

TÜRKİYE'DE DÖRT YERLEŞİM YERİ İÇİN RÜZGÂR ENERJİSİ POTANSİYELİNİN BELİRLENMESİ

*M. Özgün KORUKÇU**

Özet: Bu çalışmanın amacı Türkiye'de bulunan dört farklı yerleşim yeri için rüzgâr enerjisi potansiyellerinin belirlenmesidir. Rüzgâr enerjisi potansiyelinin belirlenmesi için yerleşim yerlerinin aylık ortalama rüzgâr hız değerleri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır. Rüzgâr enerjisi potansiyelinin hesaplanması için Rayleigh dağılımı kullanılmıştır. Kullanılan bağıntılar analitik olarak çıkartılmıştır. Sonuç olarak ortalama rüzgâr hızlarının yüksek olması nedeni ile Belen ve Gökçeada bölgelerinde güç yoğunluğu daha yüksek değerlerde çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Rüzgâr Enerjisi, Rüzgâr Potansiyeli, Rayleigh Dağılımı

Assessment of Wind Energy Potential in Four Sites in Turkey

Abstract: The aim of this study is to assess wind energy potential in four different sites located in Turkey. To evaluate the wind energy potentials the monthly mean wind velocity values were taken from Turkish State Meteorological Service. Rayleigh distribution was used for the wind energy potential calculations. Relations were represented analytically. It is concluded that, due to the high mean wind speed values, power density of Belen and Gökçeada regions were found higher than that of other regions.

Key Words: Wind Energy, Wind Potential, Rayleigh Distribution

1. GİRİŞ

Ülkemiz enerji kaynakları açısından %73 oranında dışa bağımlıdır (Çakır, 2011). Fosil kökenli yakıtların tükenebilir ve giderek fiyatlarının artmasının yanı sıra doğaya verdikleri zarar da göz önünde bulundurulursa yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının yaygınlaştırılmalıdır. Yenilenebilir enerji türleri; güneş, rüzgâr, biyo-kütle, jeotermal ve gel-git enerjisi olarak sayılabilir. Dünyada 1970 yıllarında yaşanan petrol krizi ile yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları arayışı hızla artmış, ülkeler enerji tasarrufu ve verimliliği konusundaki çalışmalara önem vermeye başlamışlardır. Doğa ile dost, yeni, sürdürülebilir ve temiz enerji kaynaklarının kullanımı gün geçtikçe daha da yaygınlaşmaktadır.

Rüzgâr enerjisi de yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır. İnsanoğlu rüzgâr enerjisini çok eski çağlardan beri denizcilikte, tahıl öğütülmesinde ve suyun pompalanmasında kullanmaktadır. Rüzgâr enerjisinden elektrik elde edilmesi ise 1891 yılında Danimarka'da gerçekleştirilmiştir (Erdoğan, 2009). Son yirmi senede çok hızlı bir şekilde gelişen rüzgâr türbini ve rotor teknolojisi sayesinde dünyadaki ülkeler birbirleri ile yarış içerisine girmişlerdir. Rüzgâr enerjisinden elektrik elde edilmesi konusunda şu anda A.B.D., Çin, Almanya, İspanya ve Hindistan en başta yer alan ülkelerdir (Korukçu, 2011).

Ülkemizin rüzgâr enerjisi potansiyeli ise Avrupa'da İngiltere'den sonra ikinci sırada yer almaktadır (Oğulata, 2003). Türkiye'de ilk RES (Rüzgâr Enerji Santrali) 1998 yılında Çeşme, Alaçatı'da kurulmuştur. Daha sonra ise 2000 yılında Bozcaada'da 10.2 MW'lık bir RES kurulmuştur, aynı sene içerisinde İzmir'de Alman ENERCON firması ortaklı rüzgâr enerjisi kanat fabrikası kurulmuştur. İlk RES kurulumları ardından EPDK'ya oldukça yoğun

* Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, 16059 Görükle, Bursa.

bir şekilde lisans başvurusu yapılmış ve birçok RES kurulmuştur. Artan yoğun lisans başvurularının ardından 2007 yılında EPDK lisans başvurularını durdurmuş ve sadece 1 Kasım 2007 günü için bir kere olmak üzere açmıştır (Durak, 2010). Başvuruların açıldığı gün Türkiye’nin toplam teknik rüzgâr enerjisi potansiyeli olan 40000 MW değerinin çok üstünde (78000 MW) başvuru yapılmıştır (Demirer, 2010). EPDK RES kurulumunda 7.3 \$ cent/kWh ve yılda en az 3800 saat çalışma talep etmektedir (YEK, 2010). Şu an ülkemizde 1329 MW kapasitesinde RES kurulumu vardır ve bu kapasitenin 2011 sonunda 2000 MW değerine ulaşması tahmin edilmektedir.

