

EK-C RÜZGAR ÖLÇÜM İSTASYONU KONTROL İŞLEMLERİ

Rüzgar ölçüm direğinde ölçülecek meteorolojik değişkenler ve algılayıcının adı aşağıda verilmiştir:

<u>Değişken adı</u>	<u>Ölçen Cihaz</u>
Rüzgar Hızı	Rüzgar Hız Ölçer, Anemometre
Rüzgar Yönü	Rüzgar Yön Ölçer
Hava Sıcaklığı	Hava Sıcaklık Ölçer, Termometre
Bağıl Nem	Bağıl Nem Ölçer
Hava Basıncı	Basınç Ölçer, Barometre

Rüzgar Ölçüm Direği ve Algılayıcı Kurulum Kontrolü:

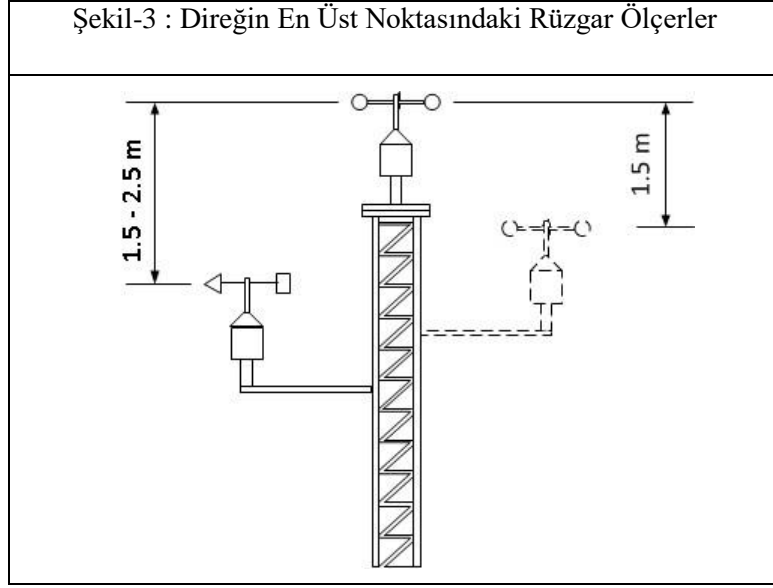
A. Rüzgar Ölçüm Direği:

- 1) Rüzgar ölçüm direği boyu en az 60 m. olmalıdır. Direk, boru veya kafes yapı şeklinde olabilir. Tüm direk, bağlantı kolları, ek malzemeleri ile gergi mekanizmaları paslanmaz malzemeden imal edilmiş olmalıdır.
- 2) Direk ve kolların dikey ve yatay konumları ile dengesini kaybetmemesi için direğin farklı yüksekliklerden yeterli sayıda gergi telleri ile zemine sabitlenir. Gergi telleri paslanmaz çelik halat olmalı ve kışın oluşabilecek buz yüküne ve gergiye dayanmalıdır. Zemin özelliğine göre, gergi telleri zemine beton ankraj, kimyasal çelik dübel gibi yöntemlerle sabitlenir.
- 3) Rüzgar ölçüm istasyonunda can ve mal emniyetine yönelik, gerekli güvenlik tedbirlerinin alınması amacıyla koruma çiti ve uyarı tabelaları konulur.
- 4) Rüzgar direğinin hava taşıtlarına tehlike oluşturmasını önlemek için, direğin tepesine gece ve gündüz sensörlü, kırmızı ışık yayan LED aydınlatmalı en az 1 adet uygun bir ikaz lambası kurulmalıdır.
- 5) Rüzgar hız ve yön ölçümü en az iki seviyede; birincisi 30 m. yükseklikte, ikincisi direğin en üst noktasında yapılır. En üstte bulunan anemometrenin direk ekseninde monte edilebilir. Firma en üst seviyedeki rüzgar hız ölçerinde arıza meydana gelmesi ihtimaline karşın, ikinci bir hız ölçeri uygun şekilde konuşlandırabilir.
- 6) Firma isterse, daha yüksek bir direk kurarak, ara seviyelerde de ölçüm yapabilir.
- 7) Direk boru ise rüzgar ölçerin konulduğu yükseklikteki kesit çapı “**D**”
Direk kafes yapılı ise rüzgar ölçerin konulduğu yükseklikteki kesit uzunluğu “**D1**”
“ Rüzgar ölçerin bağlantı kolunun çapı veya kesit uzunluğu “**D2**” ise direğe bağlanan kolların ölçüleri şekildeki gibi olabilir. (Şekil-1 ve Şekil-2)

