

## Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampüsünün Rüzgar Enerjisi Potansiyelinin Belirlenmesi

T. Koyuncu F. Lüle

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Samsun

Bu araştırmada, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampüsü'nün rüzgar enerjisi potansiyeli belirlenmiştir. Çalışmada, kampus içerisine yerleştirilmiş ve yüzeyden 2m yükseklikte ölçüm yapan bir otomatik meteoroloji istasyonundan sağlanan, rüzgar enerjisi karakteristiğine ilişkin rüzgar hızı, rüzgar yönü ve rüzgar esme süresi gibi bir yıllık (Aralık 2002-Kasım 2003) veriler kullanılmıştır. Bu veriler bazı ampirik eşitlikler yardımıyla işlenmiş ve 3, 5, 10 ve 15 m çaplarındaki rüzgar türbinlerinin güçleri 10, 20 ve 30 m yükseklikler için hesaplanmıştır. Sonuçlardan, kampusun rüzgar enerjisi potansiyelinin tarımsal uygulamalar ve elektrik üretimi için yeterince karlı olmadığı görülmüştür. Bunun yanı sıra, mevcut durumdaki rüzgar enerjisi sistemleri ve elektrik fiyatları göz önünde bulundurulduğunda, herhangi bir rüzgar enerjisi santralinin (küçük ya da büyük ölçekli tip) kendini en az 40 yılda amorti edebileceği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Rüzgar, enerji, potansiyel, güç, türbin.

### Determining Wind Energy Potential in Kurupelit Campus of Ondokuz Mayıs University

The wind energy potential in Kurupelit Campus of Ondokuz Mayıs University was determined in this research. The data regarding wind characteristics such as wind speed, wind direction and wind blowing time measured at 2m height above the l surface and for one year (December 2002-November 2003) gathered from an automatic meteorological station located in the campus was used for this study. These data were processed by using some empirical equations and the power of wind turbines that have diameter of 3, 5, 10 and 15 m were calculated for 10, 20 and 30 m heights. It was seen from the results that the wind energy potential of this campus was not profitable enough for agricultural applications and producing electricity. In addition, it was also find that any wind energy station (small or large scale type) can redeem itself more than 40 years when considering present costs of wind energy systems and electricity.

**Key Words:** Wind, energy, potential, power, turbine.

#### Giriş

Dünyamızdaki hızlı sanayileşme ve kentleşme doğal kaynaklara ve enerjiye olan talebi giderek artırmaktadır. Ancak, enerji üretim ve tüketim miktarları dünya genelinde dengeli bir dağılım göstermemektedir. Sanayileşmiş ülkelerde yaşayan 1 milyar nüfus, kullanılan toplam enerjinin %60'ını tüketirken geri kalan nüfus %40'ını tüketmektedir (Atılğan, 2000; Anonim, 2006). Kişi başına düşen yıllık ortalama birincil enerji tüketiminin dünya ortalaması 1.45 TEP (Ton Eşdeğeri Petrol)/kişi.yıl iken, bu değer OECD ülkelerinde 4.56 TEP/kişi.yıl, AB ülkelerinde 3.69 TEP/kişi.yıl, Türkiye'de ise 1.10 TEP/kişi.yıl olduğu görülmektedir. Ülkemizdeki duruma benzer olarak dünyada da birincil enerji üretiminin %89.9'u fosil kaynaklardan karşılanmaktadır. Bu kaynaklar

içerisinde kömürün payı %26.7, petrolün payı %40.0, doğalgazın payı %23.2'dir. Fosil kaynakların bugün olduğu gibi gelecekte de dünya enerji talebinde önemini sürdürmeye devam edeceği anlaşılmaktadır. Fakat fosil yakıt kökenli enerji kaynaklarından petrol rezervlerinin ömrünün 42.8 yıl, doğal gazın 64.7 yıl, kömürün ise 228 yıl olarak tahmin edilmesi ve bu yakıtların çevre kirliliğine ve doğanın tahribine neden olması gibi sorunlardan dolayı yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelme zorunlu hale gelmiştir (Koyuncu ve Ültanır, 1997; Ültanır, 1998).

