

RÜZGAR ENERJİSİ KAYNAKLARIMIZ

Dr. Yüksel MALKOÇ¹

¹Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE)
Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği (TUREB)
Avrupa Güneş Enerjisi Topluluğu – Türkiye Bölümü (GÜNDER)

ABSTRACT

World wind power sector in the last five years the average annual growth rate was 35%. Wind sector is the fastest growing source of electrical energy production. At the end of 2008, wind power installed capacity exceeds 120.000 MW in the world. Around 60% of installed capacity has been deployed in Europe. Despite increasing the total installed capacity of wind energy, wind energy rate in total energy is still very low.

Anahtar Kelimeler: REPA, rüzgar enerjisi, rüzgar atlası.

1.GİRİŞ

Geride bıraktığımız beş yıldır rüzgar enerjisi sektörü Dünya’da ortalama yıllık % 35 oranında bir büyüme göstermiştir. Bu haliyle rüzgar sektörü yalnızca teknolojisi en hızlı büyüyen yenilenebilir enerji değil aynı zamanda en hızlı büyüyen elektrik enerjisi üretim kaynağıdır. Böylece Dünya çapında 2007 yılı sonu itibariyle rüzgar enerjisi kurulu gücü 90.000 MW sınırı hedefini aşmıştır. Bu kurulu gücün yaklaşık %60 civarındaki önemli bir kısmı ise yalnızca Avrupa’da konuşlandırılmıştır.

Geçen birkaç on yıl içerisinde rüzgar enerjisinin maliyetinin oldukça aşağılara çekilmesine ve artan kurulu gücüne rağmen toplam enerji içerisindeki payı ise hala çok düşük seviyelerdedir. Amerika Birleşik Devletleri Enerji Bilgi İdaresi’nin 2004 yılındaki istatistiklerine göre Dünya elektrik enerjisinin ancak %0.54’lük kısmı rüzgardan elde edilmektedir. Bu durum incelendiğinde rüzgar enerjisinin büyük oranlarda elektrik sistemine entegrasyonunu kısıtlayan iki temel engelin olduğu görülmektedir. Bunlar; (1) rüzgar enerjisinin kesikli bir kaynak olarak algılanması (gerçekte rüzgar kesikli değil değişken bir enerji kaynağıdır, elektriğin kesilmesi gibi bir anda kesilmez veya gelmez, rüzgarın mekaniğine aykırı bir durum) ve (2) özellikle gelişmekte olan ülkelerde iyi rüzgar kaynak alanlarını ortaya koymada yaşanan zorluklar şeklinde ifade edilebilir.

Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA), rüzgar enerjisinin yüksek oranlarda kullanılmamasının engellerinden biri olarak

gösterilen iyi rüzgar kaynak alanlarının ortaya konulması konusunda yaşanan sıkıntılara bir çözüm olarak geliştirilmiştir. REPA sonuçlarına göre ülkemiz rüzgar enerjisi potansiyeli ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. RÜZGAR ENERJİSİ POTANSİYEL ATLASI (REPA)

Herhangi bir ölçekte rüzgar enerjisi projesi planlamadan önce atılması gereken en önemli ilk adım en iyi rüzgar kaynaklarının nerede olduğunu belirlemek ve bu kaynağın özelliklerini anlamaktır. Yeni nesil rüzgar enerjisi potansiyel atlasları bu imkanları sağlamak ve rüzgar enerjisi sektörünün gelişimine son derece önemli katkılarda bulunmaktadır. Daha önce mevcut olan rüzgar enerjisi potansiyel atlasları; herhangi bir spesifik yer için rüzgar kaynaklarını, kullandıkları yöntem ve verilerden dolayı ya çok yüksek ya da çok az göstermekteydiler. Rüzgar kaynağının alansal değişimi, yeterli sıklıkta olmayan meteorolojik ölçüm bilgilerine dayalı bazı mikro ölçek akış modellerine ve bazı topoğrafik özelliklere göre (düz, dağlık, ova, plato, vadi v.b.) ifade ediliyordu. Yeni rüzgar enerjisi potansiyel atlaslarını hazırlamada kullanılan bilgisayar teknikleri ve meteorolojik modeller ise en uygun rüzgar kaynak alanlarını tespit etmek için saatlik, günlük, aylık, mevsimlik ve yıllık zaman ölçeklerinde rüzgar rejimi hakkında çok değerli bilgiler sunabilmektedir. Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ile entegre edilebilen yeni nesil rüzgar enerjisi atlasları, rüzgar enerjisi uygulamaları için en uygun alanları tespit etmede hem zaman hem de maddi yönden önemli faydalar sağlayabilmektedir. Örneğin rüzgar enerjisi uygulamaları açısından önem arz eden trafo merkezleri, şebeke altyapısı, ulaşım imkanları gibi bir çok parametre rüzgar kaynaklarıyla beraber incelenerek en uygun yerin ortaya konulması aşamasında ilk etüt çalışmalarının ortadan kaldırılmasına dolayısıyla zaman ve maddi tasarruf sağlanmasına imkan tanımaktadır. Ayrıca rüzgar kaynağının alansal ve zamansal değişimi, bilgi depolama aygıtları ve web üzerinden sunulabilmekte, rüzgar enerjisinden yüksek oranlarda faydalanmak için sektör aktörlerinin taleplerine cevap verilebilmektedir.

