

Türkiye'nin Rüzgar Enerji Potansiyeli ve AB Ülkeleri İçindeki Yeri

Mutlu Tarık ÇAKIR

ÖZET

Enerji tüketim seviyesi, ülkelerin ekonomik ve sosyal kalkınmalarını gösteren en önemli parametrelerden biridir. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeline göre, en çok klasik biyokütle enerjisi ve hidrolik enerji kullanılmaktadır. Jeotermal enerjiden yararlanma üçüncü sırada yer almakla birlikte, kullanımı sınırlıdır. Güneş enerjisi kullanımı düşük düzeyde iken, rüzgar enerjisi kullanımı giderek artış göstermektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları, Türkiye'de hem enerji probleminin çözümüne hem de yaşanabilir temiz bir çevreye sahip olunmasına katkı sağlayacaktır. Bununla birlikte, çeşitli sektörlerde yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik uygulanabilirliği ve uygulama yöntemi, bölgesel koşullara bağlı olarak değişir. Bu sektörlerde etkin olarak yararlanılabilecek başlıca yenilenebilir enerji kaynakları; güneş enerjisi, jeotermal enerji, biyokütle enerjisi ve rüzgar enerjisidir. Bu çalışmada; Türkiye'deki alternatif enerji kaynaklarının en önemlilerinden birisi olan rüzgar enerjisinin potansiyeli araştırılmış, rüzgar santrallerinin en son durumu irdelenmiş ve AB ülkeleri ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Türkiye'nin rüzgar enerji potansiyeli, Yenilenebilir enerji kaynakları, Rüzgar santralleri.

Wind Energy Potential of Turkey and its Place in EU Countries

ABSTRACT

The energy consumption level is one of the most important parameters indicating the economical and social developments of the countries. According to the potency of the renewable energy resources of Turkey, classical biomass energy and hydraulic energy are used most. Although the employment of the geothermal energy is ranked as the third, its use is limited. While the use of solar power is in a low level, the utilization of wind power gradually increases. The renewable energy resources will contribute both to the solution of the energy problem, and attaining a livable clean environment in our country. Nevertheless, the economic usability of the renewable energy resources in various sectors and the application method differ depending on the regional conditions. The main renewable energy resources which will be utilized efficiently are: solar energy, geothermal energy, biomass energy, and wind energy. In this study, the potency of the wind energy, which is one of the most important of the alternative energy resources has been researched, the last status of the wind power stations has been examined, and has been compared with the EU countries.

Key Words: The wind energy potency of Turkey, Renewable energy resources, Wind power stations

1. GİRİŞ

Türkiye yerli enerji kaynakları ile enerji ihtiyacını karşılayamamaktadır. Enerji talebinin % 49 kadarı ithal enerji ile karşılanmaktadır(1). Petrol fiyatlarının yükselmesi, kaynaklarının sınırlı olması ve çevre problemleri nedeniyle, petrol ve kömüre dayalı klasik yöntemlerle elektrik enerjisi üretimine alternatif olarak yenilenebilir kaynakların kullanımı gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, rüzgar enerjisi, güneş enerjisi, su gücü, biyokütle enerjisi, deniz dalgalarının gücü, jeotermal enerji ve benzeri biçimlerde karşımıza çıkar. Ancak yıllarca süren çalışmalar göstermiştir ki, bunlar arasından rüzgar ve güneş enerjisinin doğrudan elektrik enerjisine dönüştürülebilmesi daha pratik ve kolaydır.

Makale 08.12.2010 tarihinde gelmiş 03.03.2011 tarihinde yayınlanmak üzere kabul edilmiştir.

*M. T. ÇAKIR, Sağlık Bakanlığı İnşaat ve Orman Daire Başkanlığı
06590 Kolej / ANKARA*

e-posta: mutlutar@gmail.com

Digital Object Identifier 10.2339/2010.13.4. 287-293

Türkiye'deki enerji profili gözden geçirildiğinde yenilenebilir enerji kaynaklarının yeri ve önemi açıkça görülmektedir. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı oldukça düşük düzeydedir ve bu enerji türleri ile yeterince ilgilenilmemektedir. Özellikle, güneş ve rüzgar enerjisinin kullanımı, Türkiye'nin enerji bütçesine ciddi katkılar sağlayacaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından doğru ve sağlıklı bir biçimde yararlanılması için gereken strateji, plan ve politikaların önemi giderek artmakta ve önemli boyutlara ulaşmaktadır(2). Enerji kaynakları gözden geçirildiğinde, fosil kökenli kaynakların Türkiye'deki birincil enerji üretiminin hemen hemen yarısını oluşturmakta olduğu gözlenmektedir. 2007 itibarıyla Türkiye'nin, toplam enerji tüketiminde %33 ile petrol en büyük payı almış olup; bunu %29 ile doğal gaz, %28 ile kömür ve geri kalan %10'luk bölümü ise hidrolik dahil olmak üzere yenilenebilir kaynaklar izlemiştir (3).

2. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ KULLANIMI

Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli Çizelge.1'de verilmiştir. Günümüz Türkiye'sin-

de yenilenebilir kaynaklardan en çok klasik biyokütle enerji ve hidrolik enerji kullanılmaktadır. Jeotermal enerjiden yararlanma üçüncü sırada yer almakla birlikte, kullanımı sınırlıdır. Güneş enerjisi kullanımı düşük düzeyde iken, rüzgar enerjisi kullanımı giderek artış göstermektedir.

rinde, tarımsal teknolojide, sanayide, ulaşım araçlarında, iletişim araçlarında, sinyalizasyon ve otomasyonda, elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır. Türkiye'deki toplam kurulu güneş pili gücü 2000 yılı içinde 250 kWp kadardır (7-8).

