

## Eskişehir’de rüzgar ve güneş enerjisi potansiyelinin belirlenmesi

**Hasan D. YILDIZAY\*<sup>1</sup>, Haydar ARAS<sup>1</sup>, Veysel YILMAZ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, hyildizay@ogu.edu.tr, haras@ogu.edu.tr

<sup>2</sup> Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İstatistik Bölümü, vyilmaz@ogu.edu.tr

### Özet

Rüzgar enerjisiyle elektrik üretimi için türbinlerin kurulmasında gerekli aşamalar sırasıyla; rüzgar hızı ölçümleri, ölçülen verilerin değerlendirilmesi, enerji üretimin potansiyeli belirlenmesi ve türbin seçimi şeklindedir. Bu nedenle türbin kurulumunun en önemli parametresi ölçüm yapılan alanı temsil eden bir noktadan rüzgar hız verilerinin alınmasıdır. Rüzgar enerji santralleri kurulumu için rüzgar hızı ve rüzgar yönünün yanında diğer bazı meteorolojik parametrelerin de ölçülmesi gereklidir. Hava yoğunluğu ve türbin korozyona uğraması gibi etkenler için sıcaklık, nem ve basınç değişimlerinin mevsimsel olarak değerlendirilmesi gereklidir (Durak ve Özer, 2008). Enerji üretiminde yenilenebilir enerjilerin araştırılması günümüz dünyası için kaçınılmaz bir gerçektir. Gelişen teknolojiye bağlı olarak çevre dostu enerji talebi gün geçtikçe artmaktadır. Bu nedenle, bölgesel olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı araştırmalarına destek sağlanması, makalenin başlıca amaçları arasındadır. Ayrıca, Türkiye rüzgar ve güneş enerjisi haritasına da bir katkı sağlanması hedeflenmektedir

Bu çalışmada; Eskişehir için rüzgar ve güneş enerjisi potansiyellerinin belirlenmesi amaçlanarak Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Meşelik Kampüsünde rüzgar ve güneş ölçüm istasyonu kurulmuştur. Böylece Eskişehir’de enerji üretimi amacıyla yönelik rüzgar ve güneş enerjisi verileri bölgesel olarak detaylandırılmıştır. Verilerin değerlendirilmesi sonucunda rüzgar ve güneş enerjisi kaynaklı elektrik üretiminin ekonomik olup olmadığı tespit edilmiştir. Çalışmada ölçümlenen 30m yükseklikteki rüzgar hızları hafif sınıfa dahil edilebilir. Dolayısıyla hafif sınıfta kalan rüzgar hızlarıyla, su pompalarını çalıştırmak ve ikinci derece güç üretimi uygun olmaktadır. Yapılan çalışmada kullanılan veriler Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri komisyonu tarafından desteklenen proje ile kurulan ölçüm istasyonundan alınmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Rüzgar Enerjisi, Güneş Enerjisi, Eskişehir

\*Yazışmaların yapılacağı yazar: Hasan D. YILDIZAY, hyildizay@ogu.edu.tr, hyildizay@gmail.com;  
Tel: 0535 2912928

## Determination of Wind and Solar Energy Potential in Eskisehir

### Extended Abstract:

The necessary steps in the establishment of wind power turbines for electricity generation, the wind speed measurements, evaluation of the measured data, the potential for energy production in the form of the identification and selection of the turbine, respectively. Therefore, the wind speed data which is the most important parameter of the turbine installation area is taken from representing measurement point. For the installation of wind power plants, wind speed and wind direction must be measured in addition to some other meteorological parameters. The temperature, humidity and pressure changes should be assessed seasonal for the factors such as air density and corrosion of turbine (Durak and Özer, 2008). For research into renewable energies in power generation is an unavoidable reality in today's world. Depending on the evolving technology environment-friendly energy demand is increasing day by day. Therefore, the provision of support for regional research in the use of renewable energy sources is among the main objectives of the article. In addition, to provide a contribution to the Turkey' map of wind and solar power is aimed.

