

ENERJİ ÜRETİM AMAÇLI ALANSAL RÜZGÂR HIZ TESPİTİ ÇALIŞMALARINA DEDEBUZAĞI TEPESİ (OMÜ-SAMSUN) ÖRNEĞİ

Prof. Dr. Halil İbrahim ZEYBEK

Doç. Dr. Okan ÖZGÖNENEL

Prof. Dr. Ali UZUN

Prof. Dr. Cevdet YILMAZ

Prof. Dr. Ethem GÜNEREN

Yrd. Doç. Dr. Selahattin ÖZYURT

Hasan Buminhan ZEYBEK

GİRİŞ

- Rüzgâr, geçmişten günümüze başta **taşımacılık** olmak üzere, **değirmenlerde**, **soğutma işlemlerinde** yararlanılan bir kaynaktır.
- Tarihin başladığı dönemden beri itici gücünden yararlanılan rüzgâr enerjisi, ilk olarak **Mısır** ve **Çin**'de milattan önceki dönemlerde **sulamada suyun pompalanmasında**, **yelkenli gemilerin hareket ettirilmesinde**, **İran**'da ise **değirmenlerin çarkının döndürülmesinde** kullanılmıştır.
- Gelecekte rüzgârdan yararlanma şekilleri daha da çeşitlilik kazanacaktır.



GİRİŞ

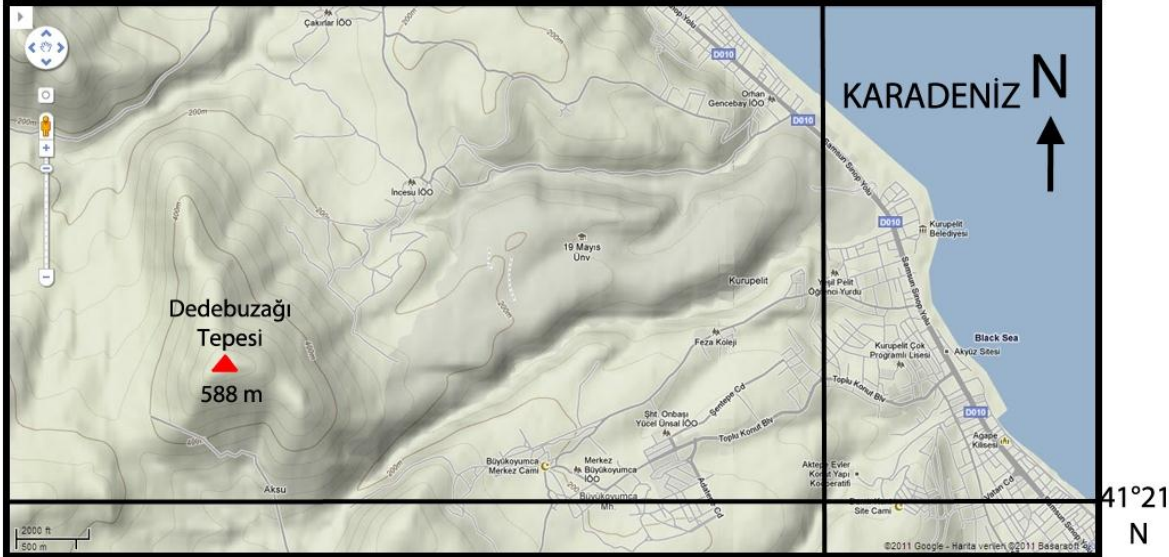
- Enerji üretimi, gittikçe yaygınlaşan rüzgârdan yararlanma yollarından biridir.
- Eski bir enerji kaynağı olan rüzgâr gücünden **ilk elektrik üretimi 1890'ların başında Danimarka**'da gerçekleştirilmiştir.
- **1994** yılında dünya genelinde **kurulu rüzgâr gücü kapasitesi 3.351 MW** iken, bu değer **2009** yılı başında **115.254 MW**'a ulaşmıştır.
- **2010** yılı sonu itibariyle bu rakam **197.039 MW**'a yükselmiştir.
- **Türkiye'de** ise **2008** yılında **192 MW** olan işletmedeki kapasite toplamı, 2009 yılı başında 433,35 MW'a yükselmiştir.
- Türkiye'de kurulu güç kapasitesi **2010 yılı sonu** itibariyle **1.329 MW**'a ulaşmıştır.



ARAşTIRMA SAHASININ YERİ

- İnceleme alanı Samsun şehrinde, OMÜ kampus alanı sınırları içerisinde yer almaktadır.
- Rüzgâr hızı ölçümü yapılan Dedebuzağı Tepesi 19 Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampusu'nun güneybatı kesiminde yer almaktadır (Şekil 1).
- Dedebuzağı Tepesi'nin deniz seviyesinden yüksekliğı 588 m'dir.
- Rüzgâr ölçümünde kullanılan ölçüm direğinin dikildiğı noktanın koordinatları $41^{\circ} 21' 38''$ kuzey enlemi ve $36^{\circ} 09' 38''$ doğu boylamıdır.





36°13' E

Şekil 1.
Lokasyon
haritası.

ARAŞTIRMA SAHASININ YERİ

- Dedebuzağı, bir tepe olarak rüzgâr türbini için yüksek rüzgâr hızına sahip olabilecek coğrafi özelliklere sahiptir.
- Çünkü **yakın çevresi açık olup**, bu özelliği sayesinde **türbülans oluşumu açısından uygun özellikler taşımaz**.
- Karadeniz'in ilgili kıyılarına kuş uçuşu 5 km uzaklıkta olup, **gece-gündüz ve yaz-kış kara ile deniz arasındaki ısınma farklılıklarından doğan basınç gradyanına** bağlı oluşan rüzgârları alabilecek konumdadır.
- Sahada **engel yüksekliğinin 10 katı mesafeden daha yakında başka yüksek engeller bulunmamaktadır**.