Çizelge 1. Türkiye yıllık yenilenebilir enerji potansiyeli[22].

Yenilenebilir Enerji Türü		Kullanım Enerji Türü	Doğal Potansiyel	Teknik Potansiyel	Ekonomik Potansiyel
Güneş Enerjisi		Elek.Enj.(milyar kWh)	977000	6105	305
		Isı (MTEP)	80000	500	25
Hidrolik Enerji		Elek.Enj.(milyar kWh)	430	215	124,5
Rüzgar Enerjisi	Direkt Rüzgar Enj. Karasal	Elek.Enj.(milyar kWh)	400	110	50
	Direkt Rüzgar Enj. Denizsel	Elek.Enj.(milyar kWh)	-	180	-
	Deniz Dalga Enj.	Elek.Enj.(milyar kWh)	150	18	-
Jeotermal Enerji		Elek.Enj.(milyar kWh)	-	-	1,4
		Isı (MTEP)	31500	7500	2843
Biyokütle Enerjisi		Yakıt (klasik MTEP)	30	10	7
		Yakıt (modern MTEP)	90	40	25

2.1. Hidrolik Enerji

Hidrolik enerji suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile sağlanan bir enerjidir. Hidroelektrik santraller ile bu şekilde elektrik üretilir(4). Türkiye'de yıllık yağışlar 200-2500 mm arasında değişmekte olup, ortalama yağış (aritmetik) 642,6 mm'dir. Bu yıllık ortalama 501 milyar m³ yağış miktarına karşılık gelir ve yılda ülkemiz yüzeyine düşen bu miktar suyun yaklaşık 186 milyar m³ lük kısmı akış haline geçer. Türkiye akarsularının, rejimlerini kontrol altına almak, dolayısıyla taşkın zararlarını önlemek ve depolanan suların içme suyu, sulama yararları sağlamak ve enerji elde etmek amacıyla bugüne kadar birçok baraj ve hidroelektrik santralleri yapılmıştır. Barajların tamamlanması ile ülkemizde 7.254.454 hektar arazinin sulanması, 704.868 hektar arazinin taşkından korunması, 130.326 hektar arazinin kurutulması, 9856.3 hm³ suyun içme suyu olarak şehir ve kasabalara iletilmesi, 34.728.7 MW toplam güçte yapılacak 485 adet hidroelektrik santral vasıtasıyla 123.040 GWh enerji üretilmesi, yapılan etütlere göre mümkün görülmektedir (5).

2.2. Güneş enerjisi

Güneş enerjisi; güneşten gelen ve dünya atmosferi dışında şiddeti sabit ve 1370 W/m² olan ve yer yüzeyinde 0-1100 W/m² değerleri arasında değişen yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Isıtmadan soğutmaya ve elektrik üretiminde kontrollü olarak kullanılabilir. Ülkemizin yıllık güneşlenme süresi ortalama olarak 2640 saattir (Çizelge 2)(7). Maksimum güneşlenme 362 saat ile Temmuz ayında, minimum güneşlenme süresi ise 98 saat ile Aralık ayında görülmüştür. Güneş enerjisinden elektrik üretimi doğrudan dönüşüm ve dolaylı dönüşüm olmak üzere iki ayrı yöntemle gerçekleştirilir (6). Güneş enerjisi günümüzde: konutlarda ve iş yerle-

Çizelge 2. Türkiye'de Bölgelerin Yıllık Güneşlenme Süreleri(22).

Bölge	Yıllık
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	3016 saat
Akdeniz Bölgesi	2923 saat
Ege Bölgesi	2726 saat
İç Anadolu Bölgesi	2712 saat
Doğu Anadolu Bölgesi	2693 saat
Marmara Bölgesi	2528 saat
Karadeniz Bölgesi	1966 saat

2.3. Jeotermal Enerji

Yer kabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş olan ısının oluşturduğu ve sıcaklıkları atmosferik sıcaklığın üzerinde olan sıcak su, buhar ve gazlar olarak tanımlanan jeotermal enerji Dünyada toplam elektrik kurulu gücü 8274 MW'e iken ülkemizde 20.4 MW'e'dir. Mevcut şartlara göre ülkemizde, 2010 yılı hedefi 500 MW ve 2020 yılı hedefi 1000 MW olarak öngörülmektedir(9-10). Türkiye jeolojik konumu ve buna bağlı olarak gelişen özellikleri nedeniyle, jeotermal etkinlik açısından büyük öneme sahiptir. MTA'nın yaptığı çalışmalara göre Türkiye 'de sıcaklıkları 100 °C 'ye kadar ulaşan 600 'den fazla termal kaynak tespit edilmiştir. Bu kaynaklar temel alınarak hesaplanan rezerv 2.420 MW 'dır. Yine MTA'nın hesaplamalarına göre ülkemizdeki olası potansiyel 31.500 MW 'dır. Türkiye jeotermal enerjinin doğrudan kullanımında 41 ülke arasında 7. sırada bulunmaktadır. Tüm bu olgular göz önüne alındığında, oldukça yüksek jeotermal potansiyele sahip olan Türkiye'nin bu enerjiyi yeterince kullanamadığı ve bu enerjinin kullanımına dayalı bir politikasının olmadığı görülmektedir (11).

