

## Dünyanın Önemli Doğal Kaynağı: “Rüzgar Enerjisi”

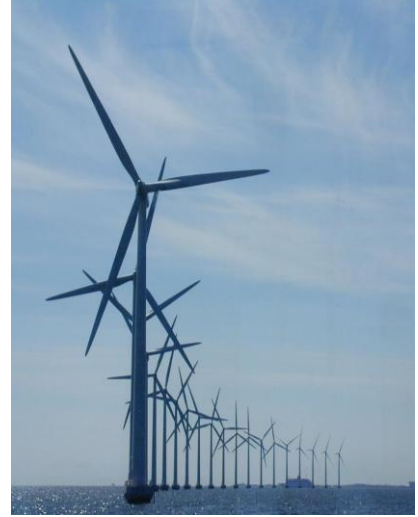
**Nurel KILIÇ**

Ekonomik yeterlilik, ülke bağımsızlığının temel kriterlerinden birini oluşturmaktadır.

Ülkenin, ihtiyacını karşılayacak enerjiye sahip olması ise ekonomik dinamizmin olmazsa olmaz koşuludur.

Uluslararası enerji politikalarında ise, enerji arz ve güvenliği ile arzın çeşitlendirilmesi, ekonomik verimliliğin artırılması, rekabete açık, piyasa güçlerine dayalı enerji üretimi önemlidir.

Bu yönde son yıllarda rüzgar enerjisi kullanımının artırılması konusunda dünyada gelişmeler kaydedilmektedir.



Rüzgar çiftliklerinin gelişimi, Avrupa Birliği'nin planlama gereksinimleri kapsamında düşünülmekte, bu nedenle rüzgar gücündeki büyümenin, dünya çapında gerçekleşmesi, bu gelişmenin en hızlı Avrupa, Kuzey Amerika ve Çin'de olması beklenmektedir.

Güneşten yeryüzüne ulaşan enerjinin %1-2'si rüzgâr enerjisine dönüşmektedir.

Binlerce yıldır insanlığın hizmetinde bulunan rüzgar enerjisinden elektrik üretimi ilk olarak 1891 yılında Danimarka'da gerçekleştirilmiştir.

1970'li yıllardaki petrol krizi nedeniyle rüzgar türbinlerinin seri üretimine geçilmesi ile, bu alandaki yatırımlar gittikçe artmış ve rüzgar enerjisi santralleri oluşturulmaya başlanmıştır.

Rüzgar enerjisi sistemlerinin tasarımı, planlaması ve çalıştırılması için rüzgarın karakteristiklerinin tüm detaylarıyla bilinmesi gerekmektedir. Türbin yerleşimi ve rüzgar enerji potansiyelinin belirlenebilmesi için uzun süreli güvenilir verilere ihtiyaç duyulmaktadır.

Bunun en iyi örneklerinden biri, Avrupa Birliği ülkelerindeki rüzgar enerjisi potansiyelini belirlemek için 200'den fazla yerde kurulan uygun meteoroloji istasyonlarının 10 yılı aşan verileri sonucu oluşturulan "Avrupa Rüzgar Atlası"dır.<sup>1</sup>

Firmalarca rüzgar santrallerine gösterilen ilgi, Türkiye'nin kurulu güç kapasitesine rüzgarın katkısının artmasının mümkün olabileceğini göstermektedir.

<sup>1</sup> Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Uygulamalarının Gelişimi ve Geleceği", Barış ÖZERDEM, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Makina Mühendisliği Bölümü, TMMOB Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi

Rüzgâr türbinleri, yenilenebilir nitelikte olan hava akımını elektrik enerjisine dönüştürmektedir.

Rüzgâr türbinlerinin çalışması çevreye zararlı gaz emisyonuna neden olmadığından enerji geleceğimizde ve iklim değişikliğini önlemede büyük bir role sahiptir.

Geleneksel güç santrallerinin aksine, enerji güvenliği açısından yakıt maliyetlerini ve uzun dönemli yakıt fiyatı risklerini eleyen, ekonomik, politik ve tedarik riskleri açısından diğer ülkelere bağımlılığı azaltan yerli ve her zaman kullanılabilir bir kaynaktır.

Ancak rüzgâr türbinlerinin büyük alan kaplaması, gürültü kirliliği oluşturması ve üretilen elektriğin kalite sorunları gibi bazı dezavantajları da bulunmaktadır.