Nowadays, one of the most important indicators of a country's development, it is the energy consumed per capita in the country. Energy, infrastructure and industrialization is an essential element of daily life. Therefore, the country's energy needs, holds an important place in the national and international platforms. Energy sources will be depleted in the near future, for reasons such as environmental impacts, and increasing dependence on foreign, countries nowadays reliable, adequate supply, cheap and clean energy needs. Industry, the economy and the rapidly growing population of Turkey's population, the need for energy is constantly increasing in parallel. Therefore, the produced energy source, as well as the efficient use of energy and resources available for the provision of equality of the potential for the introduction of renewable energy sources is extremely important. Table 1 in the country share of renewable energy sources are electricity generation (ETBK, 2012). Accordingly, the orientation renewable energy sources in our country, in general, are increasing.

In this study, wind and solar measurements station was established in the Eskişehir Osmangazi University Meselik Campus to determine the potential of wind and solar power. Thus, for the purpose of energy production from wind and solar energy in Eskisehir region, data is extended. As a result of evaluation of data, whether cost of electricity production from wind and solar energy is economic have been identified.

The study measured wind speeds of 30m, can be incorporated into a light class. Therefore, the remaining wind speeds of light in the class, water pumps, power generation and second degree will be eligible to run. The data used in this study was taken from the measuring station which was established through a project supported by Eskisehir Osmangazi University Scientific Research Projects Commission (Aras et al., 2012). 30m length to a minimum so that the interaction of the sensors on a pole and advance literature, which was published in the Official Gazette No. 24903 dated 10.11.2002 "Wind and Solar Measurements" Communiqué on the device according to the placements elevations were planned. However, this notification in the Official Gazette No. 28250 dated 31.03.2012 which was published in "Wind and Solar Energy Based License Applications Communiqué Amending the Communiqué on the Measurement Standard was changed to" (Rega, 2012). Installing the metering station is suitable for both the rules laid down in the communiqué. Measuring station for the selection of the installation site, in an article in 2004 is taken into consideration. In this article, Analytic Hierarchy Process technique has identified the location of the most suitable wind measurement station (Aras et al., 2004).

The main factor that determines the installation of a central area is to determine the potential for infrastructure and energy studies. Therefore, in order to determine the potential of the region's wind and solar power for continuous measurements should be made at least 1 year. If the establishment of a central area of electricity generation and will not be economically possible with determination, but the statistical analysis of the raw data. Therefore, analysis of problems that can occur with the help of pre-determined and studies to determine the potential for wind and solar power to be accurate and complete.

**Keywords:** Wind Energy, Solar Energy, Eskisehir

## Giriş

Enerji kaynaklarımızı çeşitlendirmek ve kaynak temini konusunda mümkün olduğunca dışa bağımlılığımızı azaltmak bakımından yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranlarının artırılması oldukça önemlidir. Rüzgar enerjisi gibi enerji kaynaklarımızın tamamının değerlendirilmesine yönelik bilgi ve güvenilir verilere dayalı çalışmaların hızlanması ve özellikle temiz enerji teknolojilerinin ülkemiz ekonomisine kazandırılması bir zorunluluktur. Dünya nüfusunun, kentleşmenin ve sosyal hayattaki refah düzeyinin artması, sanayileşmenin hızlı bir gelişme göstermesi ve yeni teknolojilerin kullanıma sunduğu makine-araç çeşitlenmesi gibi faktörler enerji sektörünü günümüzün en önemli sektörlerinden biri haline getirmiştir. Günümüzün geleneksel enerji üretim ve tüketim teknolojilerinin insan, çevre ve doğal kaynaklar üzerinde yerel, bölgesel ve küresel seviyede olumsuz etkilere neden olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, enerjinin çevreye zarar verilmeden üretilmesi ve tüketilmesi amacı ön plana çıkmıştır.