2.4. Biyokütle Enerjisi

Biyogaz; bitki ve hayvan atıkları gibi organik maddelerin havasız ortamlarda fermantasyonu sonucu oluşan yanıcı bir gaz karışımıdır. Biyogazın ısı değeri bileşimindeki metan miktarına bağlı olmakla beraber yaklaşık 4700-6000 kcal/m³'tür(12). Şehirler için yok edilmesi büyük sorun olan çöplerden enerji kaynağı olarak yararlanmak mümkündür. Bu amaçla özellikle gelişmiş ülkelerde ve Avrupa Birliği'ne üye ülkelerde, çöpten elektrik enerjisi üreten termik santraller kurulmuştur. Ankara'da 40 MW, İstanbul 'da 125 MW ve İzmir 'de 30 MW 'lık çöp santrallerinin kurulması 7.beş yıllık kalkınma planlarında istenmiştir. Ayrıca 45 MW güçte ve net enerji üretimi 302 milyon kWh/yıl olacak Adana çöp santralının sözleşmesi imzalanmıştır. Yine Ankara Mamak, Mersin, Bursa ve Tarsus 'ta çöp santralleri ile ilgili çalışmalar devam etmektedir (13).

2.5. Deniz dalga enerjisi

Deniz dalga enerjisi, deniz sıcaklık gradyent enerjisi, deniz akıntıları enerjisi(boğazlarda) ve medezir enerjisi olarak tanımlanabilmektedir. Ülkemiz için üzerinde durulabilecek enerji grubu ise özellikle deniz dalga enerjisidir. Deniz dalga enerjisinin temelinde yine rüzgar enerjisi yatmaktadır. Ülkemizin Marmara hariç olmak üzere açık deniz kıyı uzunluğu 8210 km civarındadır. Bunun turizm, balıkçılık kıyı tesisleri gibi nedenle en fazla beşte birlik kısmı kullanılabilir yıllık olarak da 18.5 TWh/yıl düzeyinde bir enerji elde edilebilir (14).

3. RÜZGAR ENERJİSİNİN AB ÜLKELERİNDEKİ DURUMU

Avrupa Birliği Ülkeleri, rüzgar enerjisi başta olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranlarının artırılmasına yönelik hedeflere odaklanmıştır. Avrupa'daki ve diğer bölgelerdeki ülkeler bu hedefleri tutturabilmek için çeşitli piyasa destek yöntemlerini benimsemişlerdir. Bu ülkeler, üretilen birim enerji başına prim ödenmesinden, özel tarifeler uygulanmasına, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan elektrik santrallerine vergi teşviği ve sübvansiyondan enerji üreticilerinin enerji arzlarının gittikçe artan bir yüzdesini yenilenebilir kaynaklardan elde etmeye zorunlu olmasına kadar dayanan bir takım yöntemlerden faydalanmışlardır. 2009 yılı içerisinde de Avrupa'da rüzgar enerjisi kullanımı artarak devam etmiştir. Almanya liderliğini korumuştur ve İspanya hemen onu takip etmektedir. İtalya ve Fransa'da kullanımı ise gittikçe artmaktadır. AB'ye yeni üye olan ülkeler Rüzgar Elektrik Santrali (RES) kullanımında henüz istenilen seviyede değildir. Orta ve Batı Avrupa Ülkeleri, Doğu Avrupa Ülkelerine doğru yönelmektedir. Avrupa'daki 4 ana ülke ise, Almanya ve İspanya başta olmak üzere Fransa ve İtalya'dır. Ayrıca denizüstü (offshore) RES kurulu gücü de 2061 MW olup Avrupa'daki toplam kurulu güç olan 76,152 MW içerisinde %2.7 orana sahip olmakla beraber, denizüstü RES projelerinin önümüzdeki yıllarda artacağı tahmin edilmektedir. Çizelge 3 ile AB Ülkelerindeki 2009 sonu itibarıyla olan kurulu güçler gö-

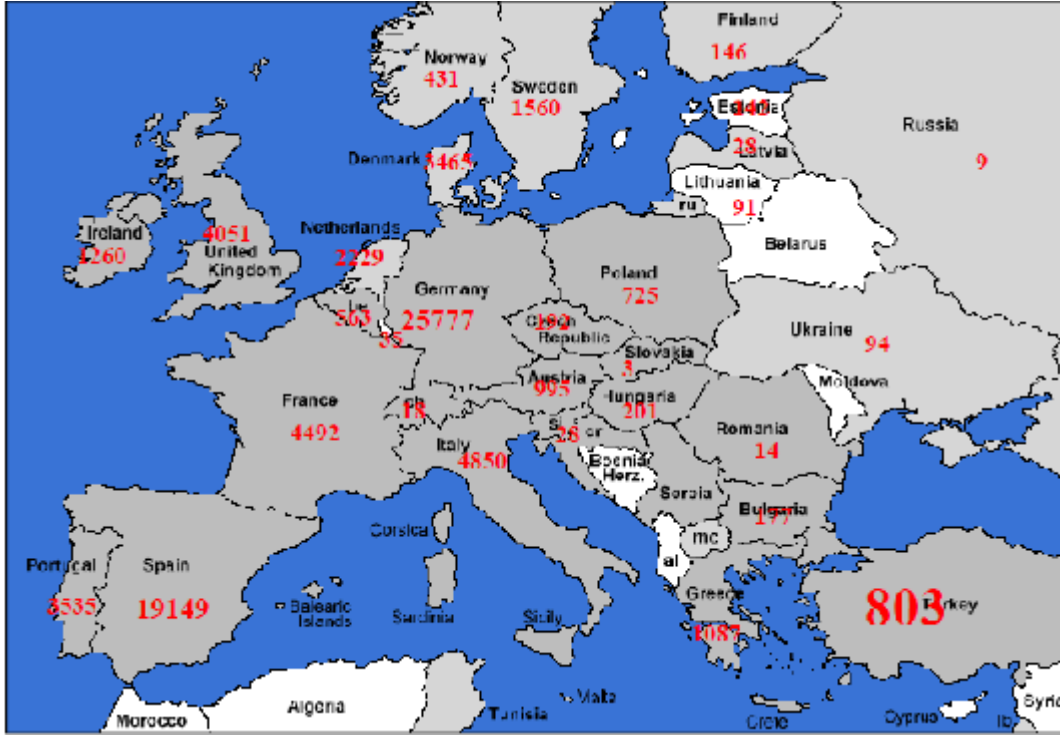
rülmektedir. AB Ülkelerinde 2008 yılı sonu 65.741 MW kurulu gücün üzerine, 2009 yılında 10,526 MW kurulu güç eklenerek toplam kurulu güç 76.152 MW olmuş ve sektör %16 yıllık büyüme gerçekleştirmiştir (15).

