

TÜRKİYE KIYILARINDA RÜZGAR ENERJİSİ POTANSİYELLERİNİN BELİRLENMESİ

CİHAN DÜNDAR

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Şube Müdürlüğü, ANKARA
TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, ANKARA

DEMİR İNAN

H.Ü. Fizik Mühendisliği Bölümü, Beytepe -ANKARA

ÖZET

Türkiye kıyılarında bulunan Bandırma, Bodrum, Bozcada, Çeşme ve Sinop için yapılan rüzgar enerjisi potansiyel hesaplamalarında, 1991-1994 yılları arası saatlik rüzgar verileri ile topoğrafya, yakın çevre engelleri ve bölgenin pürüzlülük bilgileri kullanılmıştır. Hesaplamalar, hazırlanan uygun programlar ve WA²P (Rüzgar Atlası Analiz ve Uygulama Programı) paket programıyla yapılmıştır. Çeşitli yükseklikler için elde edilen rüzgar hızları ve enerji potansiyelleri ile rüzgar türbinleri kullanılarak üretilebilecek elektrik enerjisi miktarları hesaplanarak öneriler belirtilmiştir.

GİRİŞ

1973 dünya petrol krizi, alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarına gösterilen ilginin artmasına sebep olmuştur. Dünya enerji ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılayan fosil yakıtların kısıtlı kullanım sürelerinin olması (petrol 43.0 yıl, doğal gaz 66.4 yıl, kömür 235 yıl), enerjinin elde edilmesi sırasında çevreye yapılan tahribat ve gelecek nesillerin de enerji ihtiyacı dikkate alındığında yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi daha iyi anlaşılacaktır. Bu kaynakların yaygın ve geniş ölçekli kullanımı, teknolojik gelişmelere ve potansiyeli belirleyecek ulusal ve uluslararası bilgi ağının oluşturulmasına bağlıdır. İlk etapta göz önünde bulundurulması gereken alternatif enerji kaynaklarından birisi Rüzgar Enerjisidir.

ABD, Almanya ve Danimarka başta olmak üzere birçok ülke rüzgar türbinleri ile elektrik üretmekte, ve var olan kurulu gücünü artırma yönünde çalışmalarına devam etmektedir. Sistem kuruluş maliyetinin son yıllarda hızla düşmesi sonucu potansiyele

TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası

sahip diğer ülkeler de yatırım planlamalarını yürütmektedirler. Dünyada rüzgar enerjisinden yararlanan ülkelerin kurulu güçleri ve 2002 yılı planlamaları Çizelge.1'de görülmektedir.

Dünya rüzgar enerji potansiyelinin, 50° kuzey ve güney enlemleri arasındaki alanda 26 000 TWh/yıl olduğu ve ekonomik ve diğer nedenlerden dolayı 9 000 TWh/yıl kapasitenin kullanılabilir olduğu tahmin edilmektedir.

Çizelge.1. Dünya rüzgar enerjisi kurulu gücü ve 2002 yılı hedef kapasiteleri.

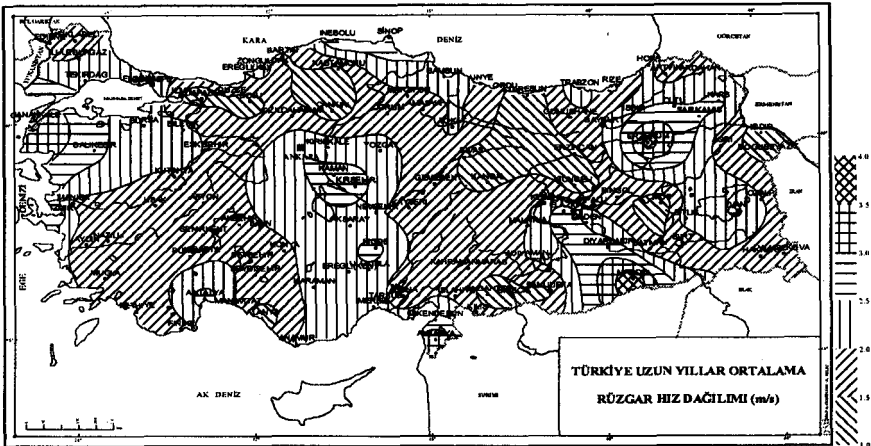
ÜLKELER	1997'ye kadar olan kurulu güç (MW)	1997 yılı içindeki kurulu güç (MW)	2002 için tahmini kurulu güç (MW)
ABD	1511	29	2886
Kanada	25	4	395
Latin Amerika	44	10	494
Toplam Amerika	1580	43	3775
Almanya	2081	533	4181
Danimarka	1116	285	2091
İspanya	512	262	1812
Hollanda	392	44	729
İngiltere	328	55	978
İsveç	122	19	602
İtalya	103	33	603
İrlanda	35	42	268
Portekiz	39	20	109
Yunanistan	29	0	249
Fransa	13	8	303
Finlandiya	12	5	67
Diğer Avrupa Ülkeleri	58	13	458
Toplam Avrupa	4858	1319	12450
Çin	146	67	896
Hindistan	940	120	1940
Diğer Asya Ülkeleri	21	8	221
Toplam Asya	1107	195	3057
Avustralya ve Yeni Zelanda	8	1	118
Kuzey Afrika	9	0	334
Orta Doğu	18	8	168
Eski SSCB	19	1	219
Diğer Ülkeler	3	0	163
Toplam Diğer Alanlar	57	10	1002
Toplam Dünya	7602	1567	20284

