

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ
TEKNOLOJİLERİ**

RÜZGÂR ÖLÇÜM DİREĞİNİ HAZIRLAMA

Ankara, 2013

-
- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
 - Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
 - **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. RÜZGÂR ÖLÇÜM DİREĞİ TABAN ANKRAJI.....	3
1.1. Taban Ankraji Çeşitleri ve Yapısı.....	3
1.2. Taban Ankraji Yapısı.....	3
UYGULAMA FAALİYETİ	5
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	7
ÖĞRENME FAALİYETİ-2.....	8
2. RÜZGÂR ÖLÇÜM DİREĞİ BORULARI	8
2.1. Ölçüm Direği Boruları ve Çeşitleri.....	8
2.2. Ölçüm Direği Borularının Yapısı.....	9
2.3. Boruları ekleme yöntemleri	9
UYGULAMA FAALİYETİ	11
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	13
ÖĞRENME FAALİYETİ-3.....	14
3. GİN POLE VE VİNÇ	14
3.1. Gin Pole ve Yapısı	14
3.2. Vinç ve Yapısı.....	16
3.2.1. Gin Pole ve Vinç İle Ölçüm Direğinin Kaldırılması	16
UYGULAMA FAALİYETİ	18
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	20
ÖĞRENME FAALİYETİ-4.....	21
4. ÖLÇÜM SENSÖRLERİ	21
4.1. Ölçüm Sensörlerinin Çeşidi ve Yapısı	21
4.2. Ölçüm Sensör Kablo Bağlantıları	23
4.3. Ölçüm Sensör Montajı	24
UYGULAMA FAALİYETİ	25
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	27
MODÜL DEĞERLENDİRME	28
CEVAP ANAHTARLARI	29
KAYNAKÇA	30

AÇIKLAMALAR

ALAN	Yenilenebilir Enerji Teknolojileri
DAL/MESLEK	Rüzgâr Enerji Sistemleri
MODÜLÜN ADI	Rüzgâr Ölçüm Direğini Hazırlama
MODÜLÜN TANIMI	Bu modül, rüzgâr ölçüm direğini hazırlayabilmeyi sağlayan öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Bu modülün ön koşulu yoktur.
YETERLİK	Rüzgâr ölçüm direğini hazırlamak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam ve ekipman sağlandığında rüzgâr ölçüm direğini hazırlayabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Rüzgâr ölçüm direği taban ankrajını hazırlayabileceksiniz.2. Belirlenen ölçülerde hazırlanmış boruların uzatılma işlemlerini yapabileceksiniz.3. Uygun ekipmanlarla Gin Pole ve vinç bağlama işlemlerini yapabileceksiniz.4. Uygun araç gereçle ölçüm sensörlerinin montajını yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Yenilenebilir enerji kaynakları atölyesi Donanım: Ders materyalleri, yenilenebilir enerji deney setleri ve modülleri
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modülde, yenilenebilir enerji teknolojileri alanının en önemli konularından biri olan rüzgâr ölçüm direğini hazırlama konusu anlatılacaktır.

Bu modülü aldığınızda; uygun araç gereç ile Rüzgâr ölçüm direği taban ankrajını hazırlamayı, belirlenen ölçülerde hazırlanmış boruların uzatılma işlemlerini yapmayı, uygun ekipmanlarla Gin Pole ve vinç bağlama işlemlerini yapmayı, uygun araç gereçle ölçüm sensörlerinin montajını yapmayı öğreneceksiniz.

Endüstride, işletmelere staj için gittiğinizde, türbin direklerinin kurulması ile ilgili bilimlerin size ne çok fayda sağlayacağını, mesleğiniz açısından önemini daha iyi göreceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Uygun ekipmanlar ile sabitleme tablasını hazırlayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

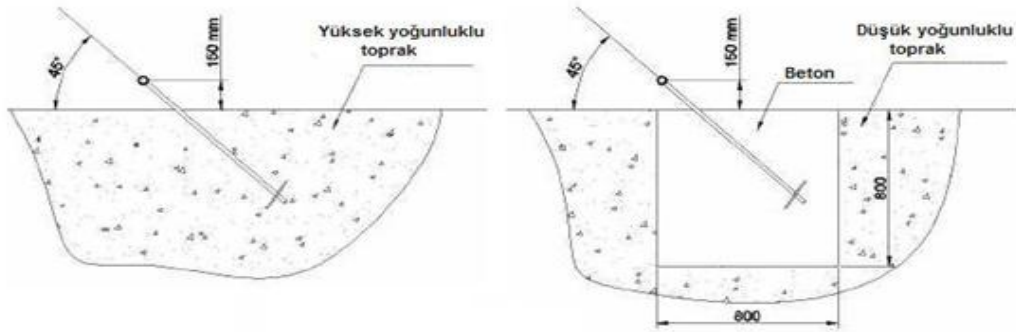
- Küçük ölçekli rüzgâr türbin direk çeşitleri nelerdir? Araştırınız.

1. RÜZGÂR ÖLÇÜM DİREĞİ TABAN ANKRAJİ

1.1. Taban Ankraji Çeşitleri ve Yapısı

Taban plakası çoğunlukla toprak üzerine oturtulur, sadece toprak yoğunluğu çok düşük olduğunda beton zemine ihtiyaç duyulur. Taban plakası, pul, rondela ve kilit somunu ile taban ankraj çubuklarına monte edilir.