Bilindiği kadarıyla Türkiye fosil yakıt rezervleri bakımından zengin bir ülke değildir. Ancak, tükenbilir konvansiyonel fosil yakıt rezervlerinin aksine tükenmez doğal kaynakların potansiyeli bakımından da oldukça

zengin bir ülkedir. Örneğin, ülkemizde ekonomik olarak kullanılabilir 124.5 TWh/yıl hidrolik, 1.8 MTEP/yıl jeotermal, 25 MTEP/yıl güneş, 50 TWh/yıl rüzgar ve 32 MTEP/yıl biyomas enerjisi potansiyeli bulunmaktadır (Ültanır, 1998). İşte bu durum, ülkemizde temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma oranının artırılmasının ne kadar büyük önem taşıdığını göstermektedir. Bunu yapabilmek için de öncelikle yenilenebilir kaynakların yöresel potansiyellerinin belirlenmesi ve yararlanma olanaklarının irdelenmesi gereklidir.

Bu nedenle bu çalışmada; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampusu'nun rüzgar enerjisi potansiyeli, ölçümle elde edilen veriler ve ampirik eşitlikler kullanılarak farklı yükseklikler için ortaya konmuş ve bu enerjiden yararlanabilme olanakları incelenmiştir.

#### Materyal ve Metot

Çalışmada, deniz seviyesinden yaklaşık 4 m yükseklikte kurulu bulunan, bulunduğu zeminden 2 m yükseklikte ölçüm yapan ve kampus'tan 7-8 km uzaklıkta bulunan Atakum (Samsun) meteoroloji istasyonundan alınan uzun yıllar (40 yıl ve daha fazla) ortalama rüzgar değerleri ile, denizden yaklaşık 180 m yükseklikte kurulmuş olan Kurupelit Kampusu içerisinde bulunan ve yine 2 m yükseklikte ölçüm yapan bir otomatik meteoroloji istasyonunun bir yıllık verilerinden yararlanılmıştır. Kampus'teki istasyondan elde edilen bir yıllık veriler öncelikle Atakum istasyonunun uzun yıllar ortalama değerleriyle karşılaştırılarak güvenilirliği irdelenmiştir. Veriler arasında oldukça uyum olması ve kampus içersindeki istasyonun verilerinin güvenilir bulunması nedeniyle bu verilerden yararlanılarak Kurupelit Kampusu'nun rüzgar enerjisi potansiyeli ampirik eşitlikler yardımıyla belirlenmiştir.

Yeryüzünden itibaren yüksekliğin artması, sürtünme kuvvetinin azalmasına ve rüzgar hızının yükselmesine neden olmaktadır. Rüzgar hızının yükseklikle değişimi çeşitli araştırmacılar tarafından, yüzey pürüzlülüğü, rüzgar profilinin durumu vb. gibi çok sayıda faktör göz önünde bulundurulmak suretiyle uzun süreli denemelerle ortaya konmuş ampirik eşitlikler kullanılarak elde edilebilmektedir. 2 m yükseklikte elde edilmiş ortalama rüzgar hızları Eşitlik 1, 2, 3 ve 4'den yararlanılarak 10, 20 ve

30 m yükseklikler için belirlenebilmektedir (Yavuzcan, 1994a; Allen ve Ark., 1998; Güngör ve Ark., 2004; Şahin, 2004). Farklı eşitliklerle yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen değerler arasında önemsiz bir fark olduğu, sonuçların birbirine yakın olduğu görülmüştür. Yeryüzünden 15 m'ye kadar olan yükseklikler için Eşitlik 1, 15 m'nin üzerindeki yükseklikler için Eşitlik 2 ve Eşitlik 3 ile 4 ise yükseklik ayrımı yapılmadan kullanılabilir.

$$v.h^{(-0.25)} = v'.h'^{(-0.25)} \quad (1)$$

$$v.h^{(-0.20)} = v'.h'^{(-0.20)} \quad (2)$$

$$v = v' \frac{4.87}{\ln(67.8h - 5.42)} \quad (3)$$

$$\frac{v}{v'} = \left( \frac{h}{h'} \right)^{0.14} \quad (4)$$

Ortalama rüzgar hızları belirlendikten sonra, bu rüzgarın sahip olduğu enerjinin bulunması gerekmektedir. Hareket halinde bulunan v hızına ve m kütlesine sahip her cisim gibi hava da bir kinetik enerjiye sahiptir. Aşağıda verilen bağıntılar kullanılarak yapılan irdeme sonucunda, hareket halindeki havanın sahip olduğu kinetik enerji Eşitlik 8 ve  $D_s$  süpürme alanı çapına sahip bir rüzgar türbinine (rüzgar kuvvet makinası ya da rüzgar devitken çarkı) gelen havanın gücü ise Eşitlik 15 ile bulunabilmektedir (Van Wylen, 1994; Yavuzcan, 1994a; Şahin, 2004; Mejia ve ark., 2006; Vardar ve Alibaş, 2008; Müller ve ark., 2009).

