

## KÜRESEL RÜZGAR ENERJİSİ POLİTİKALARI ve UYGULAMALARI

H. Naci BAYRAÇ\*

### Özet

*Yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar enerjisi kullanımı son yıllarda hızlı bir artış göstermektedir. Dünyadaki bir çok ülke, yerli, sürekli, hammadde maliyeti olmayan, temiz enerji kaynağı olması, dışa olan bağımlılığı azaltması, türbin kuruluşunun hızla gerçekleştirilebilmesi gibi nedenlerle rüzgar enerjisini tercih etmektedir. Rüzgar enerjisinin fosil yakıtlara alternatif olabilmesi ve rekabet edebilmesi amacıyla, dünyada çeşitli teşvik uygulamaları yapılmaktadır. Bu teşvikler aracılığı ile hem rüzgar enerjisine dayalı bir sanayi oluşmakta hem de kullanılabilirliği yaygınlaşmaktadır. Çalışmada dünyada, AB'de ve Türkiye'deki rüzgar enerjisi potansiyeli, kullanımı ve uygulanan politikalar karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.*

***Anahtar Kelimeler:** Enerji, rüzgar enerjisi, rüzgar enerjisi politikaları, rüzgar enerjisi uygulamaları.*

### Global Wind Energy Policies And Applications

### Abstract

*The usage of wind energy which is one of the renewable energy sources shows an increase in the last years. Many countries in the world prefer wind energy for the reason of its domestic, continuous and clean energy source, it has no raw material cost, it decreases the foreign dependency and it has a fast tribune setting up process. There are various encouragement applications in the world about if wind energy can able to be an alternative for fossil fuels and can compete with it. Along with those encouragement applications both an industry depending on wind*

---

\* Yrd. Doç. Dr., Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İİBF, İktisat Bölümü.

*energy is formed and its usability becomes prevalent. In this study, the potential of wind energy, its usage and applied policies are analyzed comparatively in the World, EU and Turkey.*

**Key Words:** Energy, wind energy, wind energy policies, wind energy applications.

## 1. GİRİŞ

Günümüzde ülkelerin ekonomik kalkınmalarının sağlanması ve dünya ekonomisinde rekabet gücüne sahip olmalarının en önemli unsurlarının başında enerji gelmektedir. Enerjinin sürekli ve ucuz yoldan temin edilmesi, her toplumun çözmesi gereken sorunların başında yer almaktadır. Enerji üretiminde fosil, yenilenebilir, nükleer kökenli kaynaklar kullanılmakta ve ülkeler bu kaynaklar arasında seçimde; fiyatı, arz güvenliği açısından kaynağın yerli ya da yabancı ülkeden tedarik edilme olanağını, çevreye ve insan sağlığına olan vb. etkileri dikkate alınmaktadır.

Küresel enerji talebinin büyük bir bölümünü karşılayan fosil yakıt rezervlerinin giderek tükenmekte olması, yakıt temininde yaşanan çeşitli sorunlar ve kullanımı sonucu oluşan karbon emisyonlarının küresel ısınma ve hava kirliliği yaratması, son yıllarda giderek artan oranda yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesine neden olmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının ülke enerji ihtiyacını karşılarken, fosil yakıtlarla rekabet edebilmesi için devletler tarafından desteklenmektedir. Yapılan bu desteklemeler, hem yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı yerli üreticileri teşvik etmekte hem de, bu tür uygulamaların ülke çapında yaygınlaşmasına neden olmaktadır.

Rüzgar enerjisi, yenilenebilir enerjiler arasında en gelişmiş ve ticari açıdan en elverişli enerji türleri arasında yer almaktadır. Rüzgarın insan sağlığı ve çevreyle uyumlu yerli bir enerji kaynağı olması, tükenmez olması, fosil yakıtlardan tasarruf sağlaması, teknolojiye ilerlemeler sonucu kurulum ve işletim maliyetinin her geçen gün düşmesi gibi nedenlerle, giderek tercih edilen bir enerji kaynağı haline gelmiştir.

Bu çalışmada, ilk önce rüzgar enerjisinin nitelikleri, diğer yakıtlarla maliyet ve ömür açısından karşılaştırılması, avantaj ve dezavantajları ele alınmıştır. Daha sonra dünyada, AB’de ve Türkiye’de rüzgar enerjisi potansiyeli, kullanımı ve politikaları karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir.

## 2. RÜZGAR ENERJİSİNİN NİTELİKLERİ VE DİĞER ENERJİ KAYNAKLARI İLE KARŞILAŞTIRILMASI

Rüzgar enerjisi doğal, yenilenebilir, temiz ve sonsuz bir güç olarak kaynağını güneşten almaktadır. Güneşin yeryüzü ve atmosferi homojen ısıtmaması sonucu, ortaya çıkan sıcaklık ve basınç farkları, rüzgarı oluşturmaktadır. Rüzgar enerjisi potansiyeli, güneşin dünya etrafındaki havayı ısıtıp farklı basınç alanlarının oluşumuna bağlı olarak değişmektedir. Isınan hava basınç alanı meydana getirmekte ve yüksek basınçtan alçak basınca doğru oluşan bir hava akımı da rüzgarı oluşturmaktadır (<http://www.alternaturk.org/ruzgar.php>, E.T. 02.01.2011). Rüzgar enerjisi topoğrafik yapı, mevsim ve hava şartlarından önemli ölçüde etkilenmektedir.

Rüzgar enerjisi; başta elektrik üretimi olmak üzere su pompalama, çeşitli ürünleri kesme, biçme, öğütme, sıkıştırma gibi mekanik enerjiye ihtiyaç duyulan yerlerde kullanılmaktadır. Enerji üretiminde kullanılan başlıca kaynakların çevresel açıdan yarattıkları etkiler Tablo 1’de yer almaktadır. Ele alınan kriterler açısından; rüzgar enerjisinin gürültü dışında, çevre üzerinde herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığı görülmektedir.

**Tablo 1. Enerji Kaynaklarının Çevresel Kirlilik Üzerindeki Etkileri**

	<i>İklim Değişikliği</i>	<i>Asit Yağmuru</i>	<i>Su Kirliliği</i>	<i>Toprak Kirliliği</i>	<i>Gürültü</i>	<i>Radyasyon</i>
<b>Petrol</b>	+	+	+	+	+	
<b>Kömür</b>	+	+	+	+	+	+
<b>Doğalgaz</b>	+	+	+		+	
<b>Nükleer</b>			+	+		+
<b>Hidrolik</b>	+					
<b>Rüzgar</b>					+	
<b>Güneş</b>						
<b>Jeotermal</b>			+	+		

**Kaynak:** <http://web.gyte.edu.tr/enerji/Ruzgarenerji/d4.html>, 08.01.2011.

Dünya’daki çeşitli enerji kaynaklarının, maliyet ile ömür ilişkisi açısından yapılan Tablo 2’deki karşılaştırmada rüzgar enerjisinin, maliyet açısından doğalgaz ve hidroliğe göre dezavantajlı durumda olduğu görülmektedir. Ancak bu dezavantaja rağmen, rüzgar enerjisi aşağıda yer alan avantajlara sahip olması ve kaynak çeşitliliğini arttırmak açısından devletler tarafından teşvik edilmektedir.

**Tablo 2. Enerji Kaynaklarının Maliyet-Ömür Karşılaştırması**

	Kalan Ömür (Yıl)	Yatırım Maliyeti (\$/kW)	Üretim Maliyeti (\$cent/kWh)
Petrol	40-45	1500-2000	6,0
Kömür	200-250	1400-1600	2,5-3,0
Doğalgaz	60-65	600-700	3,0
Nükleer	-	3000-4000	7,5
Hidrolik	-	750-1200	0,5-2,0
Rüzgar	-	1000-1200	3,5-4,5
Güneş	-	Yüksek	10,0-20,0
Jeotermal	-	1500-2000	3,0-4,0

**Kaynak:** <http://web.gyte.edu.tr/enerji/Ruzgarenerji/d4.html>, 08.01.2011.

Rüzgar enerjisinin kullanımı sırasında, herhangi bir kaynak maliyeti söz konusu değildir. Toplam maliyetler içinde en büyük kalemi % 69 ile türbinin kuruluş maliyeti oluşturmaktadır. Bunun dışında bakım ve işletme maliyeti, türbin kurulacak yerin maliyeti gibi diğer maliyetler geri kalan % 31'lik kısmı oluşturmaktadır. Bu maliyetlerin türbin ömrüne yayılması halinde, yıllık maliyetlerin daha da düştüğü görülmektedir. Rüzgar türbinlerinin yıllık işletme ve bakım giderleri ise, toplam yatırımın yaklaşık % 2,5-3'ü dolayında olmaktadır (Çetin, 2009: 371).

