/2009	29/04/2009	0,00	177,92	242,34	64,42	1.380,00	88.899,60	13.487,74	0,04	25/05/2009	2009/04
Aktif-Gündüz	7004004-RHL	27/03/2009	29/04/2009	0,00	120,28	163,74	43,46	1.380,00	59.974,80	13.487,74	0,04	25/05/2009	2009/04
Aktif-Puant	7004004-RHL	27/03/2009	29/04/2009	0,00	31,26	42,51	11,25	1.380,00	15.525,00	13.487,74	0,04	25/05/2009	2009/04
Aktif-Gece	7004004-RHL	27/03/2009	29/04/2009	0,00	26,38	36,09	9,71	1.380,00	13.399,80	13.487,74	0,04	25/05/2009	2009/04
Endüktif-Tüm	7004004-RHL	27/03/2009	29/04/2009	0,00	13,40	19,06	5,66	1.380,00	7.810,80	13.487,74	0,04	25/05/2009	2009/04
Kapasitif-Tüm	7004004-RHL	27/03/2009	29/04/2009	0,00	6,06	7,85	1,79	1.380,00	2.470,20	13.487,74	0,04	25/05/2009	2009/04
Aktif-Tüm	7004004-RHL	30/04/2009	27/05/2009	0,00	242,34	292,98	50,64	1.380,00	69.885,20	10.572,63	0,00	25/06/2009	2009/05
Aktif-Gündüz	7004004-RHL	30/04/2009	27/05/2009	0,00	163,74	197,99	34,25	1.380,00	47.265,00	10.572,63	0,00	25/06/2009	2009/05
Aktif-Puant	7004004-RHL	30/04/2009	27/05/2009	0,00	42,51	50,92	8,41	1.380,00	11.605,80	10.572,63	0,00	25/06/2009	2009/05
Aktif-Gece	7004004-RHL	30/04/2009	27/05/2009	0,00	36,09	44,07	7,98	1.380,00	11.012,40	10.572,63	0,00	25/06/2009	2009/05
Endüktif-Tüm	7004004-RHL	30/04/2009	27/05/2009	0,00	19,06	23,31	4,25	1.380,00	5.865,00	10.572,63	0,00	25/06/2009	2009/05
Kapasitif-Tüm	7004004-RHL	30/04/2009	27/05/2009	0,00	7,85	9,60	1,75	1.380,00	2.415,00	10.572,63	0,00	25/06/2009	2009/05
Aktif-Tüm	7004004-RHL	28/05/2009	26/06/2009	0,00	292,98	346,18	53,20	1.380,00	34.416,20	11.107,11	0,00	28/07/2009	2009/06
Aktif-Gündüz	7004004-RHL	28/05/2009	26/06/2009	0,00	197,99	237,89	39,90	1.380,00	55.062,00	11.107,11	0,00	28/07/2009	2009/06
Aktif-Puant	7004004-RHL	28/05/2009	26/06/2009	0,00	50,92	56,85	5,93	1.380,00	8.183,40	11.107,11	0,00	28/07/2009	2009/06
Aktif-Gece	7004004-RHL	28/05/2009	26/06/2009	0,00	44,07	51,44	7,37	1.380,00	10.170,60	11.107,11	0,00	28/07/2009	2009/06
Endüktif-Tüm	7004004-RHL	28/05/2009	26/06/2009	0,00	23,31	28,35	5,04	1.380,00	6.955,20	11.107,11	0,00	28/07/2009	2009/06
Kapasitif-Tüm	7004004-RHL	28/05/2009	26/06/2009	0,00	9,60	11,29	1,69	1.380,00	2.332,20	11.107,11	0,00	28/07/2009	2009/06

Ek B Sakarya Üniversitesi Elektrik Enerjisi Tüketimi (devamı)

İndüz	7004004-KHL	27/06/2009	30/07/2009	0,00	237,89	289,74	51,85	1.380,00	71.553,00	14.153,21	21.498,20	0,00	27/08/2009	2009/07
İf-Puant	7004004-KHL	27/06/2009	30/07/2009	0,00	56,95	64,36	7,51	1.380,00	10.363,80	14.153,21	21.498,20	0,00	27/08/2009	2009/07
Aktif-Gece	7004004-KHL	27/06/2009	30/07/2009	0,00	51,44	59,87	8,43	1.380,00	11.633,40	14.153,21	21.498,20	0,00	27/08/2009	2009/07
Endüktif-Tüm	7004004-KHL	27/06/2009	30/07/2009	0,00	28,35	34,13	5,78	1.380,00	7.976,40	14.153,21	21.498,20	0,00	27/08/2009	2009/07
Kapasitif-Tüm	7004004-KHL	27/06/2009	30/07/2009	0,00	11,29	13,07	1,78	1.380,00	2.456,40	14.153,21	21.498,20	0,00	27/08/2009	2009/07
Aktif-Tüm	7004004-KHL	31/07/2009	27/08/2009	0,00	413,97	466,60	52,63	1.380,00	72.629,40	10.988,10	16.690,53	0,00	25/09/2009	2009/08
Aktif-Gündüz	7004004-KHL	31/07/2009	27/08/2009	0,00	289,74	330,15	40,41	1.380,00	55.765,80	10.988,10	16.690,53	0,00	25/09/2009	2009/08
Aktif-Puant	7004004-KHL	31/07/2009	27/08/2009	0,00	64,96	69,81	5,45	1.380,00	7.521,00	10.988,10	16.690,53	0,00	25/09/2009	2009/08
Aktif-Gece	7004004-KHL	31/07/2009	27/08/2009	0,00	59,87	66,64	6,77	1.380,00	9.342,60	10.988,10	16.690,53	0,00	25/09/2009	2009/08
Endüktif-Tüm	7004004-KHL	31/07/2009	27/08/2009	0,00	34,13	39,23	5,10	1.380,00	7.038,00	10.988,10	16.690,53	0,00	25/09/2009	2009/08
Kapasitif-Tüm	7004004-KHL	31/07/2009	27/08/2009	0,00	13,07	14,69	1,62	1.380,00	2.235,60	10.988,10	16.690,53	0,00	25/09/2009	2009/08
Aktif-Tüm	7004004-KHL	28/08/2009	28/09/2009	0,00	466,00	507,77	41,17	1.380,00	56.814,60	8.595,48	13.056,22	0,00	27/10/2009	2009/09
Aktif-Gündüz	7004004-KHL	28/08/2009	28/09/2009	0,00	330,15	338,49	28,34	1.380,00	39.109,20	8.595,48	13.056,22	0,00	27/10/2009	2009/09
Aktif-Puant	7004004-KHL	28/08/2009	28/09/2009	0,00	69,81	75,13	5,32	1.380,00	7.341,60	8.595,48	13.056,22	0,00	27/10/2009	2009/09
Aktif-Gece	7004004-KHL	28/08/2009	28/09/2009	0,00	66,64	74,15	7,51	1.380,00	10.363,80	8.595,48	13.056,22	0,00	27/10/2009	2009/09
Endüktif-Tüm	7004004-KHL	28/08/2009	28/09/2009	0,00	39,23	44,02	4,79	1.380,00	6.610,20	8.595,48	13.056,22	0,00	27/10/2009	2009/09
Kapasitif-Tüm	7004004-KHL	28/08/2009	28/09/2009	0,00	14,69	16,33	1,64	1.380,00	2.263,20	8.595,48	13.056,22	0,00	27/10/2009	2009/09
Aktif-Tüm	7004004-KHL	29/09/2009	27/10/2009	0,00	507,77	558,06	50,29	1.380,00	69.400,20	11.613,70	17.395,01	0,00	24/11/2009	2009/10
Aktif-Gündüz	7004004-KHL	29/09/2009	27/10/2009	0,00	358,49	391,97	33,48	1.380,00	46.202,40	11.613,70	17.395,01	0,00	24/11/2009	2009/10
Aktif-Puant	7004004-KHL	29/09/2009	27/10/2009	0,00	75,13	84,14	9,01	1.380,00	12.433,80	11.613,70	17.395,01	0,00	24/11/2009	2009/10
Aktif-Gece	7004004-KHL	29/09/2009	27/10/2009	0,00	74,15	81,95	7,80	1.380,00	10.764,00	11.613,70	17.395,01	0,00	24/11/2009	2009/10
Endüktif-Tüm	7004004-KHL	29/09/2009	27/10/2009	0,00	44,02	47,97	3,95	1.380,00	5.451,00	11.613,70	17.395,01	0,00	24/11/2009	2009/10
Kapasitif-Tüm	7004004-KHL	29/09/2009	27/10/2009	0,00	16,33	17,80	1,47	1.380,00	2.028,60	11.613,70	17.395,01	0,00	24/11/2009	2009/10

Ek B Sakarya Üniversitesi Elektrik Enerjisi Tüketimi (devamı)

KW-TL Bazında Bazında Tüketim Eksteresi

İşletme Kodu : 54.1.1.4.0-SERDİVAN MERKEZ

Dosya No: 10004.02

Adres : mh. cd. sk. /

Abone No: 10005416220

Adı Soyadı / Şirket Adı : SAKARYA ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ

Enerji Cinsi	Say Ser. No	Maz I Okm Trh	S Okm Trh	İlk End	Son End	Park End	Ttk Çarp	Tüketim	Ener Tut	En Tahak Tut	Son Od Trh	Dönem
Aktif-Tüm	9003509-KHL	30/01/2009	25/02/2009	387,72	509,47	121,75	2.070,00	252.014,22	38.862,10	56.557,54	15/04/2009	2009/02
Aktif-Gündüz	9003509-KHL	30/01/2009	25/02/2009	233,81	308,18	74,37	2.070,00	153.945,90	38.862,10	56.557,54	15/04/2009	2009/02
Aktif-Puant	9003509-KHL	30/01/2009	25/02/2009	82,85	109,11	26,26	2.070,00	54.349,92	38.862,10	56.557,54	15/04/2009	2009/02
Aktif-Gece	9003509-KHL	30/01/2009	25/02/2009	71,06	92,18	21,12	2.070,00	43.718,40	38.862,10	56.557,54	15/04/2009	2009/02
Endüktif-Tüm	9003509-KHL	30/01/2009	25/02/2009	60,70	66,49	5,79	2.070,00	11.981,16	38.862,10	56.557,54	15/04/2009	2009/02
Kapasitif-Tüm	9003509-KHL	30/01/2009	25/02/2009	28,69	32,40	3,71	2.070,00	7.671,42	38.862,10	56.557,54	15/04/2009	2009/02
Aktif-Tüm	9003509-KHL	26/02/2009	26/03/2009	509,47	657,68	148,21	2.070,00	306.794,70	47.309,58	68.851,50	18/05/2009	2009/03
Aktif-Gündüz	9003509-KHL	26/02/2009	26/03/2009	308,18	399,61	91,43	2.070,00	189.260,10	47.309,58	68.851,50	18/05/2009	2009/03
Aktif-Puant	9003509-KHL	26/02/2009	26/03/2009	109,11	142,11	33,00	2.070,00	68.310,00	47.309,58	68.851,50	18/05/2009	2009/03
Aktif-Gece	9003509-KHL	26/02/2009	26/03/2009	92,18	115,96	23,78	2.070,00	49.224,60	47.309,58	68.851,50	18/05/2009	2009/03
Endüktif-Tüm	9003509-KHL	26/02/2009	26/03/2009	66,49	77,33	10,84	2.070,00	22.438,80	47.309,58	68.851,50	18/05/2009	2009/03
Kapasitif-Tüm	9003509-KHL	26/02/2009	26/03/2009	32,40	35,96	3,56	2.070,00	7.369,20	47.309,58	68.851,50	18/05/2009	2009/03
Aktif-Tüm	9003509-KHL	27/03/2009	28/04/2009	657,68	773,03	115,35	2.070,00	236.774,50	36.229,69	55.005,80	25/05/2009	2009/04
Aktif-Gündüz	9003509-KHL	27/03/2009	28/04/2009	399,61	469,78	70,17	2.070,00	145.251,90	36.229,69	55.005,80	25/05/2009	2009/04
Aktif-Puant	9003509-KHL	27/03/2009	28/04/2009	142,11	166,00	23,89	2.070,00	49.452,30	36.229,69	55.005,80	25/05/2009	2009/04
Aktif-Gece	9003509-KHL	27/03/2009	28/04/2009	115,96	137,25	21,29	2.070,00	44.070,30	36.229,69	55.005,80	25/05/2009	2009/04
Endüktif-Tüm	9003509-KHL	27/03/2009	28/04/2009	77,33	87,59	10,26	2.070,00	21.238,20	36.229,69	55.005,80	25/05/2009	2009/04
Kapasitif-Tüm	9003509-KHL	27/03/2009	28/04/2009	35,96	37,62	1,66	2.070,00	3.436,20	36.229,69	55.005,80	25/05/2009	2009/04
Aktif-Tüm	9003509-KHL	29/04/2009	27/05/2009	773,03	846,06	73,03	2.070,00	131.172,10	22.870,83	34.739,97	25/06/2009	2009/05
Aktif-Gündüz	9003509-KHL	29/04/2009	27/05/2009	469,78	512,85	43,07	2.070,00	89.154,90	22.870,83	34.739,97	25/06/2009	2009/05
Aktif-Puant	9003509-KHL	29/04/2009	27/05/2009	166,00	180,42	14,42	2.070,00	29.849,40	22.870,83	34.739,97	25/06/2009	2009/05
Aktif-Gece	9003509-KHL	29/04/2009	27/05/2009	137,25	152,79	15,54	2.070,00	32.167,80	22.870,83	34.739,97	25/06/2009	2009/05
Endüktif-Tüm	9003509-KHL	29/04/2009	27/05/2009	87,59	95,07	7,48	2.070,00	15.483,60	22.870,83	34.739,97	25/06/2009	2009/05
Kapasitif-Tüm	9003509-KHL	29/04/2009	27/05/2009	37,62	38,04	0,42	2.070,00	869,40	22.870,83	34.739,97	25/06/2009	2009/05
Aktif-Tüm	9003509-KHL	28/05/2009	26/06/2009	846,06	941,56	95,50	2.070,00	197.685,00	29.907,76	45.428,81	28/07/2009	2009/06
Aktif-Gündüz	9003509-KHL	28/05/2009	26/06/2009	512,85	570,87	58,02	2.070,00	120.101,40	29.907,76	45.428,81	28/07/2009	2009/06
Aktif-Puant	9003509-KHL	28/05/2009	26/06/2009	180,42	196,70	16,28	2.070,00	33.639,60	29.907,76	45.428,81	28/07/2009	2009/06
Aktif-Gece	9003509-KHL	28/05/2009	26/06/2009	152,79	173,99	21,20	2.070,00	43.884,00	29.907,76	45.428,81	28/07/2009	2009/06
Endüktif-Tüm	9003509-KHL	28/05/2009	26/06/2009	95,07	101,89	6,82	2.070,00	14.117,40	29.907,76	45.428,81	28/07/2009	2009/06
Kapasitif-Tüm	9003509-KHL	28/05/2009	26/06/2009	38,04	42,68	4,64	2.070,00	9.604,80	29.907,76	45.428,81	28/07/2009	2009/06
Aktif-Tüm	9003509-KHL	27/06/2009	30/07/2009	941,56	1.071,51	129,95	2.070,00	268.996,50	40.696,48	61.816,47	27/08/2009	2009/07
Aktif-Gündüz	9003509-KHL	27/06/2009	30/07/2009	570,87	653,65	82,78	2.070,00	171.354,60	40.696,48	61.816,47	27/08/2009	2009/07
Aktif-Puant	9003509-KHL	27/06/2009	30/07/2009	196,70	217,94	21,24	2.070,00	43.966,80	40.696,48	61.816,47	27/08/2009	2009/07