Herhangi bir alan veya sahanın rüzgar enerjisi potansiyelini değerlendirirken rüzgar kaynağını güvenilir bir şekilde ortaya koyma ihtiyaç duyulan en kritik bilgidir. 1984 ve 2002 yıllarında hazırlanan Türkiye rüzgar enerji atlasları rüzgar kaynağı hakkında çok genel bilgiler vermektedirler ve günümüzde rüzgar enerjisi sektörünün talep ettiği bilgileri sunma açısından yetersiz kalmışlardır. Bu nedenlerle rüzgar enerjisi sektörünün talep ettiği nitelikteki bilgileri hazırlamak ve sektörün hizmetine sunmak için yeni rüzgar enerjisi potansiyel atlası (REPA) 2006 yılında hazırlanmıştır. CBS tabanlı olarak hazırlanan bu atlas ile ülkemiz kara ve deniz alanlarına ait her 200X200 m'lik alanları için rüzgar bilgileri 3 boyutlu olarak temin edilebilmektedir. Bu bilgilerin kısıtlı bir kısmına REPA Web Sayfası, daha detaylı bilgilere ise REPA Web Sayfası veya herhangi bir şekilde ilgilenilen nokta/alanın koordinatları bildirilerek erişilmektedir. Talep edilen nokta veya alan detay bilgileri; REPA Yazılımı kullanılarak raporlar şeklinde istenilen formatta hazırlanıp, istenilen iletişim aracıyla çok kısa zamanda isteklilere ulaştırılabilmektedir.

REPA, ülkemizin kara ve deniz alanlarının rüzgar enerjisi potansiyelini ve rüzgar karakteristiklerini ortaya koymak, enerji planlamalarına katkıda bulunmak ve gelecekteki rüzgar enerjisi gelişimi imkanlarını değerlendirmek amacıyla sektörün talep ettiği nitelikteki bilgileri içerecek kapsamda üretilmiştir. Rüzgar kaynak bilgilerinin spatio-temporal (alan-zaman) değişimlerini ve rüzgar enerjisi uygulamalarını etkileyen tüm parametreleri rüzgar kaynak bilgileri ile beraber değerlendirebilme yeteneğine sahiptir. Böylece; devlet planlamacıları, enerji hizmet şirketleri, özel girişimciler, işletme ve arazi sahipleri bilgiye dayalı karar alma imkanına kavuşmuştur.

Yüksek çözünürlüklü rüzgar kaynak haritaları ve bu haritalardan üretilmiş bilgi ürünleri geniş bir banttaki kullanıcı gruplarına hizmet edebilmektedir. Devlet planlamacıları, enerji servis şirketleri, özel girişimciler, işletme sahipleri, arazi sahipleri ve ev sahipleri birinci derecede yararlanacak kullanıcılar olarak sayılabilir. Lokal seviyede bu ürünler rüzgar enerjisi projesinin spesifik bir saha için fizibil olup olmadığına karar vermede kullanıcılara yardımcı olacaktır. Diğer yandan büyük ölçekte ise ürünler, şu soruların yanıt bulmasına olanak sağlayacaktır: ilgilenilen sahada uygulanabilecek potansiyel nedir, en iyi alanlar neresidir, ekonomik olarak rüzgar enerjisi projesi geliştirme imkanları nedir, sahanın en açık engelleri ve özendirici yanları nelerdir, elektrik üretme maliyeti ne olabilir? Bu ve benzeri sorular ilk aklı gelen sorulardır ve cevaplandırılması gerekmektedir. Yeni nesil rüzgar enerjisi potansiyel

