



# RÜZGAR ENERJİSİ

## III. BÖLÜM

Prof. Dr. Olcay KINCAY  
Mak. Müh. Burak Tevfik DOĞAN  
Y. Müh. Uğur AKBULUT

# RES Lisansı Alınması İçin Gerekenler

1. Yönetmeliklerin incelenmesi
2. Saha seçimi ve detaylı analizi
  - Ön etüd çalışmaları
  - Rüzgar hızının belirlenmesi
  - Rüzgar güç yoğunluğunun belirlenmesi
  - Kapasite faktörünün belirlenmesi
  - Arazi yapısı
  - Trafo merkezlerine uzaklık
  - Arazi mülkiyeti
3. Fizibilite raporu
4. EPDK'na lisans başvurusunun yapılması

# Ön Etüd Çalışmaları

- Bir rüzgar enerjisi yatırımı için, kullanılacak olan finansmanın geri dönüşünde ve yatırımın yapılabilirliğinin belirlenmesinde, sağlıklı yapılmış **ön etütler** ve **rüzgar kaynak değerlendirme çalışmaları** için temelini oluşturur.
- Buna göre, RES kurulumu için ilk önce **saha seçimi** işlemi yapılmalıdır. Saha seçiminde dikkat edilmesi gereken en önemli husus yeterli **rüzgar potansiyeli** olup olmadığıdır.
- Saha seçimi **REPA** (Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası) kullanılarak yapılabilir.

# Ön Etüd Çalışmaları

- Seçilen saha civarındaki **DMİ (Devlet Meteoroloji İşleri)** ne ait rüzgar verileri ve diğer rüzgar enerjisi amaçlı rüzgar ölçümleri dikkate alınmalıdır. Başlangıç için **REPA-WEB** haritaları kullanılabilir.
- Yatırımcı ilk olarak uygun olan bölgeleri belirler. Bir bölgenin uygun olup olmadığını belirleme aşamasında çeşitli faktörler söz konusudur.
- Bunlar **rüzgar hızı, güç yoğunluğu, kullanılamaz alanlar** vb. gibi faktörlerdir. Bu faktörlerin tümünün uygun olması şarttır.



# Rüzgar Hızı

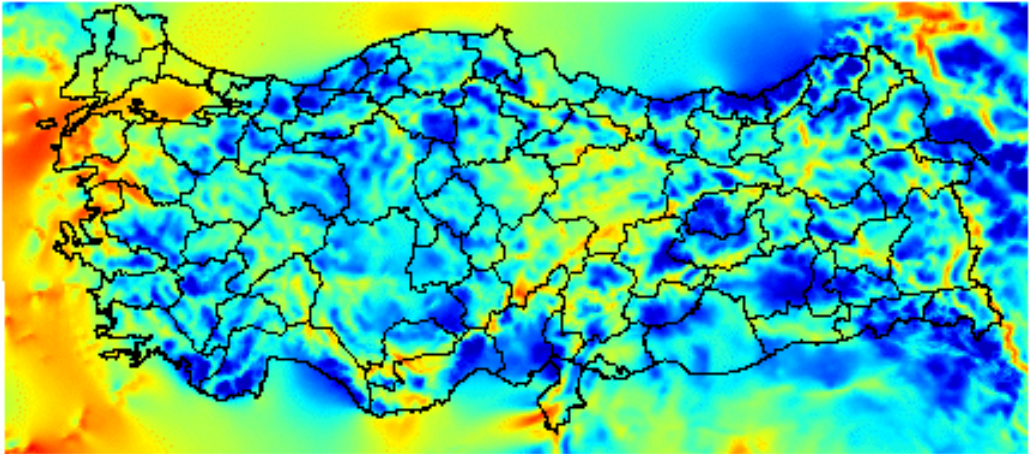
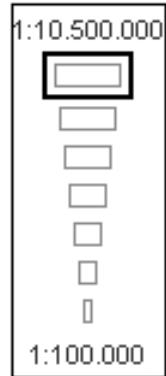
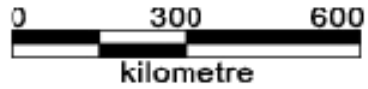
- Saha seçiminde öncelikle yeterli rüzgar hızının olduğu bölgeleri tespit etmek gerekmektedir. Ekonomik RES yatırımı için rüzgar hızının **7 m/s'den fazla** olduğu yerler tercih edilmelidir.
- Bu durum türbin seçimini de etkileyeceğinden çeşitli yüksekliklerde ölçülen hızların ayrı ayrı incelenmesi gerekmektedir.
- Ülkemizde **30 m** yükseklikteki rüzgar hızları incelendiğinde bu yükseklikteki hızların ekonomik RES yatırımı için uygun olmadığı görülmektedir.
- Marmara Bölgesi'nin batı kısmı ve İç Anadolu Bölgesi'nin doğu kısmı diğer bölgelere nazaran daha iyi rüzgar hızlarına sahiptir.

