

# RÜZGAR ENERJİSİ

Dr. Sefa SEKİN

M.Ü. A.E.F.. Sos. Bil. Öğr., Yardımcı Doçent

## ABSTRACT:

*As you know amount of the fossil fuels decreasing fastly and the usage of the fossil fuels cause serious pollution problems. So, it forces the scrintist to find alternative energy sources, like wind power.*

*From the beginnig of 80's continuing researches in some countries has gain speed. In 1981, World Meteorology Union published a Wind Map of the World. Accdng to that map; %25 part of the world surface's wind speed was 10 metres high and above 5.1m/sec.*

*And according to "Türkiye Wind Power Natural Potential a DMİ report, (which was published in 1984-1985 and telling the wind power of our country) Türkiye's win speed was 10 metres high and has a density of 24w/m<sup>2</sup>*

## I. GİRİŞ

Dünyada fosil yakıtların hızla azalması ve çevre kirliliğine neden olması alternatif enerji kaynaklarından rüzgar enerjisinden faydalanma fikrini gündeme getirmiştir. 1980'li yıllardan itibaren çeşitli ülkelerde bu konuda bilimsel çalışmalar hız kazanmıştır. 1981'de dünya meteoroloji teşkilatı dünyanın rüzgar haritasını çıkarmıştır. Buna göre dünya yüzeyinin %25'inin yıllık ortalama rüzgar hızının 10m yükseklikte ve 5.1m/sn'den büyük olduğu tahmin edilmektedir. Ülkemizdeki rüzgar enerji potansiyeli ile ilgili 1984-1985 yayınlanan "Türkiye Rüzgar Enerjisi Doğal Potansiyeli" adlı DMİ raporuna göre, yıllık rüzgar hızının 10m yükseklikte 2.5m/sn ve 24w/m<sup>2</sup> rüzgar gücü yoğunluğunda olduğu belirlenmiştir.

## II. RÜZGAR ENERJİSİ:

Havanın yüksek basınç alanlarından alçak basınç alanlarına doğru yatay yöndeki hareketine rüzgar denir.

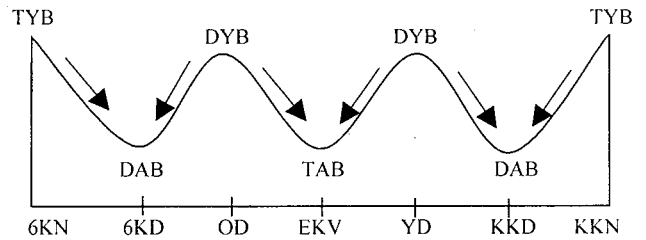
Rüzgar gücü, yeryüzünün farklı oranda ısınmasının sonucu olarak oluşan alçak ve yüksek basınç merkezlerinin karşılıklı ilişkisinden kaynaklanır.

Rüzgarlar oluşumlarına göre çeşitlilik gösterirler. Bunlar sürekli rüzgarlar, mevsimlik rüzgarlar ve yerel rüzgarlar diye üçe ayrılırlar.

### II.1-) Sürekli Rüzgarlar:

Dünya üzerindeki daimi basınç farklarına bağlı olarak ortaya çıkan ve birbirlerine ters yönde esen rüzgarlardır.

Dünya üzerinde termik (sıcaklığa bağlı) ve dinamik (dünyanın günlük hareketine bağlı) olmak üzere iki çeşit basınç farkı bulunmaktadır. Ekvator ve kutuplar termik kökenli, dönenceler ve kutup daireleri civarı da dinamik menşeli basınç merkezleridir.

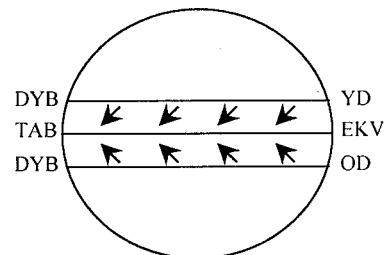


Şekil:1 Dünya üzerindeki daimi basınç merkezleri

Sürekli rüzgarlar daimi olarak bu basınç merkezleri arasında ve birbirlerine ters yönde esen rüzgarlardır. Esmeye yönlerine göre bunlar da üçe ayrılırlar.

