

RÜZGAR TÜRBİNLERİ İLE ENERJİ ELDE EDİLMESİ

H. Rıza GÜVEN, M. İsmail ÖZARSLAN

Özet - Ülkemizde ve dünyada hızla artan enerji ihtiyacı karşısında mevcut tükenir enerji kaynaklarındaki azalma ve bazı kaynakların yol açtığı çevresel sorunlar yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarını gündeme getirmiştir. Dünyada konvansiyonel kaynaklardan elektrik üretiminin yarattığı çevre sorunları nedeniyle artan hassasiyet, bu sorunların en aza indirilmesi için uygulanan teknolojilerin getirdiği maliyetler ve kullanılan kaynakların yenilenemez oluşu, çevre dostu sıfır yakıt maliyetli olan yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimini arttırmıştır. Bu çalışmada rüzgar türbinleri teknolojileri üzerinde durulmuş, bir rüzgar santrali kurarken dikkat edilmesi ve incelenmesi gereken hususlar araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler - yenilenebilir enerji, rüzgar enerjisi, enerji kaynakları, rüzgar türbini, Türkiye ve rüzgar

Abstract - New and renewable energy resources are currently issued by the increasing demand on energy in our country and worldwide and the decrease in these current energy sources according to that demand and enviromental problem caused by some resources. Due to increase in conventional sources usage in production of electricity, sensitiveness increased to environmental problems, as because of the cost for the usage of new technologies to reduce the environmental problems and this sources not be renewed, renewable energy sources usage in electricity production increased. Wind turbine technologies and the points that are necessary to establish wind power plant have been discussed.

Key Words - renewable energy, wind energy, energy resources, wind turbine, Turkey and wind

H. R. Güven, SAU Mühendislik Fak. Mak. Müh. Bölümü, Adapazarı

M. İ. Özarlan, SAU Fen Bilimleri Enstitüsü, Adapazarı

I. GİRİŞ

Enerjiye olan büyük gereksinim, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının sürekli gündemde olmasına nedenidir. Alternatif kaynaklar olarak da adlandırılan bu enerji kaynaklarından biriside rüzgar enerjisidir.

Rüzgar enerjisi, fosil yakıtların tükeneceğinin anlaşıldığı son yıllarda, enerji sorununa çözüm olarak görülen kaynaklardan birisidir. İlk kullanım örneklerinin bundan 3000 yıl öncesinde rastlanılmasına rağmen, rüzgar enerjisi, sanayi devrimi ile başlayarak 20. yüzyıl ortalarına kadar olan dönemde popülerliğini yitirmiştir.

Güneş kaynaklı olan rüzgar enerjisi, doğal enerji dönüşümü sonucunda kendisini atmosferde hava hareketi ve denizlerde dalga hareketi olarak hissettirmektedir. Bu kinetik enerjide, rüzgar enerjisi ve dalga enerjisi tesislerinde elektrik enerjisine, su pompalama tesislerinde mekanik enerjiye dönüştürülebilmektedir [1].

Rüzgar, yüzyıllar boyunca yelkenli gemilerde güç kaynağı olarak kullanıldı ve tarih boyunca ülkeler denizcilikteki yetkinlikleriyle başarıyı yakaladılar. Karada da, çok zaman olmamasına karşın, su çarkları, yeldeğirmenleri ve rüzgar milleri de yerini almıştır. Özellikle buğday, mısır öğütme ve su pompalama güç gereksinimleri bu yolla çözülebilmektedir [1].

Ondokuzuncu yüzyılın ikinci yarısında, akarsulardaki rüzgardaki enerji, yegane doğal mekanik güç kaynakları idi. Akarsulara yerleştirilen su değirmenleri uzun yıllar kullanılmıştır. Su değirmenlerinin kullanılabilen yerlerin azlığı nedeniyle yeldeğirmenlerine daha çok rastlanmaktadır. Doğal olan, daha çok rüzgar alabilen mekanlara, mümkünse tepelerin en üst noktalarına yerleştirmektedir.