Kaynak: BTM Consult ApS, Mart 1998

Avrupa'da Rüzgar enerjisinden yararlanan ülkelerin başında gelen Danimarka, 2000 yılındaki elektrik enerjisi ihtiyacının %10'unu rüzgardan karşılamayı hedeflemektedir. Yine Danimarka'da yapılan araştırmalara göre, 2000 yılına kadar her yıl, Dünya üzerinde 2.000 MW ilave rüzgar gücünün kurulacağı ortaya konmaktadır. Şu an yürütülmekte olan politikaların devam etmesi durumunda Dünya üzerinde, 2010 yılında 60.000 MW, 2020 yılında ise 180.000 MW'lık toplam kurulu gücün olacağı belirtilmektedir. Eğer çevresel kaygılar önemini artırarak enerji politikalarını yönlendirirse, toplam kurulu gücün 2010 yılında 100.000 MW'a, 2020 yılında ise 470.000 MW'a ulaşacağı tahmin edilmektedir.

Yapılan çalışmalar sonucu, Türkiye'nin ortalama rüzgar hızı 2.5 m/s, ortalama rüzgar gücü yoğunluğu ise 24 W/m² olarak hesaplanmıştır. Ancak Türkiye Rüzgar Atlasının hazırlanması ve yeterli potansiyele sahip alanlarda yapılacak noktasal çalışmalar sonucu rüzgar enerjisi kullanımının yaygın olarak hayata geçirilmesi mümkün olabilecektir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü ve Elektrik İşleri Etüd İdaresinde sürdürülmekte olan Rüzgar Atlası çalışmaları, Rüzgar Enerjisinden faydalanılabilecek bölgeler olduğuna dair ipuçları vermektedir. Türkiye üzerinde ortalama rüzgar hız eğrilerinin dağılımı Şekil.1'de görülmektedir.



Şekil.1. Türkiye uzun yıllar ortalama rüzgar hızları dağılımı, 10 m

YÖNTEM

Rüzgar enerjisi potansiyellerinin belirlenmesi için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu çalışmada, rüzgar atlası istatistiklerini elde etmek için Danimarka Meteoroloji Teşkilatı'nın Riso Meteoroloji Laboratuvarında hazırlanmış ve geliştirilmiş olan ve Avrupa Rüzgar Atlasının (European Wind Atlas, Troen and Petersen,1989) hazırlanmasında da kullanılan WA^sP (Wind Atlas Analysis and Application Program) paket programı kullanılmıştır.

Bir Paket Program (WA^sP) ile Rüzgar Enerjisi Potansiyellerinin Belirlenmesi

Bugüne kadar yapılan çalışmalarda rüzgar hız değerlerinin, iki parametrelili Weibull dağılımına uygunluk gösterdiği belirtilmektedir (Justus et al., 1978). WA^sP paket programı veri analizlerini, rüzgar hız verilerinin 2 parametrelili Weibull dağılımına uygun bir dağılım gösterdiğini varsayarak yapmaktadır. Bu program, dört değişik girdi bilgisini kendi alt modellerinde değerlendirerek, bölgesel rüzgar atlası istatistiklerini hesaplamaktadır. WA^sP'in kullandığı temel bilgiler şunlardır:

- i. saatlik rüzgar verisi,
- ii. bölge pürüzlülük bilgileri,
- iii. yakın çevre engel bilgileri,
- iv. bölgenin topoğrafyası.