Rüzgar enerjisi yenilenebilir enerjiler arasında en gelişmiş ve ticari açıdan en elverişli enerji türüdür. Rüzgar enerjisi doğa ile uyumlu olup hem çevreye en az zarar veren hem de tükenme ihtimali olmayan bir enerji kaynağıdır. 1998'in sonunda yaklaşık elli ülkede 10.000 MW'tan fazla elektrik üreten rüzgar türbinleri işletmede iken son yıllarda ise rüzgar türbini satışlarında yaklaşık yıllık %40'lık bir büyüme gerçekleşmiştir (16). Rüzgar teknolojisinin kullanımında ABD ve bunun yanı sıra gelişmekte olan ülkelerden Hindistan, Çin ve Güney Amerika ülkelerinde büyük bir patlama olmuştur. Rüzgar enerjisi aynı zamanda en ucuz yenilenebilir enerji kaynaklarından. Uygun rüzgar bölgelerinde rüzgar enerjisi fosil yakıtlar ve nükleer enerji ile rahatlıkla rekabet edebilecek düzeydedir. Yatırım maliyetleri, rüzgar teknolojisi geliştikçe ve kullanım alanları arttıkça hızla düşmektedir. Çevresel avantajları açısından dünyada pek çok ülke, resmi teşviklerle rüzgar enerjisini desteklemektedirler. Tüm bu teşviklerin amacı, rüzgar enerji sektörünü harekete geçirmek, maliyetleri düşürmek ve resmi desteklerle şu an fosil yakıtların sahip olduğu haksız üstünlüğü ortadan kaldırmaktır. Grubb ve Meyer tarafından yapılan ve "IEA-Word Energy" tarafından yayınlanmış çalışmada, 5,1 m/sn. üzerinde rüzgar kapasitesine sahip bölgelerin, uygulamaya dönük kısıtlar nedeni ile % 4 'ün kullanılacağı esasına dayalı çalışmada, dünya rüzgar enerji potansiyeli yaklaşık 53.000 TWh/yıl olarak hesaplanmıştır (17).

Çizelge 3. Avrupa'da 2009 sonu itibarıyla kurulu rüzgar gücü (15).

ÜLKE	2008 Sonu Kurulu Güç (MW)	2009 Yılı Eklenen Güç (MW)	2009 Sonu Kurulu Güç (MW)
Almanya	25.903	1917	25.777
İspanya	16.639	2439	19.119
Danimarka	3162	351	3162
İrlanda	2225	4	2229
İtalya	3736	1111	4820
İngiltere	2974	1077	4051
Aussurya	993	0	993
İsviçre	1018	512	1580
Yunanistan	895	102	1087
Portekiz	2867	673	3540
Fransa	2101	2088	4182
İrlanda	1022	353	1360
Polonya	413	149	563
Belçika	511	181	723
Finlandiya	143	3	146
Litvanya	54	47	91
Letonya	27	1	28
Lüksemburg	45	0	45
Çek Cumhuriyeti	150	44	197
Slovakya	3	0	3
Estonya	78	64	142
Macaristan	172	44	201
Türkiye	120	57	177
Romanya	11	3	11
Avrupa Toplamı	65.741	10.526	76.152
Denizüstü Kurulu	1478	282	2061

Çizelge 3 ile verilen rakamlar Şekil 1 ile Avrupa haritasında gösterilmiştir.



Şekil 1. Avrupa ülkelerindeki rüzgar enerjisi kurulu gücü.(2009)

Ülkemizin de aralarında bulunduğu AB'ne aday üye ülkelerin kurulu güçleri Çizelge 4'de gösterilmiştir.

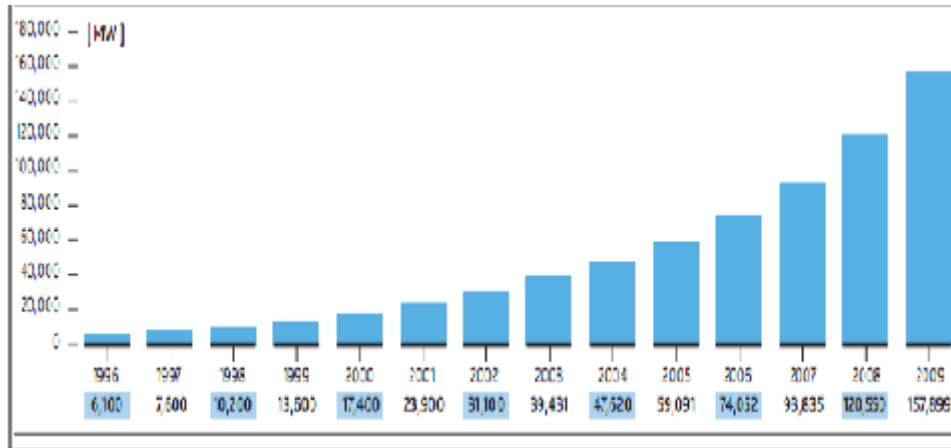
Çizelge 4. AB'ye aday üye ülkelerdeki son durum.