# Rüzgar Hızı

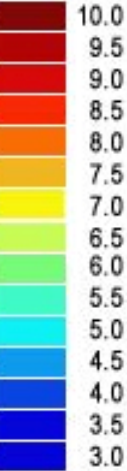
- **50 m** yükseklikteki rüzgar hızları biraz daha iyi seviyededir. Çanakkale ve Balıkesir illeri rüzgar hızı bakımından en güçlü yerler durumundadır. Genel olarak baktığımızda ise pek çok bölgede hızın **7 m/s**'nin üzerinde olduğu saptanmaktadır.
- **70 m** yükseklikteki rüzgar hızlarına baktığımızda yurdumuzun pek çok bölgesinde rüzgar hızlarının santral kurmak için elverişli olduğu anlaşılmaktadır.
- **100 m** yükseklikteki rüzgar hızlarını incelediğimizde ise özellikle Marmara Bölgesi'nde muazzam bir seviyeye geldiği görülmektedir.



## Türkiye'nin 50 m yükseklikte rüzgar hızı



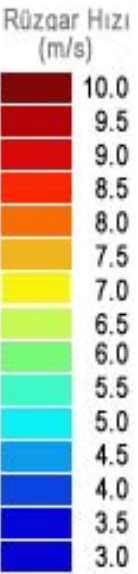
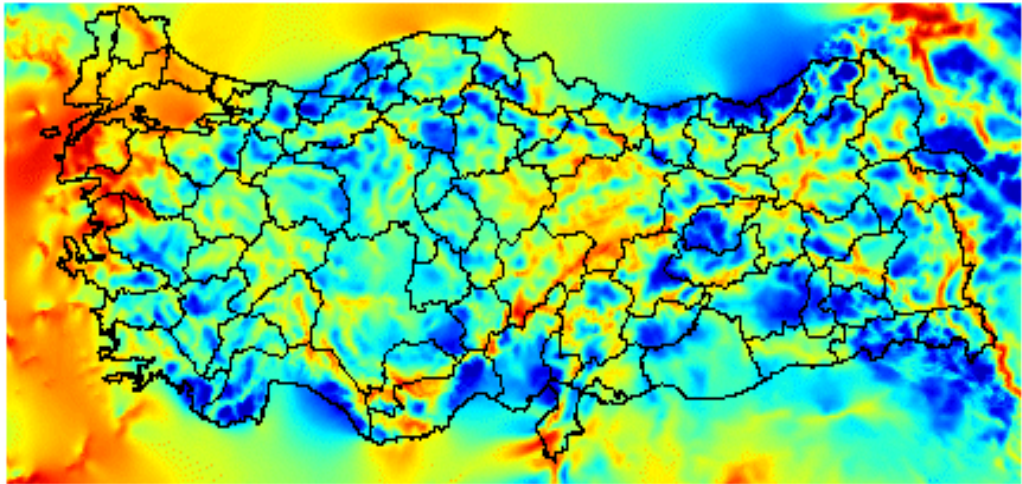
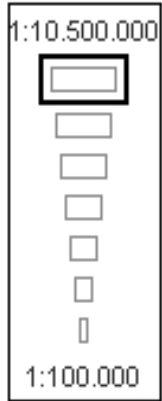
Rüzgar Hızı  
(m/s)







