



## BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ

### PALANDÖKEN RÜZGAR ENERJİ SANTRALİ FİZİBİLİTE RAPORU

*RÜZGAR ÖLÇÜM DİREĞİ VE EKİPMANLARI  
TEMİNİ, MONTAJI İLE BİR YIL BOYUNCA  
RÜZGAR POTANSİYELİ ÖLÇÜMÜ VE  
FİZİBİLİTE ÇALIŞMASI TEKNİK ŞARTNAMESİ*



## 1. İşin Tanımı

İş, Erzurum Büyükşehir Belediyesi tarafından rüzgar potansiyel ölçümü amacıyla Palandöken Dağı bölgesinde rasat direği dikimi için bir firma tarafından yer tespiti, direk montajı, ölçüm enstrümanları montajı, kurulum raporu alınması ile 1 yıllık rüzgar potansiyeli ölçümü, enerji analizi hazırlanması faaliyetlerini kapsamaktadır.

Rüzgâr ölçüm direği dikerek rüzgâr ölçümlerine başlamadan önce, ön fizibilite raporu hazırlanacaktır.

Yalnız başına ölçüm direği ve üzerindeki ekipmanları kurup çalıştırmak ve bu verileri toplamak rüzgâr ölçümü yapıldığı anlamına gelmemektedir. Rüzgâr enerjisi yatırımı için ciddi finansman kaynaklarına ihtiyaç duyulduğundan, yatırıma kredi sağlayacak kuruluşlar, yapılan ölçüm kalitesi, mühendislik hesapları ve enerji verimliliği tahmininin doğruluğunu sorgulayan bir inceleme yapmaktadırlar. Bu sebeple direğin kurulması aşamasından başlayarak yapılan tüm işlemlerin Türkiye’de proje finansmanı yapan bankalarca güvenilir ve kabul görmüş bir firma tarafından denetlenerek gerçekleştirilmesi zorunludur.

Ayrıca ekte belirtilen EK-FZDFE Kuzey Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı Fizibilite Örneğine göre hazırlanması zorunludur.

## 2. Malzeme Temini ve Hazırlık

Sahada ön fizibilite raporu ve sahanın direk kurulumu için hazırlanması, işçilik ve direk dikilmesi ve bu işler için gerekli ulaşım araçları, alet ve makineler ilgili firma kontrolünde ve denetiminde yapılacaktır. Yer tespiti nokta ve koordinat olarak yapılacaktır. Ölçüm direğinin koordinatlarının saptanmasından sonra harita temini idare tarafından yapılacaktır. Gerekli izinler idare ve yüklenici firma ile birlikte alınacaktır.