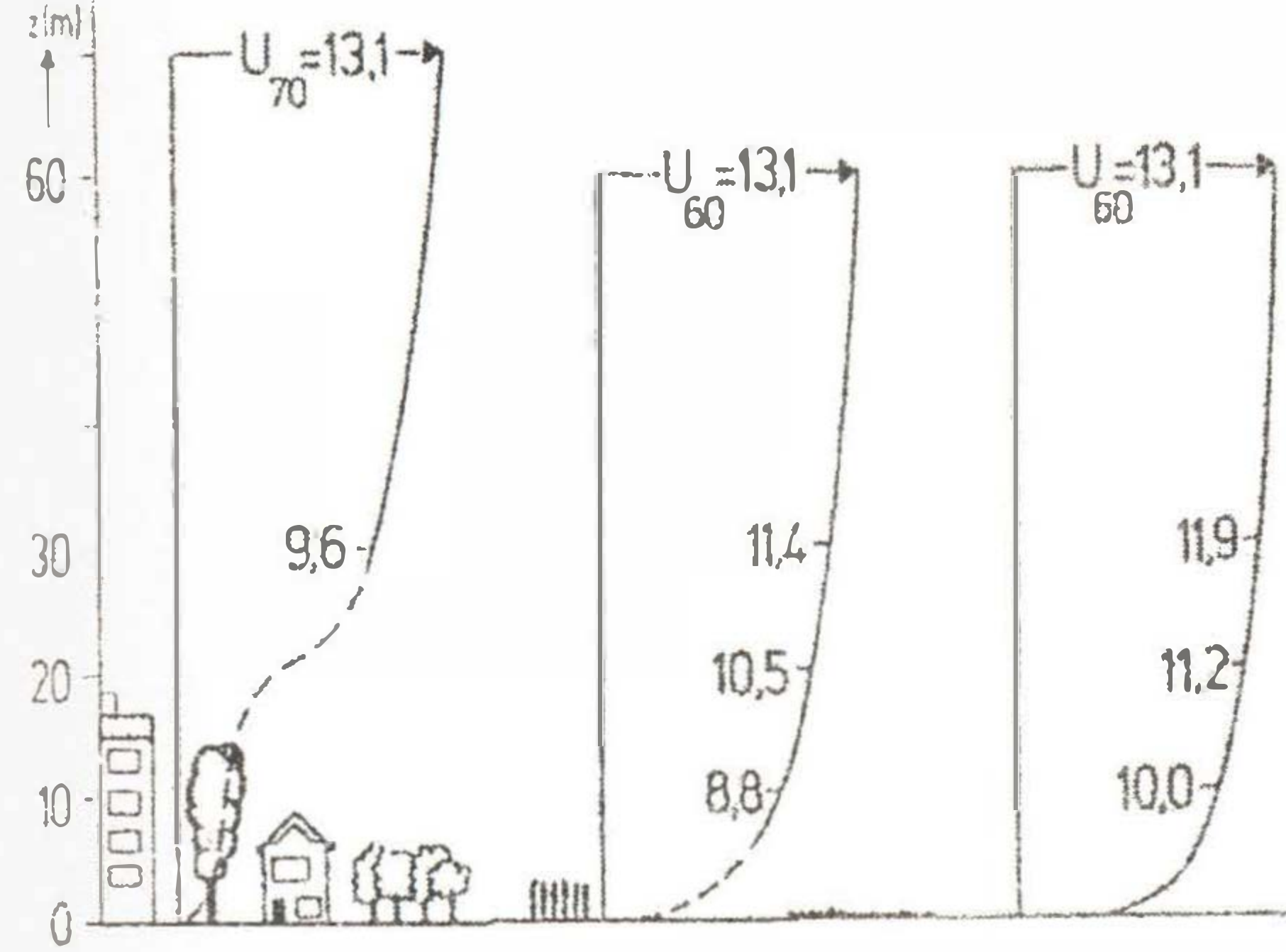
İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra rüzgara bir enerji kaynağı olarak bakış büyük ölçüde artmış, birçok ülkede özel ya da devlet destekli araştırma kurumları hayata geçirilmiştir [1].

Bu çerçevede, Türkiye rüzgar enerjisi potansiyelinde katkıda bulunmak, sektörü yönlendirmek amacıyla 1998 yılında Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği kurulmuştur.

II. RÜZGAR ENERJİSİ

II.1 Rüzgar Tanımı

Rüzgar, geniş, açık bir yüzey üzerinde havanın yere göre yatay hareketi olarak tanımlanabilir. Hem rüzgar hızı hem de yönü yerden yüksekliğe bağlı olarak belirgin bir değişkenlik gösterir (Şekil 1).

