

TÜRKİYE'DE RÜZGAR ENERJİSİ POTANSİYELİ VE KULLANIMI

Cumali İLKILIC*
Yrd. Doç. Dr., Fırat Üniversitesi
Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü, ELAZIĞ
e-mail: cilkilic@firat.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada rüzgar enerjisi hakkında genel bir bilgi verilmiş, dünyadaki ve Türkiye'deki rüzgar enerji sistemlerinin gelişimi araştırılmıştır. Türkiye'nin kullanılabilir rüzgar enerjisi ile kurulmuş ve kurulmakta olan rüzgar enerji santralleri araştırılmıştır. İlk olarak bütün bölgelerin rüzgar enerjisi potansiyeli çıkarılmış ve bazı yörelerin rüzgar hızının aylık değişimleri incelenmiştir. Bu potansiyelden yararlanma imkanları araştırılmış ve bu alandaki gelişmeler ele alınmıştır. Türkiye'deki mevcut ve inşa halindeki rüzgar enerji santralleri ile sözleşmesi imzalanmış projeler üzerinde durulmuştur. Sonuç olarak Türkiye'nin rüzgar enerjisinden yararlanmaya yönelik uygulama ve çalışmaların son sekiz yılda hızlı bir şekilde yükseldiği ve bu çalışmaların devam ettiği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Rüzgar, rüzgar enerjisi, rüzgar türbini, güç

Wind Energy Potential and Utilization in Turkey

ABSTRACT

In this study, overall information about wind energy was given and progress in wind energy power systems in Turkey and in the world was explored. Wind energy potential and the number of wind power plants which have already been installed and being installed in Turkey were investigated. Firstly, the wind energy potential of all region and wind speed rates in some region in Turkey was introduced. Secondly, power utilization from this potential and progresses in the area were handled. The wind energy power plants which we have in Turkey and number of installation project were given. As a result, it was realized that, the number of application, utilization, power plants and installations in order to take advantage of wind energy is rapidly increasing.

Keywords : Wind, wind energy, wind turbine, power

* İletişim yazarı
Geliş/Received : 03.06.2009
Kabul/Accepted : 19.06.2009

GİRİŞ

Rüzgar enerjisi potansiyeli, güneşin dünya etrafındaki havayı ısıtıp farklı basınç alanlarının oluşmasına bağlı olarak değişmektedir. Isınan hava bir alçak basınç alanı ve soğuyan hava da bir yüksek basınç alanı meydana getirmektedir. Yüksek basınç alanından alçak basınç alanına hava akımı meydana gelir. Bu hava akımı hareketleri yer yüzünde rüzgarların oluşmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda rüzgar, güneşin karayı denizden daha çabuk ısıtmasından da meydana gelmektedir. Gün boyunca esen kıyı rüzgarları, kara üzerinde ısınmış havanın yerini deniz üzerindeki soğuk havanın alması ile oluşmaktadır. Gece boyunca da bu işlem tersinden meydana gelir, yani kara denizden daha hızlı soğuduğu için rüzgar karadan denize doğru eser. Hava hareketinin bir yerden diğer bir yere daha hızlı olması halinde daha kuvvetli rüzgarlar, fırtınalar, kasırgalar ve hatta tornadolar meydana gelmektedir.

Rüzgar enerjisi, yenilenebilir özelliğe sahip olan ve çevre bakımından da temiz bir enerji kaynağı olarak bilinmektedir. Taşıma sorunu bulunmaz ve aynı zamanda kullanımı da yüksek bir teknolojiyi gerektirmez. Yenilenebilir özellikte olan rüzgar enerjisinin bazı avantajları bulunmaktadır. Atmosferde bol ve serbest olarak bulunan, elde edilmesi kolay olan ve çevre kirliliği olmayan temiz bir enerji kaynağıdır. Güneş ve dünya var olduğu sürece var olan ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olan rüzgar enerjisinden yararlanmak için başka bir enerji şekline dönüştürülmesi gerekir. Buna göre rüzgar gücü yoğunluğu iyi olan yerlerde rüzgar enerji sistemleri kurularak büyük ekonomik yararlar sağlanmaktadır. Rüzgar enerjisinin mekanik enerjiye dönüştürülmesinden Betz teoremine göre elde edilebilecek enerji, rüzgar hızının üçüncü kuvveti ile orantılı olarak değişmektedir[1-2].