Rüzgar enerjisi üretim maliyetlerini, diğer enerji üretim yöntemleriyle doğrudan karşılaştırmak bazı yanıltıcı sonuçlar verebilmektedir. Çünkü, fosil ve nükleer yakıtların kullanımından kaynaklanan toplumsal ve çevresel maliyetlerin de dikkate alınması gerekmektedir. Rüzgar enerjisi kullanımının, aşağıda yer alan bazı avantaj ve dezavantajları vardır.

### 2.1. Rüzgar Enerjisinin Avantajları

i. Rüzgar yerli, sürekli, temiz, çevreyi kirletmeyen ve doğrudan kullanılabilirliği nedeniyle, yakıt-hammadde maliyeti olmayan yenilenebilir bir enerji olarak, fosil yakıt tüketimini azaltmaktadır.

ii. Rüzgar türbinlerinin çevreye olan en önemli katkısı, fosil yakıtların yanması sonucu oluşan zararlı gazları oluşturmayarak, sera etkisi ve asit yağmurlarına neden olmamasıdır. Küresel ısınma ve iklim değişikliğine neden olan, sera gazlarının azaltılmasına yönelik olarak 1997'de Japonya'da imzalanan Kyoto Protokolüne göre, sanayileşmiş ülkelerin sera gazı miktarlarını 2012 yılına kadar, 1990 yılındaki seviyesinden % 5 daha azaltmaları gerekmektedir. Buna göre; küresel ısınmaya neden olan gazların havaya yayılmasını azaltmak için, yenilenebilir

enerji kaynaklarının tercih edilmesi gerekmektedir. Rüzgar enerjisi dünyanın pek çok yerinde, yeterli potansiyeli olan ve gelecek için ümit veren yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır.

iii. Türbinlerin ortalama 20–30 yıl süreyle kullanılabilmesi kuruluş, işletme ve bakım maliyetlerinin uzun bir zamana yayılması açısından avantaj sağlamaktadır (Mehel, 2009: 6).

iv. Rüzgar türbinlerinin üretime geçmesi, inşaatının başlamasından itibaren 4-5 ay gibi kısa bir süre gerektirirken bu zaman gecikmesi, nükleerde ortalama 7 yıl, doğalgazda 1-1,5 yıl, hidrolikte ise 2-10 yıl olabilmektedir (Acar ve Doğan, 2008: 680).

v. 20 adet türbinden oluşan tipik bir rüzgar çiftliği 1 km<sup>2</sup> alan kaplamakta bu alanın yaklaşık % 1'i türbin kurulum yeri olarak kullanmakta ve geri kalan yerler, çiftçilik-hayvancılık için ya da doğal araziler biçiminde değerlendirilmektedir.

vi. Rüzgar enerjisi sektörü istihdam yaratarak, ekonomik ve toplumsal gelişmeye katkıda bulunmaktadır. Rüzgar enerjisi sektöründe günümüzde 400000 kişi istihdam edilmekte olup, bu sayının artarak gelecek yıllarda 1000000 kişiye ulaşacağı beklenmektedir (GWEC, 2010). Türbin, kanat ve diğer bileşen üreticileri, üretilen elektriği satan/dağıtan işletmeler, danışmanlık, mühendislik ve uzmanlık gerektiren Ar-Ge, montaj-servis-bakım, finans, pazarlama vb. çok sayıda teknik ve idari iş kollarında yeni istihdam imkanları yaratmaktadır.

vii. Kırsal alanda kurulan türbinlerin arazisi için ödenen satın alma veya kira bedelleri santral yöresinde yaşayan insanlara önemli ekonomik katkılar sağlamaktadır.

viii. Rüzgar enerjisi santralleri, acilen yeni elektrik enerjisi üretme ihtiyacı duyan ülke veya işletmeler için çok uygun bir seçenektir. Temel elektrik altyapısı ve gücün taşınması için şebeke yatırımları gerektiren büyük güç santralleri ile karşılaştırıldığında, göreceli olarak daha çabuk ve ucuz bir şekilde devreye alınabilmektedirler.

## 2.2. Rüzgar Enerjisinin Dezavantajları

Rüzgar enerjisi santrallerinin planlama, tasarım aşamasında inşaat bölgesindeki rüzgarın yapısı ve özelliklerinin bilinmesi önem taşımaktadır. Türbin kuruluş yeri seçimi, türbin tipinin belirlenmesinde ve rüzgar potansiyelinin saptanmasında, uzun dönemli ve güvenilir ölçüm ve araştırmaların yapılması gerekmektedir.

i. Rüzgar hızının değişken olması, istenilen her bölgeye rüzgar santrali kurulmasını engellemektedir. Aslında rüzgarın bu değişkenliğini

aşmak için en sağlıklı yol, elde edilen enerjiyi doğrudan ana iletim hattına bağlamaktır (Mehel, 2009: 7).

ii. Başlangıçtaki türbin kuruluş maliyetleri yüksek olmasına rağmen, yerli, temiz ve doğal bir enerji kaynağı olması nedeniyle, dünyada uygulanan çeşitli teşvikler rüzgar enerjisinin kullanımı giderek yaygınlaştırmaktadır. Gelişen teknoloji ile birlikte çiftliklerde, ev ve iş yerlerinde de elektrik enerjisi üretmek amacıyla küçük ve büyük ölçekli rüzgar türbin modelleri geliştirilmektedir ([http://www.emo.org.tr/ekler/58072be2820e868\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/58072be2820e868_ek.pdf), E.T. 15.01.2011).

iii. Rüzgar santrali kurulumu için gereken alet ve teçhizatın büyük bölümünün yurt dışından ithal edilmesi, türbinlerin kuruluş maliyetini arttırmaktadır. Bu sorunun giderilmesi için, yerli üretimin teşvik edilmesi gerekmektedir.

iv. Göçmen kuşların göç yolları güzergahlarına inşa edilen rüzgar türbinlerinin, kuş sürülerine verdiği zararlara ek olarak, oluşturduğu gürültü ve görüntü kirliliği, yörede yaşayanları olumsuz yönde etkilemektedir. Ancak türbin teknolojilerindeki gelişmelere bağlı olarak, gürültü gün geçtikçe düşürülmekte ve hatta türbinden 150-200 metre uzaklıkta 40 dB fısıltı seviyesinin altına inilmektedir (Karacan, 2007: 290). Dolayısıyla gürültü kirliliği, rüzgar enerjisi santralleri için ihmal edilebilecek düzeydedir.

Rüzgar enerjisinin belirtilen dezavantajlarına rağmen, sahip olduğu avantajlar onu diğer kaynaklara göre, daha ekonomik ve cazip hale getirmektedir.

### **3. DÜNYA'DA RÜZGAR ENERJİSİ POTANSİYELİ, KULLANIMI VE POLİTİKALARI**

Küresel ısınma sonucu dünya genelinde çevre duyarlılığının artması, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini giderek arttırmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında rüzgar, sağladığı avantajlara bağlı olarak giderek daha fazla tercih edilmektedir. Bu nedenle özellikle gelişmiş ülke hükümetleri, arz güvenliğinin sağlanması ve dışa olan bağımlılığın azaltılmasında, rüzgar enerjisinin üretim ve kullanımını giderek daha fazla oranda desteklemektedirler.

#### **3.1. Dünya Rüzgar Enerjisi Potansiyeli**

Küresel ölçekte üretilebilecek rüzgar enerjisi miktarını tahmin etmek amacıyla çeşitli çalışmalarda toplam potansiyelin 53000 TWh/yıl olduğu belirtilmektedir. ([http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/ruzgar/ruzgar\\_en\\_hak.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/ruzgar/ruzgar_en_hak.html),

E.T. 23.01.2011). Toplam teknik potansiyelin % 26'sı Kuzey Amerika'da, % 20'si Doğu Avrupa ve Rusya'da, % 20'i Afrika'da, % 10'u Güney Amerika'da, % 9'u Asya'da, % 9'u Batı Avrupa'da, % 6'sı Okyanusya'da bulunmaktadır. Ekonomik, görsel ve fiziksel planlama limitleri açısından bu potansiyelin yaklaşık 1/3'ünden yararlanılabileceği tahmin edilmektedir (Akova, 2008: 97).