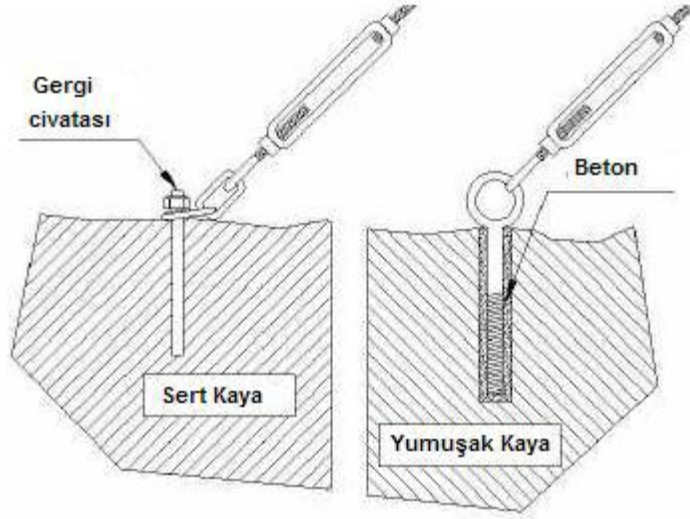
Kulenin iniş yönüyle aynı hizada bulunan kalkık flanşlarla taban plaka kurulumu yapılır. Kulenin iniş yönündeki kenarlar toprak içine gömülür. Delikleri birine bakır kaplı topraklama çubuğu çakılır ve taban plaka üzerinde 10 cm çubuk payı bırakılır. Arazinin toprak olması durumunda toprak yoğunluğu yüksek olduğunda burgulu ankraj çubukları kullanılır. Toprak yoğunluğu düşükse betonla ankraj çubuğu kullanılır.



Şekil 1.1: Taban ankraji

1.2. Taban Ankraji Yapısı


Ankraj çubuklarının yönü taban plakasına doğru olacak şekilde ayarlanmalıdır. Zeminin sert kaya olması durumunda kaya matkapla delinir ve gergi civatası monte edilir. Zemin yumuşak kaya ise gergi civatası yerine normal civata kullanılır ve delik sert kayaya göre daha geniş ve derin açılarak normal civata betonla tespit edilir.



Şekil 1.2: Taban ankraji

UYGULAMA FAALİYETİ

Sabitleme tablası temel çukurunu kazıp çukura, türbin direği ankraj demirini yerleştirip harçla kapatmayı aşağıdaki işlem basamaklarına göre yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Temel çukuru kazılacak yerin yüzeyini düzleştiriniz.➤ Temel çukurunun kazılacağı yerin ölçülerini (70x70x70cm) çiziniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ İş eldiveni ve önlük kullanınız.➤ Çalışma ortamı için gerekli olan kazma, kürek, testere, su terazisi, metre, kalıplar, kum, çimento, su, mıcır ve malayı temin ediniz.➤ Ölçülendirmede teknik resim kurallarını uygulayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Ölçülere göre kazma ve kürek yardımıyla temel çukurunu kazınız.➤ Açılmış olan çukurun zemininin toprağını sıkılaştırınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Kazma işlemi esnasında zaman zaman metre ile çukur ölçüleri kontrol edilmeli. 
<ul style="list-style-type: none">➤ Türbin direği ankraj demirini terazili bir şekilde sıkıştırılmış zemine oturtunuz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Ankraj demirinin terazisini su terazisi ile dengeye getirin.
<ul style="list-style-type: none">➤ Beton harcı; kum, çimento, mıcır ve suyu uygun oranlarda karıştırarak hazırlayınız.➤ Hazırlanmış beton harcı, çukur içindeki ankraj demirinin üzerine dökünüz.➤ Dökülmüş olan betonu mala ile düzleştiriniz➤ Betonu her gün sulayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Çalışma ortamını hazırlayınız.➤ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız.➤ Beton, homojen tabakalar halinde çukura yerleştirilmelidir.➤ Betonu yerleştirme sırasında yığınların ve eğimli tabakaların oluşmasına engel olunmalıdır.➤ Beton dökümünden sonra buharlaşmayı ve betonun ani su kaybını önlemek için beton ıslak örtü ile sarılmalıdır.
<ul style="list-style-type: none">➤ Beton kalıplarını uygun zamanda çıkartınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Çalışma sonlarında çalışma ortamınızın tertip düzen ve temizliğini sağlayınız.➤ Kullandığınız gereçlerin gerekli bakımlarını yapmayı unutmayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		
2. Temel çukuru yapılacak yeri çizdiniz mi?		
3. Ölçülere göre temel çukurunu kazdınız mı?		
4. Türbin direği ankraj demirini terazili bir şekilde sıkıştırılmış zemine oturtunuz mu?		
5. Hazırlanmış beton harcı, çukur içindeki ankraj demirinin üzerine döktünüz mü?		
6. Beton kalıplarını uygun zamanda çıkarttınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Arazinin toprak olması durumunda toprak yoğunluğu yüksek olduğunda..... ankraj çubukları kullanılır.
2. Toprak yoğunluğu düşükse ankraj çubuğu kullanılır.
3. Ankraj çubuklarının yönü plakasına doğru olacak şekilde ayarlanmalıdır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Araç gereçleri kullanarak kılavuz direğinin montajını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Küçük ölçekli rüzgâr türbini kulelerini kaldırma yöntemleri nelerdir, araştırmamız?

2. RÜZGÂR ÖLÇÜM DİREĞİ BORULARI

2.1. Ölçüm Direği Boruları ve Çeşitleri

Rüzgâr ölçüm direği olarak iki tip ölçüm direği kullanılmaktadır.



