



Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi

The Journal of International Social Research

Cilt: 7 Sayı: 31 Volume: 7 Issue: 31

www.sosyalarastirmalar.com Issn: 1307-9581

ENERJİ COĞRAFYASI AÇISINDAN BİR İNCELEME: RÜZGÂR ENERJİSİNİN DÜNYADAKİ VE TÜRKİYE'DEKİ KULLANIM DURUMU

A RESEARCH IN THE FIELD OF ENERGY GEOGRAPHY: USAGE OF WIND ENERGY IN THE WORLD AND TURKEY

Erol KAPLUHAN*

Öz

Fosil yakıt kaynaklarının sınırlı oluşu ve hava kirliliği, asit yağmurları ile sera etkisi şeklinde ortaya çıkan çevresel sorunlar nedeniyle, yenilenebilir enerji kaynakları tüm dünyada giderek artan bir ilgi ile karşılanmakta ve enerji gereksiniminin karşılanmasında önemli bir kaynak olarak görülmektedir. Türkiye enerjide dışa bağımlı bir ülke olup, enerji ihtiyacının yarısından fazlasını dışarıdan ithal etmekte ve bu durum ülke ekonomisi üzerinde olumsuz etki yapmaktadır.

Türkiye coğrafi konumu nedeniyle rüzgâr enerjisi potansiyeli oldukça yüksek olan bir ülkedir. Türkiye'de potansiyel rüzgâr enerjisi alanları genel olarak, Batı Anadolu'nun kuzey, kuzeybatı kısımları ile Ege Denizi sahili boyunca uzanmaktadır. Bu çalışmanın amacı; yenilenebilir enerji kaynaklarından Rüzgâr enerjisinin Dünyada ve Türkiye'deki kullanım durumunu tespit etmek ve Türkiye'nin enerji politikaları ile ilgili önerilerde bulunmaktır.

Anahtar Kelimeler: Enerji Kaynakları, Fosil Yakıtlar, Yenilenebilir Enerji, Rüzgâr Enerjisi.

Abstract

Due to limited fossil fuels and their negative impact on environment such as air pollution, acid rains and greenhouse effect, the interest on renewable energy resources has been increasing, gradually, all over the world. Turkey which is an importing country imports more half of energy need and this situation has negative impact on the country economy.

Due to the geographical location, Turkey is a country with wind energy potential is quite high. In general, potential wind energy areas in Turkey lie in the North western and northern parts and at locations along the Aegean Sea coast. The aim of this research is to identify the usage state of wind power within renewable energy resources through examining it in Turkey and the World and to make suggestions about Turkey's energy policies.

Keywords: Energy Resources, Fossil Fuels, Renewable Energy, Wind Energy.

* Dr., EKapluhan@hotmail.com

1. Giriş

Fosil kökenli yakıtların günümüzde en büyük enerji hammaddesi olarak kullanılması, bu yakıtlara olan gereksinimi hızla artırmakta ve ilerleyen zaman içerisinde rezervleri azalan fosil kökenli yakıtlara alternatif olabilecek potansiyele sahip enerji kaynaklarının aranmasına sebep olmaktadır. Gerek fosil yakıt kaynaklarının yakın gelecekte ihtiyacı karşılamayacak kadar sınırlı oluşu, gerekse hava kirliliği ve asit yağmurları sonucu sera etkisi** şeklinde ortaya çıkan çevresel sorunlar nedeniyle, yenilenebilir enerji kaynakları tüm dünyada giderek artan bir ilgi ile karşılanmakta ve enerji gereksiniminin karşılanmasında önemli bir kaynak olarak görülmektedir. İleride doğabilecek olan bu problemi önceden fark edebilen ülkeler bu dar boğazı sıkıntısız bir biçimde atlatabilmek amacıyla önümüzdeki 100 yıl içindeki enerji strateji ve politikalarını şimdiden oluşturmuş ve sahip oldukları tüm enerji alternatiflerini değerlendirme çalışmalarına başlamışlardır.

1970'li yılların başlarında yaşanan petrol krizi, insanları yenilenebilir enerji kaynaklarından özellikle güneş ve rüzgâr'dan enerji elde etme çabasına yöneltmiştir. Bunun yanında, nüfus artışına bağlı olarak tüketilen enerjinin artması ve dolayısıyla artan enerji ihtiyacı insanlığı yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına iten diğer sebeplerdendir. Bunların yanında rezervlerin azalması, rezervleri azalan fosil yakıtların her geçen gün biraz daha pahalılaşması, çevre kirlenmesi, atmosferde oluşan sera etkisi, doğal bitki örtüsünün yanı sıra insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri gibi önemli nedenlerle hızla yeni enerji kaynaklarından daha fazla faydalanılma zorunluluğu doğurmuştur.

Bugün dünya enerji tüketim talebinin % 85'i fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Talebin büyük çoğunluğunun fosil yakıtlardan karşılanması sebebiyle ısınan dünyada iklim değişimleri yaşanmaktadır. Enerji sorununa çözüm bulunmadığı takdirde ekosistem bozulacak, bitki ve hayvan türleri yok olacaktır. Doğaldır ki yoğun hava kirliliği yaşanan kentlerde de zehirlenme vakaları görülmektedir. Böyle muhtemel sonuçların yarattığı endişe enerji konusuna ilgiyi arttırmış ve bilimsel araştırmalar hız kazanmıştır. Hükümetlerce desteklenen bu araştırmalarda enerji probleminin çözüm düşüncesiyle; yenilenebilir enerji kaynakları olarak adlandırılan, güneş, rüzgâr, dalga, jeotermal ve biyokütle enerji sistemleri üzerine çalışmalar yoğunlaşarak devam etmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanma çabası sürecinde güvenilirlik, süreklilik, çevreye zarar vermemesi ve yapılarının tek kaynağa bağımlı kalmasından kaçınılması genel olarak benimsenen politikalar olmuştur. Rüzgâr; güneş, jeotermal, biyokütle ve dalga gibi yenilenebilir enerji kaynakları arasında en yaygın olan ve teknolojisi en hızlı gelişen enerji kaynağıdır.

Son yıllarda rüzgâr türbinlerindeki hızlı gelişim beraberinde büyük enerji miktarlarının bu santraller tarafından üretilebileceği gerçeğini ortaya koymuştur. Bu gelişimle beraber rüzgâr santralleri ve rüzgâr enerjisinden faydalanma birçok ülke tarafından enerji politikalarında önemli bir yer edinmiş ve enerji politikalarının belirlenmesinde önemli rol oynamaya başlamıştır.

Ülkemiz enerji ihtiyacını karşılamada dışa bağımlı konumdadır. Bunun en büyük göstergesi ise ihtiyacımız olan enerji hammaddesinin yaklaşık olarak % 72'sini ithal ettiğimiz gerçeğidir. Birincil enerji kaynaklarında dışa olan bağımlılık, çeşitlendirmenin sınırlı kalması, çevresel etkiler göz önüne alınarak oluşturulacak enerji portföyünde yerli kaynak kullanımının verimli bir şekilde artırılması gerekmektedir. Enerji çeşitliliği sağlayarak ve enerjide dışa bağımlılığı azaltmak için alternatif enerji kaynakları son derece önem arz etmektedir.

Türkiye, Avrupa'da rüzgâr enerjisi potansiyeli en ümit verici olan ülke durumundadır. Buna rağmen yapılan çalışmaların geç başlaması, yeterli olmaması, gerekli teşviklerin sağlanamaması ve yasal boşluklar, ülkemizin bu konuda istenilen düzeyde olmasını engelleyen balıca nedenler arasındadır. Ülkemizdeki mevcut enerji sorunlarının çözümünde izlenecek en önemli yol ülkemizde var olan enerji hammaddeleri ve rezervlerinin sağlıklı bir şekilde aranması ve etkin bir biçimde kullanılmasının yanı sıra potansiyeli olan yenilenebilir enerji kaynaklarının da sağlıklı bir biçimde araştırılması, bu kaynaklardan maksimum seviyede yararlanma yollarının aranması gerçeğidir.

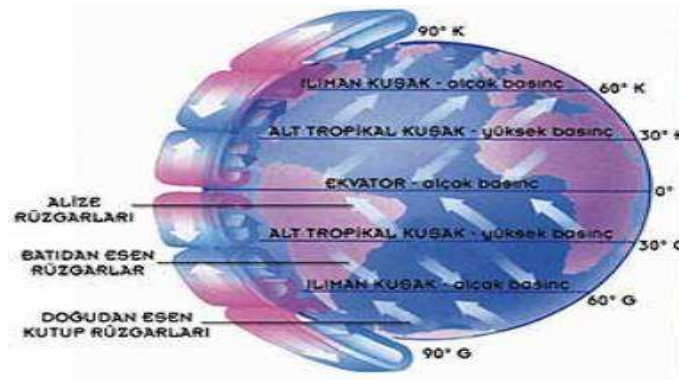
2. Rüzgâr Enerjisinin Coğrafi Esasları

Aynı veya farklı hava kütleleri arasındaki basınç farklarından kaynaklanarak havanın bir yerden diğerine hareket etmesine rüzgâr denilir. Hareket halindeki hava hem kinetik enerjiye sahiptir hem de enerjiyi iletir. Bir hava kütesinin akması ve dolayısıyla rüzgârın oluşumu hava kütesindeki basınç farkına dayanır (Atalay, 1998: 85). Bir yerde hava soğuyup basınç artarsa veya ısınıp basınç azalırsa çevresiyle oranı arasında bir basınç dengesizliği doğar. Bu durumda hava basıncı ile hava yoğunluğu arasında da bir dengesizlik belirmiştir. İşte bu dengesizlikler hava hareketleri ile giderilmeye çalışılır ve yeryüzünde yüksek basınç alanlarından alçak basınç alanlarına doğru yatay hava akımları doğar (Erol, 1993).

** **Sera Etkisi:** Atmosferdeki gazların gelen güneş ışınımına karşı geçirgen, buna karşılık geri salınan uzun dalgalı yer ışınımına karşı çok daha az geçirgen olması nedeniyle yerkürenin beklenenden daha fazla ısınmasını sağlayan ve ısı dengesini düzenleyen bu doğal süreç sera etkisi olarak adlandırılmaktadır.