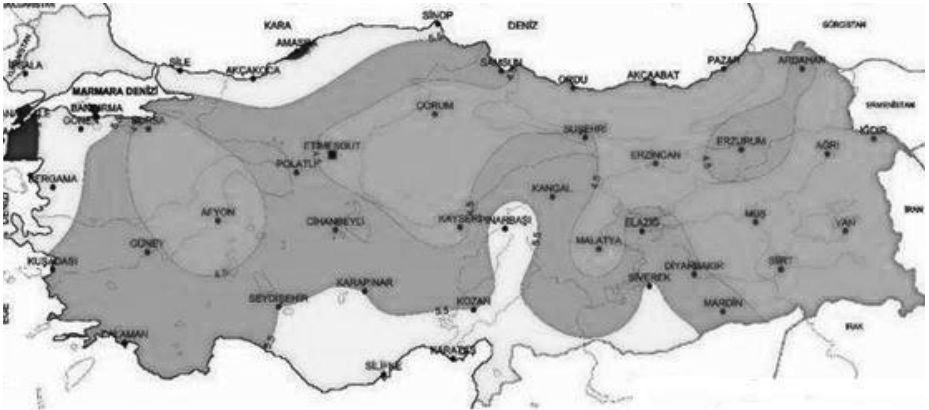
Birincil enerji üretimi, tüketimin ancak %28’ini karşılamaktadır. Enerjide dışa bağımlılık

1990’da %52, 2000 yılında %68 iken 2011 yılında %72 olmuştur. Enerjide dışa bağımlılık giderek artmaktadır. Enerji ithalatı 2011 yılı itibari ile yaklaşık 90 milyon TEP dir ve maliyeti yaklaşık olarak 54 milyar dolardır. Bu ithalat içinde, taşkömürü %15, petrol %36, doğal gaz %36 lık paya sahiptir (DEKTMK, 2012).

Yukarıda sayılan nedenlerle yerli üretimin sağlanması önem arz etmektedir. Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları bakımından dünya geneline bakıldığında önemli bir yere sahiptir. Bu nedenle gerek enerji güvenliği bakımından gerekse temiz enerji üretimi açısından yenilenebilir enerjiye yönelim ülke politikaları bakımından önemlidir.

## Rüzgar enerjisi potansiyeli

Bir bölgeye santral kurulmasını belirleyen ana etken altyapı ve enerji potansiyeli belirleme çalışmalarıdır. Bu nedenle bölgenin rüzgar ve güneş enerjisi potansiyelini belirleyebilmek için en az 1 yıl boyunca süreklilik arz eden ölçümler yapılmalıdır. Bölgede bir santral kurulması



	> 7.5	6.5 - 7.5	5.5 - 6.5	4.5 - 5.5	< 4.5
U (m/s)	> 7.5	6.5 - 7.5	5.5 - 6.5	4.5 - 5.5	< 4.5
P (W / m <sup>2</sup> )	> 500	300 - 500	200 - 300	100 - 200	< 100

Şekil 1. Türkiye'nin rüzgar enerji potansiyeli (MG, 2013)

durumunda elektrik üretiminin ekonomik olup olmayacağına tespiti ancak alınan ham verilerin istatistiksel analizinin yapılması ile mümkündür. Bu nedenle analizler yardımıyla ortaya çıkabilecek sorunlar önceden tespit edilerek rüzgar ve güneş enerjisi potansiyeli belirleme çalışmalarının doğru ve eksiksiz yapılması sağlanabilir. Çünkü bu çalışmalar santral kurulumu öncesinde çok önemli bir yere sahiptir.

Rüzgar enerjisi potansiyellerinin belirlenmesi için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu bilgisayar programlarının başında Danimarka RISO ulusal laboratuvarında geliştirilmiş olan Avrupa kıtasının rüzgar atlasının hazırlanmasında kullanılan WASP (Wind Atlas Analysis and Application Program - Rüzgar Atlası Analiz ve Uygulama Programı) gelmektedir. Şekil 1'deki dağılımı elde edebilmek için, WASP programı kullanılmakta olup programın girdisi ise ülkemizde faaliyette olan 45 adet ölçüm istasyonundan alınan verilerdir (MGM, 2013).