ÜLKELER	2008 Sonu Kurulu Güç (MW)	2009 Yılı Eklenen Güç (MW)	2009 Sonu Kurulu Güç (MW)
Hırvatistan	18	10	28
Türkiye	458	345	803
Toplam	446	355	831

Avrupa ülkeleri ile ilgili olarak yukarıdaki tablolardan görüldüğü gibi, 2008 yılı sonu 65.741 MW; 2009 yılı içerisinde 10.163 MW kurulu güç eklenerek 2009 yılı sonu itibarıyla toplamda kurulu güç 76.152 MW'tır.

Avrupa'da olduğu gibi, bütün dünyada rüzgar enerjisi en hızlı yayılan enerji kaynağı olmuştur. Global olarak 1996-2009 yılları arasındaki yıllık kümülatif artış Şekil 2'de görülmektedir. Özellikle 2005 yılından sonra ciddi bir artış gözlenmiştir. Bunda sadece Avrupa ülkelerinin değil; Amerika, Çin ve Hindistan'ın kurulu güç artışları etkili olmuştur.

2009 yılında eklenen en yüksek kurulu güç, 13.000 MW ile Çin'de olmuş ve onu ABD 9.922 ile izlemiştir. İspanya 2.459 MW ile üçüncü, Almanya 1.917 MW ile dördüncü ve Hindistan 1.271 MW ile ilk beşi oluşturmaktadır. Dünyadaki en büyük 10 pazar ve kurulu güçleri 2009 yılı verileri ile Çizelge 5'de verilmiştir.



Şekil 2. Yıllık kümülatif RES kurulu güç artışı (1996-2009)

Çizelge 5. En büyük 10 pazardaki kurulu güç.

Ülkeler	Kurulu Güç (MW)	Pazar Payı (%)
ABD	35159	22.3
Almanya	25777	16.3
Çin	25104	15.9
İspanya	19149	12.1
Hindistan	10926	6.9
İtalya	4850	3.1
Fransa	4492	2.8
İngiltere	4051	2.6
Portekiz	3535	2.2
Danimarka	3465	2.2
Hollanda	1746	2.3
En Büyük 10 Pazar	136508	86.5
Dünyanın Diğer Ülkeleri	21391	13.5
Dünya Toplamı	157899	

2009 yılı sonu itibarı ile dünyada toplam 157.899 MW toplam kurulu güç bulunmakta ve Avrupa 76.152 MW ile rüzgar enerjisinde liderliğini korumaktadır. Toplam dünya kurulu rüzgar gücünün %48'ine sahip Avrupa, 2009 yılında %16 büyüyerek toplam kurulu elektrik kapasitesinin %6'sını rüzgar enerjisinden karşılar hale gelmiştir. Çin Pazarı da 1 Ocak 2006'da çıkan Yenilenebilir Enerji Kanunu ile büyümeye başlayarak 2009 yılında 13.000 MW eklemiş ve %110'luk bir büyümeye gerçekleştirmiştir.

Çizelge 6. Asya Ülkelerinin RES kurulu güçleri.

Ülkeler	2008 Yılı Sonu (MW)	2009 Yılı Eklenen (MW)	2009 Yılı Sonu (MW)
Çin	12104	13000	25104
Hindistan	9655	1271	10926
Japonya	1880	178	2056
Tayvan	358	784	436
Güney Kore	236	112	348
Filipinler	33	0	33
Toplam	24272	14639	38909

Özellikle ABD 2009 yılı içerisinde 9.922 MW ekleyerek toplamda 35.159 MW kurulu güçle dünya liderliğini Almanya'nın elinden almıştır. Yukarıda verilen bilgiler ışığında 2009 yılı sonu itibarı ile dünyadaki toplam kurulu güç 157.899 MW'tır ve %31'lik bir büyümeye gerçekleştirmiştir.

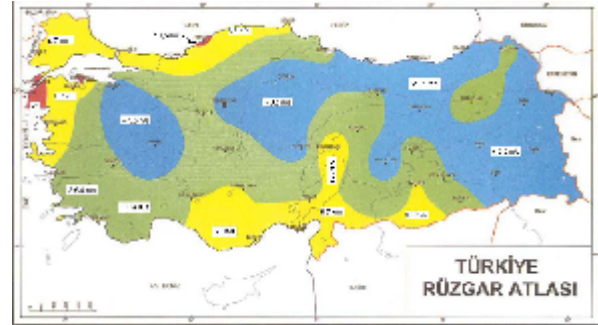
4. TÜRKİYE'NİN RÜZGAR ENERJİSİ POTANSİYELİ

Türkiye'de rüzgar enerjisi potansiyeli konusunda farklı yaklaşımlar olmakla birlikte, rüzgar enerji kaynağı açısından şanslı ülkeler arasında sayılabilir, EİE'nin ölçüm istasyonlarından elde edilen ortalama rüzgar hızları, bu bölgelerin birçoğunun rüzgar enerjisi uygulamaları için elverişli olduğunu göstermektedir (18-19).