WA^sP programı bir bütün olmakla birlikte, yukarıdaki bilgilerin değerlendirilmesinde üç önemli alt model kullanılmaktadır.

Haritalama

WA^sP kaynak dosyasında bulunan enerji potansiyelleri kullanılarak, tanımlanan alan üzerindeki eş potansiyel eğrileri bilgisayar ortamında çizdirilmiştir.

VERİ

Rüzgar potansiyelini belirlemede kullanılan WA^sP paket programı için dört temel veriye gereksinim duyulmaktadır. Bunlar; saatlik rüzgar hız ve yön bilgileri, yakın çevre engel bilgileri, pürüzlülük bilgileri ve topoğrafya bilgileridir.

Rüzgar Verisi

Bu çalışmada, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün (DMI), Bandırma,

Bodrum, Bozcada, Çeşme ve Sinop Meteoroloji istasyonlarında 1991-94 yılları arasında kaydedilen saatlik rüzgar verileri kullanılmıştır. DMİ tarafından kurulan istasyonlar esas olarak sinoptik ve klimatolojik amaçlı gözlemler yapmaktadırlar. Buldukları yerleşim merkezlerinin gelişmesinden dolayı, bu istasyonlar kent merkezlerinde kalabilmekte ve yapılan rüzgar gözlemleri zamanla bozulabilmektedir. Bu nedenle, ölçülen verilerin rüzgar potansiyelinin belirlenmesine yönelik hesaplamalarda doğrudan kullanılması hatalı sonuçlar verebilir.

Yakın Çevre Engelleri

Ölçülen rüzgar hız ve yönüne etki eden, ölçüm noktasına yakın çevre engelleri, 1/5.000 ölçekli imar planları kullanılarak yerinde incelemelerle ve TÜBİTAK-MAM'ın yapmış olduğu çalışmalar kullanılarak belirlenmiştir.

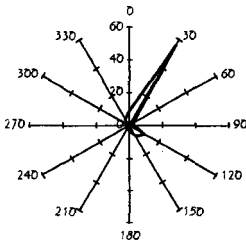
Topoğrafya ve Pürüzlülük Bilgileri

Topoğrafya bilgileri 1/25.000 ölçekli paftalarının sayısallaştırılmasıyla ve TÜBİTAK-MAM'ın yapmış olduğu çalışmalar kullanılarak elde edilmiştir.

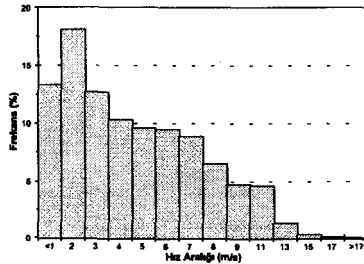
HESAPLAMALAR ve SONUÇLAR

Belirlenmiş İstasyonlar İçin Rüzgar Potansiyellerinin Hesaplanması

DMİ kayıtlarından alınan saatlik ham rüzgar verilerinin istatistiksel analizleri, çalışma için özel olarak hazırlanan bilgisayar programları yardımıyla yapılmıştır. Öncelikle saatlik rüzgar verilerinin yönler ve hız aralıklarına göre frekans analizleri yapılmış, ortaya çıkan değerlerden istasyonlar için rüzgar gülleri ve rüzgar hızı histogramları hazırlanmıştır. Bandırma istasyonu için hazırlanan grafikler, örnek olarak Şekil 2.a ve b' de verilmiştir.



Şekil 2 a) Bandırma rüzgar güllü



b) Bandırma rüzgar hızı histogramı

Seçilmiş meteoroloji istasyonları (Bandırma, Bodrum, Bozcaada, Çeşme ve Sinop) için noktasal analizler yapılmış ve elde edilen sonuçlar çizelgeler halinde düzenlenmiştir. Noktasal analizlerde, öncelikle standart yüksekliklerdeki gerçek rüzgar hızları ve potansiyelleri WA²P ile hesaplanmış, daha sonra bu yükseklikler için düzeltilmiş ortalama hız ve potansiyel hesaplamaları yapılmıştır.

Bunların dışında, kaynak dosyalarından elde edilen bölge haritaları hazırlanmıştır. Herhangi bir nokta üzerindeki enerji yoğunluğu, bu haritalardan doğrudan elde edilmektedir.