Ek B Sakarya Üniversitesi Elektrik Enerjisi Tüketimi (devamı)

9003509-KHL	27/06/2009	30/07/2009	173,99	199,92	25,93	2.070,00	11.432,40	40.696,48	61.816,47	27/08/2009	2009/07
9003509-KHL	27/06/2009	30/07/2009	101,89	111,21	11,32	2.070,00	11.432,40	40.696,48	61.816,47	27/08/2009	2009/07
9003509-KHL	27/06/2009	30/07/2009	42,68	48,49	5,81	2.070,00	12.026,70	40.696,48	61.816,47	27/08/2009	2009/07
Aktif-Tüm	31/07/2009	27/08/2009	1.071,51	1.166,29	94,78	2.070,00	196.194,60	29.682,28	45.086,31	25/09/2009	2009/08
Aktif-Günlük	31/07/2009	27/08/2009	653,65	711,37	57,72	2.070,00	119.480,40	29.682,28	45.086,31	25/09/2009	2009/08
Aktif-Puant	31/07/2009	27/08/2009	217,94	233,70	15,76	2.070,00	32.623,20	29.682,28	45.086,31	25/09/2009	2009/08
Aktif-Grace	31/07/2009	27/08/2009	199,92	222,22	21,30	2.070,00	44.091,00	29.682,28	45.086,31	25/09/2009	2009/08
Endüktif-Tüm	31/07/2009	27/08/2009	113,21	119,89	6,68	2.070,00	13.827,60	29.682,28	45.086,31	25/09/2009	2009/08
Kapasitif-Tüm	31/07/2009	27/08/2009	48,49	53,34	4,85	2.070,00	10.039,50	29.682,28	45.086,31	25/09/2009	2009/08
Aktif-Tüm	28/08/2009	28/09/2009	1.166,29	1.257,13	90,84	2.070,00	188.038,80	28.448,39	43.212,08	27/10/2009	2009/09
Aktif-Gündüz	28/08/2009	28/09/2009	711,37	762,05	50,68	2.070,00	104.907,60	28.448,39	43.212,08	27/10/2009	2009/09
Aktif-Puant	28/08/2009	28/09/2009	233,70	250,20	16,50	2.070,00	34.155,00	28.448,39	43.212,08	27/10/2009	2009/09
Aktif-Gece	28/08/2009	28/09/2009	221,22	244,88	23,66	2.070,00	48.976,20	28.448,39	43.212,08	27/10/2009	2009/09
Endüktif-Tüm	28/08/2009	28/09/2009	119,89	126,11	6,22	2.070,00	12.875,40	28.448,39	43.212,08	27/10/2009	2009/09
Kapasitif-Tüm	28/08/2009	28/09/2009	53,34	58,37	5,03	2.070,00	10.412,10	28.448,39	43.212,08	27/10/2009	2009/09
Aktif-Tüm	29/09/2009	27/10/2009	1.257,13	1.383,76	126,63	2.070,00	262.124,10	43.864,85	65.700,76	24/11/2009	2009/10
Aktif-Gündüz	29/09/2009	27/10/2009	762,05	835,41	73,36	2.070,00	151.855,20	43.864,85	65.700,76	24/11/2009	2009/10
Aktif-Puant	29/09/2009	27/10/2009	250,20	278,65	28,45	2.070,00	58.891,50	43.864,85	65.700,76	24/11/2009	2009/10
Aktif-Gece	29/09/2009	27/10/2009	244,88	269,70	24,82	2.070,00	51.377,40	43.864,85	65.700,76	24/11/2009	2009/10
Endüktif-Tüm	29/09/2009	27/10/2009	126,11	135,96	9,85	2.070,00	20.389,50	43.864,85	65.700,76	24/11/2009	2009/10
Kapasitif-Tüm	29/09/2009	27/10/2009	58,37	60,57	2,20	2.070,00	4.554,00	43.864,85	65.700,76	24/11/2009	2009/10

i=%8	TEK ÖDEME		EŞDEĞER-SERİ ÖDEMESİ				N
	BİRLEŞİK DEĞER FAKTÖRÜ	BUGÜNKÜ DEĞER FAKTÖRÜ	BİRLEŞİK DEĞER FAKTÖRÜ	AZALAN DEĞER FAKTÖRÜ	BUGÜNKÜ DEĞER FAKTÖRÜ	GERİ KAZANIM FAKTÖRÜ	
	Verilen P İstenen F	Verilen F İstenen P	Verilen A İstenen F	Verilen F İstenen A	Verilen A İstenen P	Verilen P İstenen A	
N	(F/P,i,N)	(P/F,i,N)	(F/A,i,N)	(A/F,i,N)	(P/A,i,N)	(A/P,i,N)	N
1	1,08	0,9259	1	1	0,9259	1,08	1
2	1,1664	0,8573	2,08	0,4808	1,7833	0,5608	2
3	1,2597	0,7938	3,2464	0,308	2,5771	0,388	3
4	1,3605	0,735	4,5061	0,2219	3,3121	0,3019	4
5	1,4693	0,6806	5,8666	0,1705	3,9927	0,2505	5
6	1,5869	0,6302	7,3359	0,1363	4,6229	0,2163	6
7	1,7138	0,5835	8,9228	0,1121	5,2064	0,1921	7
8	1,8509	0,5403	10,6366	0,094	5,7466	0,174	8
9	1,999	0,5002	12,4876	0,0801	6,2469	0,1601	9
10	2,1589	0,4632	14,4866	0,069	6,7101	0,149	10
11	2,3316	0,4289	16,6455	0,0601	7,139	0,1401	11
12	2,5182	0,3971	18,9771	0,0527	7,5361	0,1327	12
13	2,7196	0,3677	21,4953	0,0465	7,9038	0,1265	13
14	2,9372	0,3405	24,2149	0,0413	8,2442	0,1213	14
15	3,1722	0,3152	27,1521	0,0368	8,5595	0,1168	15
16	3,4259	0,2919	30,3243	0,033	8,8514	0,113	16
17	3,7	0,2703	33,7502	0,0296	9,1216	0,1096	17
18	3,996	0,2502	37,4502	0,0267	9,3719	0,1067	18
19	4,3157	0,2317	41,4463	0,0241	9,6036	0,1041	19
20	4,661	0,2145	45,762	0,0219	9,8181	0,1019	20
21	5,0338	0,1987	50,4229	0,0198	10,0168	0,0998	21
22	5,4365	0,1839	55,4568	0,018	10,2007	0,098	22
23	5,8715	0,1703	60,8933	0,0164	10,3711	0,0964	23
24	6,3412	0,1577	66,7648	0,015	10,5288	0,095	24
25	6,8485	0,146	73,1059	0,0137	10,6748	0,0937	25
26	7,3964	0,1352	79,9544	0,0125	10,81	0,0925	26
27	7,9881	0,1252	87,3508	0,0114	10,9352	0,0914	27
28	8,6271	0,1159	95,3388	0,0105	11,0511	0,0905	28
29	9,3173	0,1073	103,9659	0,0096	11,1584	0,0896	29
30	10,0627	0,0994	113,2832	0,0088	11,2578	0,0888	30
31	10,8677	0,092	123,3459	0,0081	11,3498	0,0881	31
32	11,7371	0,0852	134,2135	0,0075	11,435	0,0875	32
33	12,676	0,0789	145,9506	0,0069	11,5139	0,0869	33
34	13,6901	0,073	158,6267	0,0063	11,5869	0,0863	34
35	14,7853	0,0676	172,3168	0,0058	11,6546	0,0858	35
40	21,7245	0,046	259,0565	0,0039	11,9246	0,0839	40
45	31,9204	0,0313	386,5056	0,0026	12,1084	0,0826	45
50	46,9016	0,0213	573,7702	0,0017	12,2335	0,0817	50
55	68,9139	0,0145	848,9232	0,0012	12,3186	0,0812	55
60	101,2571	0,0099	1253,2133	0,0008	12,3766	0,0808	60
65	148,7798	0,0067	1847,2481	0,0005	12,416	0,0805	65
70	218,6064	0,0046	2720,0801	0,0004	12,4428	0,0804	70
75	321,2045	0,0031	4002,5566	0,0002	12,4611	0,0802	75
80	471,9548	0,0021	5886,9354	0,0002	12,4735	0,0802	80
85	693,4565	0,0014	8655,7061	0,0001	12,482	0,0801	85
90	1018,9151	0,001	12723,9386	0,0001	12,4877	0,0801	90
95	1497,1205	0,0007	18701,5069	0,0001	12,4917	0,0801	95
100	2199,7613	0,0005	27484,5157	0	12,4943	0,08	100

Ek C Faiz/Faktör Tablosu

i=%9	TEK ÖDEME		EŞDEĞER SERİ- ÖDEMESİ				N
	BİRLEŞİK DEĞER FAKTÖRÜ	BUGÜNKÜ DEĞER FAKTÖRÜ	BİRLEŞİK DEĞER FAKTÖRÜ	AZALAN DEĞER FAKTÖRÜ	BUGÜNKÜ DEĞER FAKTÖRÜ	GERİ KAZANIM FAKTÖRÜ	
	Verilen P İstenen F	Verilen F İstenen P	Verilen A İstenen F	Verilen F İstenen A	Verilen A İstenen P	Verilen P İstenen A	
N	(F/P,i,N)	(P/F,i,N)	(F/A,i,N)	(A/F,i,N)	(P/A,i,N)	(A/P,i,N)	N
1	1,09	0,9174	1	1	0,9174	1,09	1
2	1,1881	0,8417	2,09	0,4785	1,7591	0,5685	2
3	1,295	0,7722	3,2781	0,3051	2,5313	0,3951	3
4	1,4116	0,7084	4,5731	0,2187	3,2397	0,3087	4
5	1,5386	0,6499	5,9847	0,1671	3,8897	0,2571	5
6	1,6771	0,5963	7,5233	0,1329	4,4859	0,2229	6
7	1,828	0,547	9,2004	0,1087	5,033	0,1987	7
8	1,9926	0,5019	11,0285	0,0907	5,5348	0,1807	8
9	2,1719	0,4604	13,021	0,0768	5,9952	0,1668	9
10	2,3674	0,4224	15,1929	0,0658	6,4177	0,1558	10
11	2,5804	0,3875	17,5603	0,0569	6,8052	0,1469	11
12	2,8127	0,3555	20,1407	0,0497	7,1607	0,1397	12
13	3,0658	0,3262	22,9534	0,0436	7,4869	0,1336	13
14	3,3417	0,2992	26,0192	0,0384	7,7862	0,1284	14
15	3,6425	0,2745	29,3609	0,0341	8,0607	0,1241	15
16	3,9703	0,2519	33,0034	0,0303	8,3126	0,1203	16
17	4,3276	0,2311	36,9737	0,027	8,5436	0,117	17
18	4,7171	0,212	41,3013	0,0242	8,7556	0,1142	18
19	5,1417	0,1945	46,0185	0,0217	8,9501	0,1117	19
20	5,6044	0,1784	51,1601	0,0195	9,1285	0,1095	20
21	6,1088	0,1637	56,7645	0,0176	9,2922	0,1076	21
22	6,6586	0,1502	62,8733	0,0159	9,4424	0,1059	22
23	7,2579	0,1378	69,5319	0,0144	9,5802	0,1044	23
24	7,9111	0,1264	76,7898	0,013	9,7066	0,103	24
25	8,6231	0,116	84,7009	0,0118	9,8226	0,1018	25
26	9,3992	0,1064	93,324	0,0107	9,929	0,1007	26
27	10,2451	0,0976	102,7231	0,0097	10,0266	0,0997	27
28	11,1671	0,0895	112,9682	0,0089	10,1161	0,0989	28
29	12,1722	0,0822	124,1354	0,0081	10,1983	0,0981	29
30	13,2677	0,0754	136,3075	0,0073	10,2737	0,0973	30
31	14,4618	0,0691	149,5752	0,0067	10,3428	0,0967	31
32	15,7633	0,0634	164,037	0,0061	10,4062	0,0961	32
33	17,182	0,0582	179,8003	0,0056	10,4644	0,0956	33
34	18,7284	0,0534	196,9823	0,0051	10,5178	0,0951	34
35	20,414	0,049	215,7108	0,0046	10,5668	0,0946	35
40	31,4094	0,0318	337,8824	0,003	10,7574	0,093	40
45	48,3273	0,0207	525,8587	0,0019	10,8812	0,0919	45
50	74,3575	0,0134	815,0836	0,0012	10,9617	0,0912	50
55	114,4083	0,0087	1260,0918	0,0008	11,014	0,0908	55
60	176,0313	0,0057	1944,7921	0,0005	11,048	0,0905	60
65	270,846	0,0037	2998,2885	0,0003	11,0701	0,0903	65
70	416,7301	0,0024	4619,2232	0,0002	11,0844	0,0902	70
75	641,1909	0,0016	7113,2321	0,0001	11,0938	0,0901	75
80	986,5517	0,001	10950,5741	0,0001	11,0998	0,0901	80
85	1517,932	0,0007	16854,8003	0,0001	11,1038	0,0901	85
90	2335,5266	0,0004	25939,1842	0	11,1064	0,09	90
95	3593,4971	0,0003	39916,635	0	11,108	0,09	95
100	5529,0408	0,0002	61422,6755	0	11,1091	0,09	100

Ek C Faiz/Faktör Tablosu (devamı)

Güç (KW)	NORDEX				VESTAS				NEG MICON			
	Adet	Σ Güç (KW)	Σ Yıllık Enerji Üretimi (MWh/yıl)	1 MW Güç Başına Enerji Üretimi (MWh/yıl)	Adet	Σ Güç (KW)	Σ Yıllık Enerji Üretimi (MWh/yıl)	1 MW Güç Başına Enerji Üretimi (MWh/yıl)	Adet	Σ Güç (KW)	Σ Yıllık Enerji Üretimi (MWh/yıl)	1 MW Güç Başına Enerji Üretimi (MWh/yıl)
600	10	6.000	15.531	2.588	10	6.000	15.195	2.532	10	6.000	16.973	2.828
750									8	6.000	15.609	2.601
850					7	5.950	16.550	2.781				
1.000	6	6.000	15.057	2.510					6	6.000	17.251	2.875
1.500	4	6.000	18.613	3.102					4	6.000	18.559	3.099
1.650					4	6.600	15.474	2.344				
2.000					3	6.000	17.978	2.996	3	6.000	15.204	2.534
2.500	3	7.500	17.845	2.379					2	5.500	11.721	2.131
2.750												

Tablo değerleri, sayfanın devamındaki tablolarda seçilen 3 firmanın çeşitli güçlerdeki türbinlerinin yıllık enerji üretim değerleri; VESTAS firması 'Enerji Hesaplayıcısı' aracılığıyla bulunmuş ve özet değerler yukarıda listelenmiştir. Güç başına enerji üretimi açısından 4 adet 1,5 MW NORDEX , 4 adet 1,5 MW NEG MICON veya 3 adet 2 MW VESTAS türbinlerinden birinin tercih edilmesi önerilmektedir.