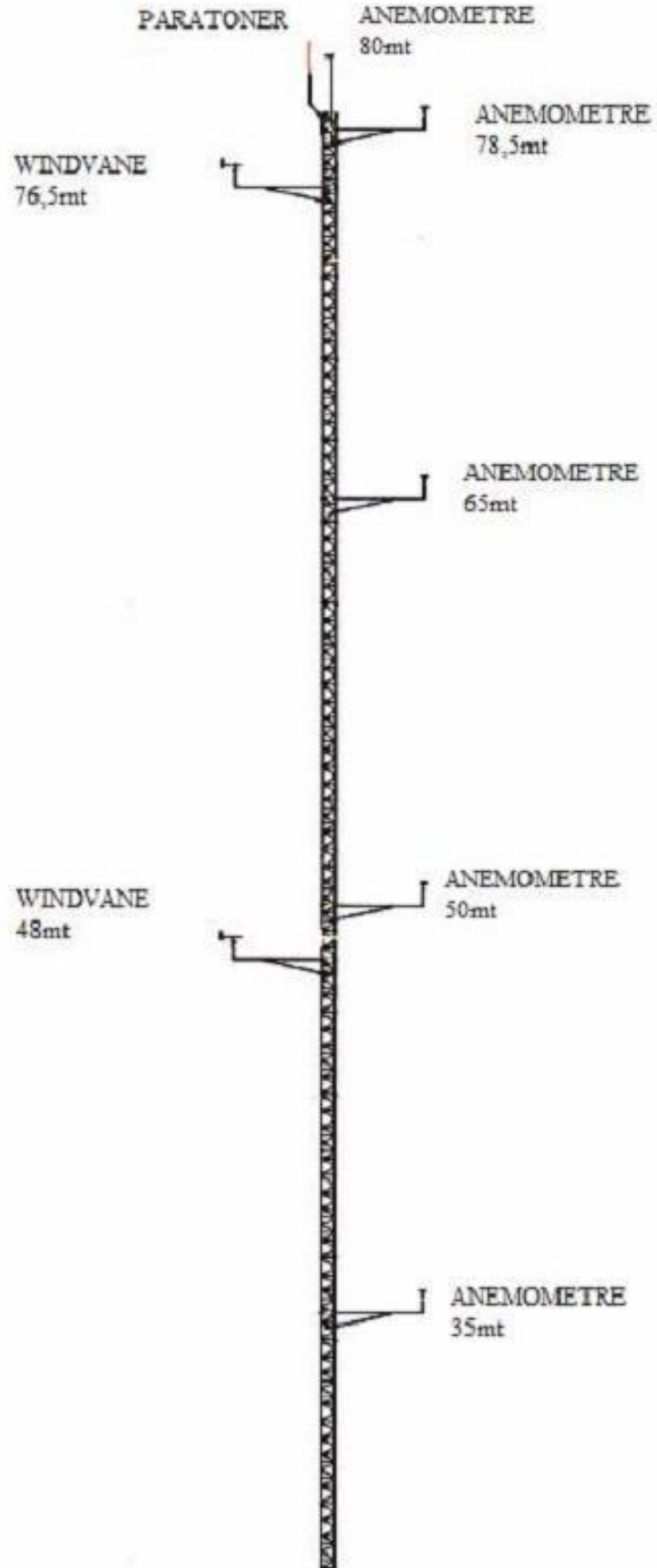
Palandöken Dağında yer tespiti yapıldıktan sonra yüklenici, Erzurum Büyükşehir Belediyesinden idari teknik kontrollerden en az iki kişiyi, hali hazırda üretim yapan bir Rüzgar Enerji Santraline teknik gezi düzenleyecek ve oradaki bilgi ve tecrübelerin idare tarafından kazanılmasını sağlayacaktır.

Sahanın buzlanma etkisi önemlidir ve bu dikkate alınmalıdır, bu sebeple elemanları üzerindeki buz dayanımı en az 5mm yarıçapında olan **en az 80 m** yüksekliğinde **Ekstra Heavy Duty (XHD)** kafes tip ölçüm direği kullanılmalıdır. Kullanılacak direk üçgen kafes direk şeklinde konstrüksiyon çeliğinden imal edilecektir. Direk topraktan başlayıp yukarıya doğru bir örülerek yapılmalıdır.

Kafes direk bölgesel kar, buz ve rüzgar yükleri dikkate alınarak mühendislik tasarımı oluşturulduktan sonra imal edilecek olup rüzgar, kar ve buz yükü ile deprem yüklerine karşı dayanıklı olacaktır. Teklifte buz/rüzgar dayanım bildirimini yapılacaktır. **Direğin Türkiye'deki paralel çetin doğa şartlarında kendini en az 1 yıl ispat etmiş olması** gerekmektedir. Bunlarla ilgili bildirim ve referanslar da teklif ekinde idare'ye sunulacaktır.