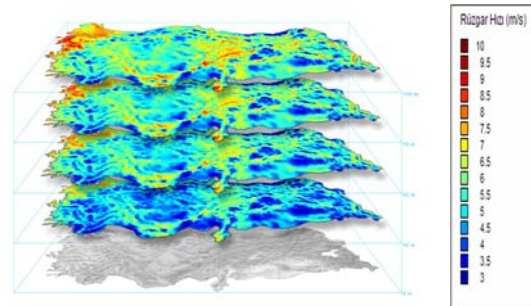
atlasları bu sorulara cevap bulmada başvuru en önemli referanslar olmaya başlamıştır. REPA rüzgar enerjisi kullanımının yanı sıra orman yangınları, havacılık, denizcilik, doğa sporları, inşaat, ulaşım, hava kirliliği gibi bir çok alana hizmet etme imkanına sahiptir.

3. VERİ VE YÖNTEM

REPA, üç farklı nümerik hava analiz modelinin (küresel orta ölçek ve mikro ölçek) ardışık çalıştırılması sonucu üretilmiştir. Modelleri çalıştırmak için küresel hava arşivi verileri, yer ve yukarı seviye meteoroloji istasyonu verileri, sayısal uydü görüntüleri, sayısal topoğrafik modeller ve deniz üstü meteorolojik veriler gibi bir çok veri kaynağından faydalanılmıştır. Modelleme konusunda Ülkemiz kara ve deniz alanlarını kapsayacak şekilde 200 m rezolasyonda rüzgar kaynak verileri üretilmiştir. Model sonuçları gerçek ölçüm verileri ile karşılaştırılmış ve kalibre edilmiştir. Elde edilen rüzgar kaynak bilgilerinin hata payı ortalama %7 mertebesinde.

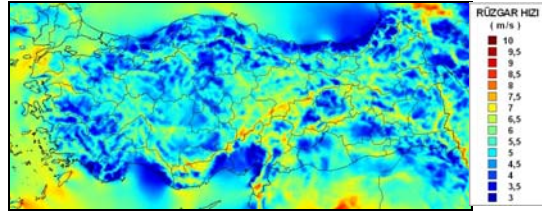
4. TÜRKİYE RÜZGAR ENERJİ POTANSİYELİ

Yıllık ortalamalarda Türkiye'nin en iyi rüzgar kaynağı alanları Ege, Marmara sahilleri olarak görülmektedir. Özellikle Ege Denizinin kuzeydoğusunda şiddetli rüzgarlar bulunmaktadır. İç Anadolu Bölgesinin doğusu, Orta Toroslar, Akdeniz Bölgesinin kuzeydoğusundaki bazı alanlarda ortalama rüzgar hız değerlerinin 7.5 m/s üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bunlara ilave olarak Antakya yakınındaki bir bölgede yüksek şiddetteki rüzgarlar bulunmaktadır. Orta şiddetteki rüzgar hızına sahip geniş bölgeler Türkiye'nin orta kesimleri boyunca mevcuttur. Marmara Bölgesinin özellikle Avrupa yakasında ve bu alanların Karadeniz kıyısında rüzgar şiddetleri yüksek değerler almaktadır. Orta Karadeniz'in sahil bölgesi ve yine Akdeniz'in orta kesimlerinin sahillerinde rüzgar şiddetleri, enerji yatırımları için araştırma yapılacak bölgeler sınıfına girmektedir (Şekil 1)

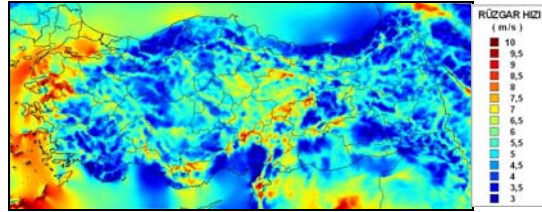


Şekil 1. Rüzgar Hız Dağılımı (Türkiye Topoğrafyası, 30 m, 50 m, 70 m ve 100 m)