Ek D Rüzgar Türbini Güç Hesaplamaları özet tablosu

Rüzgar Türbini Güç Hesaplayıcısı

<http://www.talentfactory.dk/en/tour/wres/pow/index.htm> adresinde bulunan Danish Wind Industry Association (Danimarka Rüzgar Endüstrisi Birliği) tarafından kullanılan hesaplayıcıyı kullanarak, kurulacak en uygun türbin seçimi sağlanmıştır.

Bu hesaplayıcıyı kullanırken türbin yüksekliği için 340 m verisi kullanılmış, Weibull parametresi 2 kabul edilmiş ve çeşitli türbinler (VESTAS V80 2000/8 onshore), türbin güç değerleri (2000 kW), kanat çapları (80 m.) ve kanat yükseklikleri (80m.) değerleri girilerek uygun türbin seçimi yapılmıştır.

Bu hesaplamalar için kullanılan örnekler Ek D devamında gösterilmektedir.

HESAPLAYICI

Air Density Data

15 °C temp at 340 m altitude (= 101.32 kPa pressure) 1.2256 kg/m³ density

Wind Distribution Data for Site

2 Weibull shape parameter

7 m/s mean = 7.9 Weibull scale parameter

50 m height, Roughness length 0.055 m = class 1.5

Wind Turbine Data

Vestas V80 2000/80 onshore 2000 kW

5 m/s cut in wind speed, 25 m/s cut out wind speed

80 m rotor diameter, 80 m hub height Std Heights

Ek D Rüzgar Türbini Güç Hesaplayıcı (devamı)

Wind Turbine Power Calculator

Do not operate the form until this page and its programme have loaded completely.

CALCULATOR

Site Data

Air Density Data

°C temp at m altitude (= kPa pressure) kg/m³ density

Wind Distribution Data for Site

Weibull shape parameter
 m/s mean = Weibull scale parameter
 m height, Roughness length m = class

Wind Turbine Data kW

m/s cut in wind speed, m/s cut out wind speed
 m rotor diameter, m hub height

Note: Hub height differs from wind measurement height

Site Power Input Results

Power input* W/m² rotor area
 Max. power input at* m/s
 Mean hub ht wind speed* m/s

Turbine Power output Results

Power output* W/m² rotor area
 Energy output* kWh/m²/year
 Energy output* kWh/year
 Capacity factor* per cent

Wind Turbine Power Curve

m/s.....kW		m/s.....kW		m/s.....kW	
1	0	11	697	21	1011
2	0	12	794	22	1000
3	0	13	885	23	990
4	14	14	999	24	980
5	51	15	1082	25	970
6	105	16	1090	26	0
7	179	17	1086	27	0
8	297	18	1033	28	0
9	427	19	1025	29	0
10	548	20	1021	30	0

Wind Turbine Power Calculator

Do not operate the form until this page and its programme have loaded completely.

CALCULATOR

Site Data

Air Density Data
 °C temp at m altitude (= kPa pressure) kg/m³ density

Wind Distribution Data for Site

Weibull shape parameter
 m/s mean = Weibull scale parameter
 m height, Roughness length m = class

Wind Turbine Data kW
 m/s cut in wind speed, m/s cut out wind speed
 m rotor diameter, m hub height

Site Power Input Results

Power input* W/m² rotor area
 Max. power input at* m/s
 Mean hub ht wind speed* m/s

Turbine Power output Results

Power output* W/m² rotor area
 Energy output* kWh/m²/year
 Energy output* kWh/year
 Capacity factor* per cent

Wind Turbine Power Curve

m/s.....kW		m/s.....kW		m/s.....kW	
1	0	11	444	21	592
2	0	12	533	22	590
3	2	13	584	23	580
4	17	14	618	24	575
5	45	15	619	25	570
6	72	16	618	26	0
7	124	17	619	27	0
8	196	18	620	28	0
9	277	19	610	29	0
10	364	20	594	30	0

Wind Turbine Power Calculator

Do not operate the form until this page and its programme have loaded completely.

CALCULATOR

Site Data

Air Density Data

°C temp at m altitude (= kPa pressure) kg/m³ density

Wind Distribution Data for Site

Weibull shape parameter
 m/s mean = Weibull scale parameter
 m height, Roughness length m = class

Wind Turbine Data kW

m/s cut in wind speed, m/s cut out wind speed
 m rotor diameter, m hub height

Note: Hub height differs from wind measurement height

Site Power Input Results

Power input* W/m² rotor area

Max. power input at* m/s

Mean hub ht wind speed* m/s

Turbine Power output Results

Power output* W/m² rotor area

Energy output* kWh/m²/year

Energy output* kWh/year

Capacity factor* per cent

Wind Turbine Power Curve

m/s.....kW		m/s.....kW		m/s.....kW	
1	0	11	1590	21	2000
2	0	12	1823	22	2000
3	0	13	1945	23	2000
4	44.1	14	1988	24	2000
5	135	15	1998	25	2000
6	261	16	2000	26	0
7	437	17	2000	27	0
8	669	18	2000	28	0
9	957	19	2000	29	0
10	1279	20	2000	30	0

Wind Turbine Power Calculator

Do not operate the form until this page and its programme have loaded completely.

CALCULATOR

Site Data

Air Density Data

°C temp at m altitude (= kPa pressure) kg/m³ density

Wind Distribution Data for Site

Weibull shape parameter
 m/s mean = Weibull scale parameter
 m height, Roughness length m = class

Wind Turbine Data kW

m/s cut in wind speed, m/s cut out wind speed
 m rotor diameter, m hub height

Note: Hub height differs from wind measurement height

Site Power Input Results

Power input* W/m² rotor area
 Max. power input at* m/s
 Mean hub ht wind speed* m/s

Turbine Power output Results

Power output* W/m² rotor area
 Energy output* kWh/m²/year
 Energy output* kWh/year
 Capacity factor* per cent

Wind Turbine Power Curve

m/s.....kW		m/s.....kW		m/s.....kW	
1	0	11	1064	21	1650
2	0	12	1258	22	1650
3	0	13	1425	23	1650
4	15.2	14	1549	24	1650
5	79.3	15	1616	25	1650
6	167	16	1641	26	0
7	286	17	1650	27	0
8	445	18	1650	28	0
9	640	19	1650	29	0
10	854	20	1650	30	0

Wind Turbine Power Calculator

Do not operate the form until this page and its programme have loaded completely.

CALCULATOR

Site Data

Air Density Data

°C temp at m altitude (= kPa pressure) kg/m³ density

Wind Distribution Data for Site

Weibull shape parameter

m/s mean = Weibull scale parameter

m height, Roughness length m = class

Wind Turbine Data kW

m/s cut in wind speed, m/s cut out wind speed

m rotor diameter, m hub height

Site Power Input Results

Power input* W/m² rotor area

Max. power input at* m/s

Mean hub ht wind speed* m/s

Turbine Power output Results

Power output* W/m² rotor area

Energy output* kWh/m²/year

Energy output* kWh/year

Capacity factor* per cent

Wind Turbine Power Curve

m/s.....kW		m/s.....kW		m/s.....kW	
1	0	11	450	21	0
2	0	12	514	22	0
3	0	13	558	23	0
4	0	14	582	24	0
5	30.4	15	594	25	0
6	77.3	16	598	26	0
7	135	17	600	27	0
8	206	18	600	28	0
9	287	19	600	29	0
10	371	20	600	30	0

Wind Turbine Power Calculator

Do not operate the form until this page and its programme have loaded completely.

CALCULATOR

Site Data

Air Density Data

°C temp at m altitude (= kPa pressure) kg/m³ density

Wind Distribution Data for Site

Weibull shape parameter
 m/s mean = Weibull scale parameter
 m height, Roughness length m = class

Wind Turbine Data kW

m/s cut in wind speed, m/s cut out wind speed
 m rotor diameter, m hub height

Note: Hub height differs from wind measurement height

Site Power Input Results

Power input* W/m² rotor area
 Max. power input at* m/s
 Mean hub ht wind speed* m/s

Turbine Power output Results

Power output* W/m² rotor area
 Energy output* kWh/m²/year
 Energy output* kWh/year
 Capacity factor* per cent

Wind Turbine Power Curve

m/s.....kW		m/s.....kW		m/s.....kW	
1	0	11	671	21	850
2	0	12	759	22	850
3	0	13	811	23	850
4	25.5	14	836	24	850
5	67.4	15	846	25	850
6	125	16	849	26	0
7	203	17	850	27	0
8	304	18	850	28	0
9	425	19	850	29	0
10	554	20	850	30	0

Wind Turbine Power Calculator

Do not operate the form until this page and its programme have loaded completely.

CALCULATOR

Site Data

Air Density Data

°C temp at m altitude (= kPa pressure) kg/m³ density

Wind Distribution Data for Site

Weibull shape parameter
 m/s mean = Weibull scale parameter
 m height, Roughness length m = class

Wind Turbine Data kW

m/s cut in wind speed, m/s cut out wind speed
 m rotor diameter, m hub height

Note: Hub height differs from wind measurement height

Site Power Input Results

Power input* W/m² rotor area
 Max. power input at* m/s
 Mean hub ht wind speed* m/s

Turbine Power output Results

Power output* W/m² rotor area
 Energy output* kWh/m²/year
 Energy output* kWh/year
 Capacity factor* per cent

Wind Turbine Power Curve

m/s.....kW		m/s.....kW		m/s.....kW	
1	0	11	1658	21	2500
2	0	12	1984	22	2500
3	0	13	2264	23	2500
4	15	14	2450	24	2500
5	120	15	2450	25	2500
6	248	16	2470	26	0
7	429	17	2500	27	0
8	662	18	2500	28	0
9	964	19	2500	29	0
10	1306	20	2500	30	0

Wind Turbine Power Calculator

Do not operate the form until this page and its programme have loaded completely.

CALCULATOR

Site Data

Air Density Data

°C temp at m altitude (= kPa pressure) kg/m³ density

Wind Distribution Data for Site

Weibull shape parameter

m/s mean = Weibull scale parameter

m height, Roughness length m = class

Wind Turbine Data kW

m/s cut in wind speed, m/s cut out wind speed

m rotor diameter, m hub height

Note: Hub height differs from wind measurement height

Site Power Input Results

Power input* W/m² rotor area

Max. power input at* m/s

Mean hub ht wind speed* m/s

Turbine Power output Results

Power output* W/m² rotor area

Energy output* kWh/m²/year

Energy output* kWh/year

Capacity factor* per cent

Wind Turbine Power Curve

m/s.....kW	
1	0
2	0
3	0
4	25
5	87
6	214
7	377
8	589
9	855
10	1162

m/s.....kW	
11	1453
12	1500
13	1500
14	1500
15	1500
16	1500
17	1500
18	1500
19	1500
20	1500

m/s.....kW	
21	0
22	0
23	0
24	0
25	0
26	0
27	0
28	0
29	0
30	0

Wind Turbine Power Calculator

Do not operate the form until this page and its programme have loaded completely.

CALCULATOR

Site Data

Air Density Data

°C temp at m altitude (= kPa pressure) kg/m³ density

Wind Distribution Data for Site

Weibull shape parameter

m/s mean = Weibull scale parameter

m height, Roughness length m = class

Wind Turbine Data kW

m/s cut in wind speed, m/s cut out wind speed

m rotor diameter, m hub height

Note: Hub height differs from wind measurement height

Site Power Input Results

Power input* W/m² rotor area

Max. power input at* m/s

Mean hub ht wind speed* m/s

Turbine Power output Results

Power output* W/m² rotor area

Energy output* kWh/m²/year

Energy output* kWh/year

Capacity factor* per cent

Wind Turbine Power Curve

m/s.....kW		m/s.....kW		m/s.....kW	
1	0	11	1285	21	1500
2	0	12	1426	22	1500
3	0	13	1451	23	1500
4	48	14	1480	24	1500
5	124	15	1500	25	1500
6	223	16	1500	26	0
7	356	17	1500	27	0
8	576	18	1500	28	0
9	808	19	1500	29	0
10	1058	20	1500	30	0

Wind Turbine Power Calculator

Do not operate the form until this page and its programme have loaded completely.

CALCULATOR

Site Data

Air Density Data

°C temp at m altitude (= kPa pressure) kg/m³ density

Wind Distribution Data for Site

Weibull shape parameter

m/s mean = Weibull scale parameter

m height, Roughness length m = class

Wind Turbine Data kW

m/s cut in wind speed, m/s cut out wind speed

m rotor diameter, m hub height

Note: Hub height differs from wind measurement height

Site Power Input Results

Power input* W/m² rotor area

Max. power input at* m/s

Mean hub ht wind speed* m/s

Turbine Power output Results

Power output* W/m² rotor area

Energy output* kWh/m²/year

Energy output* kWh/year

Capacity factor* per cent

Wind Turbine Power Curve

m/s.....kW		m/s.....kW		m/s.....kW	
1	0	11	780	21	917
2	0	12	864	22	889
3	0	13	924	23	863
4	33	14	964	24	840
5	86	15	989	25	822
6	150	16	1000	26	0
7	248	17	998	27	0
8	385	18	987	28	0
9	535	19	968	29	0
10	670	20	944	30	0

Wind Turbine Power Calculator

Do not operate the form until this page and its programme have loaded completely.

CALCULATOR

Site Data

Air Density Data

°C temp at m altitude (= kPa pressure) kg/m³ density

Wind Distribution Data for Site

Weibull shape parameter
 m/s mean = Weibull scale parameter
 m height, Roughness length m = class

Wind Turbine Data kW

m/s cut in wind speed, m/s cut out wind speed
 m rotor diameter, m hub height

Site Power Input Results

Power input* W/m² rotor area
 Max. power input at* m/s
 Mean hub ht wind speed* m/s

Turbine Power output Results

Power output* W/m² rotor area
 Energy output* kWh/m²/year
 Energy output* kWh/year
 Capacity factor* per cent

Wind Turbine Power Curve

m/s.....kW		m/s.....kW		m/s.....kW	
1	0	11	576	21	571
2	0	12	662	22	573
3	0	13	724	23	580
4	13	14	755	24	590
5	48	15	742	25	604
6	95	16	691	26	0
7	168	17	637	27	0
8	259	18	600	28	0
9	362	19	581	29	0
10	472	20	573	30	0

Wind Turbine Power Calculator

Do not operate the form until this page and its programme have loaded completely.

CALCULATOR

Site Data

Air Density Data

°C temp at m altitude (= kPa pressure) kg/m³ density

Wind Distribution Data for Site

Weibull shape parameter

m/s mean = Weibull scale parameter

m height, Roughness length m = class

Site Power Input Results

Power input* W/m² rotor area

Max. power input at* m/s

Mean hub ht wind speed* m/s

Turbine Power output Results

Power output* W/m² rotor area

Energy output* kWh/m²/year

Energy output* kWh/year

Capacity factor* per cent

Wind Turbine Power Curve

m/s.....kW		m/s.....kW		m/s.....kW	
1	0	11	500	21	0
2	0	12	557	22	0
3	5	13	607	23	0
4	26	14	631	24	0
5	52	15	645	25	0
6	93	16	645	26	0
7	153	17	635	27	0
8	235	18	625	28	0
9	329	19	615	29	0
10	424	20	605	30	0

Wind Turbine Power Calculator

Do not operate the form until this page and its programme have loaded completely.