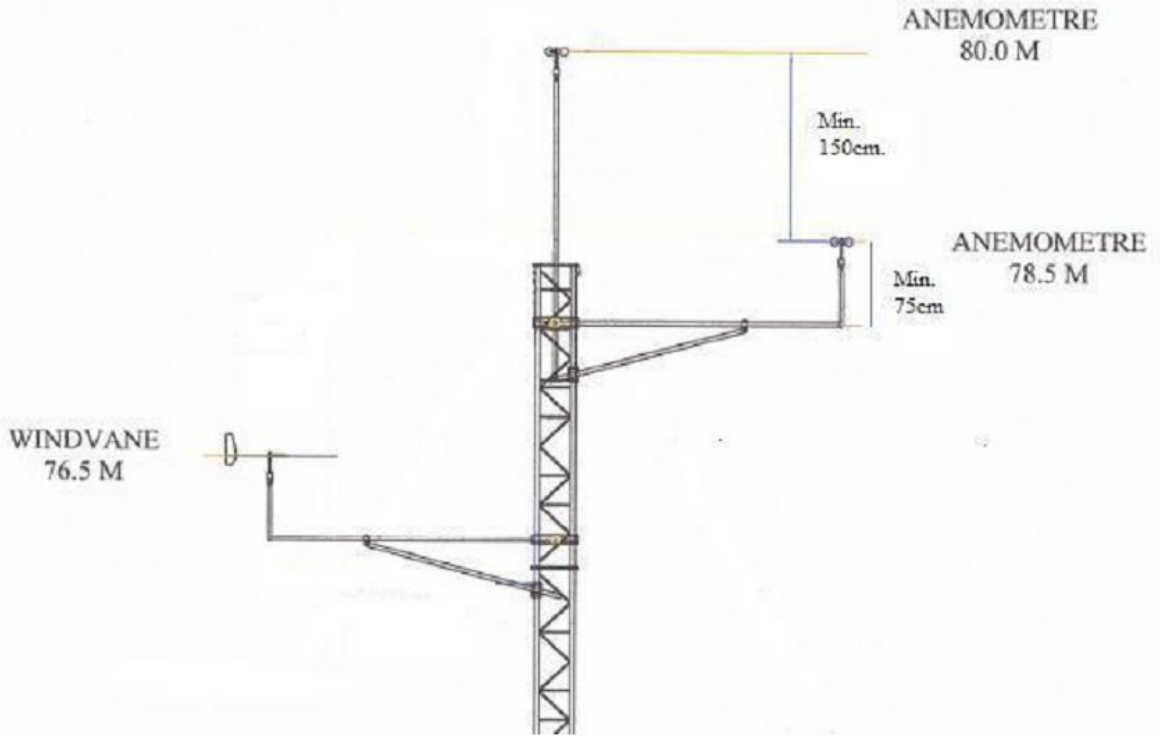
Ölçüm süresince, ölçüm cihazlarında bir problem olduğunda, yüklenici, arızalı durumu veriler üzerinden ve sahada tespit ederek sahaya gidecek ve direğe tırmanarak sorunun giderilmesini bedelsiz olarak sağlayacaktır. Ancak yıldırım düşmesi vb mücbir sebeplerle bir arıza olduğundan yüklenici bu çalışmalarla ilgili mühendislik, tırmanma ve cihaz bedellerini ayrıca talep edecektir.

## 2.1 80 m Rüzgar Ölçüm Direği (Örnek konfigürasyon)



- Direk Lattice Çelik konstrüksiyondan imal edilecektir.
- Ölçüm sistemi kurulumu ve direğin yankol uzunlukları IEC 61400-12-1 standartlarına uygun olacaktır.
- Topraklama, standartlara uygun olarak bakır çubuk bağlantısı ile yapılacaktır.
- Yıldırım koruma (Paratoner) ve uçak ikaz tesisatı olacaktır.
- Direk çelik halatlarla tutturulacaktır.
- Direkte, 4 adet 1.sınıf ve MEASNET kalibrasyonlu hız ölçer (anemometre), 2 adet 1.sınıf yön sensörü, 1 adet basınç sensörü, 1 adet sıcaklık/nem kombine sensör, 1 adet veri toplayıcı, kabini, her bir cihaz için kabin içinde yüksek voltaj koruyucu terminal, 1.sınıf kablo ve modem bulunacaktır. Yükseklikleri ve yankol uzunlukları IEC 61400-12-1 standartlarına göre uygun olacaktır.

Tavsiye edilen örnek yan kol montaj şekli.



### **3. Direk Montajı**

Direk montajı, malzemeler ve ölçümler, 22.02.2012 tarih ve 28212 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Rüzgar ve Güneş Enerjisine Dayalı Lisans Başvurularına İlişkin Ölçüm Standardı Tebliğine uygun olarak yapılacaktır. Direkler üç yönde çelik gergi kabloları ile desteklenecektir. Gergi telleri yere özel ankrajlar ile bağlanacaktır. Direk kurulumundan sonra bir direk kurulum raporu hazırlanarak Meteoroloji Genel Müdürlüğüne onaylatılarak idareye sunulacaktır.