Güneş enerjisinin dolaylı bir şekli de rüzgâr enerjisidir. Güneş enerjisinin karaları, denizleri ve atmosferi her yerde aynı ısıtamaması nedeniyle meydana gelen basınç ve sıcaklık farkları rüzgârların oluşumuna sebep olmaktadır. Yapmış olduğumuz tanımlamayı rakamsal ifadelerle dönecek olursak yer yüzeyi güneşten 1017 watt gücünde enerji alır. Güneşten elde edilen enerjinin yaklaşık % 1-2 si rüzgâr enerjisine dönüşür. Yani hız enerjisine dönüşmüş güneş enerjisine, rüzgâr enerjisi denilmektedir (Özgener, 2002).

Şekil 1: Yeryüzünün Basınç ve Rüzgâr Kuşakları



Kaynak: <http://www.cografyamiz.com/yeryuzundeki-basinc-kusaklari.html>, 2013

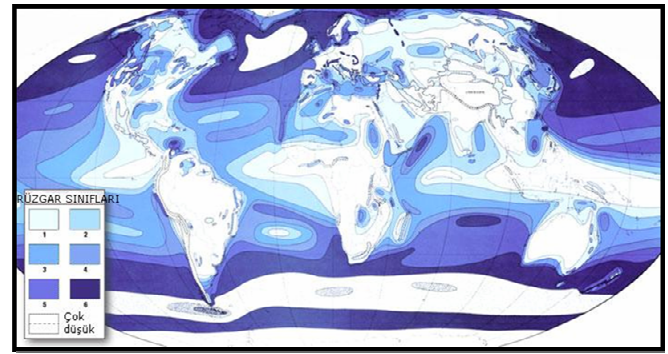
Bir yerde rüzgâr enerjisinden yararlanmak; rüzgârın yön, sıklık ve hızının belirli seviyelerde olmasına bağlıdır. Bu faktörler bir yerin rüzgâr enerjisi potansiyelini belirlemede kullanılır (Şen, 1996: 32). Enerji üretimi bakımından, Kutuplar ile Ekvator arasında ve dinamik yüksek basınç kuşaklarından, dinamik alçak basınç kuşaklarına doğru gerçekleşen hava akımları (sürekli rüzgârlar) önemli rol oynuyorsa da, karalarla denizler ve dağlarla vadiler arasındaki (devirli ve yerel rüzgârlar) hava akımlarına dayalı rüzgârlar da rüzgâr enerjisi bakımından önemlidir (Şekil 1).

Güneş, dünyaya yılda ortalama, 200 milyar ton kömüre eşdeğer enerji göndermektedir. Bu miktar, insanoğlunun dünyada kullanmakta olduğu toplam enerjinin yirmi bin katıdır. Rüzgâr gücü, yeryüzünün her bölgesinin eşit bir şekilde ısınmayışı ve buna bağlı olarak oluşan, alçak ve yüksek basınç merkezlerinin karşılıklı ilişkisinden doğmaktadır. Rüzgârın kinetik enerjisinden, rüzgâr türbinleri aracılığıyla elektrik enerjisi elde etmek için, rüzgârın hızı, esme sıklığı (frekansı) ve yönü gibi bazı coğrafi özelliklerin mevcut olması gerekmektedir. Rüzgâr şartları elverişli olmayan bölgelerde, hızı 3 m/sn yani 8-10 km/h dolayında olan, hafif rüzgârlardan bile enerji üretilebilmesine rağmen, yapılan çalışmalar, hızı 5-6 m/sn yani 18-19 km/h olan rüzgârların, elektrik üretimi için ekonomik olabilmenin alt sınırını oluşturduğunu göstermiştir. Rüzgârın hızı arttıkça, türbin kanatları üzerine daha fazla basınç olacağından, daha hızlı dönmesi ve daha yüksek

miktarda enerji elde edilebilmesi mümkün olmaktadır (Doğanay, 1991: 184, 185).

Dünya ölçeğinde, rüzgâr hızlarına bağlı olarak rüzgâr enerjisinin ekonomik olabilmesi açısından en avantajlı şartlara sahip olduğu alanlar; büyük rüzgâr kuşakları üzerinde bulunan ve özellikle okyanus kıyılarında yer alanlar olarak tespit edilmiştir (Harita 1). Meteoroloji istasyonlarının, yeryüzündeki ve 10 m. yükseklikteki, ortalama ve saatlik rüzgâr ölçümleri ve değerlendirmeleri sonucunda hazırlanan rüzgâr atlasları, rüzgâr santrallerinin yer seçiminde kullanılan temel veri kaynağını oluşturmaktadır. Bunun dışında ayrıca, rüzgâr santrallerinin kuruluş yerinin tespitinde, çevrenin doğal yapısının da çok iyi etüt edilerek verilerin daha sağlaştırılması gereklidir. Yani, meteorolojik ve coğrafik incelemeler neticesinde, sürekli rüzgâr alan uzun vadiler, şiddetli jeostrofik rüzgâr alanlarındaki yüksek, fazla engebeli olmayan tepelik alanlar ve platolar ile şiddetli rüzgâr alan kıyıları tespit edilmelidir.

Harita 1: Yeryüzünde Sınıflarına Göre Farklı Rüzgâr Bölgeleri



Kaynak: <http://tckctck.org/wp-content/uploads/2011/08/Wind-Energy-Flux-DOE-Map1.jpg> sitesinden 10.01.2014'de alınmış ve lejant Türkçeye çevrilmiştir.

3. Dünya'da Rüzgâr Enerjisi ve Tarihsel Gelişimi

Rüzgâr gücünden ilk yararlanma şekli olarak yelkenli gemilerin hareket ettirilmesi ve yel değirmenlerinin çalıştırılması gösterilebilir. İlk yelkenlilerin, Eski Çağ'da Mısırlılar veya Fenikeliler tarafından sefere konulduğu sanılmaktadır. Buharlı gemilerin icadına kadar yelkenliler, kıtalararası ulaşım ve ticarete en önemli rolü oynamışlardır (Doğanay, 1991: 189). M.Ö. 2000 yıllarında Eski Mısır'da, İran'da, Çin'de ve Japonya'da icat edilen yel değirmenlerinin tahıl öğütme işinde başarıyla kullanıldığı bilinmektedir.

İnsanoğlu rüzgârı, öncelikle deniz ulaşımında, yelkenli gemilerde ve yoğun olarak M.S. 12.yy'da yaygınlaşan yel değirmenlerinde enerji kaynağı olarak kullanmaya başlamıştır. Yine M.Ö.17.yy.da, Babil kralı Hammurabi döneminde, Mezopotamya'da sulama amacıyla kullanılmıştır. Türkler ve İranlıların ilk yel değirmenlerini, M.S. 7.yy'da kullanmaya başlamalarına karşın, Avrupalılar yel değirmenlerini ilk olarak Haçlı Seferleri sırasında görmüşler ve Avrupa'daki ilk yel

değirmenleri, M.S. 12.yy.da, Fransa, İngiltere ve Hollanda'da olmak üzere, kullanılmaya başlanmıştır (Karabulut, 2000: 124).

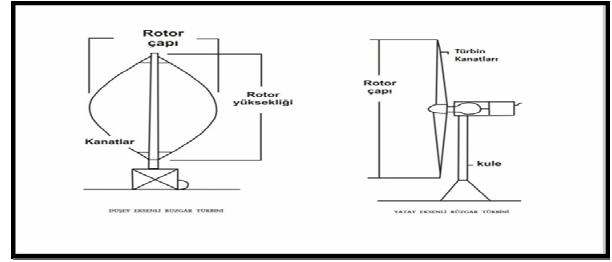
Rüzgâr enerjisinden ilk elektrik enerjisi üretimi 1891 yılında Danimarka'da gerçekleşmiştir. Bundan kısa süre sonra da Amerika Birleşik Devletlerinde yel değirmenlerinden küçük güçteki rüzgâr tribünlerine geçildiği ve enerji üretildiği bilinmektedir (Rüstemov & Demirtas, 2004: 2). Elektrik enerjisi üreten ilk rüzgâr santrali ise, ABD'de Vermont eyaletinin Montpelier kenti yakınlarında 1940 yılında General Elektrik firması tarafından inşa edilmiştir (http://www1.eere.energy.gov/wind/wind_history.html, 2013).

1973 Dünya petrol krizi, alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarına gösterilen ilginin artmasına sebep olmuştur. Dünya enerji sektöründe önceleri petrol krizine bağlı olarak gelişen arz kısıtlamalarına, sonraları çevresel etki ve baskıların eklenmesi, değişik enerji kaynak türlerini gündeme getirmiş olup genelde temiz, çevre dostu yeşil enerji olarak adlandırılan yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarını ön plana çıkarmıştır. Dünya enerji ihtiyacının önemli bir bölümünü karşılayan fosil yakıtların kısıtlı kullanım sürelerinin olması, enerjinin elde edilmesi sırasında çevreye yapılan tahribat ve gelecek nesillerin de enerji ihtiyacı dikkate alındığında, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi daha iyi anlaşılmaktadır.

Rüzgâr türbini hareket halindeki havanın kinetik enerjisini mekanik veya elektrik enerjisine dönüştürür. Kanatlara çarpan hava akımı kanatların dönmesini ve dolayısıyla da kanatların bağlı olduğu milin dönmesini sağlar. Küçük ölçekli rüzgâr türbinlerinde mil doğrudan, büyük ölçeklilerde ise dişli kutu yolu ile jeneratöre bağlanır. Jeneratör mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür. Birçok rüzgâr türbini 3 veya 2 kanatlı olarak üretilir. Rüzgâr türbininden elde edilebilecek güç rüzgâr hızının küpüyle ve kanat süpürme alanı ile doğrudan orantılıdır (Engin, 2010: 11-20).

Rüzgâr türbinleri dikey ve yatay eksenli olmak üzere iki şekilde tasarlanabilmektedir (Şekil 2). Yatay eksenli türbinler, dikey eksenli türbinlere oranla daha yüksek verim ile elektrik üretimi sağlamaktadır. Bu nedenle elektrik üretimi amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Günümüzde en çok 3 kanatlı yatay eksenli rüzgâr türbinleri tercih edilmektedir (İİYESR, 2012: 33).

Şekil 2: Düşey eksenli ve yatay eksenli rüzgâr türbinleri



Kaynak: İİYESR, 2012: 34.