$$F = ma = m \frac{dv}{dt} = m \frac{dx}{dt} \frac{dv}{dx} = mv \frac{dv}{dx} \quad (5)$$

$$dE_k = Fdx = mvdv \quad (6)$$

$$\int_{E_k=0}^{E_k} dE_k = \int_{v=0}^v mvdv \quad (7)$$

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 = 0.5mv^2 \quad (8)$$

$$P = \frac{E_k}{t} = \frac{0.5mv^2}{t} \quad (9)$$

$$\dot{m} = \frac{m}{t} \quad (10)$$

$$P = 0.5\dot{m}v^2 \quad (11)$$

$$\dot{m} = A\rho v \quad (12)$$

$$A = \frac{\Pi D^2}{4} \quad (13)$$

$$\dot{m} = \frac{\Pi D^2}{4} \rho v \quad (14)$$

$$P = 0.5 \frac{\Pi D^2}{4} \rho v^3 \quad (15)$$

Ancak unutulmamalıdır ki, burada söz konusu olan güç, rüzgarla türbine ulaştırılan güçtür. Bu gücün türbin tarafından mekanik işe dönüştürülebiyecek miktarı gerek rüzgar profiline gerekse türbinin teknik özelliklerine bağlı olarak değişim gösterecektir. Bu çalışmada, belirli bir türbin tipi hedeflenmediği için genel olarak türbinlerin efektif gücünün belirlenmesinde kullanılan eşitlikler seçilmiştir. Örneğin, türbin süpürme alanı çapı (Eşitlik 16) ve rüzgar türbini efektif gücü (Eşitlik 17) yine araştırmalarla ortaya konmuş ampirik eşitliklerle hesaplanabilmektedir (Yavuzcan, 1994a). Zaten bu ampirik eşitlikler, Alfred Betz'in çalışmalarıyla ortaya koyduğu "bir türbin rüzgar enerjisinin maksimum %60'ını mekanik enerjiye dönüştürebilir" ilkesi ile de uyumludur (Mejia ve ark., 2006).

$$D_s = D \frac{\sqrt{8}}{3} \quad (16)$$

$$P_e = 0.145v^3 D_s^2 \quad (17)$$

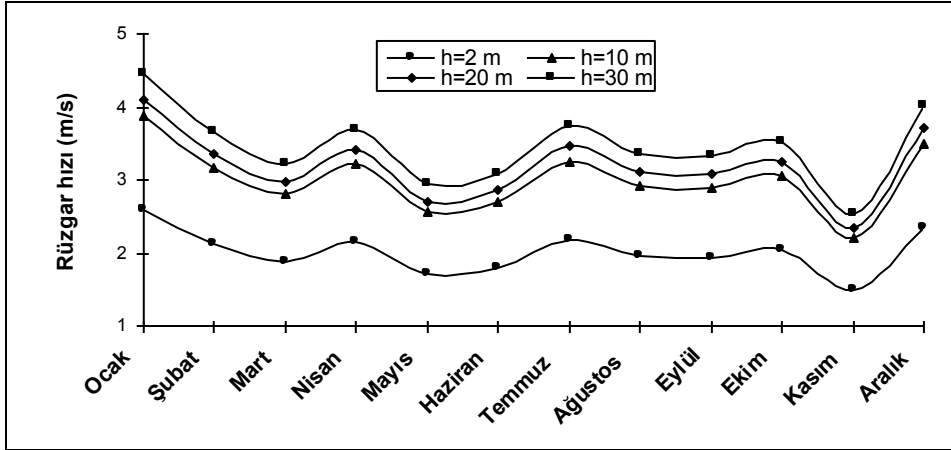
Burada;