Resim 2.1: Kafes tipi ölçüm direği



Resim 2.2: Boru tipi ölçüm direği

Kafes tipi kule kullanılan ölçüm direkleri montajı kolaydır. Boru tipi ölçüm direklerinde kule kurulumu küçük rüzgâr türbinlerinin direklerinin kurulum işlemleri tekrarlanarak yerine getirilir. Kule tipine göre direk indirme çeşitleri karşımıza çıkmaktadır. Serbest duran (free standing) kule ise indirme işlemi hidrolik motorlu veya vinç yardımıyla yapılmaktadır. Geri telli kule (guyed tower) indirme işlemi bir çekme aracı veya trifor yardımıyla gerçekleştirilir.

2.2. Ölçüm Direği Borularının Yapısı

Ölçüm direği genellikle boru tipi kule olarak karşımıza çıkmaktadır. Boruların ön ve arka uçlarında flanşlar mevcuttur.



Resim 2.3: Ölçüm direği boruları

2.3. Boruları ekleme yöntemleri

Flanşlı boruların eklenmesi işlemlerinde markalama önemlidir.



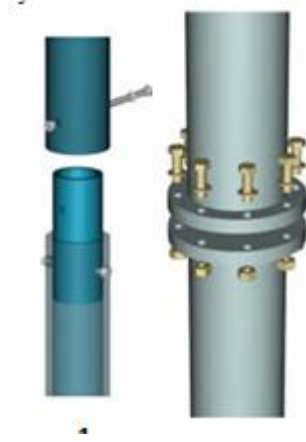
Resim 2.4: Flanşlı boru markalama

Metal kelepçeli borularda boru bölmelerinin aynı hizaya getirilmesi önemlidir.



Resim 2.5: Montaj ekleri

En kolay montaj yöntemi ise cıvatalı somunlu flanşlı boruların birleştirilmesidir.



Resim 2.6: Cıvatalı somunlu montaj

UYGULAMA FAALİYETİ

Kılavuz direği kaldırma işlemini aşağıdaki işlem basamaklarına göre yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ Direği kaldırmak için en az üç kişi gereklidir.</p>	<p>➤ İş eldiveni ve önlük kullanınız.</p>
<p>➤ Kule temeline yakın olarak kule montaj donanımı ve araçlarının kalanları yerlerine alınır.</p>	<p>➤ Gerekli el aletlerini temin ediniz. Geri kalan alet ve takımlar alandan kaldırılır. Kazma işlemi esnasında zaman zaman metre ile çukur ölçüleri kontrol edilmeli.</p>
<p>➤ Kaldırıcı araca kılavuz direk kablosu güvenli biçimde bağlanır.</p>	<p>➤ Kılavuz direk yanında kimsenin bulunmaması temin edilir.</p>
<p>Kablonun boşluğunu alarak araç kuleden çok yavaşça sürülür kulenin yavaşça kaldırılması esnasında kule ile aracın aynı doğrultu üzerinde kalmasına dikkat edilir.</p>	<p>➤ Çalışma ortamını hazırlayınız. ➤ İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini alınız.</p>
<p>➤ Kule dikey konuma geldiği için bir denge noktasına ulaşacaktır. Bu noktada araçtan iki kişi devreye girip daha düşük pozisyondaki kuleyi tam dik pozisyona getirmek için kılavuz direği kullanabilir.</p>	<p>➤ Amaç kule denge noktasını geçtikten sonra kulenin düşüşte son dikey pozisyona geçmesini önlemektir.</p>
<p>Temel cıvataları üzerinde kulenin dikilmesi ve duruşu ile kalan pul, rondelalar ve somunlar kurulur ve cıvatalar elle sıkılır.</p>	<p>➤ Çalışma sonlarında çalışma ortamınızın tertip düzen ve temizliğini sağlayınız. ➤ Kullandığınız gereçlerin gerekli bakımlarını yapmayı unutmayınız.</p>

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		
2. Direği kaldırmak için en az üç kişi temin ettiniz mi?		
3. Kule temeline yakın olarak kule montaj donanımı ve araçlarının kalanları yerlerine aldınız mı?		
4. Kaldırıcı araca kılavuz direk kablosu güvenli biçimde bağladınız mı?		
5. Kulenin yavaşça kaldırılması esnasında kule ile aracın aynı doğrultu üzerinde kalmasına dikkat ettiniz mi?		
6. Kule dikey konuma geldiği için bir denge noktasına ulaştığında, araçtan iki kişi devreye girip daha düşük pozisyondaki kuleyi tam dik pozisyona getirmek için kılavuz direği kullanabildiniz mi?		
7. Temel cıvataları üzerinde kulenin dikilmesi ve duruşu ile kalan pul, rondelalar ve somunlar kurulur ve cıvatalar elle sıktınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Türbin direğinin kaldırılıp indirilmesinde kullanılan direk.....dir.
2. Kılavuz direği kaldırıp indirmek içinkullanılır.
3. Kılavuz direk kaldırma ve indirme işleminde en az..... kişi gereklidir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Gin Pole ve vinç bağlantılarını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

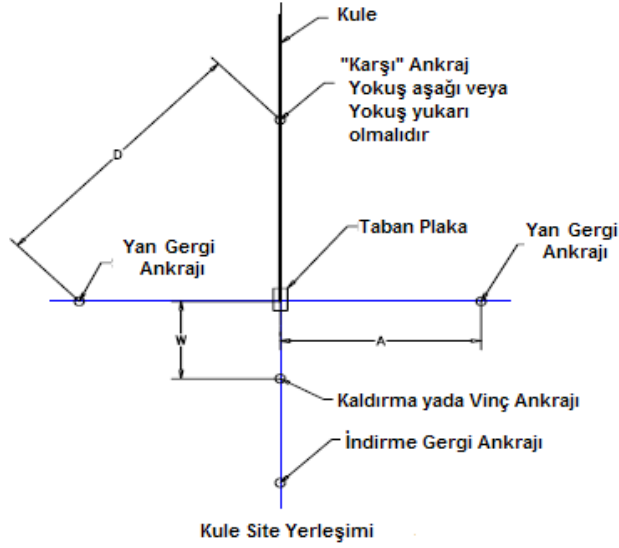
Rüzgâr türbini kulelerinin kaldırılma aparatları nelerdir, araştırınız?