Rüzgar kaynak potansiyelleri genellikle 4 kategoride değerlendirilmektedir. *Meteorolojik Potansiyel*, mümkün olan rüzgar kaynağına eşdeğer bir potansiyeldir. *Saha Potansiyeli*, meteorolojik potansiyele dayanılarak ortaya konan bir değerlendirmedir ve güç üretimi için coğrafi olarak mevcut olabilecek sahalarla sınırlandırılmaktadır. *Teknik Potansiyel*, mevcut teknolojiyi de dikkate alarak saha potansiyelinden hesaplanan değerlerdir (Mehel, 2009: 29). *Uygulanabilir Potansiyel*, belli bir zaman içinde devreye alınabilecek rüzgar enerjisi potansiyelini değerlendirmek için teşvik ve kısıtlamalar da dikkate alınarak elde edilmektedir.

### 3.2. Dünya'da Rüzgar Enerjisi Kullanımı

Rüzgar enerjisi kullanımını etkileyen çok sayıda faktör mevcuttur. Bunlar arasında rüzgar hızı karakteristikleri, teşvik politikaları, ekonomik faktörler, teknik sebepler ve enerji güvenlik sorunları ön planda yer almaktadır (Akdağ ve Güler, 2010: 2574). Günümüzde, dünyanın birçok yerinde gelişmiş türbin sistemleri kullanılarak rüzgardan elektrik enerjisi elde edilmektedir. Rüzgar enerjisine bağlı teknolojilerin giderek artması sonucunda kapasiteleri 200 MW'a ulaşan rüzgar santralleri aracılığı ile yöresel elektrik tüketimi karşılanmakta ve artan elektrik, iletim hatları ile ana şebekeye aktarılmaktadır.

Dünyada 2009 yılı sonu itibarıyla işletmede olan rüzgar enerjisi santrallerinin kurulu gücü 158,505 MW olarak saptanmıştır. Bu gücün 76,152 MW'ı Avrupa'da, 38,383 MW'ı Kuzey Amerika'da, 39,610 MW'ı Asya'da, 2,221 MW'ı Pasifik Ülkelerinde, 1,274 MW'ı Latin Amerika-Karayipler'de ve 865 MW ise, Orta Doğu-Afrika'da bulunmaktadır (GWEC, 2010: 9).

Avrupa ülkeleri rüzgar enerjisi kurulu gücünde en yüksek kapasiteye sahip olmakla birlikte, Kuzey Amerika ve Asya ülkeleri de kurulu güçlerini hızla arttırmaktadırlar. Birçok ülkede rüzgar gücüne dayalı olarak üretilen elektriğin oranı, geleneksel yakıtlarla üretilmekte olan elektrik oranıyla giderek aynı düzeye yaklaşmaktadır (Çolak ve Demirtaş, 2008: 65).

Dünya rüzgar enerjisi kurulu gücünde 2010 yılından sonra, yıllık % 20'lik artış hedeflenmiş ve 2020 yılı sonunda da 1,2 milyon MW'a ulaşacağı ve dünya elektrik tüketiminin % 10'unu karşılayacağı beklenmektedir. 2040

yılında dünya elektrik enerjisi tüketiminin % 20'i rüzgar enerjisi tarafından karşılanacağı tahmin edilmektedir (İlkılıç, 2009: 28).

Tablo 3'de, 2000-2009 yılları arasında dünyada en çok kurulu kapasiteye sahip olan ülkelerin, mevcut güçlerinin sektöre yapılan desteklemeler sonucu sürekli bir artış eğiliminde olduğu görülmektedir.

**Tablo 3. Dünyada En Çok Kurulu Rüzgar Gücüne Sahip Olan Ülkeler (MW)**

Ülke-Yıllar	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ABD	2254	4275	4685	6374	6740	9149	11603	16819	25170	35064
Almanya	6113	8754	12001	14609	16629	18427	20622	22247	23903	25777
İspanya	2235	3337	4830	6202	8263	10028	11630	15145	16754	19149
Çin	340	401	468	566	764	1266	2599	5912	12210	25805
Hindistan	1167	1407	1702	2110	2985	4430	6270	7850	9645	10926
İtalya	427	682	788	904	1265	1718	2123	2726	3736	4850
Fransa	79	85	147	198	390	757	1567	2455	3404	4492
İngiltere	408	464	552	648	901	1353	1963	2389	3241	4051
Danimarka	2300	2417	2880	3110	3117	3128	3136	3125	3180	3465
Portekiz	100	127	194	289	562	1022	1716	2130	2862	3535

Kaynak: Akdağ ve Güler, 2010: 2575; GWEC, 2010: 9.

2009 yılında, Amerika kıtasında ABD, 35064 MW'lık kurulu güç ile birinci sırada yer alırken, Avrupa kıtasında 25777 MW ile Almanya ilk sırayı almakta bunu, 19149 MW ile İspanya, 4850 MW ile İtalya ve diğerleri izlemektedir. Asya kıtasında ise; Çin 25805 MW ile en başta yer alırken, Hindistan 10926 MW ile onu takip etmektedir.

ABD'de 34 eyalette kurulan 16800 MW kapasiteli rüzgar santralleri 4500000 evin elektrik ihtiyacını karşılamaktadır. AWEA (American Wind Energy Association)'a göre, ABD'nin 2010 yılında rüzgar enerjisinde ulaştığı 40180 MW'lık toplam kurulu güç ile toplam elektrik talebinin % 2'sini rüzgardan elde ettiği elektrikle karşıladığı ifade edilmektedir ([http://www.awea.org/rn\\_release\\_01-24-11.cfm](http://www.awea.org/rn_release_01-24-11.cfm), E.T. 25.01.2011). ABD'de 2030 yılında toplam enerji ihtiyacının % 20'ni rüzgardan elde etmeyi planlanmaktadır.

Almanya, Avrupa'da en büyük kurulu güce sahip olan ülkedir ve toplam elektrik tüketiminin % 7'sini, kuzey kentlerinde ise % 30'unu rüzgardan elde ettiği elektrik enerjisi ile karşılamaktadır (Çetin, 2009: 374).



Çin, dünyanın en hızlı büyüyen rüzgar enerjisi pazarlarından birisidir ve günümüzde 41800 MW kapasiteye sahiptir (GWEC, 2010: 27). CREIA (Chinese Renewable Energy Association)'nın yaptığı tahminlere göre, 2020 yılında "Wind Base" programına bağlı olarak inşa edilecek santrallerle birlikte toplam kurulu kapasitesinin 150000 MW'a yükselmesi beklenmektedir. Ayrıca, Çin'deki off-shore (deniz üstü) potansiyelinin ise, 30000 MW civarında olduğu yapılan fizibilite çalışmalarında ortaya çıkmıştır ([http://www.ewea.org/fileadmin/ewea\\_documents/documents/statistics/gwec/0802\\_PR\\_Global\\_Statistics\\_2007.pdf](http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/statistics/gwec/0802_PR_Global_Statistics_2007.pdf), 04.01.2011).

Hindistan, rüzgar enerjisinde sürekli gelişen ülkeler arasında yer almaktadır. 2000 yılından 2009 sonuna kadar önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Hindistan'daki kurulu kapasite; rüzgar enerjisi yatırımcılarının çeşitli tarife ve muafiyetler ile teşvik edildiğinden dolayı, bir önceki yıla göre % 6,9 artarak 2009 yılı sonunda 10926 MW'a ulaşmıştır ve toplam kurulu güce 2010 yılında en az 2200 MW daha ekleneceği ifade edilmektedir (GWEC, 2010: 10).

GWEC'in yaptığı beş yıllık tahmine göre, mevcut küresel finansal kriz ve ekonomik çöküşün etkilerinin azalması sonucu, dünyada yıllık toplam kurulu kapasitenin 2010'da 40,8 GW, 2011'de 44,0 GW, 2012'de 48,1 GW, 2013'de 54,5 GW ve 2014'de de 62,5 GW olacağı öngörülmektedir (GWEC, 2010: 17).