AMAÇ

- Ülkemiz enerji üretiminde büyük paya sahip olan fosil kökenli enerji kaynaklarının (petrol, doğal gaz ve kömürün) maliyetleri giderek artmaktadır.
- Ayrıca, bunlar büyük oranda ithal edilmektedir.
- Bu nedenle kendi kaynaklarımızdan elde edilebilecek ucuz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi gün geçtikçe artmaktadır.
- Rüzgâr enerjisi de temiz ve yenilenebilir kaynaklar arasında bulunmaktadır.



AMAÇ

- Rüzgârdan enerji üretmek;
- Ucuz olması,
- Hava kirliliğinin azalmasına,
- Enerji güvenliğine katkıda bulunması,
- Yakıt ithalinin azalmasına yol açması,
- İstihdama ve yerel kalkınmaya katkı sağlaması,
- Üretim tesisleri çabuk kurulma avantajına sahip olması,
- Kaynak tükenme riski bulunmaması,
- Çevreye duyarlı bir üretim sistemi olması ve
- Yerli olması gibi bir çok avantaja sahiptir.



AMAÇ

- Rüzgar enerjisinden yararlanmak amacıyla sürdürülen çalışmaların birinci basamağını da potansiyel belirleme çalışması oluşturur.
- Bu çalışma ile öncelikle Ondokuz Mayıs Üniversitesi kampus alanı içinde yer alan Dedebuzağı Tepesi'nde rüzgâr gücünün kullanılmasına yönelik, **enerji santrali kurulabilmesi için rüzgar potansiyelinin belirlenmesi amaçlanmıştır.**
- Bu araştırma asıl olarak rüzgâr enerjisi elde etmeyi hedefleyen **çok basamaklı bir projenin ilk adımını oluşturmaktadır.**



MALZEME

- Dedebuzağı Tepesi'nin üzerindeki aşınım yüzeyinden oluşan düzlüğün mülkiyeti Ondokuz Mayıs Üniversitesi'ne aittir.
- Tepeye ulaşmak için öncelikle daha kısa bir güzergâh olan Karakoç Mahallesi'nden geçilerek ulaşılabacak **arazi yolunun** genişletilmesi düşünülmüştür.
- Fakat sakinlerin mahalle içerisinden geçilmesine izin verilmemesi üzerine, Orman Kadastro Müdürlüğü'nden izinle yeni ham yol açılmıştır (Foto 1).



MALZEME



- Foto 1.
Dedebuzağı
Tepesi'ne
araçlarla
ulaşabilmek için
yeni bir ham yol
açılmıştır.



MALZEME

- Rüzgâr ölçümü, OMÜ kampus alanına dahil olan Dedebuzağı Tepesi'nde (588 m) **bir yıl süre ile** yapılmıştır.
- Ölçüm için **60 m yüksekliğinde, iç içe geçmeli boru tipi bir ölçüm direği** ve aparatları kullanılmıştır.
- Direk üzerine üç farklı seviyede **dört adet anemometre** (60 m'de çift olmak üzere, 50 ve 40 m'lerde) ve iki farklı seviyede direğe monte edilmiş (48 ve 58 m'lere) **iki adet yön sensörü** yardımıyla yapılmıştır (Foto 2,3).
- Ölçüm aletlerinde üretilen sinyal voltajı kablolar yardımıyla bir data loggera ulaştırılmış, data logger gelen bu sinyalleri işleyerek ölçüm değerlerini depolamış ve depolanan veriler bilgisayar ortamına aktarılıp değerlendirilmiştir.
- Yine direğe monte edilmiş data logger yardımıyla **her 10 dk da bir veri** alınmıştır.
- Rüzgâr hızı, rüzgâr yönü dışında enerji hesaplamalarında kullanılan **bir** değer olan hava yoğunluğunun hesaplanabilmesi için, **çevre sıcaklığı**, **basınç** ve **nemlilik** değerleri de bir yıl süre ile ölçülmüştür.

MALZEME



- Foto 2. İnceleme alanında rüzgâr potansiyelini belirlemek amacıyla kullanılacak ölçüm direğine, dikilmeden önce anemometre ve yön sensörleri monte edilmiştir.



MALZEME



- Foto 3. Dedebuzağı Tepesi üzerinde rüzgâr hızı 60 m yüksekliğinde boru tipli bir ölçüm direği yardımıyla ölçülmüştür.