Dünya rüzgâr kaynağı 53 TWh/yıl olarak hesaplanmakta olup, günümüzde toplam rüzgâr enerjisi kurulu gücü 40.301 MW'tır. Bunun üçte biri Almanya'da bulunmaktadır.



Küresel Rüzgâr Enerjisi Konseyi'nin açıkladığı 2008 yılı rakamlarına göre; alternatif enerji kaynakları konusunda oldukça iddialı olan ve uzunca bir süredir rüzgârdan enerji üretimi konusunda lider olan Almanya'nın yerine ilk sıraya ABD yerleşiyor.

Açıklanan rakamlara göre, ABD'nin rüzgar enerjisi kapasitesinin geçtiğimiz yıl %50'lik artış ile 25 Gigawatt (GW) seviyesine çıkarak 5 milyon hanenin enerji ihtiyacını karşılayabilecek düzeye geldiği bildirilmiştir. İkinci sırada yer alan Almanya'nın 24 GW seviyesinde olduğu, üçüncü ve dördüncü sırada ise İspanya ve Çin'in bulunduğu açıklanmıştır.

2008 sonu itibariyle dünya genelinde rüzgar enerjisi üretimi; % 29 büyüyerek 121 Gigawatt seviyesine ulaşmıştır.

Ayrıca, ABD'de Senato Finans Komitesinin alternatif enerji kaynaklarını desteklemek ve verimliliği arttırmak adına 31 milyar dolarlık vergi indirimini ve diğer teşvikleri, Ekonomik Uyarı Paketi dahilinde onayladığı belirtilmektedir.

2020 yılında 1,245 GW dünya rüzgar gücü hedefine ulaşmak için gereken yatırım miktarı 692 milyar Euro olarak tespit edilmiştir. Bu süre içinde üretim maliyetlerinin 3,79 Euro-cents/kWh'dan 2,45 Euro-cents/kWh'a düşmesi beklenmektedir.

Rüzgâr türbinlerinde küresel piyasanın 2020 yılına kadar şimdiki 8 milyar Euro'dan 80 milyar Euro yıllık iş hacmine çıkacağı hesaplanmaktadır.

2007 yılında gerçekleştirilmiş olan Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA) ile ülkemizde yıllık rüzgâr hızı 8,5 m/s ve üzerinde olan bölgelerde en az 5.000 MW,



7,0 m/s'nin üzerindeki bölgelerde ise en az 48.000 MW büyüklüğünde rüzgâr enerjisi potansiyeli bulunduğu tespit edilmiştir.

2004 yılı itibariyle sadece 18 MW düzeyinde olan rüzgâr enerjisi kurulu gücünün artırılmasında aşama kaydedilmiştir. 2008 yılı başı itibariyle rüzgâr kurulu gücümüz 354,7 MW düzeyine ulaşmıştır. Yenilenebilir Enerji Kanununun yürürlüğe girmesinden sonra 3.363 MW kurulu gücünde 93 adet yeni rüzgar projesine lisans verilmiştir. Bu projelerden yaklaşık 1.100 MW kurulu gücünde santrallerin yapımı devam etmektedir. Yerli ve yenilenebilir enerji kaynağı olan rüzgâr potansiyelinde ülkenin batısı öne çıkmaktadır.

Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) verilerine göre, rüzgâr enerjisi konusunda Türkiye'nin en potansiyelli ili 5.531 MW'lık kurulu güç kapasitesiyle Balıkesir'dir. Potansiyel konusunda ikinci sırada 5.205 MW ile Çanakkale, ardından 4.742 MW'lık potansiyel ile İzmir gelmektedir.

Ağırlık Marmara ve Ege'de olsa da, Türkiye'nin pek çok ili rüzgârdan elektrik üretme kapasitesine sahiptir. Bunlardan biri Samsun'dur. İlin 2.089 MW'lık rüzgâr enerjisi potansiyeli tespit edilmiştir. Ayrıca, Tokat (1.200 MW) ve İçel (1.400 MW) de Türkiye'nin önemli bölgeleri olarak tespit edilmiştir.