CALCULATOR

Site Data

Air Density Data

°C temp at m altitude (= kPa pressure) kg/m³ density

Wind Distribution Data for Site

Weibull shape parameter
 m/s mean = Weibull scale parameter
 m height, Roughness length m = class

Wind Turbine Data kW

m/s cut in wind speed, m/s cut out wind speed
 m rotor diameter, m hub height

Site Power Input Results

Power input* W/m² rotor area
 Max. power input at* m/s
 Mean hub ht wind speed* m/s

Turbine Power output Results

Power output* W/m² rotor area
 Energy output* kWh/m²/year
 Energy output* kWh/year
 Capacity factor* per cent

Wind Turbine Power Curve

m/s.....kW		m/s.....kW		m/s.....kW	
1	0	11	1708	21	2750
2	0	12	2055.4	22	2750
3	0	13	2349.8	23	2750
4	17.8	14	2554.2	24	2750
5	118.4	15	2667.4	25	2750
6	257.8	16	2718.5	26	0
7	447.3	17	2738.2	27	0
8	693.2	18	2745.1	28	0
9	997.7	19	2747.3	29	0
10	1345	20	2750	30	0

Site Information:
 Project: sakarya01
 Location: 340
 Elevation: 340

Sensor on channel 2:
 NRG #40 Anm. 10m m/s
 Height: 10 m Units: m/s
 Serial #: SN:

Temmuz 2006
Hourly Averages Table Ch 2
 SITE 5418
 New Site

Day	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	AVG
1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	0.9	2.2	2.8	1.4	2.1	3.8	4.4	4.4	3.3	4.2	3.7	2.5	3.5	4.2	5.2	6.5	7.8	7.2	7.1	6.8	4.4	5.8	3.2	4.0	4.1
3	1.4	3.1	3.0	2.1	4.4	6.4	7.1	5.4	5.2	4.5	4.4	4.9	4.0	4.6	5.1	5.3	6.6	6.0	6.7	5.9	5.2	4.4	3.4	2.7	4.8
4	3.8	1.6	2.5	2.1	1.0	0.7	1.3	1.8	1.9	2.3	3.0	3.0	3.3	5.0	7.1	7.8	8.7	8.4	8.0	8.2	7.6	6.3	4.8	4.8	4.3
5	4.8	3.7	3.0	3.3	3.2	2.9	3.2	3.4	3.8	3.4	3.3	3.9	4.4	5.1	5.4	6.7	7.5	6.8	7.0	7.2	6.7	5.3	2.2	3.2	4.6
6	4.4	4.5	2.2	1.6	1.7	2.2	2.8	1.9	2.2	3.5	3.7	5.0	6.6	6.8	7.3	8.5	9.4	9.8	9.9	9.4	7.4	6.0	4.3	3.7	5.2
7	2.4	2.2	2.2	2.4	2.1	2.6	2.4	1.4	1.9	3.8	4.7	5.6	6.4	7.2	7.8	8.2	8.9	8.8	8.1	7.6	5.8	4.9	4.6	5.1	4.9
8	3.6	3.8	3.1	2.9	2.3	3.0	3.0	2.4	3.3	3.7	3.9	4.6	6.7	7.9	8.7	9.6	9.1	9.4	7.3	7.1	7.2	4.9	3.9	3.4	5.2
9	3.6	2.8	2.2	2.2	2.0	1.0	0.8	0.9	1.7	2.6	4.0	4.9	7.0	9.0	8.8	10.5	9.9	8.9	9.0	8.7	7.2	7.1	6.7	5.9	5.3
10	4.2	4.0	2.7	2.8	2.5	2.3	2.3	1.5	1.3	2.7	2.5	2.8	4.2	8.4	8.9	9.1	9.7	8.8	8.4	7.9	6.6	5.7	4.3	4.0	6.7
11	3.2	2.9	3.0	2.8	3.2	2.6	2.5	1.8	2.1	3.2	3.9	4.6	5.2	7.8	7.7	7.4	7.4	7.2	7.5	6.5	5.5	5.4	5.0	4.0	4.4
12	4.2	4.0	2.7	2.8	2.5	2.3	2.3	1.5	1.3	2.7	2.5	2.8	4.2	6.0	6.9	7.0	7.4	7.3	8.1	7.3	6.1	5.2	4.1	3.8	4.4
13	3.2	2.9	3.0	2.8	3.2	2.6	2.5	1.8	2.1	3.2	3.9	4.6	5.2	7.8	7.7	7.4	7.4	7.2	7.5	6.5	5.5	5.4	5.0	4.0	4.7
14	3.4	3.2	2.7	1.9	1.9	1.4	1.9	2.1	1.7	2.1	3.3	2.7	3.2	5.0	7.0	8.0	8.9	9.1	8.7	6.9	6.1	4.7	3.9	2.9	4.3
15	2.3	3.1	3.4	2.0	1.7	1.0	1.5	1.1	0.9	1.6	3.0	3.3	3.5	5.2	6.3	6.8	7.5	8.4	7.5	6.7	6.2	4.8	4.8	4.2	4.0
16	3.4	2.4	2.8	2.6	2.4	2.1	2.2	1.2	1.2	2.2	2.5	3.5	3.9	6.5	7.7	8.8	9.8	8.2	7.7	6.4	4.8	4.5	4.3	3.4	4.3
17	2.7	2.9	2.7	1.9	1.9	2.3	1.9	2.2	2.1	2.5	2.6	2.9	4.3	6.9	7.3	8.7	9.6	9.3	7.5	7.1	6.7	4.4	3.9	3.3	4.5
18	2.9	2.9	2.4	2.3	2.6	2.1	1.2	0.9	1.4	2.0	2.8	3.8	4.1	5.2	6.7	6.4	6.8	7.0	7.1	6.0	5.4	3.5	2.8	2.3	3.8
19	1.3	1.6	1.0	0.8	1.1	0.4	2.0	1.4	1.9	2.9	1.9	3.3	3.3	5.1	6.7	7.5	8.2	8.7	8.1	7.3	6.1	4.7	3.8	3.5	3.9
20	4.5	3.7	3.4	2.8	2.6	2.0	1.3	0.9	1.1	2.3	3.6	3.5	3.9	3.7	5.1	6.4	7.3	6.9	6.5	5.7	6.1	4.5	3.9	3.3	4.0
21	3.4	3.0	2.7	2.5	2.5	2.3	2.6	2.2	2.4	3.1	3.5	4.0	4.8	6.1	7.0	7.7	8.4	8.1	7.8	7.2	6.2	5.1	4.1	3.7	4.6
22	3.4	3.0	2.7	2.5	2.5	2.3	2.6	2.2	2.4	3.1	3.5	4.0	4.8	6.1	7.0	7.7	8.4	8.1	7.8	7.2	6.2	5.1	4.1	3.7	4.6
23	4.2	4.0	2.7	2.8	2.5	2.3	2.3	1.5	1.3	2.7	2.5	2.8	4.2	6.0	6.9	7.0	7.4	7.3	8.1	7.3	6.1	5.2	4.1	3.8	4.4
24	3.2	2.9	3.0	2.8	3.2	2.6	2.5	1.8	2.1	3.2	3.9	4.6	5.2	7.8	7.7	7.4	7.4	7.2	7.5	6.5	5.5	5.4	5.0	4.0	4.7
25	3.4	3.2	2.7	1.9	1.9	1.4	1.9	2.1	1.7	2.1	3.3	2.7	3.2	5.0	7.0	8.0	8.9	9.1	8.7	6.9	6.1	4.7	3.9	2.9	4.3
26	2.3	3.1	3.4	2.0	1.7	1.0	1.5	1.1	0.9	1.6	3.0	3.3	3.5	5.2	6.3	6.8	7.5	8.4	7.5	6.7	6.2	4.8	4.8	4.2	4.0
27	3.4	2.4	2.8	2.6	2.4	2.1	2.2	1.2	1.2	2.2	2.5	3.5	3.9	6.5	7.7	8.8	9.8	8.2	7.7	6.4	4.8	4.5	4.3	3.4	4.3
28	2.7	2.9	2.7	1.9	1.9	2.3	1.9	2.2	2.1	2.5	2.6	2.9	4.3	6.9	7.3	8.7	9.6	9.3	7.5	7.1	6.7	4.4	3.9	3.3	4.5
29	2.9	2.9	2.4	2.3	2.6	2.1	1.2	0.9	1.4	2.0	2.8	3.8	4.1	5.2	6.7	6.4	6.8	7.0	7.1	6.0	5.4	3.5	2.8	2.3	3.8
30	1.3	1.6	1.0	0.8	1.1	0.4	2.0	1.4	1.9	2.9	1.9	3.3	3.3	5.1	6.7	7.5	8.2	8.7	8.1	7.3	6.1	4.7	3.8	3.5	3.9
31	4.5	3.7	3.4	2.8	2.6	2.0	1.3	0.9	1.1	2.3	3.6	3.5	3.9	3.7	5.1	6.4	7.3	6.9	6.5	5.7	6.1	4.5	3.9	3.3	4.0
AVG	3.4	3.0	2.7	2.5	2.5	2.3	2.6	2.2	2.4	3.1	3.5	4.0	4.8	6.1	7.0	7.7	8.4	8.1	7.8	7.2	6.2	5.1	4.1	3.7	4.6

Ek E Esentepe Kampüsü Rüzgar Ölçüm Değerleri

Temmuz 2006
Hourly Averages Table Ch 1
 SİTE 5418
 New Site

Sensor on channel 1:
 NRG #40C Anm.30m m/s
 Height: 30 m Units: m/s
 Serial #: SN:26760

Site Information:
 Project: sakarya01
 Location:
 Elevation: 340

Day	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	AVG
1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
2	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
3	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
4	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
5	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
6	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
7	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
8	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
9	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
10	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
11	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
12	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
13	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
14	1.5	1.0	2.5	2.9	1.7	2.3	3.6	4.5	3.2	4.1	3.5	2.7	3.5	4.3	5.7	7.2	8.7	7.9	7.6	8.0	5.2	6.0	3.4	4.1	4.4
15	4.5	3.3	3.6	2.9	4.9	6.8	7.9	6.0	5.4	4.3	4.5	4.8	4.1	4.8	5.3	5.6	7.3	6.4	7.1	6.4	5.9	5.2	3.8	3.1	5.2
16	4.6	1.0	1.6	2.7	2.3	1.1	0.7	1.3	1.7	1.9	2.3	3.1	3.3	5.2	7.3	8.4	9.0	8.9	8.6	9.1	8.3	6.8	5.3	5.3	4.6
17	5.5	4.1	3.5	3.7	3.4	3.3	3.5	3.5	3.9	3.4	3.3	4.0	4.5	5.2	5.5	7.0	7.7	7.0	7.5	7.7	7.4	6.3	2.7	3.7	4.9
18	4.9	5.3	2.5	1.4	1.7	2.6	3.1	2.0	2.1	3.5	3.6	5.0	6.7	7.0	7.6	8.7	9.8	10.5	10.8	10.0	7.8	6.5	4.9	4.1	5.5
19	3.0	2.3	2.4	2.8	2.6	3.5	2.7	1.1	1.9	3.8	4.6	5.6	6.6	7.3	8.1	8.4	9.1	9.2	8.5	7.6	6.0	5.2	5.0	5.5	5.1
20	4.4	4.4	4.2	3.9	2.9	2.6	3.2	2.4	3.2	3.6	3.9	4.7	7.0	8.2	8.7	9.9	9.4	9.4	7.6	7.4	8.0	5.5	4.2	3.8	5.5
21	4.2	3.5	3.0	2.6	2.3	0.9	0.7	0.7	1.4	2.5	3.9	5.0	7.4	9.5	9.1	10.7	10.3	9.6	9.4	8.9	7.5	7.2	7.0	6.4	5.6
22	5.3	5.9	6.0	5.5	5.9	5.8	7.2	6.2	7.1	7.7	7.5	8.2	8.4	8.7	9.4	9.7	10.1	9.3	8.9	8.4	7.4	6.4	4.8	4.3	7.3
23	4.6	4.4	3.2	3.1	2.9	3.0	2.7	1.7	1.3	2.5	2.5	2.9	4.3	6.3	7.1	7.4	7.8	7.6	8.3	7.6	6.6	5.8	4.5	3.9	4.7
24	3.5	3.2	3.4	3.2	3.4	2.8	3.2	2.1	2.2	3.2	4.0	4.6	5.3	8.2	7.9	7.6	7.7	7.6	7.9	6.7	6.0	5.8	5.4	4.3	5.0
25	3.7	3.6	2.9	2.1	1.8	1.3	2.1	2.4	1.6	2.0	3.2	2.7	3.2	5.2	7.7	8.5	9.6	9.7	9.5	7.5	6.7	4.9	4.0	3.0	4.5
26	2.7	3.1	3.6	2.7	2.1	1.5	1.6	1.5	0.6	1.4	3.0	3.2	3.5	5.3	6.6	7.4	8.1	9.0	8.3	7.3	6.8	5.3	5.5	5.1	4.4
27	3.9	2.7	2.9	2.9	2.8	2.6	2.3	1.3	1.0	2.0	2.4	3.5	4.1	6.9	7.9	9.0	10.3	8.7	8.4	7.0	5.1	4.8	4.5	3.6	4.6
28	2.9	3.1	3.4	2.4	1.9	2.1	2.6	2.8	2.1	2.4	2.6	2.9	4.2	7.4	7.8	9.4	9.8	9.5	7.7	7.3	7.3	4.9	4.3	3.7	4.8
29	3.4	3.2	2.8	2.1	2.9	2.5	1.8	1.2	1.1	1.9	2.7	3.8	4.2	5.3	6.7	6.5	6.9	7.0	7.0	6.2	5.9	4.0	3.0	2.2	3.9
30	1.3	1.3	1.0	0.9	1.5	0.4	2.0	2.1	1.8	2.8	1.8	3.3	3.3	5.1	6.9	7.5	8.5	9.1	8.7	7.7	6.6	4.9	3.9	3.5	4.0
31	4.4	3.7	3.5	2.9	2.8	2.2	1.2	0.6	0.9	2.2	3.5	3.5	3.9	3.7	5.3	6.7	7.6	7.4	6.9	6.3	6.9	5.4	4.8	3.5	4.2
AVG	3.8	3.3	3.1	2.8	2.8	2.6	2.9	2.4	2.4	3.1	3.5	4.1	4.9	6.3	7.3	8.1	8.8	8.6	8.3	7.6	6.7	5.6	4.5	4.1	4.9

Generated 27 Eylül 2006 Çarşamba
 Total 10-minute intervals: 4464 Intervals used in calculations: 2592 Percent data used: 58.1
 NRG Systems SDR Version 5.08

Eylül 2006
Hourly Averages Table Ch 2
 SITE: 5418
 New Site

Sensor on channel 2:
 NRG #40 Anm.10m m/s
 Height: 10 m Units: m/s
 Serial #: SN:

Site Information:
 Project: sakarya01
 Location:
 Elevation: 340

Day	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	AVG
1	4.3	1.4	3.0	1.3	2.3	2.7	2.5	1.7	0.6	1.7	0.7	1.6	2.3	1.0	1.7	2.1	1.9	2.4	1.0	2.2	2.2	3.3	4.9	4.2	2.2
2	4.3	3.3	5.3	6.2	5.2	5.7	6.1	7.6	6.8	7.6	7.7	8.3	7.5	7.6	8.2	6.5	5.5	5.7	6.7	7.2	7.2	8.3	7.4	5.3	6.5
3	3.6	2.0	3.2	2.6	3.0	2.5	1.4	1.6	1.2	1.8	0.7	0.7	2.1	2.5	2.6	3.3	6.0	6.3	6.2	4.9	3.6	2.9	2.2	1.9	2.9
4	1.4	0.7	0.4	1.4	2.3	0.9	1.4	1.1	1.0	1.1	1.3	2.0	2.8	3.1	2.6	2.0	2.1	1.6	2.9	3.2	1.7	2.7	4.2	3.2	2.0
5	2.4	1.3	1.4	2.5	7.5	7.9	8.3	7.9	7.8	3.1	3.3	2.2	3.1	3.8	2.9	2.9	4.6	5.4	6.5	5.2	1.5	2.4	3.1	3.6	4.2
6	3.3	1.0	3.2	8.1	7.8	6.1	6.5	6.1	3.7	3.4	3.5	5.4	6.4	5.7	5.8	7.2	7.4	8.1	9.0	6.6	4.4	3.8	3.4	4.0	5.4
7	2.9	3.3	3.6	4.6	5.0	4.0	4.2	4.0	4.2	2.9	2.9	3.4	3.3	5.3	6.7	7.6	7.8	8.3	7.8	5.2	4.8	4.5	3.4	3.3	4.7
8	3.1	2.9	2.4	2.1	1.3	1.8	1.2	1.2	0.9	1.8	2.9	3.0	3.8	4.3	5.5	7.3	7.4	7.6	7.1	6.4	5.2	4.6	4.2	4.1	3.7
9	3.7	3.1	1.9	0.6	0.4	1.2	1.2	2.7	4.8	5.8	7.4	7.9	9.5	9.1	10.5	9.2	9.1	8.5	8.4	7.5	6.8	6.3	6.0	5.8	6.3
10	3.9	4.4	4.3	4.4	3.5	3.1	3.1	2.7	4.8	5.8	7.4	7.9	9.5	9.1	10.5	9.2	9.1	8.5	8.4	7.5	6.8	6.3	6.0	5.8	6.3
11	4.7	3.7	3.0	1.2	0.7	1.8	0.9	1.2	1.6	2.0	3.1	3.8	6.4	9.0	8.7	8.2	8.3	7.9	7.2	5.6	4.5	3.8	3.4	2.5	4.3
12	2.0	2.9	3.0	2.6	2.3	2.5	2.3	2.5	1.1	2.7	3.2	3.3	5.0	6.5	6.9	7.4	7.8	7.9	7.2	6.2	5.3	4.7	4.0	2.5	4.2
13	1.7	0.8	1.2	1.8	1.2	1.5	1.6	2.2	2.4	2.2	2.1	2.8	3.4	4.8	6.5	7.7	7.9	8.7	8.8	6.6	5.5	4.4	4.6	5.3	4.0
14	4.1	3.2	4.3	5.6	2.8	1.9	3.5	3.6	2.3	2.0	3.6	3.0	4.3	4.8	6.5	7.7	7.9	8.7	8.8	6.6	5.5	4.4	4.6	5.3	4.0
15	2.4	1.2	2.1	3.0	2.2	1.6	1.2	1.1	0.9	1.5	2.2	2.8	3.7	3.8	4.2	6.4	8.1	8.7	8.5	9.0	8.1	7.2	5.0	3.2	4.8
16	2.2	2.9	2.7	1.4	0.9	0.6	0.8	0.8	0.6	2.0	3.5	4.2	5.8	7.0	7.2	7.6	7.4	8.0	6.9	5.2	4.3	4.4	3.9	3.8	3.9
17	3.2	2.4	1.1	1.1	0.6	1.8	1.6	2.6	3.0	3.4	2.9	2.8	3.7	3.8	4.8	6.0	6.2	6.6	6.9	7.2	5.3	3.4	2.0	0.9	3.5
18	2.2	1.7	1.9	1.5	2.3	1.9	3.1	0.8	1.5	1.0	1.4	1.7	2.0	2.1	3.4	6.4	6.8	5.8	5.0	3.1	2.9	3.5	2.9	4.4	2.9
19	4.0	2.3	1.8	4.2	4.2	3.3	6.5	5.4	3.7	8.5	4.6	6.0	3.8	2.9	2.6	3.5	2.6	5.5	5.4	5.0	3.2	2.0	0.7	0.4	3.8
20	1.1	2.5	2.7	2.6	2.6	2.0	1.5	0.5	0.7	1.5	1.8	3.1	2.9	3.2	3.4	6.5	6.7	6.2	5.6	5.3	5.3	5.0	4.1	2.7	3.3
21	3.2	3.8	2.3	1.3	1.1	2.9	2.2	2.8	3.7	6.4	3.9	2.9	2.0	3.8	5.1	6.1	5.9	3.9	6.2	5.6	5.3	5.0	4.1	2.7	3.5
22	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
23	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
24	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
25	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
26	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
27	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
28	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
29	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
30	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
AVG	3.1	2.4	2.6	2.9	2.9	2.7	2.9	2.8	2.6	3.1	3.1	3.5	4.2	4.8	5.4	6.1	6.4	6.6	6.5	5.5	4.4	4.0	3.6	3.4	4.0

Generated 27 Eylül 2006 CarPamba
 Total 10-minute intervals: 4320 Intervals used in calculations: 2988 Percent data used: 69.2
 NRG Systems SDR Version 5.08

Ek E Esentepe Kampüsü Rüzgar Ölçüm Değerleri (devamı)

Site Information:

Project: sakarya01
Location:
Elevation: 340

Sensor on channel 2:

NRG #40 Anm..10m m/s
Height: 10 m Units: m/s
Serial #: SN:

Ağustos 2006**Hourly Averages Table Ch 2**

SITE 5418
New Site

Day	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	AVG
1	3.5	3.2	2.3	2.1	1.4	1.5	1.4	0.6	1.3	2.2	3.0	3.2	3.8	4.5	6.4	6.8	8.1	8.2	8.0	7.1	5.8	3.5	3.4	2.1	3.9
2	3.3	3.0	1.6	3.1	1.9	1.3	0.5	0.6	1.3	1.9	2.8	3.2	3.0	3.2	4.0	5.6	7.5	8.1	7.8	6.3	5.2	4.8	3.8	2.7	3.6
3	1.2	2.0	1.1	0.5	0.8	1.5	1.5	1.4	2.5	2.2	2.8	3.3	3.5	4.1	5.4	6.4	6.8	7.1	6.8	5.4	4.8	5.1	3.3	4.4	3.5
4	2.8	1.6	1.3	0.5	1.1	2.4	2.1	3.7	3.8	2.8	2.1	2.4	2.9	3.4	3.7	5.1	5.4	6.5	5.7	4.5	3.5	1.9	1.0	2.2	3.0
5	2.6	2.6	4.1	5.4	4.1	3.8	3.7	3.8	3.0	3.3	2.8	1.9	2.6	3.7	3.8	6.1	7.5	6.1	4.7	2.6	1.5	0.8	1.4	1.0	3.5
6	2.7	2.6	3.1	3.0	2.6	2.4	3.9	3.3	1.5	1.4	2.0	3.0	2.9	3.6	3.7	5.9	7.2	7.9	7.9	5.7	6.1	5.3	4.0	3.6	4.0
7	2.2	2.4	1.8	1.6	2.3	3.4	2.0	0.9	1.3	1.4	2.3	3.1	2.5	3.6	5.2	6.2	7.4	7.8	5.7	4.9	3.9	3.1	3.6	1.5	3.3
8	0.8	0.5	0.9	1.3	1.8	2.4	2.0	1.3	1.4	1.5	3.1	6.6	4.9	3.5	4.3	4.1	3.5	3.6	2.5	2.2	2.3	1.6	2.1	1.6	2.5
9	0.9	1.4	1.9	1.9	1.7	1.1	1.2	1.4	0.7	3.5	4.2	4.1	4.3	5.2	6.1	7.8	7.3	7.7	6.6	5.9	5.0	4.5	3.9	2.8	3.8
10	2.7	0.7	0.8	2.0	2.0	2.7	2.9	4.1	3.0	2.4	2.7	3.3	3.8	5.3	5.6	6.1	7.0	6.9	6.8	6.2	4.4	2.2	1.1	2.7	3.6
11	4.0	4.2	5.0	4.2	3.2	2.7	1.3	1.1	1.9	1.4	2.0	2.5	2.4	3.7	5.1	6.2	6.6	6.0	4.1	3.0	2.7	1.2	1.8	1.3	3.2
12	0.8	5.1	4.0	3.1	2.8	2.5	2.1	1.9	2.3	3.0	3.6	4.8	6.6	7.8	7.4	7.7	8.3	8.8	8.1	7.1	6.1	4.7	4.6	3.8	4.9
13	3.0	2.2	0.8	1.0	1.5	2.5	2.9	2.5	1.5	2.8	4.3	5.0	5.7	6.0	7.0	7.7	7.6	7.6	8.0	7.5	5.9	5.1	4.5	3.9	4.4
14	2.7	1.9	2.2	2.4	1.7	1.5	1.3	2.4	1.4	1.7	2.3	2.8	3.0	4.3	4.4	4.5	5.1	5.4	6.5	6.1	6.4	4.9	2.4	1.4	3.3
15	1.3	1.3	0.9	1.1	0.7	0.6	1.0	1.0	0.7	1.5	2.1	2.6	4.1	5.5	4.9	6.4	8.6	9.2	9.3	8.1	6.6	5.0	3.6	3.3	3.7
16	3.6	3.3	3.3	3.3	2.8	2.8	3.1	2.3	2.2	3.9	4.3	5.2	5.9	6.6	6.1	7.3	6.5	6.8	7.0	6.1	5.1	4.7	3.9	3.0	4.5
17	2.6	1.8	1.5	1.8	1.4	1.0	1.2	0.6	0.8	1.8	2.8	3.3	3.7	5.5	7.2	7.9	8.5	7.4	7.8	8.3	6.2	4.5	3.6	3.9	4.0
18	4.5	4.3	4.0	3.8	4.1	3.9	3.4	4.1	4.5	5.1	5.8	5.8	6.7	7.8	9.7	9.5	10.3	9.2	7.2	6.9	6.1	5.5	4.9	3.9	5.9
19	2.4	3.1	2.3	2.5	3.3	2.8	1.7	1.8	1.8	2.1	3.4	3.3	3.5	5.8	7.8	8.2	7.9	8.1	7.8	6.9	5.3	4.6	4.8	3.1	4.3
20	1.9	1.4	0.5	0.4	0.8	1.1	0.6	1.0	1.4	1.8	1.5	2.7	3.0	4.3	7.4	8.0	7.6	8.3	5.6	5.3	4.9	2.8	1.5	0.7	3.1
21	1.2	1.4	1.7	2.2	4.0	4.2	4.4	3.9	4.2	3.2	2.3	2.0	2.7	2.5	2.7	3.4	5.9	6.0	6.3	4.2	3.6	4.0	4.0	2.2	3.4
22	1.9	3.3	4.3	3.8	2.2	3.5	4.0	3.4	3.4	3.3	3.0	3.0	5.2	6.8	7.3	7.0	7.8	7.8	7.1	6.7	5.8	5.2	4.4	3.9	4.8
23	3.8	3.7	4.3	3.3	3.7	3.2	3.3	2.6	4.2	5.3	4.3	5.3	6.3	7.4	7.9	7.9	8.2	7.9	7.5	6.8	6.5	4.2	3.8	2.8	5.2
24	1.4	0.9	2.4	1.0	0.6	1.1	0.4	0.6	1.1	1.1	2.7	3.1	4.2	5.8	7.3	7.6	7.6	8.3	7.3	6.6	5.2	4.4	3.5	2.3	3.6
25	2.5	1.6	0.7	0.6	0.5	1.5	1.8	2.0	1.8	2.4	2.6	3.2	5.4	6.7	6.8	8.2	8.3	7.7	7.7	6.7	4.6	3.5	2.9	2.7	3.8
26	2.1	2.4	1.3	0.6	0.9	0.4	0.6	0.4	0.8	1.4	1.6	2.6	3.7	4.3	4.3	5.8	7.0	6.5	5.6	4.7	3.8	2.9	1.5	0.5	2.7
27	0.5	1.6	3.4	3.2	3.2	2.5	2.1	1.0	1.1	2.2	2.1	3.5	4.0	3.5	3.3	7.3	5.8	5.7	5.5	5.0	3.8	2.8	3.4	1.1	3.2
28	0.8	2.3	2.1	3.1	4.7	4.4	3.6	4.6	3.9	2.4	2.4	2.7	2.2	3.5	8.8	8.5	7.5	7.8	3.8	2.1	4.3	6.8	8.3	9.6	4.6
29	8.4	7.5	6.7	8.2	7.6	6.5	9.1	7.8	5.5	4.0	3.5	4.3	4.6	5.9	8.3	8.3	6.7	3.9	3.9	5.2	1.3	4.2	4.4	3.9	5.8
30	2.4	2.5	3.2	3.9	4.0	3.1	2.1	3.1	2.4	2.5	2.7	3.3	2.9	2.6	2.3	3.8	5.1	5.0	4.6	4.3	2.2	1.2	1.5	5.0	3.2
31	5.4	3.2	1.9	1.1	3.5	7.2	6.9	6.7	6.2	5.7	6.0	5.3	6.2	6.8	5.6	4.4	5.2	5.4	4.4	3.0	4.6	4.4	4.7	5.7	5.0
AVG	2.6	2.5	2.4	2.5	2.5	2.6	2.5	2.4	2.4	2.6	3.0	3.6	4.1	4.9	5.8	6.6	7.1	7.0	6.4	5.5	4.6	3.9	3.4	3.0	3.9

Generated 27 Eylül 2006 Çarpanba

Total 10-minute intervals: 4464 Intervals used in calculations: 4464 Percent data used: 100

NRG Systems SDR Version 5.08

Ek E Esentepe Kampüsü Rüzgar Ölçüm Değerleri (devamı)

Site Information:
Project: sakarya01
Location:
Elevation: 340

Sensor on channel 1:
NRG #40C Anm.30m m/s
Height: 30 m Units: m/s
Serial #: SN:26760