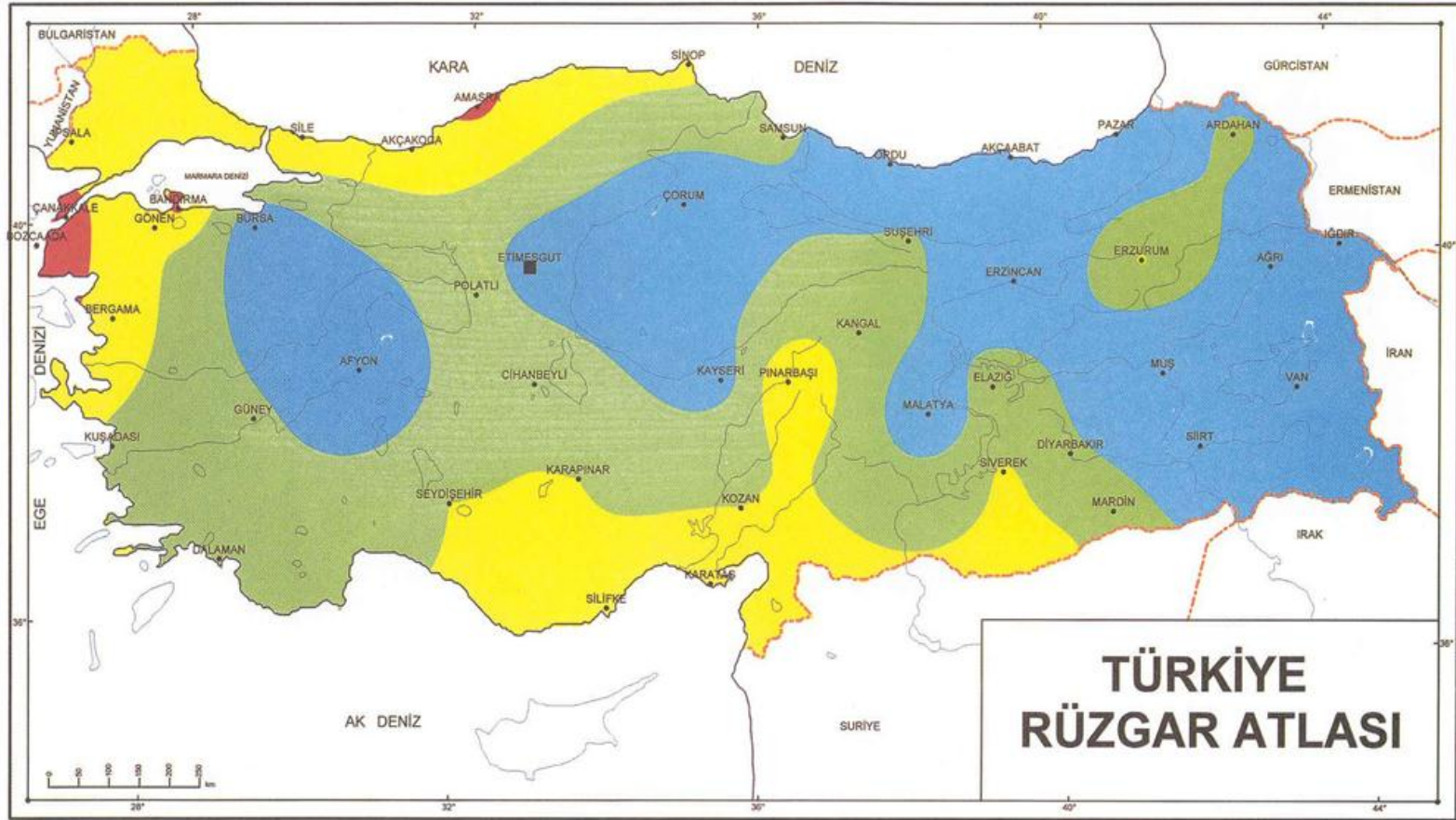


MALZEME

- Ölçüm direğinin yerinden oynamaması için direk halatları, zeminde bulunan sağlam ana kayalar üzerine **demir kancalar** ve **betonla sağlamlaştırılmıştır**.
- Sistemin uçuşlara engel olmaması için direk üzerine yanıp sönen kırmızı **flaşör lamba** bağlantıları ile çevrede direktten daha yüksek engel olmadığı için direk üzerine **paratoner tesisatı** kurulmuştur.



TÜRKİYE RÜZGAR ATLASI



Beş farklı topoğrafik durum için yer seviyesinden 50 m yükseklikteki rüzgar potansiyelleri¹

	Kapalı Araziler ²		Açık Araziler ³		Kıyılar ⁴		Açık Deniz ⁵		Tepe ve Bayırılar ⁶	
	ms ⁻¹	Wm ⁻²	ms ⁻¹	Wm ⁻²	ms ⁻¹	Wm ⁻²	ms ⁻¹	Wm ⁻²	ms ⁻¹	Wm ⁻²
Blue	> 6.0	> 250	> 7.5	> 500	> 8.5	> 700	> 9.0	> 800	> 11.5	> 1800
Green	5.0-6.0	150-250	6.5-7.5	300-500	7.0-8.5	400-700	8.0-9.0	600-800	10.0-11.5	1200-1800
Yellow	4.5-5.0	100-150	5.5-6.5	200-300	6.0-7.0	250-400	7.0-8.0	400-600	8.5-10.0	700-1200
Light Green	3.5-4.5	50-100	4.5-5.5	100-200	5.0-6.0	150-250	5.5-7.0	200-400	7.0-8.5	400-700
Red	< 3.5	< 50	< 4.5	< 100	< 5.0	< 150	< 5.5	< 200	< 7.0	< 400

1. Rüzgar potansiyeli, rüzgarın gücünü temsil etmektedir. Rüzgar türbini halihazırdaki potansiyelin % 20 ile % 30 luk bölümünü kullanabilir. Potansiyel hesaplamaları; deniz seviyesinde 1 Atm lik standart basınç ve 15 °C sıcaklığa karşılık gelen 1.23 kg/m³ hava yoğunluğuna göre yapılmıştır.
2. Yerleşim alanları, ormanlar ve rüzgar kırıcıların yoğun olduğu tarım alanları (pürüzlülük sınıfı 3)
3. Az sayıda rüzgar kırıcının olduğu açık araziler (pürüzlülük sınıfı 1). İç bölgelerde en fazla tercih edilen alanlar genellikle bu sınıfta bulunmaktadır.
4. Düzgün kıyı alanları ve çok az sayıda rüzgar kırıcı içeren kara yüzeyleri (pürüzlülük sınıfı 1). Eğer hakim rüzgar yönü deniz tarafından ve sürekli ise, potansiyel daha fazla olabilir. Tam tersi durumda ise potansiyel daha az olabilir.
5. Kıyılardan en az 10 km uzaklıktaki açık denizler (pürüzlülük sınıfı 0).
6. Bütün sınıflarda % 50 ye varan bir hız artışı görülmektedir ve bu sonuç 400 m yüksekliğinde ve 4 km çapındaki simetrik bir tepede yapılan hesaplamalarda elde edilmiştir. Rüzgar hızındaki artış; tepenin yüksekliğine, uzunluğuna ve yapısına bağlıdır.

