



TR1000351

## Rüzgar enerjisi kullanımına bakış

**Süleyman TOLUN<sup>1</sup>**

*İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi*

### **Abstract**

*Electricity from wind energy has expanded globally 43.4% in 2005. The goal of the contributing countries is to increase its share in electricity production to 20% in 2020-30 period. Incentives play an important role in promoting the wind energy in countries. As wind energy conversion technology is the most developed one among other renewable energies there is a chance of installing advanced technology turbines on windy sites of the country by precise evaluation of the source and technology it needs.*

---

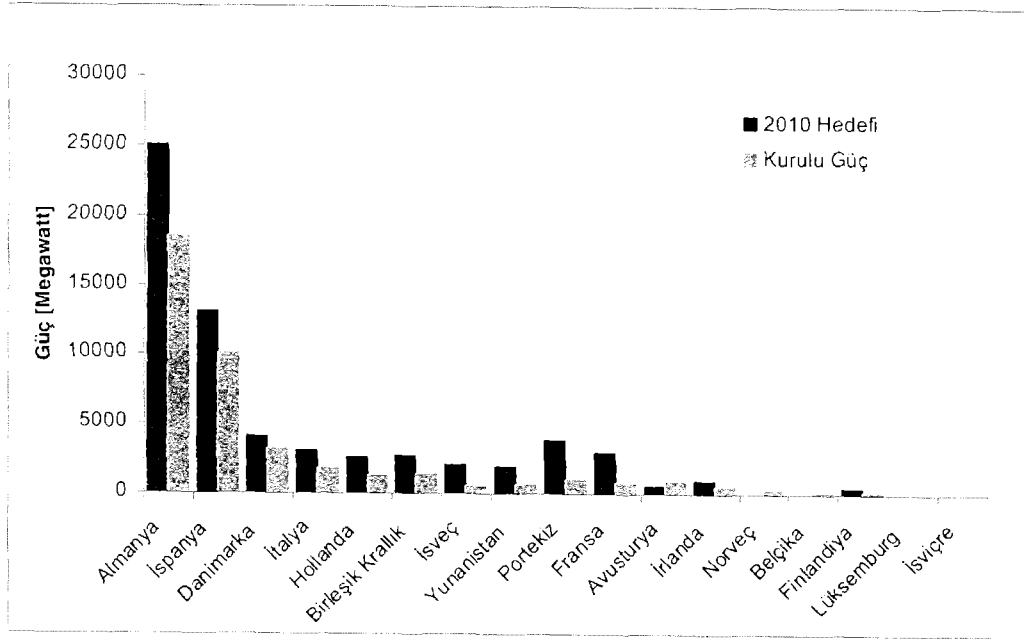
<sup>1</sup> Süleyman Tolun, Tel: 212 285 31 24, e-mail: tolun@itu.edu.tr

## Giriş

Rüzgar enerjisi kullanımı fosil enerji kaynakları kısıtlı olan ve rüzgarı nisbeten fazla olan gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde artmaktadır. Bu ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarından olan rüzgardan yararlanarak giderek fiyatları artan ve risk taşıyan fosil yakıtlara olan bağımlılıklarını azaltmaya çalışmaktadırlar. Aynı zamanda diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından da yararlanarak enerji çeşitliliklerini artırmaktadırlar. Ülkemizde ise bu konuda önemli fırsatlar vardır. Rüzgar enerjisi kaynağı bakımından verimli bölgelerin henüz çok azı kullanılmış durumdadır ve gelişen rüzgar teknolojisini iyi değerlendirme şansı bulunmaktadır. Bu enerji teknolojisi ile ilgili alt sistemleri yerli olarak üreterek ve doğru yatırım kararları verilerek, kurulacak tesislerin karlılığı yüksek yatırımlara dönüşmesi sağlanabilir.

## Dünyada genel durum

2005 yılı itibari ile AB'de rüzgar enerjisi kurulu tesisleri bakımından durum ve 2010 yılı hedefi Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. AB ülkelerinde 2005 yılı itibari ile kurulu güç ve 2010 hedefleri [1]

