



# RÜZGARDAN ENERJİ ÜRETİMİ VE RÜZGAR TÜRBİNLERİNİN EVRİMİ

**Abdullah Onur KISAR**

*Enerji Komisyonu Üyesi*

## Rüzgâr nasıl oluşur?

Yenilenebilir enerji türlerinin birçoğu güneşin sebep olduğu süreçlerle oluşur. Güneş yeryüzüne saatte 100.000.000.000.000 kW enerjiyi güneş ışınları yoluyla gönderir. Güneşten gelen enerjinin %1,5-2'si rüzgâr enerjisine dönüşür.

Ekvator çizgisi yakınındaki bölgeler dünyanın diğer bölgelerine göre daha fazla ısınır. Isınan hava yaklaşık 10km'ye ulaşıncaya kadar gökyüzüne yükselir. Bu sıcak hava kütle hareket ederek Kuzey ve Güney Kutbuna yaklaşınca aşağı çöker ve ekvatora geri döner.

Dünya döndüğü için kuzey yarıküre üzerindeki her hareket, kendi konumumuza göre sağa doğru (güney yarıküre için sola) yönelir. Bu belirgin bükücü kuvvet Coriolis Kuvveti (Coriolis Force) olarak bilinir. Bu kuvveti keşfeden Fransız Matematikçi Gustave Gaspard Coriolis'in ismiyle anılmaktadır (1792 - 1843).

Kuzey yarıküre üzerinde hareket eden bir parçacığın sağa doğru döneceği pek açık görünmeyebilir. Bu olayı şöyle canlandırabiliriz.

Uç kısmı güneye doğru hareket eden bir koni düşünün ve dünyanın döndüğü gerçeğini de ekliyerek, koninin sanki sağa doğru kaydığını görürüz.

Coriolis Kuvveti gözle görülebilir bir olaydır. Tren yolu hatlarının bir tarafı diğerinden daha hızlı aşınır. Nehir yataklarının bir tarafı diğerinden daha derine iner (hangi taraf olduğu bulunduğumuz yarıküreye bağlıdır ve kuzey yarıkürede hareket eden bir parçacıklar sağa yönelir).

Kuzey yarıkürede rüzgâr, bir alçak basınç alanına yaklaştıkça saat yönünün tersine yönelir. Güney yarıkürede ise rüzgâr, alçak basınç alanları etrafında saat yönünde döner.

Rüzgâr hızı, bir rüzgâr türbininin elektrige çevirebileceği enerji miktarı açısından önemlidir. Rüzgârın enerji içeriği, ortalama rüzgâr hızının küpü oranında değişir. Yani rüzgâr hızı 2 katına çıkarsa, üretilecek enerji 8 katına çıkar.

Rüzgâr enerjisi, rüzgârı oluşturan hava akımının sahip olduğu hareket (kinetik) enerjisidir. Bu enerjinin bir bölümü yararlı olan mekanik veya elektrik enerjisine dönüştürülebilir.

Konuyu biraz formüle edersek;

$$\text{Güç} = \text{Enerji} / \text{Zaman} \quad \text{Enerji} = \text{Güç} \times \text{Zaman}$$

$$\text{Kinetik Enerji} = 0,5 \times \text{Kütle} \times \text{Hız} \times \text{Hız}$$

$$\text{Kütle} = \text{Hava Yoğunluğu} \times \text{Hacim} \quad (\text{Rüzgar Hızı} \times \text{Alan} \text{ (türbin kanatlarının taradığı alan)})$$

Bu alandan geçen rüzgarın oluşturduğu güç;

$$\text{Güç} = 0,5 \times \text{Hava Yoğunluğu} \times (\text{Rüzgar Hızı})^3 \times \text{Alan} \text{ (türbin kanatlarının taradığı alan)}$$

Rüzgardan güç üretiminde önemli olan bir diğer yasa ise "Betz Kanunu"dur.

Rüzgardan elde edilebilecek maksimum güç, toplam rüzgar gücünün 0.59'u veya 16/27'si olarak verilir ve bu katsayı Betz Kanunu olarak ifade edilir.

Günümüz modern rüzgar türbinleri rüzgarın enerjisinin 0,53'ünü alabilecek teknolojidedir. Bu da  $(0,53 / 0,59 =$

0,90) esen rüzgârın teorik olarak alınabilecek maksimum enerjisinin % 90'ının alınması demektir.

## Rüzgar Türbinlerinin Evrimi ve Sınıflandırılması

Rüzgar enerjisi kullanımı M.Ö. 2800 yıllarında Orta Doğu'da başlamıştır. M.Ö. 17. yüzyılda Babil Kralı Hammurabi döneminde sulama amacıyla kullanılmıştır. Daha sonra tahıl öğütme, su pompalama, ağaç kesme işleri için de rüzgâr gücünden yararlanılmıştır.

