

RÜZGAR ENERJİSİ

Rüzgar Enerjisi Nedir?

Rüzgar enerjisi; doğal, yenilenebilir, temiz ve sonsuz bir güç olup kaynağı güneştir. Güneşin dünyaya gönderdiği enerjinin %1-2 gibi küçük bir miktarı rüzgar enerjisine dönüşmektedir. Güneşin, yer yüzeyini ve atmosferi homojen ısıtmamasının bir sonucu olarak ortaya çıkan sıcaklık ve basınç farkından dolayı hava akımı oluşur. Bir hava kütlesi mevcut durumundan daha fazla ısınır ve atmosferin yukarısına doğru yükselir ve bu hava kütlelerinin yükselmesiyle boşalan yere, aynı hacimdeki soğuk hava kütlesi yerleşir. Bu hava kütlelerinin yer değiştirmelerine rüzgar adı verilmektedir. Diğer bir ifadeyle rüzgar; birbirine komşu bulunan iki basınç bölgesi arasındaki basınç farklarından dolayı meydana gelen ve yüksek basınç merkezinden alçak basınç merkezine doğru hareket eden hava akımıdır. Rüzgarlar yüksek basınç alanlarından alçak basınç alanlarına akarken; dünyanın kendi eksenini etrafında dönmesi, yüzey sürtünmeleri, yerel ısı yayılımı, rüzgar önündeki farklı atmosferik olaylar ve arazinin topografik yapısı gibi nedenlerden dolayı şekillenir. Rüzgarın özellikleri, yerel coğrafi farklılıklar ve yeryüzünün homojen olmayan ısınmasına bağlı olarak, zamansal ve yöresel değişiklik gösterir. Rüzgar hız ve yön olmak üzere iki parametre ile ifade edilir. Rüzgar hızı yükseklikle artar ve teorik gücü de hızının küpü ile orantılı olarak değişir. Rüzgar enerjisi uygulamalarının ilk yatırım maliyetinin yüksek, kapasite faktörlerinin düşük oluşu ve değişken enerji üretimi gibi dezavantajları yanında üstünlükleri genel olarak şöyle sıralanabilir;

1. Atmosferde bol ve serbest olarak bulunur.
2. Yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağıdır, çevre dostudur.
3. Kaynağı güvenilirdir, tükenme ve zamanla fiyatının artma riski yoktur.
4. Maliyeti günümüz güç santralleriyle rekabet edebilecek düzeye gelmiştir.
5. Bakım ve işletme maliyetleri düşüktür.
6. İstihdam yaratır.
7. Hammaddesi tamamıyla yerlidir, dışa bağımlılık yaratmaz.
8. Teknolojisinin tesisi ve işletilmesi göreceli olarak basittir.
9. İşletmeye alınması kısa bir sürede gerçekleştirilebilir.



Rüzgar Türbin Teknolojisi

Rüzgar türbinleri, rüzgar enerji santrallerinin ana yapı elemanı olup hareket halindeki havanın kinetik enerjisini öncelikle mekanik enerjiye ve sonrasında elektrik enerjisine dönüştüren makinelerdir. Rüzgar türbinleri dönüş eksenlerinin doğrultusuna göre yatay eksenli veya düşey eksenli olarak imal edilirler. Bu tiplerden en fazla kullanılanı yatay eksenli rüzgar türbinleridir. Yatay eksenli rüzgar türbinleri, dönme eksenleri rüzgar yönüne paralel ve kanatları ise rüzgar yönüne dik vaziyette çalışırlar. Bu tip rüzgar türbinleri bir, iki, üç veya çok kanatlı yapılmaktadır. Yatay eksenli rüzgar türbinleri; rüzgarın kuleyi yalamadan rotora çarpması durumunda ileri yada önden rüzgarlı (up-wind), önce kuleye dokunup sonra rotora gelmesi koşulunda geri yada arkadan rüzgarlı (down-wind) türbin adını alırlar. Düşey eksenli rüzgar türbinlerinin eksenleri rüzgar yönüne dik ve düşey olup kanatları da düşey vaziyettedir. Düşey eksenli rüzgar türbinlerinde rüzgarın esme yönü değiştiği zaman yatay eksenli rüzgar türbinlerinde olduğu gibi herhangi bir pozisyon değiştirmesi olmaz. Elektrik üretim amaçlı şebeke bağlantılı modern rüzgar türbinleri çoğunlukla 3 kanatlı, yatay eksenli ve up-wind türü rüzgar türbinleridir.

Günümüzde teknolojik gelişmelere paralel olarak 1,0-6,0 MW gücünde yatay eksenli rüzgar türbinleri kullanılmaktadır. Bir rüzgar türbinini, çevredeki engellerin rüzgar hız profilini değiştirmeyeceği yükseklikteki bir kule üzerine yerleştirilmiş gövde ve rotordan oluşur. Kanatlar ve göbek rotor olarak adlandırılır. Kanatlar polyster ile kuvvetlendirilmiş fiberglass veya epoxy ile güçlendirilmiş fiber karbondan yapılmakta ve çelik omurga ile desteklenmektedir. Üç kanatlı yeni nesil rüzgar türbinlerinin kanat çapları 100 m değerine ulaşmıştır. Modern rüzgar türbinlerinin rotor göbekleri (hub) yer seviyesinden 60-100 m yükseklikte bir kule üzerinde bulunur. Bir rüzgar türbininden elde edilecek enerji miktarı birinci

dereceden türbin hub yüksekliğindeki rüzgar hızına bağlı olmaktadır. Türbin hub yüksekliğinin artırılması sonucu rüzgar hızının artacağı gerçeği dikkate alındığında hub yüksekliğinin artırılması, mevcut rüzgar gücünden maksimum düzeyde yararlanılmasını sağlayacaktır.