### 3.3. Dünya'da Rüzgar Enerjisi Politikaları

Rüzgar enerjisinde yerli üretim, ya doğrudan-dolaylı destek mekanizmaları ya da teknolojik uzmanlık ve istihdamdan kaynaklanan bölgesel avantajlar gibi yöntemlerle desteklenebilmektedir. Doğrudan destekler, özellikle yerel rüzgar üretim teknolojisindeki gelişmeleri gösterirken dolaylı destekler, genellikle rüzgar gücü uygulamalarını teşvik eden politikalar olarak, yerli rüzgar imalat sektörü için uygun bir ortam yaratmayı amaçlamaktadırlar.

Doğrudan destek mekanizmaları, rüzgar türbinin yerli üretimini doğrudan etkileyen politikalar, engellerin fazla ve uluslararası rekabetin yoğun olduğu ülkelerde önem taşımaktadır. Doğrudan mekanizmaları oluşturan yerli imalat zorunluluğu, finansal vergi teşviki, gümrük vergisi kolaylıkları, ihracat kredisi yardımları, kalite sertifikasyonu, Ar-Ge fonları rüzgar türbinleri teknolojilerinin gelişiminde kullanılmaktadır (Altuntaşoğlu Taç, 2009: 51). Dolaylı destek mekanizmalarını oluşturan sabit fiyat tarifeleri, zorunlu yenilenebilir enerji hedefleri, hükümet ihaleleri, finansal ve vergi teşvikleri aracılığı ile rüzgar enerjisi kullanımının yaygınlaştırılması hedeflenmektedir (Altuntaşoğlu Taç, 2007: 384).

## 4. AVRUPA'DA RÜZGAR ENERJİSİ POTANSİYELİ, KULLANIMI VE POLİTİKALARI

Avrupa rüzgar enerjisi potansiyeli açısından incelendiğinde İngiltere, İskoçya ve İrlanda'nın tamamı, Fransa, Belçika, Hollanda, Almanya ve Danimarka'nın kıyı bölgeleri, İspanya'nın Akdeniz kıyıları ve Pirene civarı, Fransa'da Lyon Körfezi batısında kalan Toulouse ve Lyon arasındaki bölge, Yunanistan'ın kıyı kesimleri ve Girit adası ile Türkiye'nin Batı Anadolu kıyıları güçlü rüzgar sahaları olarak kabul edilmektedir (Akova, 2008: 99).

### 4.1. Avrupa'da Rüzgar Enerjisi Potansiyeli

Avrupa'da teknik rüzgar potansiyeli 630 TWh/yıl, ayrıca denizsel kapasite de 3000 TWh/yıl olarak hesaplanmıştır. Toplam teknik potansiyelin, İngiltere 114 TWh/yıl, İspanya 86 TWh/yıl, Fransa 85 TWh/yıl, Norveç 76 TWh/yıl, İtalya 69 TWh/yıl, İsveç 41 TWh/yıl, Yunanistan 44 TWh/yıl, İrlanda 44 TWh/yıl, Almanya % 24 TWh/yıl ve kalanı diğer ülkelerde yer almaktadır ([http://www.artienerji.com.tr/docs/ITU\\_SUNUM.pdf](http://www.artienerji.com.tr/docs/ITU_SUNUM.pdf), E.T. 02.02.2011). Dünyadaki teknik potansiyelin büyük bir kısmı, AB tarafından ekonomik potansiyele çevrilmiştir. Şebekeye girişin % 20 düzeyinde kalması esası ile AB'deki gerçek rüzgar potansiyeli 366 TWh/yıl olarak ifade edilmektedir.

### 4.2. Avrupa'da Rüzgar Enerjisi Kullanımı

Son yıllarda yapılan çalışmalara göre, güç üretiminde rüzgar enerjisinin teknik ve ekonomik açıdan yüksek oranlarda uygulanabilirliği söz konusudur. Rüzgar enerjisi uygulamalarında oluşan engellerin; genellikle hukuki düzenlemeler, kurumsal uygulamalar ve piyasa değişikliklerinden kaynaklanmakta olduğu ifade edilmektedir (Malkoç, 2007: 48).

Avrupa, 76152 MW'lık kurulu rüzgar enerjisi kapasitesi ile önemli bir bölgedir ve bu kurulu gücün üçte biri Almanya'da bulunmaktadır. Buna göre Almanya, 2009 yılı sonu itibarıyla üstünlüğünü korumakta ve bu ülkeyi sırasıyla İspanya, İtalya, Fransa, İngiltere ve diğerleri izlemektedir (bkz. Tablo 3). Türkiye, AB toplamına göre çok düşük düzeyde olmak üzere 801 MW'lık kurulu bir güce sahiptir (Akdağ ve Güler, 2010: 2575; GWEC, 2010: 9).

AB'de karadakilere ek olarak denizüstü sahalardaki pek çok verimli ve uygun noktaya rüzgar enerjisi santralleri kurulmuştur. Örneğin, 2002 yılında Danimarka'da kurulan Horn Rev 1 rüzgar enerji santrali 160 MW kurulu güç ile dünyadaki en büyük denizüstü rüzgar enerji santrallerinden birisidir (<http://www.hornsrev.dk/index.en.html>, E.T. 07.02.2011). Ayrıca Danimarka'nın batısındaki Blaavands Huk'un 30 km. açıklarında Kuzey

Denizinde 2010 yılında kurulan 210 MW'lık Horns Rev 2 adlı rüzgar enerjisi santralinde kullanılan 91 adet türbinin her biri 2,3 MWh elektrik üretmektedir (<http://www.denizhaber.com.tr/dis-basindan/21207/ruzgar-santrali-horns-rev-2-kuzey-denizi.html>, E.T. 07.02.2011).

### 4.3. AB'de Rüzgar Enerjisinde Uygulanan Politikalar

AB yenilenebilir enerji kaynakları konusunda belirlenen hedeflere ulaşmak için, üye devletlerin uyması gereken tedbirleri alması ve bu konuda yasal bir çerçeve oluşturmak için çeşitli direktif ve yönergeler hazırlamıştır.

AB ülkeleri, 2001/77/EC nolu direktife göre, 2010 yılında ürettikleri enerjilerin ortalama % 22'sini yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlayacaklarını taahhüt etmişlerdir. Ayrıca bu direktife göre, üyelerin ulusal hedeflerini belirlemesini, ulusal destek planlarının uygulanmasını, kaynak garantisinin oluşturulmasını, yetkilendirmede ulusal prosedürlerin birleştirilmesini, yenilenebilir enerji kaynaklarının dağıtım ve iletim sistemine girişinin garanti edilmesi gibi yasal düzenlemeleri yapmaları gerekmektedir.

AB yenilenebilir enerji mevzuatı kapsamında, iklim değişimi taahhütlerine uyulmasına ve çevrenin korunmasına katkı sağlamak amacıyla, yenilenebilir yakıtların kullanımını teşvik eden 2003/30/EC sayılı direktifini çıkarmıştır ([http://www.emo.org.tr/ekler/019e55374c2c618\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/019e55374c2c618_ek.pdf), E.T. 14.1.2011).

2009/28/EC nolu Yeni Yenilenebilir Direktifi ile AB, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı konusunda her üye ülkenin hedeflerini belirlemesi zorunluluğu getirilmiştir. Bu hedef birliğin brüt nihai enerji tüketiminin en az % 20'sinin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması hedefi ile uyumlu olacaktır (GWEC, 2010: 34). 2020 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerjinin 1/3'den fazlasının rüzgar enerjisinden sağlanacağı öngörülmektedir.

AB'de rüzgar enerjisinde uygulanan destekler; mali, vergi ve üretim teşvikleri olmak üzere başlıca üç ana gruba ayrılmaktadır.

i. Mali teşvikler, yatırım teşvikleri ve hükümet destekli krediler olarak iki alt başlıkta toplanabilir. *Yatırım Teşviklerinde*, devlet toplam yatırım tutarının % 20 ile % 40 arasında katkıda bulunmaktadır. *Hükümet Destekli Kredi'de* ise, rüzgar yatırım projelerine normal ticari kredilerden daha düşük oranda ve uzun vadeli kredi uygulanmaktadır (<http://ulutek.uludag.edu.tr/downloads/ruzgarenerjisitesvikler.pdf>, 15.12.2010).

ii. Vergi teşvikleri, vergi ve gümrük muafiyeti olarak ikiye ayrılmaktadır. *Vergi muafiyetinde*, 1-5 yıl arası süre boyunca santrallerden

kurumlar ya da gelir vergisi alınmamaktadır. *Gümrük muafiyetinde* ise, rüzgar santralleri için gerekli alet-tehizat ve makina vb. ekipmanların yurtdışından getirilmesi esnasında gümrük vergisi, resim, harç vb. muaf tutulmaktadır (Çetin, 2009: 375).

iii. Üretim teşvikleri, sabit fiyat ve kota sistemleri olmak üzere başlıca iki çeşittir. Bu sistemler piyasaya yeni giren yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilecek elektriği, mevcut nükleer ve fosil yakıtlı kaynaklardan üretilen enerjiyle rekabet etme açısından ayırarak korumalı bir pazar ortamı oluşturmaktadır (EWEA, 2004: 209).