ARAşTIRMA SAHASININ RÜZGÂR POTANSİYELİ

- **Ortalama Rüzgâr Hızı**
- Araştırma sahasında 24 Ağustos 2009 tarihinden 2010 Yılı Ağustos ayı sonunu da kapsayan devrede bir yıl rüzgâr hızı ölçümü yapılmıştır.
- 60 m'de çift olmak üzere, 50 m ve 40 m'lere monte edilen dört farklı anemometre ile ölçüme başlanmasına rağmen 2010 yılı Ocak ayında 60 m'deki anemometre bir kuşun çarpması, 50 m'deki anemometre ise şiddetli rüzgârın etkisi ile tahrip olmuştur.
- Böylelikle bu iki anemometrenin kayıtları ile ilgili altışar aylık veriler mevcuttur.
- Buna karşılık 60 m'deki diğeri anemometre ve 40 m'deki anemometerden bir yıl boyunca kesintisiz veri elde edilmiştir.
- Her iki yükseltide de yıllık 5,5 m/sn rüzgâr hızı tespit edilmiştir (Tablo 1).



**TABLO 1. İNCELEME ALANINDA FARKLI YÜKSELTİLERDE
ÖLÇÜLEN AYLIK ORTALAMA RÜZGÂR HIZLARI (M/SN).**

Aylar	60 m GD	60 m KB	50 m	40 m
Ağustos 2009	5,03	5,06	5,06	5,01
Eylül 2009	5,32	5,33	5,32	5,25
Ekim 2009	5,08	5,08	5,00	4,91
Kasım 2009	4,19	5,28	5,23	5,10
Aralık 2009	5,76	6,09	5,74	6,77
Ocak 2010	8,56	14,56	4,70	7,10
Şubat 2010	7,10			6,86
Mart 2010	5,61			5,44
Nisan 2010	4,89			4,82
Mayıs 2010	4,29			4,16
Haziran 2010	5,17			5,07
Temmuz 2010	5,70			5,63
Ağustos 2010	5,02			4,93
Ortalama	5,5			5,5

ORTALAMA RÜZGÂR HIZI

- İnceleme alanında ölçülen aylık ve yıllık rüzgâr hızları, deniz seviyesinden 4 m yükseltide bulunan Samsun Meteoroloji İstasyonu verileri ile karşılaştırıldığında da ölçüm sahasında rüzgâr hızlarının kıyıda oldukça yüksek olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 2).
- Aylık olarak maksimum ve minimumların gidişi bakımından her iki saha ölçüm verileri benzerlik göstermektedir.
- Nitekim, hem Dedebuzağı Tepesi'nde (588 m), hem de Samsun Meteoroloji istasyonunda en yüksek ortalamalar ocak ayına, en düşük ortalamalar ise mayıs ayına rastlamaktadır.
- Yüksek ve düşük ortalamalar bakımından her iki saha birbirine benzer özellik gösterse de hız bakımından aynı benzerlikten bahsetmek mümkün değildir.
- Öyle ki Samsun Meteoroloji İstasyonu verilerine göre yıllık ortalama rüzgâr hızı 2,4 m/sn iken, inceleme alanında bundan iki kattan daha fazla (5,5 m/sn) rüzgâr hızı ölçülmüş bulunmaktadır.

TABLO 2. DEDEBUZAĞI TEPESİ'NDE VE SAMSUN METEOROLOJİ İSTASYONU'NDA TESPİT EDİLEN AYLIK VE YILLIK ORTALAMA RÜZGÂR HIZLARI (M/SN).

Aylar	60 m GD	40 m	Samsun Meteoroloji İstasy.
Ağustos 2009	5,03	5,01	2,3
Eylül 2009	5,32	5,25	2,2
Ekim 2009	5,08	4,91	2,1
Kasım 2009	4,19	5,10	2,4
Aralık 2009	5,76	6,77	3,1
Ocak 2010	8,56	7,10	3,3
Şubat 2010	7,10	6,86	2,9
Mart 2010	5,61	5,44	2,4
Nisan 2010	4,89	4,82	1,9
Mayıs 2010	4,29	4,16	1,7
Haziran 2010	5,17	5,07	1,9
Temmuz 2010	5,70	5,63	2,3
Ağustos 2010	5,02	4,93	
Ortalama	5,5	5,5	2,4



ORTALAMA RÜZGÂR HIZI

- Ekonomik olarak uygulanabilir olması için, rüzgâr türbini kurulacak yerde yıllık ortalama en az 5,4 m/sn rüzgâr hızı olmalıdır (<http://www.eie.gov.tr>).
- Yıllık ortalama bakımından 5,5 m/sn rüzgâr hızı ile inceleme alanı ekonomik olarak rüzgâr enerjisi üretme açısından uygun bir potansiyele sahip bulunmaktadır.