Dünyada kullanılmakta olan enerjinin çoğu birincil enerji kaynaklarından elde edilmektedir. 2012 yılı verilerine göre dünyada birincil enerji kullanım miktarı 12.476.6 milyon ton eşdeğer petrol (Mtep) olarak gerçekleşmiştir. Birincil enerji kullanımında en büyük paya sahip olan kaynakların sırasıyla; petrol (% 33,1), kömür (% 29,9) ve doğal gaz (% 23,9) olduğu görülmektedir (BP, 2013: 2, 3, 4).

Avrupa genelinde toplam rüzgâr enerjisi kurulu gücündeki büyüme, 2007 yılındaki 57.025,3 MW iken 2010 yılında 84.963,5 MW'a, 2011 yılında 94.234,8 MW'a ve 2012 yılı sonunda da % 13'lük büyümeye 106.915,3 MW' ulaşmıştır (WWEA Annual Report 2012: 13). 2010 yılı Avrupa'da deniz üstü rüzgâr türbinleri (offshore), yatırımları için bir rekor yılı olarak ifade edilmektedir. 2010 yılı sonu itibarıyla Avrupa deniz üstü rüzgâr enerjisi kurulu gücü, (1.139,3 MW yeni kurulum kapasitesi ile) yaklaşık % 60'lık bir artış göstererek 3.050,2 MW seviyesine ulaşmıştır. Bu rakam ile deniz üstü türbinler, Avrupa'daki toplam rüzgâr enerjisi kurulu gücü içindeki oranını % 12 seviyesine çıkarmıştır. Bu yükselişte en büyük payı, 653 MW yeni kurulum ve toplam 1.341,2 MW deniz üstü kurulu gücüyle İngiltere oluşturmaktadır (İİYESR, 2012: 34, 35).

Elektrik enerjisi üretiminde, rüzgâr türbin kurulu gücü payının 2012 yılsonu itibarıyla en yüksek olduğu üç Avrupa ülkesini; Almanya (31.038,0 MW), İspanya'dır (22.796,0 MW). İngiltere (8.445,0 MW) oluşturmaktadır. Bunun dışında yine 2012 yılsonu itibarıyla Dünya'da rüzgâr kurulu gücü bakımından ilk 10 sırada yer alan diğer Avrupa ülkeleri 7. sırada yer alan İtalya (8.144,0 MW), 8. sıra da yer alan Fransa (7.473,4 MW) ve 10. sırada 4.525,0 MW'la yer alan Portekiz'dir (GWS 2012: 3; WWEA Annual Report 2012: 7).

Dünyada karaya (onshore) kurulan rüzgâr türbinlerinin yanında denize (offshore) kurulan rüzgâr türbinleri de elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır. 2012 yılı offshore rüzgâr türbinlerinin toplam kapasitesi 5.416,0 MW olup offshore rüzgâr türbin kapasitesi en yüksek olan ülkeler; İngiltere (2.947,9 MW), Danimarka (921,0 MW), Çin (389,6 MW), Belçika (379,5) ve Hollanda (249,0 MW) şeklindedir (GWS 2012: 4; WWEA Annual Report 2012: 8).

Dünya rüzgâr enerjisi kurulu gücündeki gelişim yıllara göre incelendiğinde, Avrupa ve Amerika'nın istikrarlı büyümesinin yanı sıra Çin'in olağanüstü yükselişi de gözlemlenmektedir. Çin'in bu yükselişinin, Asya'nın üretim ve sanayileşme anlamında da dünya rüzgâr enerjisi sektöründe hızla büyüyen bir grafik

sergilemesinin bir yansıması olduğu düşünülebilir. Ayrıca 2012 yılı itibariyle dikkat çeken bir diğer husus ise Romanya'nın 2011 yılına göre kurulu gücünü % 130,6 artırarak 1.905 MW'a çıkarmasıdır. Bu oran rekor düzeyde bir artıştır (Tablo 1).

Tablo 1: Dünyadaki Rüzgâr Kurulu Gücü Bakımından İlk 20'de Yer Alan Ülkelerdeki Yıllara Göre Rüzgâr Kurulu Güç Değişimi

2012 ÜLKE SIRALAMASI	ÜLKELER	2008 TOPLAM KURULU GÜÇ (MW)	2009 TOPLAM KURULU GÜÇ (MW)	2010 TOPLAM KURULU GÜÇ (MW)	2011 TOPLAM KURULU GÜÇ (MW)	2012 TOPLAM KURULU GÜÇ (MW)	2012 ARTIŞ ORANI (%)
1	ÇİN	12.210,0	25.810,0	44.733,0	62.364,0	75.324,0	20,8
2	USA	25.237,0	35.159,0	40.180,0	46.919,0	59.882,0	27,6
3	ALMANYA	23.897,0	25.777,0	27.215,0	29.075,0	31.308,0	7,7
4	İSPANYA	16.689,0	19.149,0	20.676,0	21.673,0	22.796,0	5,2
5	HİNDİSTAN	9.587,0	11.807,0	13.065,8	15.880,0	18.321,0	15,4
6	İNGİLTERE	3.195,0	4.092,0	5.203,8	6.018,0	8.445,0	40,3
7	İTALYA	3.736,0	4.850,0	5.797,0	6.737,0	8.144,0	20,9
8	FRANSA	3.313,7	4.483,4	5.569,4	6.549,4	7.473,4	14,1
9	KANADA	2.369,0	3.319,0	4.008,0	5.265,0	6.201,0	17,8
10	PORTEKİZ	2.862,0	3.357,0	3.702,0	4.083,0	4.525,0	10,8
11	DANİMARKA	3.163,0	3.465,0	3.734,0	3.927,0	4.162,0	6,0
12	İSVİÇRE	1.066,9	1.448,2	2.052,0	2.798,0	3.745,0	33,8
13	JAPONYA	1.880,0	2.083,0	2.304,0	2.501,0	2.614,0	4,5
14	AVUSTRALYA	1.494,0	1.877,0	1.880,0	2.226,0	2.584,0	16,1
15	BREZİLYA	338,5	600,0	930,0	1.429,0	2.507,0	75,4
16	POLONYA	472,0	725,0	1.179,0	1.616,4	2.497,0	54,5
17	HOLLANDA	2.235,0	2.223,0	2.269,0	2.328,0	2.391,0	2,7
18	TÜRKİYE	333,4	796,5	1.274,0	1.799,0	2.312,0	28,5
19	ROMANYA	7,0	14,0	591,0	826,0	1.905,0	130,6
20	YUNANİSTAN	989,7	1.086,0	1.208,0	1.626,5	1.749,0	7,5

Kaynak: Tablo WWEA Annual Report 2012, sayfa 18'deki verilerden yararlanılarak oluşturulmuştur.

Avrupa ve Amerika menşeli General Electric (GE), Vestas, Siemens, Gamesa ve Nordex gibi büyük aktörler, Çin piyasasında rol alabilmek için Çin'de üretim yatırımı yapmışlardır. Bu aktörlerin 5 yıl önce Çin piyasasında etkin bir yapıda oldukları söylenebilse de, Çin rüzgâr endüstrisinin büyümesine karşı koyamamışlardır.

Dünyadaki rüzgâr türbin imalatının büyük kısmı; Çin, ABD, Almanya, Danimarka, İspanya ve Hindistan gibi rüzgâr türbin güç kapasitesi yüksek olan ülkelerde gerçekleştirilmektedir. 2012 yılı pazar payı en yüksek olan rüzgâr türbin üreticileri sırasıyla; Vestas (Danimarka: %14,9), Mingang (Çin: % 2,7), Sinovel (Çin: % 3,2), United Power (Çin: % 4,7), Goldwind (Çin: % 6,0), GE Wind (ABD: %15,5), Gamesa (İspanya: % 6,1), Enercon (Almanya: % 8,2) ve Suzlon Grup (Hindistan: % 7,4) olarak belirlenmiştir (RGSR, 2013: 50).

Günümüzde küresel rüzgâr enerjisi piyasasında eğilim ise, 1 MW rüzgâr santralinin maliyet fiyat politikası üzerinedir. "Bloomberg New Energy Finance"ın finansal analistleri tarafından yayınlanan rüzgâr türbini fiyat endeksleri, 2009 yılında 1,22 M€/MW olan kurulum maliyetinin 2011 yılı başında 1,04 M€/MW değerine gerilediğini göstermektedir. Bu düşüşün çeşitli nedenleri olduğu gibi bunların başında; donanım tedarikinin, talebin önünde bir eğilim sergileyerek trendin bu yönde ilerleyeceği ifade

edilmektedir. Çin piyasasının fiyatları aşağı yönde çekici baskısı, ikinci faktör olarak düşünülebilir. Rüzgâr enerjisi pazarının büyük üreticiler ile toplu siparişlere yönelik pazarlık ortamına açık bir eğilim göstermesi, öne çıkan üçüncü faktördür. Analistlere göre, bu faktörlerin birleşimini oluşturan ekonomik ölçekte büyük üreticilerin, özellikle pazarda tutunmak için mücadele veren küçük işletmelere oranla piyasa rekabeti içinde yer alma ve pazardaki eğilime yön verme şansları daha fazladır (İİYESR, 2012: 38, 39).

Dünya genelinde ilgi odağı haline gelen ve ivmeli olarak gelişen rüzgâr endüstrisinin en önemli katma değer ve etkilerinden biri de, yarattığı istihdam oranıdır. Yapılan istatistiksel çalışmalar sonucunda; 2007 yılında 150.000 kişi mertebelerinde olan sektör çalışan sayısı, günümüzde 190.000 kişi mertebelerine ulaşmıştır. 3 yılda % 30 oranında artış gösteren sektörel istihdam oranının, önümüzdeki gelecekte de artış göstereceği ve 2020 yılında bu değer 460.000 kişi ve 2030 yılında ise 480.000 kişi seviyelerine ulaşacağı öngörülmektedir. Rüzgâr enerjisi sektöründe istihdam sayısının deniz ve kara üstü çalışanları olarak ayrı ayrı ele alındığı düşünülürse, deniz üstü istihdam oranının günümüzde % 18'ler seviyesinde olduğu ve bu oranın 2030 yılında % 60'lar seviyesine ulaşacağı tahmin edilmektedir (İİYESR, 2012: 41).

Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency: IEA) tarafından gerçekleştirilen geleceğe dönük

öngörülerde, 2020 yılında offshore rüzgâr türbinlerinden elde edilecek enerjinin 40 GW'a ulaşırken 2035'te 175 onshore rüzgâr türbinlerinden elde edilen enerjinin 546 GW'a, 2035'te ise 923 GW'a ulaşacağı tahmin edilmektedir. Yine aynı ajansça Dünya'da rüzgâr enerjisi toplam kurulu gücünün 2020'de 586 GW'a, 2035 yılına kadar, 1.098 GW'a ulaşacağı tahmin edilmektedir (WEO 2012: 227).