3. GİN POLE VE VİNÇ

Kılavuz direk veya türbin kule borularını birleştirmek için kullanılan en yaygın metot türbin imalatçısının kendi montaj standardını oluşturup buna uygun cıvata ve montaj kiti üretmesidir. Bu nedenle montaj konusunda üretici firma kurulumcuya kolaylık sağlamış olur.

3.1. Gin Pole ve Yapısı

Kule yüksekliği türbinin kurulacağı yere bağlı olarak farklılık göstermektedir. Bu nedenle kule yüksekliği belirlendikten sonra kılavuz direk uzunluğu hesaplanır. Boyu 30 metrelik bir ölçüm direği için 10 metre, 50 metrelik için ise 12 metredir. 50 metreden yüksek direklerde ise, 15 metre olarak alınır. Aşağıda yer alan örnek bir rüzgâr ölçüm direği ve ankraj çubuklarının yerleri ve mesafelerini gösteren tablo ile taban plaka montajından sonra yapılması gereken uygulamalar gösteriliyor.



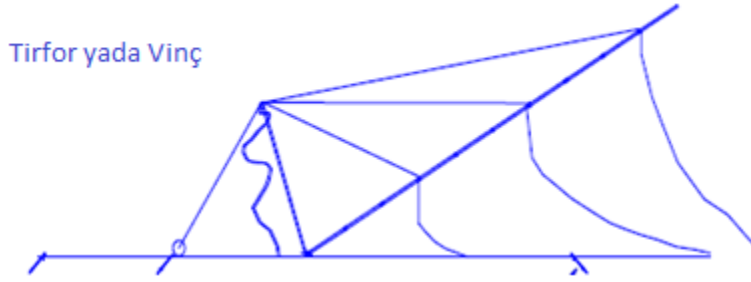
Tower	Dimensions		
	A	D	W
10 m	4.9 m (16 feet)	6.9 m (22.6 feet)	N/A
20 m	12.8 m (42 feet)	18.1 m (59.4 feet)	6.1 m (20 feet)
30 m, 30 m HD, 30 m SHD	18.3 m (60 feet)	25.9 m (84.9 feet)	9.1 m (30 feet)
40 m, 40 m HD (Inner Guy Point)*	21.3 m (70 feet)	30.2 m (99 feet)	9.1 m (30 feet)*
40 m, 40 m HD (Outer Guy Point)*	22.9 m (75 feet)	32.3 m (106 feet)	9.1 m (30 feet)*
50 m, 50 m HD (Inner Guy Point)*	30.5 m (100 feet)	43.1 m (141.4 feet)	12.2 m (40 feet)*
50 m, 50 m HD (Outer Guy Point)*	33.5 m (110 feet)	47.4 m (155.6 feet)	12.2 m (40 feet)*
60 m (Inner Guy Point)♦	38.1 m (125 feet)	53.9 m (176.8 feet)	15.2 m (50 feet)*
60 m (Middle Guy Point)♦	44.5 m (146 feet)	63 m (206.5 feet)	15.2 m (50 feet)
60 m (Outer Guy Point)♦	50.8 m (166.6 feet)	71.9 m (235.7 feet)	15.2 m (50 feet)*

Kule ve Ankraj Yerleşim Mesafeleri

Şekil 3.1: Kule yerleşimi ve ankraj mesafeleri

3.2. Vinç ve Yapısı

Vinçler kullanılacak iş ve yüke göre iyi planlama yapılarak kurulmalıdır. Ancak ne kadar iyi planlama yapılırsa yapılsın vinçlerin bakım ve onarım zamanlarında işler kaçınılmaz olarak aksar. Bu aksamayı en aza indirmek hatta arızalanmasını önlemek için belirli sürelerde düzenli ve dikkatli olarak vinçlerin bakımı yapılmalıdır. Vinçler çok çeşitlidir. Ölçüm direğini kaldırmak için tek bir kolon üzerinde tutunarak hareket eden hafif yükleri taşımak üzere düşünülmüş vinçler kullanılır.



Şekil 3.2: Vinç direk yerleşimi

3.2.1. Gin Pole ve Vinç İle Ölçüm Direğinin Kaldırılması

Kılavuz direkler ile ölçüm direkleri triform, vinç ya da çekici bir araç ile kaldırılır. Direği kaldırmak için en az üç kişi gereklidir. Kule temeline yakın olarak kule montaj donanımı ve araçlarının kalanları yerlerine alınır. Kaldırıcı araca kılavuz direk kablosu güvenli biçimde bağlanır. Kablonun boşluğunu alarak araç kuleden çok yavaşça sürülür, kulenin yavaşça kaldırılması esnasında kule ile aracın aynı doğrultu üzerinde kalmasına dikkat edilir. Kule dikey konuma geldiği için bir denge noktasına ulaşacaktır. Bu noktada araçtan iki kişi devreye girip daha düşük pozisyondaki kuleyi tam dik pozisyona getirmek için kılavuz direği kullanabilir. Amaç kule denge noktasını geçtikten sonra kulenin düşüşten son dikey pozisyona geçmesini önlemektir. Temel cıvataları üzerinde kulenin dikilmesi ve duruşu ile kalan pul, rondelalar ve somunlar kurulur ve cıvatalar elle sıkılır.