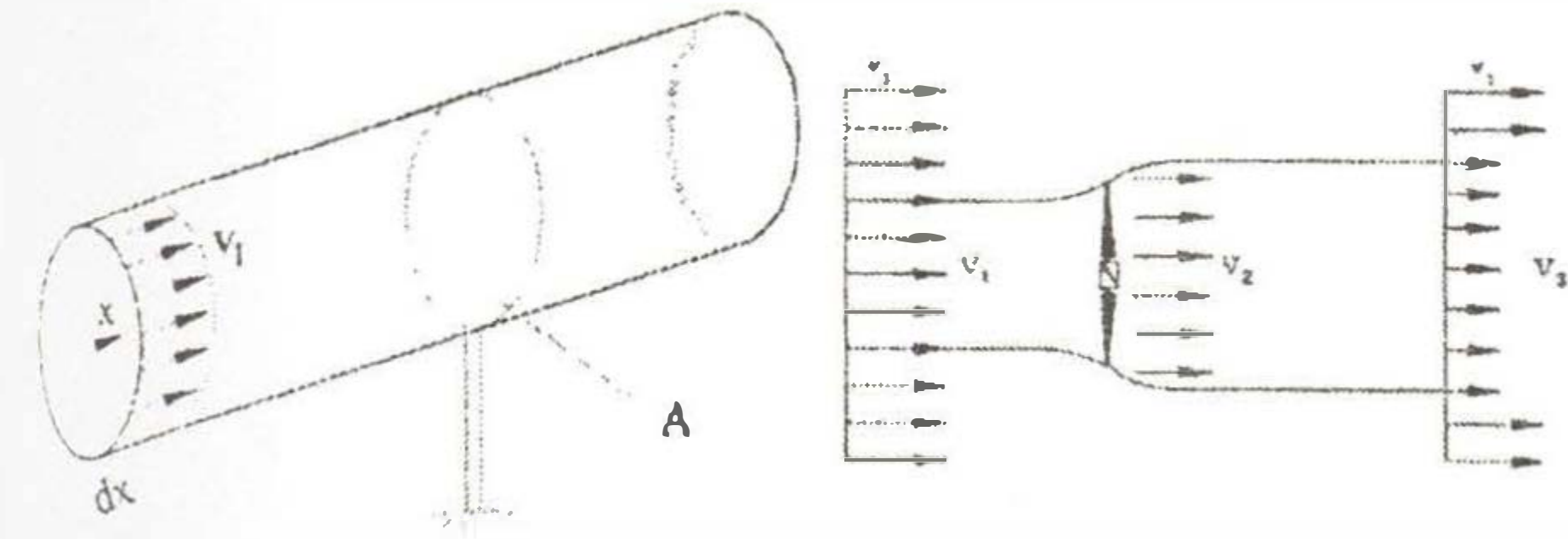


Şekil 1. Yüzeysel farklılıkların rüzgar profiline etkisi [2]

II.2 Rüzgardan Elde Edilebilecek Gücün Hesabı

Rüzgar türbinin rotoru hava akımındaki enerjiyi absorbe eder ve bu da rüzgarın hızına bir etkide bulunur. Bir rüzgar türbini tesis etmeden önce seçilen yörenin rüzgar enerjisi potansiyelinin ve buna ait teorik hesapların yapılması gerekir. Sağlıklı bir tahmin için rüzgar hızı ölçümleri, türbin kanat çapı, kanat sayısı, türbinin yerden yüksekliği, kanat ucu hız oranı gibi parametrelerin bilinmesi gerekir.

Rüzgar hızının rotorlu ve rotorsuz haldeki hızlarının değişimi Şekil 2'de gösterilmiştir. Rüzgardan elde edilebilecek maksimum teorik verim Betz Limiti olarak ifade edilmiştir. Buna göre rüzgar türbini havada bulunan rüzgar enerjisinin ancak %59.3'ünü kullanabilmektedir [3].



Şekil 2. Rotorsuz ve rotorlu haldeki rüzgar hızları

Rüzgarın getirdiği güç,

$$N_1 = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot V_1^3 \quad (\text{W})$$

eşitliği ile hesaplanır, Görüldüğü gibi güç, hızın küpü ve tipik alanın yarıçapının karesi ile orantılıdır.

Rüzgar türbininin rüzgardan çıkarabileceği enerji miktarı şu eşitlik ile ifade edilir:

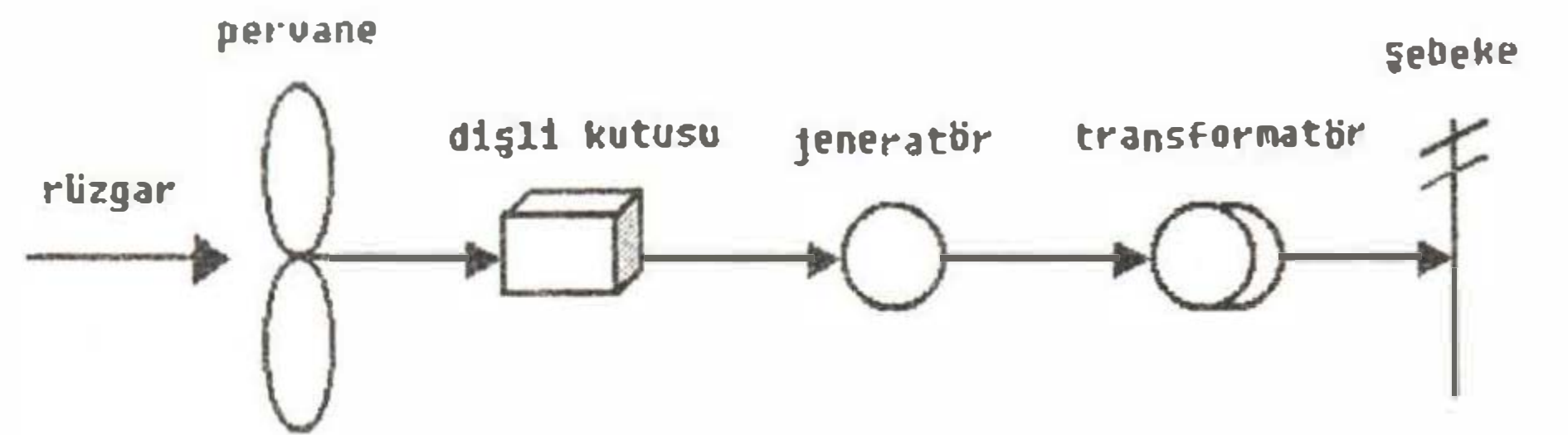
$$N_2 = \frac{1}{2} \rho \cdot C_P \cdot \eta \cdot A \cdot V_1^3 \quad (\text{W})$$

Burada ρ hava yoğunluğunu (kg/m^3), η mekanik-elektrik katsayısını, A kanat alanını (m^2), V pervane önünde bulunan bozulmamış rüzgar hızını (m/s), C_P Betz limitini (güç veya performans katsayısı) ifade eder [4].