4. Türkiye'de Rüzgâr Enerjisinin Tarihsel Gelişimi ve Mevcut Durumu

Türkiye'de enerji talebindeki artışı bugüne kadar isabetli olarak öngörülemediği ve üretim planlaması yapılamamıştır. Enerji yatırımlarında yaşanan istikrarsızlık nedeniyle bazı dönemlerde aşırı atıl kapasite bazı dönemlerde ise ciddi enerji açıkları ile karşı karşıya kalınmaktadır. Üretim talebi karşılanmadığı enerji türleri ithalat yoluyla sağlanmaktadır. Dışarıdan ithal edilen kaynaklar içinde en büyük payı petrol ve doğal gaz almaktadır. Türkiye'nin enerji üretiminde dış kaynaklara bağımlılığı, özellikle yüksek fiyatlı doğal gaz alım anlaşmaları ile artmıştır. Doğal gaz çevrim santrallerinde yüksek maliyetle enerji üretilmekte ve bu enerji tüketicilerin tarafında yüksek fiyatta satın alınmaktadır. Sonuç olarak Türkiye, diğer gelişmiş ülkelerden çok daha yüksek fiyatlarda enerji tüketmektedir (Maç, 2006: 4).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) tarafından yayınlanan Mavi Kitap 2013 Raporu'na göre; ülkemizin taşkömürü rezervi 1.319,4 milyon ton, linyit rezervi 11.752,2 milyon ton, petrol rezervi 44,1 milyon ton, doğal gaz rezervi 6,2 milyar m³ olarak belirlenmiştir. 2012 yılı itibarıyla Türkiye'deki elektrik santrallerinin toplam kapasitesi 239.496,8 milyon kWh'dir. Bu kurulu gücünün % 73,0'ını (174.871,7 milyon kWh) termik santraller, % 24,2'sini (174.871,7 milyon kWh) hidroelektrik, % 0,4'ünü (899,3 milyon kWh) jeotermal ve % 2,4'ünü (5.860,8 milyon kWh) rüzgâr enerji santralleri oluşturmuştur. Toplam üretilen enerjinin % 27,0'ını(65.345,9 milyon kWh) yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmektedir (Mavi Kitap 2013: 19).

Ülkemizdeki petrol durumu incelendiğinde; 2012 yılı ham petrol üretiminin 2.324.230 ton, ortalama günlük üretimin 45 bin varil olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık aynı yıl ithal edilen ham petrolün 19.484.875 ton ve ithal edilen petrole ödenen tutarın 15.932.105.295 doları aştığı görülmektedir. Kaynak ülke olarak bakıldığında İran, Rusya, Sudi Arabistan, Kazakistan ve Irak'ın toplam ithalat içindeki payı % 97'den fazladır (Mavi Kitap, 2013: 60). Bu oranın azaltılması ve farklı kaynaklardan petrol ithalatının yapılması enerji politikalarımız açısından son derece önem arz etmektedir.

Türkiye'de doğal gaz tüketimi 1987 yılından bu yana sürekli artan bir eğilim içindedir. 1987 yılında 500.000 bin m³ olan doğal gaz tüketimi 2012 yılı sonunda, 87,75 kat artarak 37.411.118 bin m³'e ulaşmıştır. Ülkemizin 2012 yılı doğal gaz üretimi ise 664.353.885 m³ tür. Aynı yıl içerisinde ithal edilen doğal gaza ödenen toplam tutar 16 milyar doları bulmaktadır. İthal edilen doğal gaz büyük oranda; Rusya (% 57,9), İran (% 18,7), Cezayir (% 9,5) ve Azerbaycan'dan (% 8,7) temin edilmektedir (Mavi Kitap, 2013: 60).

Ülkemizdeki linyitin ve taşkömürünün durumu incelendiğinde; 1974-2012 yılları arasındaki 38 yıllık süreçte linyit üretiminin yıllık 8,4 milyon tondan 72,55 milyon tona çıkarak 8,7 kat arttığı tespit edilmiştir. Türkiye'de 1974 yılında yıllık yaklaşık 5 milyon ton olan taşkömürü üretimi 2012 yılına kadar olan süreçte yaklaşık % 48 oranında düşerek 2,528 milyon ton düzeyine inmiştir (Mavi Kitap, 2013: 10). Ülkemiz taşkömürü açısından yeterli kaynağa sahip olmadığından dışa bağımlı konumdadır ve bu nedenle son yıllarda ülkemizin kömür ithalatı hızla artış göstermiştir. Bu durumu kömürün konut ve sanayi de kullanımının artmasına ve yeni devreye giren ithal kömürlü termik santrallere bağlayabiliriz. Türkiye'de 2010 yılında 173 bin ton kok ve 2,75 milyon ton petrokok ithal edilmiştir. Kömür ithalatının faturası 2010'da 3.225 milyar dolar, 2011'de 4,1 milyar dolar düzeyinde seyretmiş olup, 2012 yılı içinde ise 5 milyar dolara ulaşmıştır (MMO, Oda Raporu 2012; Mavi Kitap, 2013).

Nükleer enerji üretiminde kullanılan çekirdek kaynaklar; uranyum ve toryumdur. Dünyada 2011 yılı için çıkartılabilir uranyum rezervi 53.272.000 tondur. Rezerv açısından en zengin ülkeler; Avustralya (1.661.000 ton), Kazakistan (629.000 ton), Rusya (4.872.000 ton) ve Kanada (4.687.000 ton) olup Türkiye'nin uranyum rezervi bu ülkelere kıyasla çok daha düşük seviyededir (9.129 tondur). Dünyada 2011 yılı için çıkartılabilir toryum rezervi 5.385.000 tondur. Toryum rezervi açısından önde gelen ülkeler; Hindistan (846.000 ton), Türkiye (744.000 ton), Brezilya (606.000 ton), Avustralya (521.000 ton) ve ABD (434.000 ton) şeklinde sıralanmaktadır (WNA, 2012).

Türkiye son dönem enerji politikalarında dış kaynak bağımlılığını azaltmak ve enerji kaynak çeşitliliğini sağlamak amacıyla 2013-2014 yılında Mersin Akkuyu'da yapımına başlanacak dört reaktörden oluşan toplamda 4800 MW kapasiteli nükleer santral projesi devreye sokulmuş ve bu projenin 2018-2021 yılları arasında faaliyete geçmesi planlanmıştır. Ayrıca Sinop'a 5600 MW kapasiteli bir nükleer santralin kurulumu da proje aşamasındadır.

2013 Kasım ayı verilerine göre ülkemizin elektrik enerjisi üretiminin kaynak türlerine göre dağılımı aşağıda verilmektedir. Genel olarak kaynak türlerindeki değişim benzerlik göstermektedir. Kasım ayı sonu itibarıyla elektrik enerjisi üretiminde kaynakların payına

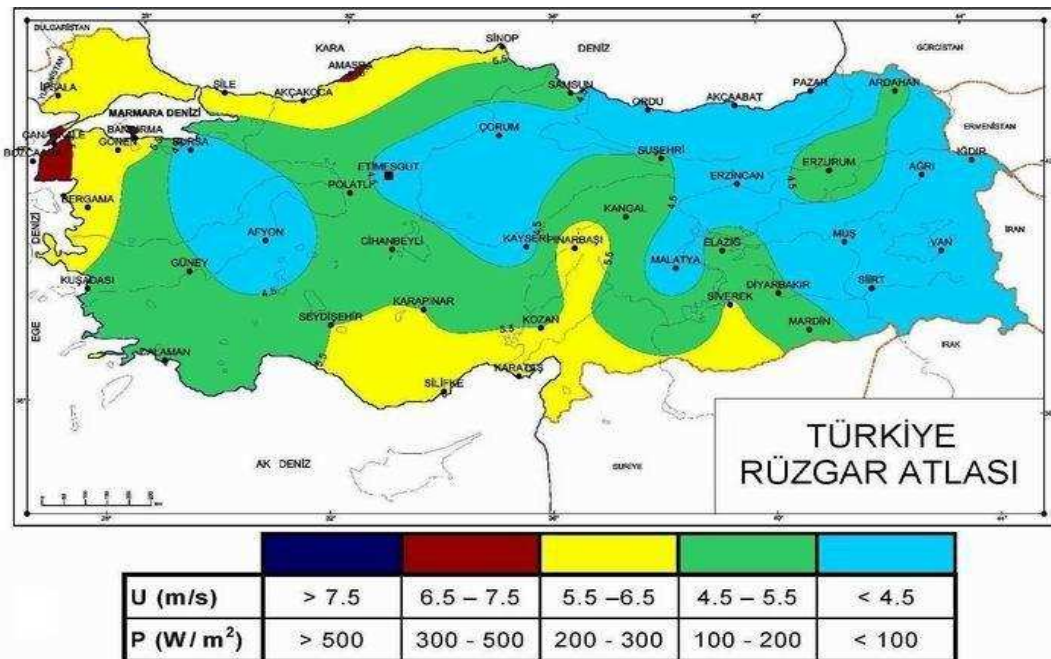
bakıldığında doğal gazın % 51 ile en çok paya sahip olduğu görülmektedir. Bunu sırasıyla % 15 ile hidroelektrik (barajlı), % 13 ile ithal kömür takip etmektedir. Ekim ayında % 17'lik paya sahip olan hidroelektrik (barajlı) ve % 4'lük paya sahip olan hidroelektrik (akarsu) oranı Kasım ayında sırasıyla % 2 ve % 1 oranlarında azalmıştır (ETKB 2013: 4).

Türkiye'de rüzgâr enerjisiyle ilgili ilk bilimsel çalışmalar; 1960'larda Ankara Üniversitesi, 1970'lerde ise Ege Üniversitesi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi ve TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM), 1981 yılından sonra ise Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİEİ) tarafından yürütülmüş ve 1989 yılında bu kuruluş bünyesinde Rüzgâr Enerjisi Şube Müdürlüğü kurulmuştur. 1992 yılında, Avrupa Rüzgâr Enerjisi Birliği (AREB) Türkiye Şubesi açılmıştır. 1993 yılından itibaren ise, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİGM) tarafından, 43 meteoroloji istasyonunun rüzgâr değerleri, topoğrafik veriler ile genişletilerek, Türkiye Rüzgâr Atlası'nın çıkarılması çalışmalarına başlanmıştır.

Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA), Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na bağlı

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından 5 ayı aşkın bir süre içerisinde 200m x 200m ölçülerinde hazırlanmış, Türkiye coğrafyasının tüm kara ve deniz alanlarını kapsayacak şekilde üç ayrı nümerik hava analiz modelinin uzun yıllara ait gerçekleşmiş meteorolojik parametrelerle geriye doğru çalıştırılması sonucu üretilmiş rüzgâr veri atlasıdır. Bu çalışma ile 30, 50, 70 ve 100 m yüksekliklerdeki yıllık, mevsimlik, aylık ve günlük rüzgâr hız ortalamaları, 50 ve 100 m yüksekliklerdeki yıllık, mevsimlik ve aylık rüzgâr gücü yoğunlukları, 50 m yükseklikteki yıllık kapasite faktörü, 50 m yükseklikteki yıllık rüzgâr sınıfları, 2 ve 50 m yüksekliklerdeki aylık sıcaklık değerleri, yer seviyesinde ve 50 m yükseklikteki aylık basınç değerleri ortaya konulmuştur. Ayrıca REPA ile denizlerimizde, kıyılarımızda ve yüksek rakımlı bölgelerimizde daha önce tespit edilemeyen potansiyeller görünür hale gelmiştir. Rüzgâr enerjisi uygulamalarını etkileyen tüm faktörler tematik haritalara dönüştürülerek, Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) tabanlı bir REPA V.01 yazılım geliştirilmiş ve rüzgâr kaynak bilgilerinin çok yönlü bir şekilde analiz edilmesine imkân tanınmıştır (İİYESR, 2012: 68,69).

Şekil 3: Türkiye Rüzgâr Atlası



* Açık yüzeyler için (yer düzeyinden 50 m yükseklikteki) rüzgâr potansiyeli sınıf aralıkları

Kaynak: <http://www.mgm.gov.tr/arastirma/yenilenebilir-enerji.aspx?s=ruzgaratlası>, 2014.

2007 yılında gerçekleştirilmiş olan Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) ile ülkemizde yıllık rüzgâr hızı 8,5 m/s ve üzerinde olan bölgelerde en az 5.000 MW, 7,0 m/s'nin üzerindeki bölgelerde ise en az 48.000 MW büyüklüğünde rüzgâr enerjisi potansiyeli bulunduğu tespit edilmiştir (ETKB, 2009). Türkiye'nin rüzgâr enerjisi potansiyeli zamana ve mevsimsel etkenlere göre değişme gösterirken, Araştırmacılar bu konuda farklı sonuçlara ulaşmışlardır. 1993 yılında Wijk

ve Coelingh tarafından yapılan çalışmada teorik potansiyelin 83.000 MW olduğu fakat ekonomik olarak değerlendirilebilecek potansiyelin 10.000 MW olarak hesaplanmıştır (Akdağ & Güler, 2007: 18). EİE-DMİ işbirliği ile ortak proje olarak hazırlanan Türkiye rüzgâr atlası, rüzgâr enerji kaynağının değerlendirilmesinde ön referansı oluşturmaktadır. Ülkemiz rüzgâr enerjisi teknik potansiyeli açısından Avrupa'da birinci sıradadır (Akgün, 2006: 38).

Coğrafi pozisyona bağlı olarak Türkiye'nin çeşitli hava alanlarında farklı değerlerde rüzgâr enerjisi potansiyeli mevcuttur. Özellikle Marmara ve Ege Bölgesinde ve Karadeniz kıyılarında yaz ayları dışında yoğun bir rüzgâr potansiyeli vardır. Karadeniz bölgesinin, rüzgâr enerjisi potansiyeli olmasına rağmen, coğrafi yapısı ve dağların uzanış şekli engel teşkil etmektedir. Rüzgâr enerjisi potansiyeli açısından en cazip bölgeler Marmara denizi bölgesi, Akdeniz kıyıları, ege denizi kıyıları ve Anadolu'nun bazı karasal kesimleridir. Literatürdeki en büyük hız değerleri Bandırma'da 5,1-5,2 m/s, Bozcaada'da 6,3-7 m/s, Karabiga ve Karaburun'da 6,4 m/s, Nurdağ'ında 7,1 m/s, Şenköy'de 7,4 m/s olarak ölçülmüştür. Türkiye'de rüzgâr enerjisi potansiyeli olan alanların % 89,3 ünde rüzgâr enerji yoğunluğu 40 W/m²'nin altında iken, % 10,7'lik kısımda bu oran 40 W/m²'nin üzerindedir (Aras, 2003; Gencer vd, 2009: 3).

Tablo 2: Türkiye Toplam Rüzgâr Gücü Potansiyeli (50 m)

Rüzgâr Sınıfı	Rüzgâr gücü (W/m ²)	Rüzgâr Hızı (m/s)	Toplam potansiyel (MW)
3	300-400	6,5 - 7,0	83.906,96
4	400-500	7,0 - 7,5	29.259,36
5	500-600	7,5 - 8,0	12.994,32
6	600-800	8,0 - 9,0	5.399,92
7	>800	> 9,0	195,84
TOPLAM			131.756,40 MW

Kaynak:

<http://www.enerji.gov.tr/BysWEB/DownloadBelgeServlet?read=db&fileId=42004,2013>.

Türkiye'nin en iyi rüzgâr kaynağı alanları kıyı şeritleri, yüksek bayırlar ve dağların tepesinde ya da açık alanların yakınında bulunmaktadır. En şiddetli yıllık ortalama rüzgâr hızları Türkiye'nin batı kıyıları boyunca, Marmara Denizi çevresinde ve Antakya yakınında küçük bir bölgede meydana gelmektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının verilerine göre Türkiye'nin 50 m. deniz rüzgâr gücü potansiyeli 17.393,20 MW için toplam rüzgâr gücü potansiyeli 131.756,40 MW'tır (Tablo 2, 3).

Tablo 3: Türkiye Deniz Rüzgâr Gücü Potansiyeli (50m)

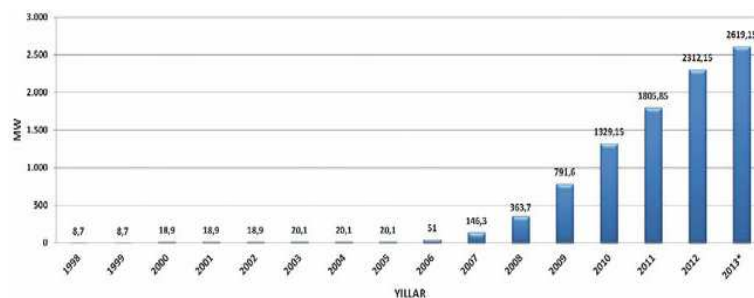
Rüzgâr Sınıfı	Rüzgâr gücü (W/m ²)	Rüzgâr Hızı (m/s)	Toplam potansiyel (MW)
3	300-400	6,5 - 7,0	6.929,92
4	400-500	7,0-7,5	5.133,20
5	500-600	7,5-8,0	3.444,80
6	600-800	8,0-9,0	1.742,56
7	>800	>9,0	142,72
TOPLAM			17.393,20 MW

Kaynak:<http://www.enerji.gov.tr/BysWEB/DownloadBelgeServlet?read=db&fileId=42004,2013>.

Ülkemizde rüzgâr enerjisi ile ilgili çalışmalar 1996 yılında başlamıştır. Üç türbinden oluşan ve 1,5 MW kurulu güce sahip olan ilk santral 1998 yılında Germiyan'da kurulmuş ve aynı yıl "oto prodüktör" statüde üretime başlamıştır. Alaçatı'da toplam 7,2 MW (12x600 kW) kurulu güce sahip ikinci santral yine aynı yıl kurulmuştur. 2000 yılında ise Çanakkale Bozcaada'da toplam kurulu gücü 10,2 MW (17x600 kW) olan diğer bir santral kurulmuştur. Toplam kurulu gücü 17,4 MW olan son iki santral "Yap-İşlet- Devret" modeliyle üretim yapmaktadır. Yıllık toplam üretimi 54 GWh olan her üç santral 25 milyon dolara mal olmuştur. Bu santrallerden elde edilen yıllık elektrik enerjisi toplam üretim içerisinde çok düşük bir düzeyde kalmaktadır. 2003 yılında ise Çatalca'da 1.2 MW gücünde ve oto prodüktör statüde bir santral daha kurulmuş ve toplam kurulu güç 20,1 MW'a çıkarılmıştır (Özerdem, 2003; Ültanır, 2004).

4628 sayılı "Elektrik Piyasası Kanunu"nun yürürlüğe girmesinden sonra, çok sayıda gerek yerli, gerekse yabancı yatırımcıların rüzgâr enerjisi üretim sektörüne ilgilerinin artmış olduğu görülmüştür. Elektrik piyasasına ilişkin mevzuatta, rüzgâr enerjisine yatırım yapacak gerçek yatırımcıların önünü açacak yeterli düzenlemeler 2005 yılına kadar yapılamamıştır. Bu konuda son olarak, 5346 sayılı "Yenilenebilir Enerji Kanunu"nun 2005 yılında yasalaşması ile yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten üreticilere alım garantisi modeli getirilmek suretiyle, yüksek kapasite faktörüne sahip rüzgâr enerji projelerinin önü açılmıştır. Bu kapsamda yenilenebilir kaynaklarından üretilen elektrik enerjisini serbest piyasadaki satışına ilişkin alternatifler de sunulmuştur (<http://www.epdk.org.tr/>, 2014).

Tablo 4: Türkiye rüzgâr enerji santrallerinin kurulu güç bakımından yıllara göre değişim



Kaynak:http://www.tureb.com.tr/attachments/article/42/Turkiye_%20Ruzgar_%20Enerjisi_istatistik_Raporu_2013_Temmuz%20.pdf, 2013.

2005 yılında “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”un çıkarılmasıyla rüzgâr enerjisi yatırımları hız kazanmış ve 1 yıl içinde kurulu güç değeri % 400 artış göstermiştir. Ayrıca 2007 yılında açılan rüzgâr enerjisi lisans başvurularının ardından Türkiye rüzgâr enerjisi kurulu gücünde ikinci bir hareketlenme olmuş ve kurulu güçte 300 MW’lık bir artışla % 200 büyüme kaydedilmiştir. Temmuz 2013 itibariyle kurulu güç değeri 2.619,15 MW’a ulaşmıştır (Tablo 4).

