

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ
TEKNOLOJİLERİ**

GÜÇ ÜNİTELERİNİN BAKIMI

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	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	2
1. GÜÇ ÜNİTESİNİN CİVATALARINI TORKLAMA	2
1.1. Tork Anahtarını İstenilen Değerde Ayarlama	2
1.1.1. Torkmetrenin Ayarlanması ve Kullanımı	4
1.2. Tork Anahtarı İle Cıvataları Sıkma	5
UYGULAMA FAALİYETİ	7
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	18
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	19
2. TÜRBİN GÜÇ PANOSUNUN BAKIMI	19
2.1. TÜRBİN GÜÇ PANOSU İÇİNDEKİ ELEMANLARIN TESTİ	20
2.1.1. Koruma ve Denetim Cihazlarının Fonksiyon Testi	21
2.1.2. Mevcut Kaçak Akım Koruma Şalterlerinin Fonksiyon Testi	21
2.1.3. UPS Akülerinin Kontrol ve Testi	21
2.1.4. Mevcut Kaçak Akım Koruma Şalterlerinin Fonksiyon Testi	22
2.2. TÜRBİN GÜÇ PANOSU İÇİNDEKİ ELEMANLARIN AKIMI	22
2.2.1. Rüzgâr Türbini Güç Panosu Elemanları Bakım Aşamaları	23
2.2.2. Dâhilî Görsel Kontrol ve Bakım	23
2.2.3. İnvörtör Alanındaki Soğutma Hatlarının Görsel Kontrolü ve Bakımı	23
2.2.4. Yoğuşma Suyu Tahliye Hortumlarının Kontrolü ve Bakımı	24
2.2.5. Ana Şalterin Kontrolü ve Bakımı	24
2.2.6. Trafoların Kontrolü	24
2.2.7. Türbin Güç Panosu Şalt Dolabı Kontrolü ve Bakımı	25
2.2.8. Bottom Şalt Dolabı Kontrolü	25
2.3. BESLEME KABLOLARININ BAKIMI	26
2.3.1. Besleme Kabloları Bakım Aşamaları	27
2.3.2. İzolasyon Direnci ve Toprak Hattının Bakımı	27
2.4. KABLO BAĞLANTILARININ BAKIMI	28
UYGULAMA FAALİYETİ	29
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	31
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	32
3. TÜRBİN KONTROL PANOSUNUN BAKIMI	32
3.1. Türbin Kumanda Panosu İçindeki Elemanları Test Etmek	33
3.2. Türbin Kumanda Panosu İçindeki Elemanların Bakımını Yapmak	34
3.3. Kumanda Kablolarının Bakımını Yapmak	35
3.3.1. Hatların ve Kabloların Hasar ve Sıkı Oturma Açısından Kontrolü ve Bakımı	35
3.3.2. İzolasyon Direnci ve Toprak Hattının Kontrolü ve Bakımı	35
3.4. Kablo Bağlantılarının Bakımını Yapmak	36
UYGULAMA FAALİYETİ	38
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	40
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	41
4. GÜÇ ÜNİTESİNİN TEMİZLİĞİ	41
4.1. Güç Ünitesinin Toz Kontrolü	42
4.1.1. Rüzgâr Türbininin Klima ve Havalandırma Bakımlarının Yapılması	42
4.1.2. Hava Filtresi Kartuşlarının Değişimi	43

4.1.3. Korozyon Koruması Bakımı	43
4.1.4. Son Kontrol.....	44
4.2. Güç Ünitesinin Parça Kontrolü	44
UYGULAMA FAALİYETİ	45
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	47
MODÜL DEĞERLENDİRME	48
CEVAP ANAHTARLARI	50
KAYNAKÇA	51

AÇIKLAMALAR

ALAN	Yenilenebilir Enerji Teknolojileri
DAL/MESLEK	Rüzgâr Enerjisi Sistemleri
MODÜLÜN ADI	Güç Ünitelerinin Bakımı
MODÜLÜN TANIMI	Rüzgâr türbini güç üniteleri bakımı ile ilgili bilgilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	Rüzgâr türbini torklama ve güç ünitesi bakımını yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam ve ekipmanlar sağlandığında rüzgâr türbini güç ünitelerinin torkla sıkım, bakım ve testlerini yapabileceksiniz. Güç ünitesi içerisinde bulunan kontrol ve bakımlarını yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Rüzgâr türbini içerisinde bulunan cıvatalı birleştirmelerde torklu kontrolleri yapabileceksiniz.2. Türbin güç ünitesi içerisinde bulunan kısımların bakımını yapabileceksiniz.3. Türbin kontrol panosunun bakımını yapabileceksiniz.4. Güç ünitesi temizlik özelliklerini bileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Rüzgâr türbini, rüzgâr tarlası, okul staj alanı Donanım: Torkmetre, elektrik ölçü aletleri, tamir bakım malzemeleri
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,

Enerji, dünyamızın en önemli ihtiyaçlarından biridir. Ülkemizin son otuz yılda enerji talebi yıllık ortalama %8 artış göstermiştir. Ülkemiz elektrik enerjisinin %38'lik kısmını doğal gazdan sağlamaktadır. Ülkemizin 2011 enerji ithali 50 milyar \$ seviyesine gelmiştir.

Enerjinin yerli, güvenli ve çevreyi kirletmeyen kaynaklardan sağlanması devletimizin de hedefleri arasındadır. Ülkemizde rüzgâr türbinlerinde kurulu güç 1800 MW seviyesine ulaşmıştır. 2023 hedefi ise en az 20 000 MW seviyesine ulaşmaktır.

Ülkemiz kendi tükettiği enerjiyi yerli ve yenilenebilir enerjiden karşılaması ekonomik olduğu kadar çevre bilinci içinde çok önemlidir.

Bu modül size yenilenebilir enerji kaynaklarında rüzgâr türbinlerinde güç ünitesinde bakım yeteneğini kazandıracaktır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Cıvatalı birleştirmeleri tork ile sıkıp kontrol edebileceksiniz. Güç ünitesinin cıvatalarını torklamayı yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bölgemizde rüzgâr türbinlerini geziniz.
- Cıvata sıkım metotlarını araştırınız.
- Cıvatalı birleştirmeler hakkında bilgi toplayınız.
- İnternet üzerinden rüzgâr türbini montaj aşamalarını inceleyiniz.

Bu araştırmaları yapmak için çevrenizde, rüzgâr türbini, sanayi kuruluğu, büyük kapalı alanlarda (kapalı pazar yeri vb.) inceleme yapınız. Bu araştırmalar için eğitim kurumlarından (üniversite ve mesleki öğretim veren ortaöğretim kurumları), kütüphanelerden veya internet ortamından yararlanabilirsiniz.

1. GÜÇ ÜNİTESİNİN CİVATALARINI TOR KLAMA

Güç ünitelerinde kullanılan torkmetrelerin, cıvata ve somunların tavsiye edilen uygun kuvvette sıkılmasını sağlar. Torkmetreler sayesinde güç ünitesinde bulunan cıvata ve somunlar ne az ne de çok sıkılır. Böylece genleşmelerin tehlikesinden de korunur.

1.1. Tork Anahtarını İstenilen Değerde Ayarlama

Rüzgâr türbinleri çok büyük ve ağır parçalardan oluşmaktadır. Bu parçaların birleştirilmeleri cıvata ve somunlarla yapılmaktadır. Bu birleştirmeler belli aralıklarla torkmetre ile kontrol edilir.

RT'lerin güç ünitesinin sıkma işlemleri mekanik, hidrolik ve elektrikli torkmetreler tarafından yapılır. Her yıl akretide firmalar tarafından torkmetrelerin kalibrasyonu yapılır. Her aletin üzerinde son kullanım tarihi vardır ve tarihi geçen torklar kullanılmamaktadır.

Kalibrasyon kontrolü yapılmış tork anahtarının kalibrasyon tarih ve numarası üzerinde yazılı olmalıdır. Kontrol tarihi geçmiş aletler katıyen kullanılmaz.



Resim 1.1: Torkmetre (kalibrasyon numaraları)

Torkmetre ile yapılan birleştirmeler de torkmetre ayarları cıvatanın çapı, kullanıldığı yer, üretici firma ve malzeme çeşidine göre değişiklik gösterir. Bu değerler periyodik bakım cetvelinde verilmektedir.

Rüzgâr türbini güç ünitesi içerisinde bulunan cıvata çapı, büyüklük, kalite, anahtar boyu, sıkma torku ve kontrol sayısını gösterir çizelge her rüzgâr türbini için değişiklik gösterir. Bu çizelgeler hazırlanarak bakım teknisyenine verilir.

Aşağıdaki tablo bir türbinin güç ünitesi içerisinde bulunan cıvataların sıkma tork çizelgesi için örnek gösterilmiştir.

Adı	Vida dişi büyüklüğü	Kalite	Anahtar boyu (SW) [mm]	Sıkma torku [Nm]	Kontrol sayısı
Konvertör kademeleri	M12	8.8	SW 19	71	hepsi
	M10	8.8	SW 17	41	hepsi
	M8	8.8	SW 13	20,5	hepsi
"Bottom" şalt dolabı	M12	8.8	SW 19	71	hepsi
	M10	8.8	SW 17	41	hepsi
	M8	8.8	SW 13	20,5	hepsi

Tablo 1.1: Sıkma tork çizelgesi

Torkmetreler üretici firmalar tarafından eğitilmiş uzmanlarca kullanılmalıdır.