A : Yüzey alan, m<sup>2</sup>  
a : İvme, m/s<sup>2</sup>

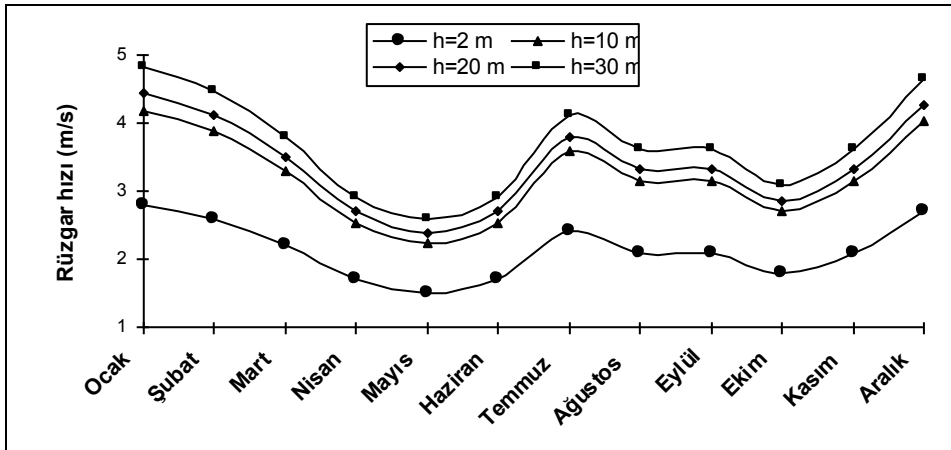
D : Gerçek çap, m  
D<sub>s</sub> : Süpürme alanı çapı, m  
E<sub>k</sub> : Kinetik enerji, J  
F : Kuvvet, N  
h : Yükseklik, m  
m : Kütle, kg  
ḡ : Kütlesel akış, kg/s  
P : Güç, W  
P<sub>e</sub> : Effektif güç, W  
t : Zaman, s  
x : Uzunluk, m  
v : Rüzgar hızı, m/s  
ρ : Havanın yoğunluğu, kg/m<sup>3</sup>

### Bulgular ve Tartışma

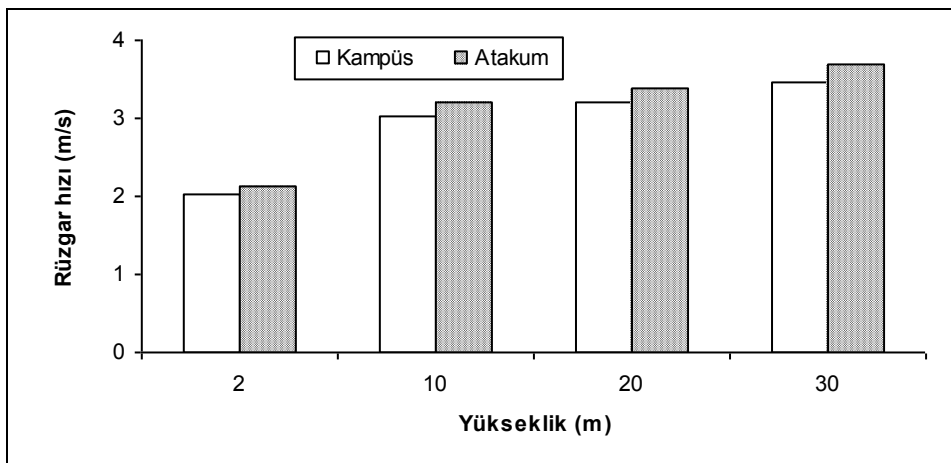
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampusu içerisinde yer alan otomatik meteoroloji istasyonundan alınan bir yıllık veriler (Aralık 2002-Kasım 2003) ile Atakum meteoroloji istasyonundan alınan uzun yıllar (40 yıl ve daha fazla) ortalama rüzgar değerlerinin aylık ve yıllık ortalamaları Şekil 1, 2 ve 3'de verilmiştir. Veriler arasında önemli bir uyumun bulunduğu, Atakum istasyonundan elde edilen verilerin Kampus verilerinden her ay için yaklaşık %6 daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum, Şekil 1 ve 2' de Kampus ve Atakum bölgesi için verilen farklı yükseklikler için elde edilmiş aylık ortalama rüzgar hız değerleri ile Şekil 3'de verilmiş ortalama yıllık rüzgar hız değerleri incelendiğinde açıkça görülmektedir. Bu değerlendirmeler, kampus içerisindeki istasyondan elde edilen bir yıllık verilerin kullanılarak kampusun rüzgar enerjisi potansiyelinin sağlıklı veya en azından büyük bir doğrulukla ortaya konacağını göstermektedir. Şekil 4'de kampus için farklı rüzgar hız aralıkları ve değişik yükseklikler için yıllık esme saat sayıları (Ess) ile bu hız aralıklarının esme saat sayılarının yıl içerisindeki yüzdeleri (y) verilmiştir. Bu şekil incelendiğinde, yılın yaklaşık %40'ında rüzgar hızının 0...2,19 m/s, %16'sında 2,2...2,99 m/s, %17'sinde 3...3,99 m/s, %11'inde 4...4,99 m/s ve %16'sında ise ≥5 m/s olduğu görülmektedir.