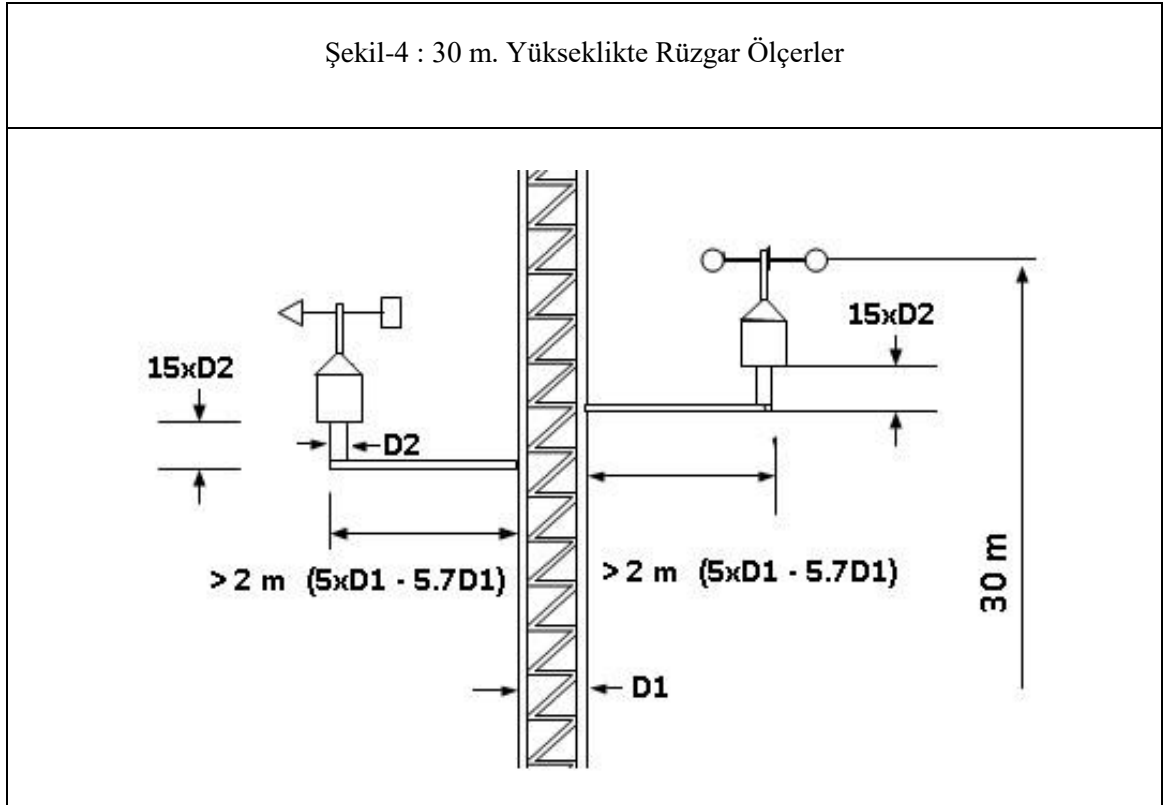
Şekil-1: Boru Tipi Direk	Şekil-2 : Kafes Tipi Direk
Yatay Kol uzunluğu $> 2.5 \text{ m. } (8.5 \times D)$	Yatay Kol uzunluğu $> 2 \text{ m. } (5 \times D1 - 5.7 \times D1)$
Düşey Kol uzunluğu $= (15 \times D2)$	Düşey Kol uzunluğu $= (15 \times D2)$
Yatay kolların mümkün olduğunca hakim rüzgar yönüne dik konuşlandırılabilir.	