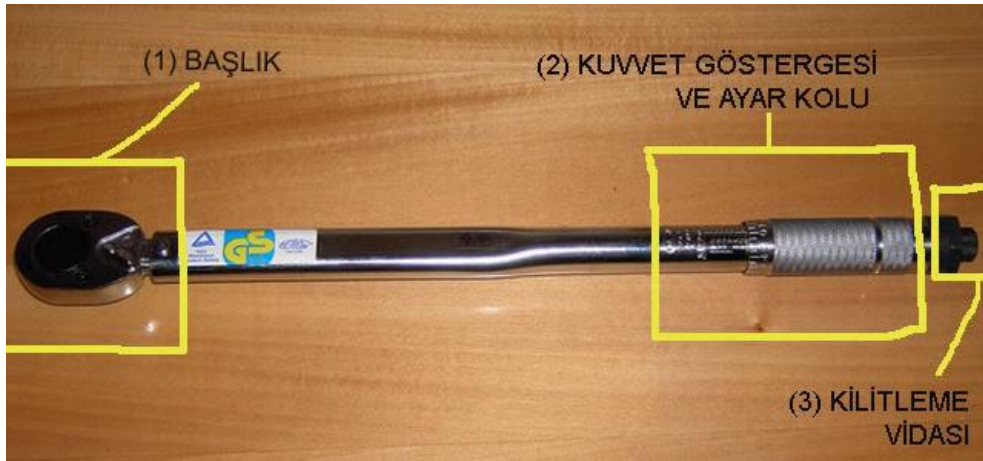
Resim 1.2: Torkmetre eğitilmiş uzman personeli

Rüzgâr türbinlerinde ana parçaların bağlantı elemanları (kule, kanat, nasel, hup vb.) bir defaya mahsus sıkılır. Herhangi bir sebepten sökülmesi hâlinde tekrar sıkılmaz veya başka bir yerde kullanılmaz. Yenisi ile değiştirilir. Kullanılan her bir bağlantı elemanının sicili mevcuttur.

1.1.1. Torkmetrenin Ayarlanması ve Kullanımı

Sapın ucundaki kilitleme düğmesi dışarı çekilir (Kilitleme düğmesi marka ve modellere göre farklılık gösterebilir.).

Dönme momenti değerini ayarlamak için sapı saat ibresinin dönüş yönünde veya ters yönde döndürülür, moment değerini % 5-10 üzerinde ayarlanır. Daha önce fazlasıyla yüksek ayarlanmış olan % 5-10'u aslen arzu edilen dönme momenti değerine geri ayarlanır. Kilitleme düğmesi tekrar geçme yerine bastırarak kilitletir.



Resim 1.3: Torkmetrenin bölümleri

Kontrollü bir sağı sıkma için ilk ayarlanması gereken yer cırcır kafasının yönüdür. Mümkün olan aksesuarı veya uygun lokma ucu torkmetrenin ucuna takılır. Torkmetre anahtarını lokma ile birlikte vidaya dik olarak uygulanır.

Ezilme ve kaymaları önlemek için torkmetre anahtarını uygun vidaya getiren uzatma seçilir.

Torkmetre anahtarı bir veya iki elle yalnızca sapından tutup anahtardan klik sinyali gelinceye kadar ok yönünde düzenli bir şekilde çekilir. Tetiklenen işaret net bir şekilde hissedilebilir ve duyulabilir.

Torkmetre kullanımında aşağıdaki hususlara uyulması gerekmektedir:

- **Uyarıdan sonra (klik sesinden sonra) vida daha fazla sıkılmaz.**
- **Klik sesinden sonra torkmetre anahtarı tekrar kullanılmaya hazırdır.**

Dönme momenti aktarımı manivela koluna bağlıdır. Anahtarın sapının dışında bir yerden tutulması, dönme momenti değerlerini olumsuz şekilde etkiler.

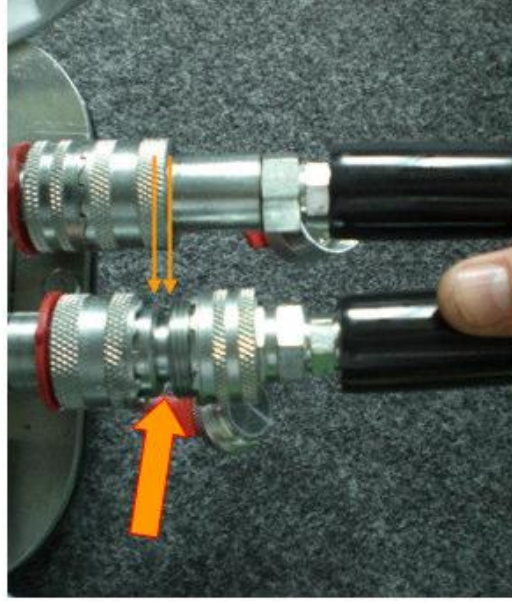


Resim 1.4: Bağlantı elemanları için tork değerlerini belirleme

1.2.Tork Anahtarı İle Cıvataları Sıkma

RT'lerin güç ünitesinin sıkma işleminde el torkmetrelerinin yanında hidrolik torkmetreler de kullanılmaktadır.

Tork anahtarının bağlantısı için (2800 bar'la test edilmiş) özel hidrolik hortumlar kullanılır. Hortumlar istek dışı açılmaları engellemek için özel güvenlik kaplinleriyle bağlanır. Kaplin bağlantısı yaparken dişi ve erkek yönlü kaplinler karşılıklı gelecek şekilde takılır. Daha sonra herhangi bir hata olup olmadığı kontrol edilir. Aksi hâlde sistemde yaşanabilecek basınç sıkışmaları nedeniyle tork anahtarı çalışmayabilir.



Resim 1.5: Kaplin bağlantıları

Kaplin bağlantısı, kaplin bağlantı cıvatasının dönme olasılığı tamamen ortadan kalktıktan sonra tamamlanmış olur. Kaplin bağlantılarının söküm ya da bağlantı aşamasında pense gibi aletler kesinlikle kullanılmaz.

Kaplinlerin açma işlemleri için kaplin bağlantılarını yayların karşı yönüne doğru itip bağlantı cıvatalarını açmak gerekir. Bu işlem sırasında çok az da olsa hidrolik yağ damlayabilir. Bu kaplinlerin hatalı olduğu anlamına gelmez.

Pompaların modellerine göre açma ve kapama düğme opsiyonları olmayabilir. Bu durumda fiş elektrik bağlantısına takıldıktan sonra gerekli elektrik sağlanmış olur.

Elle yapılan cıvata bağlantılarında dönme momenti değerleri pompa basıncıyla ayarlanır. Bunun için her tork anahtarının sadece o tork anahtarı için hazırlanmış tork sertifikaları bulunmaktadır.

Sertifikanın ve tork anahtarının doğruluğu, sertifika üzerindeki tork anahtarı seri numarasından kontrol edilmelidir. Bu numaranın hem sertifika üzerindeki seri numarası, hem de aletin gövdesi üzerindeki seri numarası ile uygunluğunun birebir kontrol edilmesi gerekmektedir.

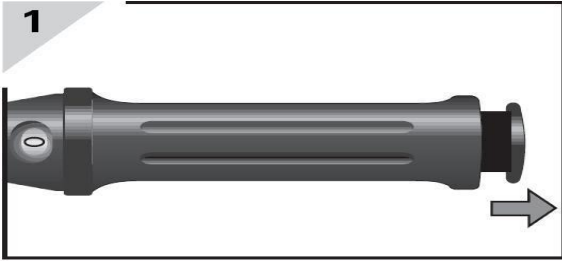
UYGULAMA FAALİYETİ

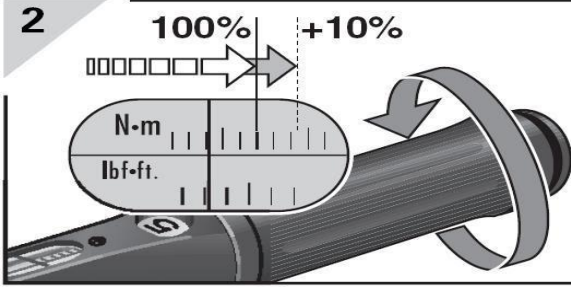
Aşağıda resmi verilen torkmetre aletinin çalışma uygulamasını yapınız?