- *Sabit fiyat sisteminde*, üreticiye ödenecek elektrik fiyatı hükümet tarafından belirlenmektedir. Sabit fiyat sisteminde, belirli dönem süresince piyasa fiyatlarının üzerindeki bir fiyattan elektrik enerjisi satın alınmaktadır. Bu sistemi uygulayan ülkelerde, rüzgar enerjisinden üretilen elektriğin fiyatı 7,7 ile 9,3 euro cent/kWh arasında değişmektedir ([http://www.emo.org.tr/ekler/21c444a5dd33eea\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/21c444a5dd33eea_ek.pdf), E.T. 04.01.2011).

- *Kota sistemi* ise, ihale ve yeşil sertifika sistemlerinden oluşan yenilenebilir kota sistemi olarak uygulanmaktadır (EWEA, 2004: 210). Yenilenebilir kota sistemlerinde yenilenebilir elektrik miktarı hükümetlerce belirlenirken, fiyat oluşumu piyasa şartlarına bırakılmıştır.

- \* *İhale sisteminde*, yatırımcılar ihaleye davet edilerek belirlenen zaman aralığında istenen enerji üretimi için teklif alınmaktadır. En düşük teklif sahibi ile sözleşme yapılarak yatırıma başlanmaktadır.

- \* *Yeşil enerji sertifikası*, üretimini yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlayan kuruluşlara proje bazında verilen bir belgedir. Yeşil sertifikaya sahip olan firma, uluslararası sertifika ticareti yaparak mevcut üretimden kWh başına ek gelir kazanmaktadır. Bu sisteminin amacı, mevcut piyasa koşullarında rekabet etmesi zor olan yenilenebilir enerji kaynaklarından üretimin cazip hale getirilmesidir. ([http://www.emo.org.tr/ekler/21c444a5dd33eea\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/21c444a5dd33eea_ek.pdf), E.T. 04.01.2011).

Rüzgar türbini üretim piyasasına hakim olan Danimarka'daki üreticiler, toplam dünya türbin üretiminin % 60'ını gerçekleştirmektedir. Rüzgar Gücü yasasına göre, elektrik dağıtım şirketleri yenilenebilir enerji kullandıkları takdirde 1,5 \$cent/kWh teşvik, dağıtım şirketleri kullandıkları her birim kWh yenilenebilir enerji için 0,18 eurocent/kWh genel karbon vergisi alacaklardır, ulusal şebeke bağlantısı santral sahibi ve dağıtıcı şirketlerle ortaklaşa inşa edilecektir, türbin ihraç kolaylıkları ve bazı vergi muafiyetleri yatırımcılara sağlanacaktır (<http://www.ruzgarenerjisibirligi.org.tr/bilimsel/diger/KucukHESveRuzgar.pdf>, 08.12.2010). Danimarka 2011 yılına kadar toplam enerji ihtiyacının % 20'sini yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamayı hedeflemektedir.

Fransa karada kurulu türbinler için, 10 yıl süreyle 8,2 euro cent/kWh ve denizde kurulu türbinler için, ilk 10 yıl süreyle 13 euro cent/kWh, sonraki 10 yıl için 3-13 euro cent/kWh arasında tarife uygulamaktadır. İngiltere, 2007 yılında kurulan ETI (The Energy Technologies Institute) aracılığı ile bu alanda yoğun olarak Ar-Ge yapmaktadır. Bazı rüzgar enerjisi ekipmanlarında da % 5 KDV uygulamaktadır. İrlanda, büyük kapasiteli (kurulu gücü 5 MW'dan büyük olan) rüzgar türbinlerinde üretilen elektrik için 5,9 euro cent/kWh tarife uygulamaktadır. İtalya, 15 yıl için rüzgar enerjisi aracılığı ile üretilen elektriğe 30 euro cent/kWh tarife uygulamaktadır. Finlandiya, rüzgar enerjisi ile üretilen elektriğe 0,69 euro cent/kWh vergi teşviği uygulamaktadır (Mehel, 2009: 43).

Almanya, Danimarka gibi bazı ülkelerde enerji sektöründeki yatırım projeleri için banka kredileri daha düşük faiz oranları ile kullanılmaktadır. Almanya'da 1991 yılında çıkarmış olduğu Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kanunu ile yenilenebilir enerjilerden üretilen elektriğin hükümetçe satın alınmasını zorunlu hale getirmiştir. 1 Ocak 2009'dan itibaren yeni kurulan rüzgar türbinlerinde üretilen elektriğe ilk beş yıl için 9,2 euro cent/kWh alım fiyatı belirlenmiş ve bu fiyat her yıl için % 1 düşürülerek, ikinci beş yıldan sonra alım fiyatı 5,02 euro cent/kWh olacaktır. Deutsche Ausgleichsbank ve Kreditanstalt Für Wiederaufbau bankaları rüzgar elektrik santrallerine normal ticari kredilerden daha cazip imkanlarla kredi vermektedir (<http://ulutek.uludag.edu.tr/downloads/ruzgarenerjisitesvikler.pdf>, 15.12.2010).

AB üyesi ülkelerinin pek çoğunda, rüzgar teknik potansiyelinin büyük bir bölümünü kullanabilmektedir. Bu durumun başlıca sebepleri arasında; AB ülkelerinin uyguladığı enerji politikaları, teşvik ve muafiyetler, özel sektör ve kamu sektörünün şeffaf bir piyasada entegre bir şekilde hareket etmesi gibi faktörler yer almaktadır.

Enerji üretiminde çevresel maliyetlerin, enerji satış fiyatına yansıtıldığı takdirde rüzgar enerjisi ve diğer yenilenebilir enerji sistemlerinin desteğe ihtiyacı kalmayacağı AB Enerji Komisyonu tarafından belirtilmiştir. Komisyona göre, çevresel maliyetler ve sağlık giderleri vb. dolaylı maliyetlerin enerji fiyatlarına ilave edilmesi halinde, kömür ve petrol kökenli yakıtların enerji maliyeti iki, gaz kökenli enerji maliyetleri de % 30 oranında artmaktadır (Gökçınar ve Uyumaz, 2008: 702).

## **5. TÜRKİYE'DE RÜZGAR ENERJİSİ POTANSİYELİ, KULLANIMI VE POLİTİKALARI**

Rüzgar enerjisi, ithalata ve dışa bağımlılığı azaltan yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak dünya ülkelerinde olduğu gibi, Türkiye'de de giderek

artan oranda ilgi görmektedir. Türkiye’de rüzgar enerjisinden ticari olarak yararlanılması oldukça yakın zamanlardan beri söz konusudur.

### 5.1. Türkiye’nin Rüzgar Enerjisi Potansiyeli

Türkiye Rüzgar Atlası için, Danimarka Meteoroloji Teşkilatı tarafından hazırlanan ve Avrupa Rüzgar Atlasının hazırlanmasında da kullanılan WASP (Wind Atlas Analysis And Application Program) paket programından yararlanılmıştır. Bu program kullanılarak Türkiye üzerinde homojen dağılım gösteren 96 adet meteoroloji istasyonu için yerinde incelemeler yapılmış ve bu istasyonlardan 45 tanesinin verileri kullanılarak Türkiye Rüzgar Atlası hazırlanmıştır. 50 m yükseklik için hazırlanan bu rüzgar atlasına göre, özellikle Ege ve Batı Karadeniz kıyıları ile Marmara Bölgesi ve Doğu Akdeniz kıyılarında rüzgar enerjisi potansiyeli yüksek olduğu ve bu bölgelerde yapılacak detaylı çalışmalar ile rüzgar enerjisinden verimli bir şekilde yararlanılabileceği belirtilmektedir (<http://www.dmi.gov.tr/FILES/genel/sss/ruzgaratlası.pdf>, E.T. 23.01.2011).