III. RÜZGAR TÜRBİNLERİ

III.1 Rüzgar Türbinleri'nin Yapısı

Tahrik edilen kısmı dönme hareketi yapan ve bir akışkanda bulunan enerjiyi milinde mekanik enerjiye dönüştüren makinalara türbin denir. Rüzgar türbinleri ile ilgili tanımlamalar, değişik kaynaklarda birbirleriyle çelişmektedirler. Bu konudaki en genel tanımlama şu şekildedir; pervane kanatları, pervane göbeği ve pervane miline rotor veya türbin denilir. Pervane mili, dişli kutusuna bağlıdır. Dişli kutusunu jeneratöre bağlayan mile de, jeneratör mili denir (Şekil 3). Bunların tümü, kule tarafından taşınır. Kule ile yer bağlantısı da temel aracılığıyla sağlanır. Tüm bu elemanlara, en genel halde rüzgar enerjisi tesisi adı verilir. Bu gerçeğe rağmen, yerli ve yabancı literatürde, rüzgar enerjisi tesisi yerine, rüzgar türbini denilmesi alışkanlık olmuştur [5].

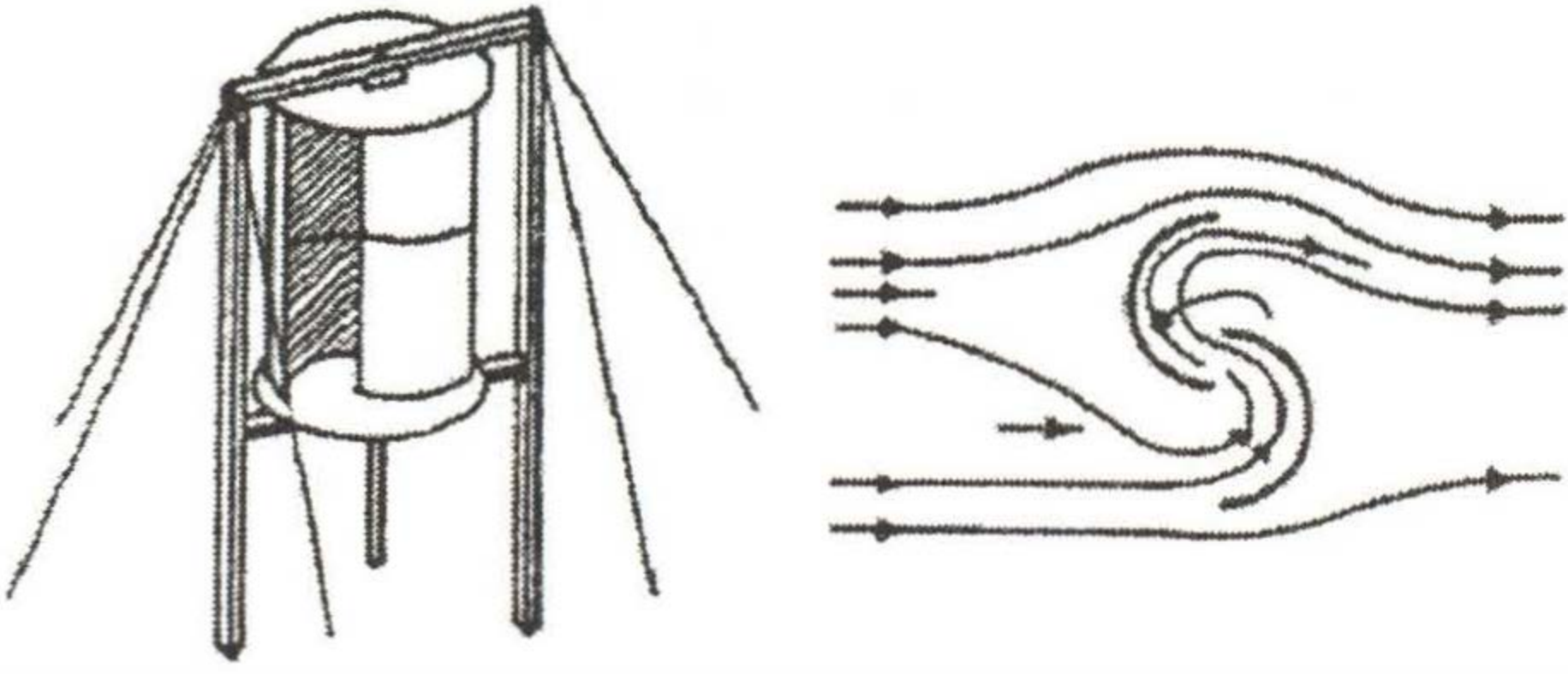


Şekil 3. Rüzgar enerjisi tesisi prensip şeması [6]

III.2 Rüzgar Türbinlerinin Sınıflandırılması

Rüzgar türbinleri; sürüklenme veya kaldırma kuvvetinden yararlanmalarına göre, pervane ekseninin yatay ya da düşey olmasına göre veya aynı rüzgar hızındaki devir sayılarına göre sınıflandırılabilirler.