Ağustos 2006
Hourly Averages Table Ch 1
SITE 5418
New Site

Day	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	AVG
1	3.7	3.2	2.7	2.2	1.5	2.1	1.6	0.4	1.1	2.2	2.9	3.2	3.8	4.7	6.7	7.1	8.5	9.2	8.7	7.7	6.2	3.9	3.7	2.2	4.1
2	3.5	3.0	1.8	3.1	2.0	1.2	0.4	0.5	1.1	1.8	2.7	3.0	2.9	3.2	4.0	5.8	8.0	8.5	8.2	7.0	5.8	5.2	4.0	2.8	3.7
3	0.8	1.7	1.2	0.5	0.8	1.6	1.9	1.6	2.3	2.2	2.8	3.3	3.5	4.1	5.6	6.5	6.9	7.1	6.9	5.7	5.5	5.7	3.8	4.4	3.6
4	3.0	1.7	1.0	0.9	1.3	2.4	2.7	3.9	3.9	2.7	1.9	2.2	2.8	3.3	3.7	5.0	5.4	6.3	5.6	4.5	3.2	2.1	0.9	1.5	3.0
5	2.6	2.8	4.7	6.1	4.7	4.2	4.2	4.8	3.2	3.8	2.9	1.9	2.5	3.6	3.8	6.1	7.7	6.3	4.9	2.9	1.6	0.5	1.2	1.2	3.7
6	2.6	2.9	3.4	3.2	2.6	2.3	4.2	3.6	1.4	1.4	2.0	2.9	2.8	3.6	3.7	5.8	7.6	8.5	8.3	6.3	6.5	5.6	4.4	3.8	4.1
7	2.4	2.7	2.0	1.6	2.2	3.4	2.1	1.1	1.4	1.4	2.1	3.0	2.4	3.5	5.4	6.7	8.2	8.4	6.0	5.1	4.3	3.3	3.6	1.4	3.5
8	0.7	0.3	0.7	1.4	1.9	2.3	2.2	1.1	1.1	1.4	2.8	6.4	4.8	3.5	4.2	4.0	3.5	3.6	2.5	2.3	2.3	1.3	2.4	1.5	2.4
9	0.8	0.9	1.8	2.1	1.7	0.9	0.8	1.2	0.5	3.5	4.3	4.1	4.3	5.5	6.4	8.1	7.8	8.3	7.2	6.3	5.4	4.7	3.9	2.9	3.9
10	3.0	0.8	0.8	2.4	2.5	3.1	3.2	4.3	3.0	2.3	2.6	3.2	3.8	5.4	5.8	6.2	7.6	7.3	7.3	6.7	4.8	1.8	1.3	3.0	3.9
11	4.9	5.4	5.8	4.7	3.0	2.6	1.9	1.2	2.1	1.3	1.8	2.6	2.3	3.6	5.4	6.7	7.3	6.6	4.1	3.1	2.5	1.1	1.7	1.6	3.5
12	0.7	5.5	4.2	3.3	2.8	2.6	2.5	2.3	2.3	3.1	3.7	4.9	7.1	8.1	7.6	7.9	9.0	9.4	8.8	7.5	6.5	5.0	4.7	4.0	5.1
13	3.1	2.3	0.6	0.8	1.4	2.4	3.1	3.0	1.8	2.8	4.4	5.0	5.8	6.0	7.1	7.9	8.0	7.8	8.3	8.1	6.5	5.3	4.8	4.3	4.6
14	2.8	2.2	2.4	2.7	2.0	2.1	1.8	2.5	1.3	1.7	2.3	2.7	3.1	4.4	4.5	4.6	5.1	5.5	6.9	6.5	6.9	5.5	2.8	1.6	3.5
15	1.2	1.4	1.1	1.4	0.8	0.7	1.5	2.1	1.2	1.8	2.5	2.9	4.1	5.4	5.0	6.3	8.9	9.6	9.8	8.7	6.9	5.2	3.9	3.4	4.0
16	3.6	3.5	3.5	3.7	3.4	3.6	3.8	2.6	2.2	3.9	4.5	5.4	6.1	7.1	6.5	7.7	6.8	7.2	7.2	6.8	5.4	4.9	4.0	3.3	4.9
17	2.9	2.1	1.7	2.0	1.5	1.4	1.4	0.4	0.6	1.7	2.7	3.3	3.7	5.8	7.5	8.4	8.8	8.1	9.0	9.5	7.1	5.0	4.0	4.4	4.3
18	5.1	5.1	4.7	4.4	4.4	4.5	4.0	4.8	4.9	5.6	6.0	6.2	6.9	8.0	10.2	9.7	10.5	9.7	7.4	7.2	7.0	6.4	5.6	4.3	6.4
19	2.8	3.4	2.8	2.9	3.3	3.1	2.4	2.4	2.2	2.3	3.5	3.4	3.4	6.1	8.1	8.8	8.4	8.3	8.7	7.7	5.6	5.1	5.0	3.6	4.7
20	2.4	1.4	0.8	0.3	1.0	1.6	1.0	1.8	1.7	1.6	1.3	2.7	3.1	4.5	7.9	8.3	8.2	8.5	5.9	5.7	5.2	3.0	2.0	0.7	3.3
21	1.4	1.7	1.6	2.7	4.3	5.0	5.5	4.8	4.7	3.4	2.4	2.1	2.6	2.5	2.6	3.7	6.0	6.0	6.5	4.5	3.6	4.3	4.3	2.3	3.7
22	2.3	3.8	4.8	4.2	2.5	4.3	4.0	4.0	3.3	3.4	3.1	3.8	5.6	7.2	7.8	7.5	8.5	8.4	7.7	7.4	6.8	5.9	4.9	4.5	5.2
23	4.2	4.3	4.8	3.8	4.3	3.8	3.8	3.4	4.5	5.4	4.3	5.3	6.5	7.8	8.2	8.1	8.3	8.2	7.7	7.1	7.1	4.9	4.2	3.1	5.6
24	1.8	1.0	2.5	1.6	1.2	1.8	0.5	0.5	0.9	1.2	2.8	3.2	4.4	5.9	7.6	8.1	8.2	8.9	7.4	6.8	5.7	4.8	3.9	2.8	3.9
25	2.8	1.8	0.9	0.7	0.3	1.4	1.9	2.1	1.8	2.3	2.6	3.2	5.7	6.9	7.1	8.5	8.5	7.8	8.1	7.1	4.9	3.6	3.1	3.0	4.0
26	2.5	2.6	1.6	1.1	1.5	0.4	1.4	0.6	0.9	1.4	1.7	2.5	3.8	4.4	4.4	6.0	7.2	6.8	5.6	4.8	3.9	2.8	1.5	0.5	2.9
27	1.1	2.4	4.2	3.7	3.0	2.4	1.7	0.3	0.7	2.1	2.1	3.3	3.9	3.6	3.5	7.6	5.9	5.7	5.5	5.3	3.8	2.6	3.6	1.1	3.3
28	0.9	2.7	3.3	3.8	5.4	5.4	4.2	5.4	4.4	2.7	2.5	2.7	2.4	3.7	9.5	9.0	8.2	8.5	4.2	2.4	4.6	6.8	8.4	10.0	5.0
29	8.9	7.8	7.1	8.2	7.9	6.5	9.2	8.2	5.4	3.8	3.5	4.2	4.5	5.8	8.2	7.8	6.4	4.0	3.8	5.3	1.5	4.5	4.6	4.3	5.9
30	2.6	2.7	3.4	4.4	4.4	3.5	2.2	3.6	2.7	2.5	2.9	3.4	3.0	2.7	2.4	3.9	5.3	5.0	4.7	4.3	2.1	1.6	1.8	5.3	3.3
31	6.0	3.4	2.3	1.2	4.1	8.1	7.5	7.2	7.1	6.3	6.5	5.8	6.8	7.5	6.1	4.8	5.7	6.0	5.0	3.1	4.9	4.7	4.8	6.0	5.5
AVG	2.8	2.8	2.7	2.8	2.7	2.9	2.9	2.8	2.4	2.7	3.0	3.6	4.1	5.1	6.0	6.8	7.4	7.4	6.7	5.9	5.0	4.1	3.6	3.2	4.1

Generated 27 Eylül 2006 CarPamba

Total 10-minute intervals: 4464 Intervals used in calculations: 4464 Percent data used: 100

NRG Systems SDR Version 5.08

Ek E Esentepe Kampüsü Rüzgar Ölçüm Değerleri (devamı)

Site Information:

Project: sakarya01
Location:
Elevation: 340

Sensor on channel 1:

NRG #40C Anm.30m m/s
Height: 30 m Units: m/s
Serial #: SN:26760

Eylül 2006**Hourly Averages Table Ch 1**

SITE 5418
New Site

Day	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	AVG	
1	5,0	1,4	3,3	1,3	2,7	3,1	3,0	2,0	0,8	1,9	1,1	2,0	2,7	1,3	2,0	2,3	2,4	2,6	1,3	2,2	2,7	3,6	5,3	4,6	2,5	
2	4,6	3,6	5,7	6,6	5,3	6,1	6,5	7,7	6,8	7,3	7,5	8,1	7,2	7,4	8,1	6,3	5,5	5,8	6,6	7,1	7,1	8,4	7,5	5,7	6,6	
3	4,1	2,9	4,0	3,4	3,7	3,2	2,4	2,5	1,5	1,9	0,6	0,7	2,3	2,7	2,7	3,5	6,2	6,4	6,5	5,3	4,2	3,6	2,6	2,4	3,3	
4	2,0	1,3	0,3	1,5	2,6	1,2	1,6	1,4	1,0	1,1	1,5	2,0	2,8	3,1	2,5	1,9	2,2	1,8	2,9	3,2	1,8	2,9	4,2	3,3	2,1	
5	2,6	1,2	1,9	2,9	8,1	9,1	9,2	8,9	8,7	3,3	3,3	2,1	3,0	3,8	3,1	3,1	5,1	6,2	7,1	6,0	1,7	2,9	3,4	3,9	4,6	
6	3,6	1,6	3,8	8,4	7,6	6,2	6,7	6,3	4,0	3,6	3,7	5,6	6,7	5,9	6,2	7,5	7,8	8,4	9,7	7,4	5,2	4,2	3,7	4,3	5,8	
7	3,2	3,5	3,8	5,1	5,6	4,8	4,5	4,0	4,1	2,6	2,8	3,4	3,3	5,3	7,1	7,7	8,2	8,4	8,0	5,6	5,1	4,9	3,8	3,7	4,9	
8	3,5	3,3	2,6	2,4	2,3	1,6	1,9	1,8	2,0	2,0	2,8	2,8	3,3	5,2	6,0	5,7	6,6	7,3	6,9	6,2	5,1	4,7	3,0	4,3	3,9	
9	3,6	3,1	1,8	0,4	0,3	0,3	1,1	1,1	0,6	1,6	2,8	3,0	3,7	4,3	5,9	7,8	7,9	8,1	7,8	7,3	6,0	5,1	4,8	4,5	3,9	
10	4,5	5,0	5,1	5,0	4,0	3,7	3,5	3,2	5,0	6,0	7,7	8,1	9,7	9,4	11,1	9,6	9,5	8,8	8,9	7,9	7,0	6,6	6,3	6,1	6,7	
11	5,0	4,1	3,7	1,5	0,7	1,6	0,8	1,2	1,5	1,9	3,0	3,8	6,8	9,3	9,1	8,5	8,7	8,2	7,5	5,9	5,0	4,4	4,1	3,1	4,6	
12	2,3	3,3	3,4	3,0	2,7	2,8	2,7	2,9	2,3	2,5	3,0	3,4	5,1	6,6	6,9	7,6	8,0	7,9	7,6	6,5	5,4	5,1	4,4	2,7	4,4	
13	2,0	0,7	1,2	1,9	1,3	1,5	2,0	2,3	2,3	2,1	2,0	2,7	3,5	4,8	6,7	8,2	8,1	9,0	9,1	7,2	5,9	4,9	5,0	5,8	4,2	
14	4,7	3,7	5,0	6,3	3,4	2,5	4,3	4,0	2,5	1,8	3,6	3,1	4,3	6,6	8,4	8,8	8,8	8,4	8,5	7,4	5,5	3,9	3,3	3,3	5,1	
15	2,4	1,5	2,4	3,2	2,4	2,0	1,4	0,9	0,9	1,3	2,2	2,9	3,7	3,8	4,3	6,6	7,8	8,2	7,2	5,5	4,7	4,7	4,3	4,1	4,1	
16	2,2	3,2	3,1	1,7	0,9	0,6	0,6	1,0	0,5	1,9	3,4	4,3	5,9	7,4	8,0	7,9	7,6	8,2	7,6	6,2	5,1	4,2	3,3	3,0	3,7	
17	3,4	2,5	1,1	1,0	0,3	1,3	1,6	2,8	2,9	3,3	2,7	2,5	3,5	3,8	4,8	6,2	6,5	7,0	7,8	7,6	5,6	3,6	1,9	0,4	3,5	
18	1,9	1,4	1,9	1,7	2,4	2,2	3,6	0,8	1,5	0,8	1,3	1,5	1,9	2,0	3,2	6,7	7,4	6,0	5,2	2,9	2,8	3,6	3,0	5,0	2,9	
19	4,3	2,4	1,8	4,4	4,7	3,4	7,1	5,8	4,2	9,4	4,7	5,9	3,8	2,8	2,6	3,4	2,6	5,7	5,6	5,2	3,4	2,4	0,8	0,4	4,0	
20	0,9	2,2	3,1	2,6	2,8	2,3	1,5	0,3	0,4	0,8	1,7	2,9	2,8	3,1	3,3	6,9	7,1	6,8	5,9	5,7	5,7	5,8	4,5	2,9	3,4	
21	3,2	3,6	2,5	1,2	1,4	3,2	2,9	3,0	3,9	6,5	4,0	3,1	2,0	3,6	4,7	5,9	5,7	3,7	5,9	5,7	5,7	5,8	4,5	2,9	3,4	
22	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
23	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
24	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
25	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
26	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
27	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
28	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
29	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
30	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
AVG	3,3	2,6	2,9	3,1	3,1	3,0	3,3	3,0	2,7	3,0	3,1	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	6,7	6,9	6,9	5,9	4,7	4,5	4,0	3,7	4,2	

Generated 27 Eylül 2006 Çarşamba

Total 10-minute intervals: 4320 Intervals used in calculations: 2988 Percent data used: 69,2

NRG Systems SDR Version 5.08

Ek E Esentepe Kampüsü Rüzgar Ölçüm Değerleri (devamı)

Site Information:

Project: sakarya01
Location:
Elevation: 340

Sensor on channel 2:

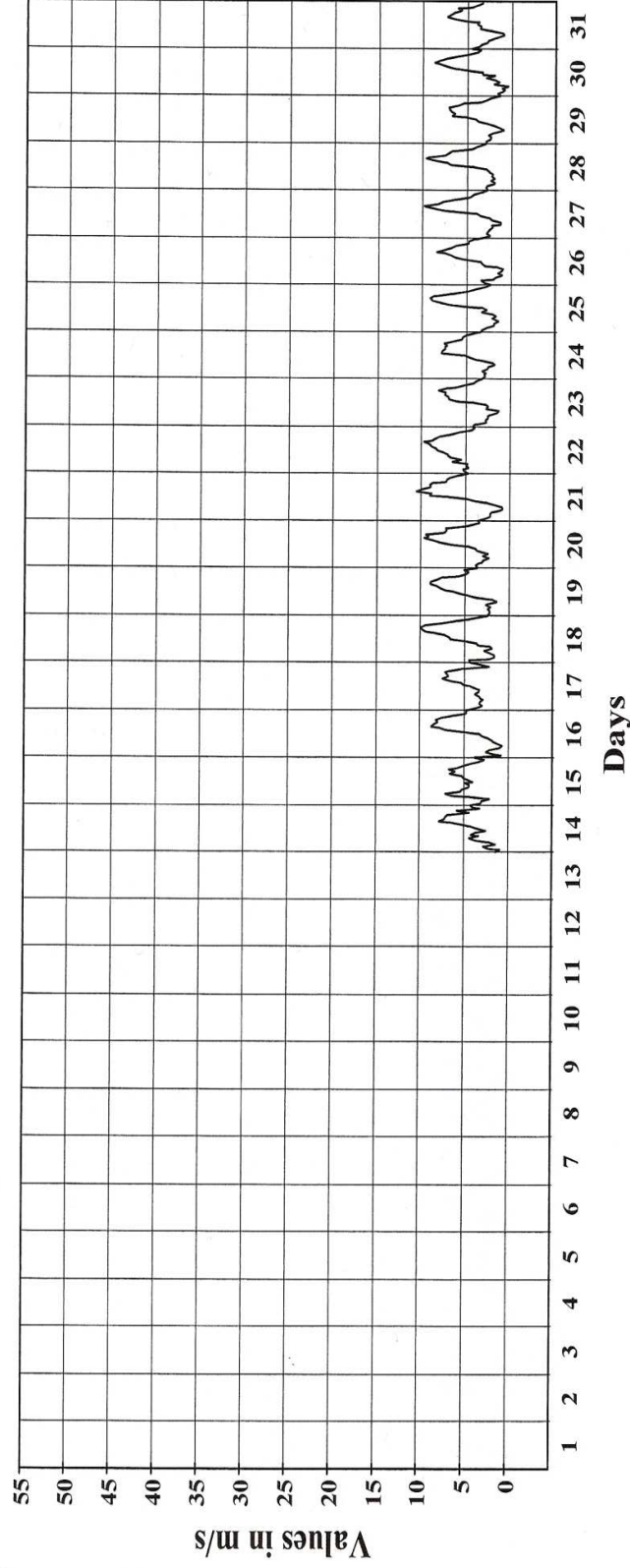
NRG #40 Ann.10m m/s
Height: 10 m
Serial #: SN:

Temmuz 2006

Hourly Averages Graph Ch 2

SITE 5418
New Site

Average Hourly Values



Average Value: 4,6

Generated 27 Eylül 2006 Çarşamba

Total 10-minute intervals: 4464 Intervals used in calculations: 2592 Percent data used: 58,1

NRG Systems SDR Version 5.08

Ek E Esentepe Kampüsü Rüzgar Ölçüm Değerleri (devamı)

Site Information:

Project: sakarya01
Location:
Elevation: 340

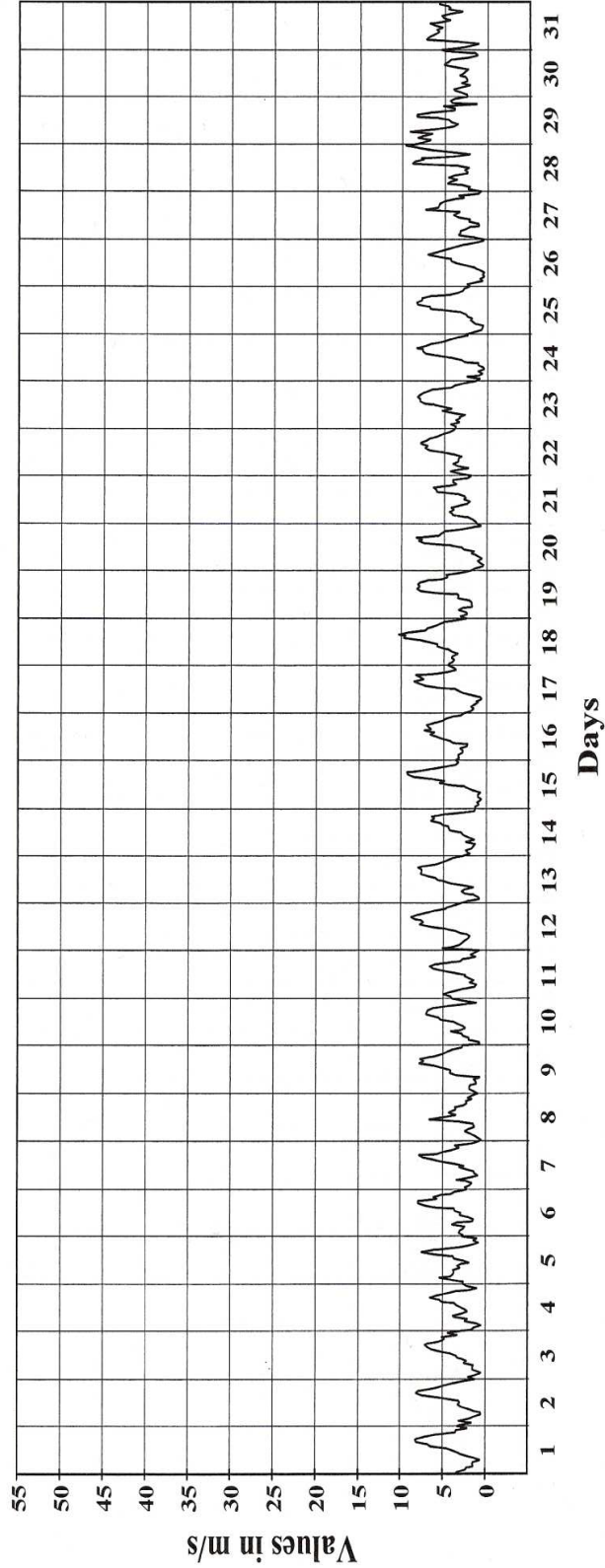
Sensor on channel 2:

NRG #40 Ann. 10m m/s
Height: 10 m
Serial #: SN:

Ağustos 2006

Hourly Averages Graph Ch 2
SITE 5418
New Site

Average Hourly Values



Average Value: 3,9

Generated 27 Eylül 2006 Carþamba

Total 10-minute intervals: 4464 Intervals used in calculations: 4464 Percent data used: 100

NRG Systems SDR Version 5.08

Ek E Esentepe Kampüsü Rüzgar Ölçüm Değerleri (devamı)

Site Information:

Project: sakarya01
Location:
Elevation: 340

Sensor on channel 2:

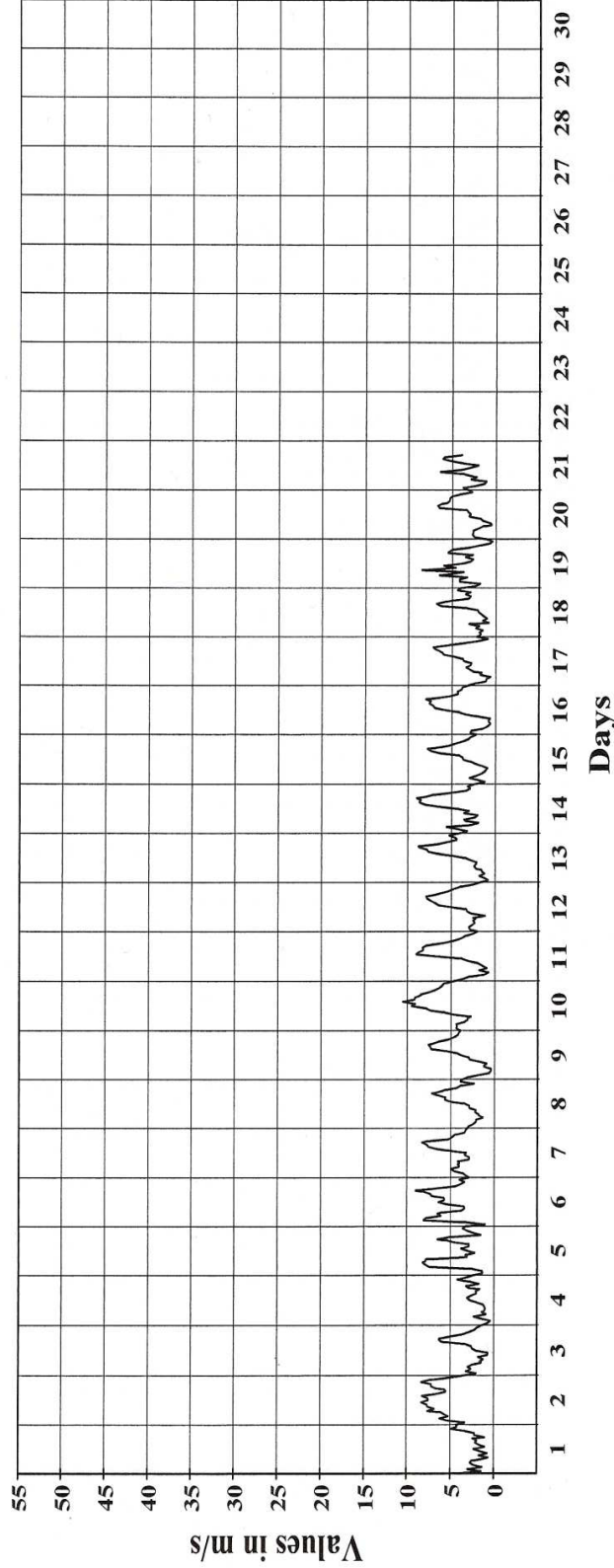
NRG #40 Anm.10m m/s
Height: 10 m
Serial #: SN:

Eylül 2006

Hourly Averages Graph Ch 2

SITE 5418
New Site

Average Hourly Values



Average Value: 4,0

Generated 27 Eylül 2006 Çarpamba

Total 10-minute intervals: 4320 Intervals used in calculations: 2988 Percent data used: 69,2

NRG Systems SDR Version 5.08

Ek E Esentepe Kampüsü Rüzgar Ölçüm Değerleri (devamı)

Site Information:

Project: sakarya01
Location: 340
Elevation: 340

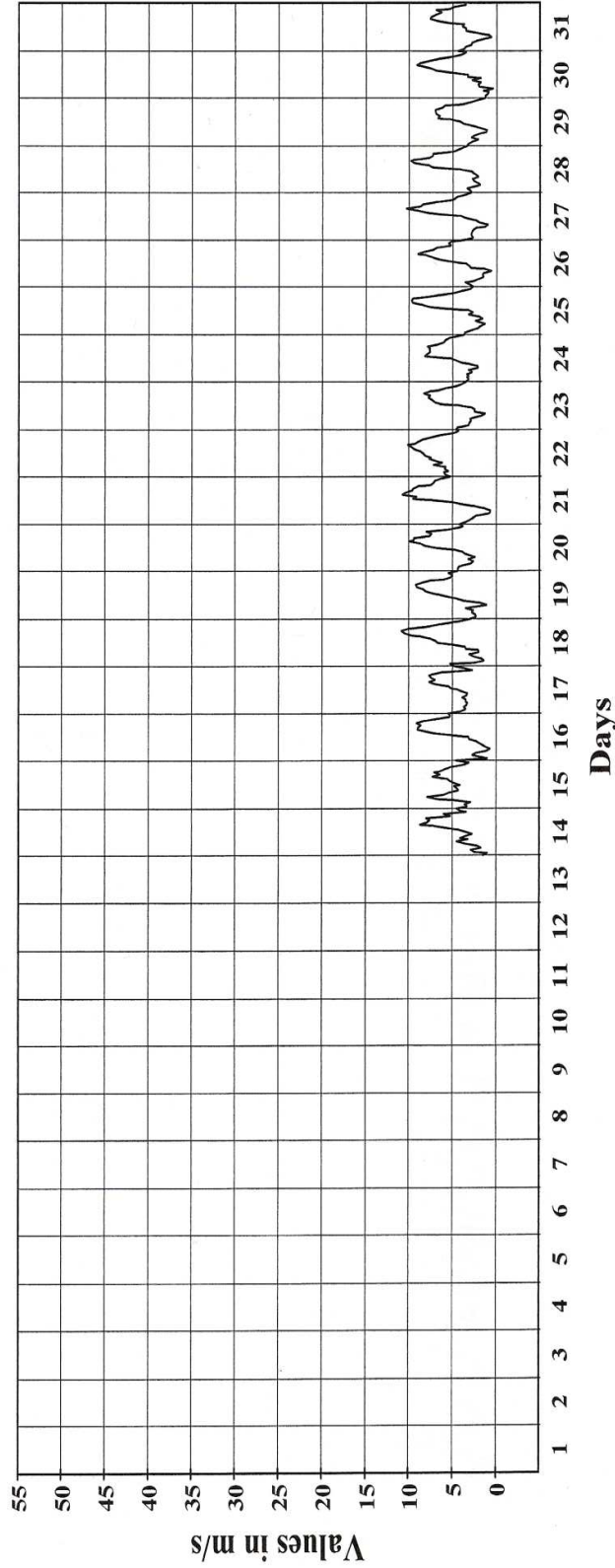
Sensor on channel 1:

NRG #40C Anm.30m m/s
Height: 30 m
Serial #: SN:26760

Temmuz 2006

Hourly Averages Graph Ch 1
SITE 5418
New Site

Average Hourly Values



Average Value: 4,9

Generated 27 Eylül 2006 Çarşamba

Total 10-minute intervals: 4464 Intervals used in calculations: 2592 Percent data used: 58,1

NRG Systems SDR Version 5.08

Ek E Esentepe Kampüsü Rüzgar Ölçüm Değerleri (devamı)

Site Information:

Project: sakarya01
Location: 340
Elevation: 340

Sensor on channel 1:

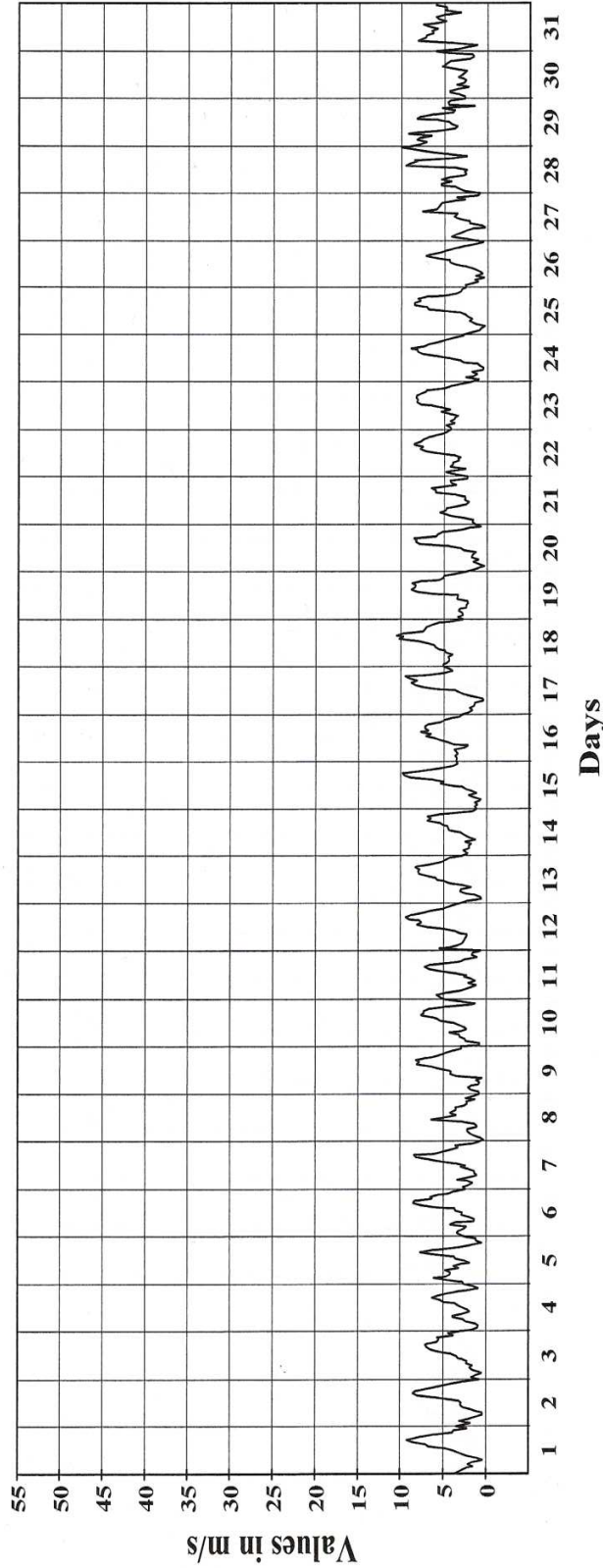
NRG #40C Ann.30m m/s
Height: 30 m
Serial #: SN:26760