Dünyada enerji üretimi ve tüketiminde fosil kökenli yakıtların kullanılması ile oluşan zararlı emisyonların büyük bir kısmını karbondioksit (CO₂) gazı oluşturmaktadır. Oluşan CO₂ gazı atmosferdeki sera etkisi ile bilinen bir emisyon ürünüdür. Yani enerji üretiminde fosil yakıtların kullanılması ile oluşan CO₂ emisyonu, küresel ısınma ve iklim değişikliğine sebep olan emisyon ürünlerinin başında gelmektedir. Bunun için gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler Japonya'nın Kyoto şehrinde toplanarak iklim değişikliğine sebep olan sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik tedbirlerin alınması için bir protokol yayımlamışlardır. 1997 yılında Japonya'nın Kyoto şehrinde 141 ülke tarafından imzalanan Kyoto protokolü, endüstriyel alanında ilerlemiş ülkelerin sera gazı miktarlarını 2012 yılına kadar, 1990 seviyesinin %5 gerisine çekmelerini öngörmektedir. Buna göre küresel ısınmaya sebep olan

gazların atmosfere yayılmasını azaltmak için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması teşvik edilmektedir.

Dünyada kullanılan fosil kökenli enerji kaynaklarının sonlu olması ve ayrıca bu kaynakların ülkeler tarafından bir politik araç olarak kullanılması bakımından geleceğin enerjisi olarak kullanılacak yenilenebilir enerji kaynaklarından biri rüzgar enerjisidir. 1973 yılında OPEC üyesi olan devletlerin yapmış oldukları petrol ambargosu ve 1982'deki petrol krizi ve bunları takip eden diğer enerji krizleri sonucu fosil kökenli enerji fiyatlarında artışlar ve enerji krizleri meydana gelmiştir. Bu kriz ve artışların bir sonucu olarak gelişmiş ülkelerdeki fosil kökenli kaynakların sınırlı olması sebebiyle rüzgâr enerjisine olan ilgi tekrar artmıştır. Yapılan çok sayıda araştırma çalışmaları sonunda birçok yeni rüzgar türbini tasarımı ve üretimi yapılmıştır. Öncelikle evlerde ve çiftliklerde elektrik enerjisini karşılamak amacıyla birçok küçük ve büyük ölçekli rüzgar türbin modelleri geliştirilmiştir. Rüzgar enerjisi öncelikle ev ve iş yerlerinde kullanıldıktan sonra gelişmelere devam edilerek dünyada rüzgar santrallerinin kurulu gücü hızlı bir şekilde artış göstermiştir.

Dünyada rüzgar enerjisinden ilk olarak MÖ yaklaşık 500 yıl önce Mısır'da kayıkların bir sahilinden diğerine yüzdürülmesi için faydalanılmıştır. MÖ 200 yılında ilk olarak bir eksene tutturulmuş pervaneler ile dönüş hareketi üreten bir makine şeklinde çalışan yel değirmenlerinin yapıldığı da söylenmektedir. Yel değirmenleri MS 10. yüz yüze kadar İran ve Afganistan'da tahıl öğütme işlerinde kullanılmıştır. Yel değirmenleri kullanımı konusundaki yazılı belgelere 12. yüz yılda rastlanmaktadır. 1889 yılında ABD'de yel değirmenlerinin üretimini yapan fabrikalar kurulmuştur. Çok kanatlı yel değirmenleri de 19. yüz yılın ikinci yarısında ABD'de yapılmaya başlanmıştır[3].

Çok kanatlı yel değirmenlerinin yapılmasından sonra, bu değirmenlerin pervaneleri geliştirilmek suretiyle su pompalama işlerinden kullanılmıştır. Dizel motorlar icat edilinceye kadar, ABD'deki büyük demiryolları çok pervaneli rüzgar sistemlerine bağlı kalmıştır, yani buhar lokomotiflerinin su ihtiyacını karşılamak için su pompalama işlemi yel değirmenlerinin pervaneleri ile yapılmıştır. 1900 ile 1930 arası ve 1940'lı yıllarda yel değirmenlerinin pervaneleri, ABD'nde geliştirilerek yüz binlerce elektrik üreten rüzgar türbinlerine dönüştürülmüştür. Bunlarda yüksek hızda dönen ve elektrik jeneratörünü çalıştıran iki veya üç kanatlı pervaneler şekline getirilerek geliştirilmiştir. Yenilenebilir bir enerji kaynağı olan rüzgar enerjisinin gelişimine, 1980'li yıllarda Uluslararası Enerji Ajansı öncülüğünde yürütülen araştırma ve geliştirme çalışmalarının büyük bir etkisi olmuştur. Çok kanatlı eski tip rüzgar türbinleri yerine daha modern ve çağdaş olan rüzgar enerjisi çevrim sistemleri (WECS) (Wind Energy Conversion

System) kurulmuştur. Yakıtsız bir enerji olan rüzgar enerjisi ile çalışan bu türbinler öncelikle çiftliklere elektrik üretmede, depolama pillerini doldurmada, pilleri şarj etme, su depolama, taşımacılık, su pompalama, tahılların öğütülmesi ve soğutma işlerinde kullanılmıştır[4-5].