#### a) Alizeler:

Dönenceler civarındaki DYB merkezlerinden ekvatordaki TAB merkezine doğru esen rüzgarlardır. Esmeye yönleri doğudan batıya doğrudur.



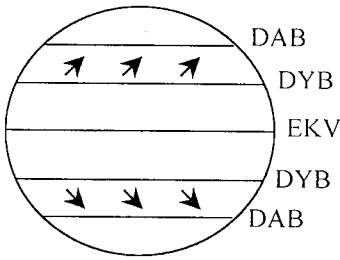
Şekil 2: Alizelerin esme yönü ve yeri

Alizelerden her iki yarımkürede 30° enlemleri arasında kalan ülkelerde ve özellikle de okyanus kıyısı ülkelerinde rüzgar gücünden ekonomik açıdan faydalanılması mümkündür.

### b) Batı Rüzgarları:

Dönenceler civarındaki DYB alanlarından kutup daireleri civarındaki DAB alanlarına doğru esen rüzgarlardır. Esme yönü batıdan doğuya doğrudur.

Batı rüzgarları iki yarımkürede orta enlemlerde kıtaların batı kıyılarında rüzgar enerjisinden ekonomik olarak faydalanılmasına imkan verir.

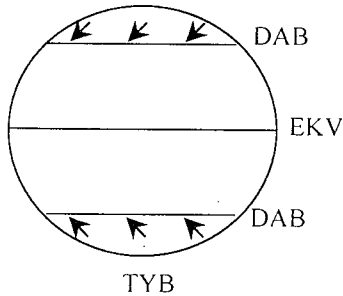


Şekil 3: Batı rüzgarlarının esme yerleri ve yönü

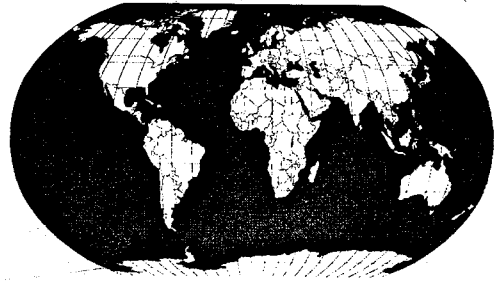
### c) Kutup Rüzgarları:

Kutup bölgelerindeki TYB alanlarından kutup daireleri civarındaki DAB alanlarına doğru esen rüzgarlardır.

Her iki yarımkürede kutup çemberinde ekonomik olarak rüzgar enerjisinden faydalanılabilir.



Şekil 4: Kutup rüzgarlarının esme yeri ve yönü



Harita 1 : Kıtaların kuvvetli rüzgar etkisinde kalan bölgeleri

Yukarıdaki haritada da görüldüğü gibi sürekli rüzgarların etkisinde kalan ve rüzgar enerji potansiyeli fazla olan ülkelerin başlıcaları şunlardır: Peru, Şili, Arjantin, Brezilya, Kanada, Alaska, Moritanya, Fas, Senegal, Gambia, Batı Sahra, Madagaskar, İngiltere, İrlanda, Norveç, Hollanda, Belçika, Fransa (özellikle kıyı bölgeleri ile çevresi), Hint ve Kamçatka yarımadası kıyıları, Yeni Zelanda, Japonya, Filipin, Tanzanya adası, Himalaya dağları.

### II.2-) Mevsimlik Rüzgarlar:

Mevsimlik ısı farkına bağlı olarak ortaya çıkan ve bu farkın belirgin olarak görüldüğü yaz ve kış durumuna göre altı ayda bir ters yönden esen rüzgarlardır. Özellikle Hint yarımadası ve çevresinde yaz ve kış musonu adıyla etkili olan rüzgarlar bu şekilde olmaktadır.

### II.3) Yerel Rüzgarlar (Meltemler):

Günlük ısı farkına bağlı olarak ortaya çıkan, bu farkın en belirgin olarak görüldüğü gece gündüz durumuna göre birbirine ters yönde esen rüzgarlardır. Genelde hafif şiddette esen rüzgarlardır.