Yenilenebilir enerji üretimi yaşam kalitesine katkısı, çevre dostu olması ve ekonomik olması nedeniyle teşvik edilmeli, özellikle jeotermal, güneş ve rüzgar enerjisi ile ilgili olarak araştırma ve geliştirme çalışmaları teşvik edilmeli ve üreticilerin yatırım yapmaları özendirilmelidir. (Türkiye 9. Enerji Kongresi sonucu)

**Tablo 1: Bazı Ülkelerde Uygulanan Teşvikler**

Ülke	Ücret Euro- cent/kWh	Teşvik Kapsamı
ABD	4.28	10 yıl süre ile üretim vergisinde 0.017 \$/kWh'lık bir indirim
Danimarka	5.76	Piyasa fiyatını sübvans ederek destek vermek
Fransa	9.86	Verimliliğe bağlı teşvikler bağlı
İngiltere	4.86	Yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik kullanımını zorunlu tutmak
İspanya	6.27	KWh üretim başına teşvik vermek
İsveç	4.64	Yatırımlara %15 hibe desteği vermek
Japonya	10.25	Yatırımlara %50'ye varan hibe desteği vermek
Yunanistan	7.32	Yatırım sübvansiyonu vermek

**Kaynak:** Türkiye'de Rüzgar Enerjisi Uygulamalarının Gelişimi ve Geleceği", Barış ÖZERDEM, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Makina Mühendisliği Bölümü, TMMOB Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi

Gerek rüzgar potansiyeli, gerekse arazi büyüklüğü bakımından rüzgar santrali uygulamaları için elverişli konumda olan ülkemizde bu kaynağın yeterince değerlendirilmesi için gerekli teşvik sistemi kurulmalıdır.

Rüzgar enerjisi santralleri kurulmasının ilk aşaması olan uzun dönemli rüzgar değerleri ölçümü, tüm projeyi etkilemesi açısından çok büyük bir öneme sahiptir.

Standartlara uygun ölçüm cihazları ile uygun şartlarda veri toplama ve değerlendirme işlemlerinin yapılması kapasite tahminlerindeki hatayı en aza indirecektir.



Bu nedenle, ölçümlerin uzman kişiler tarafından gerçekleştirilmesi, eğitim konusunda ilgili meslek odalarının ve üniversitelerin görev üstlenmesi sağlanmalıdır. Bu şekilde hassas olarak elde edilen verilerin bir araya getirilmesi ile oluşturulacak “Türkiye Rüzgar Atlas”ı, kullanılabilir rüzgar potansiyelimizi belirlemede kullanılabilecektir.

Sonuç olarak, güvenilir arz sisteminin oluşturulabilmesini teminen yerli kömür, petrol, doğalgaz, hidrolik kaynaklar ile güneş, rüzgar, jeotermal gibi yeni ve yenilenebilir kaynakların geliştirilmesinde mevcut finansman sorununun çözülmesi için teşvik sistemi ile yerli üretimi arttırmaya yönelik fon kaynakları oluşturulmalıdır.

Dünya’da “Enerji Teknolojileri”nde son yıllarda gözlenen büyük atılımların yakından takibi ile yeni teknolojilerin vakit geçirilmeden yerli sanayimize adaptasyonu sağlanmalı, bu konudaki AR-GE çalışmaları özellikle mali yönden desteklenmelidir.



### AB Rüzgar Sanayi 2010 Hedefleri

- 75.000 MW kurulu güç, 10.000 MW offshore dahil
- Avrupa elektriğinin % 5,5 ini üretmek
- Yıllık 167 TWh elektrik üretimi
- % 28 toplam yeni üretim kapasitesi
- Avrupa toplam üretim kurulu gücünün % 10,6 sı kadar rüzgar kurulu gücü
- 34 milyon konut ve 86 milyon nüfusun ihtiyacına karşılık gelen rüzgar üretimi
- 49 milyar Euro'luk yatırım (2001-2010)
- AB Yenilenebilir Enerji Direktifi hedefinin % 50 sini karşılamak
- AB Kyoto Protokolü yükümlülüğünün % 30'dan fazlasını karşılamak
- 13.2 milyar Euro tutarında toplam yakıt maliyeti tasarrufu
- Yılda 109 milyon ton CO<sup>2</sup> sakınımı

- Yılda 1.8 – 4.6 milyar Euro tutarında dış maliyet sakınımı
- 523 milyon ton toplam CO2 sakınımı
- Toplam 9.4 – 24 milyar Euro tutarında dış maliyet sakınımı
- 2000 yılındaki rüzgar hedeflerinde % 25 artış sağlamak