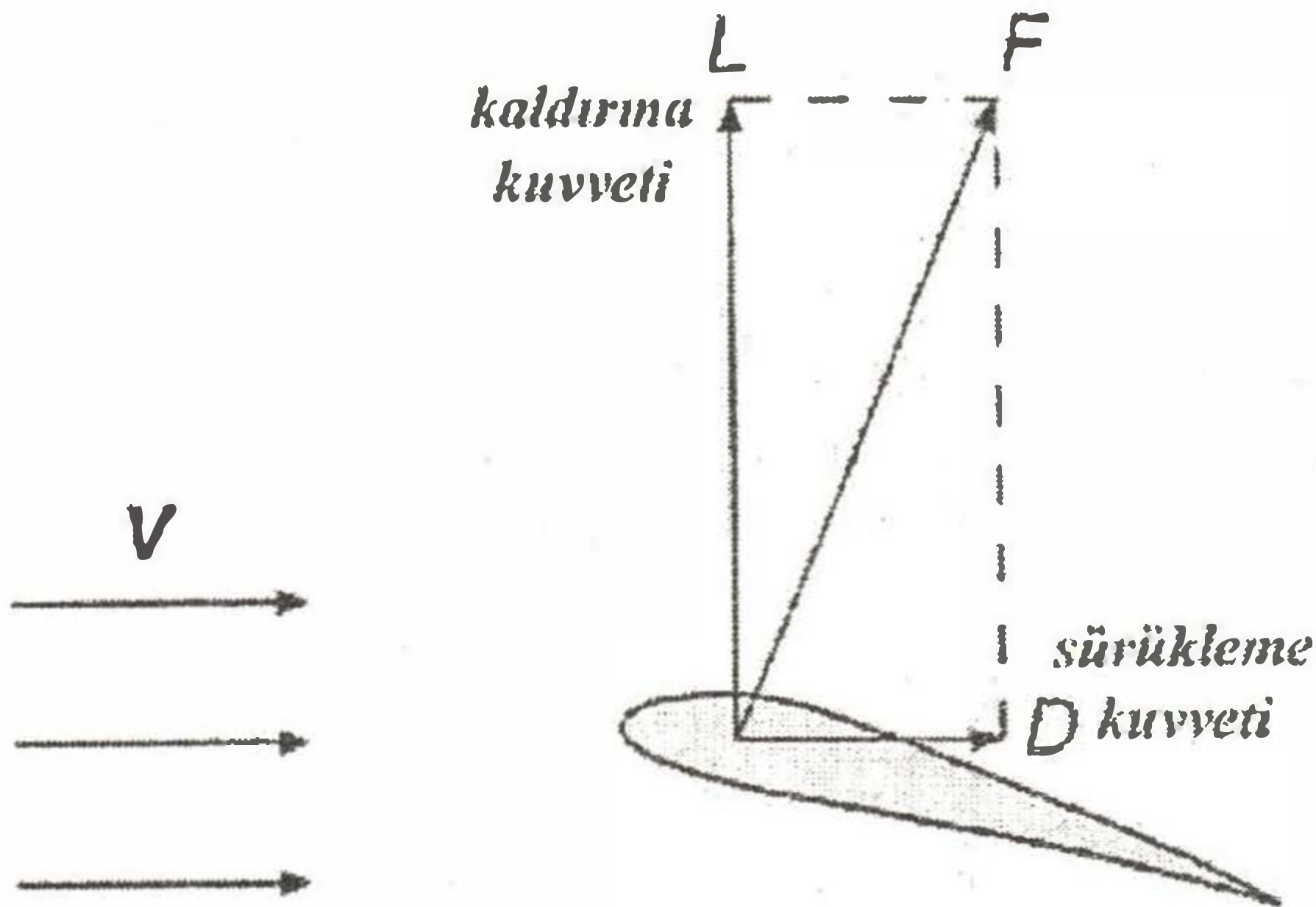
Sürüklenme kuvvetinden yararlanan türbinlerde, rüzgara karşı bir yüzey tutulur ve rüzgar basıncından dönme hareketi oluşur. Örnek olarak; kepçe tipi anemometreler, Fars çarkı ve Savonius türbini gösterilebilir. Bu türbinlerde (daha doğru bir ifadeyle rüzgar çarkı) akışkan; iç bükey kanat üzerinde türbülanslı bir yol izler ve dönel akışlar oluşur (Şekil 4). Bu dönel akışlar Savonius rüzgar çarkının performansını düşürür [7],[8].