RÜZGAR ENERJİ SİSTEMLERİNİN GELİŞİMİ

Rüzgar enerjisine bağlı olan teknoloji son yıllarda büyük gelişmeler göstermiş ve bu gelişmeler sonucunda 200 MW kapasiteli rüzgar güç santralleri kurulmuştur. 1990 yılında dünyada rüzgar enerjisinin kurulu gücü 2160 MW iken 1994 yılında %43'lük bir artışla 3738 MW'a ulaşmıştır. 1995 yılında dünyanın kurulu rüzgar gücü 4778 MW düzeyinde iken, 1996 yılında 6070 MW'a, 1997 yılında 7636 MW'a, 1998 yılında 10153 MW'a, 1999 yılında 13932 MW'a ve 2000 yılında 18449 MW'a çıkmıştır. Dünyanın kurulu rüzgar gücü 2003 yılı sonunda 33400 MW, 2006 yılının sonunda 74000 MW ulaşmış ve 2010 yılına kadar bu gücün 181000 MW'a ulaşması beklenmektedir[6].

2009 yılı Ocak ayı itibarıyla dünyada işletmede olan rüzgar enerji santrallerinin kurulu gücü 115254 MW olarak hesaplanmıştır. Bu gücün 63889 MW'ı Avrupa'da, 25408 MW'ı ABD, 19524 MW'ı Asya'da, 2870 MW'ı Pasifik ülkelerinde, 2246 MW'ı Kanada'da, 670 MW'ı Latin Amerika'da ve 647 MW'ı da Orta Doğu ve Afrika ülkelerinde bulunmaktadır. 2010 yılından sonra yıllık %20'lik bir artış hedeflenmiştir ve birçok kaynaklara göre 2020 yılı sonunda 1.2 milyon MW'a ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu kurulu güçle üretilebilecek elektrik enerjisi dünya elektrik tüketiminin %10'unu karşılayabilecektir. 2040 yılında dünya elektrik ihtiyacının %20'den fazlasının karşılanmasında rüzgar enerjisinin kullanılacağı tahmin edilmektedir[7,8].

Kurulu rüzgar güç santrallerinin büyük çoğunluğu Avrupa, ikinci olarak Amerika Birleşik Devletleri ve geriye kalan kısmı da Asya kıtası ile diğer kıtalarda bulunan ülkelerde bulunmaktadır. Avrupa'da en büyük kurulu rüzgar güç santralleri 23600 MW güç ile Almanya'da, 16000 MW güç ile İspanya'da, 3290 MW güç ile İtalya, 3427 MW güç ile Fransa, 3242 MW güç ile İngiltere, 3171 MW güç ile Danimarka, 2225 MW güç ile Hollanda ve 1036 MW ile İrlanda'da bulunmaktadır. Asya kıtasında ise Hindistan ve Çin rüzgar enerji santrallerine önem veren devletler arasındadır.

Avrupa'da rüzgar enerjisi kullanımı son yıllarda büyük bir artış göstermiştir. Avrupa Rüzgar Enerjisi Birliği (EWEA), rüzgar enerjisi üretiminin 2010 yılında 75 000 MW, 2020 yılında ise 180.000 MW'tan daha fazla olacağını tahmin etmektedir. Rüzgar enerjisinden kullanım artışı gerçekleşirken birim

maliyetlerinin de sürekli düşmesi beklenmektedir. Buna göre Avrupa'nın rüzgar enerjisi kullanımını 2000 yılından günümüze ve 2020 yılına kadar da hedeflenen kurulum gücü aşağıdaki tabloda görülmektedir [9].