Dünya Rüzgâr Enerji Kurumunun (World Wind Energy Association: WWEA) 2012 yılı Dünya Rüzgâr Enerjisi Raporu’na göre Türkiye ise 2011 yılında rüzgâr türbin güç kapasitesi 1.799 MW ile dünya rüzgâr türbin güç kapasitesi sıralamasında 17. sırada yer alırken 2012 yılında % 28,5 oranında geliştirerek rüzgâr türbin güç kapasitesi 2.312 MW’a çıkarmıştır. Sıralamada ise 18. sırada yer almıştır. Sırada geriye düşmesinin nedeni Brezilya’nın 2011 yılında 20. Sıradayken 2012 yılında atağa kalkarak 15. Sıraya yükselmesidir (WWEA, Annual Report 2013: 18).

Harita 2: Türkiye’de İşletmedeki ve İşletilmesi Planlanan Rüzgâr Enerji Santralleri (RES)



Kaynak: http://www.turek2013.info/sunumlar/Kemal_Yildir.pdf, 2013.

Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği’nin Temmuz 2013 raporuna göre ise, Türkiye’de halen işletmede 68 rüzgâr enerji santrali bulunmaktadır. Bu santrallerin toplam kurulu gücü 2.619,15 megavattı bulmaktadır (Tablo 5). Harita 2’ de görüleceği üzere faaliyette olan RES’lerin büyük bir bölümü Ege, Marmara kıyılarıyla Hatay civarında yoğunlaşmıştır. Ancak faaliyete geçmesi planlanan RES’lerin Tekirdağ, Çorlu, Marmara Bölgesinin Karadeniz kıyıları, İstanbul İzmit ve Sakarya’da yoğunlaştığı görülmektedir (Harita 2).

Tablo 5: Türkiye’deki Rüzgâr Enerji Santralleri (RES) ve Mevcut Durumları (Temmuz 2013 İtibariyle)

Sıra no	Proje Adı	Bulunduğu Yer	İşletmeye Giriş Tarihi	Kurulu Gücü (MW)
1	Akbük RES	Aydın	2009	31.50
2	Akres	Manisa	2000	45.00
3	Aksu RES	Kayseri	2012	72.00
4	Aliağa RES	İzmir	2007	90.00
5	Amasya RES	Amasya	2008	40.00
6	ARES	İzmir	1998	7.20
7	AyRES	Çanakkale	2011	5.00
8	Ayyıldız RES	Balıkesir	2009	15.00
9	Balıkesir RES	Balıkesir	2012	143.00
10	Bandırma RES	Balıkesir	2012	5.00
11	Bandırma	Balıkesir	2006	30.00

Sıra no	Proje Adı	Bulunduğu Yer	İşletmeye Giriş Tarihi	Kurulu Gücü (MW)
12	Bandırma RES	Balıkesir	2009/2010	60.00
13	Bandırma-3 RES	Balıkesir	2008	25.00
14	Belen RES	Hatay	2009/2010/2012	48.00
15	Boreas- Enez RES	Edirne	2008	15.00
16	Bozcaada RES	Çanakkale	2009	10.20
17	Bozyaka RES	İzmir	2012	12.50
18	Burgaz RES	Çanakkale	2010	14.90
19	Çamseki RES	Çanakkale	2011	20.80
20	Çanakkale RES	Çanakkale	2012	29.90
21	Çatalca RES	İstanbul	2012	60.00
22	Çataltepe RES	Balıkesir	2010	16.00
23	Çeşme RES	İzmir	2012	1.50
24	Dağpazarı RES	Mersin	2008	39.00
25	Dares Datça RES	Muğla	1998	29.60
26	Dinar RES	Afyon	2012	50.60
27	Düzova RES	İzmir	2009/2010	40.50
28	Gökçedağ RES	Osmaniye	2009/2010	135.00
29	Günaydın RES	Balıkesir	2012	12.50
30	İntepe RES	Çanakkale	2009	30.40

31	Kapıdağ RES	Balıkesir	2013	24.00
32	Karadağ RES	İzmir	2012	10.00
33	Karakurt RES	Manisa	2007	10.80
34	Karaburun RES	İzmir	2013	54.00
35	Keltepe RES	Balıkesir	2009	20.70
36	Kemberburgaz RES	İstanbul	1998	24.00
37	Killik RES	Tokat	2010/2011	40.00
38	Kores Kocadağ 2 RES	İzmir	2012	17.50
39	Kozbeyli RES	İzmir	2012/2013	30.00
40	Kuyucak RES	Manisa	2011	25.60
41	Mare Manastır RES	İzmir	2010	39.20
42	Mazı 3 RES	İzmir	2011	30.00
43	Mersin Mut RES	Mersin	2010	45.00
44	Metristepe RES	Bilecik	2011	40.00
45	Poyraz RES	Balıkesir	2012/2013	54.90
46	Samurlu RES	İzmir	2012/2013	30.00
47	Saray RES	İstanbul	2009	4.00
48	SaRES RES	Çanakkale	2010/2011	22.50
49	Sarıkaya RES	Tekirdağ	2010	28.80
50	Sayalar RES	Manisa	2009	34.20
51	Sebenoba RES	Hatay	2008	34.00
52	Şenköy RES	Hatay	2012	27.00
53	Seyitali RES	İzmir	2007	30.00
54	Soma RES	Manisa	2007	90.00
55	Soma RES	Manisa	2011	140.40
56	Söke-Çatalbük RES	Aydın	2010	30.00
57	Sunjut RES	İstanbul	1.20	2008
58	Susurluk RES	Balıkesir	45.00	2012
59	ŞahRES	Balıkesir	102.00	2011
60	Şamlı RES	Balıkesir	2008/2010	113.40
61	Şenbük RES	Hatay	2010	15.00
62	Şenbük RES	Hatay	2013	27.00
63	TepeRES	İstanbul	2006	0.85
64	Turguttepe RES	Aydın	2010	24.00
65	Uşak RES	Uşak	2013	54.00
66	Yuntdağ RES	İzmir	2011	57.50
67	Zeytineli RES	İzmir	2013	50.00
68	Ziyaret RES	Hatay	2010/2011	57.50
			TOPLAM	2.619.15MW

Kaynak: TUREB, Temmuz 2013: 7

Türkiye, rüzgâr enerji santrallerine inşa halindeki 30 santrali ekleyerek, bu alandaki kurulu gücünü artırmaya çalışmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını ve çeşitliliğini artırmayı planlayan Türkiye, bu amaçla 15 şehirde 30 rüzgâr enerji santralini yapımı devam etmektedir (Şekil 3, Tablo 6). Bu santrallerin 6'sı İzmir'de, 5'i Balıkesir'de, 3'ü Hatay'da, kurulma çalışmaları devam etmektedir. İnşa halindeki rüzgâr enerji santrallerinin faaliyete geçmesiyle mevcut kurulu güce 970,40 megavatlık ilave olması beklenmektedir (Tablo 6).

İnşa halindeki rüzgâr enerji santrallerinin bölgelere göre dağılımında Ege ve Marmara bölgeleri öne çıkmaktadır (Tablo 6). Yeni rüzgâr enerji santrallerinin yüzde 50,33'ü Ege Bölgesi'nde, yüzde 26,66'sı Marmara Bölgesi'nde, yüzde 10,33'ü Akdeniz Bölgesi'nde yer almaktadır (Tablo 6'ya göre hesaplanmıştır).

Tablo 6: İnşa Halindeki Rüzgâr Enerji Santralleri (RES) (Temmuz 2013 İtibariyle)

Sıra no	Proje Adı	Kapasite (MW)	Bulunduğu Yer	Türbin Markası
1	Ada 2 RES	3.20	Balıkesir	ENERCON
2	Akbük 2 RES	21.00	Muğla	SUZLON
3	Atik Belen RES	30.00	Hatay	GAMESA
4	Balabanlı RES	50.60	Tekirdağ	SIEMENS
5	Çanta RES	47.50	İstanbul	NORDEX
6	Dinar RES-Extension	64.40	Afyon	SIEMENS
7	Düzova RES Extension	11.00	İzmir	GE
8	Edincik RES	11.00	Balıkesir	NORDEX
9	GERES	27.50	Manisa	NORDEX
10	Geycek RES	150.00	Kırşehir	ENERCON
11	GokRES	35.75	Manisa	GE
12	Günaydın RES Extension	8.35	Balıkesir	GE
13	Hasanbeyli RES	50.00	Osmaniye	NORDEX
14	Kapıdağ RES	4.00	Balıkesir	VESTAŞ
15	Karadere RES	16.00	Kırklareli	GE
16	Karaburun RES	66.00	İzmir	ENERCON
17	Kıyıköy RES	27.00	Kırklareli	GAMESA
18	Kızılcaerzi RES	14.50	Tekirdağ	GE
19	Korkmaz RES	25.20	İzmir	SUZLON
20	Madranbaba RES	19.50	Aydın	GAMESA
21	Mordoğan RES	31.50	İzmir	SUZLON
22	Salman RES	27.50	İzmir	GE
23	Şenköy RES	9.00	Hatay	ALSTOM WIND
24	Silivri RES	45.00	İstanbul	NORDEX
25	Sincik RES	27.50	Adıyaman	NORDEX
26	Susurluk RES Extension	15.00	Balıkesir	NORDEX
27	Şadılı RES	38.50	Çanakkale	GE
28	Yalova RES	54.00	Yalova	SINOVEL
29	Yuntdağ II RES Extension	2.50	İzmir	GE
30	Ziyaret RES Extension	18.50	Hatay	GE
		TOPLAM	970.40 MW	

Kaynak: TUREB, Temmuz 2013: 17

Türkiye son yıllarda rüzgâr enerjisi bakımından hızlı bir büyümeye sahne olmuştur. Kasım 2007'de EPDK tarafından açılan lisans başvurularına yoğun bir ilgi olmuş ve EPDK'ya rüzgâr enerjisine dayalı toplam 78.000 MW Kurulu gücünde 752 adet başvuru yapılmış, 2008 yılı Mayıs ve Haziran aylarında EPDK tarafından TEİAŞ'tan bölge bazında bağlantı görüşleri istenmiştir. 2011 yılı sonu itibariyle toplam 301 projeye lisans verilmiştir ve bu lisansların toplamı 11.180 MW Kurulu güce karşılık gelmektedir. 1 Kasım 2007'deki başvuruların 113 tanesi İzmir'de kurulmak üzere

tasarlanmış projeler olup, bu başvurulardan 21 tanesi lisans almaya hak kazanmış ve İzmir’de yeni lisanslı proje toplamı 536,6 MW’a ulaşmıştır.