Türkiye, karasal rüzgar açısından, EİE'nin ölçüm verilerine göre zengin sayılabilecek konumdadır (19). Rüzgar potansiyeli bakımından zengin olan bölgeleri-

miz öncelikle; Ege, Marmara ve Doğu Akdeniz kıyılarıdır. EİE tarafından hazırlanan Türkiye Rüzgar Potansiyeli Atlası'na göre yerleşim alanları dışında 50 m yükseklikteki rüzgar hızları Şekil 3'den görüleceği üzere; Marmara, Batı Karadeniz, Doğu Akdeniz kıyılarında 6,0 – 7,0 m/sn ve iç kesimlerinde 5,5 – 6,5 m/sn, Batı Akdeniz kıyılarında 5,0 – 6,0 m/sn ve iç kesimlerinde 4,5 – 5,5 m/sn, Kuzeybatı Ege kıyılarında 7,0 – 8,5 m/sn ve iç kesimlerinde 6,5– 7,0 m/sn'dir (17).

Rüzgar hızlarının yüksek olduğu İzmir, Balıkesir, Çanakkale ve Hatay illerimizin başı çektiği bölgelerimizde, son yıllara kadar az sayıda mühendislik şirketi, EİE ve Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün ölçüm yaptığını, ancak 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanununun yürürlüğe girmesinden sonra, çok sayıda gerek yerli, gerekse yabancı yatırımcıların rüzgar enerjisi üretim sektörüne ilgilerinin artmış olduğu görülmüştür. Elektrik piyasasına ilişkin mevzuatta, rüzgar 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 yasallaşması ile yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üreten üreticilere alım garantisi modeli getirilmek suretiyle, yüksek kapasite faktörüne sahip rüzgar enerji projelerinin önü açılmıştır. Bu kapsamda yenilenebilir kaynaklarından üretilen elektrik enerjisini serbest piyasadaki satışına ilişkin alternatifler de sunulmuştur (20)



Şekil 3. Türkiye Rüzgar Atlası (EİE Genel Müdürlüğü)

EİE-DMİ işbirliği ile ortak proje olarak hazırlanan Türkiye rüzgar atlası, rüzgar enerji kaynağının değerlendirilmesinde ön referansı oluşturmaktadır. Ülkemiz rüzgar enerjisi teknik potansiyeli açısından Avrupa'da birinci sıradadır. Öncelik verilerek desteklenildiği takdirde rüzgar türbinleri ülkemizde yerel olarak imal edilebilecek, yerli iş imkanları ve ekonomik bir potansiyel yaratacaktır (21).

Rüzgar enerjisine dayalı elektrik enerjisi üretiminde önemli bölgelerden biri olması gereken Çeşme bölgesi henüz istenilen ölçüde faaliyete geçirilememiştir. Sebebi bölgede üretilecek elektrik enerjisinin yarımadadan ana karaya aktarılması için gereken trafo merkezleri ve iletim hatlarının olmamasıdır. Bu bölgenin rüzgar enerjisinin sisteme aktarılması için ilgili yatırımların ivedi olarak yapılması gerekmektedir. Rüzgar enerjisi açısından en verimli bölgelerdeki enerjinin ülke arz güvenliğine katkı sağlaması için EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu) gerekli iletim yatırımının, li-

sans alacak şirketler tarafından yapılacağı bir yöntem geliştirmelidir (20).

Ülkemizde rüzgar enerjisinden elektrik elde etme amacına yönelik çalışmalar 1990'lı yılların hemen başında başlanmışsa da, daha çok teorik çalışmalar seviyesinde kalmıştır. Bununla beraber, esas gelişme 1996 yılından itibaren başlamıştır. Birçok özel sektör firması konu ile ilgili yatırımlara başlamıştır ve hemen hemen ülkemizin tamamında ölçümler yapılmıştır. İlk rüzgar elektrik santrali, 1997 yılında devreye girmiştir.

Çizelge 7'de EPDK'dan alınan verilere göre hazırlanmış halen işletmede olan rüzgar elektrik santralleri görülmektedir.

Çizelge 7. İşletmede olan rüzgar elektrik santralleri (14.02.2010) (17).

Merkizi	Şirket	Kurulu Güç (MW)
Ezmir-Çeşme	Alize Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	1.50
Çankırı-Kızıltepe	Anonim Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	50.40
Muş-Altınsoğan	Dünyaz Elektrik Üretim Ltd. Şti.	10.80
Çankırı-Gelibolu	Doğal Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	14.50
Muş-Savulca	Doğal Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	34.20
İstanbul-Çatalca	Ertek Elektrik Üretim A.Ş.	60.00
Erzurum-Altınözü	İmreç Elektrik Üretim A.Ş.	47.50
İstanbul-Gözcüsuu	Ladok Elektrik Üretim A.Ş.	74.00
Ezmir-Çeşme	Mare Marmariz Rüzgar Enerji Santrali San. ve Tic. A.Ş.	39.20
Erzurum-İbriközü	Şişir Enerji San. ve Tic. A.Ş.	1.20
Erzurum-Silvan	Tepez Elektrik Üretim A.Ş.	0.83
Dolmuş-Bandırma	Yaygın Elektrik Üretim A.Ş.	30.00
Dolmuş-Sanlı	Baki Elektrik Üretim Ltd. Şti.	90.00
Muş-Altınsoğan	Dünyaz Enerji Elektrik Üretim Santrali San. ve Tic. A.Ş.	79.60
Muş-Savulca	Dünyaz Elektrik Üretim Ltd. Şti.	20.00
Aydın-Düvel	Aydın Enerji A.Ş.	31.50
Çankırı-Ezine	Alize Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	20.80
Balıkesir-Söğüt	Alize Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	18.50
Osmaniye-Bahçe	Rozan Elektrik Üretim A.Ş.	77.50
Erzurum-Bergama	Ünvan Elektrik Üretim Sanayi ve Ticaret A.Ş.	15.00
Ezmir-Çeşme	Mazi 3 Rüzgar Enerjisi Santrali Elektrik Üretim A.Ş.	22.50
Balıkesir-Bandırma	Aksenerji Elektrik Üretim A.Ş.	12.00
Balıkesir-Bandırma	Birleşik Enerji ve Kuvvet Sanayi ve Ticaret A.Ş.	40.00
Muş-Savulca	Savulca Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	32.00
Muş-Selen	Belen Elektrik Üretim A.Ş.	15.00
Tekirdağ-Sarıyay	Alize Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	28.80
Ezmir-Uria	Koreç Köçü Rüzgar Enerji Santrali Üretim A.Ş.	15.00
Erzurum-Çeşme	Ares Akaplı Rüzgar Enerji San. San. ve Tic. A.Ş.	7.00
Çankırı-Borazda	Boraz Borazda Rüzgar Enerji San. San. ve Tic. A.Ş.	10.70
KAPASİTE TOPLAMI		803.55