# Türkiye'nin 100 m yükseklikte rüzgar hızı



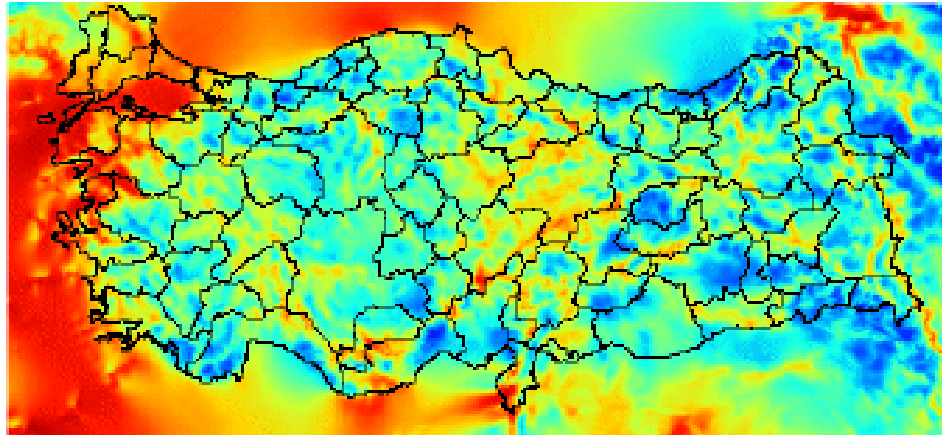
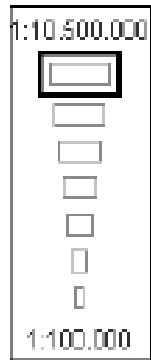


# Kapasite Faktörü (Yük faktörü)

- Bir türbinin rüzgardaki enerjiyi elektriğe dönüştürebilme oranına kapasite faktörü denir.
- Türbinin yıllık enerji üretim miktarının, türbin tarafından nominal güçte yılda üretilecek teorik enerji miktarına oranı olarak ifade edilir.




# Türkiye'nin 50 m yükseklikte rüzgar kapasite faktörü





## RES için Kullanılamaz Alanlar

- 
- **2873 sayılı Milli Parklar Kanunu**'nun 2. maddesinde tanımlanan ve bu kanunun 3. maddesi uyarınca belirlenen “**Milli Parklar**”, “**Tabiat Parkları**”, “**Tabiat Anıtları**” ve “**Tabiat Koruma Alanları**”
  - **3167 sayılı Kara Avcılığı Kanunu** uyarınca Orman Bakanlığı'nca belirlenen “**Yaban Hayatı Koruma Sahaları ve Yaban Hayvanı Yerleştirme Alanları**”





## RES için Kullanılamaz Alanlar

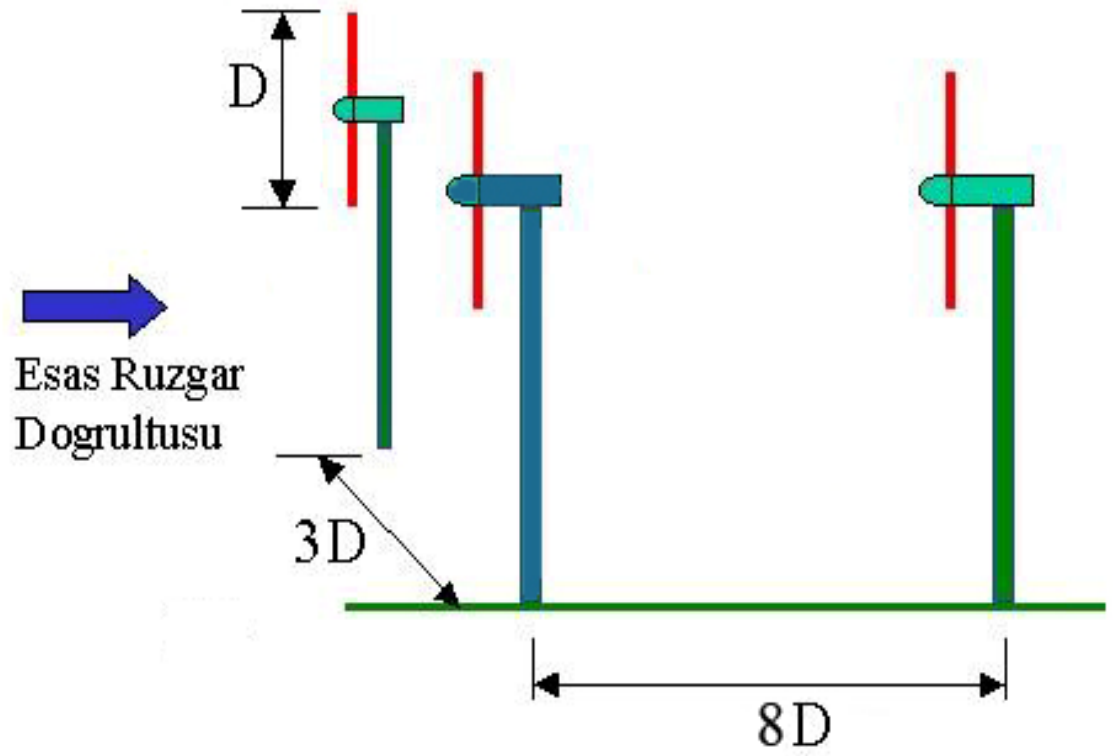
- **2863 sayılı Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kanunu**'nun 2. maddesine göre “**Kültür Varlıkları**”, “**Tabiat Varlıkları**”, “**Sit**” ve “**Koruma Alanı**”
- **3386 sayılı kanunun** ilgili maddeleri uyarınca **tespiti ve tescili yapılan alanlar**; **rakımı 1500 metreden fazla olan alanlar**; **eğimi 20%'den fazla olan alanlar**; **yerleşim bölgeleri ve askeri alanlar**