- Kaldırma sırasında kullanılan yardımcı direk bağlanır. Gin-pole de denilen yardımcı direkler ikinci bir kuledir ve direk kaldırma ve işleminde mekanik kolaylık sağlar.
- Menteşe karşısındaki halata triform bağlantısı yapılır. Triform yardımcı direğin kaldırılması ve indirilmesinde kullanılan halatın kontrollü biçimde ileri veya geri yönde hareketini sağlamada kullanılır.
- Yardımcı direğin ucuna gergi katmanlarının her birinden birer tane gergi teli bağlanır. Gergi teli triform, yardımcı direk, ankraj çubukları arasında güç geçişini sağlayan damar özlü çelik halatlardır.
- Bağlanan tüm halatların boşluğu alınır ve eşit gerginlikte (eşit gerilmezse direğin kırılma veya bükülme ihtimali vardır.) bırakılır. Boşlukların alınması esnasında gerdirme veya şıkşık diye tabir edilen küçük triformlar kullanılır.

- Gergi tellerinin gerdirilmesi veya salınması için kullanılırlar.
- Trifor salınım yapılmadan yavaş yavaş bırakılır.
- Trifor her zaman yavaş ve gergin olarak bırakılmalıdır.
- Gergi telli kule indirme işlemi aşağıdaki işlemler yapılarak gerçekleştirilir.
- Kaldırma sırasında kullanılan yardımcı direk bağlanır.
- Menteşe karşısındaki halata trifor bağlantısı yapılır.
- Trifor ile yardımcı direk bağlanır.
- Yardımcı direğin ucuna gergi katmanlarının her birinden bire tane gergi teli bağlanır.
- Bağlanan tüm halatların boşluğu alınır ve eşit gerginlikte (Eşit gerilmezse direğin kırılma veya bükülme ihtimali vardır.) bırakılır.
- Direğin sağ ve solundaki halatlar gevşetilir.
- Direğin yatma yönünde olan halatların hepsi çıkartılır.
- Gergi halatlarından menteşenin sağ ve solundaki tüm halatlar gevşetilir.
- Trifor salınım yapılmadan yavaş yavaş bırakılır.
- Triforun tam karşısındaki ve en uzun olan boşa çıkmış gergi teli bir kişi tarafından dikkatlice asılır.
- Bu esnada yan halatlardan iki kişi tutarak direğin sağa ve sola yatması engellenir.
- Trifor her zaman yavaş ve gergin olarak bırakılmalıdır.
- Bu işlemin en tehlikeli kısmı direğin aşağıya doğru yatma anıdır.
- Bu işlem yapılırken iş güvenliği tedbirleri alınmalı ve dikkat edilmelidir.
- Hava rüzgârlı ise direk indirme işlemi yapılmamalıdır.
- Direk ilk düşme anında tüm ağırlığını trifor, yardımcı direğe bağlı halat ve menteşelere vermektedir.
- Yatma açısı azaldıkça trifora daha çok yük bindiği için trifor ankrajı sağlamlığı her zaman kontrol edilmeli gerekli tedbirler alınmalıdır.
- Türbinin aşağıya düşmesine yakın daha önceden konan sığa veya desteklerin yerleri düzeltilmelidir.
- Direğin yere yatması esnasında bağlantı kabloları kontrol edilmeli herhangi bir gerilme olmamalıdır.
- Bu işlemin en tehlikeli kısmı direğin aşağıya doğru yatma anıdır.
- Bu işlem yapılırken iş güvenliği tedbirleri alınmalı ve dikkat edilmelidir.
- Hava rüzgârlı ise direk indirme işlemi yapılmamalıdır.
- Kaldırma sırasında kullanılan yardımcı direk bağlanır.
- Menteşe karşısındaki halata trifor bağlantısı yapılır.
- Yardımcı direğin ucuna gergi katmanlarının her birinden bire tane gergi teli bağlanır.
- Bağlanan tüm halatların boşluğu alınır ve eşit gerginlikte (Eşit gerilmezse direğin kırılma veya bükülme ihtimali vardır.) bırakılır.
- Trifor salınım yapılmadan yavaş yavaş bırakılır
- Trifor her zaman yavaş ve gergin olarak bırakılmalıdır
- Bu işlemin en tehlikeli kısmı direğin aşağıya doğru yatma anıdır.
- Bu işlem yapılırken iş güvenliği tedbirleri alınmalı ve dikkat edilmelidir.
- Hava rüzgârlı ise direk indirme işlemi yapılmamalıdır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Türbin direği borularının birleştirme işlemlerini aşağıdaki işlem basamaklarına göre yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Yüksekliği en az 20 cm olan ağaç gövdelerini 3'er metre aralıkla kulenin uzunluğuna göre aynı hizada yerleştiriniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ İş eldiveni ve önlük kullanınız.➤ Çalışma ortamı için gerekli olan kazma, kürek, testere, su terazisi, metre, kalıplar temin ediniz.➤ Ölçülendirmede teknik resim kurallarını uygulayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Boru parçalarını ağaç gövdeleri üzerine aynı doğrultuda yerleştiriniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Ağaç gövdelerinin aynı boyutta olmasına özen gösteriniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kule direği içerisinden gergi halatını geçiriniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Gergi halatının uygun kalınlık ve dayanımda olmasına dikkat ediniz.
Araçla gergi halatını çekip boru birleşimini sağlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Gergi halatını borunun en son çıkışındaki germe çubuğu bağlantısına dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Boruların eğimini su terazisiyle kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Uygun kalitede su terazisi temin ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Flanşlardaki markalama noktalarını aynı hizaya getiriniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ İşlem esnasında en az 2 kişi çalışınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Flanşlara cıvataları geçiriniz, somunları sıkınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Cıvataları uygun torkta sıkınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		
2. Yüksekliği en az 20 cm olan ağaç gövdelerini 3'er metre aralıkla kulenin uzunluğuna göre aynı hizada yerleştirdiniz mi?		
3. Boru parçalarını ağaç gövdeleri üzerine aynı doğrultuda yerleştirdiniz mi?		
4. Kule direği içerisinden gergi halatını geçirdiniz mi?		
5. Araçla gergi halatını çekip boru birleşimini sağladınız mı?		
6. Boruların eğimini su terazisiyle kontrol ettiniz mi?		
7. Flanşlardaki markalama noktalarını aynı hizaya getirdiniz mi?		
8. Flanşlara cıvataları geçirip somunları sıktınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Cıvata somunlu birleştirme yönteminde kule yüksekliğine bağlı olarak boru çapına uygun kullanılır.
2. Kule yatay düzlemde yatırılmak suretiyle her bir boru parçasının ile aynı eğimde olup olmadığı kontrol edilmelidir.
3. Delik delmeden önce flanşların kalınlık taraflarından nokta ile veya keski yada spiral taşı ile bütün flanşlardan geçecek bir çizgi çizilmesi işlemine.....denir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