Bir bölgenin rüzgâr enerjisi potansiyelinin belirlenmesine yönelik bir çok çalışma vardır. Rüzgâr enerjisi potansiyelinin belirlenmesinde genellikle belirli bir noktanın rüzgâr hızı verileri alınmakta ve elde edilen bu veriler üzerinden elde edilebilecek güç yoğunluğu hesaplanmaktadır. Rüzgâr enerjisi potansiyelinin belirlenmesinde genellikle Weibull Dağılımı veya Weibull Dağılımı’nın özel durumu olan Rayleigh Dağılımı kullanılmaktadır (Oral ve Ekmekçi, 2010). Bu çalışmada ise Bababurnu, Belen, Datça ve Gökçeada bölgeleri için rüzgâr enerjisi potansiyeli ve güç yoğunlukları belirlenmiştir.

2.WEIBULL ve RAYLEIGH DAĞILIMI

Rüzgâr enerjisi potansiyelinin belirlenmesinde genellikle Weibull ya da Rayleigh dağılımı kullanılmaktadır. Weibull dağılımı Pierson III sınıfı dağılımının özel bir durumu olan dağılımdır. Weibull dağılımında rüzgâr hızlarının değişimi iki fonksiyon olarak tanımlanır: (1) Olasılık yoğunluğu fonksiyonu ve (2) Kümülatif dağılım fonksiyonu. Rüzgâr enerjisi potansiyelinin belirlenmesinde olasılık yoğunluğu fonksiyonunun kullanılması yeterlidir. Olasılık yoğunluğu fonksiyonu $f(V)$ belirli bir hızda esen rüzgârın esme olasılığını veren bir fonksiyondur.

$$f(V) = \frac{k}{c} \left(\frac{V}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{V}{c}\right)^k} \quad (1)$$

Bağıntıdaki k ve c terimleri Weibull dağılımında kullanılan şekil ve ölçek faktörleri, V ise rüzgâr hızıdır.

Ortalama rüzgâr hızı ise Weibull dağılımı ile aşağıdaki şekilde bulunabilir:

$$V_m = \int_0^{\infty} V f(V) dV \quad (2)$$

$f(V)$ yerine konur ve düzenlenirse:

$$V_m = \int_0^{\infty} V \frac{k}{c} \left(\frac{V}{c}\right)^{k-1} e^{-\left(\frac{V}{c}\right)^k} dV \quad (3)$$

$x = \left(\frac{V}{c}\right)^k$ alınırsa $dV = \frac{c}{k} x^{\left(\frac{1}{k}-1\right)} dx$ elde edilir. Bu durumda ortalama hız:

$$V_m = c \int_0^{\infty} e^{-x} x^{1/k} dx \quad (4)$$

Ortalama hız bu durumda standart gamma fonksiyonu biçimindedir. Standart gamma fonksiyonu:

$$\Gamma_n = \int_0^{\infty} e^{-x} x^{n-1} dx \quad (5)$$

Gamma fonksiyonu kullanılarak ortalama hızın en son biçimi aşağıdaki gibidir:

$$V_m = c\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) \quad (6)$$

Rayleigh dağılımı ise Weibull dağılımının özel bir biçimidir. Weibull dağılımında şekil faktörü $k=2$ alınırsa Rayleigh dağılımı elde edilir. Rayleigh dağılımı Weibull dağılımında göre daha az esnekler. Ancak yıllık ortalama rüzgâr hız değerlerinin 4.5 m/s üzerinde olması durumunda, rüzgâr hızı dağılımının Rayleigh dağılımına yaklaştığı bilinmektedir (Kurban ve diğ., 2010). Rayleigh dağılımının olasılık yoğunluğu fonksiyonu aşağıdaki gibidir:

$$f(V) = \frac{\pi}{2} \frac{V}{V_m^2} e^{-\left[\frac{\pi}{4}\left(\frac{V}{V_m}\right)^2\right]} \quad (7)$$