### AB Rüzgar Sanayi 2020 Hedefleri

- 180,000 MW kurulu güç, 70,000 MW offshore dahil
- Avrupa elektriğinin % 12,1 ini üretmek
- Yıllık 425 TWh elektrik üretimi
- % 37 toplam yeni üretim kapasitesi (2010-2020)
- Avrupa toplam üretim kurulu gücünün % 21 i kadar rüzgar kurulu gücü
- 85 milyon konut ve 195 milyon nüfusun ihtiyacına karşılık gelen rüzgar üretimi

Rüzgar enerjisinin sosyal, çevre ve teknolojik maliyeti giderek düşmektedir. 2030 yılında rüzgar enerjisi güvenilir ve kWh başına rekabet maliyetli olarak modern ana enerji kaynaklarından biri olacaktır. Pazar şunlarla yönlenecektir:

- İklim değişikliği etkileri,
- Petrol ve gaz tükenmesi,
- Yakıtlarda yüksek maliyetler ve yakıt teminindeki belirsizlikler ve
- CO<sup>2</sup> salma fiyatları ve sürdürülebilirlik.

Rüzgar enerjisinde üç aşamalı gelişme beklenmektedir:

Aşama 1: Kısa dönem (2020) – Batı Avrupa pazarı büyür, merkezi ve doğu Avrupa gelişir. İşçi maliyeti düşük ülkelerde daha hızlı bir gelişme olur. Büyük ölçekli deniz rüzgar santralleri başlar. Avrupa Kurulu gücü 40 GW deniz rüzgar dahil olmak üzere 180 GW seviyesine ulaşır.

Aşama 2: Orta dönem (2020-30) – Kara, deniz ve rüzgar olmak üzere tüm rüzgar enerjisi uygulamaları büyümeyi sürdürür. Ana gelişmeler maliyet düşürme ve yüksek üretim teknolojilerinde olur. Endüstriyel ölçekli derin deniz rüzgar teknolojileri gelişir. Avrupa'nın ihracatı büyür. Avrupa kurulu güç kapasitesi 300 GW ve 7.5 GW mevcut santrallerde türbin yenileme olmak üzere yıllık kurulum 20 GW seviyesine ulaşır.

Aşama 3: Uzun dönem (2030-50) – Avrupa'da ana pazarlar deniz, rüzgar ve türbin yenileme olur. Avrupa'nın ihracatı artar.

Avrupa endüstrisi küresel pazarın lideri olmaya devam edecektir. Gelecekteki elektrik talebine bağlı olarak, yılda yaklaşık 600 Mt CO<sup>2</sup> azaltma sağlayarak, 300 GW miktara karşılık gelen AB elektrik tüketiminin % 25 kadarı rüzgardan karşılanacaktır. Bu durum Avrupa'da optimal endüstriyel genişlemeyle desteklenecektir. Avrupa enerji





pazarı iletim ve üretim faaliyetlerinin tam olarak ayrılması, daha büyük inter-konnektörler, etkili toptan piyasası ve çok iyi işlevli dengeleme ile daha iyi bir şekilde entegre olacaktır. Bunu gerçekleştirmek için, dört alan tanımlanmıştır: rüzgar durumu, rüzgar türbin teknolojisi, rüzgar enerjisi entegrasyonu ve deniz rüzgar geliştirme ve işletme.

Rüzgar durumu; herhangi bir rüzgar santralının (düz arazi, karmaşık arazi veya deniz) coğrafik koordinatları verilerek aşağıdakilere göre % 3 den az bir belirsizlikle ön-hesaplamalar yapılabilecek şekilde mevcut teknikler geliştirilmek durumundadır:

- Yıllık enerji üretimi (kaynak),
- Türbin tasarımını etkileyecek rüzgar durumu ve
- Üretim ve rüzgar durumu için bir kısa dönem tahmin yapısı.

Rüzgar güç sistemleri 2030 yılına kadar, rüzgar enerjisinin pazardaki en maliyet-etkin enerji kaynağı olmasına yönelik araştırmalar öncelikli olacaktır. Bu hedef endüstrinin yüksek maliyet-etkinlikli rüzgar türbinleri üretmesi ile yakalanabilecektir.