Şekil 1. Kampus’ da farklı yüksekliklere ilişkin ortalama aylık rüzgar hızları.  
Figure 1. Monthly average wind speeds for different heights in Campus.



Şekil 2. Atakum’ da farklı yüksekliklere ilişkin ortalama aylık rüzgar hızları.  
Figure 2. Monthly average wind speeds for different heights in Atakum.

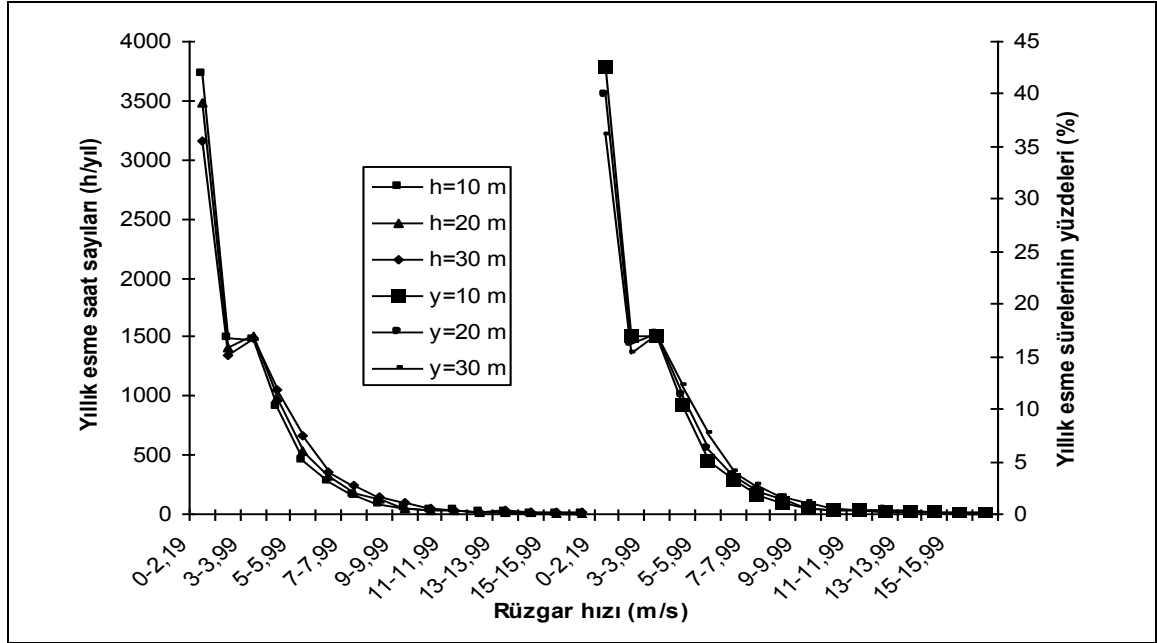


Şekil 3. Kampus ve Atakum’ da farklı yüksekliklere ilişkin ortalama yıllık rüzgar hızları.  
Figure 3. Annual average wind speeds for different heights in Campus and Atakum.

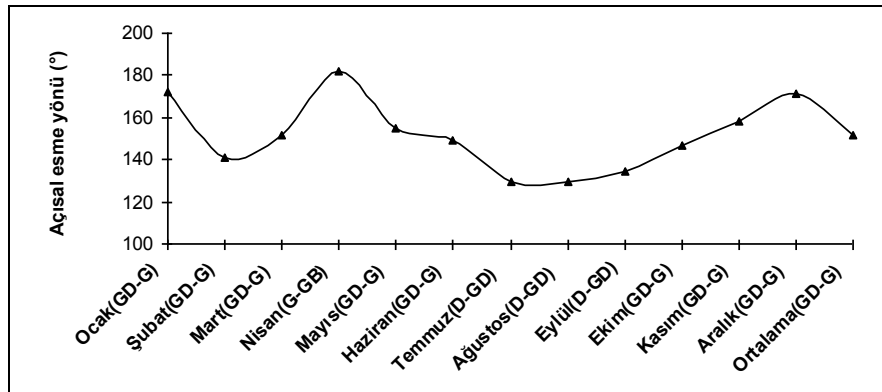
Burada, 2.2 m/s rüzgar hız aralığının da ayrıca belirlenmiş olması, yılın %60 ve daha uzun süresinde rüzgar ortalama hızının 2.2 m/s’ den büyük olması durumunda tarımda