AMAÇ

Uygun ekipmanlar ile ölçüm sensörlerinin montajını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

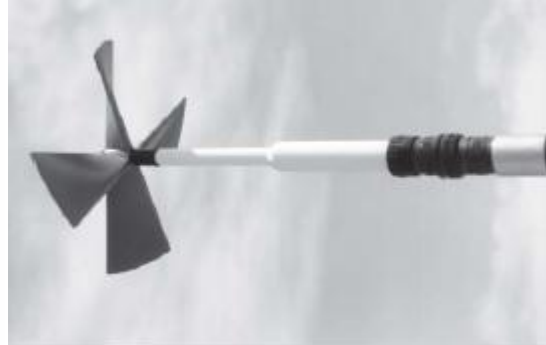
Rüzgâr ölçüm kule tipleri nelerdir, araştırınız?

4. ÖLÇÜM SENSÖRLERİ

Rüzgâr hızının ve yönünün ölçülmesi mevcut enerji potansiyelinin belirlenmesinde en önemli işlemlerdir. Buna ek olarak ortam sıcaklığı nem oranı ve hava basıncının etkilerinin tespit edilmesi de gerekmektedir.

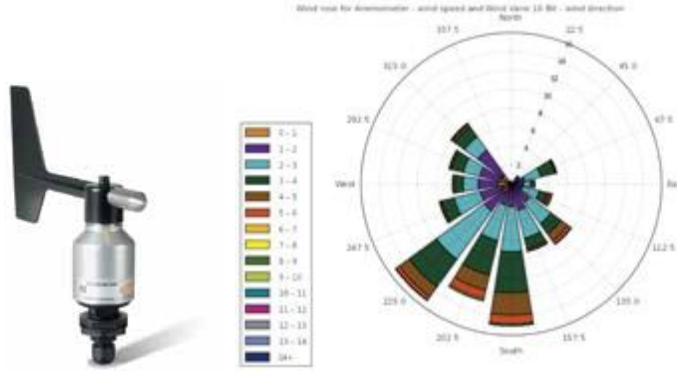
4.1. Ölçüm Sensörlerinin Çeşidi ve Yapısı

Rüzgâr hızı ölçümü anemometre ile yapılır. Çeşitleri yapısına göre değişmekle birlikte genellikle türbinli ve fincan tipi anemometreler kullanılmaktadır.



Resim 4.1: Fincan ve türbin tipi anemometreler

Rüzgâr hâkim yönünün tespiti için rüzgârgülü haritasını çıkarmak için yön sensörü kullanılır. Yön sensörünün anemometre ile birlikte monte edilen tipleri de mevcuttur.



Resim 4.2: Yön Sensörü

Rüzgâr enerjisi potansiyeline etki eden faktörlerden biri de ortamın nem oranıdır ve nem sensörü ile ölçümü yapılmaktadır.

Nem sensörünün basınç ve sıcaklık sensörleri ile birlikte monte edilen tipleri de mevcuttur.

Ortam sıcaklığı da enerji potansiyelini etkileyen faktörlerden biridir. Sıcaklık ölçümü ayrı olarak yapılabildiği gibi nem sıcaklık ve basınç ölçümü yapabilen ölçü aletlerinin kullanımı ile de yapılmaktadır.