Tablo 1. Avrupa'da Yıllara Göre Kurulu ve Hedeflenen Rüzgar Enerjisi

Yıllar	Kurulu güç (MW)
2000	12.880
2001	17.313
2002	23.159
2003	28.567
2004	34.205
2005	40.500
2006	48.000
2010*	75.000
2020*	180.00

*= hedeflenen rakam

TÜRKİYE'DE RÜZGAR ENERJİ POTANSİYELİ

Rüzgardan sağlanacak güç rüzgar hızının küpü ve kullanılacak rüzgar türbininin rotor süpürme alanı ile doğru orantılıdır. Güç elde etmede önemli bir faktör olan rüzgarın hızı, yerden yükseldikçe logaritmik olarak artış göstermektedir. Bir yörede kurulacak rüzgar santralinden elde edilebilecek güç, yalnızca kullanılan türbin sayısı ve türbin büyüklüğü ile sınırlı kalmaktadır. Rüzgar enerjisi santrallerinin tasarımı, planlaması ve çalıştırılması için rüzgar karakteristiklerinin çok iyi hesaplanmış olması gerekmektedir. Rüzgar enerji potansiyelinin belirlenebilmesi ve rüzgar türbinlerinin yerleşimi için güvenilir rüzgar verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Rüzgar enerjisi santralleri kurulmasının ilk aşaması uzun süreli rüzgar hızı ve yoğunluğunun standartlara uygun ölçüm cihazları ile uygun şartlarda veri toplama işlemi ile mümkündür. Bu şekilde hassas olarak elde edilen verilerin bir araya getirilmesi ile Türkiye Rüzgar Atlas'ı oluşturulmuştur.

Türkiye Rüzgâr Atlası'na göre, Türkiye geniş anlamda yenilenebilir bir enerji kaynağı olan rüzgar enerjisi kaynağına sahiptir. Türkiye'nin en çok rüzgar alan bölgeleri Türkiye Rüzgar Atlasına göre ve Tablo 2'de görüldüğü gibi Marmara Bölgesi, Ege Bölgesi ve sahilleri ile Güney Doğu Anadolu Bölgesidir. Marmara Bölgesinde yıllık ortalama rüzgar hızı 3.29 m/s ve yıllık ortalama rüzgar yoğunluğu 51.91 W/m² olarak ölçülmüştür. Bunu yıllık ortalama 2.69 m/s rüzgar hızı ve 29.33 W/m² ortalama rüzgar yoğunluğu ile Güney Doğu Anadolu Bölgesi takip etmektedir. Tabloya gör üçüncü bölge 2.65 m/s yıllık ortalama rüzgar hızı ve 23.47 W/m² ortalama rüzgar yoğunluğu ile Ege Bölgesi takip etmektedir.

Tablo 2. Türkiye'nin Değişik Bölgelerinde Rüzgar Enerjisi Potansiyeli [10]

Bölge	Yıllık ortalama rüzgar hızı(m/s)	Yıllık ortalama rüzgar yoğunluğu(W/m ²)
Marmara Bölgesi	3.29	51.91
Ege Bölgesi	2.65	23.47
Akdeniz Bölgesi	2.45	21.36
İç Anadolu Bölgesi	2.46	20.14
Kara Deniz Bölgesi	2.38	21.31
Doğu Anadolu Bölgesi	2.12	13.19
Güney Doğu Anadolu Bölgesi	2.69	29.33
Ortalama	2.58	25.82

Büyük rüzgar türbinleri, rüzgar çiftliği olarak adlandırılan diziler halinde kurulmaktadır. Bir rüzgar çiftliğinin yaklaşık toplam gücü 1150 MW arasında değişmektedir. Tek bir türbinin gücü 50 kW'tan 5 MW'a kadar olabilir. Ancak günümüzde ekonomik şartlar açısından 500 kW'tan küçük türbinler pek fazla kullanılmamaktadır. Ancak iş yerleri ve apartmanların aydınlatılması amacıyla bu türbinler kullanılabilir ve aynı zamanda bu küçük türbinler, genellikle şebekenin olmadığı ya da ulaşımın ekonomik olmadığı yerlerde uygulanır. Şehir dışında bulunan yerleşim yerleri ile tesisler, küçük türbinler oldukça uygun olan kullanım alanlarıdır.

Türkiye'nin Rüzgar Enerjisi Potansiyeli oldukça ileri bir düzeydedir. Türkiye'deki bazı yörelerin rüzgar hızları aylık olarak Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından ölçülmektedir. Bu ölçümlerden biri Tablo 3'te görülmektedir [11].

Türkiye'de yerleşim alanları dışında 10 m yükseklikteki rüzgar hızı yıllık ortalaması, Ege Bölgesi ve diğer kıyı

alanlarında 4.5-5.6 m/s, iç kesimlerde 3.4-4.6 m/s arasındadır. Yöre olarak en yüksek rüzgar hızı Bandırma yöresinde bulunmaktadır. Bu yörede en yüksek rüzgar hız değerleri yıllık ortalama ile 8.04 m/s olarak hesaplanmıştır. Bandırma'dan sonra en yüksek yıllık ortalama rüzgar hızını 7.41 m/s ile Belen yöresi takip etmektedir. Rüzgar hızı bakımından önemli olan diğer yöreler ise, yıllık ortalama 7.36 m/s rüzgar hızına sahip olan Kocadağ, 7.2 m/s ile Gökçeada ve 6.8 m/s hız ile Gelibolu yöresi gelmektedir. 10 m yükseklikte yıllık ortalama rüzgar hızı 45 m/s olan yörelerimizde, türbin kurulması açısından önemli olan 50 m yükseklikteki güç yoğunluğu çoğu kez yıllık ortalama olarak 500 W/m² düzeyini aşmaktadır.