21 Mayıs 2009 tarihli Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesinde, rüzgâr enerjisi kurulu gücünün 2023 yılına kadar 20.000 MW’a çıkarılmasının hedeflendiği belirtilmektedir. Bu amaca ulaşabilmek için, ülkemizde mevzuat düzenlemeleri ile yenilenebilir kaynak kullanan santrallerdeki elektrik üretimi için bir destekleme mekanizması oluşturulmuş olup, özel sektör yatırımcıları rüzgâr enerjisi santrallerinin inşası konusunda teşvik edilmektedir. Bu bağlamda, rüzgâr enerjisi santralleri için Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK)’na yapılan lisans başvuruları 85.000MW’a ulaşmış olup, lisanslama süreci devam etmektedir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ve EPDK tarafından lisans alan projelerin, 2015 yılı sonuna kadar tamamlanması öngörülmektedir. Bu değer yaklaşık olarak 9.000 MW olup, 2,5 MW’lık rüzgâr türbinlerinden 3600 adet yeni kurulumla karşılık gelmektedir. Bu kurulum yaklaşık 11 Milyar € değerinde yatırım anlamına gelmektedir. Türkiye, 2023 yılındaki elektrik enerjisi ihtiyacının % 30’unu (hidroelektrik dâhil) yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılayabilme hedefine ulaşmak için rüzgâr enerjisi kurulu gücünü 2023 yılına kadar 20 GW üzerine çıkarmayı planlamaktadır. Bu hedef dikkate alındığında, 2012–2023 yılları arasında rüzgâr enerjisi sektörüne yapılacak olan yatırımların toplam finansal değeri, yaklaşık 23 Milyar €’dur (İİYESR, 2012: 70).

Türkiye’de türbin tedarikçisi olarak Enercon liderliğini devam ettirmekte olup, Vestas, Nordex, GE, Suzlon ve Gamesa onu takip eden diğer firmalardır. Toplam kurulu güç açısından bakıldığında ise Vestas % 30 ile liderliği elinde bulundururken, Enercon % 28 ile ikinci sıradadır. Dünya pazarındaki diğer tedarikçiler de, Türkiye pazarına girmeyi planlanmaktadır. Ayrıca, Enercon dışında Türkiye’de türbin üretimi için yakın gelecekte yatırım yapmayı planlayan firmalar da bulunmaktadır (İİYESR, 2012: 71).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın desteğiyle, TÜBİTAK öncülüğünde, üniversite–sanayi işbirliği çerçevesinde sürdürülen Milli Rüzgâr Enerji Sistemleri Geliştirilmesi ve Prototip Türbin Üretimi (MİLRES) projesi kapsamında, 2014 yılına kadar 500 kW ve 2,5 MW güçlerinde yerli prototip rüzgâr türbini üretimi gerçekleştirilmiş olacaktır. Projede 2,5 MW’lık endüstriyel ölçekte elektrik üretimi yapan rüzgâr türbinlerinin tamamen özgün ve yerli teknoloji ile geliştirilmesi ve prototipinin üretilmesi hedeflenmiştir. TÜBİTAK hakem sürecinde proje iki aşamaya bölünmüştür. İlk etapta 500 kW’lık rüzgâr türbinleri geliştirilecek, bu prototipler deneme amaçlı kullanılarak tasarım olgunlaştırıldıktan sonra 2,5 MW’lık türbin prototipi geliştirilecektir. 500 kW prototip denemelerinde belirlenen tasarımlar 2,5 MW’lık türbin

sistemlerine de uygulanacaktır. Proje kapsamında hazırlanılacak bazı alt sistemler (frenler, hidrolik donanım, asansör, trafo, kaplin gibi) dışında bütün ana bileşenler (kanatlar, göbek, dişli kutusu, jeneratör, evirici makine kutusu, kule gibi) proje ekibinin çalışmalarıyla geliştirilecek olup tamamen özgün tasarımlar olacaktır. Projenin 1. aşamasında 9 değişik üniversite ve kurumdan 98 araştırmacı ve 23 lisansüstü öğrenci görev almaktadır (Mavi Kitap 2013: 43). Türkiye rüzgâr enerjisi sektörü açısından, bu projenin başarıyla sonuçlandırılması büyük önem taşımaktadır.

Ülkemizde rüzgâr türbini makine ve teçhizatları tümüyle ithal yapılmakta iken, bugün kule ve kanatları da ülkemizde yapım aşamasına gelmiş, yakın bir gelecekte de jeneratörlerin yapımı da yerli olarak gerçekleştirilecektir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından ülkemizin rüzgâr enerjisi potansiyelinden azami ölçüde yararlanmak, daha fazla rüzgâr santralının elektrik sistemine entegrasyonunu sağlamak ve rüzgârdan üretilen elektriksel gücün önceden tahmin edilmesine yönelik “Türkiye’de Rüzgârdan Üretilen Elektriksel Güç İçin İzleme Tahmin ve Yönetim Sistemi (RİTM)” projesi geliştirilmiştir. Proje kapsamında; merkezde 2012 yılı sonu itibarıyla 14 adet rüzgâr santralının güç üretimleri eş zamanlı olarak 3 sn’lik ortalamalar halinde izlenebilmekte, 48 saat için güç tahminleri yapılmaktadır. Güç tahminleri üzerindeki yazılım çalışmaları devam etmektedir. Proje kapsamında geliştirilecek izleme ve tahmin sisteminin işletmede olan ve işletmeye alınacak rüzgâr santrallerinin RİTM’e bağlanması zorunlu hale getirilecektir. Bununla ilgili olarak “Elektrik Piyasası Şebeke Yönetmeliği” ne hükümler eklenmiştir (Mavi Kitap 2013: 46).

Sonuç

Rüzgâr Enerjisi, özelliği gereği çevreye en az zarar veren, dolayısıyla dış maliyetleri en düşük enerji kaynağıdır. Rüzgâr enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren teknolojisi büyük sermaye gerektirmezken, işletme giderlerinin çok düşük olması önemli bir avantajdır. Bu da bize rüzgâr enerjisinden elde edilecek elektrik enerjisinin diğer enerji kaynaklarından çok daha ucuza mal edilebileceğini göstermektedir. Dünya genelinde rüzgâr enerji santrallerinin diğer enerji kaynakları ile çalışan santrallere göre çok daha geniş bir alanda desteklendiği, çok daha kolay ve iyi şartlarla finansman bulduğu gözlenmektedir.

Türkiye’nin mevcut enerji kaynakları ile artan nüfus ve gelişen sanayinin enerji gereksinimi karşılanamamaktadır. Bu nedenle enerji üretimi ve tüketimi arasındaki açık hızla büyümektedir. Enerji kaynaklarının hızla tükenmesi de göz önüne alınarak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı özendirilmeli, özel sektör bu alanda teşvik edilmelidir.

Fosil yakıtlara dayanan enerji üretimi, çevre kirlenmesi, sera etkisi, doğal bitki örtüsü ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeni ile gelecek vaat etmeyen bir yöntemdir. Teknolojik gelişmelere paralel olarak çevre-dostu olan yenilenebilir enerji kaynak kullanımı, gelecekte düşük maliyetli ve yaygın kullanım bulabilecektir. Özellikle, güneş ve rüzgâr enerjisinin, yerel ve küçük ölçeklerde, şehir ve kırsalda kolay kullanım sağlaması itibarı ile hem yüksek hacimli enerji üretimine hem de bireysel enerji üretimine imkân sağlaması beklenmektedir.

Alternatif enerji kaynakları, enerji talebindeki hızlı artışın karşılanmasında etkin olarak kullanılmalı ve bu alandaki araştırmalara destek verilmelidir. Özellikle yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili teknik ve malzeme eksikliğini gidermeye yönelik olarak, yani yurt dışına bağımlılığı azaltmak için üniversite ve şirket bazında Ar-Ge çalışmaları hızlandırılmalıdır. Bu tip çalışmalarda bulunan kurumlara daha fazla destek sağlanmalıdır.

Enerji üretim yöntemleri kullanılırken çevreyi ve iklimi korumaya özen gösterilmelidir. Unutulmamalıdır ki bu tür yeni enerji kaynakları kullanırken esas amaç doğayı korumak, insanlığın yaşadığı ortamı daha iyi bir hale getirmektir.

Türkiye, coğrafi konumu itibarıyla rüzgâr enerji santrallerinin kurulması için son derece uygun bir durumdadır. Özellikle Ege, Marmara ve Doğu Akdeniz Bölgesinin bazı kısımları oldukça zengin rüzgâr potansiyeline sahiptir. Bu özelliği ile de rüzgâr enerjisi avantajlı bir coğrafi dağılım sergilemektedir. Bu bölgeler, rüzgâr santrali kurulmasına uygun bölgelerdir. Bu bölgelere kurulacak rüzgâr santralleriyle doğu bölgelerinde yoğunlaşan enerji üretim santralleri batı bölgelerinde de yaygınlaşacaktır. Böylece, Türkiye’de üretilen enerjide kaynak çeşitliliği sağlanacağı gibi, doğuda üretilen elektrik enerjisinin tüketimin yoğun olduğu batı bölgelerine taşınması sırasında oluşan kayıplar da ortadan kaldırılacaktır. Aynı zamanda, bu bölgelerde kurulacak santrallerle yeni istihdam sahaları açılacaktır. Çevreye dost bu santrallerin kurulmasıyla bölgenin mevcut doğal yapısının korunması sağlanacaktır.

Çok sayıda rüzgâr enerji santraline sahip olan Almanya, Danimarka, Hollanda ve İspanya gibi belli başlı Avrupa Birliğine üye ülkelerin temiz enerji kaynağı olan rüzgâr enerjisinden daha fazla yararlanmak için bu alandaki yatırımları ve araştırma geliştirme faaliyetlerini önemli ölçüde destekledikleri bilinmektedir. Bu ülkelerin uygulamaları belirli bir enerji politikasının varlığını gözler önüne sermektedir. Benzer politikaların ülkemizde de benimsenmesi, bu alanda yapılacak yatırımlara şimdiden yön verilmesi hayati önem arz etmektedir.