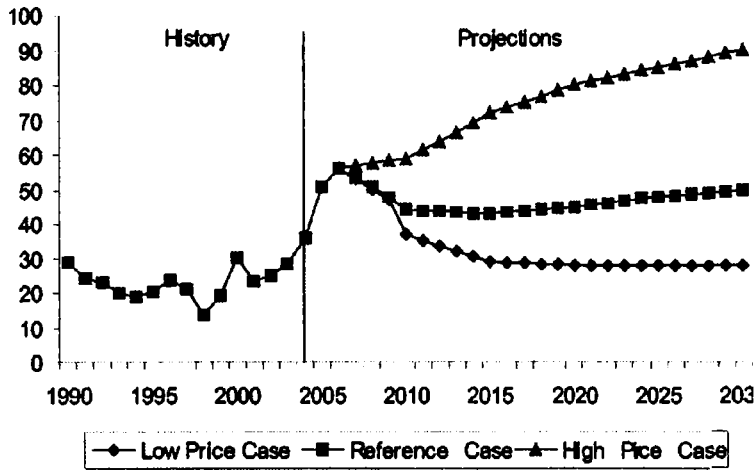
Dünya genelinde geçen yıl 11 769 MW'lık rüzgar türbini kurularak rüzgar gücünde 2004 yılına nazaran %43,4'lük bir artış görülmüştür[2]. Son yıl yatırımları yaklaşık 12 milyar eurodur. Avrupa 40.500 MW'lık güçle genel kurulu güç toplamının %69'unu elinde bulundurmaktadır. AB'de kullanılan elektriğin %3'ü rüzgardan sağlanmaktadır ve bu miktarın 2020 yıllarında %20'lere çıkarılması hedeflenmektedir. Dünyada kurulu güç sıralaması şöyledir:

1. Almanya 18.428 MW
2. İspanya 10.027
3. A.B.D. 9.149
4. Hindistan 4.430
5. Danimarka 3.122

15. Yunanistan 573  
39. Türkiye 20  
Toplam 59.322 MW

1.000 MW sınırını geçen ülkeler: İtalya, İngiltere, Hollanda, Çin, Japonya ve Portekiz'dir. A.B.D.'de süresi dolmadan yeniden uygulanan üretim vergi indirimi teşvikinden dolayı 2.430 MW'lık güç tesis edilerek rekor kırılmıştır. Asya'da %49 artışla kurulu güç 7.135 MW'a yükselmiştir. Çin'de Ocak ayında yürürlüğe giren yenilenebilir enerji (YE) yasası ile 2004 yılı kapasitesi 2005'te iki katına çıkmıştır. Afrika'daki artış ise en fazla 230 MW ile Mısır ve 64 MW ile Fas'tadır. Ülkemizde ise toplam 1454 MW'lık tesis kurmak için alınan lisanslar Tablo 1'de verilmiştir[4]. 2006 yılında kurulu güç, 30 MW'lık BARES santralının üretime girmesi ile 50 MW'a çıkacaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından teknolojik olarak en gelişmiş olanı ve iyi bir kaynakta kWh maliyeti oldukça düşük olan rüzgarda beklenen gelişme olmamıştır. Günümüz teknolojisi ile ülkenin ekonomik rüzgar enerjisi kaynağını belirlemekle ilgili bazı çalışmalar yapılmıştır; fakat bunların 50.000 - 80.000 kW gibi değerler içeren kaba tahminlerden ileri gitmediği söylenebilir. Ülkede bu potansiyelden ihmal edilebilecek mertebede yararlanıldığı ise gerçektir.

Yap-ışlet-devret şeklindeki santralların kurumundan vazgeçilmiştir. Uygulanan enerji politikasının rüzgar gibi yenilenebilir kaynağa yararı henüz görülmemiştir. Yatırımcılar enerji yatırımları konusunda yeterince planlı, programlı ve rasyonel bir yol izlemeyen kamu yönetimi altında ilk yatırım maliyetleri geçtiğimiz yıllarda düşük gibi görünen doğal gazdan enerji üretimine yönelmiştir. Hemen hemen tamamı ithal edilen doğalgazın fiyatı astronomik artışlar göstererek 1990'un 2-3 USD/milyon BTU (British Thermal Unit) değerlerinden günümüzde 12 - 14 USD/milyon BTU değerine ulaşmıştır. Petrol gibi doğal gaz fiyatları da genelde yükselmeye devam edecektir. Rüzgar enerjisi tesisi kurulması için yatırım yapacakların ve bu teknolojiyi geliştireceklerin en az iki üç yıllık bir dönemde önlerini görmeleri önemlidir. Petrol fiyatlarının 2030 yılına kadar artarak süreceği tahmini Şekil 2'de gösterilmiştir. Yüksek ve düşük fiyat senaryoları arasında fazlaca fark vardır ve bu durum fiyatlarda normal seyrinde dahi riskin yüksek olduğunu göstermektedir.



Şekil 2. Dünya petrol fiyatları , 1990-2030, 2004 ABD \$/varil [3].