kullanılabileceğinin daha önceki çalışmalarla belirlenmiş olmasından kaynaklanmaktadır (Yavuzcan, 1994a). Şekil 5' de rüzgarın aylık açısıl esme yönleri ve bunların ortalaması verilmiştir. Buradaki açı değerleri, tam kuzey yönü sıfır kabul edilerek saat yönünde tam kuzeye ulaşıldığında (tam daire çizildiğinde) 360° olacak şekilde verilmiştir. Bu açıların temsil ettiği yönlerinde Türkçe harf karşılıkları

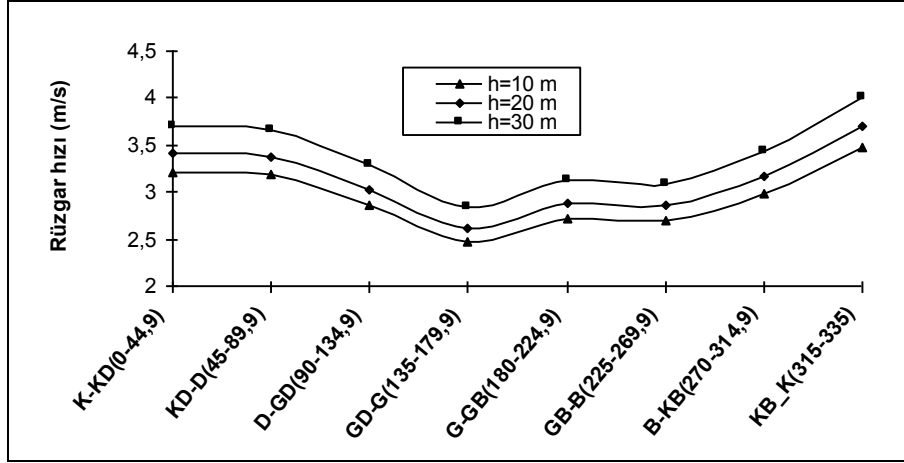
ayrıca belirtilmiştir. Ortalama yön diyebileceğimiz hakim yönün Güneydoğu-Güney (GD-G) yönü olan ve 135-180° değerleri arasında yer alan yöndür (Şekil 5). Şekil 6 ve 7'de ise yönere göre ortalama rüzgar hızı ile yıllık esme süreleri ve yüzdeleri verilmiştir. Bu şekiller incelendiğinde, yüksek hızların daha çok kuzeybatı ve kuzeydoğu yönlerinde etkili olduğu görülmektedir.



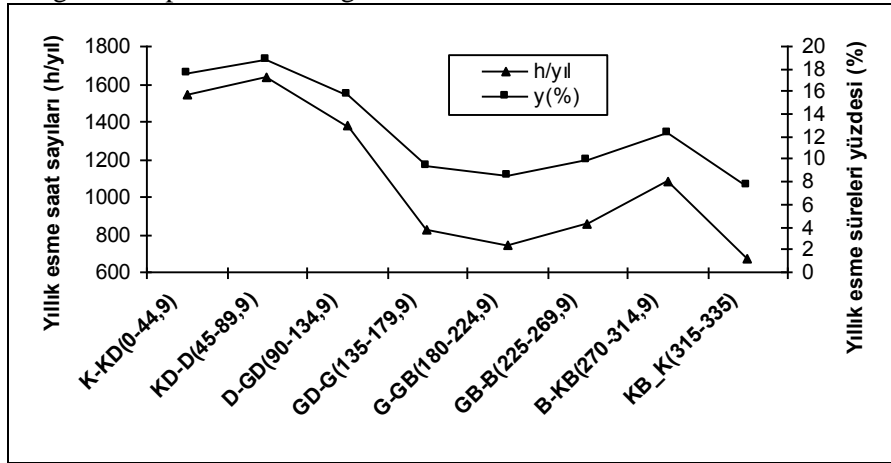
Şekil 4. Kampusun farklı hız aralıkları ve yükseklikler için esme saat sayıları ve yüzdeleri.  
Figure 4. The Wind blowing time and its percentage for different speed bands and heights in Campus.