Türkiye’nin sahip olduğu rüzgâr enerjisi kaynağını değerlendirerek, bu yönde sarf edilecek bütün çabaların ülke çıkarları için çok değerli olacağı göz ardı edilmemelidir. Kendi ulusal kaynaklarını teknolojik olarak daha fazla kullanabilen ülkelerin gelecekte daha etkin konumlarda olacakları bir gerçektir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından, özellikle rüzgâr enerjisinden faydalanma konusu, bu etkin konuma gelmek için gereken parametrelerin başında gelmektedir.

Sektörle ilgili yurtdışındaki politikalar, teknolojik gelişmeler ve uygulamalar yakından izlenmeli ve Türkiye açısından olumlu olabileceklerin ulusal rüzgâr enerjisi politikasına katkısı sağlanmalıdır. Başta rüzgâr türbinleri olmak üzere rüzgâr enerjisi ekipmanlarının yerli teknoloji ile yapılmasına öncelik verilmeli bu alanda da teşvikler uygulanarak yerli sanayi cesaretlendirilmelidir.

Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları politikaları genelde belirsizlikler yaşanmaktadır. Bu yaklaşım belirli ve takip edilen bir rüzgâr enerjisi politikasının da olmaması sonucunu doğurmaktadır. Türkiye’nin verilerle de ortaya konan enerjide dışa bağımlı olma durumu ve bu durumun artarak devam edeceği gerçeği karşısında, enerji alanında dışa bağımlılığını en aza indirerek yerli kaynakların en aktif halde kullanılmasını ve enerji kaynak çeşitliliğini sağlayacak tutarlı ve kalıcı enerji politikaları geliştirilmeli ve uygulamaya konulmalıdır. Elektrik üretiminde kullanılan kaynakların çeşitlendirilmesi ileride çıkabilecek kaynak teminindeki problemler ve fiyat artma risklerini en aza indirmede oldukça önemlidir.

Türkiye’de rüzgâr enerji yatırımcılarının karşılaştığı temel sorunların başında rüzgâr enerji üretim tesislerinin tüketim merkezlerinden uzakta olması ve bölge enerji arz güvenliğinin sağlanamamasıdır. Bunun sonucu olarak, şebeke bağlantı maliyetleri yükselmekte ve bundan dolayı birim elektrik enerji maliyeti artmaktadır. Bu problem teşvikler ve uygun planlama ile aşılabılır. Ayrıca Enerji Piyasası Denetleme Kurulu (EPDK) tarafından üretim lisansı alan projelerin tesis edileceği bölgelerdeki şebeke alt yapısı incelenmeli, enterkonnekte şebekeye bağlantıda en az problemin yaşanması için iletim sisteminde gerekli iyileştirmeler yapılmalıdır.

KAYNAKÇA

- AKDAĞ, Seyit Ahmet & GÜLER, Önder (2007) “Dünyada Uygulanan Destek Modellerine Bağlı Olarak Rüzgâr Enerjisi İle Sektörünün Gelişimi ve Ülkemizdeki Mevcut Durumun Değerlendirilmesi” *TMMOB VI. Enerji Sempozyumu-Küresel Politikaları ve Türkiye Gerçeği*, s. 216-218, 22-23-24 Ekim 2007, Ankara.
- ATALAY, İbrahim (1998), *Genel Fiziki Coğrafya*, 4. Baskı, İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
- AKGÜN, Nezihe (2006), “Rüzgâr Enerjisi”, *Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü*, ss.36 -38, Ankara.
- ARAS, Haydar (2003), “Wind Energy Status and its assessment in Turkey”, *Renewable Energy*, Sayı: 28, Cilt:14, s. 2213-2220.

- BRITISH PETROLEUM (BP), *Statistical Review of World Energy 2012*, London, UK.
http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/statisticalreview/statistical_review_of_world_energy_2013.pdf (E.T. 20.12.2013)
- DOĞANAY, Hayati (1991), *Enerji Kaynakları*, Atatürk Üniversitesi Yayın No:707, Kazım Karabekir Eğitim Fak. Yay. No:18, Ders Kitapları Serisi No:13, Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları.
- ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI (ETKB), (2009) *Rüzgâr Enerjisi*,
<http://www.enerji.gov.tr/index.php?sf=webpages&b=ruzgar&bn=231&hn=12&nm=384&id=387> (E.T: 18.12.2013)
- ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI(ETKB), *Mavi Kitap 2013*, Enerji Tabii ve Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı ve İlgili Kuruluşlarının Amaç ve Faaliyetleri, Ankara.
http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Mavi_Kitap_2013.pdf
- ENERJİ VE TABİİ KAYNAKLAR BAKANLIĞI (ETKB), (2013), *Türkiye Kasım Ayı Enerji İstatistikleri-11*, Enerji İstatistikleri Daire Başkanlığı. Ankara.
http://www.enerji.gov.tr/yayinlar_raporlar/Enerji_Istatistik_Raporu_Aylik/2013_11_Enerji_Istatistikleri_Raporu.pdf (E.T: 19.12.2013).
- ENGİN, Mustafa (2010), "Bornova İçin Güneş-Rüzgâr Hibrid Enerji Üretim Sistemi Tasarımı", *Celal Bayar Üniversitesi Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi*, Sayı:13, Cilt:2 s:11-20. Manisa.
- EROL, Oğuz (1993), *Genel Klimatoloji*, Ankara: Gazi Büro Kitapevi.
- GENCER, Çetin & AKAYA, Sibel & GÜRKAN, Serkan (2009), "Wind Energy Potential in Turkey and Case Study Of Three Projects", *5th International Advanced Technologies Symposium (IATS'09)*, May 13-15, 2009, Karabuk, Turkey.
- GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL (GWEC) (2013), "Global Wind Statistics 2012 (GWS)", http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2013/02/GWEC-PRstats-2012_english.pdf (E.T: 05.01. 2014)
- KARABULUT, Yalçın (2000), *Enerji Kaynakları*, 2. Baskı, Ankara Üniversitesi Yayınları, Ankara: Üniversite Basımevi.
- MAÇ, Nazlı (2006); *Türkiye'de Enerji Sektörü*, Sayı: 42/39, Konya: Konya Ticaret Odası Etüt-Araştırma Servisi Araştırma Raporu.
- MAKİNA MÜHENDİSLERİ ODASI (MMO) (2012), *Türkiye'nin Enerji Görünümü (Oda Raporu)*, Genişletilmiş İkinci Baskı, Yayın No: MMO/588, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, Ankara: MRK Baskı ve Tanıtım Hizmetleri Tic. Ltd. Şti.
- İZMİR İLİ YENİLENEBİLİR ENERJİ SEKTÖR RAPORU (İİYESR) (Nisan 2012), İzmir: Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü.
<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Englissh.pdf> (E.T. 06.01.2014)
- ÖZERDEM, Barış, (2003), "Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi Uygulamalarının Gelişimi ve Geleceği", *Türkiye 9. Enerji Kongresi*, 24-27 Eylül 2003, TMMOB Makine Mühendisleri Odası adına sunulan bildiri, İstanbul.
- ÖZGENER, Önder (2002), "Türkiye'de ve Dünya'da Rüzgâr Enerjisi", *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, Cilt:4, Sayı:3, Sayfa: 159-172, İzmir.
- RENEWABLE ENERGY POLİCY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY (REN21), (2013), *Renewables 2013 Global Status Report (RGSR)*, Paris, France. <http://www.ren21.net/REN21Activities/GlobalStatusReport.aspx> (E.T. 17.12.2013)
- RÜSTEMOV, Sabir & DEMİRTAŞ, Metin (2004), "Rüzgâr Enerjisinin Bugünü ve Yarını", *V.Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı*, Cilt I, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- ŞEN, Zekai (Ekim 1996), *Türkiye' de Yenilenebilir Enerji Kaynakları*, İlim ve Sanat, No:42, s.32.
- TÜRKİYE RÜZGÂR ENERJİSİ BİRLİĞİ (TUREB), (Temmuz 2013), *Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu*,
http://www.tureb.com.tr/attachments/article/42/Turkiye_%20Ruzgar_%20Enerjisi_istatistik_Raporu_2013_Temmuz%20.pdf (E.T: 29.12.2013)
- ÜLTANIR, Mustafa Özcan (1996), "Yel Değirmenlerinden Günümüze Rüzgâr Enerjisi", *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*, sayı: 341, s: 56-61, ANKARA.
- ÜLTANIR, Mustafa Özcan (2004), "Rüzgâr, Su ve Türkiye (Wind, Hydro and Turkey)", <http://www.ressiad.org.tr/makaleler.php?ID=21> (E.T: 21.12.2013)
- WORLD ENERGY OUTLOOK (WEO) 2012, International Energy Agency (IEA), Energy Outlook, Chapter:7, http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebsite/2012/WEO2012_Renewables.pdf (E.T: 06.01.2014)
- WORLD NUCLEAR ASSOCIATION (WNA), (2012), "World Nuclear Power Reactors & Uranium Requirements," <http://www.world-nuclear.org/info/reactors.html>, (E.T: 19.12.2013).
- WORLD WIND ENERGY ASSOCIATION (WWEA) (Mayıs 2013), *2012 Annual Report*, http://www.wwindea.org/webimages/WorldWindEnergyReport2012_final.pdf (E.T:03.01.2014)
<http://tckctck.org/wp-content/uploads/2011/08/Wind-Energy-Flux-DOE-Map1.jpg> (E.T:10. 01. 2014)
<http://www.cografyamiz.com/yeryuzundeki-basinc-kusaklari.html> (E.T:18.12.2013)
http://www1.eere.energy.gov/wind/wind_history.html (E.T:17. 12. 2013)
<http://www.enerji.gov.tr/BysWEB/DownloadBelgeServlet?read=db&fileId=42004> (E.T:25 12. 2013)
<http://www.epdk.org.tr/> (E.T:02. 01. 2014)
<http://www.mgm.gov.tr/arama/yenilenebilir-enerji.aspx?s=ruzgaratlası> (E.T:07.01.2014)
http://www.tureb.com.tr/attachments/article/42/Turkiye_%20Ruzgar_%20Enerjisi_istatistik_Raporu_2013_Temmuz%20.pdf (E.T: 29.12.2013)
http://www.turek2013.info/sunumlar/Kemal_Yildir.pdf (E.T:05.11.2013)