Çizelge 1. Lisans alan firmalar ve yatırımların 2005 sonu itibari ile gerçekleşme yüzdesi

Sıra no.	Firma	Tesis	KG MW	Veriliş Ta.	Fili gerçkl.
1	Ak-El Akhisar Elektrik Üretim A.Ş.	Çambel	66.66	7/24/03	2.1
2	Akhisar Rz. Enerji.den Elektr. Ür. Santr. Ltd. Şti.	Sertavul	46.25	8/28/03	3.6
3	Akhisar Rz. Enerji.den Elektr. Ür. Santr.Ltd. Şti.	Akhisar	43.75	6/22/04	2.5
4	Anemon Enerji Elektrik Ür. A.Ş.	İntepe	30	11/24/03	0.6
5	AS Elektrik Ür. A.Ş.	Saray	45	10/23/03	0.8
6	As Makinsan Elektrik Ür. Ltd. Şti.	Belen II	19.8	5/4/04	7.2
7	As Makinsan Elektrik Ür. Ltd. Şti.	Fethiye	24.3	1/8/04	6.5
8	As Makinsan Elektrik Ür. Ltd. Şti.	Karacabey	26.1	12/5/03	6.7
9	As MakinsanTemiz Enrj. Elctr. Ür. San. ve Tic.A.Ş.	Çanakkale	29.7	6/14/04	6.3
10	Bağcı Elektrik Enerjisi Üretimi A.Ş..	Söke	21.25	1/27/04	0.8
11	Baki Elektrik Ür. Ltd. Şti.	Şamlı	90	4/6/04	0.6
12	Balıkesir Rüz. Ener.den Elctr. Ür. Santr. Ltd. Şti.	Alibey Adası	30	9/11/03	2.9
13	Banguç Bandırma Elektrik Ür. A.Ş.	Bandırma	15	1/20/04	6.9
14	Bares Elektrik Ür. A.Ş.	Bandırma	30	5/18/04	63.1
15	Deniz Elektrik Üretim Ltd. Şti.	Karakurt	10.5	12/5/03	25.2
16	Deniz Elektrik Üretim Ltd. Şti.	Sebenoba	30.0	6/4/04	25.2
17	Deryalar Elektrik Üretim Ltd. Şti.	Ekinli	42	12/5/03	4.26
18	Doğal Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	Sayalar	30.4	4/13/04	0.2
19	Doğal Enerji Elektrik Üretim A.Ş.	Burgaz	15.2	9/11/03	0.5
20	Ertürk Elektrik Üretim A.Ş.	Çatalca	62	1/8/04	0.4
21	Ertürk Elektrik Üretim A.Ş.	Tepe	0.66	3/1/04	9.9
22	EZSE Elektrik Üretim Ltd. Şti.	Babadağ	20	9/18/03	10.4
23	EZSE Elektrik Üretim Ltd. Şti.	Bergama	55.8	1/27/04	7.1
24	EZSE Elektrik Üretim Ltd. Şti.	Kabaklar	27.9	1/27/04	6.4
25	EZSE Elektrik Üretim Ltd. Şti.	Meydan	27.9	1/27/04	7.8
26	EZSE Elektrik Üretim Ltd. Şti.	Samandağ	22.5	1/27/04	7.5
27	EZSE Elektrik Üretim Ltd. Şti.	Türbe	35.1	1/27/04	6.2
28	EZSE Elektrik Üretim Ltd. Şti.	Hereke	90.9	1/27/04	5.1
29	İnnores Elektrik Üretim Ltd. Şti..	Yuntdağ	41.25	6/4/04	4.1
30	Lodos Elektrik Üretim A.Ş.	Kemberburgaz	24	10/30/03	2.4
31	Lodos Elektrik Üretim A.Ş.	Hereke	28.8	10/30/03	2.6
32	Mare Manastır Rüz. Enerj Sntr. San. ve Tic. A.Ş.	Mazı I	39.2	10/20/05	1.2
33	Proen EnerjiSan. ve Tic. A.Ş.	Kıranseki	12.75	7/14/05	0.9
34	Rotor Elektrik Üretim A.Ş.	Osmaniye	135	12/19/03	4.4
35	Sabaş Elektrik Üretim A.Ş.	Madranbaba	24.3	1/20/04	4.4
36	SAGAP Elektrik Üretim A.Ş.	Kahta	43	7/20/04	4.8
37	SAGAP Elektrik Üretim A.Ş.	Kapaklı	67	7/20/04	1.3
38	Samandağ Rüz. Enr.den Elctr. Ür. Sntr. Ltd. Şti.	Samandağ	50	3/9/04	3.0

Kaynak: EPDK [4]

Haziran 2006 ortasında itibaren Konya, Kırşehir, Aydın, Balıkesir, Osmaniye, İstanbul, Şanlıurfa, Mersin, Tokat illerinde kurulmak üzere 1.351 MW'lık lisans başvurusu değerlendirilecektir [5]. Reddedilen rüzgar enerji santrali (RES) başvurusu toplam sayısı 22 ve kapasitesi 788 MW'tır.