Avrupa'da rüzgar enerjisinin yelkenli gemilerden sonra, karada kullanımı 12. yüzyılda yel değirmenleri ile başlamıştır.

19. yüzyıl Buhar Devrimi'nden ve fosil yakıtların kullanımının hızla artmasından dolayı rüzgardan faydalanarak enerji üretimi, uzun seneler önemini yitirmiştir. Günümüz modern rüzgar türbinlerinin atası sayılacak ilk modeller 19. yüzyılın sonlarında Danimarka'da yapılmıştır. 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizi ile dünya yeni enerji kaynakları arayışına girmiş ve rüzgar türbinleri için uzun bir aradan sonra yeni bir evrim süreci başlamıştır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde 1970'lerde yatay ve dikey (Darrieus tipi) rüzgar türbinleri üzerinde yoğun Ar-Ge çalışmaları yapılmış, ayrıca 1980'li yılların başlarında Uluslararası Enerji Ajansı eşgüdümünde yürütülen Ar-Ge çalışmalarının katkısıyla çağdaş enerji türbinlerinin şekli ortaya çıkmıştır.

### Sınıflandırılması

Rüzgar türbinlerini nitelik olarak aşağıdaki 5 şekilde gruplandırabiliriz.

- 1) Yatay eksenli veya düşey eksenli rüzgar türbinleri.
- 2) Önden rüzgarlı ve arkadan rüzgarlı rüzgar türbinleri
- 3) Tek, iki veya üç kanatlı indiksiyon veya eşzaman üreteçli rüzgar türbinleri.
- 4) Durdurma veya kanat eğimi denetimli rüzgar türbinleri .
- 5) Değişmez veya değişken hızlı rüzgar türbinleri.

Bu gruplardan ticari olarak öne çıkmış olanları "yatay ve düşey eksenli türbinlerdir".

Bunları kendi içinde inceleyecek olursak;

#### A) Yatay Eksenli Türbinler

Bu tip türbinlerde dönme eksenli rüzgâr yönüne paraleldir. Kanatları ise rüzgâr yönüyle dik açı yaparlar. Rotor, rüzgârı en iyi alacak şekilde, döner bir tabla üzerine yerleştirilmiştir. Yatay eksenli türbinlerin çoğu, rüzgârı önden alacak şekilde tasarlanır.

Rüzgârı arkadan alan türbinlerin yaygın bir kullanım yeri yoktur. Rüzgârı önden alan türbinlerin iyi tarafı, kulenin oluşturduğu rüzgâr gölgelenmesinden etkilenmemesidir. Kötü tarafı ise, türbinin sürekli rüzgâra bakması için dümen sisteminin yapılmasıdır. Yatay eksenli türbinlere örnek olarak pervane tipi rüzgâr türbinleri verilebilir. Bu tip türbinlerin kanatları tek parça olabileceği gibi iki ve daha fazla parçadan da oluşabilir. Günümüzde en çok kullanılan tip üç kanatlı olanlardır. Bu türbinler elektrik üretmek için kullanılır. Geçmişte çok kanatlı türbinler tahıl öğütme, su pompalamak ve ağaç kesmek için kullanılmıştır

#### B) Düşey Eksenli Türbinler

Türbin mili düşeydir ve rüzgârın geliş yönüne diktir. Savonius tipi, Darrieus tipi gibi çeşitleri vardır. Daha çok deney amaçlı üretilmiştir. Ticari kullanımı çok azdır.

#### Bu türbinlerin üstünlükleri şöyle sıralanabilir:

- Jeneratör ve dişli kutusu yere yerleştirildiği için, türbini kule üzerine yerleştirmek gerekmez, böylece kule masrafı olmaz.
- Türbini rüzgâr yönüne çevirmeye, dolayısıyla dümen sistemine ihtiyaç yoktur.
- Türbin mili hariç diğer parçaların bakım ve onarımı kolaydır.
- Elde edilen güç toprak seviyesinde çıktığından, nakledilmesi daha kolaydır.

#### Sakıncaları ise şöyledir:

- Yere yakın oldukları için alt noktalardaki rüzgâr hızları düşüktür.
- Verimi düşüktür.
- Çalışmaya başlaması için bir motor tarafından ilk hareketin verilmesi gerekir, bu yüzden ilk hareket motoruna ihtiyacı vardır.
- Ayakta durabilmesi için tellerle yere sabitlenmesi gerekir, bu da pek pratik değildir.

• Türbin mili yataklarının değişmesi gerektiğinde, makinenin tamamının yere yatırılması gerekir.