Ölçülen tüm veriler giriş kanal sayıları cihaz sayılarına uygun kapasitelerde dataloggerda toplanacak ve standartlara uygun bir şekilde konfigüre edilecektir.

Ölçüm direğindeki panoda GSM modem, aktivasyon ünitesi ve anten bulunacaktır. Data loggerda toplanan veriler, konfigürasyon sırasında tayin edilen saatlerde direğin yanına gidilmesine gerek kalmadan bilgisayar ortamına aktarılacaktır.

Ölçüm direğindeki tüm anemometreler MEASNET kalibrasyon sertifikasına sahip olacaktır.

Ölçüm direği standartlara uygun bir şekilde topraklama hattına sahip olacaktır.

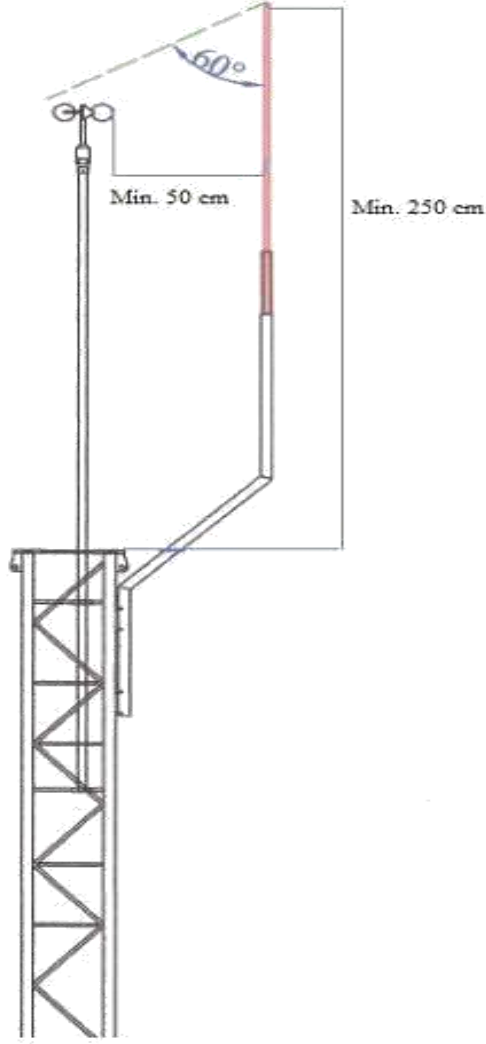
Direk üzerinde, rüzgar hızı dört seviyede (tepe, back-up, ref1, ref2) ve rüzgar yönü iki seviyede (tepe, back-up) olmalı, direktten kaynaklanan türbülans etkisini en aza indirecek bir uzunluğa sahip yan kollar ile ölçülmeli. Ayrıca, sıcaklık, basınç ve nem sensörleri kurulmalı. Tüm sensörlerin verileri bir data logger ile alınmalıdır.

Data logger 10 dakikalık ortalama, minimum, maksimum ve standart sapma verilerini kaydeder. Bu veriler iç hafızada ve bir harici hafıza kartında depolanır. Bir GSM hattı aracılığıyla veri aktarımı GSM / internet modemi ile yapılacaktır. Statik boşalma ve yıldırım için topraklama yapılacaktır. Firma teklifinde belirtmek koşuluyla her seviyede iki sensör kullanabilir. Türbülans ölçümü için yüklenici firma dikey hız ölçer tavsiye edebilir ve teklifine dahil edebilir.

### **4. Yıldırımdan Korunma**

Yıldırım çubuğu direğin en tepesine, tepedeki anemometreden daha yüksekte yerleştirilmelidir.

Tavsiye edilen örnek yerleşimi.