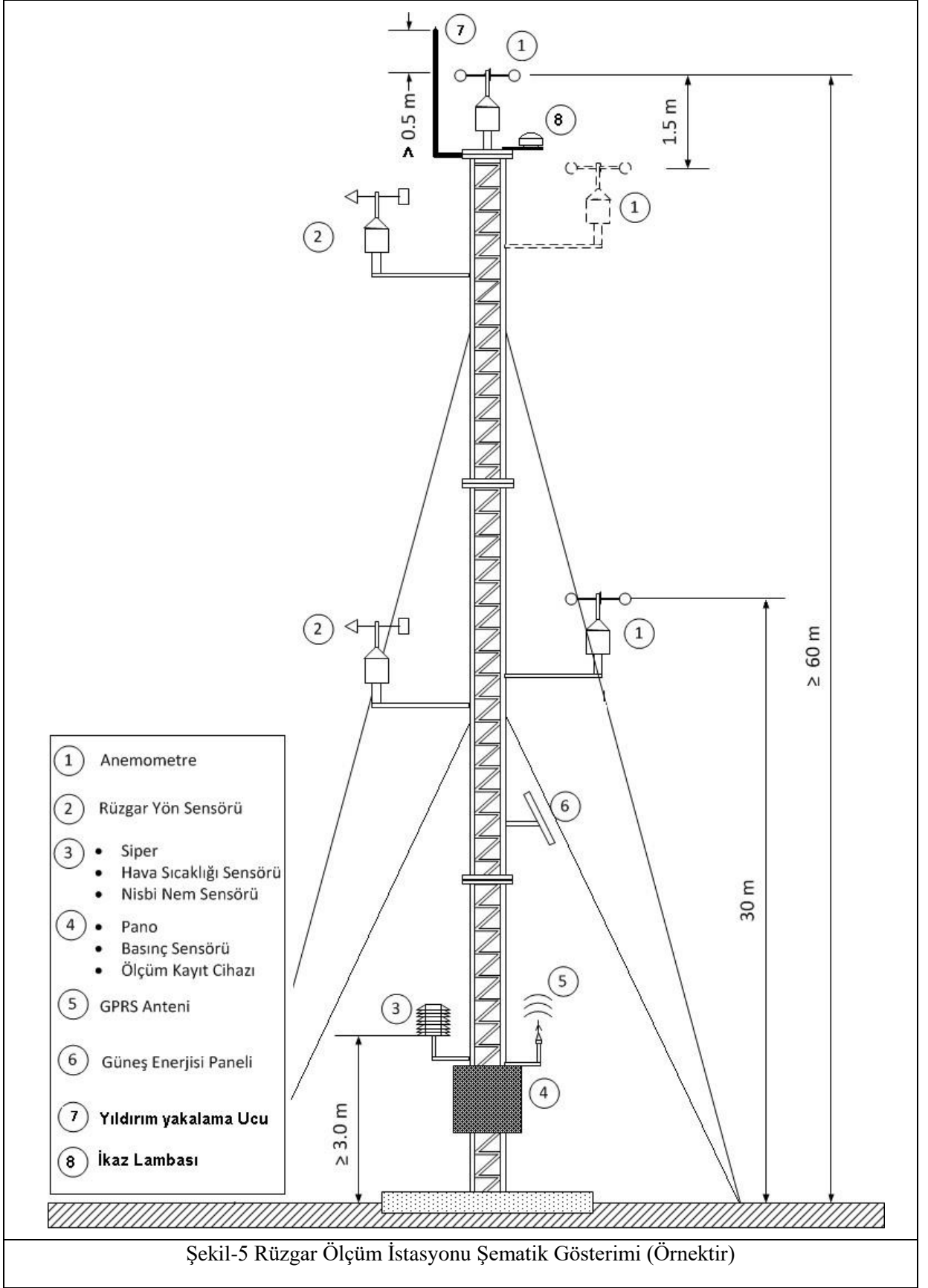
- 8) Anemometrelerden birisi direğin en üst noktasına ve direğin ekseninde kurulabilir.
- 9) Anemometrenin türbülans etkisinde kalmaması için rüzgar yön ölçer, anemometreden 1.5 ile 2.5 m. aşağıya kurulabilir.
- 10) En üst seviyedeki rüzgar hız ölçerde arıza meydana gelmesi ihtimaline karşın, ikinci bir hız ölçer kurulacaksa, en üst noktadaki hız ölçerden 1.5 m. aşağıya kurulabilir.
- 11) Anemometrelerden ikincisininin 30 m. yüksekliğe kurulması zorunludur.
- 12) Rüzgar Yön ölçer, hız ölçerin türbülans etkisinde kalmaması için 1.5 ile 2.5 m. yukarı veya aşağı kurulabilir.
- 13) Yatay bağlantı kollarının direğe bağlantısı sağlam olmalı ve yatay durmalı, titreşim ve sallanma yapmamalıdır. Düşey kolların yatay eksene dik olacak şekilde (direğe paralel) kurulur.