Rüzgar entegrasyonu; büyük-ölçekli rüzgar entegrasyonu üzerinde odaklanılacaktır. Amaç sistem güvenilirliğini (elektrik arz güvenliği) korurken düşük maliyetlerle yüksek rüzgar entegrasyonu olacaktır.

Deniz rüzgar geliştirme ve işletme konusu ile ilgili olarak hedef şunları gerçekleştirmektir:

- Avrupa elektrik talebinin % 10'dan fazlasını deniz rüzgar ile karşılamak.
- Deniz rüzgar üretim maliyetlerini diğer elektrik üretim kaynakları ile rekabet edebilir hale getirmek.
- Kıyıdan herhangi bir uzaklıkta 50 m su derinliğine kadar sahalarda ticari olarak uygun teknoloji.
- Daha derin sahalarda ispatlanmış tam-ölçekli demonstrasyon.

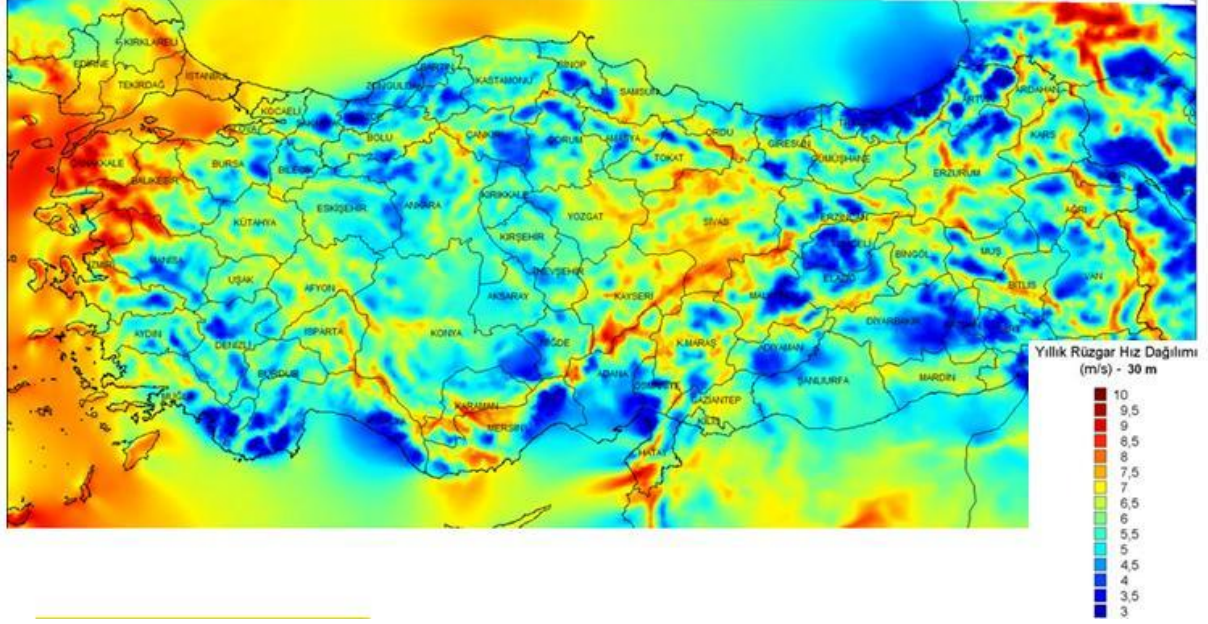
2030 hedeflerini tutturmak ve büyük-ölçekli rüzgar enerjisi kurmak için kararlı ve iyi tanımlanmış pazar desteği, politika ve çevre zorunludur. Pazar Geliştirme Stratejisinde şu alanlar dikkate alınmıştır:

- Pazar gelişimini mümkün kılmak
- Maliyet düşürme
- Politikaların uyarlanması
- İdari işlemlerin optimizasyonu
- Rüzgarın doğal çevreye entegrasyonu
- Kamu desteğinin sağlanması

TÜRKİYE RÜZGAR ENERJİSİ POTANSİYEL ATLASI

Rüzgar Hızı Haritası

100 m Yükseklikte Yıllık Ortalama



Kaynak: [http://www.soleaenerji.com/ruzgar\\_enerjisi.asp](http://www.soleaenerji.com/ruzgar_enerjisi.asp)