Türkiye’nin karasal alanlarda 400 milyar kWh/yıl brüt potansiyel, 120 milyar kWh/yıl teknik potansiyel ve 50 milyar kWh/yıl ekonomik potansiyel bulunmaktadır. Brüt potansiyel 160000 MW, teknik potansiyel 48000 MW ve ekonomik potansiyel ise, 20000 MW kurulu güce eşdeğerdir ve Türkiye’nin kıyı bölgelerinde 8200 MW kurulu gücünde potansiyel mevcuttur (Acar ve Doğan, 2008: 680). Türkiye’nin deniz alanlarında rüzgar teknik potansiyelinin 60000 MW (150 milyar kWh/yıl) düzeyinde olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye’de yıllık rüzgar hızı 8,5 m/s ve üzerinde olan yörelerde en az 5000 MW, 7,0 m/s’nin üzerindeki bölgelerde ise, en az 48000 MW büyüklüğünde rüzgar enerjisi potansiyeli bulunduğu ifade edilmektedir (Kılıç, 2009: 19).

Tablo 4’de yer alan 10 metre yüksekliğe göre, Türkiye’nin % 64,5’inde rüzgar enerjisi güç yoğunluğu  $20 \text{ W/m}^2$ ’yi geçmezken, % 16,1’inde  $30\text{--}40 \text{ W/m}^2$  arasında, % 5,9’unda  $50 \text{ W/m}^2$ ’nin ve % 0,08’inde de  $100 \text{ W/m}^2$ ’nin üzerindedir. Türkiye’nin en fazla rüzgar alan bölgeleri Marmara, Ege bölgesi ve sahilleri ile Güneydoğu Anadolu bölgesidir.

**Tablo 4. Bölgelere Göre Yıllık Ortalama Rüzgar Hızı ve Rüzgar Gücü Yoğunluğu**

Bölge	Yıllık Ortalama Rüzgar Hızı (m/s)	Yıllık Ortalama Rüzgar Yoğunluğu (W/m <sup>2</sup> )
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
Karadeniz 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

Kaynak: İlkılıç, 2009: 29.

Marmara bölgesinde yıllık ortalama rüzgar hızı 3,29 m/s ve yıllık ortalama rüzgar yoğunluğu 51,91 W/m<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. Bunu yıllık ortalama 2,69 m/s rüzgar hızı ve 29,33 W/m<sup>2</sup> ortalama rüzgar yoğunluğu ile Güneydoğu Anadolu, 2,65 m/s yıllık ortalama rüzgar hızı ve 23,47 W/m<sup>2</sup> ortalama rüzgar yoğunluğu ile Ege bölgesi takip etmektedir.

## 5.2. Türkiye'nin Rüzgar Enerjisi Kullanımı

Türkiye'de rüzgardan elektrik enerjisi, ilk defa 1986 yılında Çeşme Altinyunus tesislerinde 55 kW elektrik üreten türbinden elde edilmiştir. Uluslararası alanda 1998 yılında Çeşme Germiyan'da 1700 kW'lık otoprodüktör statüsünde bir rüzgar santrali kurulmuştur. Bunu takiben Çeşme Alaçatı'da YİD Modeli ile 7,2 MW'lık 12 adet türbinden oluşan ikinci bir rüzgar santrali işletmeye alınmıştır ve bu santraller ulusal şebekeye elektrik vermeye devam etmektedir. Ayrıca, Çanakkale Bozcaada'da 10,2 MW kurulu gücünde ve İstanbul'da 1,2 MW kurulu gücünde rüzgar enerjisi santrali kurulmuştur (Mehel, 2009: 51).

Tablo 5'de görüldüğü gibi, AB uyum çalışmalarına bağlı olarak, 2000 yılından itibaren rüzgar enerjisi yatırımlarında önemli artışlar meydana gelmiştir. 2010 yılı sonu itibarıyla 1029,85 MW'lık rüzgar santrali şebekeye bağlı olarak enerji üretimini sürdürmektedir (Durak, 2010: 38). Türkiye'de 2010 yılı sonu itibarıyla inşa halinde olan 492,35 MW'lık kapasiteye ilave olarak, 644,45 MW'lık proje halinde olan ve yakın dönemde inşaatına başlanacak ek kapasite de söz konusudur.

Halen işletmede ve gelecek yıllarda devreye alınacak olan rüzgar enerji santrallerinin coğrafi dağılımı açısından genellikle Ege, Akdeniz ve Marmara bölgelerinde yoğunlaştıkları görülmektedir. Buna göre rüzgar

enerji santralleri genellikle nüfusun yoğun olduğu bölgelerde yer almaktadır (Çolak ve Demirtaş, 2008: 58). Türkiye’de kurulan ve kurulması planlanan rüzgar santrallerinin tamamı karada yer almaktadır. Üç tarafı denizlerle çevrili olan Türkiye’nin deniz üzerinde kurulacak rüzgar santralleri için değerlendirilmesi gereken önemli bir potansiyel mevcuttur.

**Tablo 5. Türkiye’de İşletmedeki Rüzgar Elektrik Santralleri (MW)**

<i>Kuruluş Yeri</i>	<i>Üretime Geçiş Tarihi</i>	<i>Kurulu Güç (MW)</i>	<i>Türbin Üreticisi</i>
İzmir-Çeşme	1998	1,50	Enercon
İzmir-Çeşme	1998	7,20	Vestas
Çanakkale-Bozcaada	2000	10,20	Enercon
İstanbul-Hadımköy	2003	1,20	Enercon
Balıkesir-Bandırma	2006	30,00	GE
İstanbul-Silivri	2006	0,85	Vestas
İzmir-Çeşme	2007	39,20	Enercon
Manisa-Akhisar	2007	10,80	Vestas
Çanakkale-İntepe	2007	30,40	Enercon
Çanakkale-Gelibolu	2007	14,90	Enercon
Hatay-Samandağ	2008	30,00	Vestas
Manisa-Sayalar	2008	30,60	Enercon
İzmir-Aliağa	2008	57,50	Nordex
İstanbul-GOP	2008	24,00	Enercon
İstanbul-Çatalca	2008	60,00	Vestas
Muğla-Datça	2008	29,60	Enercon
Balıkesir-Şanlı	2009	90,00	Vestas
Aydın-Didim	2009	31,50	Suzlon
Hatay-Belen	2009	30,00	Vestas
Tekirdağ-Şarköy	2009	28,80	Enercon
İzmir-Urla	2009	15,00	Nordex
Çanakkale-Ezine	2009	20,80	Enercon
Balıkesir-Susurluk	2009	20,70	Enercon
İzmir-Bergama	2009	15,00	GE
İzmir-Çeşme	2009	30,00	Nordex
Balıkesir-Bandırma	2009	24,00	Vestas
Balıkesir-Bandırma	2009	45,00	Vestas
Osmaniye-Bahçe	2010	95,00	GE
Manisa-Soma	2010	49,50	Enercon
Balıkesir-Bandırma	2010	24,00	Nordex
Mersin-Mut	2010	33,00	Vestas
Çanakkale-Bozcaada	2010	10,20	Enercon
İzmir-Aliağa	2010	90,00	Nordex
Edirne-Enez	2010	15,00	Nordex
<b>Toplam</b>		<b>1029,85</b>	

Kaynak: Durak, 2010 :38.



### 5.3. Türkiye’de Rüzgar Enerjisinde Uygulanan Politikalar

Enerjide dışa olan bağımlılığın azaltılması ve arz güvenliğinin sağlanması amacıyla, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması Türkiye Enerji Politikası açısından önem taşımaktadır. Türkiye’de başta rüzgar olmak üzere, yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının (YEK) Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun ve ikincil mevzuat kapsamında teşvik edilmektedir.

4628 sayılı Elektrik Piyasası kanunu çerçevesinde; 500 kW’den daha büyük YEK tesisleri için lisans muafiyeti ve lisans bedeli muafiyeti (% 99) ve yıllık lisans bedeli ödemesinde ilk 8 yıllık muafiyet tanınmaktadır. Yerli doğal kaynaklar ile yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesislerine, TEİAŞ ya da dağıtım lisanslı tüzel kişilere, sisteme bağlantı yapılmasında öncelik tanınmaktadır (Durak, 2010: 30).