Çizelge 1'in en sağ kolonundaki düşük gerçekleşme yüzdesi rakamlarından ve yaklaşık başvuruların 1/3'nün reddedilmesinden, rüzgar kaynağı kullanımının arzu edilen düzeyde olmadığı sonucu çıkarılabilir. Rüzgar enerji kaynağından yararlanmak için ne yapılmalıdır? Yatırımcı bakımından kaynağı bol olan yerlerden, yani genelde enerji üretim maliyeti düşük olabilecek yerlerden başlayarak yatırım yapılma tercihi doğaldır; fakat ülke açısından, yapılacak yatırımlarda çevre etkisi de gözetilerek en uygun türbinlerin kullanıldığı santrallerin tesis edilmesi önem taşır. Aksi takdirde yatırımcılar düşük kar ile çalışacak ve rüzgar kaynağının orta ve zayıf olduğu yörelere gitmekten kaçınacaktır. Ekolojik dengeyi değiştirecek kaynak kullanımında yenilenebilir, temiz enerjilere nazaran daha kirli kaynaklardan üretilen elektrik enerjisinden, çevreyi kirletme başta olmak üzere ekolojik dengeyi değiştirmenin belirli bir maliyeti alınmadığı sürece bu durum ülkemizde olduğu gibi temiz enerjilere yönelmeyi cazip hale getirmeyecektir. Rüzgar kaynağı sınırları aşır geldiğinde ulusal bir kaynak olmaktadır. Yani ülke için zor şartlarda ve kritik dönemlerde uygulamaya konulabilecek temin zorluğu şeklindeki dışarıya bağımlılık rüzgarda olmayacaktır.

Teşvikler dışında rüzgar enerjisi kullanımını artıracak en önemli gelişme, bu sistemlerle üretilen elektrik enerji maliyetinin (kWh cinsinden) en aza indirilmesidir. Bu maliyeti etkileyen önemli üç parametre (1) ortalama rüzgar hızı (ekonomik olarak yaşayabilecek alt sınır 6,5 m/s civarında kabul edilebilir), (2) mevcut iletim hatlarına olan uzaklık, (3) kaynak değerinin azalması (arazi eğimi ve pürüzlülüğü, araziye ulaşım, rüzgarın türbülansı ve değişkenliği ve diğer doğal kaynak faktörleri gibi), iletim hatlarının yenilenme maliyeti (değişken rüzgar gücünün daha fazla hatta verilebilmesi için) ve pazar faktörü (estetik ve çevre gerekçeleri ile arazinin alternatifli kullanım maliyetinin artması gibi). Bu üç ölçü yanında önemli diğer bir husus da imal edilecek yüksek teknoloji ürünü türbinlerin düşük maliyetli, şebekeye bağlı, değişik rüzgar rejimlerinde mümkün olduğunca en yüksek performansta sürekli olarak çalışabilecek türbin olarak tasarlanmış olmasına dayanmaktadır. Bununla beraber önemli olan diğer hususlar şöyle sıralanabilir:

- Rüzgar kaynağının doğru modellenmesi ve rüzgar türbinlerinin kurulacağı yörelerde yerel rüzgar tahminlerinin iyi yapılması
- Dişli sistemi olmadan rotora doğrudan bağlanabilecek jeneratörlerin tasarımı
- Elektrik şebekesine bağlama kolaylıkları ve rüzgar santrallerinin kolay kontrol edilebilir olması
- Türbin kütlelerinin azaltıldığı bütünleştirilmiş tasarımlar
- Türbin ebatlarını daha fazla enerji yakalamak için çoklu megawattlara çıkarılması. Bu durumda artacak maliyet elde edilecek fazla enerji ile karşılanabilecektir.
- Türbinlerin ileri kontrol teknikleri ile değişken rüzgar hızlarına göre türbinlerin tasarlanması ve işletme sırasında bunun sağladığı avantajların artırılması
- Ayrık olarak kurulabilecek küçük güçlü sistemlerle iletim hatlarına sokulmadan yaygın olarak rüzgardan enerji elde edilebilmesi
- Yoğun nüfusun bulunduğu rüzgarlı kıyı kesimlerde kurulacak kıyı ötesi türbinlerinin maliyetinin düşürülmesi
- Türbinlerin doğa ve çevreye uyumluluğunun artırılması

### **Teknolojik gelişme**

Rüzgar enerjisini dönüştürme sistemlerinin %99'u yatay eksenli türbinlerle yapılmaktadır. Yeni teknolojiler genellikle eskilerin birçok mahzuru giderilmişleri ve bunların daha verimli hale getirilmişleridir. Bu nedenle teknolojik durumu doğru değerlendirilen ve belirli türbin büyüklüğü ile rüzgardan en fazla elektrik üreten türbinlerin seçimi büyük önem taşır. Burada kriter doğal olarak türbinlerin ömürleri boyunca belirli bir rüzgar kaynağında üreteceği enerjinin kWh maliyetinin ne