**kullanılamaz alanlar** olarak tanımlanmaktadır.

# Seçilen Sahada Mevcut Başvuru Durumunun Araştırılması

- Seçilen alan içindeki mevcut başvuru durumlarının incelenmesi gerekmektedir.
- Daha önce başvuru yapılmış bir alana yeni başvuru yapılamaz.
- Rüzgar türbinlerinin birbirinden etkilenmeyeceği bir yerleşim düzeni uygulanmalıdır.

# RES'da Türbinlerin Yerleştirilmesi





# Arazi Yapısı

- Rüzgar hızını etkileyen en önemli faktörlerden biridir.
- Arazi pürüzlülük değerleri verimi etkileyebilmektedir.
- Bir arazide pürüzlülük ne kadar çok ise rüzgar hızı o kadar azalır.
- Su yüzeyi, rüzgar hızını daha az etkileyen en pürüzsüz yüzeydir. Uzun ot, çalı ve çöp gibi pürüzlülük öğeleri rüzgar hızını azaltma yönünde etkili olur.



## Arazi Yapısı

- Araziye ulaşım, arazinin yerleşim birimlerine uzaklığı, GSM şebekelerinin çekip çekmemesi vb. gibi faktörlerin de incelenmesi gereklidir.
- Bu faktörlerin herhangi birisi kurulum aşamasında veya işletme sırasında ek maliyetlere neden olur.
- Örneğin yol yapımı maliyeti km başına 0 ile 80.000 \$ arasındadır.

## Trafo Merkezlerine Uzaklık

- Trafolarına veya enerji nakil hatlarına uzaklık yatırım maliyetini önemli ölçüde etkileyen bir faktördür.
- Bununla birlikte enerji iletimi sırasındaki kayıpları da göz önüne aldığımızda seçtiğimiz arazinin enerji nakil hatlarına ve trafolarına yakın olması büyük önem kazanmaktadır.



## Trafo Merkezlerine Uzaklık

- Nakil hatlarının maliyeti hattın yerleşimine, uzunluğuna, tipine, voltajına ayrıca güç santrali kapasitesine bağlıdır.
- Nakil hatlarının maliyeti km başına 50.000 \$ ile 100.000 \$ arasında değişmektedir.
- Trafo maliyetleri ise 2.000.000 \$'ı geçmektedir.



## Arazi Mülkiyeti

- RES lisansının alınabilmesi için diğer enerji santralleri lisans başvurularından farklı olarak santralin kurulacağı arazinin lisans başvurusu yapan kişiye ait olması veya kamu malı olması gerekmektedir.
- Üretim tesisinin kurulacağı sahanın özel mülkiyete konu olması halinde, mülkiyet ve/veya diğer aynı hakların tesis edilmiş veya bu hakların tesis edileceğinin yetki sahibi gerçek veya tüzel kişilerce taahhüt edilmiş olduğunun belgelenmesi zorunludur.

# Arazi Mülkiyeti

- Rüzgar enerjisine dayalı üretim tesisinin kurulacağı sahanın, herhangi bir amaçla tahsis edilmemiş kamuya ait arazi olması veya üretim tesisinin kurulacağı saha üzerindeki mülkiyet veya diğer aynı hakların tesis edilmemiş veya bu hakların yetki sahibi gerçek veya tüzel kişilerce tesis edileceğinin taahhüt edilmemiş olması durumunda; rüzgar enerjisine dayalı bir üretim tesisi kurmak üzere lisans almak için yapılan ilk başvurunun Resmi Gazete'de yayımlanması ve EPDK'nun ilan panosu ile internet sayfasında duyurulmasını izleyen on iş günü içerisinde, aynı bölgede ve aynı kaynağı kullanmak suretiyle üretim tesisi kurmak isteyen diğer tüzel kişiler de lisans almak üzere Kuruma başvurmak zorundadır. Bu süreden sonra yapılan başvurular kabul edilmez.