5346 sayılı kanuna göre, her yıl elektriğin birim fiyatı, EPDK tarafından bir önceki yıl belirlenen Türkiye ortalama elektrik toptan satış fiyatının altında olmamak şartıyla yeniden belirlenecektir. Ancak fiyat, işletmeye giren YEK enerjisi tesislerinde üretilen elektriğe 5 euro cent/kWh karşılığı TL’den az 5,5. euro cent/kWh karşılığı TL’den fazla olmayacak biçimde sabit fiyat tarifesi uygulanacaktır. YEK türleri ve teknolojileri arasında fiyat farklılığı yoktur ve ayrıca istendiği takdirde, serbest piyasada satış imkanı da verilmektedir ([http://www.emo.org.tr/ekler/73a234fb82af029\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/73a234fb82af029_ek.pdf),05.01.2011).

4628-5346 sayılı kanunlar kapsamında sağlanan teşvikler, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi konusunda belli bir kapasite oluşturulmasına yönelik dolaylı teşvikler niteliğinde olup, Türkiye’de yerli teknoloji üretimini doğrudan desteklenmesine yönelik bir hükmü bulunmamaktadır.

2005 yılında yürürlüğe giren Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanılmasına İlişkin Kanun ile özel sektör aracılığı ile yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretilmesi olanağı sağlanmıştır. Rüzgar enerjisi yatırımlarında son yıllarda önemli artışlar meydana gelmiş ve 2010 yılı sonu itibarıyla, 1029,85 MW’lık rüzgar santralı şebekeye bağlı olarak enerji üretimi yapmaya başlamıştır. 2023 yılına kadar rüzgâr enerjisi kurulu gücünün 20000 MW’a çıkarılması planlanmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını yaygınlaştırmak, yeni teknolojiler ve istihdam olanakları sağlamak amacıyla, 2008 yılı sonundan itibaren ETKB tarafından 5346 sayılı kanunda değişiklikler yapılması için, bazı teklifler önerilmiştir. Öngörülen teşvikler kapsamında, teşvikli satın alma fiyatlarının kaynak türüne göre farklılaştırılması, YEK tesisinde

kullanılan makina ve teçhizatın belli bir yüzdesinin yerli üretim tarafından karşılanması zorunluluğu gerektirmesi gibi çeşitli desteklerin sağlanması hedeflenmektedir. Ayrıca taslakta, Türkiye'nin gelişmişlik farklarına göre, her ilin potansiyel ve alt yapısı ile ilgili sektörel düzenlemelerin yer alacağı, teşvik sisteminin büyük, bölgesel ve sektörel açıdan ele alınacağı ve yüksek katma değerli yatırımlar için gerekli arazilerin önceden tesbit edileceği konuları yer almaktadır ([http://www.emo.org.tr/ekler/73a234fb82af029\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/73a234fb82af029_ek.pdf), 05.01.2011).

31.12.2010 tarihinde kabul edilen YEK'e göre, rüzgardan elde edilen elektriğe teşvik alım fiyatı olarak kWh başına 5,5 yerine 6,5 euro/cent fiyat verilmiştir (<http://www.enerjiport.com/2010/06/19/ruzgara-tesvik-sadece-1-cent/>, E.T. 08.02.2011). YEK teşvikinden yararlanmak isteyen yatırımcıların her yıl en geç 31 Ekim'e kadar EPDK'ya başvurması gerekmektedir. 31 Aralık 2015'den önce işletmeye giren YEK tesisleri güneş enerjisi hariç 10 yıl teşvikten yararlanabilecektir.

ETKB hedeflerine göre, 2020 yılına kadar 19000 MW rüzgar enerjisi yatırımının yapılması planlanmakta ve bu yatırım için 22 milyar euro harcama yapılması gerektiği hesaplanmaktadır (<http://www.mkubilisim.com/forum/viewtopic.php?f=143&t=129>, E.T. 08.02.2011).

## 6. SONUÇ

Küresel ısınma sonucu dünya genelinde çevre duyarlılığının giderek çoğalması, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini giderek arttırmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alan rüzgar enerjisi, sağladığı avantajlara bağlı olarak giderek daha fazla tercih edilmektedir. Bu nedenle özellikle gelişmiş ülke hükümetleri, arz güvenliğinin sağlanması ve dışa olan bağımlılığın azaltılmasında, rüzgar enerjisinin üretim ve kullanımını doğrudan ve/veya dolaylı olarak desteklemektedir.

Günümüzde, başta Avrupa, Amerika ve Asya kıtaları olmak üzere dünya'da rüzgara yapılan yatırımların çoğalması sonucu, gerek kara ve gerekse denizüstündeki gelişmiş türbin santrallerinden giderek artan oranlarda elektrik enerjisi elde edilmektedir. Halen 157,899 MW olan dünya rüzgar enerjisi kurulu gücünün 2010 yılından sonra, yıllık % 20 oranında artacağı ve 2040 yılında dünya elektrik ihtiyacının % 20'den fazlasının rüzgar enerjisi aracılığı ile karşılanacağı öngörülmektedir.

Rüzgar enerjisi sistemlerinde oluşan ilerlemeler sonucu, rüzgar kaynaklı elektrik üretiminin maliyetlerinin azalması, küresel rüzgar enerjisi piyasasının giderek büyümesine neden olmaktadır. Modern bir rüzgar türbini, yıllık olarak 20 yıl önceki benzerinden 180 kat daha fazla elektriği yarı maliyete üretebilmektedir. Etkili bir üretim sahasında üretilen rüzgar

kaynaklı enerji, kömür veya doğalgaz ile üretilen enerji ile fiyat açısından rekabet edebilir düzeye gelmiştir.

Son yıllarda petrol ve doğalgaz fiyatlarındaki artışlar nedeniyle, rüzgar enerjisinin bu yakıtlarla rekabet edebilirliği daha da artmıştır. Geleneksel kaynaklarla üretilen elektrik maliyetlerindeki fiyatlardaki dalgalanmalara bağlı oluşan değişkenliklere karşın, rüzgar enerjisi üretiminin yakıt-hammadde bağımlılığının olmaması nedeniyle, bu tür dalgalanmalardan etkilenme ihtimali hemen hemen hiç yoktur.

Avrupa, 76,152 MW'lık kurulu rüzgar enerjisi kapasitesi ile önemli bir bölgedir ve bu kurulu gücün önemli bir bölümü kullanabilir olmasında, AB ülkelerinin yenilenebilir enerji politikalarında uygulanan teşvik ve muafiyetler, etkin rol oynamaktadır. 2020 yılında AB'nin tüm elektrik enerjisi ihtiyacının % 12-14 arasındaki bir oranının rüzgar enerjisi ile karşılanması planlanmıştır. Buna göre 2020 yılında, AB'de toplam kurulu rüzgar gücünün 180000 MW'a ulaşacağı tahmin edilmekte ve bu hedefe ulaşmak için EWEA'nin rakamlarına göre, 2030 yılına kadar Avrupa'da rüzgar sektöründe 320 milyar euro yatırım yapılması öngörülmektedir.

Dünya ve AB rüzgar türbini pazarının, ülkelerin enerjide dışa olan bağımlılığını azaltma politikası ve küresel ısınma ile mücadelede Kyoto Protokolü gereği karbon ticareti sayesinde daha da büyüyeceği beklenmektedir. Bu gelişmeler gelecekte, rüzgar türbini üretiminin sanayiciler açısından yatırım yapılabilecek cazibe alanlarının başında gelmesine neden olabilecektir.

Rüzgar enerjisi, ithalata ve dışa bağımlılığı azaltan yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak dünya ülkelerinde olduğu gibi, Türkiye'de de giderek artan oranda ilgi görmektedir. Türkiye'de rüzgar enerjisinden ticari olarak son yıllarda daha çok yararlanılmaya başlanmıştır. Türkiye'de daha önce rüzgar enerjisine çok fazla önem verilmezken AB uyum çalışmalarına bağlı olarak, 2000 yılından itibaren rüzgar enerjisi yatırımlarında önemli artışlar meydana gelmiş ve 1029,85 MW'lık rüzgar santrali gücüne ulaşılmıştır. Türkiye'de başta rüzgar olmak üzere, yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi 5346 sayılı kanun ile teşvik edilmektedir. Ancak verilen bu teşvikler, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi için dolaylı teşvikler niteliğindedir ve piyasada çoğu ortak girişim olmak üzere bazı üreticilerin oluşmasına neden olmuş, sınırlı olsa istihdam yaratmıştır.