ORTALAMA RÜZGÂR HIZI

- 60 m KB yönünde monte edilen anemometre, **ocak** ayında ortalama **14,56 m/sn**'lik değerle ölçüm devresindeki en yüksek aylık ortalamayı kaydetmiştir.
- Söz konusu anemometrenin aylık ortalama değeri olan 14,56 m/sn'lik hız, aynı zamanda ölçüm devresindeki en yüksek aylık ortalamayı da oluşturmaktadır.
- Ocak ayında 60 m GD yönünde monte edilen anemometre (8,56 m/sn) ve 40 m yükseltide ölçüm yapan anemometrenin (7,10 m/sn) kaydettiği değerler de yılın diğer aylarından oldukça yüksek bulunmaktadır.
- Aylık bazda yıl içerisindeki en düşük hızlar ise bahar mevsimlerinde tespit edilmiştir.
- Öyle ki 60 m yükseltideki GD yönlü anemometre aylık olarak en düşük rüzgâr hızını kasım ayında (4,19 m/sn), 40 m yükseltideki anemometre ise mayıs ayında (4,16 m/sn) kaydetmiştir.
- Mayıs ayındaki bu 4,16 m/sn'lik değer inceleme alanındaki ölçülmüş en düşük aylık ortalamayı da oluşturmaktadır.



ORTALAMA RÜZGÂR HIZI

- Yıl içerisinde kış mevsiminde rüzgâr hızlarının yılın diğer mevsimlerine göre daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir.
- Nitekim, 60 m GD yönlü anemometre verilerine göre kış mevsimi ortalaması 7,14 m/sn'dir (Tablo 3).
- Aynı durum 40 m seviyesi için de geçerli olup, bu yükseltide kış mevsimi ortalama rüzgâr hızı 6,91 m/sn'dir.
- Görüldüğü gibi, inceleme alanında kış mevsiminde rüzgâr hızları yılın diğer devrelerinden ve yıllık ortalamadan oldukça yüksektir.
- Bu durum, kış devresinde kara ile deniz rasındaki basınç gradyanı farkının yüksek olmasıyla ilişkili olarak oluşan kuvvetli rüzgârlarla ilgili olmalıdır.
- Mevsimlik bakımdan en düşük ortalama hız değerleri ise farklı yükseltilerde değişik mevsimlerde gerçekleşmektedir.
- 60 m GD yönlü anemometrenin verilerine göre en düşük mevsimlik ortalama sonbaharda (4,86 m/sn) iken, 40 m yükseltide en düşük mevsimlik ortalama ilkbaharda (4,81 m/sn) ölçülmüştür.

TABLO 3. İNCELEME ALANINDA MEVSİMLİK ORTALAMA RÜZGÂR HIZLARI (M/SN).

Mevsimler	60 m GD	40 m
Yaz	5,30	5,24
Sonbahar	4,86	5,09
Kış	7,14	6,91
İlkbahar	4,93	4,81

RÜZGÂR YÖNLERİ

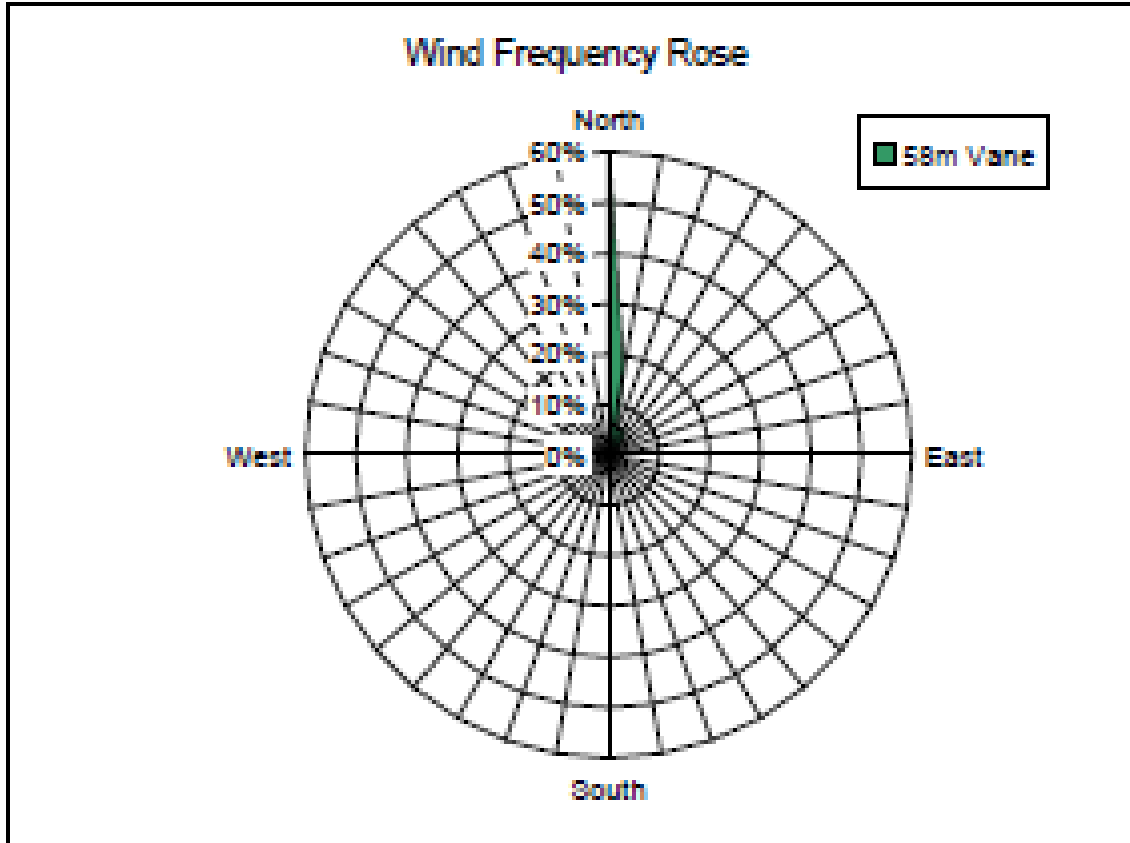
- İnceleme alanında yıl içerisinde **kuzey yönlü rüzgârların hakimiyeti** dikkat çekmektedir.
- Nitekim yılın altı ayında kuzey yönlü rüzgârların sıklığı gözlenmektedir.
- Bununla birlikte mevsimler itibariyle rüzgâr esme yönlerinde de önemli değişiklikler gözlenmektedir.