## 5. Ölçüm sensörleri ve kurulum

### 5.1 Data loger

- En az 10 kanallı veri toplayıcı cihaz,
- Çalışırken sıcaklık dayanımı -25 ile +85 derece aralığında,
- Tarama aralığı 1 ile 60sn. ayarlanabilir. Log aralığı 1-9999 adet tarama ayarlanabilir, • Kayıt aralığı 1 dakikalık aralıklarla olacaktır.
- Kanallarda kaydedilen parametreler her veri aralığı için kayıt zamanı, ortalama, standart sapma, minimum, maksimum değerler olacaktır.
- Ham data alınıp excell ortamında çözülebilecek.
- İnternet modem ile ve kablo ile bir PC'ye bağlanarak program vasıtasıyla veriler alınabilecektir



## **5.2 Hız sensörü (anemometre)**

Sistemde kullanılacak anemometrelerin montajdan önce dünyaca kabul görmüş akredite enstitülerin laboratuvarlarından (MEASNET) rüzgar tüneline kalibre edilmesi gerekmektedir. Kalibrasyon belgeleri, direk üzerindeki konfigürasyonları, montaj saha resim ve bilgileri idareye kurulum raporunda ve ekinde sunulacaktır.

- Kepçe tip anemometre olacaktır.
- Hız sensörü 1-75 m/sn kadar rüzgar hızını kayıt edebilecektir.
- 3 kap olacaktır.

## **5.3 Yön sensörü**

- Uluslararası standartlarda olacaktır.

## **5.4 Sıcaklık/Nem sensörü**

- Uluslararası standartlarda olacaktır .

## **5.5 Montaj**

4 adet anemometre,

2 adet yön sensörü,

1 sıcaklık ölçer,

1 nem ölçer,

1 basınç ölçer,

PV panel, (Akü, Şarj regülatörü ve min. 40 W Güneş paneli)

veri toplayıcı (muhafaza kutusu/kabin ile beraber), yıldırım

çubuğu ve topraklama sistemi,

güneş enerjili uçak ikaz lambası ve sensör kabloları verilecektir.

- Veri Toplama ünitesi (Data Logger) sensörlerden gelen tüm sinyalleri işleyip kaydedecektir.
- Sistem GSM Modem ile haberleşecektir.

- Veri toplanması Merkezdeki bilgisayar vasıtasıyla GSM modem ile yapılacaktır.

<b>Rüzgar Hızı Ölçümü</b>	Her bir ölçüm seviyesinde en az bir anemometre kurulacaktır.
<b>Rüzgar Yönü Ölçümü</b>	Biri tepe seviyesinde ve biri orta seviyede olmak üzere en az iki adet yön sensörü kurulacaktır.
<b>Sıcaklık Ölçümü</b>	Sıcaklık sensörü enerji yoğunluğu hesaplamalarında ve uzak sahalarda hava sıcaklığını izlemede ideal bir ölçüm sensörüdür.
<b>Nem Ölçümü</b>	Bağıl nem sensörü
<b>Basınç Ölçümü</b>	Barotransmitter sensörü barometrik çevre basıncını ölçer
<b>Data Logger</b>	İnternet-enabled data logger. 10 kanal, internet modem ile veri aktarımı.

<b>Parametre</b>	<b>Hassaslık (Precision)</b>	<b>Aralık</b>
<b>Rüzgar hızı</b>	< 0.1 m/s	3 – 16 m/s
<b>Nem</b>	5%	5-95%
<b>Türbülans</b>	<1%	5–25%
<b>Hava sıcaklığı</b>	1°C	-20+40
<b>Hava yoğunluğu</b>	0.02 kg/m	0.9 1.35
<b>Arazi eğimi</b>	1°	-10 +10

## **6. Veri Aktarımı**

Data logger ile toplanan veri internet modem üzerinden aktarılacaktır. Saha terk edilmeden önce sistem test edilecektir. İstenildiğinde bilgiler bir kablo ve program vasıtasıyla dizüstü bilgisayara alınabilecektir.

- a. En az iki ayda bir defa ölçüm istasyonu ziyaret edilerek gözle genel kontroller yapılacaktır.
- b. Halat gerginlikleri ve direğin dikliği kontrol edilecek, sorun varsa giderilecektir.
- c. Panonun elektriksel bağlantıları kontrol edilecektir.
- d. Ölçüm istasyonundan düzenli aralıklarla ölçüm verileri toplanacak, toplanan veriler finans kuruluşlarının onayladığı bağımsız bir yurtdışı firmasının kabul edeceği formatta ve düzende olacaktır.
- e. Her ayın sonunda toplanan bu veriler aylık raporlar haline getirilip raporlanacaktır.
- f. 12 ayın bitiminde değerlendirmeleri içeren nihai rapor hazırlanacaktır.