Ağustos 2006

Hourly Averages Graph Ch 1

SITE 5418
New Site

Average Hourly Values



Average Value: 4,1

Generated 27 Eylül 2006 Çarşamba

Total 10-minute intervals: 4464 Intervals used in calculations: 4464 Percent data used: 100

NRG Systems SDR Version 5.08

Ek E Esentepe Kampüsü Rüzgar Ölçüm Değerleri (devamı)

Site Information:

Project: sakarya01
Location:
Elevation: 340

Sensor on channel 1:

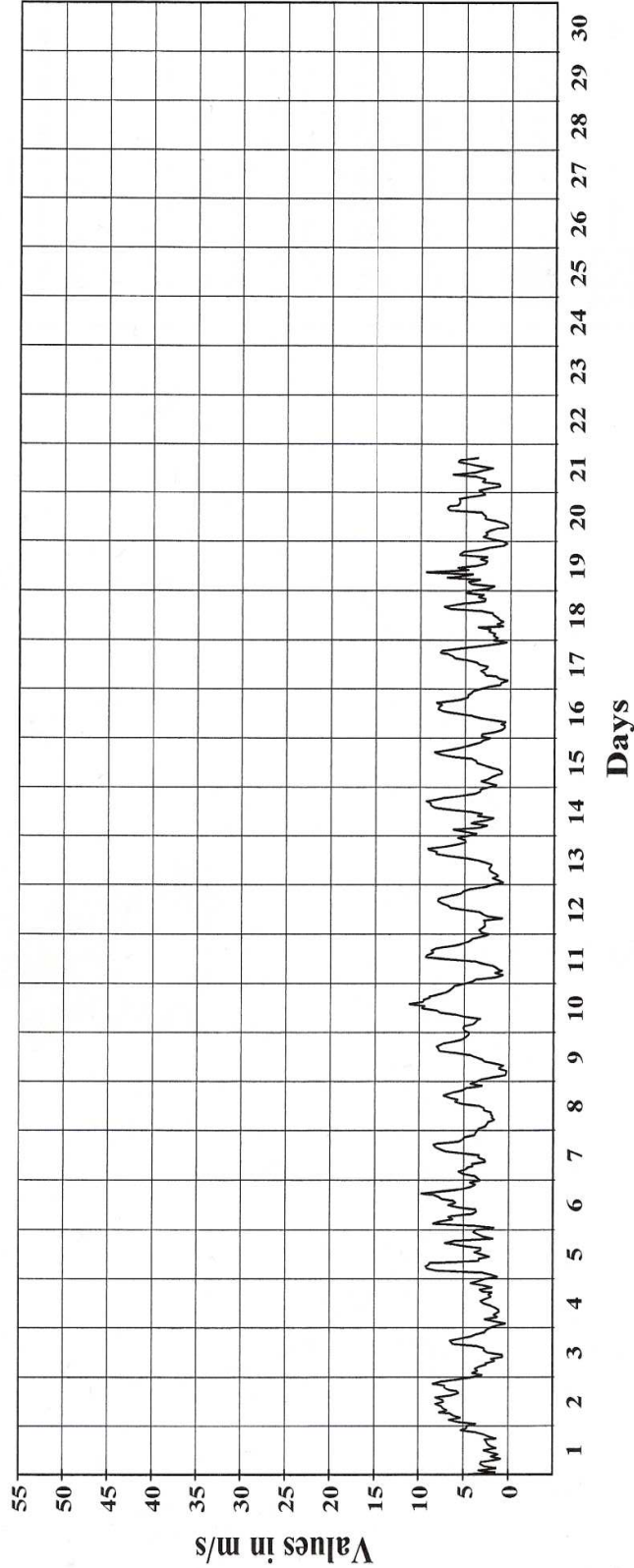
NRG #40C Ann. 30m m/s
Height: 30 m
Serial #: SN:26760

Eylül 2006

Hourly Averages Graph Ch 1

SITE 5418
New Site

Average Hourly Values



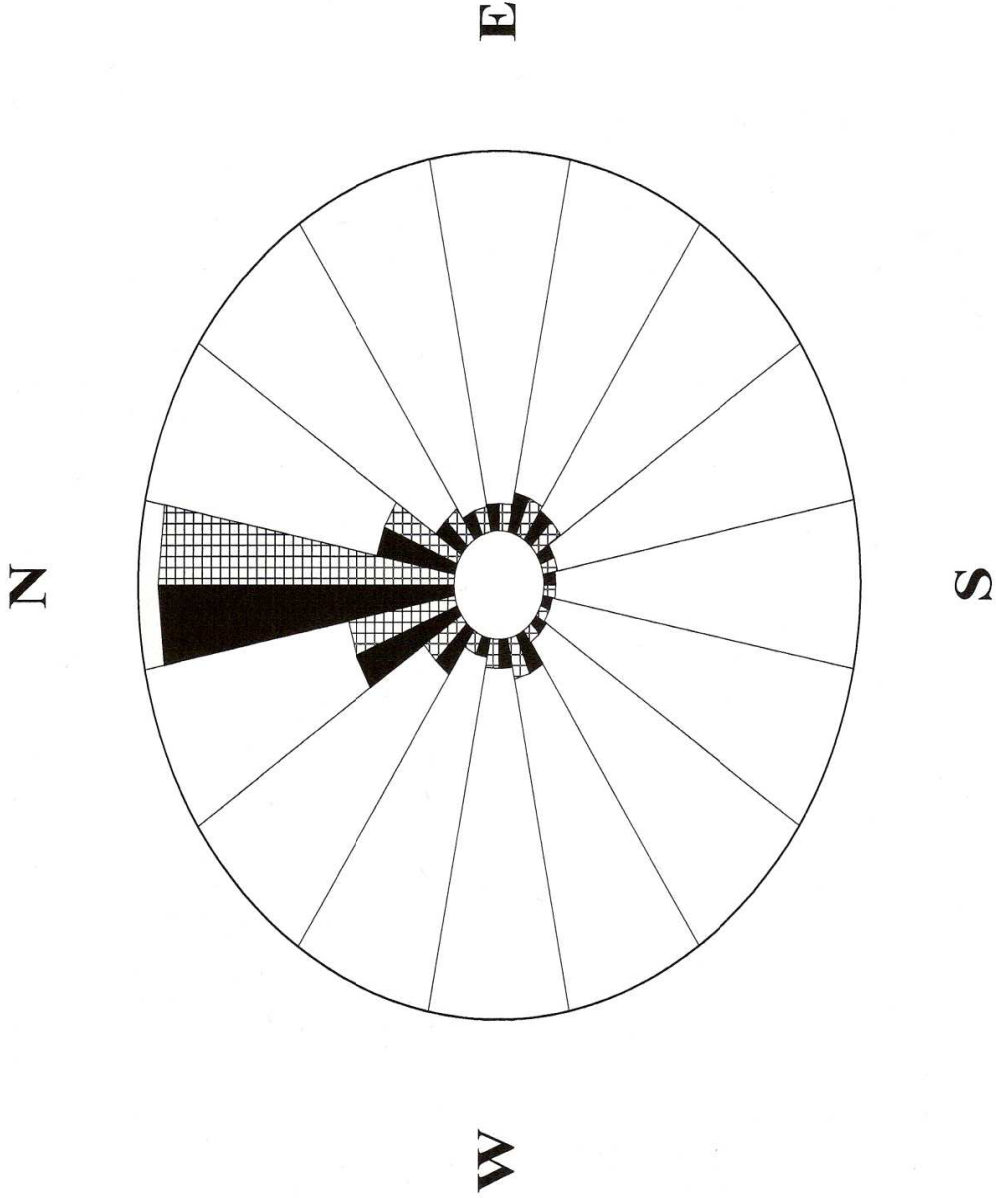
Average Value: 4,2



Generated 27 Eylül 2006 Çarşamba

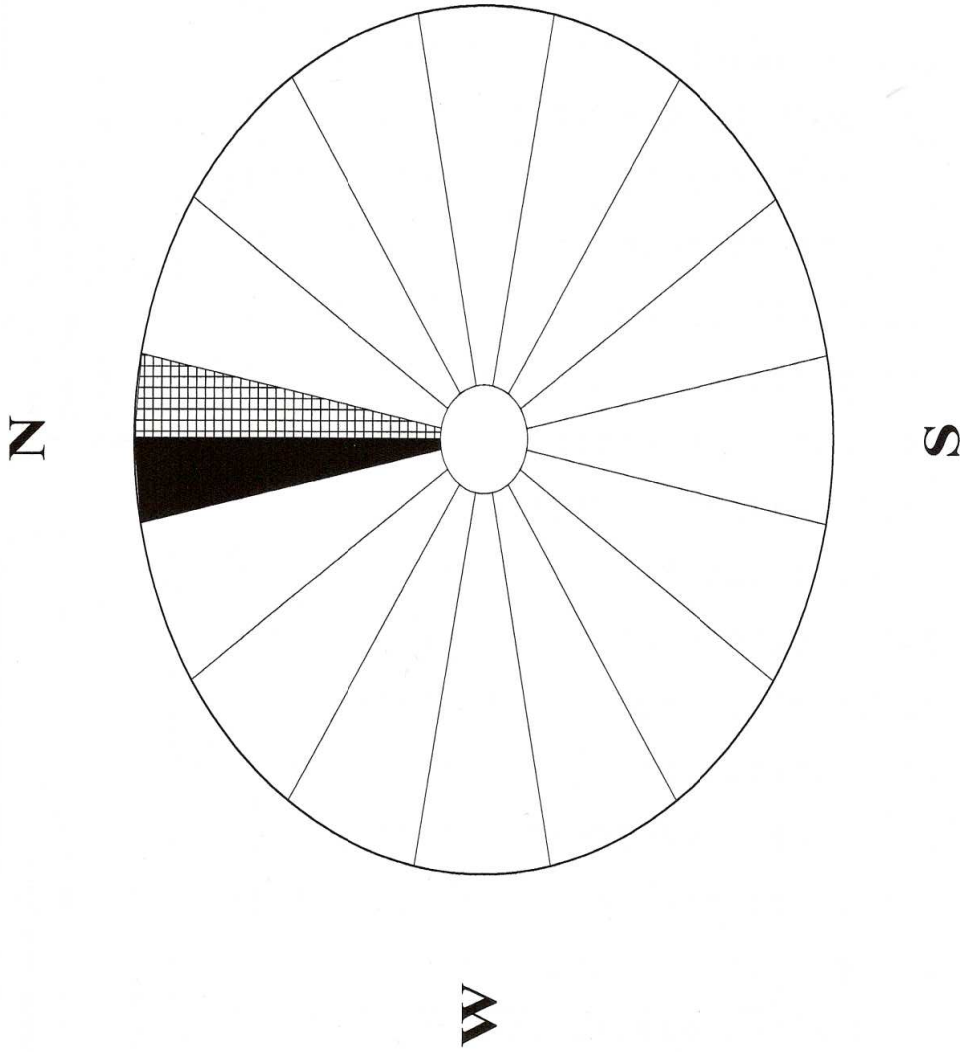
Total 10-minute intervals: 4320 Intervals used in calculations: 2988 Percent data used: 69,2

NRG Systems SDR Version 5,08

Ek E Esentepe Kampüsü Rüzgar Ölçüm Değerleri (devamı)



14.07.2006 to 21.09.2006 Wind Rose Ch 3, 7 SITE 5418 New Site
Site Information: Project: sakarya01 Location: Elevation: 340
Anemometer on channel 3: NRG #40 Anem. mph Height: ft Serial #: SN:
Vane on channel 7: #200P Wind Vane Height: 30 m Serial #: SN:
Outer Numbers are Average TIs for speeds greater than 10 mph Inner Circle = 0% Outer Circle = 40%
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  Percent of Total Wind Energy </div> <div style="text-align: center;">  Percent of Total Time </div> </div>



14.07.2006 to 21.09.2006	
Wind Rose Ch 3, 8	
SITE 5418	
New Site	
Site Information:	
Project:	sakarya01
Location:	
Elevation:	340
Anemometer on channel 3:	
NRG #40 Anem. mph	
Height:	ft
Serial #:	SN:
Vane on channel 8:	
#200P Wind Vane	
Height:	0
Serial #:	SN:
Outer Numbers are Average TIs for speeds greater than 10 mph	
Inner Circle = 0%	
Outer Circle = 100%	
■	Percent of Total Wind Energy
▨	Percent of Total Time

ÖZGEÇMİŞ

Berk Basaran, 1979 Kadıköy- İstanbul doğumludur. Zühtü Paşa İlkokulu, İstek Vakfı Koleji ve Fenerbahçe Lisesi'nde ilk ve orta öğretimini tamamladıktan sonra 2000 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nden mezun oldu.

Lise yıllarında başladığı Satranç Sporunda İstanbul Liselerarası Şampiyonluğu ve Türkiye 2.' liği derecelerini aldı. Üniversite yıllarında başladığı Briç Sporunda muhtelif İstanbul Şampiyonlukları (2' li ve 4' lü takım), Cumhuriyet Kupası Birinciliği ve muhtelif Türkiye dereceleri kazandı. Genç Milli Takım ile İngiltere ve Polonya'da düzenlenen turnuvalarda ilk defa ilk 16 takım arasına giren Türk Milli Takımı' nda yer aldı. Sakarya Üniversitesi adına katıldığı Üniversitelerarası Briç Olimpiyatları'nda Dünya 4. lüğü derecesini kazandı.

Halen, Pamukspor Briç Spor Kulübü bünyesinde İstanbul Bölgesi ve Türkiye turnuvalarına, ve Uluslararası müsabakalara katılmaktadır ve Pamukspor Briç Spor Kulübünde, Marmara Briç Spor Kulübünde, Büyük Kulüp' te, Büyükada Su Sporları Kulübünde, IBM İstanbul Briç Merkezi Kulübünde, Briç Sporlu Eğitimliği, Şube Sorumluluğu ve Direktörlük gibi görevler yapmaktadır. Veteriner hekim Banu BAŞARAN ile evli ve Dila adında bir kız çocuğu babasıdır.