RÜZGÂR YÖNLERİ

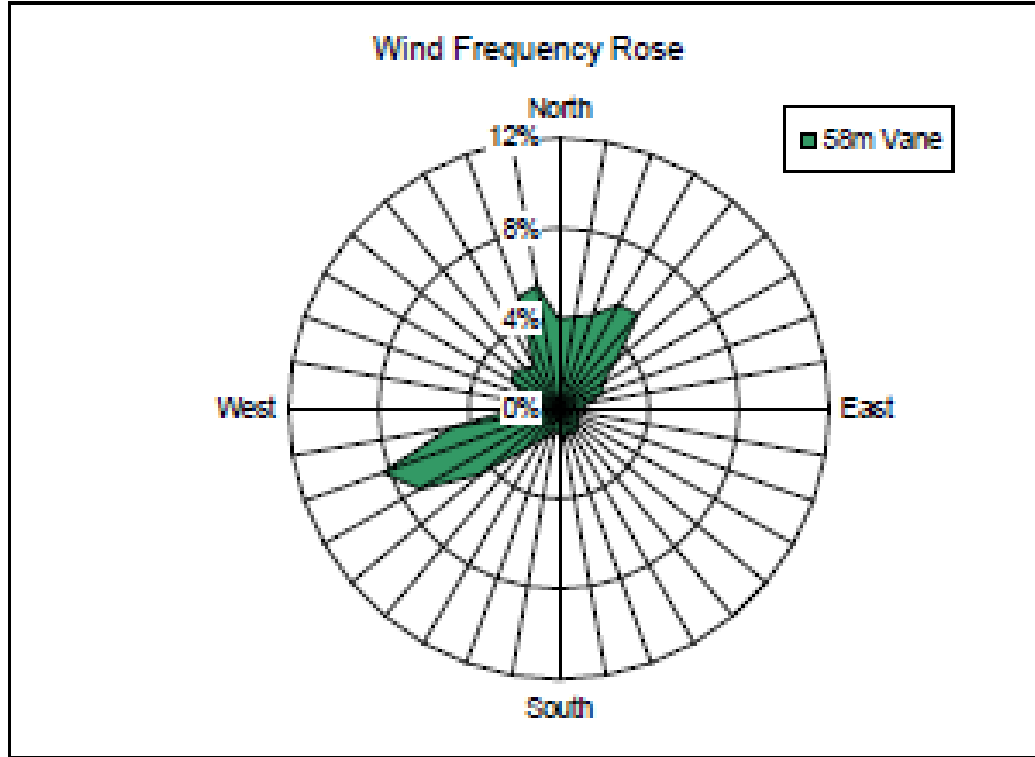
- Kuzey yönlü rüzgarlar eylül, ekim, kasım, aralık, şubat ve mayıs aylarında hakim rüzgârları oluştururken, mart ve mayıs aylarında da en çok esen ikinci yönü oluşturmaktadır.
- Kuzey yönlü rüzgârlar içinde esme sıklığının en yüksek olduğu ay ise eylül oluşturur.
- Bu ayda kuzey yönlü rüzgârların esme sıklığı % 60'ı bulmaktadır (Şekil 2).
- Ekim ayında da kuzey yönlü rüzgârların esme sıklığı nispeten yüksektir (% 32).
- Ocak ayında rüzgârın en sık estiği yönü batı oluştururken, yaz aylarında ise güneybatı yönlü rüzgârların hakimiyeti söz konusudur (Şekil 3).
- Özellikle temmuz ayında güneybatı yönlü rüzgârların esme oranı % 18'i bulmaktadır (Şekil 4).

RÜZGÂR YÖNLERİ



- Şekil 2. İnceleme alanında **eylül** ayı rüzgâr sıklık gülü (58 m).