### Rüzgar Enerjisinden Faydalanmanın Tarihi:

Rüzgar enerjisinden faydalanma eski çağ medeniyetlerine kadar dayanmaktadır. Özellikle yel değirmenleri ile yelkenli gemilerde rüzgar enerjisinin eskiden beri kullanıldığı bilinmektedir. M.Ö. 2000 yıllarında Mısır, Çin ve Japonya'da yel değirmenlerinin tahılı öğütmede kullandıkları görülmüştür. Yel değirmenlerinin modern şekli olan rüzgar Türbini'nin 1890'da Danimarka'da yapıldığı kabul edilmektedir.

İlk yelkenlilerin Mısırlılar ya da Fenikeliler tarafından kullanıldığı sanılmaktadır. Bu buluş buharlı gemilerin icadına kadar deniz ulaşımında yaygın olarak kullanılmıştır. Batılı gemiciler batı rüzgarlarından fay-

dalanarak yelkenli gemilerini hareket ettirip, kıtalar arası ticaret yapmaktaydılar. Bu nedenle batı rüzgarlarına ticaret rüzgarları (Trade winds) adını vermişlerdi.

Rüzgardan elektrik enerjisi elde etmek amacıyla kurulan ilk santral ABD'de Vermont eyaletinin Montpelier kenti yakınında 1940 yılında General elektrik firması tarafından kurulmuştur daha sonra New Mexico, Puerto Rico, Rhode İsland ve Hawaii, Kuzey Carolina'da santraller kurulmuştur.

Sovyetler Birliğinde rüzgar türbininden enerji elde edilmesi çalışmaları 1952'de Yalta'da başlamıştır. Almanya'da 1960'tan sonra üç santral kurulmuştur. İskoçya'da 1983'te üretime geçilmiştir. İngiltere, Mısır, İspanya, Hollanda, İsveç, Danimarka, Avustralya, Arjantin, vb. ülkelerde ayrıntılı çalışmalar yapılmıştır.

Yüksek basınç merkezlerinden ( antisiklon ) alçak basınç merkezlerine (siklon ) doğru yatay yönde hareket eden rüzgardan, hıza bağlı olarak kinetik enerji elde edilir.

Rüzgarın kinetik enerjisinden rüzgar türbini aracılığıyla elektrik enerjisi elde edilir. Ancak rüzgardan kinetik enerji sağlanabilmesi için tesis kurulacak sahada bazı coğrafi özelliklerin bulunması gerekir. Bunlar: a)Rüzgarın yönü b) rüzgarın hızı c)Rüzgarın esme sıklığı.

#### a) Rüzgarın Yönü:

Rüzgarın estiği (gittiği) yöne, bulunduğu yere doğru geldiği yöne rüzgar yönü denir. Çeşitli faktörlerin etkisine bağlı olarak rüzgarın esme yönünde değişime meydana gelir.

#### Rüzgara Yön Veren Faktörler:

##### 1- Basınç Merkezleri:

Rüzgar daima yüksek basınç merkezlerinden alçak basınç merkezlerine doğru eserler. Basınç merkezleri ise günlük ve mevsimlik ısınma farklarına bağlı olarak değişebilirler.

##### 2- Kara-Deniz Dağılışı:

Karalar ve denizler farklı ısınma ortamlarıdır. Buna bağlı olarak farklı basınç merkezleri özelliği taşırlar. Rüzgarlar da buna bağlı olarak karadan denizlere, denizden karalara doğru eserler.

Genel olarak göl, deniz, vb. su kütleleri geç ısınır, geç soğur. Karalar çabuk ısınır, çabuk soğur. Bu kaideye bağlı olarak rüzgarlar gündüz denizden karalara, geceleri de karadan denizlere doğru eserler.

### 3- Yerşekilleri:

Rüzgarlar YB alanlarından AB alanlarına doğru eserken yer şekillerinin uzanış ve doğrultusuna uygun yönde eserler. Vadilerin, sıradağların, boğazların uzanış yönüne uygun olarak rüzgarların da estiği görülür. Özellikle buna bağlı olarak bir bölgede hakim rüzgar yönü oluşur.

Hakim rüzgar yönü belli yönlerden esen rüzgarın esme frekansı (sayısı-sıklığı) göz önüne alınarak yıl boyunca en fazla estiği yöndür. Bir bölgede rüzgar enerjisi elde etme amacıyla kurulacak türbinin yerinin tespitinde göz önünde bulundurulması gereken en önemli coğrafi özelliklerden biri hakim rüzgar yönü ve bunu oluşturan faktörlerdir.