Şekil 4. Savonius çarkı [8]

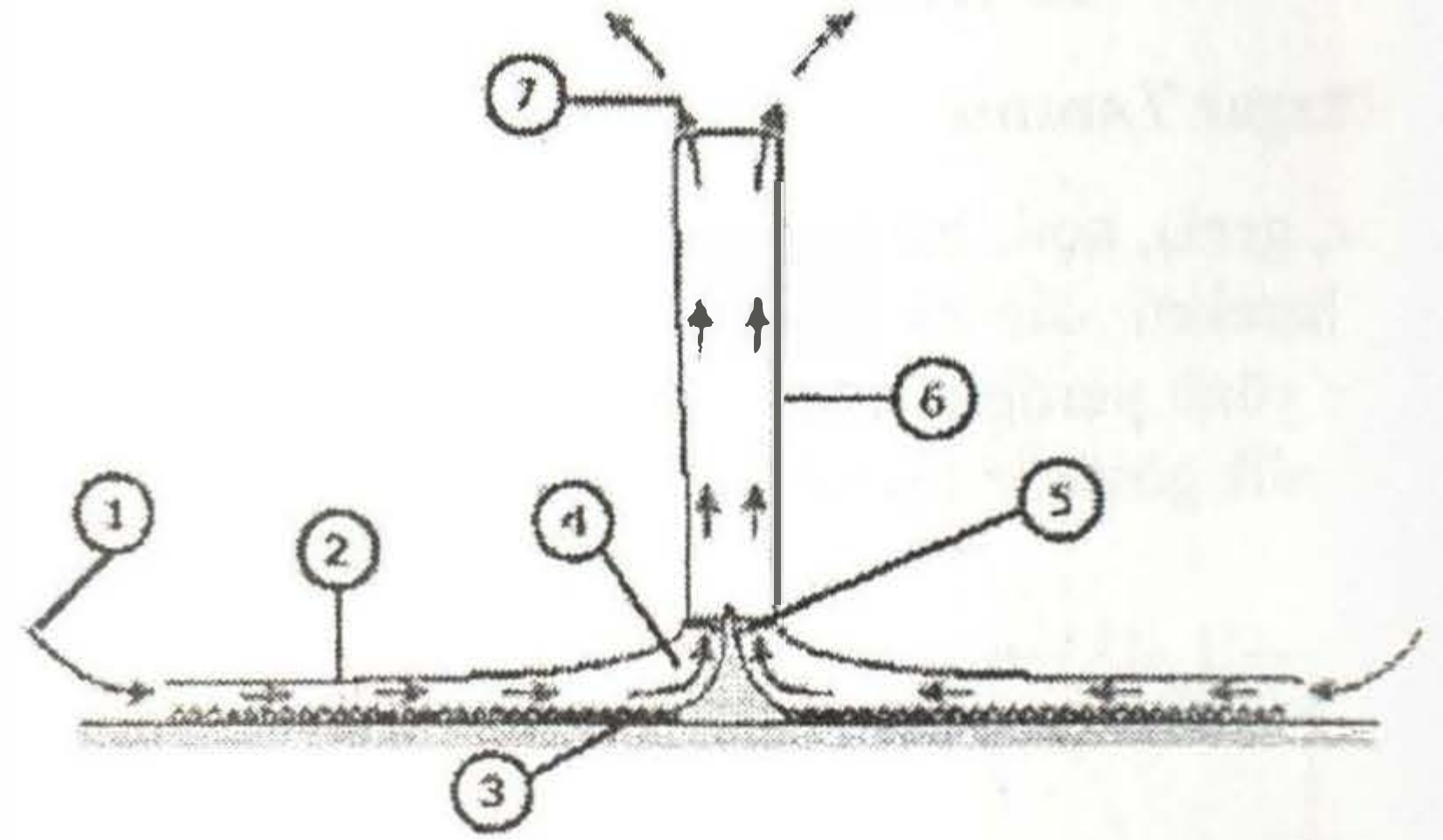
Bu sebeple, sürüklenme kuvvetinden yararlanan türbinler, pistonlu pompalar ile su pompalanması gibi yüksek moment gereken yerlerde kullanılırlar ve elektrik üretimi gibi yüksek güç gereken alanlarda kullanılmazlar.

Kaldırma kuvvetinden yararlanan türbinlerde rüzgar; yüzeye belli bir açıyla gelir ve yüzeye etkiyen hava hızının doğrultusuna dik olarak oluşan kaldırma kuvveti, dönme hareketine dönüşür. Akışkanın akışı yönünde meydana gelen kuvvet sürüklenme kuvveti olarak isimlendirilir (Şekil 5).