## **7. Veri analizi ve raporlama**

Veri toplama, analizi ve raporlama işi 1 yıllık rüzgar ölçüm değerlerine göre; Palandöken Dağındaki ölçüm noktası için hazırlanacak rapor halinde ve içeriğinde; toplam enerji potansiyelinin hesaplanarak, seçilecek türbinlerin adet-tip-güç tespiti ile konumlandırılması ve enerji üretim hesaplarının yapılmasına dair ön fizibilite analizi ve fizibilite raporunun hazırlanması ve onaylanması faaliyetleridir.

Her bir ölçüm verisi ilgili firmaya aktarılacak ve depolanacaktır. Veri aktarımı tamamlandıktan sonra aşağıdaki istatistikleri üretmek üzere işlenecek ve analiz edilecektir:

- Veri tamlığı
- Değişik yüksekliklerde rüzgar şiddeti
- Değişik yüksekliklerde ölçüm süresi için ortalama rüzgar hızı
- Karşılaşılan problemler, 6 ay sonra saha için hazırlanacak ara raporla idare'ye sunulacaktır.

**Ölçüm verisi aşağıdaki istatistikleri üretmek üzere işlenir ve analiz edilir:**

- Farklı ölçüm seviyelerinde ölçüm süresi için 12 sektörde rüzgar şiddeti ölçümü

- Farklı ölçüm seviyelerinde ölçüm süresi için ortalama rüzgar hızı
- Sektörlere göre rüzgar hızı frekans dağılımı (Weibull parametreleri)
- Rüzgar hız frekansı dağılım diyagramı
- Farklı ölçüm seviyelerinde ölçüm süresi için rüzgar gücü yoğunluğu
- Ölçüm verisine dayalı düşey rüzgar profili
- Farklı ölçüm seviyelerinde sektörel rüzgar hızının ve rüzgar yönünün bir fonksiyonu olarak türbülans yoğunluğu
- Enerji üretimi rüzgar şiddeti
- En az sekiz farklı rüzgar türbin tipi için beklenen santral enerji üretimi
- Yerel kaynaklardan temin edilecek verilere dayalı uzun dönem korelasyon yapılacaktır. Eğer böyle bir veri yoksa, korelasyon işlemi DMİ ortalama değerlerine göre yapılacaktır.
- Toplanmış olan verilerle Micrositing raporu hazırlanacaktır. Kurulabilecek maksimum potansiyel önerilecektir ve ona göre Micrositing çalışması yapılacaktır.

Fizibilite raporu aşağıdaki başlıklardan oluşacaktır.

- Diğer kurumlardan alınmış geçmiş veriler ve 1 yıllık (bu ihale kapsamında) güncel Ölçüm Datalarının Değerlendirilmesi
- Saha Değerlendirmesi
- Enerji Potansiyeli Değerlendirmesi
- 8 Farklı Rüzgâr Türbin Tipi Değerlendirmesi

### **Teknik Detayları:**

- Hazırlanacak raporda aşağıdaki hususlara mutlaka yer verilecektir.
- 
- 8 Türbin tipi için optimizasyon (Mikro ölçekli yerleştirme ve düzen tasarımı)
- 
- Yıllık enerji üretim tahmini (8 tip türbin için)
- 
- Uzun dönem korelasyon (MCP)
- 
- Belirsizliklerin hesaplanması
- 
- Kayıpların tahmini
- 
- Kapasite faktörlerinin hesaplanması
- 
- Yıllık üretim değerlerinin hesaplanması
- 
- Üretim lisansı için, Erzurum Büyükşehir Belediyesi tarafından yapılması öngörülen işlemler ile gerekli kanuni yaptırımlar çerçevesinde EPDK ve EİE ile yapılacak işler ve hazırlanacak dokümanlar hakkında bilgi
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının, alternatif bir enerji olarak kullanımını artırmak için gerekli tanıtım yapılması sağlanmalıdır.