Günümüzde ülke kalkınmasının en önemli göstergelerinden birisi, o ülkede kişi başına tüketilen enerjidir. Enerji, sanayileşmenin alt yapısı ve günlük hayatın vazgeçilmez bir unsurudur. Bu nedenle, ülkelerin enerji ihtiyaçları ulusal ve uluslararası platformlarda önemli bir yer tutar. Enerji kaynaklarının yakın gelecekte tükeneyecek olması, dışa bağımlılığın artması ve çevresel etkiler gibi nedenlerle; günümüzde ülkeler güvenilir, yeterli miktarda, ucuz ve temiz enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Sanayisi, ekonomisi ve nüfusu ile hızla büyüyen Türkiye' de nüfusa paralel olarak enerji ihtiyacı da sürekli olarak artmaktadır. Bu nedenle, üretilen enerjinin verimli kullanılması ve mevcut enerji kaynaklarının yanı sıra kaynak eşitliğinin sağlanması için yenilenebilir enerji kaynaklarına ait potansiyelin kullanıma sunulması son derece önemlidir. Tablo 1'de ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarında elektrik enerjisi üretiminin payları verilmiştir (ETBK, 2012). Buna göre yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yönelim ülkemizde genel anlamda artış trendindedir.

Tablo 1. Türkiye'nin Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü ve Elektrik Üretimi (ETBK, 2012; EMO, 2013)

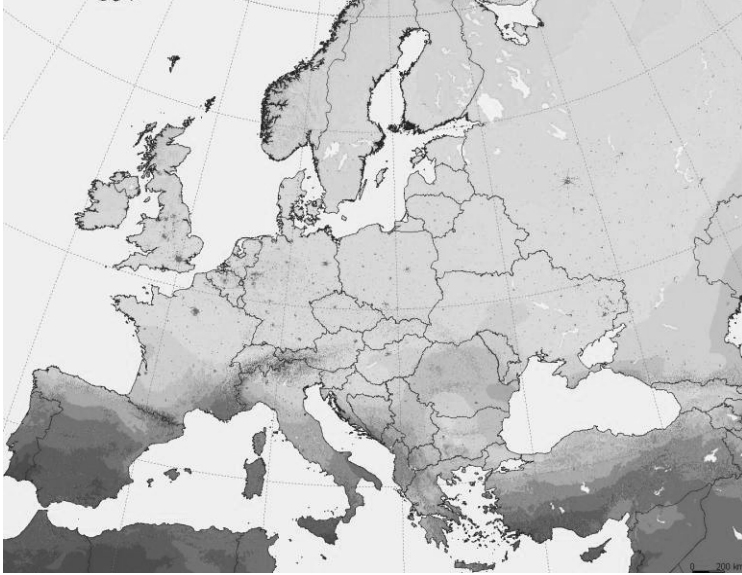
Yıllar	Kurulu güç (MW)					Üretim (GWh)				
	Termik	Hidrolik	Jeotermal + Rüzgar	Toplam	Artış (%)	Termik	Hidrolik	Jeotermal + Rüzgar	Toplam	Artış (%)
2002	19568.5	12240.9	36.4	31845.8	12.4	95563.1	33683.8	152.6	129399.5	5.4
2003	22974.4	12578.7	33.9	35587.0	11.7	105101.0	35329.5	150.0	140580.5	8.6
2004	24144.7	12645.4	33.9	36824.0	3.5	104463.7	46083.7	150.9	150698.3	7.2
2005	25902.3	12906.1	35.1	38843.5	5.5	122242.3	39560.5	153.4	161956.2	7.5
2006	27420.2	13062.7	81.9	40564.8	4.4	131835.1	44244.2	220.5	176299.8	8.9
2007	27271.6	13394.9	169.2	40835.7	0.7	155196.2	35850.8	511.1	191558.1	8.7
2008	27595.0	13828.7	393.5	41817.2	2.4	164139.3	33269.8	1008.9	198418.0	3.6
2009	29339.1	14553.3	868.8	44761.2	7.0	156923.4	35958.4	1931.1	194812.9	-1.8
2010	32278.5	15831.2	1414.4	49524.1	10.6	155827.6	51795.5	3584.6	211207.7	8.4
2011	33931.1	17137.1	1842.9	52911.1	6.8	171638.3	52338.6	5418.2	229395.1	8.6
2012	35027.3	19609.4	2422.7	57059.4	7.8	175074.5	57719.5	6706	239500	4.5