Kullanılan araç:

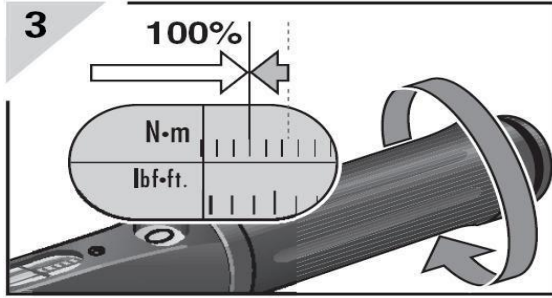


Torkmetre

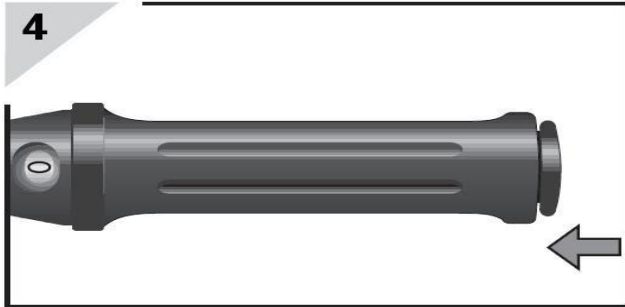
İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ RT'lerin güç ünitesinin sıkma işlemi için tork anahtarını istenilen değerde ayarlayınız. Örnek olarak M12 civatayı 71 Nm olarak ayarlayınız.</p> <p>1</p>  <p>➤ Sapın ucundaki kilitleme düğmesini dışarı çekiniz.</p>	<p>➤ Dikkatli olunuz.</p> <p>➤ İş güvenliğine dikkat</p> <p>➤ Ediniz. İş yerine ait</p> <p>➤ araç, gereç ve</p> <p>➤ ekipmanların</p> <p>➤ kullanımına özen</p> <p>➤ gösteriniz.</p> <p>4. Planlı ve organize olunuz</p> <p>➤ 5. İş disiplinine sahip</p>



- Dönme momenti değerini ayarlamak için sapı saat ibresinin dönüş yönünde veya ters yönde döndürünüz, moment değerini % 5-10 üzerinde ayarlayınız (71.10 Nm'dir.).



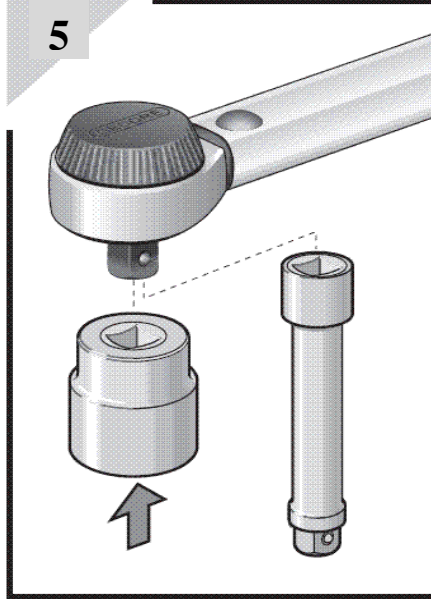
- Daha önce fazlasıyla yüksek ayarlanmış olan % 5-10'u tekrar aslen arzu edilen dönme momenti değerine ayarlayınız. Bu da 71 Nm'dir (Göstergedeki doğru birime dikkat edilir.).



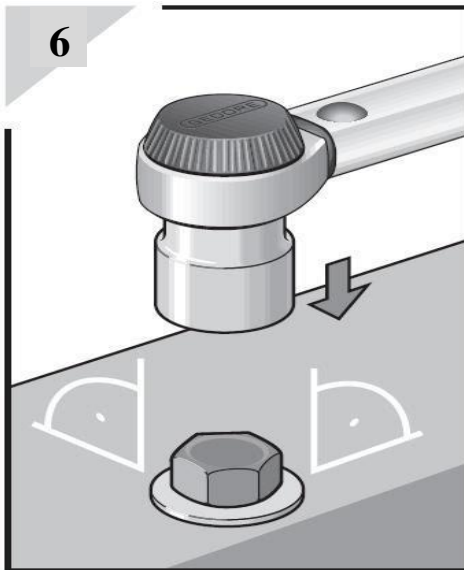
- Kilitleme düğmesi tekrar geçme yerine bastırılır.

olunuz.

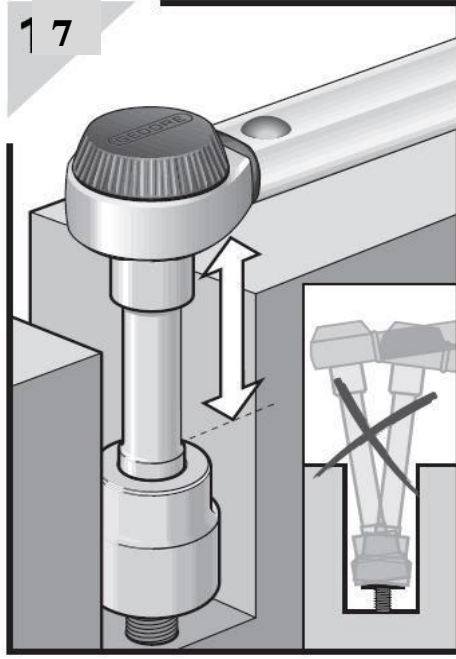
- Dikkatli olmalı güvenlik tedbirlerini almalı ve uygulamalısınız.
- Torkmetre ayarlarına dikkat ediniz.



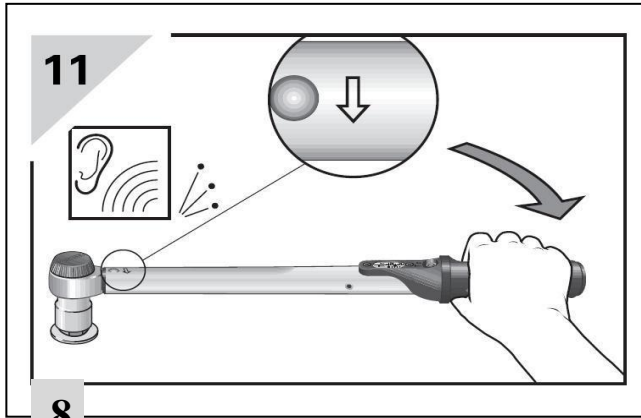
- Kontrollü bir sağa sıkma için ilk ayarlanması gereken yer cırcır kafasının yönüdür. Yön ayarlaması adaptörün üst kısmından yapılır.
- Mümkün olan aksesuarı ve/veya uygun lokma ucunu torkmetrenin ucuna takınız. Bu işlem için sw 19 anahtar takılır.
- Torkmetre anahtarını lokma ile birlikte vidaya dik olarak uygulayınız.



- Torkmetre anahtarını lokma ile birlikte vidaya dik olarak uygulayınız.



- Ezilme ve kaymaları önlemek için torkmetre anahtarını uygun vidaya getiren uzatmayı seçiniz.



- Torkmetre anahtarını bir veya iki elle yalnızca sapından tutup anahtardan klik sinyali gelinceye kadar ok yönünde düzenli bir şekilde çekilir. Tetiklenen işaret net bir şekilde hissedilebilir ve ses duyulur.

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. Torkmetreyi tanıyabildiniz mi?		
2. Standart torkmetreyi ayarlayabildiniz mi?		
3. Torkmetre ile bir bağlama cıvatasını kontrol edebildiniz mi?		
4. Torkmetrenin bakımını yapabildiniz mi?		
5. Güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		
6. İşi zamanında bitirdiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

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

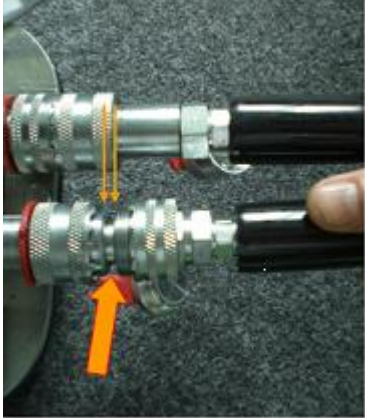
UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda resmi verilen hidrolik torkmetre aletinin çalışma uygulamasını yapınız.

Kullanılan araç:



Hidrolik torkmetre

İşlem Basamakları	Öneriler
<p>➤ RT'lerin güç ünitesinin sıkma işlemi için tork anahtarına uygun hidrolik hortumu seçiniz.</p>  <p>➤ Hortum bağlantılarını sağlamak için dişi ve erkek yönlü kaplinleri karşılıklı gelecek şekilde takınız.</p>	<p>➤ Dikkatli olunuz.</p> <p>➤ İş güvenliğine dikkat ediniz.</p> <p>➤ İş yerine ait araç, gereç ve ekipmanların kullanımına özen gösteriniz.</p> <p>➤ Planlı ve organize olunuz.</p> <p>➤ İş disiplinine sahip olunuz.</p> <p>➤ Güvenlik tedbirlerini</p> <p>➤ alınız ve uygulayınız.</p> <p>➤ Cıvatalama</p>



- (A) Kaplin bağlantılarını sıkmadan önce bakınız.



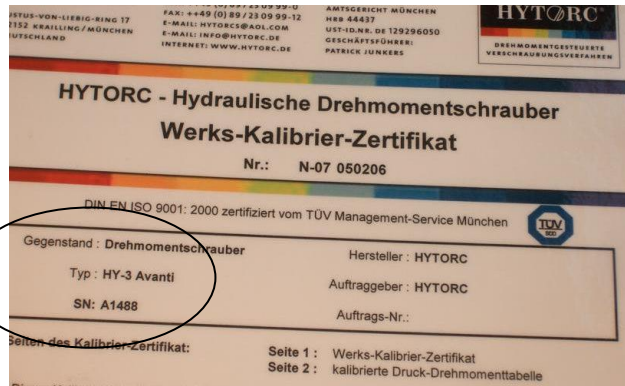
- (B) Herhangi bir hata olup olmadığını tekrar kontrol ediniz.
- Kaplin bağlantılarının söküm ya da bağlantı aşamasında pense gibi aletleri kesinlikle kullanmayınız. Kaplinlerin açma işlemleri için kaplin bağlantılarını yayların karşı yönüne doğru itip bağlantı cıvatalarını açınız. Bu işlem esnasında çok az da olsa hidrolik yağ damlayabilir. Bu normaldir.

işlemine başlamadan önce sistemin sızdırmazlığı ve tork anahtarlarının fonksiyonu 700 bar üzeri basınçla test edilmelidir. Bunun için tork anahtarlarının kare tahrik mekanizmaları birkaç kez 700 bar basınçla öne doğru çalıştırılmalıdır.