Rayleigh dağılımına göre ortalama hız şu biçimde hesaplanabilir:

$$V_m = c\Gamma\left(\frac{3}{2}\right) \quad (8)$$

Bu durumda ortalama hız biliniyorsa ölçek faktörü aşağıdaki bağıntıdan bulunabilir:

$$c = \frac{2V_m}{\sqrt{\pi}} \quad (9)$$

Birim rotor alanı için bir rüzgâr türbininden elde edilebilecek güç (P_V) şu şekilde hesaplanabilir:

$$P_V = \frac{1}{2} \rho_a V^3 \quad (10)$$

Bu bağıntıdaki ρ_a havanın yoğunluğudur.

Birim rotor alanı ve zaman için verilen rüzgâr rejimindeki bütün olası rüzgâr hızlarından elde edilebilecek toplam güç aşağıdaki biçimde hesaplanabilir:

$$E_D = \int_0^{\infty} P_V f(V) dv \quad (11)$$

Rayleigh dağılımına göre ise güç yoğunluğu:

$$E_D = \int_0^{\infty} \frac{\pi \rho_a}{4V_m^2} e^{-\left[\frac{\pi}{4}\left(\frac{V}{V_m}\right)^2\right]} dV \quad (12)$$

$$K = \frac{\pi}{4V_m^2} \text{ alınır}$$

$$E_D = K \rho_a \int_0^{\infty} V^4 e^{-KV^2} dV \quad (13)$$

$$x = KV^2 \text{ alınır ve bu durumda } dV = \frac{dx}{2\sqrt{Kx}} \text{ olur.}$$

$$E_D = \frac{\rho_a}{2K^{\frac{3}{2}}} \int_0^{\infty} x^{\frac{3}{2}} e^{-x} dx \quad (14)$$

Yukarıdaki bağıntı gamma fonksiyonu cinsinden şu şekilde yazılabilir:

$$E_D = \frac{\rho_a}{2K^{\frac{3}{2}}} \Gamma\left(\frac{5}{2}\right) \quad (15)$$

Ya da

$$E_D = \frac{3}{\pi} \rho_a V_m^3 \quad (16)$$

Belirli bir zaman aralığı için elde edilebilecek güç yoğunluğu aşağıdaki biçimde hesaplanabilir:

$$E_I = TE_D = \frac{3}{\pi} T \rho_a V_m^3 \quad (17)$$

En sık esen rüzgâr hızının bulunabilmesi için Rayleigh dağılımı K cinsinden tekrar yazılır ve düzenlenirse:

$$f(V) = 2KV e^{-(KV^2)} \quad (18)$$

$$f'(V) = 0 \text{ hesaplanırsa, } V = \frac{1}{\sqrt{2K}} \text{ bulunur. Bu değer yerine konursa:}$$

$$V_{F_{\max}} = \frac{1}{\sqrt{2K}} = \sqrt{\frac{2}{\pi}} V_m \quad (19)$$

Rüzgâr rejiminde en büyük rüzgâr enerjisi değerini sağlayan rüzgâr hızının bulunması için:

$$E_v = P_v f(V) = K\rho_a V^4 e^{(-KV^2)} \quad (20)$$

$E_v' = 0$ hesaplanırsa, $V = \sqrt{\frac{2}{K}}$ bulunur ve yerine konulduğunda maksimum enerji değerini veren rüzgâr hızı bulunabilir (Mathew, 2006).

$$V_{E_{\max}} = \sqrt{\frac{2}{K}} = 2\sqrt{\frac{2}{\pi}} V_m \quad (21)$$

3.RÜZGÂR ENERJİSİ POTANSİYELİNİN HESAPLANMASI

Türkiye’de rüzgâr enerjisi potansiyeli belirlenecek dört bölge Bababurnu, Belen, Datça ve Gökçeada olarak seçilmiştir. Seçilen bu dört yerleşim yerinden 2000-2007 yılları arasında elde edilen aylık ortalama rüzgâr hızı verileri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü’nden alınmıştır.