TÜRKİYE'DE RÜZGAR ENERJİSİNİN KULLANIMI

Türkiye dünyada rüzgar enerjisinin kullanılmasına elverişli olan ülkeler arasında yer almaktadır. Dünyadaki gelişime paralel olarak 2020 yılında Türkiye'de tüketilmesi beklenen elektrik enerjisinin %10'unun rüzgardan karşılanması hedeflenmektedir. Bunun için gerekli kurulu rüzgar gücü yaklaşık Türkiye'nin ekonomik rüzgar potansiyeline karşılık gelmektedir.

Türkiye'de ilk defa rüzgar enerjisinden elektrik enerjisi 1986 yılında Çeşme Altın Yunus tesislerinde kurulan 55 kW elektrik üreten rüzgar türbininden elde edildi. Uluslararası alanda ilk olarak, 1998 yılında Çeşme Germiyan Köyü'nde kurulan rüzgar türbininde elektrik üretimi yapılmıştır. Yap-İşlet-Devret Modeli ile işletmeye açılan ilk rüzgar enerjisi tesisi ise 1998 yılında işletmeye açılan Alaçatı'daki ARES adlı 12 adet türbinden oluşan rüzgar enerji çiftliğidir. Yap-İşlet-Devret modeli ile kurulmuş ve şu anda Türkiye'nin en büyük rüzgar enerjisi santrali Çanakkale-Bozcaada'da bulunan rüzgar enerji santrali (BORES) ise 10,2 MW gücünde olup 2000 yılında 17 adet 600 kW'lık rüzgar enerji santrali olarak

Tablo 3. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Tarafından Ölçülen Bazı Yörelerin Aylık Ortalama Rüzgar Hızları

Yöre	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Akhisar	5.2	6.2	2.7	2.7	4.3	5.4	8.7	9.0	5.0	7.1	5.6	8.3
Bababurnu	6.0	6.0	5.9	6.0	3.0	5.3	6.2	6.4	4.5	5.7	5.9	8.2
Bandırma	-	-	8.1	6.6	6.5	6.8	8.2	9.6	6.1	8.4	8.1	12.0
Belen	4.8	4.9	5.4	6.0	5.0	9.3	11.5	10.3	8.2	5.3	5.6	5.8
Datça	4.6	5.1	4.7	4.5	6.5	5.6	8.0	9.9	6.2	5.5	5.3	5.4
Foça	5.6	5.5	5.6	5.3	4.8	5.5	5.8	6.3	4.7	5.8	6.0	7.4
Gelibolu	7.4	6.7	8.3	6.0	5.2	5.8	5.7	7.6	5.7	7.4	7.0	9.1
Gökçeada	7.7	6.9	8.1	6.7	5.3	5.9	6.2	7.8	5.7	7.5	7.6	10.8
Kocadağ	8.0	7.7	8.0	7.0	7.0	8.6	8.6	6.5	7.2	5.3	7.1	-
Sinop	3.9	4.2	4.9	4.7	4.5	4.8	4.4	4.1	-	-	5.3	5.2

kurulmuştur. 2006 yılında Balıkesir-Bandırma'da 30.00 MW'lık 20 adet rüzgar türbinine sahip rüzgar çiftliği kurulmuştur. Tablo 3'ten görüleceği gibi Türkiye'nin en büyük rüzgar gücü santrali olarak 2008 yılında Balıkesir-Şamlı'da 90.00 MW'lık 38 adet 3.000 kW'lık türbinlerden oluşmaktadır.

Türkiye'de 2009 ve 2010 yıllarında tamamlanması beklenen Osmaniye-Bahçe'de 135.00 MW'lık 54 adet 2.500 kW'lık rüzgar çiftliği, Manisa-Soma'da 140.80 MW'lık 176 adet 800 kW'lık rüzgar çiftliği ve Balıkesir-Kepsut'ta 142.50 MW'lık 57 adet 2.500 kW'lık rüzgar çiftliği kurulma aşamasındadır. Tablo 3'te 433,35 MW'lık işletmedeki kapasite, Tablo 4'te 402,40 inşa halindeki kapasite ve Tablo 5'te de 667,60 MW'lık türbin tedarik sözleşmesi imzalı proje toplamı ile beraber 2010 yılının sonuna kadar Türkiye'de toplam olarak 1.503,35 MW'lık elektrik enerjisinin rüzgar enerjisinden elde edilmesi söz konusudur. Türkiye'de mevcut ve kurulmakta olan rüzgar enerji santrallerin bilgilerine rüzgar enerjisi ile ilgili linklerden ulaşılabilir.