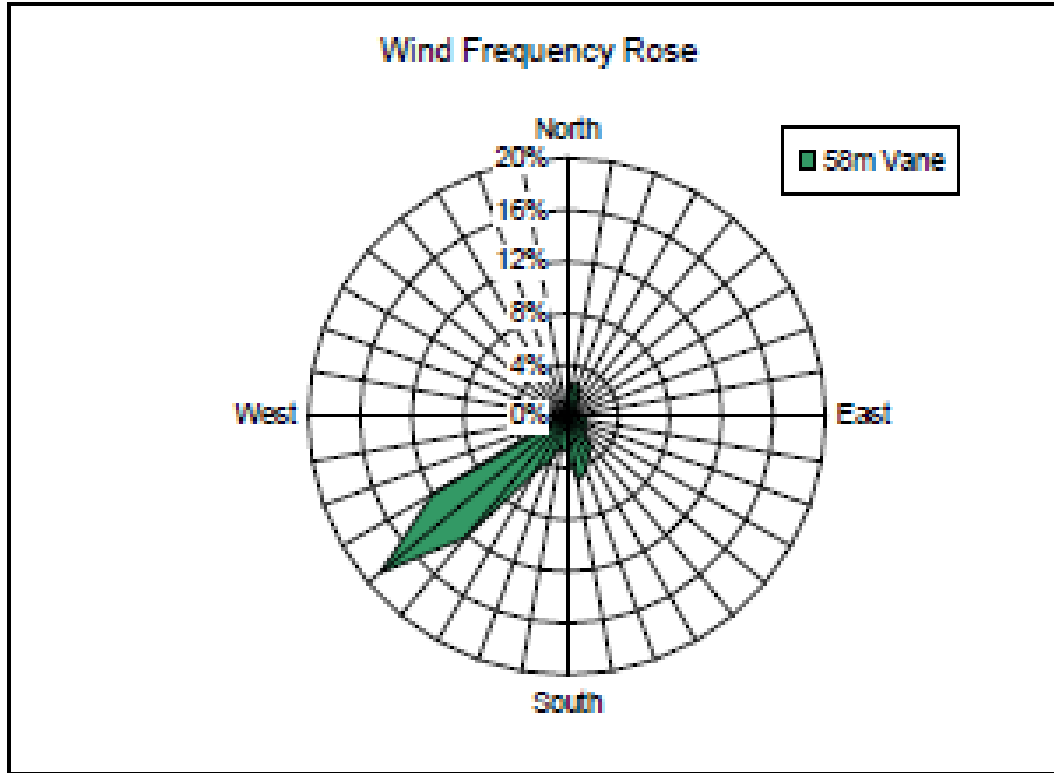
RÜZGÂR YÖNLERİ



- Şekil 3. İnceleme alanında **ocak** ayı rüzgâr sıklık gülü (58 m).



RÜZGÂR YÖNLERİ



- Şekil 4. İnceleme alanında **temmuz** ayı rüzgâr sıklık gülü (58 m).



RÜZGÂR HIZ VE TÜRBİLAN S YOĞUNLUK EĞİMLERİ

- Bir sahada rüzgâr verileri içerisinde türbülans yoğunluğunun bilinmesi de enerji üretimi açısından önem taşımaktadır.
- Çünkü **türbülans yoğunluğu seviyesinin yüksek olması enerji üretim miktarının düşmesine** yol açmaktadır.
- Türbülans yoğunluğu ayrıca **rüzgâr türbini üzerine etkiyen kuvvetlerin şiddetinin ve malzeme yorulmasının da hızının artmasına** neden olmaktadır.



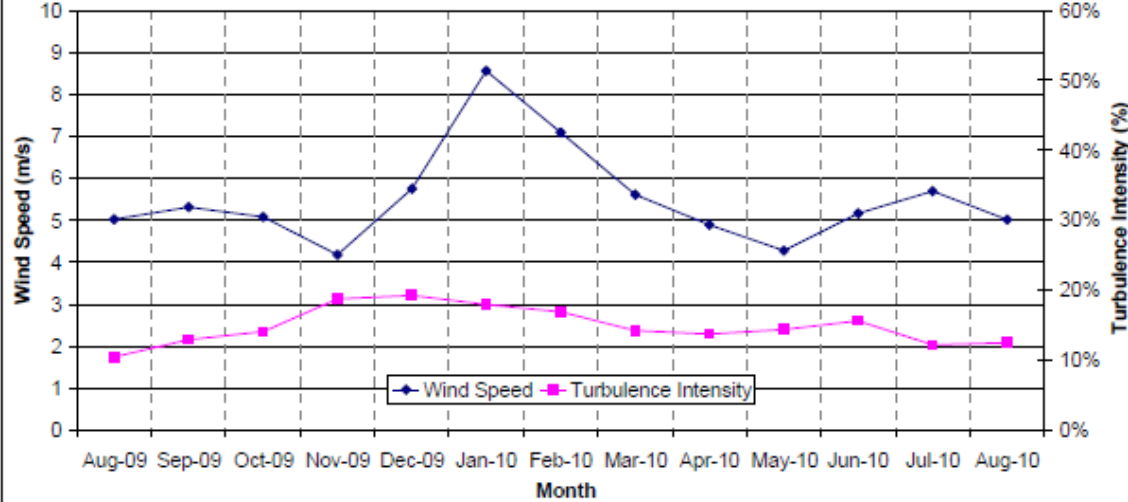
RÜZGÂR HIZ VE TÜRBÜLANS YOĞUNLUK EĞİLİMLERİ

- Araştırma sahasında türbülans yoğunluğu **aralık** ve **kasım** aylarında **yüksektir**.
- Nitekim bu aylarda türbülans yoğunluğu % 20'lere yakındır (Şekil 5).
- Buna karşılık yaz devresinde türbülans yoğunlukları düşüktür.
- Yıl içerisinde türbülans yoğunluğunun en düşük olduğu ay ağustos olup, bu ayda yoğunluk % 10'lara yaklaşmaktadır.
- Türbülans yoğunluğu bakımından dikkat çeken bir başka husus, bu bakımdan ilkbahar aylarında az çok kararlı bir gidişin bulunmasıdır.



RÜZGÂR HIZ VE TÜRİLANS YOĞUNLUK EĞİLİMLERİ

Wind Speed and Turbulence Intensity Trends at Mast Height



- Şekil 5. İnceleme alanında rüzgâr hız ve türbilans yoğunluğunun yıl içerisindeki gidişi.

SONUÇ

- Bu çalışmada 19 Mayıs Üniversitesi Kurupelit Kampusu'nun güneybatı kesiminde yer alan 588 m yüksekliğe sahip Dedebuzağı Tepesi'nin rüzgâr enerjisi üretimi bakımından potansiyelinin belirlenmeye çalışılmıştır.
- Bu amaçla 60 m yüksekliğinde bir ölçüm direği dikilerek bir yıl süre ile dört farklı yükseltiye monte edilmiş anemometreler ile rüzgâr hızı ölçümü yapılmıştır.
- Yıllık ortalama rüzgâr hızı 5,4 m/sn nin üzerinde ekonomik olarak enerji üretilebilmektedir.
- Çalışma alanında ise 5,5 m/sn yıllık ortalama rüzgâr hızı tespit edilmiştir.
- Bu değer, çalışma alanında rüzgâr enerji santrali kurup, enerji üretmeye uygun görünmektedir.