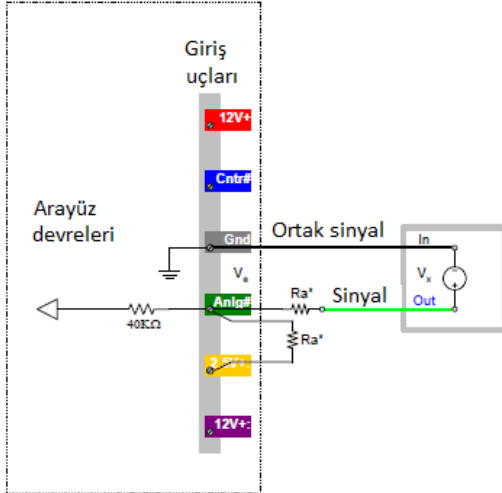


Resim 4.3: Sıcaklık nem ve basınç sensörleri

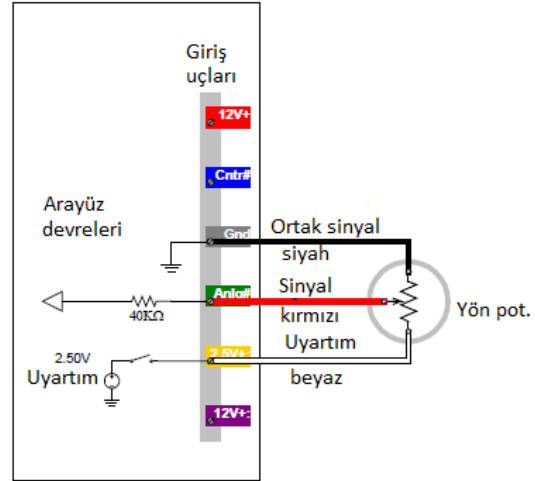
Basınç da enerji potansiyelini etkilemekle birlikte genellikle ölçümü nem ölçümü ile birlikte yapılmaktadır.

4.2. Ölçüm Sensör Kablo Bağlantıları

Ölçüm sensörleri, RS-485 modülü ile bir üniversal arayüz kablo bağlantısı yapılarak veri toplayıcı sisteme bağlanır. Kablolarda ek yapmak mümkün olmadığı için kablo uzunlukları veri toplayıcı ile sensör arası mesafeye uygun seçilmelidir. Sensör kablo bağlantıları aşağıdaki şemalara uygun biçimde yapılır.