- Ellerinizi hareketli noktalardan uzak tutunuz.
- Dayama kolunu doğru şekilde dayama noktasına ayarlayınız.
- Ellerinizi hareketli noktalardan uzak tutunuz.
- Yukarıda yazanlar cıvataların sıkılma ve açılma aşamaları için geçerlidir.

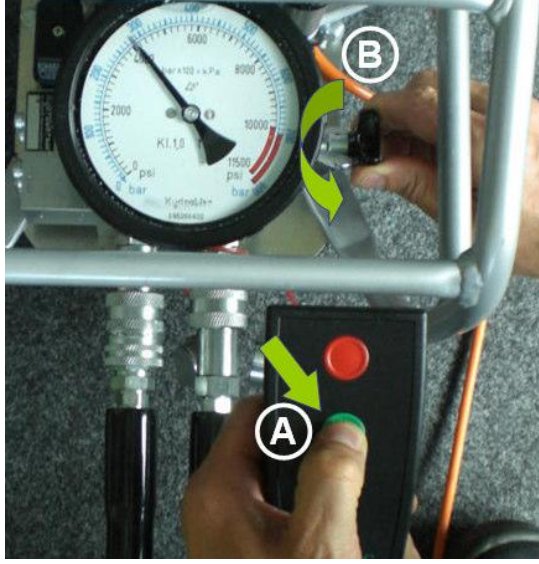


- Basınç ve dönme momentini ayarlayınız.



Seri numarasıyla kalibrasyon sertifikası

- Tork anahtarlarını bu sertifikalarla kullanmak ve düzenli olarak
- her yıl yeniden kalibrasyonunu yaptırmak gerekir.



- Pompa üzerindeki kontura somununu açıp pompayı çalıştırınız. Uzaktan kumanda üzerindeki (A) tuşunu basılı tutarak basınç ayarlama ventili (B) yardımıyla istenilen basıncı ayarlayınız. Basıncı, basınç ayarlama ventilinin yanındaki manometre yardımıyla okuyunuz. Cıvata bağlantısı için gerekli dönme momentinin seçilebilmesi için kalibrasyon tabelasının arka kısmındaki 20'lik dilimler hâlinde hazırlanmış olan basınç-tork değerini seçiniz.
- Daha sonra kontra somununu tekrar kapatınız.



Dayama kolunu doğru şekilde dayama noktasına ayarlayınız.



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. Hidrolik torkmetreyi tanıdınız mı?		
2. Hidrolik torkmetrede kaplin bağlantılarını yapabiliyor musunuz?		
3. Hidrolik torkmetreyi istenilen torkta ayarlayabiliyor musunuz?		
4. İstenilen birleştirme elemanlarını istenilen torkta kontrol edebildiniz mi?		
5. Güvenlik tedbirlerini aldınız mı?		
6. İşi zamanında bitirdiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

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

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Hidrolik torkmetrelerde güç iletimi nasıl yapılır?
A) Kaplinlerle
B) Dişlilerle
C) Kollar vasıtası ile
D) Manivelalarla
2. Hidrolik torkmetrelerde kaplinli bağlantılar nasıl yapılır?
A) Tornavida ile
B) Pense ile
C) El ile
D) Lokma takımı ile
3. Hidrolik torkmetrelerde basınç ayarını kim yapar?
A) Fabrikada yapılır.
B) Müşteri yapar.
C) Kullanan teknisyen yapar.
D) Herkes yapar.
4. Hidrolik torkmetrelerde dayama kolu ne yapılıır?
A) Elle tutulur.
B) Uygun bir yere dayanır.
C) Boş bırakılır.
D) Kullanılmasına gerek yoktur.
5. Hidrolik torkmetrelerde kalibrasyonu kimler yapar?
A) Ustalar
B) Yetkili firmalar
C) Teknisyenler
D) Herkes yapabilir.

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-2

AMAÇ

Rüzgâr türbini güç panosunun bakımını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bölgemizde rüzgâr türbinlerini geziniz.
- Güç panoları hakkında bilgi toplayınız.
- İnvörtör hakkında araştırma yapınız.
- İnternet üzerinden rüzgâr türbini güç ünitelerini inceleyiniz

Bu araştırmaları yapmak için çevremizde rüzgâr türbinlerinden, eğitim kurumlarından (üniversite ve mesleki öğretim veren ortaöğretim kurumları), kütüphanelerden veya internet ortamından yararlanabilirsiniz.

2. TÜRBİN GÜÇ PANOSUNUN BAKIMI

Rüzgâr türbinlerinde jeneratörden gelen enerjinin AC/DC ve DC/AC çevrimi ve frekansların düzeltilmesi güç panoları vasıtası ile yapılmaktadır. Güç panoları içinde bu işlemi invörtör yapar.

Güç panosu kulenin içerisinde giriş kısmında sağdan sola doğru uzanmaktadır. Kimi firmalarda naselin içerisinde olmakla birlikte çoğunluğu kulenin girişindedir.



Resim 2.1: Rüzgâr türbini ve güç panosu

2.1. TÜRBİN GÜÇ PANOSU İÇİNDEKİ ELEMANLARIN TESTİ

Rüzgâr türbinlerinde herhangi bir arıza olduğunda sistem arıza moduna geçer. Arızalı birim türbin işletim sistemi tarafından haberleşme sistemi ile bildirilir. Üretici firmanın talimatnamesine göre gerekli işlemler yapılır. Arızanın onaylanması durumunda arızalı ünite yenisiyle değiştirilir.

Sistemde mekaniksel bir arıza yok ise yazılım güncellemesi yapılarak yeniden start verilir.



Şekil 2.1: Rüzgâr türbini kontrol sistemi

Rüzgâr türbinlerinde kullanılan trafolar tek tek kontrol edilmeyip sistem tarafından denetlenmektedir. Arızalandığında sistem haber verip değişim sağlanmaktadır. Arızalanan parça merkeze yollanarak arıza sebebi mutlaka tespit edilir.

Her ne şekilde olursa olsun konvektör veya nasel içerisinde bir kapı açıldığında sistem otomatik olarak çalışmayı durdurarak hem işletmeciye hem de Türkiye merkez bayii ve yurt dışı imalatçı firmaya haber vermektedir.

Türbin güç panosu içerisinde kontrolü yapılan parça listesi aşağıdaki parçalardan oluşmaktadır:

- Açma butonu
- Kapama butonu
- Seçme butonları
- Faz ampermetreleri
- Voltmetre
- Aktif güç göstergesi
- Reaktif güç göstergesi
- Voltmetre komutatorü

RT'lerin güç ünitesinin periyodik bakımlarda standart test işlemleri aşağıda açıklanmıştır.

2.1.1. Koruma ve Denetim Cihazlarının Fonksiyon Testi

Koruma ve denetim cihazlarının testi, 1., 3 ve 4. bakımlarda yapılır.

- Şalt dolaplarının gerilimsiz duruma getirilmesiyle ilgili önlemleri kaldırılır.
- Güç ve kumanda akım devrelerinin besleme gerilimini tekrar açılır.
- İlgili kontrol tertibatını etkinleştirerek şalt dolaplarındaki şu koruma ve denetim cihazlarının (mevcutsa) çalışır durumda olup olmadığını kontrol edilir.
 - Motor koruma şalteri
 - Termik aşırı yük rölesi
 - İzolasyon denetim cihazları
 - Diferansiyel akım denetim cihazları
- Şalt dolaplarındaki mesaj ve gösterge tertibatlarının çalışmasını kontrol edilir.

2.1.2. Mevcut Kaçak Akım Koruma Şalterlerinin Fonksiyon Testi

Bu testler her bakımda yapılması gereken testlerdir.

- İlgili kontrol tuşuna basarak kaçak akım koruma şalterinin çalışır durumda olup olmadığını kontrol edilir.

2.1.3. UPS Akülerinin Kontrol ve Testi

UPS akü kontrolü, 1., 3 ve 4. bakımlarda yapılır.

Kesintisiz güç kaynağındaki (UPS) akülerin kapasitesini kontrol etmek için UPS'in otomatik testi kullanılır. Bunun için:

- UPS'teki "Test" şalterine iki bip sesi duyulana kadar basılır.
- UPS'in otomatik testi başlatılır. Bağlı tüketiciler kısa bir süre için akülerden beslenir. "Batteriestrom" (Batarya akımı) LED'i yanar.
- Otomatik test başarıyla sonuçlanmazsa aküler değiştirilmelidir. Bu durumda, UPS bir dakika süreyle kısa bip sesleri çıkarır ve (Bataryayı değiştirin.) LED'i yanar.