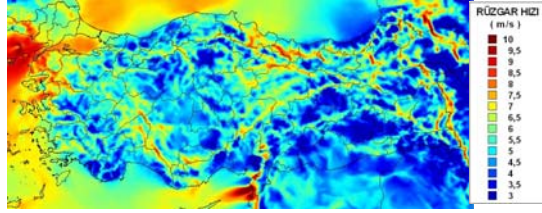
Türkiye çapında rüzgar kaynağının mevsime bağlılığı ülkeyi etkileyen sinoptik sistemlere bağlıdır. Birçok mevkide, özellikle sahil boyunca ve doğudaki dağlarda kışları daha güçlü rüzgar hızları tecrübe edilir. Termal sirkülasyonların önemli olduğu diğer yerlerde rüzgar hızları yazları daha güçlü olma eğilimindedir. Türkiye'nin orta kesimleri boyunca çoğu yerde rüzgar hızı değerleri mevsimden mevsime nispeten sabittir (Şekil 2).



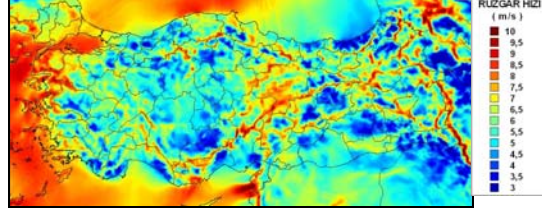
İlkbahar



Yaz



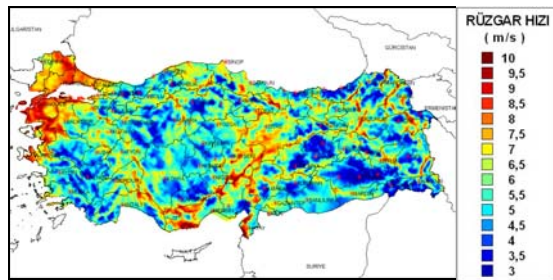
Sonbahar



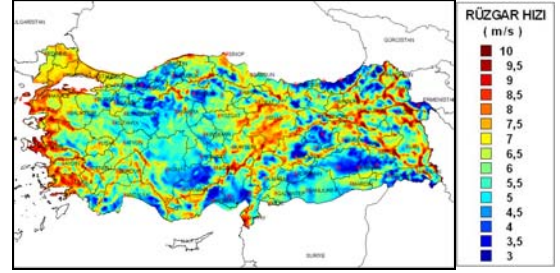
Kış

Şekil 2. Mevsimlik Rüzgar Hız Dağılımlı (50 m)

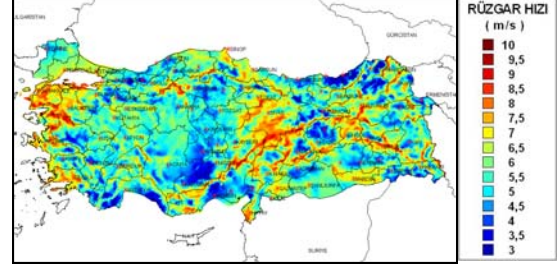
Türkiye üzerinde rüzgar hızlarının aylara göre değişimi Şekil 3'te verilmektedir. Şekilden de görüleceği gibi yer ve zamana göre aylık rüzgar hızlarındaki değişim önemli olmaktadır.



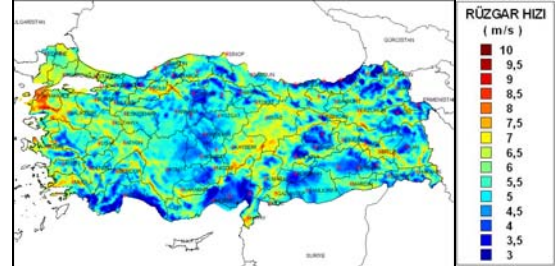
Ocak Ayı Ortalama Rüzgar Hızı (50 m)



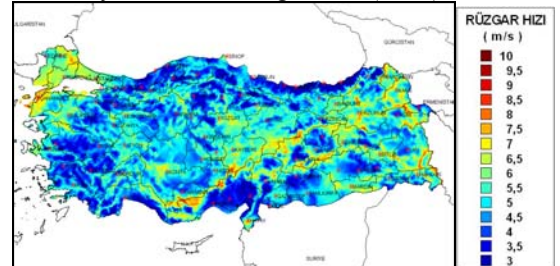
Şubat Ayı Ortalama Rüzgar Hızı (50 m)