Gürültü kirliliğini önlemek için gövde ses izolasyonludur. Kuleler kafes veya boru biçiminde yapılmaktadır. Kule yükseklikleri fazla olabildiğinden kafes kulelerin dışındaki konstrüksiyonlar iki yada üç parçalı olabilmektedir. Kafes kuleler görüntü kirliliği ve bakım zorluğu nedeniyle hemen hemen terk edilmiştir. Maliyeti fazla olmakla beraber günümüzde yaygın olarak açık gri renge boyanmış silindirik konik kesitli kuleler kullanılmaktadır.

Rotor düşük devirli bir ana mile bağlıdır. Rüzgarın kinetik enerjisi rotor tarafından mekanik enerjiye çevrilir ve düşük devirli ana milin dönüş hareketi gövde içersindeki iletim sistemine (dişli kutusu vb.), oradan generatöre aktarılır. İletim sistemi, generatör ve yardımcı üniteler gövde içersinde yer alır. Bir rüzgar türbininde tanımlanan elemanlar dışında; frenleme düzenleri, kontrol-kumanda sistemleri, yönlendirme motoru ve mekanizması, anemometre ve rüzgar gülü gibi ölçüm cihazları bulunur.

Rüzgar Türbinleri ile İlgili Parametreler ve Güç İfadesi

Atmosferde serbest olarak yer değiştiren hava, belli bir kütle ve rüzgar formunda hareket halinde olması nedeniyle bir kinetik enerjiye sahiptir. Kinetik enerji ve momentumun korunumu ilkelerinden yola çıkarak atmosferde serbest olarak hareket eden rüzgarın Po teorik gücünün; ρ hava yoğunluğu (kg/m³), A rüzgarın ilerleme yönüne dik kesit alanı (m²) ve V rüzgar hızı (m/sn) olmak üzere matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir.

$$P_{\text{hava}} = 0,5 \rho V^3 A \quad [W]$$

Rüzgarın teorik gücü esas olarak rüzgar hızının küpüyle orantılıdır. Bu nedenle, rüzgar hızının fazla olduğu yerlere rüzgar enerji santralleri kurmak ekonomik olmakta ve bu tür rüzgar kaynak alanlarında daha çok enerji üretilebilmektedir. Po teorik rüzgar gücünün rüzgar türbini tarafından elektrik enerjisine dönüştürülebilen kısmı ise;

$$P = 0,5 C_p \rho A V^3 N_G N_D N_C \quad [W]$$

şeklinde dir. Burada; Cp güç faktörü, A rotor dönüşü sırasında taranan alan (m²), NG jeneratör verimi, ND dişli kutusu verimi ve Nc ise kuplaj verimidir. Cp güç faktörü, elde edilen shaft gücünün rüzgar türbinine gelen rüzgar gücüne oranı olarak tanımlanır. Güç faktörü maksimum %59,3 olup bu değere Betz Limiti denilmektedir. Günümüz teknolojisi kullanılarak iyi tasarlanmış ideal bir rüzgar türbini için Cp değeri % 40 civarındadır. Cp güç faktörü, kanatların dönüş hızı (U) ile kanatlara çarpan rüzgar hızı (V) oranının bir fonksiyonudur $C_p=f(U/V)$. Bu (U / V) oranı aynı zamanda "Tip-Speed Ratio – Kanat Ucu Çevresel Hız Oranı ?" olarak bilinir. Bu ifadeden de anlaşılabilineceği gibi prensip olarak, eğer elde edilen gücün sürekli olarak maksimum seviyede olması isteniyorsa, rotor dönüş hızının, herhangi bir şekilde, anlık rüzgar hızlarına göre değiştirilerek kanat ucu çevresel hız oranının maksimum Cp değerini verebilecek bir optimumda tutulması gerekmektedir. Geliştirilmiş rüzgar türbinlerinde bu düzenleme otomatik olarak gerçekleştirilmektedir.

Rüzgar türbinleri, elektrik enerjisi üretimine ancak belirli bir rüzgar hızında başlayabilmektedir. "Cut-in" adı verilen bu rüzgar hızının altında sistem tamamen durmaktadır. Sistemden elde edilen elektrik enerjisi rüzgar hızının artmasıyla birlikte artmaktadır. Her bir rüzgar türbini için belirlenmiş bir rüzgar hızında, sistemden elde edilen güç en büyük değere ulaşır. Bu en büyük güce "nominal güç" ve bu rüzgar hızına "nominal hız" adı verilmektedir. Rüzgar hızının, nominal hız değerini aşması halinde sistemden elde edilecek güç nominal güç kadar olacaktır. Sistemin hasar görmemesi için belirli bir rüzgar hızından sonra rüzgar türbinlerinin stop konumuna geçmesi otomatik olarak sağlanır. Bu maksimum hıza sistemin "Cut-out" hızı adı verilmektedir. Diğer bir ifadeyle , bir rüzgar türbini Cut-in ve Cut-out rüzgar hızları arasında enerji üretimini gerçekleştirir. Modern rüzgar türbinlerinin Cut-in hızları 3-4 m/s, nominal hızları 11-15 m/s ve Cut-out hızları ise 25-30 m/s arasındadır.

Kaynak: [YEGM](#)