Ülkemizde 2012 sonu itibariyle elektrik enerjisi kurulu gücü toplam 57059.4 MW dır. Buna karşılık kurulu güç içerisindeki yenilenebilir kaynaklarından rüzgar ve jeotermal enerjinin toplam kurulu güç değeri 2422.7 MW dır. Türkiye de 2012 itibariyle rüzgar enerjisinde kurulu gücümüz 2312.15 GW dir. 2013 itibariyle verilmiş üretim lisansları 6.25 GW olup bu kapasitenin türbin maliyeti 5.5 milyar dolardır. Enerji bakanlığı tarafından önümüzdeki 10 yıl içinde planlanan kapasite 20 GW olup bu güce ulaşmak için 28 milyar dolar türbin maliyeti karşımıza çıkmaktadır. Önümüzdeki 20 yıl içinde ülkemizde beklenen kapasite ise 40 GW olup bu güce ulaşmak için 55 milyar dolar paraya ihtiyacımız bulunmaktadır. Rüzgar türbinlerinde kurulum maliyetinin MW başına 1 milyon Euro olduğu göz önüne alınırsa 20 yılda 50 milyar dolar

rüzgar türbini ithalatı için yurt dışına akacaktır. Bu nedenledir ki rüzgar ve güneş enerjisi ile ilgili yapılan projeler, ülkemiz menfaatleri açısından büyük önem arz etmektedir.

### **Güneş ışıını potansiyeli**

Yeryüzünden yaklaşık 151 milyon km uzaklıkta bulunan güneşten atmosferin dış yüzeyine ulaşan enerjinin yalnızca  $1367 \text{ W/m}^2$  değeri yeryüzüne ulaşabilmektedir. Bu değer güneş sabiti olarak kullanılmaktadır. Şekil 2’ye göre, Türkiye’nin güneş enerjisi potansiyelinin, AB ülkelerinin güneş enerjisi enerjisinden çok daha iyi olduğu görülmektedir. Ülkemizde güney ve güney doğu bölgelerinde ortalama güneş ışıını değeri yıllık 1800-2000 kWh/m<sup>2</sup>dir. Yine aynı bölgelerde güneş ışıınının yıllık en düşük değerleri ise yıllık ortalama 1400-1450 kWh/m<sup>2</sup> düzeyindedir.



*Şekil 2. AB ülkeleri güneş ışıını enerjisi (kWh/m<sup>2</sup> yıl) (European Report, 2011)*

Ülkemiz, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır. 1966 yılından itibaren Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılan ölçümlerde Türkiye’nin ortalama yıllık toplam güneşlenme

süresi 2640 saat/yıl (günlük toplam 7,2 saat/gün), ortalama toplam ışıını şiddeti  $1311 \text{ kWh/m}^2\text{-yıl}$  (günlük toplam  $3.6 \text{ kWh/m}^2\text{-gün}$ ) olduğu tespit edilmiştir. Aylara göre Türkiye güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi değerleri ise Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Türkiye'nin aylık ortalama güneşlenme süreleri (MGM, 2013)

Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi	Güneşlenme Süresi
	kWh/m <sup>2</sup> -ay	(Saat/ay)
Ocak	51.75	103
Şubat	63.27	115
Mart	96.65	165
Nisan	122.23	197
Mayıs	153.86	273
Haziran	168.75	325
Temmuz	175.38	365
Ağustos	158.40	343
Eylül	123.28	280
Ekim	89.90	214
Kasım	60.82	157
Aralık	46.87	103
Toplam	1311	2640
Ortalama	3.6 kWh/m <sup>2</sup> -gün	7.2 saat/gün

Tablo 2 ye bakıldığında nisan ayı ile eylül ayları arası güneşlenme enerjisinin yüksek olduğu görülmektedir. Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan bölgesi Güney Doğu Anadolu

Bölgesi olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir. Güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi değerlerinin bölgelere göre dağılımı da Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Bölgelere göre güneş enerjisi değerleri (MGM, 2013)