Rüzgâr hızı ve yönünü belirlemek amacıyla yapılan ölçümler, ölçüm amacına göre değişir. Meteorolojik amaçlı (klimatolojik, sinoptik, hava kirliliği vb) yer rüzgârı ölçümlerinde Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) kurallarına göre standart ölçüm yüksekliği daha yüksek yüksekliklerdeki rüzgâr hızları ise 10 m’de ölçülen rüzgâr hızları referans alınarak bulunabilir.

Belirli bir yükseklikteki rüzgâr hızının bulunması için genellikle aşağıdaki bağıntı kullanılmaktadır:

$$v(h) = \frac{u^*}{k} \ln\left(\frac{h}{Z_0}\right) \quad (22)$$

Bu bağıntıda yer alan $v(h)$ belirli bir yükseklikteki rüzgâr hızı, u^* rüzgâr hızı yükseklik faktörü, k Von Karman sabiti ($k=0.4$), h rüzgâr hızının bulunması istenilen yükseklik ve Z_0 ise yeryüzündeki engellerden kaynaklanan yüzey pürüzlülüğü uzunluğudur (Vardar ve diğ., 2011, DWIA, 2009).

Rüzgâr gözlem istasyonlarından 10 m için alınan aylık ortalama hızları yardımıyla Z_0 değeri 0.4 alınarak 50 m yüksekliğindeki rüzgâr hızları bulunmuştur. Seçilen dört bölge için 10 m yüksekliğinde ölçülen ve 50 m yükseklik için hesaplanan aylık ortalama rüzgâr hız değerleri Tablo1’de verilmiştir.

Seçilen yerleşim yerleri arasında Belen ve Gökçeada bölgelerinin 50 m yüksekliğindeki yıllık ortalama rüzgâr hızları yaklaşık olarak 10.2 m/s değerinde bulunmuştur.

Rayleigh dağılımı kullanılarak 50 m yüksekliğindeki ortalama rüzgâr hızları için hesaplanan güç yoğunluğu, aylık güç yoğunluğu, en sık esen rüzgâr hızı ve en büyük rüzgâr enerjisi sağlayan rüzgâr hızı değerleri Bababurnu, Belen, Datça ve Gökçeada için sırası ile Tablo 2, Tablo 3, Tablo 4 ve Tablo 5’de verilmiştir. Hesaplamalarda havanın yoğunluğu (ρ_a) 1.225 kg/m^3 değerinde alınmıştır.

Tablo 1. Seçilen dört bölge için 10 m yüksekliğinde ölçülen ve 50 m yükseklik için hesaplanan aylık ortalama rüzgâr hız değerleri

	Bababurnu		Belen		Datça		Gökçeada	
	Rüzgâr hızı (m/s)		Rüzgâr hızı (m/s)		Rüzgâr hızı (m/s)		Rüzgâr hızı (m/s)	
	10 m	50 m	10 m	50 m	10 m	50 m	10 m	50 m
Ocak	6.1	9.15	5.6	8.4	5.3	7.95	7.5	11.25
Şubat	6.2	9.3	5.8	8.7	5.7	8.55	7.5	11.25
Mart	6	9	5.9	8.85	5.6	8.4	7.6	11.4
Nisan	5	7.5	6.1	9.15	5.6	8.4	6.2	9.3
Mayıs	3.9	5.85	6.7	10.05	5.2	7.8	5.9	8.85
Haziran	5.1	7.65	8.7	13.05	6.1	9.15	5.4	8.1
Temmuz	5.1	7.65	10.2	15.3	6.6	9.9	6.8	10.2
Ağustos	5.4	8.1	10.5	15.75	6.5	9.75	7	10.5
Ekim	5.1	7.65	7.8	11.7	6.4	9.6	5.6	8.4
Eylül	5.1	7.65	4.9	7.35	5.3	7.95	6.9	10.35
Kasım	5	7.5	4.6	6.9	4.1	6.15	6.7	10.05
Aralık	6.1	9.15	5.1	7.65	4.9	7.35	8.4	12.6

Tablo 2. Bababurnu için 50 m yüksekliğinde güç yoğunluğu, aylık güç yoğunluğu, en sık esen rüzgâr hızı ve en büyük rüzgâr enerjisi sağlayan rüzgâr hızı değerleri.