Resim 2.2: Test uygulaması

2.1.4. Mevcut Kaçak Akım Koruma Şalterlerinin Fonksiyon Testi

- İlgili kontrol tuşuna basarak kaçak akım koruma şalterinin çalışır durumda olup olmadığı kontrol edilmelidir.

2.2. TÜRBİN GÜÇ PANOSU İÇİNDEKİ ELEMANLARIN AKIMI

Arıza olmadığı sürece periyodik bakımların dışında bakım yapılmaz. Periyodik bakımlarda ise elektrik-elektronik aksamın bakımında gözle kontrol yapılarak ısıdan dolayı renk değişiminin olup olmadığı kontrol edilir. Sorun tespit edilirse talimatnamede belirtilen işlemler gerçekleştirilir. Korozyon ihtimaline karşı kartlar yerlerinden sökülerek bağlantı noktalarına bakılır, gerekli görülürse spreyle temizlenerek tekrar yerine takılır.



Resim 2.3: Demonte güç panoları

2.2.1. Rüzgâr Türbini Güç Panosu Elemanları Bakım Aşamaları

- Hasarlar açısından harici görsel kontrol yapılır.
- Güvenli şekilde durup durmadığını kontrol edilir.
- Hasar ve temizlik açısından kontrol edilir.
- Kablo geçiş kanalları incelenir.

2.2.2. Dâhilî Görsel Kontrol ve Bakım

- Tüm elektrik bağlantılarının özellikle kontaktör ve rölelerin bulunduğu bölümdeki elektrik bağlantılarının sıkı oturup oturmadığının kontrolü ve bakımı yapılır.
- Yapı parçalarında termik bir aşırı yüklenmeye işaret eden toz yanıkları veya renk değişikliklerinin olup olmadığının kontrolü ve bakımı yapılır.
- Tüm izolasyonları aşınma yerleri ve hasarlar açısından eksiksiz bir şekilde kontrol edilir. Hasarları giderilir ve nedenleri ortadan kaldırılır.
- İlgili elektrik devre şemalarının mevcut olup olmadığını kontrol edilir.
- Elektrik bağlantılarını meneviş renkleri (termik aşırı yüklenme) ve toz yanıkları açısından kontrolü ve bakımı yapılır.

2.2.3. İntertör Alanındaki Soğutma Hatlarının Görsel Kontrolü ve Bakımı

- İntertör alanındaki hortumlarda ve boru hatlarında kaçak olup olmadığını kontrolü ve bakımı yapılır.
- Hortumların ve bağlantıların durumu kontrol edilir.
- Hortumların sıkı oturup oturmadığının kontrolü ve bakımı yapılır.

2.2.4. Yoğuşma Suyu Tahliye Hortumlarının Kontrolü ve Bakımı

- Geçirgenlik özelliğinin kontrolü ve bakımı yapılır.
- Kılavuzlama işleminin düzgün bir şekilde yapılıp yapılmadığını kontrol edilir.
- Yoğuşma suyu tahliye hortumlarının boş boruların içine döşenmiş olması gerekir.

Yapılacak çalışmalar	Tip				✓
	1	2	3	4	
Güç Panosu Kontrol Listesi					
Ayrı duran olası konvertör panosu için de geçerlidir					
Hasarlar açısından harici görsel kontrol	X		X	X	
Dahili görsel kontrol	X		X	X	
Hatların ve kabloların hasar ve sıkı oturma açısından kontrolü	X		X	X	
İnverter alanındaki soğutma hatlarının görsel kontrolü	X		X	X	
Yoğuşma suyu tahliye hortumlarının kontrolü	X	X	X	X	
Ana şalterin kontrolü	X			X	
Trafoaların kontrolü	X			X	
Güç kablolarındaki bağlantıların kontrolü	X		X	X	
Kumanda hatlarındaki bağlantıların kontrolü	X		X	X	
İzolasyon direnci ve toprak hattının kontrolü				X	

Tablo 2.1: Güç panosu kontrol listesi

2.2.5. Ana Şalterin Kontrolü ve Bakımı

- Ana şalter, haricî bir görsel kontrole tabi tutulur.
- Toz yanıkları ve renk değişimi kontrolü ve bakımı yapılır.
- Şekil bozukluğu kontrolü ve bakımı yapılır.
- Şalter tutma kontrolü ve bakımı yapılır.

2.2.6. Trafoların Kontrolü

- Trafolar, haricî bir görsel kontrole tabi tutulur.
- Trafodan ses gelip gelmediğine bakılır.
- Soğutma yağ ısısına bakılır.

2.2.7. Türbin Güç Panosu Şalt Dolabı Kontrolü ve Bakımı

- Güç panosundaki termik bir aşırı yüklenmeye işaret eden toz yanıkları veya renk değişikliklerinin olup olmadığını kontrol edilir ve hasarlı parçalar değiştirilir.
- Tüm izolasyonların aşınma yerleri ve hasarlar açısından eksiksiz bir şekilde kontrol edilerek bakımı yapılır.
- İlgili elektrik devre şemalarının mevcut olup olmadığını kontrol edilir.
- Elektrik bağlantıları, meneviş renkleri (termik aşırı yüklenme) ve toz yanıkları açısından kontrol edilir.

2.2.8. Bottom Şalt Dolabı Kontrolü

- İlgili kontrol tertibatını etkinleştirerek şalt dolaplarındaki koruma ve denetim cihazlarının (mevcutsa) çalışır durumda olup olmadığını kontrol edilir ve bakımı yapılır.
- Motor koruma rölesi,
- Termik aşırı yük rölesi,
- İzolasyon denetim cihazları,
- Diferansiyel akım denetim cihazları,
- Şalt dolaplarındaki mesaj ve gösterge tertibatlarının çalışması kontrol edilir.



Resim 2.4: Rüzgâr türbini güç panosu

2.3. BESLEME KABLolarININ BAKIMI

Rüzgâr türbininde üretilen ve düzensiz bir hâlde olan (gerilimi sabit değil) elektrik enerjisi kuleden aşağıya iletim sistemi yani kablolar vasıtasıyla indirilir. Bazı rüzgâr türbin modelinde rüzgâr türbin çıkışı kulenin tepesinde doğrultulur (DC'ye dönüştürülür.) ve aşağıya DC olarak aktarılır. Bu durumda kalın bakır iletkenlerin kullanılması yangın riskini azaltır ve enerjinin ısı olarak kaybını engeller.

Enerjinin şarj regülatörüne kadar iletileceği mesafe uzunsa yüksek gerilimli AC olarak iletilmesi ve regüle edilmeden önce bir trafo aracılığıyla gerilimin düşürülmesi yaygın bir metottür.



Resim 2.5: Yanmış kablo

- Kablolarda ısıdan dolayı renk değişiminin olup olmadığı kontrol edilir.



Resim 2.6: Kablolarda İzalasyon

- Kablo izolasyonunda şekil değişikliğinin olup olmadığı kontrol edilir.



Resim 2.7: Kablolarda izalasyon sorunları

- Sürtünmeden dolayı kablo izalasyonunun durumu kontrol edilir ve bakımı yapılır.
- Topraklama kablolarının her biri tek tek kontrol edilir ve bakımı yapılır.
- Herhangi bir sorun tespit edildiğinde talimatnameye göre işlem yapılır.

Besleme kabloları kablo toplama yerinde toplanır. Nasil devamlı sağa veya sola üç tur dönebilme ihtimaline karşın kabloların kırılma ve sıkışma yapmaması için belli bir kablo fazlalığı S şeklinde verilmektedir. Bu S yaklaşık 1 metre yüksekliğinde ve kulenin üst kısmında bulunur.



Resim 2.8: Türbin kablo tutucusu

2.3.1. Besleme Kabloları Bakım Aşamaları

- Hatların ve kabloların hasar ve sıkı oturma açısından kontrolü ve bakımı yapılır.
- Güç kablolarında hasarlı olup olmadığının kontrolü ve bakımı yapılır.
- Güç kablolarına ait kablo kelepçelerinin sıkı oturup oturmadığının kontrolü ve bakımı yapılır.

2.3.2. İzolasyon Direnci ve Toprak Hattının Bakımı

- İzolasyon ölçüm cihazıyla izolasyon direnci kontrol edilir ve bakımı yapılır.
- Toprak hattı test cihazıyla toprak hattının kontrolü ve bakımı yapılır.

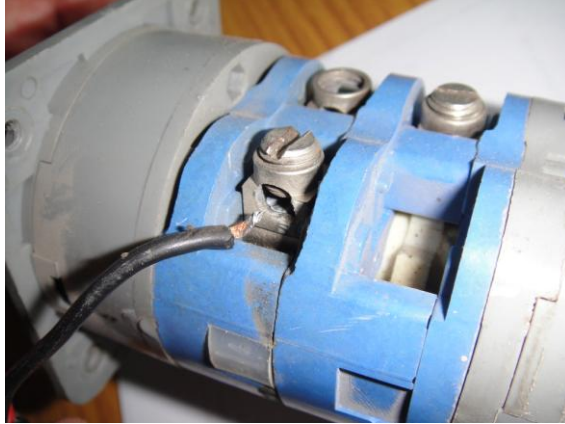
2.4. KABLO BAĞLANTILARININ BAKIMI

Güç ve iletişim kabloları bağlantı noktaları veya ek noktalarının sıklık, renk, şekil kontrolleri göz ve elle yapılır. Herhangi bir sorun tespit edildiğinde talimatnameye uygun işlemler yapılır.