Bölge	Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m <sup>2</sup> -yıl)	Güneşlenme Süresi (Saat/yıl)
Güney Doğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1304	2738
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971

### Eskişehir'de rüzgar hızı potansiyeli

Yapılan çalışmada kullanılan veriler Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri komisyonu tarafından desteklenen

proje ile kurulan ölçüm istasyonundan alınmıştır (Aras vd., 2012). 30m boyundaki bir direk üzerine sensörlerin birbirlerini etkilemeleri minimum seviyede olacak şekilde önceden

literatür bilgilerine ve 11/10/2002 tarih ve 24903 sayılı Resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren "Rüzgar ve Güneş Ölçümlerine İlişkin Tebliğ" e göre planlanmış yüksekliklerde cihaz yerleşimleri yapılmıştır. Ancak bu tebliğ 31.03.2012 tarih ve 28250 sayılı Resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren "Rüzgar ve Güneş Enerjisine Dayalı Lisans Başvurularına İlişkin Ölçüm Standardı Tebliğinde Değişiklik Yapılmasına İlişkin Tebliğ" olarak değiştirilmiştir (Rega, 2012). Kurulumu yapılan ölçüm istasyonu, her iki tebliğde de belirlenmiş kurallara uygundur. Ölçüm istasyonunun kurulum yeri seçimi için 2004 yılında yapılan bir makale göz önünde bulundurulmuştur. Bu makalede Analytic Hierarchy Process tekniği ile en uygun rüzgar ölçüm istasyonunun yerini belirlenmiştir (Aras vd., 2004).

Ölçüm istasyonunda 30.m ye doğu ve batı yönlerinde 2 sensör, 10.m ye doğu yönünde 1 sensör ve 3.m ye ise 1 adet piranometre monte edilmiştir. Bu sensörlerden 2011 ve 2013 yıllarına ait rüzgar hızı değerlerine bakıldığında 30.m de rüzgar hızı ortalaması 3.8 m/s ve 10.m deki rüzgar hızı ortalaması ise 2.93 m/s dir. Bu değerler verilerin alındığı dönemdeki hava olaylarının geçmiş yıllardaki ortalamaların altında kalmasından dolayı Eskişehir bölgesinin genel olarak meteorolojik ortalamalarının altındadır. Bu durum en yüksek rüzgar hız değerlerinin düşük olmasından da anlaşılabilir (Tablo 4). En düşük rüzgar hızlarının 0.4 m/s olmasının sebebi ölçümde kullanılan anemometrelerin en düşük bu hızları ölçebilmesinden kaynaklanmaktadır.

*Tablo 4. Rüzgar hızları genel ortalamaları (Aras vd., 2012)*

	30m Doğu	30m Batı	10m Doğu
Ortalama rüzgar hızı (m/s)	3.7	3.8	2.9
En düşük rüzgar hızı (m/s)	0.4	0.4	0.4
En yüksek rüzgar hızı (m/s)	18.3	18.4	16.0

Ölçüm istasyonunda rüzgar hız ve yön bilgileri dışında ölçülen diğer değerler Tablo 5’de verilmiştir. Tablodan da anlaşılacağı gibi rüzgar hızlarının dışında sıcaklık, basınç, hava

yoğunluğu ve nem oranları büyük değişiklikler göstermektedir. Bu değişikliklerin ana sebebi mevsimsel farklılıklardır. Nem oranı yağmurlu ve karlı havalarda %100 olarak ölçülmüştür.