Şekil 5. Sürüklenme ve kaldırma kuvvetleri [9]

Bunların dışında da, yükselen hava akımlı rüzgar türbinleri gibi, hava hareketindeki kinetik enerjiden yararlanan türbinler vardır. Enerji dönüştürücüsü yükselen hava akımlı rüzgar türbinleri (güneş enerjisi konveksiyon bacası), güneş ışınlarının enerjisi tarafından ısıtılan havanın yükselmesi ve yükselen havadaki kinetik enerjinin de rüzgar türbinini tahrik etmesi prensibine göre çalışır. Isınarak yükselmesi istenen hava, üstten cam veya plastik malzemedeki çatı ile örtülüdür ve bu çatının ortasında yer alan betonarme bacada yükselir (Şekil 6).



- [1]:soğuk hava girişi
- [2]:cam çatı
- [3]:enerji depolama (içi su dolu siyah borular)
- [4]:sıcak hava türbin girişi
- [5]:türbin
- [6]:baca
- [7]:hava çıkış

Şekil 6. Yükselen hava akımlı rüzgar türbinlerinin çalışma prensibi [10]

III.3 Kanat Profili

Yüksek hava akış hızı, kanat profiline üst kısmında basıncı düşürerek alçak basınç bölgesi meydana getirecektir. Bunun sonucunda emme etkisi meydana gelerek kanat havalanacaktır.

Kanat profillerinde sürüklenme ve kaldırma kuvvetlerinin özellikleri, rüzgar tüneline yapılan testlerle belirlenmektedir. Bu testlerde farklı hücum açıları için birimsiz büyüklükler olan sürüklenme katsayısı ve kaldırma katsayısı hesaplanır. Bu katsayılar yardımıyla türbin için en uygun kanat yapısı tasarlanır [11].

III.4 Rüzgar Türbinlerinin Güç Kontrolü

Pervane kanatlarının üzerine etkiyen aerodinamik kuvvetlerden dolayı rüzgar türbinleri, rüzgardaki kinetik enerjiyi dönme (rotasyonel) mekanik enerjisine çevirir. Pervane kanatlarındaki bu kuvvetler uçak kanatlarına maruz kaldığı kuvvetlere çok benzer. Günümüzde kullanılan modern rüzgar türbinlerinde, iki farklı aerodinamik kontrol mekanizması kullanılır. Bunlar Stall (pasif) ve Pitch (aktif) kontrol mekanizmalarıdır. Bu iki mekanizma, jeneratörün rüzgardan çıkarabileceği enerjiye göre ayarlanır. Eskiden çoğu küçük ve orta büyüklükte türbinler stall kontrol kullanırken günümüzde rüzgar türbinleri üzerinde daha etkin bir kontrolü sağlayan pitch kontrol mekanizması kullanılmaktadır [11].

Stall olayı, akışın kanat profiline negatif basınç bölgesini aniden terk ederken meydana gelen bir durumdur.

Pitch kontrol (aktif kontrol), jeneratörden girilen enerji bekleyen aktif bir sistemdir. Pitch kontrollü rüzgar

türbinlerinde bulunan elektronik aksama bağlı hız kontrol sistemi saniyede birkaç kez güç çıkışını kontrol eder. Güç çıkışı normalden çok yüksekse, hız kontrol sistemi pervane pitch mekanizmasına sinyal göndererek durumu bildirir. Gelen bu sinyalden sonra, pervane kanatları da yönünü rüzgarın estiği yönden hafifçe çevirerek güç kontrolü yapar.

IV. RÜZGAR TÜRBİNLERİNİN ELEKTRİK SİSTEMİ

IV.1 Elektrik Jeneratörleri

Genellikle rüzgar, pervaneyi bir dişli kutusu üzerinden hareket ettirerek elektrik jeneratörünü sürer. Dişli teknolojisinde ortaya çıkan gelişmeler ve düşük hızlı elektrik jeneratörlerinin maliyetinin yüksek olması, küçük sistemler dışında pervanenin jeneratör tarafından doğrudan sürülmemesi eğilimine yol açmaktadır.

Jeneratörler iki kısımdır. Bunlar AC (alternatif akım) ve DC (doğru akım) jeneratörlerdir. Tüm şebeke bağlantılı rüzgar türbinleri üç faz AC jeneratörlerinin hepsini sürebilirler [12].

IV.2 DC Jeneratörler

Küçük güç sistemlerinde eskiden çok fazla kullanılan doğru akım jeneratörleri şimdi genellikle senkron veya asenkron jeneratörler ile değiştirilmektedir. Bu jeneratörler, bir değiştirici yardımıyla alternatif akıma dönüştürebilen doğru akımı üretir.

IV.3 AC Jeneratörler

IV.3.1 Senkron Jeneratörler (Alternatörler)

Senkron jeneratörlerin en önemli özelliği, bağlandığı şebeke ile aynı frekansta çalışmasıdır. Senkron jeneratörün doğru akım jeneratörüne göre avantajı, veriminin yüksek olması ve bir doğru akım jeneratörüne göre daha düşük dönme hızında elektrik verebilme özelliğidir. Bunun yanında senkron jeneratörler daha yüksek hızlarda elektrik üretirler. Alternatif akım jeneratörlerinde maksimum dönme hızı ile elektrik üretimi için gerekli minimum hız arasındaki oran yüksektir. Böylece bir senkron jeneratörü süren bir rüzgar türbini daha geniş rüzgar hızı aralığında çalışabilecektir.