(Şekil-3)



Şekil-4 : 30 m. Yükseklikte Rüzgar Ölçerler





- ① Anemometre
- ② Rüzgar Yön Sensörü
- ③
 - Siper
 - Hava Sıcaklığı Sensörü
 - Nisbi Nem Sensörü
- ④
 - Pano
 - Basınç Sensörü
 - Ölçüm Kayıt Cihazı
- ⑤ GPRS Anteni
- ⑥ Güneş Enerjisi Paneli
- ⑦ Yıldırım yakalama Ucu
- ⑧ İkaz Lambası

Şekil-5 Rüzgar Ölçüm İstasyonu Şematik Gösterimi (Örnektir)

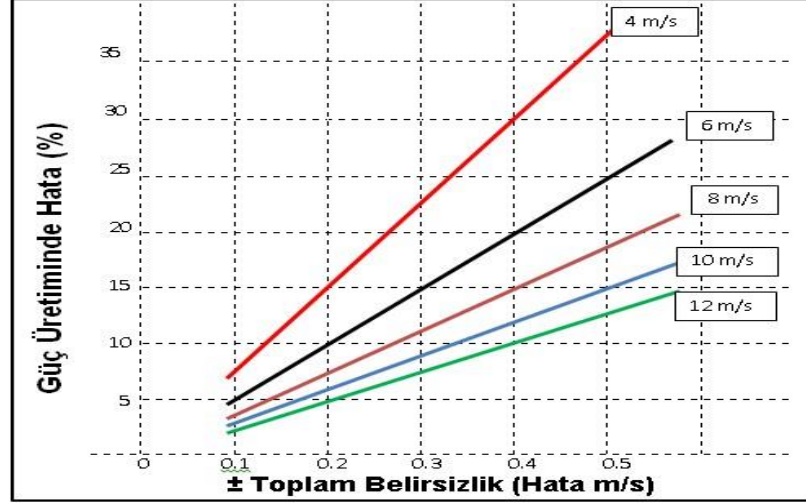
B. Topraklama ve Yıldırımdan Koruma:

- 1) Ölçüm istasyonunun yıldırımdan ve ani voltaj dalgalanmalarından korunması için etkin bir yıldırımdan korunma ve topraklama sistemi kurulur. Önerilen yıldırımdan korunma ve topraklama sistemi aşağıda tanımlanmıştır:
 - a) Direğin en üst seviyesindeki anemometreden en az 50 cm. yukarı çıkacak ve anemometreyi 60° açıyla koruyabilecek uzunlukta (2 – 2.5 m) som bakır yıldırım yakalama çubuğu konulabilir.
 - b) Bu yakalama ucu, direğe mekanik olarak sabitlenmiş iniş iletkeni ile yere çakılacak en az iki adet topraklama çubuğuna bağlanması ve topraklama direnci en fazla 10Ω olacak şekilde topraklama yapılabilir.
 - c) Tüm topraklamalar aynı noktaya bağlanılarak eş potansiyel sağlanabilir
 - ç) Topraklama iniş iletkeni boğum veya sarkık görüntü yaratmayacak şekilde direğe mekanik olarak 2 m. aralıkla sabitlenir.

C. Rüzgar Hız ve Yön Ölçerler:

- 1) Rüzgar hızı ölçümü amacıyla kepçeli tip, rüzgar enerji projeleri için yaygın olarak kullanılan kendisini kanıtlamış anemometreler kullanılabilir. (Ölçüm hata oranı yüksek sensörler ile yapılan ölçümlerden elde edilecek rüzgar verilerinden yapılacak güç hesaplarında büyük yanlışlar ortaya çıkar. Aşağıdaki grafikte ± 0.4 m/s doğrulukla çalışan bir anemometre ile ölçülen ortalama 6 m/s rüzgar hızından üretilebilecek enerjide $\pm \%20$ hata yapılabileceği görülmektedir.)
- 2) Rüzgar yön ölçerler manyetik kuzey esas alınarak kurulmalıdır. Bu kurulumun, veri toplama ünitesinde (dataloger) herhangi bir düzeltme değerine ihtiyaç duymadan yapılabilir. Kurulmdan sonra pusula ile kuzey ayarı kontrol edilmeli ve dört yön testi yapılmalıdır.
- 3) Ölçüm kontrolüne esas olan 30 metrede ve direğin en üst seviyesindeki ölçümler kepçeli tip rüzgar ölçerlerle yapılır, kombine rüzgar ölçer (hız ve yön bir arada), ultrasonik rüzgar ölçer, propeller rüzgar hız ölçer (pervane tip) kullanılmaz. Ancak, farklı seviyelerdeki ilave ölçümler için, başvuru sahibi bu sayılan tipte rüzgar ölçerlerden kullanabilir.

Şekil-6 : Toplam Sensör Belirsizliği (Hata miktarı) ile Rüzgar Enerjisi Değişimi (%)



Ç. Diğer Sensörler:

- 1) Hava sıcaklık ve nem ölçer direğın en az 3 m. yüksekliğine, güneş radyasyonundan doğrudan etkilenmeyecek ve hava sirkülasyonunu sağlayacak siper içerisine konularak direğe kurulumu yapılır.
- 2) Hava basıncı ölçer veri toplama kutusu içerisine konulabilir.
- 3) Firma farklı seviyelerde sıcaklık, nem veya basınç ölçümleri de yapabilir.
- 4) Başvuru sahibi; basınç, sıcaklık, nem ve rüzgar hızı sensörüne ait güncel (öngörülen ölçüm periyodunu kapsayan) kalibrasyon sertifikasını kurulum kontrolünde MGM personeline verir.

D. Veri Toplama Ünitesi (DataLogger):

- 1) Veri toplama ünitesi (datalogger), koruma üniteleri, iletişim cihazları ile enerji besleme üniteleri IP66 koruma sınıfına sahip bir kutu içerisine konulur. Kutu çevresel etkilerden etkilenmeyecek şekilde uygun yüksekliğe kurulur.
- 2) Veri toplama ünitesi (datalogger), sensörlerden gelen elektriksel sinyalleri meteorolojik parametrelere çeviren bir programın çalıştığı elektriksel ölçüm ve kayıt cihazıdır. Başvuru sahibi tüm sensörler için elektriksel sinyallerin

meteorolojik parametrelere çevrilme katsayı, düzeltme vb. değerleri veri toplama ünitesi programında gösterir.