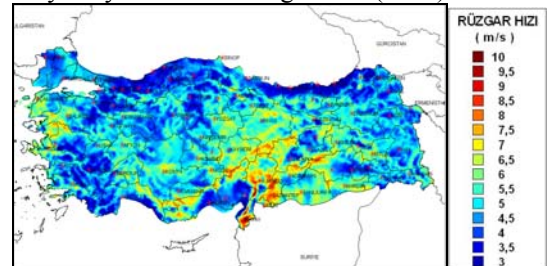
Mart Ayı Ortalama Rüzgar Hızı (50 m)



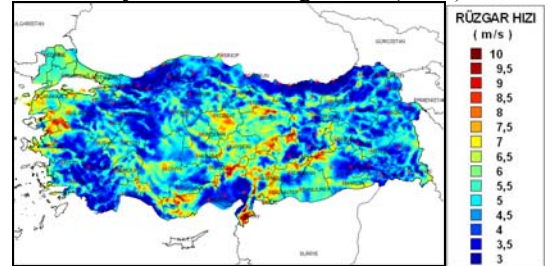
Nisan Ayı Ortalama Rüzgar Hızı (50 m)



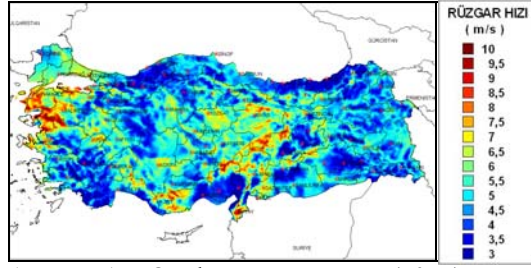
Mayıs Ayı Ortalama Rüzgar Hızı (50 m)



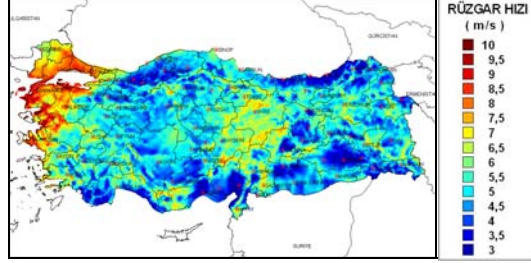
Haziran Ayı Ortalama Rüzgar Hızı (50 m)



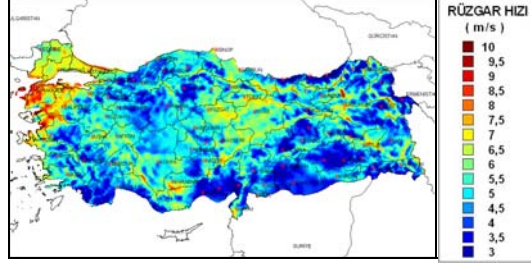
Temmuz Ayı Ortalama Rüzgar Hızı (50 m)



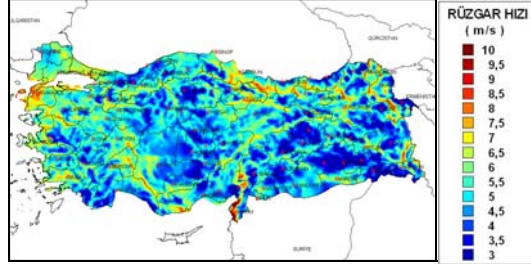
Ağustos Ayı Ortalama Rüzgar Hızı (50 m)



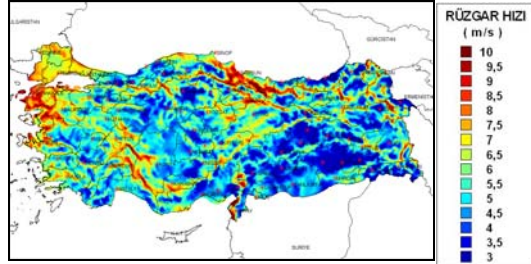
Eylül Ayı Ortalama Rüzgar Hızı (50 m)



Ekim Ayı Ortalama Rüzgar Hızı (50 m)



Kasım Ayı Ortalama Rüzgar Hızı (50 m)



Aralık Ayı Ortalama Rüzgar Hızı (50 m)

Şekil 3. Aylık Rüzgar Hız Dağılımı (50 m)

Rüzgar enerjisi uygulamalarını etkileyen tüm parametrelerin dikkate alınarak (kullanılamaz alanlar) ve yapılan bazı kabuller sonucunda rüzgar sınıfı orta ile sıradışı arasında olan rüzgarlı arazilerin 131.756,40 MW rüzgar enerjisi potansiyelini desteklediği görülmüştür. Potansiyel içerisinde derinliği 50 m'ye kadar olan deniz alanları da bulunmaktadır. Bu araziler Türkiye toplamının %3.57'lik kısmına denk gelmektedir (Tablo 1).