Noktasal analiz yöntemiyle çalışma alanı içinde koordinatları bilgisayara tanımlanan herhangi bir nokta için, istenilen herhangi bir yükseklikte, düzeltilmiş ortalama rüzgar hız ve enerji yoğunlukları hesaplanabilir. Kaynak dosyasından yaratılan haritalarda ise, tanımlanan alan üzerinde istenilen bir yükseklik için rüzgar potansiyellerinin dağılımı görülebilir. Bu haritalar, yer seçimi için yapılacak ön çalışmada karar vericiler tarafından doğrudan kullanılabilir.

Noktasal analiz yöntemi ile istasyonların buldukları noktalar için yapılan hesaplama sonuçları çizelgeler halinde aşağıda verilmiştir (Çizelge 2.a, b, c, d, e).

Çizelge 2.a) Bandırma istasyonu noktasal analiz sonuçları özet çizelgesi

DEĞİŞKEN	Yer düzeyinden yükseklik			
	10 m	25 m	50 m	100 m
Ortalama rüzgar hızı (m/s)	4.0	5.6	6.9	8.1
Düzeltilmiş ortalama rüzgar hızı (m/s)	5.0	6.1	7.0	8.1
Değişim oranı (%)	25.0	8.9	1.4	0.0
Ortalama enerji yoğunluğu (W/m ²)	101	282	510	821
Düzeltilmiş ortalama enerji yoğunluğu (W/m ²)	209	372	529	821
Değişim oranı (%)	106.9	31.9	3.7	0.0

Çizelge 2.b) Bodrum istasyonu noktasal analiz sonuçları özet çizelgesi

DEĞİŞKEN	Yer düzeyinden yükseklik			
	10 m	25 m	50 m	100 m
Ortalama rüzgar hızı (m/s)	3.2	6.1	8.5	10.5
Düzeltilmiş ortalama rüzgar hızı (m/s)	4.1	6.5	8.6	10.5
Değişim oranı (%)	28.1	6.6	1.2	0.0
Ortalama enerji yoğunluğu (W/m ²)	62	423	1168	2224
Düzeltilmiş ortalama enerji yoğunluğu (W/m ²)	133	501	1175	2224
Değişim oranı (%)	114.5	18.4	0.6	0.0

Çizelge 2.c)Bozcaada istasyonu noktasal analiz sonuçları özet çizelgesi

DEĞİŞKEN	Yer düzeyinden yükseklik			
	10 m	25 m	50 m	100 m
Ortalama rüzgar hızı (m/s)	6.0	8.2	9.1	9.8
Düzeltilmiş ortalama rüzgar hızı (m/s)	7.6	8.5	9.1	9.8
Değişim oranı (%)	26.7	3.7	0.0	0.0
Ortalama enerji yoğunluğu (W/m ²)	286	681	936	1180
Düzeltilmiş ortalama enerji yoğunluğu (W/m ²)	558	776	946	1180
Değişim oranı (%)	95.1	14.0	1.1	0.0

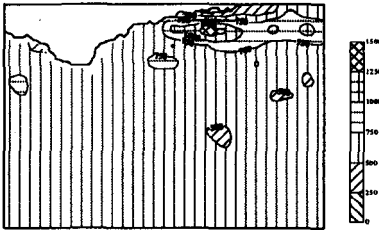
Çizelge 2.d)Çeşme istasyonu noktasal analiz sonuçları özet çizelgesi

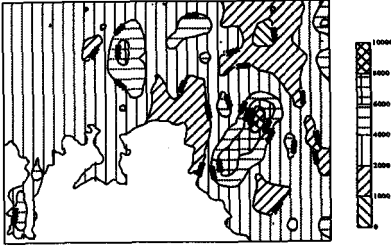
DEĞİŞKEN	Yer düzeyinden yükseklik			
	10 m	25 m	50 m	100 m
Ortalama rüzgar hızı (m/s)	1.8	6.1	7.0	7.8
Düzeltilmiş ortalama rüzgar hızı (m/s)	4.7	6.2	7.0	7.8
Değişim oranı (%)	161.1	1.6	0.0	0.0
Ortalama enerji yoğunluğu (W/m ²)	13	338	480	652
Düzeltilmiş ortalama enerji yoğunluğu (W/m ²)	162	364	481	652
Değişim oranı (%)	1146.2	7.7	0.2	0.0