Türkiye'nin tahmin edilen ekonomik rüzgar enerji potansiyeli yaklaşık 50.000 MW'dır. Mevcut durumdaki enerji sisteminin teknik rüzgar bağlantı kapasitesi ise sadece 2.500 MW civarındadır (22).

Türkiye'nin 2020 yılındaki beklenen enerji talebi 460 TWh (90.000 MW) dır. Ülkenin toplam kurulu gücü 2009 yılına göre 41.800 MW olduğu düşünülürse Türkiye gelecek 11 yıl içerisinde yaklaşık 48.500 MW'lık yeni elektrik üretim tesisi yapmak durumundadır. Bu kurulacak gücün de en az %5'i rüzgar enerjisinden temin edileceği öngörülmelidir. Bu % 5 lik enerjiye karşılık gelen rüzgar kurulu güç yaklaşık 5.000 MW olacaktır (23).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Artan nüfus, şehirleşme çabaları ve gelişen sanayinin enerji gereksinimi Türkiye'yi enerji darboğazına itmektedir. Bunun sonucu olarak da enerji üretimi ile tüketimi arasında açık hızla büyümektedir. Türkiye enerji gereksinimini sağladığı birincil enerji kaynaklarının tükenme olasılığına da göz önünde bulundurarak rüzgar enerjisine yönelik kullanımı özendirilmeli ve özel sektör bu alanda teşvik edilmelidir. Türkiye, rüzgar

enerjisi endüstrisinin sağlam bir alt yapı ile ülkede kurulabilmesi için özel sektörün bu alanda rekabet edebilmesini sağlamalıdır.

Avrupa Birliği'nin üye ülkelere vermiş olduğu teşvikler doğrultusunda Türkiye'de de; devlet gerekli yatırım teşvikinde bulunarak üreticilerin önünü açmalı, vergi muafiyeti uygulaması ile belli oranlarda vergi indirimi yapılmalı veya başlangıçta vergi alımı durdurulmalı, üretilen enerji artırımını teşvik amacıyla üretilen enerjinin birim fiyatında indirim yoluna gidilmelidir.

Avrupa Birliği'nin "Yenilenebilir Enerji Politikası;" Ocak 2007'de hazırladığı yeni Enerji-İklim değişikliği paketinde AB çapında zorunlu bir hedef ortaya koydu. Söz konusu hedefe göre; 2020 yılına kadar toplam enerji tüketiminin %20'sini yenilenebilir enerjilerin oluşturması gerekiyor. Türkiye'de AB'nin yaptığı gibi 2020 yılına kadar toplam enerji tüketiminin %20'sini yenilenebilir enerjilerin oluşturması yönünde hedefler koymalıdır. Bu hedeflere ulaşmak için yenilenebilir enerji tesislerinin ihtiyacı olan makine ve ekipmanların en az % 40-45'inin yurt içinden teminini öngören ve yerli sanayimizi geliştirecek yönde düzenlemeler yapılmalıdır. Ülkemizde son dönemde rüzgar enerjisinden elektrik enerjisi üretimine talep giderek artmaktadır.

Ülkemizde rüzgar enerji yatırımcılarının karşılaştığı iki temel sorun vardır. Bunlardan birincisi rüzgar enerji üretim tesislerinin tüketim merkezlerinden uzakta olması, ikincisi ise bölge enerji arz güvenliğinin sağlanamamasıdır. Birinci temel sorunun bir sonucu olarak, şebeke bağlantı maliyetleri yükselmekte ve bundan dolayı birim elektrik enerji maliyeti artmaktadır. Bu problem teşvikler ve uygun planlama ile aşılabılır. İkincisi ise şu şekilde çözülebilir; rüzgar enerji üretim tesislerinin iletim ve dağıtım sistemine bağlantıları, TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi) tarafından sistem arz güvenliğini riske etmeyecek şekilde gerekli planlamalar (sıcak yedek güç bulundurma) yapılmalıdır.

Rüzgar enerjisinin olumlu etkilerinin yanı sıra birtakım olumsuz yönleri de vardır. Bunlar; gürültü, görsel ve estetik kirlilik, kuş ölümleri, 2-3 km'lik alan içerisinde radyo ve TV alıcılarında parazitlere neden olmasıdır. Ancak bu olumsuz etkileri gelişen teknoloji sayesinde son derece azaltılmış ya da ortadan kaldırılmış durumdadır.