IV.3.2 Asenkron (İndüksiyon) Jeneratörler

Asenkron jeneratör, bağlandığı şebekeye daima sabit frekansta sinyal verir [12]. Asenkron jeneratörler şebeke frekansından biraz yüksek frekansta çalışırlar. Senkron hızdan çok az farklı bir hız ile uyum gözetmeksizin çalışabilir.

V. RÜZGAR ENERJİSİ PROJELERİNİN GERÇEKLEŞTİRİLMESİ

V.1 Projenin gerçekleştirilmesi

Bir rüzgar enerjisi dönüşüm sistemi girişimini başarıyla sonuçlandırabilmekte en önemli faktörler sistemin kurulacağı yerin karakteristikleri, kamuoyu ve hukuk, enerjinin gelecekteki değeri sistemin performans yeterliliği ve güvenilirliği, ve yetkin bir hareket planının verimli uygulanmasıdır.

Çeşitli ülkelerce hazırlanıp kullanıma sunulan ve bir alandaki rüzgar ölçüm parametrelerini kullanarak rüzgar enerjisi potansiyelinin belirlenmesine yardımcı olan bilgisayar programları mevcuttur. Bu bilgisayar programlarından biriside Avrupa kıtasının rüzgar atlasının hazırlanmasında kullanılan WASP (Wind Atlas Analysis and Application Program) bilgisayar programıdır. WASP bilgisayar programı rüzgar hız ve yön bilgileri ile rüzgar gözlem istasyonu çevresindeki engellerden, arazi yüzey pürüzlülüğü ve arazinin topoğrafik özelliklerinden yola çıkarak bölgesel rüzgar atlas istatistiklerinin ve enerji potansiyelinin belirlenmesinde kullanılmaktadır [13].

V.2 Finansman ve Ekonomik Değerlendirme

Rüzgar makinaları bol miktarda malzeme tüketip, imalatları, inşaları ve işletmeleri için kömür ve petrol gibi ana yakıtlar kullanacaklardır. Ayrıca, çıkan güce oranla, kule ve rotorların büyük olması yüzünden rüzgar gücünden faydalanmak önemli miktarda toprak kaybına neden olacaktır. Bu anlatılanlara göre, rüzgar gücünün ekonomik yorumunu yapmak için önemli bir kriter de, elde edilen enerjiye göre sistemin enerji maliyetidir.

VI. SONUÇ

Günümüzde tüm dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında bir artış görülmektedir. Özellikle rüzgar enerjisinin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Türkiye’de de bu konudaki çalışmalar hızlanmıştır. Rüzgar alan bölgelerde bulunan ve enerji hatlarına uzak kalan yerlerde rüzgar türbinleri kullanımı ile gerekli enerji sağlanabilir. Özellikle Ege bölgesinde bulunan turistik tesis ve otellerde kullanma suyunun ısıtılmasında rüzgar enerjisinden faydalanılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Golding, E. W., “The Generation of Electricity by Wind Power”, Pitman Press, London, 1955.
- [2] Beurkens, J., “The Implementation of Wind Energy Projects”, Wind Energy Investment in Turkey, Ankara, 1997.
- [3] Danish Wind Industry Association, www.windpower.org, 2003.

- [4] Çöten, A., "Rüzgar Enerjisi", Yıldız Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 1990.
- [5] Özdamar, A., Ülgen, K., Büyüktuna, V., Özgöner, Ö., "Ege Bölgesi'ndeki Rüzgar Güllerinin Güç ve Moment Faktörlerinin Araştırılması", Ege Üniversitesi, İzmir, 2001.
- [6] Onat, C., Çetin, Ş., "Rüzgar Tünelindeki Kanat Profilinin Dikey Hareketinin Modellenmesi", Mühendis ve Makine Dergisi, Temmuz 2003.
- [7] Fujisava, N., Shirai, H., "Experimental Investigation on the Unsteady Flow Field Around a Savonius Rotor at the Maximum Power Performance", Vol.11, Tokyo, 1987.
- [8] Windpumping Systems, www.solarpraxis.de, 2003.
- [9] Honsberg, C., "Wind Energy", Georgia Institute of Technology, USA, 2003.
- [10] Kara, Ö., Özdamar, A., Özbalta, N., "Yükselen Hava Akımlı Rüzgar Türbinleri", 2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, İzmir, 2003.
- [11] Durak, M., "Rüzgar Enerjisi Teknolojisi ve Türkiye Uygulaması: Akhisar Rüzgar Elektrik Santrali", İTÜ, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2000.
- [12] Walker, J. F., Jenkins, N., "Wind Energy Technology", John Willey & Sons, England, 1997.
- [13] Enerji İşleri Etüt Dairesi Web Sitesi, www.eie.gov.tr, 2003.