SONUÇ

- Ondokuz Mayıs Üniversitesi'nin Kurupelit Yerleşkesi'nde üç adet trafo bulunmaktadır.
- Bu üç trafonun **2009** yılı verilerine göre elektrik gideri **4.500.199 TL**'dir (Tablo 4).
- Yine üç trafonun yıllık elektrik toplamı **20.095.955 kwh**'tir (Tablo 5).
- Üniversitenin bir yıllık kurulu gücü 20.095.955 kwh ise bu aynı zamanda **$20.095.955 : 8.760 = 2.294 \text{ kw} = 2,294 \text{ Mw}$** eder.
- Bu değer yaklaşık 2,5 Mw kabul edilirse, **Rüzgâr enerji santralleri ortalama % 30 verimle çalıştığı için üniversitenin yıllık elektrik ihtiyacını tamamen karşılayabilmek için $2,5 \times 3 = 7,5 \text{ Mw}$ 'lık rüzgâr enerji santraline** ihtiyaç var demektir.



TABLO 4. ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ KURUPELİT YERLEŞKESİ 2009 YILI ELEKTRİK GİDERİ (TL).

(SAYAÇ 1)		(SAYAÇ 2)		(BARAJ MOTORLARI)	
AYLAR	FATURA TUTARI (TL)	AYLAR	FATURA TUTARI (TL)	AYLAR	FATURA TUTARI (TL)
OCAK	352.388,43	OCAK	65.450,90	OCAK	16.244,42
ŞUBAT	248.964,20	ŞUBAT	38.212,18	ŞUBAT	8.027,49
MART	266.593,44	MART	45.297,88	MART	4.106,65
NİSAN	254.482,22	NİSAN	51.930,22	NİSAN	2.889,61
MAYIS	243.427,34	MAYIS	27.828,65	MAYIS	7.059,42
HAZİRAN	310.557,29	HAZİRAN	39.009,77	HAZİRAN	12.509,46
TEMMUZ	330.575,31	TEMMUZ	32.549,56	TEMMUZ	11.704,76
AĞUSTOS	685.485,19	AĞUSTOS	20.623,03	AĞUSTOS	9.180,90
EYLÜL	257.945,58	EYLÜL	19.877,60	EYLÜL	8.778,57
EKİM	297.284,13	EKİM	35.284,36	EKİM	11.352,91
KASIM	312.466,24	KASIM	56.510,11	KASIM	14.221,24
ARALIK	333.637,39	ARALIK	56.510,11	ARALIK	11.232,57
TOPLAM	3.893.806,76 TL	TOPLAM	489.084,37 TL	TOPLAM	117.308,00 TL
GENEL TOPLAM	4.500.199,13 TL				

TABLO 5. ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ KURUPELİT YERLEŞKESİ YILLIK ELEKTRİK HARCAMASI.

(SAYAÇ 1)		(SAYAÇ 2)		(İÇME SUYU BARAJI)	
AYLAR	KWh	AYLAR	KWh	AYLAR	KWh
OCAK	1.584.000	OCAK	325.080	OCAK	72.533
ŞUBAT	1.086.000	ŞUBAT	190.260	ŞUBAT	35.770
MART	1.230.000	MART	225.540	MART	18.299
NİSAN	1.164.000	NİSAN	263.340	NİSAN	13.082
MAYIS	1.110.000	MAYIS	141.120	MAYIS	31.961
HAZİRAN	1.409.412	HAZİRAN	197.820	HAZİRAN	56.635
TEMMUZ	1.491.600	TEMMUZ	165.060	TEMMUZ	52.992
AĞUSTOS	3.039.543	AĞUSTOS	104.580	AĞUSTOS	41.566
EYLÜL	1.174.800	EYLÜL	100.800	EYLÜL	39.744
EKİM	1.227.600	EKİM	161.280	EKİM	46.865
KASIM	1.260.600	KASIM	258.300	KASIM	58.705
ARALIK	1.412.400	ARALIK	258.300	ARALIK	46.368
TOPLAM	17.189.955	TOPLAM	2.391.480	TOPLAM	514.520
GENEL TOPLAM	20.095.955				



SONUÇ

- **1 Mw'lık türbinin maliyeti** 1.000.000 \$ - 1.000.000 € arasında değişmektedir.
- O halde **üniversitenin elektrik ihtiyacının tamamını karşılamak için** 7,5 milyon \$ ile 7,5 milyon € arasında bir yatırım gereklidir.
- Ondokuz Mayıs Üniversitesi kurupelit yerleşkesinin elektrik harcama tutarı 4.500.199 TL olduğuna ve 7,5 milyon \$ ile 7,5 milyon € arasında olan **toplam santral maliyeti ortalama 15.000.000 TL** olduğuna göre, **santraller kendini 15.000.000 TL : 4.500.000 TL = 3,33 yılda amorti edebilecektir.**



KAYNAKÇA

- Hayli, S., 2001, Rüzgâr Enerjisi'nin Önemi, Dünya'da ve Türkiye'deki Durumu. Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt: 11, Sayı: 1, Sayfa: 1-26, Elazığ.
- <http://www.gwec.net/index.php?id=180>
- <http://www.eie.gov.tr>
- Karabulut, Y., 1999, Enerji Kaynakları. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.