olacaktır. Bu değerin doğru belirlenmesi için de rüzgar kaynağının ve özelliklerinin doğru tahmin edilmesi önem taşır. Daha sonra da doğru tahmin edilen kaynağa uygun ileri teknoloji türbinlerin seçilmesi gerekir. Kurulu gücün kapasite kullanım oranı belirli bir gösterge olmasına rağmen kule yüksekliği aynı, aynı rotor çapına sahip bir türbinden elde edilecek enerji, bunda farklı jeneratör ve aktarma sistemi bulunması durumunda elde edilecek enerjiden daha az olabilir. Bir yöredeki rüzgar kaynağının yıllık ortalama değeri ilk değerlendirmede önem taşıyabilir. Yatırım aşamasında ortalama değerden çok, rüzgar şiddetinin dağılımı ve esmedeki düzenliliği (türbülans şiddeti) gibi özelliklerin iyi belirlenmesi ve gelecek yıllar tahminlerinin iyi yapılması gerekir. Rüzgarın depolanabilme sıkıntısı gözönünde bulundurulursa rüzgarın gün boyunca daha fazla estiği saatlerin de önemi vardır. Gerçi ufukta beliren hidrojenin yakıt olarak kullanımı, rüzgar enerjisinin depolanma ve taşınabilmesinde önemli bir rol oynayacağa benzemektedir.

Teknolojideki gelişim şu şekildedir: Büyük rüzgar türbinlerinde ayrı sistemlerden çok şebekeye bağlı sistemlere gidilmektedir. Yatay eksenli bu türbinler genellikle üç palalı ve esnek yapı şeklindedir. Türbinlerle jeneratörlerin doğrudan bağlanması tercih edilmektedir.

Üretilen rotor palalarının çoğu cam elyafı takviyeli plastiktendir. Plastik olarak polyester veya epoksi kullanılmaktadır. İki yarım pala ayrı kalıplarda yapıp sonradan birbirine yapıştırılmaktadır. Pala boyunca ve enlemesine düzenlenen elyaf kuşaklar yüksek oranda yükleri taşır. Birçok üretici cam elyafı kompozit veya balsa ağacından yapıma destek kirişleri pala içersine yapıştırmadan önce yerleştirir. Alternatif olarak pala katmanları arasında bulunan kiriş başlıkları esas destek elemanı olarak kullanılır. Bazı üreticiler palayı tek kalıpta üretmektedir. 44 m'lik bir palayı, aerodinamik kaplama yüzeylerini açıklık boyunca uzanan bir kirişe yapıştırarak yapanlar da vardır. Parçaların yapıştırılmasında sorunlar da yaşanabilmektedir. Parçalar birbirine tam yapışmamaktadır. Düşük ağırlık ve yüksek katılık elde etmek için, üreticiler özellikle takviye kuşaklarında olmak üzere artan oranda, palalarda karbon elyafı kullanılmaktadır. Karbon elyafları cam elyaflara göre daha zor işlenmekte ve yıldırım düşmesinde malzeme dayanımını etkileyecek şekilde elektriği iletmektedir. Palaların çoğu hava yokluğunda kalıpta bulunan elyaflar tarafından reçinenin emildiği vakum infüzyonu yöntemi ile yapılmaktadır. Malzeme miktarının daha iyi kontrol edildiği prepreg alternatif olarak kullanılmaktadır; fakat oldukça pahalıdır. Çoklu kalıplarda üretilmiş kısımların yapışmama problemini gidermek için tek pala kalıbında, vakum enjeksiyon ile üretime gidilebilir.

Karasal bölgede tesis yeri bulmakta zorlanan ülkelerde denize doğru açılma ve dolayısı ile burada daha büyük güçlü türbinlere gidebilme imkanı vardır. 2006-2010 döneminde kıyı ötesine 1.700 türbin kurulacağı tahmin edilmektedir. Bunlar 2 ila 5+ MW kapasitelerinde ve 20 m'den fazla su derinliğine inebilecektir.

Rüzgar kaynağı nisbeten bol olan yerlerde bina tepelerine ve kırsal alandaki yerleşim birimlerine küçük güçlü türbinleri kurarak enerji gereksinimlerinin bir kısmının rüzgardan sağlanacağı da söylenebilir.

### **Arzu edilen bir rüzgar enerjisi politikası nasıl olabilir**

- Hükümet fonları ile teknoloji geliştirme ve performans artırma AR-GE'si yapmaları için imalatçılar desteklenmelidir.
- Tasarım anma rüzgar hızları ( $V_r$ ) farklı, çeşitli türbinlerin, imalatçılar tarafından ülkeye getirilmesi veya burada üretilmesi için hükümet otoriteleri ciddi önlemler almalıdır ve rüzgar santralı geliştirenlerin yöreye en uygun türbini seçmesi için zorlama yapılmalıdır.
- Bir yöreye tesis edilecek rüzgardan elektrik üretme sistemi (REÜ)'nin optimum kapasitesine karar vermede arazi, önemli bir rol oynamaktadır. Belirli bir araziye kurulacak REÜ sayısı

REÜ ebadına bağlıdır. Bu nedenle müsait olan arazide maksimum enerjiyi elde edebilmek için ne ebatla ve hangi güçte REÜ kurulacağı planlama çalışması daha önceden ülke çapında yapılmalıdır.