Türkiye'nin büyük bir rüzgar potansiyeline sahip olmasına rağmen, Tablo 3'te görüldüğü gibi Türkiye'de 2009 yılı ilk yarısında toplam 433.35 MW'lık rüzgar enerji santrali bulunmaktadır. Şu anda Türkiye'de rüzgar enerjisinden elektrik enerjisi üreten 17 santral bulunmaktadır. 2000 yılına kadar rüzgar enerjisi santral sayısı 3 iken bu sayı günümüze kadar hızlı bir artış göstermektedir. Kurulmuş bulunan santrallerin türbin sayısı ve üretim gücü de 2000 yılındakilere göre büyük bir gelişme göstermiştir. 2000 yılına kadar elektrik enerjisi üreten türbin sayısı 32 adet iken 2000 yılından sonra günümüze kadar bu sayı 341'e ulaşmıştır. Türkiye'de 8 senede rüzgar enerjisi konusunda büyük bir ilerleme kaydedilmiştir. İnşa halinde ve tedarik sözleşmesi imzalı bulunan rüzgar enerji dönüşüm santralleri Tablo 4 ile Tablo 5'te görülmektedir.

Tablo 4 incelendiği zaman 2009 yılının sonuna kadar Türkiye'de 835.75 MW'lık rüzgar enerji türbinleri elektrik enerjisi üretimi yapacaklardır.

Türkiye'de rüzgar enerjisinden elektrik enerjisi üreten 17 adet rüzgar enerji santrali bulunmaktadır. Bölge olarak incelendiği zaman 2009 yılı ilk yarısı itibarıyla Marmara Bölgesi'nde toplam 9 adet rüzgar santralinde 261.55 MW, Ege Bölgesi'nde toplam 7 adet rüzgar santralinde 141.80 MW, Akdeniz Bölgesinde, Hatay Samandağı'nda 1 adet rüzgar santralinde 30.00 MW'lık 15 adet türbinden oluşan bir rüzgar enerji santralinde elektrik enerjisi üretilmektedir. 402.00 MW'lık 7 adet rüzgar enerji santrali inşa halinde olup 15 adet 667.00 MW gücündeki santral için de türbin tedarik

Tablo 4. İşletmede Bulunan Rüzgar Enerjisi Santralleri [12]

Mevkii	Üretime Geçiş Tarihi	Kurulu Güç (MW)
İzmir-Çeşme	1998	1,50
İzmir-Çeşme	1998	7,20
Çanakkale-Bozcaada	2000	10,20
İstanbul-Hadımköy	2003	1,20
Balıkesir-Bandırma	*I/2006	30,00
İstanbul-Silivri	II/2006	0,85
İzmir-Çeşme	I/2007	39,20
Manisa-Akhisar	I/2007	10,80
Çanakkale-İntepe	I/2007	30,40
Çanakkale-Gelibolu	II/2007	14,90
Hatay-Samandağ	I/2008	30,00
Manisa-Sayalar	I/2008	30,60
İzmir-Aliğa	I/2008	42,50
İstanbul- GOP	I/2008	24,00
İstanbul-Çatalca	I/2008	60,00
Balıkesir-Şamlı	II/2008	90,00
Muğla-Datça	II/2008	10,00
İŞLETMEDEKİ KAPASİTE TOPLAMI		433,35

*Burada I rakamı yılın ilk altı ayını, II rakamı da yılın ikinci altı ayını göstermektedir.

sözleşmesi imzalamış, bu rüzgar enerji santralleri ile 1.503,35 MW enerji üretilmesi hedeflenmiştir. 2010 yılının sonuna kadar bu santrallerin faaliyete geçmesi halinde toplam 1.546,15 MW'lık enerji üretilmiş olacaktır.