Bu aşamaya kadar elde edilen rüzgâr atlası ve istatistik bilgileri, rüzgâr türbinine ait karakteristik değerler ve rüzgâr türbinlerinin UTM koordinatlarına ilişkin veriler birlikte kullanılarak rüzgâr türbinlerinin tek tek veya bir arada üretebilecekleri yıllık enerji miktarları WAsP, WindPRO veya CFD ile hesap edilmelidir.

### **Genel Hükümler;**

Ölçüm istasyonu, iş tebliğinden itibaren en geç 60 iş günü içinde devreye alınacaktır. Enerji Analiz Raporu ölçüm başlangıcından sonra toplanmış olacak 12 aylık verilerle yapılacak ve ölçüm süreci bitimini takip eden 8 hafta içinde idareye'ye sunulacaktır.

Direği üretmiş ve montajını yapacak olan firmanın belli başlı kalite, yönetim ve sağlık-güvenlik sertifikaları olması gerekmektedir.

### **8. Sökme**

Bu teklif direk temini ve montajı konularında yüklenicinin tam servis yapması esasına göre hazırlanmıştır. 1 yıllık ölçüm süresinden sonra ölçüm sistemi idarenin malıdır. Bu noktada idare ölçüm işine devam etmek veya direği yükleniciye söktürmek durumundadır. İdare direk sökümünden sonra anemometrelerin yüklenici tarafından bedeli karşılığında tekrar kalibre edilmesini isterse bu kalibrasyon son raporda yer alır.

Eğer idare 1 yıl sonra sistemin başka bir ölçüm noktasına taşınmasını isterse demontaj, nakliye, kurulum, veri analizi ve raporlama bedeli firma tarafından ihale dosyasında bu teklifin dışında kalacak şekilde ihale teklifi toplamına dahil edilmeden ek listede ayrı olarak belirtilecektir.

İdare gerekli görürse ölçümler 1 yıl daha aynı firmanın sorumluluğunda uzatılabilir. Bu sebeple hazırlanacak veri analizi ve raporlama bedeli firma tarafından ihale dosyasında bu teklifin dışında kalacak şekilde ihale teklifi toplamına dahil edilmeden ek listede ayrı olarak belirtilecektir.

## **9. Diğer Hususlar**

### **İzinler ve İnceleme:**

Saha incelemesi iş üzerinde kalan firma tarafından idare ile birlikte yapılmalıdır. İsterlerse firmalar teklif vermeden önce araziyi idare ile birlikte görebilirler.

Direk kurulumu için gerekli tüm arazi tahsisi ve/veya bina izinlerinin alınmasından Erzurum Büyükşehir Belediyesi sorumludur.

### **Bakım:**

Rüzgar ölçüm direkleri, açık arazide hava koşullarına ve üçüncü kişilerin müdahalesine açık sistemlerdir. Firma periyodik aralıklarla saha ziyareti sırasında direğin, mekanik ve elektronik olarak genel kontrollerini yapacaktır. İşe ait sözleşme dahilinde GSM üzerinden günlük olarak dataların takibi yapılacak, böylelikle sensor datalarında tespit edilen sorunlar en kısa sürede giderilerek, data kaybı en aza indirgenecektir.

### **Güvenlik ve Sağlık:**

İmalatçı tarafından bir kurulum ve bakım kılavuzu verilmelidir.

Direk kurulumu uzman elemanlar tarafından güvenli bir şekilde yerine getirilmelidir.

Yıldırım koruma tertibatı mutlaka yapılmalıdır.

Hava ulaşım emniyeti için ışıklı işaretleme (beacon) teklife dahil olacaktır.

Ekipmanların teslim ve devreye alma tarihi anlaşmayı takiben siparişten sonra 60 iş gününü geçmeyecektir.

## **10. Ödeme**

Teklifler TL olarak sunulacaktır. Teklif fiyatlara KDV dahil edilmeyecek ve ödemeler teklif bedeli üzerinden hesaplanacak KDV ile beraber Erzurum Büyükşehir Belediyesi Mali Hizmetler Dairesi Başkanlığı'na;

Saha tespiti ve genel veri değerlendirmesi yapıldığında, 1 ay içinde %20,

Montajdan sonra ölçüm verileri alınmaya başladığında, 1 ay içinde %60,

Rapor teslim tarihinden sonra 1 ay içinde %20,

olarak bildirilecek banka hesabına yapılacaktır.