Sözelimi Marmara bölgemizde boğazların uzanış ve doğrultusuna bağlı olarak hakim rüzgar yönü KD'dan GB'ya doğrudur.

#### b) Rüzgarın Hızı (Şiddeti):

Rüzgar enerjisinden faydalanmanın ekonomik olup olmamasında rüzgar hızı önemli bir etkidir. Rüzgarın hızı anemometre denilen bir aletle ölçülür. Befor (Beaufort) ölçeği denilen bir sıralamaya göre sınıflandırılır. Bu sınıflandırma 0 ila 12 arasında derecelendirilmiş bir ölçeği ifade eder.

Befor ölçeğine göre rüzgarın saniyedeki hızı 0-1m/sn ise durgun havayı ifade eder. Buna karşın 30m/sn ve daha fazla ise kasırgayı ifade eder.

Rüzgar hızıyla ilgili çalışmalardan hızı 5-6m/sn ya da 27-35km/hız kadar olan rüzgarlardan elektrik enerjisi elde edilebileceğini göstermiştir. Fakat rüzgar şartları elverişli olmayan bölgelerde hızı 3m/sn ya da 10km/hız dolayındaki rüzgarlarda ekonomik olarak kabul edilmektedir.

#### Rüzgarın Hızını Etkileyen Faktörler:

##### 1- Basınç Farkının Büyüklüğü:

İki merkez arasındaki basınç farkı ne kadar büyükse, rüzgarın hızı da o denli artar. Rüzgardan daha fazla enerji elde edilir.

##### 2- Basınç Farkının Sürekliliği:

İki merkez arasında oluşan basınç farkı azaldıkça rüzgarın hızı azalır. Bir süre sonra rüzgar esmez. Oysa rüzgarın sürekliliği arttıkça enerji potansiyeli de artmaktadır. Dünya üzerinde sürekli rüzgarların etkisi altında kalan yerler bu nedenle rüzgar enerjisi bakımından potansiyeli yüksek sahalardır.

### 3-Sürtünme:

Rüzgar yatay yönde hareket ederken zemine ve geçtiği yerlere sürtünür. Buna bağlı olarak gittikçe hızı azalır.

### 4-Doğal ve Beşeri Engeller:

Rüzgarın esme yönü (yolu) üzerindeki dağ, tepe, vb. doğal yer şekilleri ile bina vb. beşeri tesislere çarpan rüzgarın hızı azalır.

*Rüzgarın hızı arttıkça;*

- 1-Enerji potansiyeli de artar.
- 2-Buharlaşmayı artırır.
- 3-Üzerinden geçtiği zeminin ısınımasını azaltır.
- 4-Kendi iç ısısı azalır ve soğuk bir rüzgar halini alır.
- 5-Atmosfer dolaşımını hızlandırır.
- 6-Tabii afetlere neden olabilir.

### c) Rüzgarın Esme Sayısı:

Rüzgarın esme sayısı (frekansı) rüzgarlardan enerji elde etmede önemli özelliklerden biridir. Rüzgar enerji tesislerinin esme sayısı fazla olduğu yerlerde kurulması halinde tesis ekonomik olur. Sık sık durgun hava şartlarının oluşması enerji üretiminin ekonomik olmasını önler.

Coğrafi konum bakımından bir vadi, boğaz üzerinde bulunan yerlerde sürekli hava akımı (rüzgar) etkili olacağından rüzgar enerjisinden faydalanmaya elverişli olur.

## III. Türkiye'de Rüzgar Enerjisi

E.İ.E. İdaresi ve D.M.İ. meteoroloji istasyonları çalışmalarına göre rüzgar enerjisi potansiyeli açısından ümit veren yörelerin bir kısmı Tablo. 1.'deki gibidir.

(Tablo 1)

İstasyonlar Rüz.	Yıllık Ort. Rüz.	Yıllık Ort.
	Hızı (m/s) G	üçü (W/m <sup>2</sup> )
Bandırma	5.1	152.6
Antakya	4.5	108.9
Kumköy	4.1	82.0
Mardin	4.1	81.4
Sinop	4.1	77.9
G. Ada	4.0	74.5
Çorlu	4.0	72.3
Çanakkale	3.9	71.2

Yıllık ortalama rüzgar hızları 3 m/sn' den yüksek olan bazı yöreler Tablo 2.'deki gibidir.