Tablo 5. Türkiye'de İnşa Halinde Bulunan Rüzgar Enerji Santralleri

Mevkii	Üretime Geçiş Tarihi	Kurulu Güç (MW)
Aydın-Didim	I/2009	31,50
Hatay-Samandağ	II/2009	35,10
Hatay-Samandağ	II/2009	22,50
Osmaniye-Bahçe	II/2009	135,00
İzmir-Çeşme	II/2009	22,50
İzmir-Çeşme	II/2009	15,00
Manisa-Soma	II/2009	140,80
İNŞA HALİNDEKİ KAPASİTE TOPLAMI		402,40

Tablo 6. Türkiye'de Türbin Tedarik Sözleşmesi İmzalı Rüzgar Enerji Projeleri

Mevkii	Üretime Geçiş Tarihi	Kurulu Güç (MW)
Balıkesir-Susurluk	II/2008	19,00
Balıkesir-Bandırma	I/2009	45,00
Tekirdağ-Şarköy	I/2009	28,80
Balıkesir-Havran	I/2009	16,00
Çanakkale-Ezine	I/2009	20,80
Hatay-Belen	I/2009	30,00
Manisa-Kırkağaç	II/2009	25,60
Edirne-Enez	II/2009	15,00
İzmir-İliç	II/2009	30,00
İzmir-İliç	II/2009	90,00
İzmir-İliç	I/2010	30,00
İzmir-Foça	I/2010	30,00
Balıkesir-Kepsut	I/2010	54,90
Manisa-Soma-Kırkağaç	I/2010	90,00
Balıkesir-Kepsut	I/2010	142,50
TÜRBİN TEDARİK SÖZLEŞMESİ İMZALI PROJE TOPLAMI		667,00
GENEL TOPLAM		1.503,35

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Rüzgar enerjisi, sonlu enerjilerin yerine geçebilecek bir enerji olup güneş ve dünya var olduğu sürece devam edecek olan bir enerji çeşidi olduğu için dünyadaki küresel ısınmadan dolayı meydana gelen iklim değişikliğini önlemede büyük bir önem taşımaktadır. Gelişmiş ülkeler küresel ısınmaya sebep olan sera gazı emisyonlarından korunmak için dünyada rüzgar enerjisinden yararlanmayı teşvik etmek ve desteklemek zorundadır. Yapılan araştırmalara göre dünya elektrik ihtiyacının %12'si rüzgardan sağlanması halinde 2020 yılına kadar sera gazı olarak bilinen 11 milyar ton CO₂ azaltılabilir.

Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin Japonya'nın Kyoto şehrinde imzaladıkları Kyoto Protokolü iklim değişikliğine göre, AB 2010 yılına kadar kendi sera gazı gaz emisyonlarını 1990 seviyelerine göre %8 azaltmayı taahhüt etmiştir. Bugün AB Kurulu rüzgar gücü her yıl 50 milyon tonun üzerinde CO₂ koruması sağlamaktadır. Eğer bugünkü büyüme aynı şekilde devam ederse, 2010 yılına kadar, rüzgar enerjisi yılda 109 milyon ton koruma sağlayacaktır[13]. Bu miktar Kyoto Protokolünde belirlenen miktardan %30 daha fazladır. En

önemli konulardan biri, Uluslararası Greenpeace Örgütüne göre 2050 yılına kadar dünyada elektrik üretiminin yaklaşık %17,7'si rüzgardan elde edilmesi durumunda 2.455 milyon ton CO₂ tasarrufu sağlanacak, bu da CO₂ emisyonlarını önemli ölçüde azalması demektir[12]. Kyoto Protokolüne göre 2020 yılına kadar olan CO₂ emisyonunu 1/3 azaltma hedefi, 2050 yılına kadar ise bu miktarı yarıya indirme hedefi, sadece rüzgar enerjisinden yararlanmak suretiyle başarılabılır [14].

Rüzgar enerjisi temiz bir enerji kaynağı olduğu için ne kadar çok kullanılırsa o kadar az hava kirliliğine, asit yağmurlarına ve sera gazı emisyonuna sebep olunur. Ayrıca rüzgar enerjisi kırsal alanlarda yaşayanlar için bir iş kaynağı olarak da düşünülebilir. Rüzgarın bol miktarda bulunması, tükenmemesi, yerli olması, ucuz ve güvenli olması rüzgarın bir alternatif enerji kaynağı olmasını sağlamaktadır. Yenilenebilir bir enerji kaynağı olan rüzgar enerjisinin fosil ve diğer enerji kaynaklarına göre birçok üstünlükleri bulunmaktadır. Bu üstünlükler şu şekilde sıralanabilir:

1. Rüzgar enerjisi temiz ve bedava olan yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Dünya ve güneş var olduğu sürece bu kaynağın tükenme ihtimali bulunmamaktadır.
2. Hava kirliliği problemini azaltmakta ve fosil yakıtların sebep olduğu hava kirliliği rüzgar türbinleri için söz konusu değildir. Bu türbinler yakıt olarak rüzgarı kullandıkları için atmosfere zehirli gaz atıkları bırakmazlar.
3. Küresel ısınmaya katkıda bulunmaz ve dolayısıyla iklim değişikliğine de sebep olmaz. Rüzgardan enerji elde edilirken yanma olmadığı için karbon emisyonu yoktur ve karbonla ilgili zararlı işlemlere de katkısı olmamaktadır.
4. Kirlenici emisyonları olmadığı için hava kirliliği sorununu azaltır. Çünkü fosil kökenli yakıtlardan elde edilen enerjilerin hava kirliliğine büyük katkıları bulunmaktadır.
5. Elde edilmesi kolay olması bakımından yakıt maliyetleri yoktur. Her yerde bol ve bedava bulunduğu için yeteri kadar yararlanıldığı zaman yakıt ithalini ve ithalat bağımlılığını ortadan kaldırır.
6. İstihdam ve bölgesel kalkınma sağlayarak işsizliğin azalmasına sebep olur. Ülkemizde rüzgar türbin ve kulelerini üreten ve üretebilecek sanayi tesislerinin olduğu düşünülürse, hem bu yapımlar için hem de yapımların aşamasında, inşaat faaliyetleri yöredeki insanlara iş imkânları sağlar. Kırsal kesimlerde elektrik ağını geliştirir. Ayrıca kırsal kesimlere kurulan bu rüzgar türbinleri arazi için ödenen satın alma veya kira bedelleriyle yöredeki insanlara ciddi bir ekonomik katkı sağlayabilir.
7. Yeryüzünde sürekli var olduğu, her zaman ve her yerde bulunduğu için enerji güvenliği sağlar. Fosil yakıtların fiyat değişkenliğinden kaynaklanan karmaşıklığı önler. Rüzgar

- bedava estiği için yakıt fiyatının yükselme ve düşme riski yoktur.
8. Kurulması fazla zaman almadığı için termik ve hidrolik güç santrallerine göre daha çabuk kurulur. Rüzgar çiftliklerinin söküm maliyetleri yoktur. Çünkü sökülen türbinlerin hurda değeri söküm maliyetlerini karşılamaktadır. Bu çiftliklerin ömürlerini tamamlamasından sonra türbinlerin kullanıldığı alan eski haline kolayca getirilebilmektedir.
9. Rüzgar santrali içinde veya etrafında tarım ve sanayi faaliyetleri yapılabildiği için arazi dostudur. Rüzgar çiftlikleri kuruldukları alanın sadece %1'lik bir bölümünü işgal ederler ve geri kalan kısımlar tarımsal faaliyetlerde rahatlıkla kullanılabilir.

KAYNAKÇA

1. **Freris, L. L.** 1990. Wind Energy Conversion Systems, Prentice Hall International (UK) Ltd. University Press, Cambridge.
2. **Gourieres, D.L.** 1982. Wind Power Plants Teory and Desing, Pergamon Press, Oxford.
3. **Richardson, R. D., and Mc Nerney, G.M.** 1993. Wind Energy Systems. Proceedings of the IEEE 81(3): 378389.
4. **Eggleston, D.M., and Stoddard, F.S.** 1987. Wind Turbine Engineering Desing, Van Nostrand Reinhold International Company Limited.
5. **Frandsen, S., and Christensen, C. J.** 1992. Accuracy of Estimation of Energy Production from Wind Power Plants. Wind Engineering 16(5) Denmark.
6. [Http://www.windea.org](http://www.windea.org)
7. [Http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/globalwindenergyoutlook.pdf](http://www.greenpeace.org/raw/content/international/press/reports/globalwindenergyoutlook.pdf), Global Wind Energy Outlook 20 September 2006.
8. [[Http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/ruzgar/DUNYADA_RES_GUCU-2009](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/ruzgar/DUNYADA_RES_GUCU-2009)
9. <http://www.haber7.com>, 30 Mayıs 2008)
10. Elektrik İşleri Etüt İdaresi. 1986. Rüzgar Enerjisi, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, Ankara.
11. http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/ruzgar/RGI_AYLIK_HIZLAR.xls, 2001
12. <http://www.ruzgarenerjisibirliđi.org.tr/guncel/04-02-09-Turkiyedeki-ruzgar-santralleri>
13. http://www.epa.gov/climatechange/emissions/CO2_human.html, Human-Related Sources and Sinks of Carbon Dioxide, 2007.

Daha Etkin Bir ODA için

Üyelik Aidatlarımızı

ÖDEYELİM