Ayrıca topraklama bağlantıları dört beş noktada mevcuttur. Bunların oksitlenme veya deforme olmadıklarına bakılır.

Güç Kablolarındaki Bağlantıların Kontrolü ve Bakımı

- Kablo pabuçlu güç ve topraklama kablo bağlantılarının sıkma torkları kontrol edilir ve bakımı yapılır.
- Güç kablolarındaki bağlantı klemenslerinin sıkı oturup oturmadığı kontrol edilir.



Resim 2.9: Bağlantı sorunları

UYGULAMA FAALİYETİ

Rüzgâr türbini ve güç panosu bakımını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Öğretmeninizin gözetiminde talimatnamelere uygun olarak güç panosu kapağını açınız.➤ Pano içerisindeki kartları sırayla sökünüz. Kart üzerinde bulunan elemanlarda ısıdan dolayı renk ve şekil değişiminin olup olmadığını kontrol ediniz. Varsa öğretmeninizden alacağınız talimatname doğrultusunda gerekli işlemleri yapınız.➤ Kart bağlantı noktasında oksitlenme kontrolü yapınız. Varsa uygun kimyasal spreyle temizleyiniz ve kartı yerine takınız.➤ Pano içinde bulunan kablolarda ısı kaynaklı renk ve şekil değişikliği olup olmadığını kontrol ediniz. Varsa talimatnameye uygun hareket ediniz.➤ Kablo bağlantı noktalarında sıkılık kontrolü yapınız. Gevşeklik varsa sıkılaştırınız.➤ Rüzgâr türbininde bulunan topraklama hatlarını kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Güvenlik önlemlerini alınız. Sistemi bakım moduna alınız. Baret, eldiven, güvenlik askısı, ışık ve telsiz/telefon gibi malzemeleri bulundurunuz.➤ Genellikle böyle bir durumda kartın değişmesi gerekir ve eski kart üreticiye arıza sebebinin araştırılması için gönderilir.➤ Kartın yerine tam olarak oturup oturmadığından emin olunuz.➤ Genellikle kablo aynı özelliklerde yenisi ile değiştirilerek eski kablo arıza sebebi araştırılmak üzere üreticiye gönderilir.➤ Sıkılaştırma işleminde uygulanacak tork talimatnamede belirtilmiştir.➤ Türbinde bulunan en az 3 adet topraklama hattı dikkatlice kontrol edilir.

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. Güç panosu kapağını açtınız mı?		
2. Pano içerisindeki kartları sırayla söktünüz mü?		
3. Kart bağlantı noktasında oksitlenme kontrolü yaptınız mı?		
4. Pano içinde bulunan kablolarda ısı kaynaklı renk ve şekil değişikliği olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
5. Kablo bağlantı noktalarında sıkılık kontrolü yaptınız mı?		
6. Rüzgâr türbininde bulunan topraklama hatlarını kontrol 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 cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Türbin güç panosu kule içinde birden fazla yerde olabilir.
2. () Türbin güç panosunun görevlerinden biri de aç kontrolü yapmaktır.
3. () Bağlantı noktası gevşek olan kablolar tornavida ile göz kararı sıkılır.
4. () Besleme kabloları hareket etmeyecek şekilde sabitlenir.
5. () Türbin güç panosunda bir tane topraklama hattının bulunması gerekir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz yada cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuda faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Rüzgâr türbini kontrol panosu parçalarını tanıyabilecek ve bakımını yapabileceksiniz.

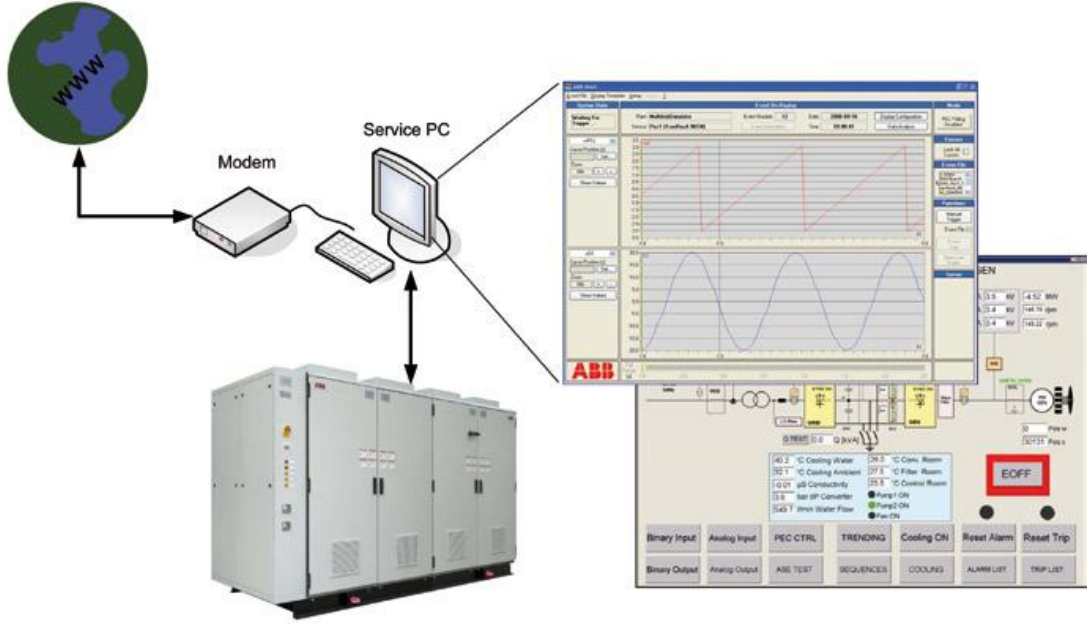
ARAŞTIRMA

- Bölgemizde rüzgâr türbinlerini geziniz.
- Kontrol panelleri hakkında bilgi toplayınız.
- İnternet üzerinden rüzgâr türbini kontrol panosu parçalarını inceleyiniz.

Bu araştırmaları yapmak için çevrenizde rüzgâr türbini, sanayi kuruluşu, büyük kapalı alanlar da inceleme yapınız. Bu araştırmalar için eğitim kurumlarından (üniversite ve mesleki öğretim veren ortaöğretim kurumları), kütüphanelerden veya internet ortamından yararlanabilirsiniz.

3. TÜRBİN KONTROL PANOSUNUN BAKIMI

Rüzgâr türbinlerindeki kontrol sistemlerinin amacı, parametreleri kontrol ederek türbin faaliyetlerini bütün iklim ve rüzgâr koşullarında en verimli enerji üretecek şekilde optimize etmeyi sağlamaktır.



Şekil 3.1: Rüzgâr türbini kontrol sistemi

Kontrol panoları naselin içinde ve kulenin içinde olmak üzere iki adettir. Nasel içerisindeki PLC türbinin kontrollerini yapar ve kulenin girişinde bulunan ana PLC'ye bilgileri yollar. Haberleşme fiber optik kablolarla yapılır.

Kule içerisinde veya nasel içerisinde bir kapı açıldığında sistem otomatik olarak çalışmayı durdurarak hem işletmeciye hem de Türkiye merkez bayii ve yurt dışı imalatçı firmaya haber vermektedir.

3.1. Türbin Kumanda Panosu İçindeki Elemanları Test Etmek

Senkron çalışan rüzgâr türbinlerindeki kontrol sistemleri ana işlem birimine bağlı olarak çalışan, kabin üzerinde bulunan meteorolojik verileri algılayan, sensörlerden gelen bilgiye göre kanat açısını ayarlayan **açı kontrol sistemi**, rüzgâr türbini kabinini rüzgâr yönüne göre döndüren **yön kontrol sistemi**, çok yüksek hızlardaki rüzgârlarda, fırtınada türbini güvenli bir şekilde devre dışı bırakmaya yarayan **fırtına kontrol sistemi**, elektrik şebekesinin durumunu algılayıp şebekeye giriş çıkışını kontrol eden **şebeke kontrol sistemi**, üretcin ürettiği elektriğin voltaj, akım ve frekansını denetleyen **üreteç kontrol sistemi**, dünyanın herhangi bir noktasından denetim yapmaya imkân sağlayan ve türbinlerin kendine kendine arıza bildiriminde kullanılan **uzaktan erişim kontrol sistemi** birimlerinden oluşmaktadır.

Türbin kontrol panosu içerisinde bulunan ana parçalar şunlardır:

- PLC
- GPRS (uzaktan kumanda ve izleme)

- Akü şarj cihazı
- Kumanda röle ve kontaktörleri
- Dokunmatik panel



Resim 3.2: Kontrol panosu kullanımı

Rüzgâr türbinlerinde kumanda panosu içerisindeki elemanlar otomatik olarak sistem tarafından kontrol edilir. Arıza sinyali verildiğinde yenisi ile temizlenir.

3.2. Türbin Kumanda Panosu İçindeki Elemanların Bakımını Yapmak

Rüzgâr türbini kontrol panoları içerisinde bulunan elemanlar sistem tarafından kontrol edilmektedir. Arızalar sistem tarafından bildirilir. Arıza olduğunda sistem alarm koduna geçer.