Tablo 1. Türkiye rüzgar enerjisi potansiyeli

| Rüzgar Kaynak Derecesi | Rüzgar Sınıfı | 50 m'de Rüzgar Gücü (W/m ²) | 50 m'de Rüzgar Hızı (m/s) | Toplam Alan km ² | Rüzgarlı Arazi Yüzdesi | Toplam Kurulu GüçMW |
|------------------------|---------------|---|---------------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------|
| Orta | 3 | 300 – 400 | 6.5 – 7.0 | 16.781,39 | 2,27 | 83.906,96 |
| İyi | 4 | 400 – 500 | 7.0 – 7.5 | 5.851,87 | 0,79 | 29.259,36 |
| Harika | 5 | 500 – 600 | 7.5 – 8.0 | 2.598,86 | 0,35 | 12.994,32 |
| Mükemmel | 6 | 600 – 800 | 8.0 – 9.0 | 1.079,98 | 0,15 | 5.399,92 |
| Sıradışı | 7 | > 800 | > 9.0 | 39,17 | 0,01 | 195,84 |
| Toplam | | | | 26.351,28 | 3,57 | 131.756,40 |

5. SONUÇ

Her ne şekilde düşünülürse düşünülün rüzgar enerjisi ülkemizin en önemli enerji kaynaklarından biridir. Eğer bu potansiyelimizi (iyi-sıradışı aralığı) en asgari değerlerle enerjiye dönüştürebilsek yıllık elektrik tüketimimize yakın miktarlarda enerji üretme imkanımız bulunmaktadır. Bu potansiyel özellikle Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgelerimizde yoğunlaşmaktadır. Bu özelliği ile de rüzgar enerjisi avantajlı bir coğrafik dağılım sergilemektedir. Yani tüketim merkezlerine yakın bölgelerde yoğunlaşmaktadır. Yapılması gereken bu doğal ve temiz enerji kaynağımızı sonuna kadar kullanabilecek yönetsel, teknik ve altyapı düzenlemelerini bir an önce yerine getirmektir.

KAYNAKLAR

- [1] **Burton, T., D. Sharpe, N. Jenkins and E. Bossanyi** 2001: Wind energy handbook. John Wiley and Sons, Chicester, etc., 617 pp.
- [2] **Bryukhan, F. F. and Diab, D.**, 1995: Wind energy resource estimation of the upper atmosphere over Soutehr Africa. J. Appl. Meteor., 34, 2565-2571.
- [3] **Cook, N. J. and Prior, M. J.**, 1987: Extreme wind climate of the United Kingdom. J. Wind. Eng. Ind. Aerodyn.
- [4] **Çağlar, M. ve Canbaz, M.**, 2002: Türkiye rüzgar enerjisi potansiyeli, IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, s. 347-358, 16-18 Ekim, İstanbul
- [5] **Durak, M.**, 2000: Rüzgar enerjisi teknolojisi ve Türkiye uygulaması: Akhisar rüzgar elektrik santrali. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [6] **Dündar, C., Canbaz, M., Akgün, N. ve Ural, G.**, 2002: Türkiye Rüzgar Atlası, IV.

Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, s. 455-468, 16-18 Ekim, İstanbul

- [7] **Elliott, D., M. Schwartz, G. Scott, S. Haymes, D. Heimiller, R. George**, 2003: Wind Energy Resource Atlas of Armenia. NREL/TP-500-33544.
- [8] **Erasmus, A. D.**, 1986a.: A model for objective simulation of boundry-layer winds in an area of complex terrain. J. Clim. and Appl. Meteor. 25, 1832-1841.
- [9] **Erasmus, A. D.**, 1986b.: A comparison of simulated and observed boundary-layer winds in an area of complex terrain. J.Clim. and Appl. Meteor. 25, 1842-1852.
- [10] **Erinç,S.** 1966: Türkiye’de Zemine Yakın Hava Tabakalarında Hâkim Rüzgâr İstikametleri ve Frekansları, İstanbul, Üniv. Coğr. Enst. Derg. Cilt:6, Sayı:11, İstanbul.