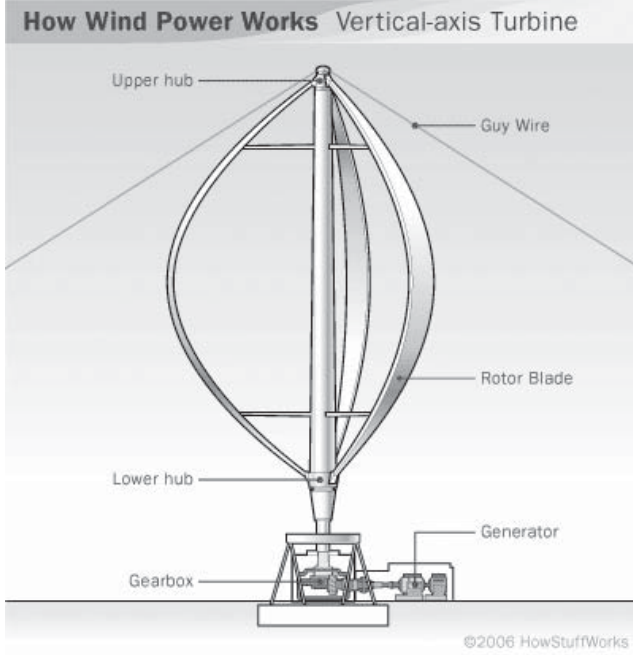
#### Darrieus tipi

Darrieus tipi düşey eksenli rüzgâr türbininde, düşey şekilde yerleştirilmiş iki tane kanat vardır. Kanatlar, yaklaşık olarak türbin mili uzun eksenli olan bir elips oluşturacak biçimde yerleştirilmiştir. Kanatların içbükey ve dışbükey yüzeyleri arasındaki çekme kuvveti farkı nedeniyle dönme hareketi oluşur. Yapısı gereği Darrieus tipi rüzgâr türbinlerinde, devir başına iki kere en yüksek tork elde edilir. Rüzgârın tek yönden estiği düşünülürse; türbinin verdiği güç, sinüs şeklinde bir eğri oluşturur.



Resim 1: Yatay Eksenli Rüzgar Türbini

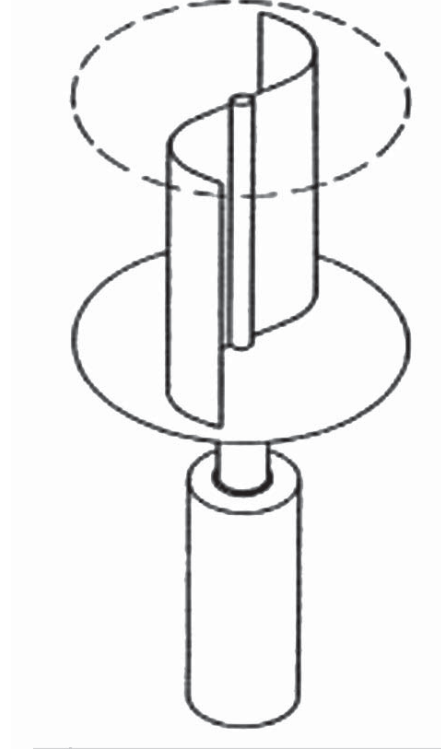
Resim 2: Darrieus tipi düşey eksenli rüzgâr türbini



### Savonius tipi

Savonius türbinleri, iki ya da üç adet kepçeye benzer kesitin birleşimi şeklindedir. En yaygını iki adet kepçenin bulunduğu durumdur ve "S" şeklini andıran bir görüntüsü vardır. Savonius türbininde akışkan içbükey kanat üzerinde türbülanslı bir yol izler ve burada dönel akışlar meydana gelir. Bu dönel akışlar Savonius türbininin performansını düşürür, bu nedenle elektrik üretiminde pek fazla kullanılmazlar. Daha çok su pompalama amaçlı ve rüzgâr ölçümlerinde kullanılan anemometre olarak kullanılırlar.

Resim 3: Savonius tipi düşey eksenli rüzgâr türbini



### KAYNAKLAR

- 1) Elektrik İşleri Etüd İdaresi [http:// www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr)
- 2) Wikipedia Ansiklopedisi [http:// tr.wikipedia.org](http://tr.wikipedia.org)
- 3) Rüzgâr ve Güneş Enerjili Güç Sistemleri (Muğdeşem Tanrıöven)
- 4) Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği <http://www.ruzgarenerjisibirliigi.org.tr/>
- 5) Global Wind Energy Outlook "Global Windenergy Council"

Şekil 1: Rüzgâr Türbinlerinin Evrimi ve Verimliliği