Şekil 5. Kampusun aylık açısıl esme yönleri ve ortalamaları.  
Figure 5. The Wind monthly angular blowing directions and their average in Campus.



Şekil 6. Yönlere göre ortalama rüzgar hızları.  
Figure 6. Average wind speeds according to the directions.



Şekil 7. Yönlere göre yıllık esme süreleri ve yüzdeleri.  
Figure 7. Annual wind blowing time and their percentage according to the directions.

Kurupelit kampusu otomatik meteoroloji istasyonundan elde edilen verilerin çeşitli ampirik eşitlikler kullanılarak yapılan hesaplamalar ile, hem rüzgar enerjisinin tarımsal üretim hem de elektrik üretim amaçlı kullanılması durumunda elde edilebilecek değerler Çizelge 1 ve 2' de verilmiştir. Bu hesaplamalar yapılırken 11 m/s'den daha yüksek hızların rüzgar türbinlerinin gücünü etkilememeleri nedeniyle dikkate alınmamıştır (Yavuzcan, 1994b). Ayrıca, rüzgar enerjisinin tarımsal üretimde kullanılabilmesi için yılın %60'ından daha fazla sürede 2.2m/s ve üzerinde esmesi gerektiği, elektrik üretimi için ise yıllık ortalama rüzgar hızının ( $v_{ort}$ ) 3-4m/s'den daha yüksek olması gerektiği kaynaklar tarafından bildirilmektedir (Dayıoğlu ve Ark., 1995; Yavuzcan, 1994a). Bu genel çerçevede ve Eşitlik 8, 15 ve 16 yardımıyla yapılan

hesaplamaların sonuçları çizelgelerde verilmiştir. Çizelge 1'de görüldüğü üzere, 10m yükseklikte ortalama rüzgar hızı ancak yılın %57'sinde 2.2m/s ve daha yüksek esebilmektedir. Bu koşullarda, çapı 3 ve 5 m olan iki türbin için hesaplama yapıldığında türbinlerin mil çıkış gücü olan efektif gücü ( $P_e$ ), türbinin bir yılda sağlayacağı yararlı enerji miktarı ( $E_y$ ) ve rüzgar kuvvet makinasının birlikte kullanıldığı jeneratör, batarya ve inverterden oluşan sistem elemanlarının ortalama verimleri dikkate alınarak yapılan hesaplama sonucunda yıllık net enerji miktarı ( $E_n$ ) verilmiştir. Çizelge 2'de ise hem 3m/s ve daha yüksek ve hem de 4 m/s ve daha yüksek ortalama hız değerleri ve 10, 20 ve 30m yükseklikler için elektrik üretilmesi durumundaki aynı değerler hesaplanarak verilmiştir.

Çizelge 1. Rüzgar enerjisinin tarımsal üretimde kullanılması durumuna ilişkin hesaplama sonuçları  
Table 1. The results regarding wind energy if used for agricultural production.

$v=2,2...11$ m/s $v_{ort}=4.09$ m/s $h=10$ m $Ess=4924$ h/yıl $y=\% 57$	D = 3 m	D = 5 m
	$P_e = 0.79$ kW $E_y = 391$ kWh/yıl $E_e = 240$ kWh/yıl	$P_e = 0.220$ kW $E_y = 1086$ kWh/yıl $E_e = 667$ kWh/yıl

Çizelge 2. Rüzgar enerjisinin elektrik üretiminde kullanılması durumuna ilişkin hesaplama sonuçları  
Table 2. The results regarding wind energy if used for electricity production.

h=10 m, D=5 m		h=20 m, D=10 m		h=30 m, D=15 m	
$v=3...11$ m/s $v_{ort}=4.73$ m/s $Ess=3440$ $h/yıl$ $y=\% 40$	$P_e = 0.341$ kW $E_y = 1173$ $kWh/yıl$ $E_e = 721$ $kWh/yıl$	$v=3...11$ m/s $v_{ort}=4.82$ m/s $Ess=3748$ $h/yıl$ $y=\% 43$	$P_e = 1,444$ kW $E_y = 5412$ $kWh/yıl$ $E_e = 3323$ $kWh/yıl$	$v=3...11$ m/s $v_{ort}=4.98$ m/s $Ess=4117h/yıl$ $Y=\% 48$	$P_e = 3.583$ kW $E_y = 14752$ $kWh/yıl$ $E_e = 9059$ $kWh/yıl$
h=10 m, D=5 m		h=20 m, D=10 m		h=30 m, D=15 m	
$v=4...11$ m/s $v_{ort}=5.65$ m/s $Ess=1967$ $h/yıl$ $y=\% 23$	$P_e = 0.581$ kW $E_y = 1143$ $kWh/yıl$ $E_e = 702$ $kWh/yıl$	$v=4...11$ m/s $v_{ort}=5.71$ m/s $Ess=2249$ $h/yıl$ $y=\% 26$	$P_e = 2.400$ kW $E_y = 5399$ $kWh/yıl$ $E_e = 3315$ $kWh/yıl$	$v=4...11$ m/s $v_{ort}=5.82$ m/s $Ess=2620h/yıl$ $Y=\% 30$	$P_e = 5.719$ kW $E_y = 14985$ $kWh/yıl$ $E_e = 9202$ $kWh/yıl$