*Tablo 5. Ölçüm ortalamaları (Aras vd., 2012)*

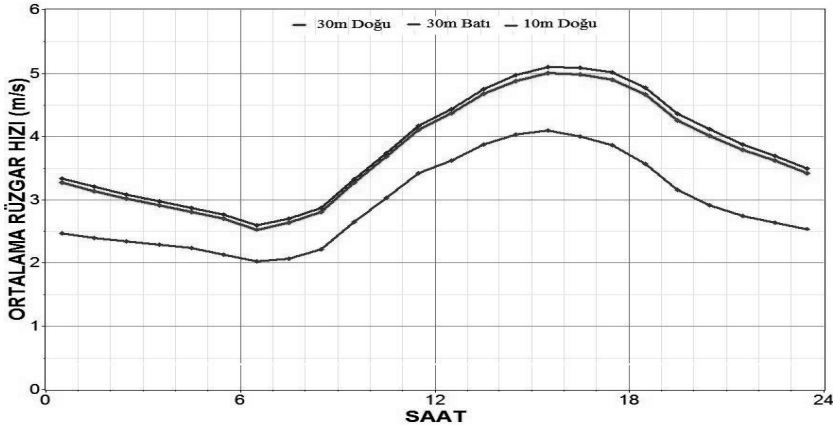
Parametere	Birimi	Ortalama	En Yüksek	En Düşük
Sıcaklık	°C	10.7	40.3	-12.7
Basınç	mbar	911.4	925	888.9
Hava yoğunluğu	kg/m <sup>3</sup>	1.12	1.22	1.02
Nem oranı	%	74.1	100	13.3

Tablo 6. 30.m deki rüzgar yön dağılımı (Aras vd., 2012)

	Ortalama (m/s)	En Düşük (m/s)	En Yüksek (m/s)
345° - 15°	3.61	0.40	11.60
15° - 45°	2.40	0.40	10.10
45° - 75°	3.11	0.40	8.60
75° - 105°	3.74	0.40	11.30
105° - 135°	3.66	0.40	13.40
135° - 165°	2.90	0.40	14.40
165° - 195°	2.86	0.40	14.80
195° - 225°	3.38	0.40	18.40
225° - 255°	3.29	0.40	14.60
255° - 285°	3.80	0.40	12.30
285° - 315°	5.17	0.40	14.60
315° - 345°	4.82	0.40	11.70
Ortalama	3.81	0.40	18.40

Rüzgar hızlarının yönler göre dağılımına bakıldığında (Tablo 6) ortalama rüzgar hızlarının en yüksek 285<sup>0</sup> ile 315<sup>0</sup> derecelerde yani kuzey-batı yönünde gerçekleştiği

görülmektedir. Ancak en yüksek rüzgar hızlarına bakıldığında 195° ile 225° derece arasında yani güney-doğu yönünde gerçekleştiği görülmektedir.



Şekil 3. Aylık ortalama rüzgar hızları değerlerinin saatlere göre değişimi (Aras vd., 2012)

Şekil 3 incelendiğinde, ölçüm yapılan bölgede rüzgar hızı değerleri gece boyunca en düşük değerlerde seyretmekte fakat sabah saatlerinden

itibaren artmakta ve öğle saatlerinde en yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bu durum her 3 anemometre içinde paraleldir.



### Eskişehir’de güneş enerjisi potansiyeli

Ölçüm istasyonundan alınan veriler değerlendirilerek, ışınım şiddeti aylık ortalama ölçüm sonuçlarına bakıldığında, kış sezonunda ışınım şiddeti oranlarında belirli rakamlara ulaşılması hava olaylarının çok az sayıda olduğunu göstermektedir. Tablo 7’ye bakıldığında Aralık ve Ocak ayları dışındaki zaman diliminde ışınım şiddeti oldukça yüksektir, nisan ve eylül ayları arasında ise en yüksek ışınım değerleri elde edilmiştir.

Tablo 7. Aylık Ortalama Işınım Şiddetleri (MGM, 2013)

Aylar	Işınım Şiddeti (W/m <sup>2</sup> )
Kasım	93.1
Aralık	58.8
Ocak	61.0
Şubat	107.3
Mart	158.4
Nisan	194.4
Mayıs	224.5
Haziran	278.7
Temmuz	327.1
Ağustos	298.3
Eylül	229.0
Ekim	160.0
Kasım	102.5

### Sonuçlar

Çalışmada 30m Doğu yönüne ait ortalama rüzgar hızı 3,75623 - 3,79298 m/s, Batı yönüne ait ortalama rüzgar hızı 3,79294 - 3,84659 m/s arasında ve 10m Doğu yönüne ait rüzgar hızı da 2,90862 - 2,95324 m/s arasındadır. Tablo 8’e göre çalışmada ölçümlenen 30m yükseklikteki rüzgâr hızları hafif sınıfa dâhil edilebilir. Dolayısıyla hafif sınıfta kalan rüzgar hızlarıyla, su pompalarını çalıştırmak ve ikinci derece güç üretimi uygun olacaktır. 10m Doğu yönündeki rüzgâr hızları da çok hafif sınırına girmekte olup bu hızlarla enerji üretimi ekonomik olmayacaktır.