Resim 3.3: Teknisyenin kumanda panosunu bakımı

Kontrol panosu içinde bulunan modüller bakım esnasında sökülerek el ve gözle sıklık, renk, sıcaklık ve oksitlenme kontrolleri yapılır.



Resim 3.4: Teknikerin kumanda panosunu kullanımı

Kesintisiz güç kaynağındaki (UPS) akülerin kapasitesini kontrol etmek için UPS'nin otomatik testini kullanılır.

- UPS'deki "Test" şalterine iki bip sesi duyulana kadar basılır.
- UPS'nin otomatik testi başlatılır.
- Bağlı tüketiciler kısa bir süre için akülerden beslenir. "Batteriestrom" (Batarya akımı) LED'i yanar.
- Otomatik test başarıyla sonuçlanmazsa aküler değiştirilmelidir.
- Bu durumda UPS bir dakika süreyle kısa bip sesleri çıkarır ve (Bataryayı değiştirin.) LED'i yanar.

3.3. Kumanda Kablolarının Bakımını Yapmak

Kumanda kabloları 1. ve 4. bakımda kontrol edilir. Kablo bakımında kablolarda ısıdan dolayı renk değişiminin olup olmadığı, kablo izolasyonunda şekil değişikliğinin olup olmadığı, topraklama kablolarının her biri tek tek kontrol edilir. Bağlantı noktalarında gevşeklik kontrolü yapılır. Herhangi bir sorun tespit edildiğinde talimatnameye göre işlem yapılır.

3.3.1. Hatların ve Kabloların Hasar ve Sıkı Oturma Açısından Kontrolü ve Bakımı

- Kumanda hatları ve güç kablolarında hasar olup olmadığı kontrol edilir ve bakımı yapılır.
- Kumanda kablolarına ait kablo kelepçelerinin sıkı oturup oturmadığı kontrol edilir ve bakımı yapılır.
- Kumanda hatlarının sabitlemesi kontrol edilir ve bakımı yapılır.

3.3.2. İzolasyon Direnci ve Toprak Hattının Kontrolü ve Bakımı

- İzolasyon ölçüm cihazıyla izolasyon direnci kontrol edilir ve bakımı yapılır.
- Toprak hattı test cihazıyla toprak hattı kontrol edilir ve bakımı yapılır.



Resim 3.5: Kumanda elemanları ve kabloları

3.4. Kablo Bağlantılarının Bakımını Yapmak

RT'lerde kontrol panosu kablo bağlantıları 1 ve 4. bakımlarda yapılır.

Rüzgâr türbinlerinde kontrol panolarının kablo bağlantılarının bakımı aşağıdaki şekilde yapılmalıdır:



Resim 3.16: Kablo bakımı yapan teknik personel

- Kablolar kablo toplama yerinde toplanır.
- Nasil devamlı sağa veya sola üç tur dönebilir. Bu dönme sırasında kabloların kırılma ve sıkışma yapmaması için belli bir S verilmiştir. S kontrol edilmelidir.
- Topraklama bağlantıları dört beş noktada mevcuttur. Bunların oksitlenme veya deforme olmadıklarına bakılır.
- Her bir kablo için kulenin üst kısmında kablo çorabı denen özel tutucular tarafından askıda kalmalıdır.

- Kuleden aşağıya inen kablolar bir buçuk metre aralıklarla kablo tutucular tarafından gövdeye tutturulmuştur.
- Aynı şekilde kablo tutucuda da zaman içerisinde gevşemekte ve eskimektedir. Bunların da bakımı yapılması gerekir.
- İletişim kabloları bağlantı noktaları veya eklenme noktalarının sıklık, renk, şekil kontrolleri göz ve elle yapılır.
- Tüm bağlantılar ve kumanda hatlarının sıkı oturup oturmadığını kontrol edilir ve bir tornavidayla sıkılır.
- Fiber optik kabloların bağlantıları elle sıkılır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Türbin kontrol panosu içerisinde kontrol işlem basamakları çalışma uygulamasını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Öğretmeninizin gözetiminde talimatnamelere uygun olarak kumanda panosu kapağını açınız.➤ Pano içerisindeki kartları sırayla sökünüz. Kart üzerinde bulunan elemanlarda ısıdan dolayı renk ve şekil değişiminin olup olmadığını kontrol ediniz. Varsa öğretmeninizden alacağınız talimatname doğrultusunda gerekli işlemleri yapınız.➤ Kart bağlantı noktasında oksitlenme kontrolü yapınız. Varsa uygun kimyasal spreyle temizleyiniz ve kartı yerine takınız.➤ Pano içinde bulunan kablolarda ısı kaynaklı renk ve şekil değişikliği olup olmadığını kontrol ediniz. Varsa talimatnameye uygun hareket ediniz.➤ Kablo bağlantı noktalarında sıkılık kontrolü yapınız. Gevşeklik varsa sıkılaştırınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Güvenlik önlemlerini alınız. Sistemi bakım moduna alınız. Baret, eldiven, güvenlik askısı, ışık ve telsiz/telefon gibi malzemeleri bulundurunuz.➤ Genellikle böyle bir durumda kartın değişmesi gerekir ve eski kart üreticiye arıza sebebinin araştırılması için gönderilir.➤ Kartın yerine tam olarak oturup oturmadığından emin olunuz.➤ Genellikle kablo aynı özelliklerde yenisi ile değiştirilerek eski kablo arıza sebebi araştırılmak üzere üreticiye gönderilir.➤ Sıkılaştırma işleminde uygulanacak tork talimatnamede belirtilmiştir.

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. Kumanda panosu kapağını açtınız mı?		
2. Pano içerisindeki kartları sırayla söktünüz mü?		
3. Kart bağlantı noktasında oksitlenme kontrolü yaptınız mı?		
4. Pano içinde bulunan kablolarda ısı kaynaklı renk ve şekil değişikliği olup olmadığını kontrol ettiniz mi?		
5. Kablo bağlantı noktalarında sıkılık kontrolü yaptınız 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 soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Kontrol ünitesi aşağıdakilerden hangisini kontrol etmez?
 - A) Açık kontrolü
 - B) Yol kontrolü
 - C) Şebeke kontrolü
 - D) Üretilen elektriğin frekans kontrolü
2. Kontrol ünitesi nerededir?
 - A) Şalt sahasında
 - B) Hub' ın içerisinde
 - C) Kulenin içerisinde
 - D) Ana kumanda merkezinde
3. Nasel sağa yada sola en fazla kaç tur dönebilir?
 - A) 1 tur
 - B) 2 tur
 - C) 3 tur
 - D) 4 tur
4. Naselden gelen kablolar aşağıya inerken kaçar metre aralıklarla tutuculara sabitlenir?
 - A) 1 metre
 - B) 1,5 metre
 - C) 3 metre
 - D) 6 metre
5. İzolasyonu ısıdan dolayı şekil değiştiren kablo için aşağıdakilerden hangisi yapılır?
 - A) Kablo test edilir, iletim varsa bir şey yapılmaz.
 - B) Şekil değiştiren kısım izole bantla kapatılır.
 - C) İletken görünmüyorsa bir şey yapılmaz.
 - D) Kablo yenisi ile değiştirilir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarı ile karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz yada cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuda faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

AMAÇ

Rüzgâr türbini güç ünitesi içerisindeki temizliği yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bölgemizde rüzgâr türbinlerini geziniz.
- Cıvata sıkım metotlarını araştırınız.
- Cıvatalı birleştirmeler hakkında bilgi toplayınız.
- İnternet üzerinden rüzgâr türbini montaj aşamalarını inceleyiniz.

Bu araştırmaları yapmak için çevrenizde, rüzgâr türbini, sanayi kuruluşu, büyük kapalı alanlarda (kapalı kazar yeri vb.) inceleme yapınız. Bu araştırmalar için eğitim kurumlarından (üniversite ve mesleki öğretim veren ortaöğretim kurumları), kütüphanelerden veya internet ortamından yararlanabilirsiniz.

4. GÜÇ ÜNİTESİNİN TEMİZLİĞİ

Rüzgâr türbinleri mekanik, elektrik, elektronik sistemleri içerisinde bulunduran komplike sistemlerdir. Bu sistemler karmaşık olduğu kadar pahalı ve hassas sistemlerdir. Bu sistemlerin herhangi bir yerinde olacak arıza tüm sistemi çalışmaz hâle getirmektedir. Bilindiği gibi toz ve nem, elektrik - elektronik sistemlerin en büyük düşmanıdır. Aynı zamanda toz ve nem mekanik sistemleri çok olumsuz etkilemektedir. Rüzgâr türbinleri açık sahada rüzgâr ve hava koşullarının çok sert geçtiği yerlerde hizmet vermektedir. Çalışma şartlarının çok zor olduğu ve çalışma prensipleri çok hassas olan rüzgâr türbinlerinde temizlik çok önemlidir. Rüzgâr türbinleri açık hava şartlarında olmasına türbin elemanları çalışma şartlarını azami olarak sağlamak zorundadır. Rüzgâr türbinleri güç ünitesi çalışma şartlarını tam olarak sağlaması için ısınmaya ve toza karşı klimalı ısınmaya karşı ise su soğutmalı olarak yapılmıştır. Aynı zamanda hava filtre sistemleri de konarak içeriye toz ve benzeri zararlı maddelerin girmesi engellenmektedir.