# Fizibilite Raporu

- Yatırımın emniyetli olması için detaylı bir fizibilite raporu hazırlanması gerekmektedir. Tüm değişkenler maliyeti ve amortisman süresini etkilemektedir. Örneğin göbek yüksekliğinin fazla olması üretilecek enerjiyi artırırken, kulenin yüksek olması türbin maliyetini artırmaktadır; ya da yüksek güç yoğunluğuna sahip bir bölgenin ulaşımı zor olduğunda kurulum ve işletme maliyeti yüksek çıkabilmektedir.
- Fizibilite raporu hazırlanırken tüm değişkenlerin alternatifleri de göz önüne alınmalı ve bu alternatiflerden en uygun olanı seçilmelidir. Unutulmamalıdır ki bir rüzgar enerji santrali kurarken ek maliyetler türbin maliyetinin yaklaşık %40'ına kadar ulaşabilmektedir. Bu ek maliyetlerin türbin fiyatına olan yaklaşık oranları görülebilmektedir.
- Rüzgar enerji santrallerinin detaylı fizibilite çalışmaları RETScreen ve WAsP yazılımları ile yapılabilir. Bu yazılımlar, gerekli parametrelere ait girdiler verildiğinde yatırım maliyeti ve amortisman süreleri gibi çıktıları vererek projelerin hızlı ve güvenilir bir şekilde hazırlanmasına olanak sağlamaktadırlar .

# RES Maliyet Oranları

Faktör	Maliyet (% türbin)
Tesis	5 - 10
Elektrik bağlantıları	5 - 11
Arazi	0 - 5,7
Planlama masrafları	1,5 - 3
Onaylar, izinler	3 - 8
Altyapı	2 - 4
İşletme	3 - 6
Diğer	2 - 4
Kablo bağlantıları	7,5 - 15
Toplam	15 - 40

# Lisans Başvurusu-1

**Tüm çalışmalar yapıldıktan sonra EPDK'ya lisans başvurusu sırasında sunulması gereken belgeler şunlardır :**

- Başvuru dilekçesi.
- Taahhütname: Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği Ek-2'deki örneğe uygun olarak, tüzel kişiyi temsil ve yetkili şahıs/şahıslarca imzalanır. Taahhütnamenin içeriğinde hiçbir değişiklik yapılamaz. Taahhütnamenin müştereken verilen yetki kapsamında imzalanması durumunda, müştereken yetki verilen şahısların her birinin imzasının Taahhütnamede bulunması zorunludur.
- Tüzel kişiyi temsil ve ilzama yetkili şahıs/şahısların "Yetki Belgeleri"nin aslı veya noter onaylı suretleri,
- Tüzel kişilik anasözleşmesinin, tüm tadiller işlenmiş son halinin, Ticaret Sicili Memurluğunca tasdiklenmiş bir nüshası veya tüzel kişilik anasözleşmesinin ve tadillerinin ilan edildiği Türkiye Ticaret Sicili Gazetelerinin birer nüshası,



## Lisans Başvurusu-2

- RES için EPDK Yönetmeliği forma göre doldurulan üretim tesisine ilişkin bilgi formu (5 nüsha); inşaat öncesi dönem, inşaat dönemi ve toplam süre olmak üzere lisans alma tarihinden tesis tamamlanma tarihine kadar geçen süreyi kapsayacak şekilde hazırlanan yatırım temrin programı (5 nüsha); üretim tesisinin bağlanacağı bağlantı noktasını ve gerilim seviyesini gösteren, ilgili dağıtım ve/veya iletim hatları ile dağıtım merkezi ve/veya trafo merkezini içerecek şekilde hazırlanan tek hat şeması (5 nüsha) ve üzerinde rüzgar türbini yerleşimi işlenmiş olan 1/25000 ölçekli harita (5 nüsha),
- Arazinin özel mülkiyete konu olması halinde arazinin mülkiyeti ya da diğer aynı haklarının edinilmiş olduğunu ya da edinileceğinin mülkiyet sahibi kişi tarafından taahhüt edilmiş olduğunu gösterir belgelerin aslı veya noter onaylı birer sureti,
- Elektrik piyasasına ilişkin faaliyetler kapsamında; tüzel kişilik ve/veya tüzel kişilikte yüzde on ve üzerinde (halka açık şirketlerde yüzde beş ve üzerinde) doğrudan veya dolaylı pay sahibi olan ortaklarına ilişkin olarak, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yapılan veya yapılmakta olan herhangi bir işlemin olup olmadığına dair beyan,