Çizelge 2.e)Sinop istasyonu noktasal analiz sonuçları özet çizelgesi

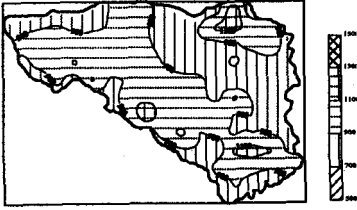
DEĞİŞKEN	Yer düzeyinden yükseklik			
	10 m	25 m	50 m	100 m
Ortalama rüzgar hızı (m/s)	2.8	5.5	7.2	8.6
Düzeltilmiş ortalama rüzgar hızı (m/s)	4.2	5.9	7.3	8.6
Değişim oranı (%)	50.0	7.3	1.4	0.0
Ortalama enerji yoğunluğu (W/m ²)	56	324	713	1245
Düzeltilmiş ortalama enerji yoğunluğu (W/m ²)	146	399	730	1245
Değişim oranı (%)	160.7	23.1	2.4	0.0

Kaynak dosyaları kullanılarak oluşturulan bölge haritalarının yer düzeyinden 50 m yükseklik için hazırlananları Şekil 3.a, b, c, d, e'de bulunmaktadır.

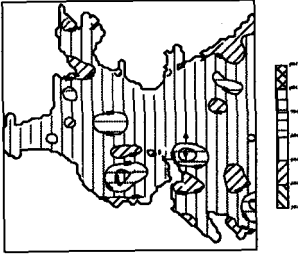
Şekil 3.a) Bandırma 50 m enerji potansiyel dağılışı, (W/m²)



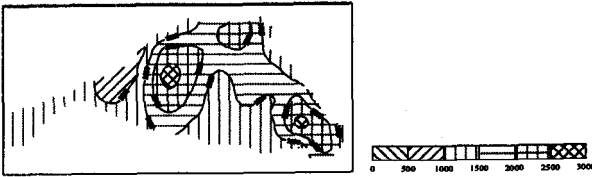
Şekil 3.b) Bodrum 50 m enerji potansiyel dağılışı, (W/m²)



Şekil 3.c) Bozcaada 50 m enerji potansiyel dağılışı, (W/m²)



Şekil 3.d) Çeşme 50 m enerji potansiyel dağılışı, (W/m²)



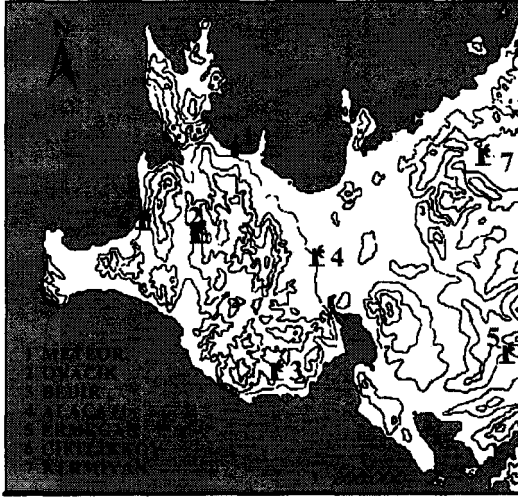
Şekil 3.e) Sinop 50 m enerji potansiyel dağılışı, (W/m²)

Çizelge 3. Çalışma alanı içinde seçilmiş bazı yerler için hesaplanan ortalama rüzgar hızı (v), enerji yoğunluğu (P) ve üretilebilecek yıllık enerji miktarları (E).

Seçilen Yer (Nokta)	v (m/s)	P (W/m ²)	E (MW.saat/yıl) *	A (m/s)	k
Meteoroloji İst.	6.8	449	1230	7.5	1.65
Ovacık	7.5	623	1479	8.4	1.66
Bedir	7.8	687	1552	8.7	1.66
Alaçatı	7.7	658	1525	8.6	1.67
Ermeğan	7.6	643	1486	8.5	1.63
Çiftlikköy	7.3	568	1420	8.2	1.67
Kermiyan	7.3	570	1404	8.2	1.65

* 40.5 m yüksekliğinde 500 kW'lık bir rüzgar türbini ile üretilebilecek enerji miktarıdır.