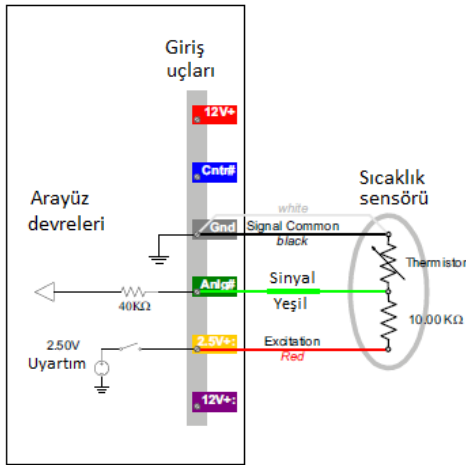


Resim 4.4: Anemometre bağlantısı

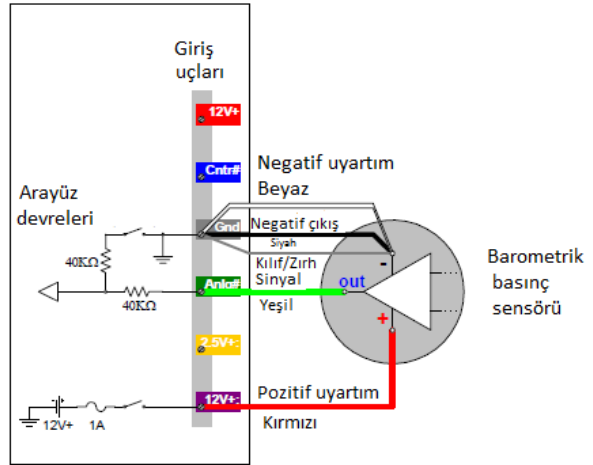


Resim 4.5: Sıcaklık sensörü bağlantısı

Yön sensörü bağlantısı



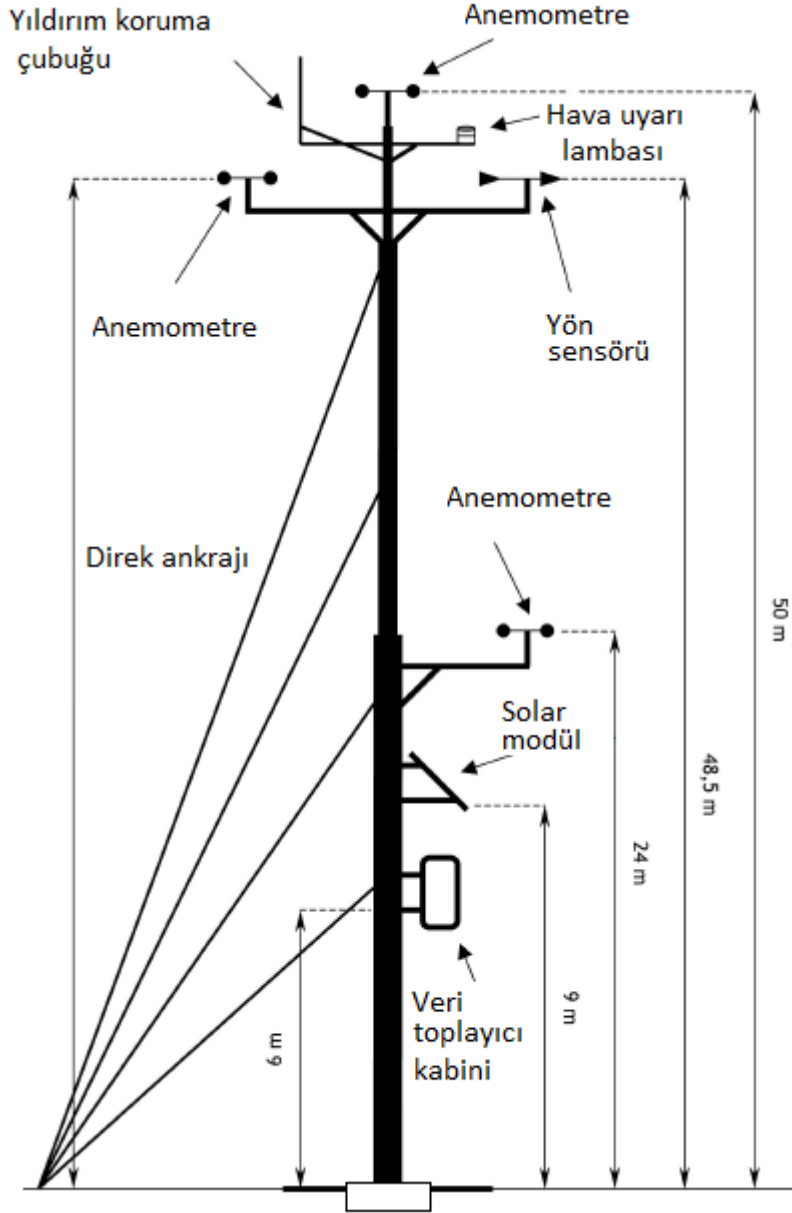
Resim 4.6: Basınç sensörü bağlantısı



Resim 4.7: Yön sensörü bağlantısı

4.3.Ölçüm Sensör Montajı

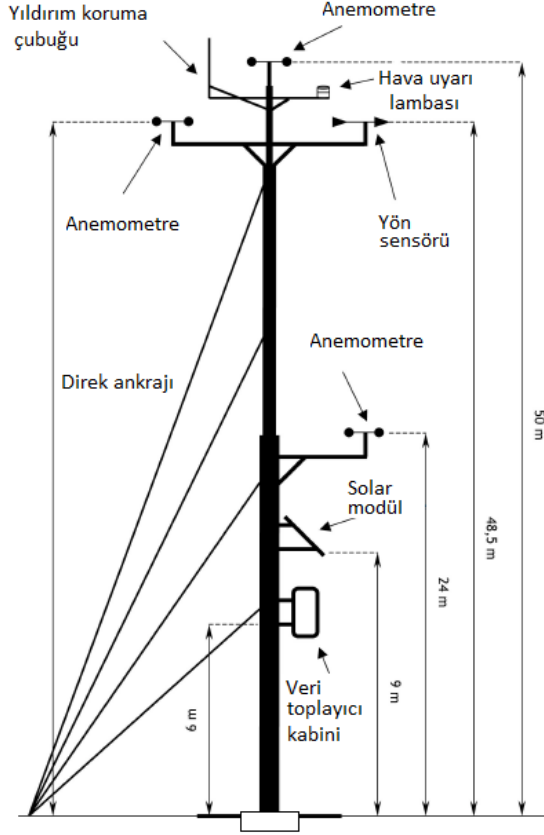
Ölçüm sensörleri aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi rüzgâr ölçüm direği üzerinde kablo bağlantıları yapılmadan önce direk üzerine monte edilir. Ölçüm direği üzerine aşağıda görüldüğü gibi anemometre, yön sensörü, basınç ve nem sensörü, sıcaklık sensörü, veri toplayıcı kutusu, solar modüllerin yerleşimi yapılır.



Şekil 4.1: Ölçüm direği sensör montaj şeması

UYGULAMA FAALİYETİ

Ölçüm direği üzerine sensör montajı işlemlerini gerçekleştiriniz.



İşlem Basamakları	Öneriler
➤ İş güvenliği önlemlerini alınız.	“Ağır ve Tehlikeli İşlerde Çalışma Yönetmeliği”ni gözden geçiriniz.
➤ Anemometrelerin montaj yerlerini tespit ediniz.	Anemometre tipini belirleyiniz.
➤ Yön sensörlerinin montaj yerlerini tespit ediniz.	➤ Gergi halatının uygun kalınlık ve dayanımda olmasına dikkat ediniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1 İş ile ilgili güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		
2 Anemometrelerin montaj yerlerini tespit ettiniz mi?		
3 Yön sensörlerinin montaj yerlerini tespit ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Ölçüm direğineadet anemometre montajı yapılır.
2. Ölçüm direğineadet yön sensörü montajı yapılır.
3. Nem basınç vesensörleri birlikte monte edilir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1.zeminde ankraj çubukları beton içerisine alınır.
2. Temel ve ankraj bağlantıları için yüzey üzerindeki çubuk uzunluğumm'dir.
3. Taban plakası genelliklezemin üzerine tespit edilir.
4. Türbin direğinin kaldırılıp indirilmesinde kullanılan direk.....dir.
5. Kılavuz direği kaldırıp indirmek içinkullanılır.
6. Kule yatay düzlemde yatırılmak suretiyle her bir boru parçasının ile aynı eğimde olup olmadığı kontrol edilmelidir.
7. Rüzgâr hızıile ölçülür.
8. Sıcaklık algılayıcısı direğinin.....metresine monte edilir.
9. Sensörü sıcaklık sensörüyle birlikte monte edilir.
10. Algılayıcıların montajında en önemli hususyapılmış algılayıcı kullanılmasıdır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	burgulu
2	betonla
3	taban

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Kılavuz direk (gin-pole)
2	Trifor ya da araç
3	3 kişi

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	cıvata
2	Su terazisi
3	Markalama

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	3
2	3
3	sıcaklık

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	toprak
2	100
3	toprak
4	kılavuz direk(gin-pole)
5	trifor ya da araç
6	su terazisi
7	anemometre
8	2. Veya 3.
9	nem
10	kalibrasyon

KAYNAKÇA

- NRG TALLTOWER, Installation Manual and Specifications.
- Proven Wind Turbine Maintenance-trifor.
- BOWIND-0600 Owner's Manual.
- BWC XL.1 Installation Manual.