	E_D (W/m ²)	E_i (W/m ² /Ay)	V_{Fmax} (m/s)	V_E (m/s)
Ocak	0.896584	667.058	7.30	14.61
Şubat	0.941405	632.6242	7.42	14.84
Mart	0.853209	634.7872	7.18	14.37
Nisan	0.493755	355.5036	5.99	11.97
Mayıs	0.234312	174.3284	4.67	9.34
Haziran	0.523977	377.2632	6.11	12.21
Temmuz	0.523977	389.8387	6.11	12.21
Ağustos	0.621989	462.7599	6.47	12.93
Ekim	0.523977	377.2632	6.11	12.21
Eylül	0.523977	389.8387	6.11	12.21
Kasım	0.493755	355.5036	5.99	11.97
Aralık	0.896584	667.0585	7.30	14.61

Tablo 3. Belen için 50 m yüksekliğinde güç yoğunluğu, aylık güç yoğunluğu, en sık esen rüzgâr hızı ve en büyük rüzgâr enerjisi sağlayan rüzgâr hızı değerleri

	E_D (W/m ²)	E_i (W/m ² /Ay)	V_{Fmax} (m/s)	V_E (m/s)
Ocak	0.69369	516.1055	6.70	13.41
Şubat	0.7707	517.9105	6.94	13.89
Mart	0.811255	603.5739	7.06	14.13
Nisan	0.896584	645.5405	7.30	14.61
Mayıs	1.188026	883.8912	8.02	16.04
Haziran	2.601113	1872.801	10.42	20.83
Temmuz	4.191814	3118.71	12.21	24.42
Ağustos	4.572665	3402.063	12.57	25.13
Ekim	1.874499	1349.639	9.34	18.68
Eylül	0.464718	345.7504	5.87	11.73
Kasım	0.384481	276.8264	5.51	11.01
Aralık	0.523977	389.8387	6.11	12.21

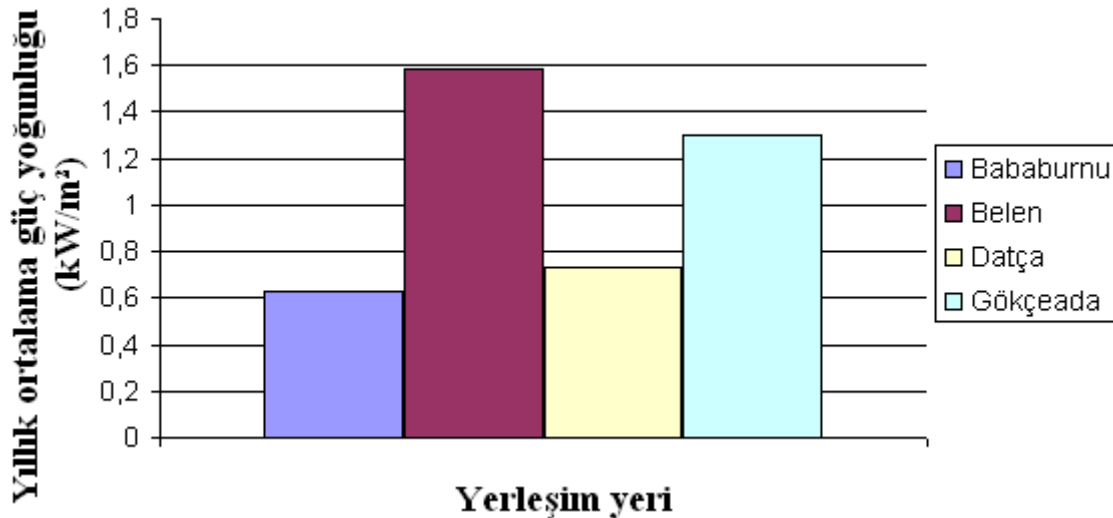
Tablo 4. Datça için 50 m yüksekliğinde güç yoğunluğu, aylık güç yoğunluğu, en sık esen rüzgâr hızı ve en büyük rüzgâr enerjisi sağlayan rüzgâr hızı değerleri