Üretilebilecek yıllık elektrik enerjisi miktarlarını belirleyebilmek amacı ile örnek olarak seçilen Çeşme bölgesinde yedi nokta seçildi. Bu noktadaki ortalama rüzgar hızları, enerji yoğunlukları, üretilebilecek yıllık elektrik enerjisi miktarları ve Weibull parametreleri WA^sP programı kullanılarak hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalarda 40.5 m yüksekliğinde ve 500 kW gücünde bir rüzgar türbini temel alınmıştır. Hesaplama sonuçlarına göre, tanımlanan alan üzerinde 1.2 GW.saat ile 1.6 GW.saat arasında yıllık elektrik enerjisi üretimi olanaklı görülmektedir (Çizelge 3).



Şekil. 9. Çeşme bölge haritası ve seçilmiş olası rüzgar türbini alanları (ölçek 1:200.000)

SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖNERİLER

Seçilmiş merkezlerin rüzgar enerji potansiyellerinin belirlenmesi için yapılan bu çalışmanın sonuçları aşağıda özetlenmiştir:

1. WA^sP paket programıyla yapılan hesaplamalarda (noktasal analiz, kütüphane dosyası, kaynak dosyası) elde edilen sonuçlar yaklaşık olarak aynıdır.
2. Ayrıntılı olarak incelenen istasyonlar için yapılan noktasal analiz sonuçlarına göre; ölçüm noktası çevresinde bulunan yakın çevre engellerinin, ortalama rüzgar hızı ve enerji yoğunluğuna olan etkisi, yer düzeyinden başlayarak yükseklikle azalmaktadır. Ortaya çıkan bir diğer sonuç ise, bu engellerin enerji yoğunluğuna olan etkisinin, rüzgar hızına göre yaklaşık olarak üç kat daha fazla olmasıdır. Etkinin büyüklüğü istasyonların çevresindeki yapılaşmayla doğru orantılı olarak artmaktadır.

Yer düzeyinden 10 m yükseklikte yapılan hesaplamalarda, yakın çevre engellerinin ortalama rüzgar hızına olan etkisi, Bandırma'da % 25.0, Bodrum'da % 28.1, Bozcaada'da % 26.7, Çeşme'de % 161.1 ve Sinop'ta % 50.0 olarak bulunmuştur. Bu istasyonlarda aynı yükseklik için hesaplanan ortalama enerji yoğunluklarına olan etki, sırasıyla %106.9, % 114.5, % 95.1, % 1146.2 ve 160.7 olarak elde edilmiştir. Yakın çevre engellerinin ortalama rüzgar hızına olan etkisinin 25 m yükseklikte % 10'un altına düştüğü, 100 m'de ise artık kalmadığı görülmektedir. Üretilen rüzgar türbinlerinin yaklaşık yüksekliği olan 50 m'de, yakın çevre engellerinin ortalama rüzgar hızına % 1.5'ten daha küçük bir etki yaptığı ortaya çıkmıştır.

8. Avrupa Rüzgar Enerjisi Birliği'nin yaptığı sınıflandırmaya göre, rüzgar enerjisinden yararlanılacak yükseklikteki (rüzgar türbini eksen yüksekliği) ortalama rüzgar hızları, sırasıyla 6.5 m/s için iyiye yakın, 7.5 için m/s iyi ve 8.5 m/s için ise çok iyi olarak belirtilmiştir (Garrad, 1991). Türbin eksen yüksekliklerinin genellikle 25-50 m arasında olduğu göz önünde bulundurulduğunda, ayrıntılı inceleme yapılan tüm bölgelerde rüzgar enerjisinden yararlanılabileceği görülmektedir. Noktasal analiz sonuçlarına göre, Bandırma, Bodrum, Bozcaada, Çeşme ve Sinop'taki ölçüm noktaları için yer düzeyinden 50 m yükseklikteki düzeltilmiş ortalama rüzgar hızları, sırasıyla 7.0, 8.6, 9.1, 7.0 ve 7.3 m/s olarak hesaplanmıştır. Bu bölgelerde, daha açık ve yüksek alanlar gibi, türbinler için daha uygun yerler bulunduğu dikkate alındığında, çok daha verimli sonuçlar alınabileceği düşünülebilir.