- 3) Veri toplama ünitesi, sensörlerden ölçülen ve hesaplanan verileri en az 1 (bir) yıl saklama özelliğine, iletişim elemanları ve bakım amaçlı bağlantılar için iletişim portları ile sensörlerden ve yıldırımdan gelebilecek darbeler için koruyucu devrelere sahip olabilir. **E. Kablolama:**

- 1) Tüm sensör ve enerji kabloları, cihaz emniyeti, görsel iyileştirme, direk üzerinde yük ve titreşim oluşturmaması için düzgün bir şekilde 1 m. aralıkla direğe ve kollara klipsle bağlanır.
- 2) Veri toplama ünitesinde sensör, enerji ve iletişim sistemi bağlantıları dayanıklı ve anlaşılır şekilde etiketlenir.

F. Tüm sensörlere ait kalibrasyon sertifikaları ve broşürleri ile sahada çekilen panoramik kurulum fotoğrafları rapora eklenir.

G. Rüzgar ölçüm sisteminde, herhangi bir sebeple oluşabilecek hasar, bozulma veya veri kaybı gibi durumlar başvuru sahibinin sorumluluğundadır.

Ğ. Rüzgar ölçüm istasyonunda, üçüncü şahısların can veya mallarının zarar görmemesi için alınması gereken tüm tedbirler başvuru sahibinin sorumluluğundadır. Bu tür bir olayın meydana gelmesi durumunda, üçüncü şahısların zararlarıyla ilgili MGM'nin herhangi bir sorumluluğu yoktur ve tüm sorumluluk başvuru sahibine aittir.

H. Aynı saha içerisinde farklı veya aynı firmaya ait birden fazla rüzgar ölçüm istasyonu kurulması halinde, bir istasyonun diğer istasyonlardan uzaklığı, kurulan direk boyunun en az 3 katı olabilir.

I. Rüzgar Ölçüm İstasyonunda Kullanılacak Sensörlerin Asgari Özellikleri:

Sensör Adı	İstenilen Özellikleri	İlave Özellikler
Rüzgar Hız Ölçer	Ölçüm aralığı : 0 - 75 m/sn Eşik değeri : 0.5 m/sn Çözünürlük : 0.1 m/sn Doğruluk : ± 0.5 m/sn (5 m/sn ye kadar), $\pm 10\%$ (5 m/sn'nin üzerinde) Mesafe sabiti : 2 - 5 m	
Rüzgar Yön Ölçer	Ölçüm aralığı : 0 . . . 360° Çözünürlük : 1° Doğruluk : $\pm 5^\circ$	
Hava Sıcaklığı Ölçer	Ölçüm aralığı : - 40 °C . . . +60 °C Çözünürlük : 0.1 °C Doğruluk : ± 0.3 °C	Sensör uygun şekilde havalandırılan özel siperi içine kurulacaktır. Sıcaklık sensöründe kullanılan siper güneşlenmeden en az etkilenen bir maddeden yapılmış olmalıdır.
Hava Nemi Ölçer	Ölçüm aralığı : %0 %100 Çözünürlük : %1 Doğruluk : % 3	Sensör uygun şekilde havalandırılan özel siperi içine kurulacaktır. Nem sensöründe kullanılan siper güneşlenmeden en az etkilenen bir maddeden yapılmış olmalıdır.
Basınç Ölçer	Ölçüm aralığı : 750.....1050 hPa Çözünürlük : 0.1 hPa Doğruluk : ± 0.3 hPa (tam ölçüm aralığında) Kararlılık : ± 0.5 hPa / yıl	

NOT: Başvuru sahibi; basınç, sıcaklık, nem ve rüzgar hızı sensörlerine ait güncel (öngörülen ölçüm periyodunu kapsayan) kalibrasyon sertifikalarını kurulum kontrolünde verir.