- Enerji nakil hatlarından ve yerleşimlerden uzak bölgelerde ve altyapısı bulunmayan rüzgarlı yörelere veya orta ve zayıf rüzgarlı; fakat altyapısı olsa bile bu gibi bölgelere ilgi az olabilir. Kullanılabilir kredi kaynakları yaratılarak bunlar, az ve orta rüzgarlı bölgelerde yatırımı da cazip hale getirecek şekilde yöreye özgün düzenlenmelidir. Arazide yüzde yirmiden fazla eğim olması, arazilerin milli park v.b. olarak kullanılması, askeri tesislerin bulunması v.b. nedenlerle rüzgarlı arazi alanlarda sınırlar olduğundan, rüzgarın arazi bakımında sonlu bir kaynak olduğu farzedilebilir. Yönlendirici kurumlar tarafından arazi planlaması yapılmışsa özel teşebbüs sınırlı bu bölgelerde belirli türbin ebadı ve gücü kullanarak, zor durumda kalmadan ( veya zarar etmeden) enerji üretebilecek ve kayba uğramayacaktır.

Örnek olarak Almanya'yı ele alırsak bu ülke düşük rüzgar enerjisi kaynağına sahip olmakla birlikte kurulu güç olarak dünyada başı çekmektedir. Burada önemli bir katkı, şebekelerin rüzgar dahil yenilenebilir enerjilerden öncelikle beslenmesinden ve bunlara verilen yüksek fiyat garantilerinden gelmiştir. Ülkede rüzgarlı kara kısımlarında yer sıkıntısı başlayınca kıyı ötesine doğru gidilmeye başlanmış ve ayrıca firmalar dış ülkelerde pazarlar aranmaya koyulmuştur. 21 Temmuz 2004'te elektrik sektöründe yenilenebilir enerjiye öncelik verme aktinde elektrik dağıtımçılarının yenilenebilir kaynaklardan elde edilen elektriği derhal ve öncelikle şebekeye bağlamaları ve bunlara ödenecek kWh ücretinin 5,5 euro sentten düşük olamayacağını, kıyı çizgisinden en az 3 deniz mili açığında bulunanlardan verilen elektrik fiyatının ise 6.19 sentten az olamayacağını belirtmektedir.

## Sonuç

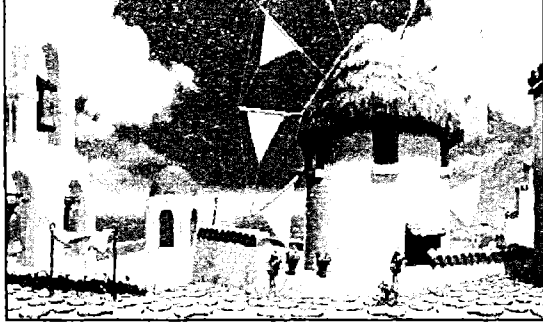
Rüzgar enerjisi maliyetleri tesis büyüklüğüne, enerji kaynağına, sistemin tasarım mükemmeliyetine, iletim hatlarına yakınlığına ve kapasitesine bağlıdır. Bu enerjiden üretilen elektrik fiyatları diğer kaynaklardan elde edilenlerle karşılaştırılırken çevre faktörleri ve fiyat risk faktörleri gözönüne alınmalıdır. Örneğin doğalgazın temin ve fiyat riski oldukça yüksektir.

Bir yöreye kurulacak REÜ sisteminin türbin güçleri üretim maliyeti (kWh) esasına göre doğru seçilmelidir. AR-GE fonları ile rüzgar türbini imalat endüstrisi desteklenerek, bunların rüzgar teknolojisini geliştirmeleri sağlanmalıdır. Rüzgar türbin teçhizatlarının standartlaşması büyük yarar sağlayacaktır. Yöreye-özgün güçlü türbinlerle rüzgar santrali geliştirenlere verilecek kredilerde, yerleşim yerlerinden uzak ve zor sahalar değerlendirmesi yapılmalıdır. Ulusal şebekeye daha fazla REÜ'nin saptanabilmesi için şebeke geliştirme planlaması da yapılmalıdır. Rüzgarlı bölgelerde küçük ünitelerde küçük güçlü rüzgar türbinleri kullanılarak yaygın üretim de teşvik edilmelidir.

## Kaynaklar

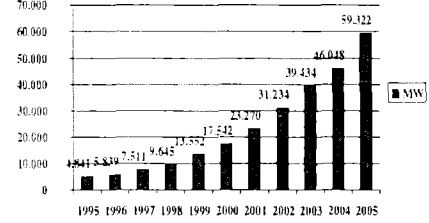
- [1] European Wind, reFOCUS, p.30 – 32, March/April 2005
- [2] [www.gwec.net](http://www.gwec.net) 08/06/2006
- [3] Assumptions to the Annual Energy Outlook 2006, Energy Information Administration, Report DOE/EIA-0554(2006), March 2006
- [4] <http://www.epdk.gov.tr/lisans/elektrik/proje/yenilenebilir.xls> 08/03/2006
- [5] <http://www.epdk.gov.tr/lisans/elektrik/ruzgar/ruzgar.htm> 08/06/2006

## Dünyada Rüzgar Enerjisi



## DÜNYADAKİ (RES) RÜZGAR ENERJİ SANTRALLERİNDEKİ ARTIŞ

- Son 2004 te 8,207 MW 2005 te 11,769 MW
- RES pazarı 2005 te % 43.4 büyüdü
- Kurulu güç 10 senede 12 katına ulaştı.