Rüzgar enerji yoğunlukları dikkate alınarak yapılan başka bir sınıflandırma da aşağıdaki gibidir (Ambrosini et al., 1992) :

- zayıf ($P < 100 \text{ W/m}^2$)
- iyiye yakın ($100 \text{ W/m}^2 \leq P < 300 \text{ W/m}^2$)
- iyi ($300 \text{ W/m}^2 \leq P < 700 \text{ W/m}^2$)
- çok iyi ($P \geq 700 \text{ W/m}^2$)

Bu sınıflandırmaya göre, 50 m için noktasal analiz sonuçları değerlendirildiğinde; Bodrum 1175 W/m^2 , Bozcaada 946 W/m^2 ve Sinop 730 W/m^2 düzeltilmiş ortalama enerji yoğunlukları ile çok iyi, Bandırma 529 W/m^2 , Çeşme 481 W/m^2 ile iyi olarak sınıflandırılabilir. İncelenen bütün yerler için elde edilen kütüphane dosyalarının sonuçlarına göre, 0 ve 1 pürüzlülük sınıflarında yüksek enerji yoğunluklarının olduğu görülmektedir. Kaynak dosyalarından elde edilen haritalarda, ayrıntılı olarak incelenen bütün bölgeler (istasyonlar) için çok daha verimli alanlar bulunmaktadır.

9. Yukarıdaki değerlendirmelerin ışığı altında, Türkiye için alternatif bir enerji kaynağı olan rüzgar enerjisinden yararlanabilmesi ve rüzgar enerjisinin birincil enerji kaynakları içerisindeki katkısının artırılabilmesi için aşağıdakiler önerilebilir.

- Türkiye üzerinde homojen dağılım gösteren, uygun sayıdaki meteoroloji istasyonları belirlenmeli ve bu istasyonlar için rüzgar atlası istatistikleri hesaplanmalıdır. Böylece, Türkiye'nin rüzgar atlası hazırlanarak Avrupa Rüzgar Atlası'ndaki yerini alacaktır.
- Türkiye üzerinde rüzgar enerjisinden yararlanılabilecek alanların belirlenerek üretilebilecek enerji miktarlarının hesaplanması, karar vericilere ve yatırımcılara yol göstermesi açısından büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Enerji Raporu, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 1997, Ankara.
2. Adekoya, L. O. and Adewale, A. A. 1992. Wind energy potential of Nigeria, Renewable Energy, 2, 35-39.
3. Ambrosini, G., Benato, B., Garavaso, C., Botta, G., Cenerini, M., Comand, D. and Stork, C. 1992. Wind energy potential in Emilia Romagna, Italy, J. of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, 39, 211-220.
4. Dündar, C. and İnan, D. 1997. "Wind energy potential in Çeşme, Turkey", ISES 1997 Solar World Congress, August 1997, Taejon, Korea.
5. Dündar, C. and İnan, D. 1996. "Investigation of wind energy application possibilities for a specific island (Bozcaada) in Turkey", 9, 822-826. Special Issue, World

Renewable Energy Congress: Renewable Energy, Energy Efficiency and the Environment.

6. Dündar, C. 1997. Bandırma, Bodrum, Bozcaada ve Çeşme Bölgeleri için Rüzgar Enerjisi Potansiyellerinin Belirlenmesi, Yüksek Mühendislik Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
7. Dündar, C. and İnan, D. 1999. "The analysis of wind data and wind energy potential in Bandırma, Turkey", ISES 1999 Solar World Congress, July 1999, Jerusalem, Israel.
8. Garrad, A. 1991. Wind Energy in Europe: A plan of Action, Summary report of Wind Energy in Europe - Time for Action, The European Wind Energy Association.
9. German Wind Energy Institute (DEWI), 1998, Wind Energy Information Brochure, Wilhelmshaven.
10. Justus, C. G., Hargraves, W. R., Mikhail, A. and Graber, Denise. 1978. Methods for estimating wind speed frequency distribution, J. Appl. Meteor., 17, 350-353
11. Mortensen, N. G., Landberg, L., Troen, I. and Petersen, E. L. 1993. Wind Atlas Analysis and Application Program (WASP), Vol. 1: Getting Started, Riso National Laboratory, Roskilde, Denmark.
12. Troen, I. and Petersen, E. L. 1989. European Wind Atlas, Commission of the European Communities, Directorate-General for Science, Brussels, Belgium.
13. Uyar, T. S., Yazar, A. ve Alpay, M. N. 1988. Bozcaada, Çeşme, Fethiye ve Sultanhisar Bölgeleri İçin Hesaplanan Rüzgar Atlas İstatistikleri, TÜBİTAK Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü Makine ve Enerji Sistemleri Araştırma Bölümü, Proje No. 0630018701, Rapor No. 4.