(Tablo 2)

İstasyon	Yıllık ort. Rüz. Hızı m/sn.
1. Bozcaada	7.0
2. Sarıyer	4.7
3. Yeşilköy	4.1
4. Çiğli	4.1
5. Menemen	4.1
6. Çorlu	4.0
7. Bergama	4.0
8. Bodrum	3.8
9. Çeşme	3.8
10. İpsala	3.6
11. İzmir	3.4
12. Bilecik	3.4
13. Florya	3.3
14. Erdek	3.2
15. Gemlik	3.2
16. Şile	3.1
17. Balıkesir	3.1
18. Ayvalık	3.1
19. Datça	3.1
20. Dikili	3.0
21. Kırklareli	3.0

Yer şekillerinin kısa mesafede değişmesine bağlı olarak rüzgarın esme yönü ve hızında da değişmeler görülür. Bu nedenle rüzgar enerjisi potansiyeli ile ilgili çalışmalarda sadece D.M.İ.'nin rüzgar rasatları yeterli olmaz. Zira meteoroloji istasyonlarının verileri rasat yapılan istasyon çevresini yansıtır. Oysa istasyon çevresinde yer şekillerinin elverişli sahalar bulunabilir. Bu tür yerlerin henüz yeterince araştırılıp ortaya koyulduğu söylenemez. Rüzgarlardan alternatif enerji kaynağı olarak faydalanılabilmesi için coğrafya başta olmak üzere bu konuda teferruatlı arazi çalışmaları yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Nitekim E.İ.E. İdaresi 1990 yılında "Rüzgar Enerjisi Gözlem İstasyonu" projesini başlatmış ve G. Ada, Karabiga (Çanakkale), Nurdağ (G.Antep), Şenköy (Hatay), Göktepe (Muğla), Karaburun (İzmir), Akhisar (Manisa), Zengen (Konya), Elmadağ (Ankara), Yenihisar (Aydın) ve Bandırma (Balıkesir)'de gözlem istasyonları kurmuştur.

Marmara, Ege ve Akdeniz kıyıları dünyada rüzgar gücü potansiyeli en yüksek olan ilk %30'luk olanlar arasında yer almaktadır. Türkiye'nin rüzgar ölçümlerine ve arazi durumuna uygulandığında 400 milyar kWh' in üzerinde doğal brüt potansiyel, 124 milyar kWh civarında teknik potansiyel ile uygulama için de 14 milyar kWh net ekonomik potansiyelin varlığı hesaplanmaktadır.

## IV-SONUÇ

Rüzgar enerjisinden yeterince faydalanabilmek için 3 m/sn' den yüksek rüzgar hızının kullanılması gerekir. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda ülkemiz yüzölçümünün %20'lik kısmı elverişli görül-

mektedir . Rüzgar gücünden elektrik enerjisi üretimi amaçlandığından ise yüzölçümünün %2'nin elverişli olduğu görülür .

Rüzgardan elde edilebilecek teorik güç büyük ölçüde topografyaya bağlıdır. Rüzgar kaynağının coğrafi değerlerinin haritalanması için rüzgar hızına bağlı rüzgar güç yoğunluğu esas alınır. Bütün bunlar mutlak surette kısa mesafelere bağlı coğrafi etüdü zorunlu kılmaktadır .

#### KAYNAKLAR:

1. World Energy Council Türkiye 6.Enerji kongresi Tebliğleri.
2. TONOĞLU Ali: Enerji Kaynakları. 1971. İ. Ü. Yay. 1183. İST.
3. DOĞANAY Hayati: Enerji Coğrafyası Ders Kitabı
4. Enerji İstatistikleri . 5. Enerji Kongresi . 1990
5. Energy statistics Yearbooks (1983-1991. United Nations)
6. E.İ.E.İ. Genel Müdürlüğü Yayınları
7. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı A.P.K. İstatistikleri.
8. Türkiye Elektrik İstatistikleri Özeti. 1992.