## DÜNYA'DA İLK 10 ÜLKE

ÜLKE / MW	Aralık 1990	Aralık ' 2005	ARTIŞ %
1 ALMANYA	47	18,428	39109%
2 İSPANYA	8	10,027	125238%
3 ABD	1,567	9,149	488%
4 DANİMARKA	412	3,122	658%
5 HİNDİSTAN	6	4,430	73733%
6 İTALYA	-	1,717	-
7 HOLLANDA	45	1,219	2609%
8 İNGİLTERE	9	1,353	14933%
9 ÇİN	5	1,260	25100%
10 JAPONYA	-	1,231	-
TOPLAM=	2,089	51,936	2386%
TÜRKİYE	-	20	-

## Türkiyedeki RES nin durumu Kurulu güç

YER	Uretime geçiş tarihi	GÜÇ MW
1 ALAÇATI,İZMİR ,Alaçatı	Şub.98	1.7
2 ALAÇATI,İZMİR ,Alaçatı	Kas.98	7.2
3 BOZCAADA, ÇANAKKALE	Hbz.00	10.2
4 Hacımköy ,İSTANBUL	Kas.03	1.2
TOPLAM 2005 sonu		20
5 Bandırma ,Balıkesir	May.05	30
6 ALAÇATI,İZMİR ,Alaçatı	Ağu.05	39.2
7 İncepe ,Çanakkale	Kas.05	30.4
2006 da uretime geçecekler		99.6

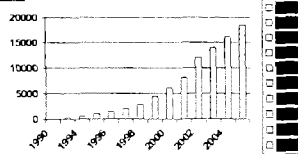
## ALMANYA

### YIL SONU İTİBARIYLA KURULU GÜÇ

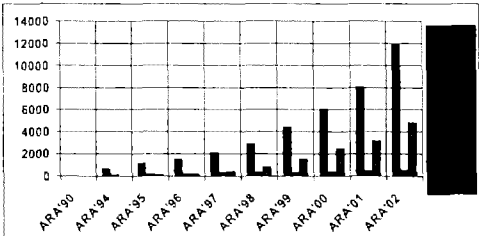
- 1990 47 MW

### 1991 YILINDA ALMANYA'DA SABİT FİYAT VE %100 SATIN ALMA GARANTİSİ KANUNUNDAN SONRA

- 1993 330 MW
- 1994 836 MW
- 1995 1,136 MW
- 1996 1,500 MW
- 1997 2,091 MW
- 1998 2,875 MW
- 1999 4,445 MW
- 2000 6,113 MW
- 2001 8,100 MW
- 2002 12,001 MW , YALNIZ 2002'DEKİ ARTIŞ 3,250 MW
- RES'ler ÜLKENİN TOPLAM Kurulu gücün % 9 zu.

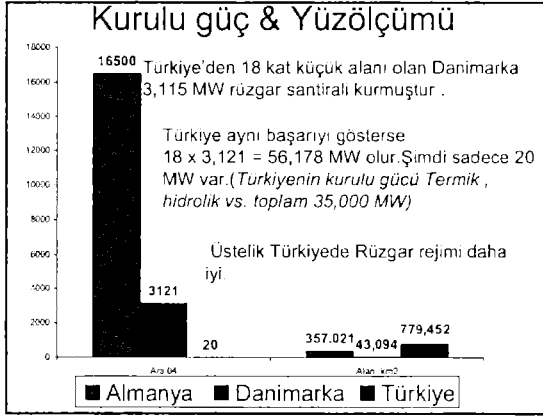


## İngiltere & Almanya ve İspanya'nın Gelişimi



Görüldüğü gibi Almanya 1990 dan sonra kanunun çıkmasıyla patlama yapmış ,daha sonra İspanyada benzer kanunu çıkarınca atağa geçmiş Ancak rüzgarı Almandan 2 misli fazla olan İngiltere serbest rekabet ,iha le sistemi sonucu bir ilerleme kaydetmemiş 2001 yılında ise her yıl 1 puan artarak 2010 kadar yenilenebilir kaynaklarda enerjinin %10 karşılama zorun luluğu getirmiştir.





## Sonuç :

- Reel anlamda en ucuz enerji kaynağı olan Rüzgar ancak Satın alma garantisi veya sabit fiyat mekanizması olan ülkelerde başarıya ulaşmış.
- Serbest piyasa ve ihale sistemi İngiltere'de başarısız olmuş .2000 yılında İngiltere bu sistemden vazgeçerek Yeşil sertifika sistemine geçerek gelişmenin önünü açmıştır.