## Lisans Başvurusu-3

- Tüzel kişilikte yüzde on ve üzerinde (halka açık şirketlerde yüzde beş ve üzerinde) doğrudan veya dolaylı pay sahibi olan tüzel kişilerin anasözleşmelerinin, tüm tadiller işlenmiş son halinin, Ticaret Sicili Memurluğunca tasdiklenmiş birer nüshası veya ilgili tüzel kişilerin anasözleşmelerinin ve tadillerinin ilan edildiği Türkiye Ticaret Sicili Gazetesi'nin birer nüshası,
- Tüzel kişilikte doğrudan veya dolaylı pay sahibi olan gerçek ve tüzel kişilerin, pay oran ve tutarları belirtilmek suretiyle, ortaklık yapısını ortaya koyan bilgiler,
- Tüzel kişi ortağın yönetim ve denetimini belirleyen sermaye paylarının bir başka tüzel kişiye ait olması halinde, gerçek kişi ortak ya da ortaklara ulaşıncaya kadar, pay oran ve tutarları ile varsa imtiyazlı paylar da belirtilmek suretiyle ortaklık yapısını ortaya koyan bilgi ve/veya belgeler,

## Lisans Başvurusu-4

- Tüzel kişilikte yüzde on ve üzerinde (halka açık şirketlerde yüzde beş ve üzerinde) doğrudan veya dolaylı pay sahibi olan gerçek kişiler ile yönetim kurulu üyesi, genel müdür, genel müdür yardımcısı ve denetçilere ait, son altı ay içinde alınmış, adli sicil belgeleri ile isim, unvan ve adres bilgileri,
- Tüzel kişinin ve tüzel kişilikte yüzde on ve üzerinde (halka açık şirketlerde yüzde beş ve üzerinde) doğrudan veya dolaylı pay sahibi olan gerçek ve tüzel kişilerin mali durumunu gösteren belgeler,
- Banka teminat mektubu; EPDK'nın belirlediği miktar teminat mektubu olarak sunulmak zorunda olup bu bedel santralin gücüne bağlıdır. 1 Kasım 2007 tarihindeki başvurular için maksimum bedel 1.000.000 \$ olarak belirlenmiştir.



**EİE'nin teknik değerlendirmelerine esas teşkil etmek üzere EPDK'ya sunulması gereken belgelerde yer alması gereken istekler şöyledir:**

- Başvuran tüzel kişin kimlik bilgileri,
- Başvurulan RES alanının bulunduğu il, ilçe, köy ve mevkii bilgilerini; RES nin sınırlarını gösteren UTM koordinatlarını; üretim lisansı almış en yakın RES alanlarına uzaklıkları ve konumu; RES alanında kurulması planlanan rüzgar türbinlerinin marka ve model bilgisi, sınıfı, kanat çapı, rotor göbek yüksekliği ve hız-güç tablosunu; RES alanında türbinlerin yerleştirileceği UTM koordinatlarını ve topoğrafik yapıyı gösteren 1/25000 ölçekli orijinal boyutlu basılı ve sayısallaştırılmış harita paftaları,
- ASEL değeri ve bu değeri REPA'dan elde edilen rüzgar özelliklerinde üretilmek için taahhüt edilen (MW) cinsinden kurulu güç miktarıdır.

# Kaynaklar

- U. Akbulut, B.T. Doğan, O. Kıncay, "Ülkemizde Rüzgar Enerji Başvuruları, Gerekçe Usul ve Bazı Gerçekler", IV. Ege Enerji Sempozyumu, 21-23 Mayıs 2008, İzmir.
- Burak Tefvik Doğan, "Rüzgar Enerjisine Dayalı Elektrik Santralleri Lisans Başvurusunda İzlenecek Yol", YTÜ, Lisans Bitirme Tezi, 2008 (Yürütücü: Prof.Dr. O.Kıncay).
- [www.retscreen.net](http://www.retscreen.net)
- [www.eie.gov.tr](http://www.eie.gov.tr)
- "Wind Energy Technologies." U.S. Department of Energy.  
[http://www.eere.energy.gov/RE/wind\\_technologies.html](http://www.eere.energy.gov/RE/wind_technologies.html)
- [www.windpower.org](http://www.windpower.org)