## Sonuç

Sonuçta, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit kampusunun rüzgar enerjisi potansiyelinin, mevcut teknolojik olanaklar, rüzgar enerjisi sistemlerinin maliyetleri ve elektrik fiyatları dikkate alındığında, tarımsal üretim faaliyetleri ve elektrik üretimi için

yeterli ve karlı olmadığı saptanmıştır. Ayrıca, maliyetler göz önünde bulundurularak yapılan hesaplamalar sonucunda, en küçük rüzgar enerjisi santrali (RES) ile en büyük rüzgar enerjisi santralini kurulması durumunda, santrallerin kendilerini 40-50 yıl gibi sürelerde ancak amorti edebileceği belirlenmiştir.

## Kaynaklar

- Allen, R. G., L. S. Pereira, D. Raes and M. Smith, 1998. Crop Evapotranspiration (Guidelines for Computing Crop Water Requirements) FAO, Rome.
- Anonim, 2006, IX Kalkınma planı. Genel Enerji Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara.
- Atılğan, İ., 2000. Türkiye'nin Enerji Potansiyeline Bakış. Gazi Üni. Müh. Mim. Fak. Dergisi 15 (1): 31-47.
- Dayoğlu, M. A., M. Ö. Ültanır, T. Koyuncu ve Y. Pınar, 1995. Karadeniz Bölgesi'nin (Sinop) Rüzgar Enerjisi Potansiyeli. Elektrik Dergisi. Uluslararası Enerji, Elektrik, Elektronik ve Otomasyon Mühendisliği Dergisi 87 (4): 109-113.
- Güngör Y., A. Z. Erözel ve O.Yıldırım 2004. Sulama. Yayın No: 1540, Ders Kitabı : 493, A. Ü. Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Ankara.
- Koyuncu, T. ve M. Ö. Ültanır, 1997. Türkiye'de Sıcak Su Üretiminde Kullanılan Düz Yüzeyle Güneş Kollektörlerinin Ekonomik Yönden İrdelenmesi. Tarımsal mekanizasyon 17. Ulusal kongresi 17-19 Eylül 1997, Bildiri Kitabı S:179-189, Tokat
- Mejia, J.M., F. Chejne, R. Smith, L.F. Rodriguez, O. Fernandez ve L. Dyner, 2006. Simulation of Wind Energy Output at Guajiara, Colombia. Renewable Energy, Cilt 31: 383-399.
- Müler, G., M.F. Jentsch ve E. Stoddart, 2009. Vertical Axis Resistance Type Wind Turbines for Use in Buldings. Renewable Energy, Cilt 34: 1407-1412.
- Şahin, A.D., 2004. Progress and Recent Trends in Wind Energy. Progress in Energy and Combustion Science. Cilt 30: 501-543.
- Ültanır, M. Ö., 1998. 21. Yüzyıla Girerken Türkiye'nin Enerji Stratejisinin

- Değerlendirilmesi. TÜSİAD Yayınları Yayın No: TÜSİAD-T/98-12/239, Ankara.
- Van Wylen, G. J, R.E. Sonntag and C. Borgnakke, 1994. Fundamentals of Classical Thermodynamics. John Wiley & Sons, Inc., Canada.
- Vardar, A. ve L. Alibas, 2008. Research on Wind Turbine Rotor Models Using NACA Profiles. Renewable Energy, Cilt 33: 1727-1732.
- Yavuzcan, G. 1994a. Enerji Teknolojileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Yayın No: 1324, Ders Kitabı: 383, Ankara.
- Yavuzcan, G. 1994b. Tarımsal Elektrifikasyon. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Yayın No: 1342, Ders Kitabı: 390, Ankara.