	E_D (W/m ²)	E_i (W/m ² /Ay)	V_{Fmax} (m/s)	V_E (m/s)
Ocak	0.58807	437.5241	6.345	12.69
Şubat	0.73152	491.5813	6.82	13.65
Mart	0.69369	516.1055	6.70	13.41
Nisan	0.69369	499.4569	6.70	13.41
Mayıs	0.555407	413.223	6.23	12.451
Haziran	0.896584	645.5405	7.30	14.61
Temmuz	1.135621	844.9018	7.90	15.80
Ağustos	1.08478	807.0761	7.78	15.56
Ekim	1.035479	745.545	7.66	15.32
Eylül	0.58807	437.5241	6.35	12.69
Kasım	0.272241	196.0133	4.91	9.82
Aralık	0.464718	345.7504	5.87	11.73

Tablo 5. Gökçeada için 50 m yüksekliğinde güç yoğunluğu, aylık güç yoğunluğu, en sık esen rüzgâr hızı ve en büyük rüzgâr enerjisi sağlayan rüzgâr hızı değerleri

	E_D (W/m ²)	E_i (W/m ² /Ay)	V_{Fmax} (m/s)	V_E (m/s)
Ocak	1.666423	1239.819	8.98	17.96
Şubat	1.666423	1119.836	8.98	17.96
Mart	1.733973	1290.076	9.098	18.2
Nisan	0.941405	677.8117	7.428	14.84
Mayıs	0.811255	603.5739	7.068	14.13
Haziran	0.621989	447.8321	6.47	12.93
Temmuz	1.242019	924.0621	8.14	16.28
Ağustos	1.354864	1008.019	8.38	16.76
Ekim	0.69369	499.4569	6.7	13.41
Eylül	1.297624	965.432	8.26	16.52
Kasım	1.188026	855.3786	8.02	16.04
Aralık	2.341204	1741.856	10.06	20.11

Hesaplanan güç yoğunluğu değerleri yardımıyla seçilen dört yerleşim yeri için yıllık ortalama güç yoğunluğu değerleri bulunmuştur. Yıllık ortalama güç yoğunluklarının yerleşim yerlerine göre dağılımı Şekil 1’de verilmiştir.

**Şekil 1:**

Bulunan yıllık ortalama güç yoğunluğu değerlerinin yerleşim yerlerine göre dağılımı.

4.SONUÇ

Ülkemizde yer alan Bababurnu, Belen, Datça ve Gökçeada bölgeleri için aylık ortalama rüzgâr hızı değerleri yardımıyla rüzgâr güç yoğunluğu değerleri elde edilmiştir. Aylık ortalama rüzgâr hızı değerlerine bakıldığında seçilen dört bölge içerisinde Belen ve Gökçeada bölgelerinin 50 m yüksekliğindeki yıllık ortalama rüzgâr hızları yaklaşık olarak 10.2 m/s değerinde bulunmuştur. Yüksek rüzgâr hız ortalamaları nedeniyle bu bölgelerde elde edilebilecek güç yoğunluğu değerleri de diğer iki bölgeye göre daha yüksek çıkmıştır.

Elektrik İşleri Etüd İdaresi’nin belirttiğine göre ortalama rüzgâr hızının 7 m/s değerinin üzerinde olduğu bölgelere RES kurulması ekonomik olacaktır. Elektrik İşleri Etüd İdaresinin belirttiği üzere güç yoğunluğu 500 W/m² olan bölgeler RES kurulumu için uygundur.

Seçilen dört bölgedeki güç yoğunluk değerleri Elektrik İşleri Etüd İdaresinin belirttiği 500 W/m² değerinin üzerindedir. Özellikle Belen ve Gökçeada bölgelerindeki güç yoğunluğu değerleri sırasıyla 1581 W/m² ve 1297 W/m² olarak hesaplanmıştır.

Seçilen dört bölge içerisinde üçünde rüzgâr enerji santralleri bulunmaktadır. Bu bölgelerdeki santrallerin kapasiteleri Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Belen, Datça ve Gökçeada bölgelerinde bulunan rüzgâr enerji santrallerinin kapasiteleri (TÜREB, 2011)

Belen	Belen RES	36 MW
Datça	DARES	28.8 MW
Gökçeada	Simelko	5 MW

Literatürde belirlenen dört bölge içerisinde yalnızca Antakya (Hatay) ve Gökçeada için rüzgâr enerjisi yoğunluğu çalışmaları bulunmaktadır. Antakya ve Gökçeada bölgeleri için yapılmış olan ortalama rüzgâr hızı ve rüzgâr enerjisi yoğunluğu değerleri Tablo 7’de verilmiştir (Ergür, 2006).