### Mirasyedi İnsanoğlu

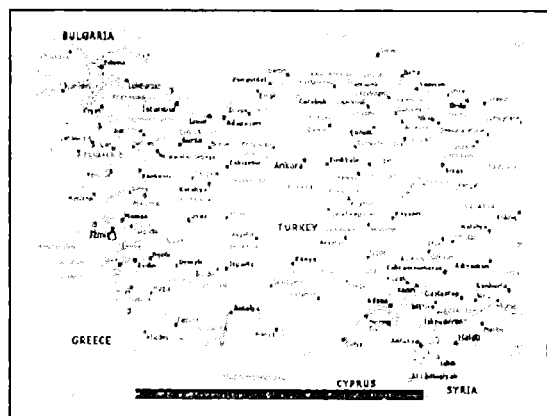
- Petrol rezervleri 300 milyon yılda oluştu.
- Tüketim 110+(önümüzdeki) 40=150 yıl.
- Tüketim / Rezerv = 1 / 2,000,000
- 2,000,000 gün = 5,475 yıl
- 1 Günde 2,000,000 günlük rezerv tüketiliyor yani 54 asırlık.
- Hemde dünyamızı kirleterek !

### RES LERİN FAYDALARI

- Doğal ve sonsuz bir kaynak
- Dışa politik bağımlılığı yok
- İthal enerji değil
- HARİCİ MALİYET (Çerveyi kirletme maliyeti) termik santrallere göre 2-5 cent/kw daha az.
- FİYAT ARTMA RİSKİ YOK
- İSTİHDAM YARATICI

### Türkiye'de Rüzgar enerjisinin gelişimi

- 1996 Rüzgar ölçüm amaçlı 30 m ve üstü direklerin dikimi.
- Ağustos 1997 ilk otoproduktör RES imzalanması ve YİD başvurularının 500 MW aşması
- Şubat '98 ilk RES santrali Alaçatıda kuruluşu  $3 \times 500$  kW = 1.5 mW
- Kasım '98 Alaçatı 7.2 YİD kuruluşu.
- Enerji bakanlığı ile yaklaşık 100 MW YİD modeli ile sözleşme parafı ve Danıştay'a yollanma.
- 1999 Danıştay'ın DPT onayı daha gelmedi diye iadesi .Nisan '99 DPT'nin onayı. Daha sonra Bakanlığın Uluslararası talikim ve özel hukuk kanunu gerekçesiyle sözleşmeleri durdurması.
- Ekim 2000 Sözleşmelerin imzalanması yaklaşık 495 MW RES.
- 2001 enerji bakanlığında Beyaz Enerji operasyonu iherşeyin durması.
- 2002 yılında 6 ay içinde Türkiye tüketiminin %23 kadar Doğal gaz elektrik santralının devreye alınması ve pratikte bütün geçerli anlaşmaların askıya alınması .
- 2003 sonunda yaklaşık 1300 MW verilen lisans ancak kanun yok proje yok
- 2004 Temmuz Yenilenebilir enerji kanununun taslağının Meclis enerji komisyonundan geçip meclis genel kuruluna yollanması.
- 14 Temmuz 2004 son anda Hazine bakanı tarafından durdurulması...



### Türkiye'de Rüzgar enerjisinin gelişimi

- 18 Mayıs 2005 Yenilenebilir Enerji Kanunu yürürlüğe girdi.
- 7 yıl dağıtım şirketlerine alım zorunluluğu getirildi
- Türkiye ortalama toptan satış fiyatından 88,300 TL
- TL bazda ve her yılda bir revize edileceğinden kredi bulmada zorluk var
- Dünya da türbin darboğazı var
- İzinlerin alması yıllar sürebiliyor.SIT ,imar vs..
- Binlerce MW başvuru ve lisans var ancak bu 2008 ve 2007 de toplam tamamlanacak RES ler 180 MW ta ancak ulaşacak gibi gözüküyor.Geçen sene ABD 2,431 MW ,Almanya 1,808 MW İspanya ise 1,764 MW yaptı bir senede
- 2008 - 2009 enerji açığı yeni yapılacak Doğalgaz santralleri ile kapancak ,enerji fiyatlarında büyük artışlar bekleniyor kaçınılmaz olarak.
- Maalesef Türkiye bu büyük rüzgar potansiyelini iyi değerliyecek politikalar üretmedi.

### Rüzgar enerjisinde En çok merak edilenler

•Rüzgar üretimi yıllık istikrarımı ?

•Ekonomik mi ?

•Potansiyeli ne kadar ,neye yeter.

•Rüzgar Esmeszse olacak ,elektrik mi kesilecek?

•Stoklanabiliyor mu?

•Ne yapmalı ?