Tablo 8. Rüzgâr hızının türbine etkisi (Koç, 1996; Ültanır, 1996)

Rüzgar	Rüzgar	Rüzgar Türbinine
0.0 - 1.8	Sakin.	Yok
1.9 - 3.0	Çok Hafif.	Yok.
3.1 - 5.8	Hafif.	Su pompalarını
5.9 - 8.5	Orta.	Yararlı elektrik
8.6 - 11.0	Sert.	Yararlı elektrik
11.1 -	Kuvvetli.	Tam kapasite.
14.1 -	Çok	Tam kapasite.
21.0 <	Fırtına.	Tüm makinelerin

### Öneriler

İç kaynakların en uygun koşullarda kullanılmasına, bu kaynakların doğaya en az zarar vermesine ve ekonomik gelişime maksimum katkı sağlamasına dayalı enerji politikasının belirlenmesi, Türkiye için bir zorunluluktur. Bu nedenle yenilenebilir ve çevresel zararları en az olan ve ülke içinde bol olarak bulunan enerji kaynaklarına yönelmek, Türkiye’nin hem enerji güvenliğini sağlayacak hem de dışa bağımlılığı azaltacaktır.

Enerji ithalatına yılda 54 milyar dolar harcayan ülkemizde enerji üretimde dışa bağımlılık oranı %72 ye kadar çıkmıştır. Bu nedenle yerli üretim desteklenmeli yenilenebilir enerji üretimi teşvik edilmelidir.

Unutulmamalıdır bir yerde enerji üretimi yapmanın ilk aşaması potansiyel belirleme çalışmalarının yapılmasıdır. Bu nedenle yapılan çalışmalar yaygınlaşarak artmalı ve Türkiye’nin potansiyel haritası detaylandırılmalıdır.

### Bilgilendirme

Bu çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından 201015023 numaralı proje ile desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- Aras H., (2010-2012). Eskişehir’de Enerji Üretimi Amaçlı Rüzgar Hız ve Güneş Işınım Potansiyellerinin Tespiti ve Analizi, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Bilimsel Araştırmalar Komisyonu Projesi*.
- Aras H., Erdogmus S., Koc E., (2004). Multi-criteria Selection for a Wind Observation Station Location Using Analytic Hierarchy Process, *Renewable Energy*, **29**, 1383–1392
- Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (MGM), [www.mgm.gov.tr](http://www.mgm.gov.tr)
- Durak M., Özer S., (2006). *Rüzgar Enerjisi: Teori ve Uygulama*, İmpress Basım, Ankara
- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEKTMK), Türkiye Enerji Verileri 2012.
- European Statistic Report, (2011). *Wind in Power*, [www.europa.eu](http://www.europa.eu)
- Koç T., (1996). *Kapıdağ Yarımadasında Rüzgar ve Ortam*, Türk Coğrafya Dergisi Sayı: **31** s: 167-182
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Raporu (2012). (ETBK), *Dünya’da ve Türkiye’de Enerji Görünümü*
- T.C. Resmi Gazete (REGA), (2012). *Rüzgar Ölçümlerine İlişkin Tebliğ*, [rega.basbakanlik.gov.tr](http://rega.basbakanlik.gov.tr)
- TMMOB, Elektrik Mühendisleri Odası verileri, [www.emo.org.tr](http://www.emo.org.tr)
- Ültanır M.Ö., (1996). Şimdi Rüzgar Çiftliği Zamanı, *Enerji Dergisi*, Yıl:1 Sayı:5 s:48-57