Türkiye'de rüzgar enerjisi sektörünün istenen başarıyı sağlayabilmesi için; AB'de olduğu gibi yatırımcılara cazip ortamların yaratılması gerekmektedir. Yatırımcıların devlet tarafından vergi indirimi, kredi, gümrük işlemlerinde kolaylıklar gibi konularda teşvik edilmesinin yanı sıra, rüzgar enerjisinden üretilen elektriği kullananların da desteklenmesi gerekmektedir. Ayrıca, rüzgar potansiyeline sahip

bölgelerdeki yerel yönetimlerin de, kentsel-yöresel politikalar üretmeleri, üniversiteler ve Ar-Ge kuruluşlarıyla işbirliği yaparak, düşük maliyetli rüzgar enerjisi projelerini desteklemeleri gerekmektedir.

Türkiye’de rüzgar enerjisi sektörünün teşvik edilmesi; sera gazlarının azaltılması, enerjide dışa bağımlılığın azalması, ulusal ve yöresel istihdama katkı sağlanması yanı sıra, türbin ithalatı nedeniyle ekonomiden döviz çıkışını azaltarak ödemeler bilançosu üzerinde olumlu katkılar yapabilecektir.

## 7. KAYNAKÇA

- Acar, Esin ve Doğan, Ahmet (2008), Türkiye’nin Rüzgar ve Hidrolik Enerji Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi, **VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Bildiri Kitabı UTES’ 2008**, 17-19 Aralık 2008, İstanbul., s. 675-682.
- Akdağ, Seyit Ahmet ve Güler, Önder (2010). Evaluation of Wind Energy Investment and Electricity Generation Cost Analysis for Turkey, **Applied Energy** 2010; 87.,p. 2574-2580.
- Akova, İsmet (2008), **Yenilenebilir Enerji Kaynakları**, Nobel Ya. No: 1294, Teknik Bilimler No: 100, Ankara.
- Altuntaşoğlu Taç, Zerrin (2007), Yerli Rüzgar Enerji Teknoloji Üretimi Destek Politikaları ve Türk Mevzuatı, **TMMOB Türkiye VI. Enerji Sempozyumu, Küresel Enerji Politikaları ve Türkiye Gerçeği**, 22-23-24 Ekim 2007, s. 377-389.
- Altuntaşoğlu Taç, Zerrin (2009), Yerli Rüzgar Enerji Teknoloji Üretimi Destek Politikaları, İstihdam Olanakları ve Türkiye’deki Durum, **Mühendis ve Makine Dergisi**, Cilt: 50, Sayı: 594, Ankara., s. 49-58.
- Çetin, Ali Cüneyt (2009), Rüzgar Enerjisi ve Isparta İlinde Rüzgar Enerji Santral Kuruluş Yeri Seçimi, **Uluslararası Davraz Kongresi Bildiriler Kitabı**, V. Oturum: Enerji ve Enerji Kaynakları, Süleyman Demirel Üniversitesi, 24-27 Eylül 2009, Isparta., s. 368-389.
- Çolak, İlhami ve Demirtaş, Mehmet (2008), Rüzgar Enerjisinden Elektrik Üretiminin Türkiye’deki Gelişimi, **TUBAV Bilim Dergisi**, Türk Bilim araştırma Vakfı Yayını, Sayı. 2, Cilt No: 1.,s. 64-72.
- Durak, Murat (2010), **2009 Yılı Sonu İtibarı İle Dünya’da ve Ülkemizde Rüzgar Elektrik Santral (RES) Projelerinin Son Durumu**, Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği-TÜREB, İstanbul, (www.tureb.com.tr.E.T. 08.02.2011)
- EWEA, (European Wind Energy Association) (2004), **Wind Energy The Facts-Market Development**, European Wind Energy Association, Volume: 5., p. 202-247.
- GWEC, (2010), **Global Wind 2009 Report**, March-2010, Global Wind Energy Council,, Belgium (www.gwec.net).

- Gökçınar, R. E. ve Uyumaz A. (2008), Rüzgar Enerjisi Maliyetleri ve Teşvikleri, **VII. Ulusal Enerji Sempozyumu, UTES'2008 Bildiri Kitabı**, 17-19 Aralık 2008, İstanbul., s. 699-706.
- İlkılıç, Cumali (2009), Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Potansiyeli ve Kullanım, **Mühendis ve Makine Dergisi**, Cilt: 50, Sayı: 593, Haziran 2009., s. 26-32.
- Karacan, Ali Rıza (2007), **Çevre Ekonomisi ve Politikası-Ekonomi, Politika, Uluslararası ve Ulusal Çevre Koruma Girişimleri**, Ege Üniversitesi Ya., İİBF Ya. No: 6, İzmir.
- Kılıç, Nurel (2009), Dünyanın Önemli Doğal Kaynağı: Rüzgar Enerjisi, **İzmir Ticaret Odası, Ar-Ge Bülteni**, Haziran-Ekonomi, İzmir ([http://www.izto.org.tr/NR/rdonlyres/7475BDA1-95B7-4855-B351-9ADCE4362AFE/12474/r%C3%BCzgarenerjisi\\_nk%C4%B1%C4%B1c.pdf](http://www.izto.org.tr/NR/rdonlyres/7475BDA1-95B7-4855-B351-9ADCE4362AFE/12474/r%C3%BCzgarenerjisi_nk%C4%B1%C4%B1c.pdf), E.T. 08.01.2011).
- Malkoç, Yüksel (2007), Türkiye Elektrik Enerjisi İhtiyacının Karşılmasında Rüzgar Enerjisinin Yeri, **Cumhuriyet Enerji Dergisi**, EMO Yayını, Sayı No: 3, Eylül 2007., s. 45-50.
- Mehel, Nurcan (2009), **Dünya'da ve Türkiye'de Rüzgar Enerjisi: Potansiyeli, Kullanımı ve Almanya-Türkiye Karşılaştırması**, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
- <http://web.gyte.edu.tr/enerji/Ruzgarenerji/d4.html>, E.T. 08.01.2011.
- <http://www.ruzgarenerjisibirligi.org.tr/bilimsel/diger/KucukHESveRuzgar.pdf>, E.T. 08.12.2010.
- [http://www.ewea.org/fileadmin/ewea\\_documents/documents/statistics/gwec/08-02\\_PR\\_Global\\_Statistics\\_2007.pdf](http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/statistics/gwec/08-02_PR_Global_Statistics_2007.pdf), E.T. 04.01.2011.
- <http://ulutek.uludag.edu.tr/downloads/ruzgarenerjisitesvikler.pdf>, E.T. 15.12.2010.
- <http://www.alternaturk.org/ruzgar.php>, E.T. 02.01.2011.
- [http://www.emo.org.tr/ekler/58072be2820e868\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/58072be2820e868_ek.pdf), E.T. 15.01.2011.
- [http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/ruzgar/ruzgar\\_en\\_hak.html](http://www.eie.gov.tr/turkce/YEK/ruzgar/ruzgar_en_hak.html), E.T. 23.01.2011.
- [http://www.awea.org/rn\\_release\\_01-24-11.cfm](http://www.awea.org/rn_release_01-24-11.cfm), E.T. 25.01.2011.
- [http://www.emo.org.tr/ekler/019e55374c2c618\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/019e55374c2c618_ek.pdf), E.T. 14.1.2011.
- <http://www.hornsrev.dk/index.en.html>, E.T. 07.02.2011.
- <http://www.denizhaber.com.tr/dis-basindan/21207/ruzgar-santrali-horns-rev-2-kuzey-denizi.html>, E.T. 07.02.2011.
- [http://www.artienerji.com.tr/docs/ITU\\_SUNUM.pdf](http://www.artienerji.com.tr/docs/ITU_SUNUM.pdf), E.T. 02.02.2011.
- [http://www.emo.org.tr/ekler/21c444a5dd33eea\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/21c444a5dd33eea_ek.pdf), E.T. 04.01.2011.
- <http://www.dmi.gov.tr/FILES/genel/sss/ruzgaratlası.pdf>, E.T. 23.01.2011.
- [http://www.emo.org.tr/ekler/73a234fb82af029\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/73a234fb82af029_ek.pdf), 05.01.2011.
- <http://www.enerjiport.com/2010/06/19/ruzgara-tesvik-sadece-1-cent/>, E.T. 08.02.2011.
- <http://www.mkubilisim.com/forum/viewtopic.php?f=143&t=129>, E.T. 08.02.2011.