Tablo 7. Antakya ve Gökçeada bölgelerinin ortalama rüzgâr hızı ve rüzgâr enerjisi yoğunlukları

Bölge	Rüzgâr Enerjisi Yoğunluğu (W/m ²)	Ortalama Rüzgâr Hızı (m/s)
Antakya	108.9	4.4
Gökçeada	74.5	3.9

Tablo 7’de verilmiş olan ortalama rüzgâr hızları ve rüzgâr enerjisi yoğunluğu değerleri bu çalışmada elde edilen değerlerden farklıdır. Bunun nedeni rüzgâr hızı ölçümü yapılan bölgenin, yüksekliğin, mevsimin ve veri alma sürelerinin farklı olmasındandır.

Rüzgâr enerjisi yoğunluğu hesaplamaları için noktasal rüzgâr ölçüm direkleri kurularak en az beş ya da altı senelik bir süre için veriler alınmalı, dikey rüzgâr hızı ve türbülans yoğunluğu değerleri de hesaplanmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Çakır, Y. N. (2011) Rüzgâr Enerjisi Yatırımının Ekonomik Analizi: Türkiye Örneği, Rüzgâr Enerjisi ve Türbinleri Yerel Sempozyumu, Gönen-Bandırma, 86-105.
2. Demirer, Ö. (2010) Türkiye’de Rüzgâr Enerjisinin Gelişimi 1996-2010, Turkish International Renewable Energy Congress.
3. Durak, M. (2010) 2009 Yılı Sonu İtibarı İle Dünya’da ve Ülkemizde Rüzgâr Elektrik Santral (RES) Projelerinin Son Durumu, Turkish International Renewable Energy Congress.
4. DWIA (2009) Vindmølleindustrien, Danish Wind Industry Association web page:
5. Erdoğan, E. (2009) On the wind energy in Turkey, Renew Sust Energy Rev,13:1361–1371.
6. Ergür, Ö. (2006) Rüzgâr Türbinleri ile Enerji Üretimi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 48 sayfa.
7. Korukçu, M., Ö. (2011) Bursa Bursa İlinde Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli ve Kullanımı, Rüzgâr Enerjisi ve Türbinleri Yerel Sempozyumu, Gönen-Bandırma, 19-24.
8. Kurban, M., Kantar, Y., M., Hocaoglu, F, H. (2006) Rüzgâr Enerjisi Potansiyelinin Araştırılmasında Weibull ve Rayleigh Dağılımlarının Kullanılması, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, cilt 10, sayı 1, 14-21.
9. Mathew, S. (2006) Wind Energy Fundamentals, Resource Analysis and Economics, Springer Verlag, Netherlands.
10. Oğulata, R. T. (2003) Energy sector and wind energy potential in Turkey, Renew. Sust. Energy Rev,7:469–484.
11. Oral, F. ve Ekmekçi, İ. (2010) Rüzgâr Enerjisi Potansiyelinin Hesaplanmasında Weibull Dağılımının Kullanılması, VIII. Uludal Temiz Enerji Sempozyumu, Bursa, 175-183.
12. Özgür, M. A. (2008) Review of Turkey’s renewable energy potential, Renewable Energy, 33: 2345 – 2346.
13. Öztopal A, Şahin A. D. , Akgün N., Şen Z. (2000) On the regional wind energy potential of Turkey, Energy, 25:189–200.
14. TÜREB (2011), Türkiye Rüzgâr Enerjisi Santralleri Atlası http://www.ruzgarenerjisibirligi.org.tr/attachments/article/112/TURSAT-2011_a3.pdf
15. www.windpower.org
16. Vardar, A., Eker, B., Durgut, M. R., Okur, E. ve Kurtulmuş, F. (2011) Modeling studies on the relation between wind speed and height: Tekirdag sample, Energy Education Science and Technology, 27 (2): 383-388.
17. YEK (2010), Yenilenebilir Enerji Kanunu <http://www.eie.gov.tr/YEK.html>

Makale 28.03.2011 tarihinde alınmış, 21.07.2011 tarihinde düzeltilmiş, 13.09.2011 tarihinde kabul edilmiştir.
İletişim Yazarı: M.Ö.Korukçu (ozgun@uludag.edu.tr).