Üniversiteler, özel sektör ve sanayi işbirliği sağlanarak yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik Ar-Ge çalışmaları yapılmalıdır. Ayrıca kurulacak olan bu işbirliği sayesinde toplumun her kesimine rüzgar enerjisinin önemini ve ülkeye sağlayabileceği getirileri açıkça anlatacak projeler üretilmelidir.

Ülkelerin gelecek birkaç on yıl içerisinde alacakları kararlar dünyanın çevresel ve ekonomik durumunu belirleyecektir. Gelişmiş ülkeler enerji stratejisini gözden geçirmeli, gelişmekte olan ülkeler ise geçmişten ders alarak kendi ekonomilerini sürdürülebilir enerji arzı ile güçlü bir temele dayandırmalıdır. Unutulmalıdır ki; kendi ulusal kaynaklarını en iyi şekilde kullanabilen ülkeler gelecekte küresel ekonomide söz sa-

hibi olacaklardır. Türkiye’nin sürdürülebilir bir kalkınma sağlayabilmesi için, enerjide dışa bağımlı kalmamalı, teknolojisi gelişmiş, istihdam yaratma potansiyeline sahip, ucuz, güvenli ve sürdürülebilir enerji sağlayabileceği rüzgar enerjisine gerekli yatırımları ve teşvikleri yapmalıdır.

6. KAYNAKLAR

1. Tübitak, “ Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu vizyon 2023 ön rapor”, Teknoloji Öngörüsü Projesi Enerji ve Doğal Kaynaklar Paneli, Ankara, Ocak, 2003.
2. N. Öztürel, R. Zilan ve A. Ecevit, Türkiye ‘de Yenilenebilir Enerji Kaynakları İçin İzlenmesi Gereken Strateji, Planlama Politikaları ve Bunların Sosyal ve Siyasi Etkileri. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 28-32, İzmir, 2001.
3. Dünya ve Türkiye Enerji İstatistikleri, World Energy Council and Turkish National Committee, Kasım, 2006, Turkey.
4. Türkiye Enerji Üretimi; Kaynak: <http://www.enerji.gov.tr/enerjiuretimi.htm>,
5. Yılmaz Ö., “Hidroelektrik Enerji Üretiminin Çevresel Boyutları”, Çevre Enerji Kongresi Bildiriler Kitabı, s.421-4216, Haziran 1997
6. Güneş ve Rüzgar Enerjisi. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Araştırma ve Geliştirme Çalışmaları. <http://www.meteor.gov.tr/webler/arge/argealt25.htm>.
7. Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Verileri, 2001.
8. A. Özdamar ve M. Çolak, İzmir 'de Yapılan Dört Yıllık Rüzgar Ölçümlerine Dayanan Bir Enerji Değerlendirmesi. III.Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, 309-321, İstanbul, 2000.
9. Alaçakır F. B., “Ülkemizde elektrik üretimini destekleyen bir çözüm: Güneş pilleri”, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, s. 182-185, İzmir, 2001.
10. Tavman, İ. H. ve Önder,T.K., “Türkiye 'de rüzgar enerjisi potansiyeli ve kullanımı”. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, s. 316-323, İzmir, 2001.
11. Drahor, M. G, Kumlutaş D., Göktürkler G., “Dünya’da ve Türkiye’de jeotermal enerji ve kullanımı”,Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s. 61-68, İzmir, 2001.
12. Deniz, Y., “Türkiye’de biyogaz potansiyeli ve biyogazın sağlayacağı yararlar”, Köy Hizmetleri Ankara Araştırma Enstitüsü, Ankara, 1987.
13. M. Acaroğlu ve M.Ö. Ültanır, Türkiye 'de Biyokütle (Biomass) Enerji Potansiyeli ve Değerlendirilmesi İçin Öneriler. Türkiye 8.Enerji Kongresi, 2, 161-171, Ankara, 2000.
14. Kadioğlu S., Tellioglu Z., “Enerji kaynaklarının kullanımı ve çevreye etkileri”,
15. Durak M.,” 2009 Yılı Sonu İtibari İle Dünya’da ve Ülkemizde Rüzgar Elektrik Santral Projelerinin Son Durumu” ,Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği Yayınları, s. 2-7, Ankara, 2009
16. Türkiye’de Enerji Dinamikleri, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEK- TMK), Aralık 2004, Ankara.
17. Türkiye’de Güneş Enerjisi, <http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/gunes/tgues.html>, 26.05.2009.
18. Turan, İ., Türkiye Rüzgar Enerjisi Sektörünün Durumu, Rüzgar Türbinleri ve Ekipmanlarının Yerli Kaynaklar Kullanılarak Tasarımı ve Üretim Paneli,7 Mayıs 2008, İstanbul, Türkiye.
19. T.V. Ramachandra,K.J. Rajeev, S. Vamsee Krishna, B.V.Shruthi, Wind energy potential assessment spatial decision support system, Energy Education Science and Technology ,Vol. 14, No 2, 61-80, 2005.
20. (20). Üretim Lisansı Verilen Tüzel Kişiler, <http://www.epdk.org.tr/lisans/elektrik/lisansdatabase/verilenuretim.asp>, Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu, 01.06.2009
21. AKGÜN, N., “Rüzgar Enerjisi”, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, s.36–38, 2006, Ankara
22. Dünya ve Türkiye Enerji İstatistikleri, World Energy Council and Turkish National Committee, Kasım, 2006, Turkey.
23. Fosil Yakıtlar - Genel Bilgi, (<http://www.enerji.gov.tr/index.php?sf=webpages&b=fosilyakitlar>), 22.08.2009