Resim 4.1: Güç ünitesi genel görünüm

4.1. Güç Ünitesinin Toz Kontrolü

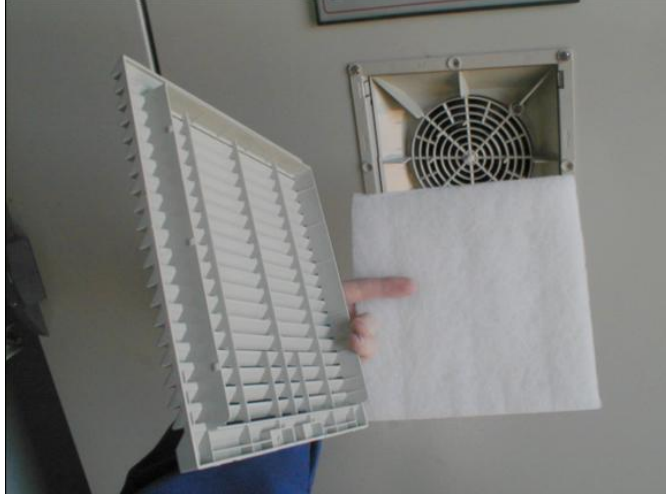
Güç ünitesinin temizlik ve bakımı rüzgâr türbininin verimli çalışması için çok önemlidir. İmalat sırasında tüm şartlar göz önüne alınarak yapılan bu sistemler dikkatli ve çalışma prensiplerine uygun olarak kullanılmalıdır.

Elektronik aksamın en önemli düşmanı tozdur. Bu nedenle temizlik önemlidir. Güç ünitesinin toz kontrolünde havalandırma filtreleri temizlenir.

Güç panolarında temizlik ve toz kontrolü kapağı açtığımızda öncelikle göz ile kontrol yapılarak genel duruma bakılır.

4.1.1. Rüzgâr Türbininin Klima ve Havalandırma Bakımlarının Yapılması

- Havalandırma filtreleri değiştirilir.
- Rüzgâr türbinlerinde tozlanmayı önleyici spreylere kapak ve bölümlerde kullanılmaktadır.
- Gevşek, kuru kirleri temizlemek için bir elektrik süpürgesi kullanılır.
- Gresli ve yağlı yerler bir temizlik maddesiyle temizlenir.



Resim 4.2: Hava filtresi değiştirilmesi

4.1.2. Hava Filtresi Kartuşlarının Değişimi

- Havalandırma ızgarası çıkartılır.
- Arkada yer alan filtre kartuşu değiştirilir.
- Havalandırma ızgarası temizlenerek yerine takılır.

4.1.3. Korozyon Koruması Bakımı

- Korozyona uğramış parçaları veya yerleri korozyondan arındırılır.
- Ardından etkin bir korozyon koruyucusu uygulanır.
- Hasarlı boyalar düzeltilir.
- şalt dolabının kapatılabildiğinden emin olunur.



Resim 4.3: Rüzgâr türbininde temizlik

4.1.4. Son Kontrol

Periyodik bakım çalışmaları tamamlandıktan sonra panonun işletmeye uygun duruma getirilmelidir. Bunun için şalt dolabını kilitleyin. Gerekliyse sökülen korkuluk parçaları yerine takılır.

4.2. Güç Ünitesinin Parça Kontrolü

Rüzgâr türbinleri pahalı, çalışma şartları zor makinelerdir. Şartları uygun olduğunda devamlı çalışmalı ve hizmet vermelidir. Bu sebepten asgari yedek parça ve ekipmanları rüzgâr tarlası içerisinde olmalıdır.

Aşağıda verilen parça listesi bir türbinin güç ünitesi için asgari bulunması gereken parça listesidir.

- Kontak spreyi
- Antifriz
- Silikon sprey
- Geri dönüş filtresi
- Kombine filtre elemanı
- Hava filtresi pedi
- Conta
- Hava filtresi
- Yağ numune analiz seti
- Kesintisiz güç kaynağı için batarya,
- Paratoner için kontak kömürü
- Kabin cıvatalarının emniyet somunu lastik takozu
- Kabin cıvatalarının emniyet somunu

UYGULAMA FAALİYETİ

Türbin güç ünitesinin temizlik uygulamasını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Öğretmeninizin gözetiminde talimatnamelere uygun olarak güç panosu kapağını açınız.➤ Pano içerisinde bulunan filtreleri sökerek temizliğini yapınız.➤ Sökülen filtrenin içerisindeki filtre kartuşunu değiştiriniz.➤ Pano üzerindeki pad'i değiştiriniz.➤ Panoyu takarken sızdırmazlık spreyi kullanınız.➤ Pano içerisinde bulunan korozyonlu kısımları temizleyerek boyayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Güvenlik önlemlerini alınız. Sistemi bakım moduna alınız. Baret, eldiven, güvenlik askısı, ışık ve telsiz/telefon gibi malzemeleri bulundurunuz.➤ Kaba pislikleri elektrikli süpürgeyle, tozları toz emici bezlerle ve yağlı kısımları sıvı temizleyicilerle temizleyiniz.➤ Speyler tüm açılan kapak kısımlarında kullanılır.➤ Korozyonlu kısımlar mutlaka temizlenerek boyanmalıdır.

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. Güç panosu kapağını açtınız mı?		
2. Pano içerisinde bulunan filtreleri sökerek temizliğini yaptınız mı?		
3. Sökülen filtrenin içerisindeki filtre kartuşunu değiştirdiniz mi?		
4. Pano üzerindeki pad'i değiştirdiniz mi?		
5. Panoyu takarken sızdırmazlık spreyi kullandınız mı?		
6. Pano içerisinde bulunan korozyonlu kısımları temizleyerek boyadınız 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 soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Elektrik sistemlerde en önemli arıza sebeplerinden biri aşağıdakilerden hangisidir?
A) Çok çalışmak
B) Toz ve nem
C) Bekleme süresinin uzunluğu
D) Kullanım hatası
2. Rüzgâr türbinleri güç ünitesinin havalandırılması nasıl yapılır?
A) Kapıda yapılır.
B) Pencere vasıtası ile olur.
C) Klima ve havalandırma kanalı ile
D) Havalandırmaya gerek yoktur.
3. Rüzgâr türbininde gevşek tozlar nasıl temizlenir?
A) El ile
B) Üfleyerek
C) Elektrikli süpürge ile
D) Bez ile
4. Aşağıdakilerden hangisi güç ünitesi içerisinde tozlanmayı önlemek için alınan önlemlerden değildir?
A) Havalandırma filtresinin değiştirilmesi
B) Kapaklara spreyleyilmesi
C) Kapıların iyi kapatılması
D) Deliklerin iyi kapatılması
5. Aşağıdakilerden hangisi güç ünitesinin parça kontrol listesinde olması gerekenlerden değildir?
A) Silikon spreyleyilmesi
B) Balata
C) Kesintisiz güç kaynağı için batarya
D) Hava filtresi

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

Rüzgâr türbini bakım ve servis kurallarına uygun olarak güç ünitesi bakımını yapınız.

Yapılacak çalışmalar	Tip				✓
	1	2	3	4	
Hasarlar açısından harici görsel kontrol	X		X	X	
Dahili görsel kontrol	X		X	X	
Hatların ve kabloların hasar ve sıkı oturma açısından kontrolü	X		X	X	
İnverter alanındaki soğutma hatlarının görsel kontrolü	X		X	X	
Yoğuşma suyu tahliye hortumlarının kontrolü	X	X	X	X	
Ana şalterin kontrolü	X			X	
Trafoaların kontrolü	X			X	
Güç kablolarındaki bağlantıların kontrolü	X		X	X	
Kumanda hatlarındaki bağlantıların kontrolü	X		X	X	
İzolasyon direnci ve toprak hattının kontrolü				X	

Yapılacak çalışmalar	Tip				✓
	1	2	3	4	
Şalt dolaplarının harici görsel kontrolü	X		X	X	
Potansiyel eşitlemesinin kontrolü	X		X	X	
Topbox'a/taşıyıcı çerçevelere ait vidalı bağlantıların kontrolü	X		X	X	
Taşıyıcı çerçeveye/jeneratör taşıyıcısına ait vidalı bağlantıların kontrolü	X		X	X	
Şalt dolaplarının dahili görsel kontrolü	X		X	X	
Elektrik bağlantılarının kontrolü	X			X	
Elektrik hatlarının kontrolü	X		X	X	
Prizlerin kontrolü	X		X	X	
Mobil kumanda terminalinin fonksiyon kontrolü	X		X	X	
İzolasyon direnci ve toprak hattının kontrolü				X	
Koruma ve denetim cihazlarının fonksiyon testi	X		X	X	
Mevcut kaçak akım koruma şalterlerinin fonksiyon testi	X	X	X	X	
Şalt dolaplarındaki hava filtresi kartuşunun değiştirilmesi			X	X	
Kapıların kilitlenebilirliğinin kontrolü	X	X	X	X	

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	C
3	C
4	B
5	B

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	Y
4	Y
5	Y

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	A
3	C
4	B
5	D

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	D
3	C
4	D
5	B

KAYNAKÇA

- Betriebs-Anleitung HYTORC AVANTI RÜZGÂR SANTRALİ İÇEREN ELEKTRİK SİSTEMLERİNDE ETKİLENMELER VE KISA-DEVRE İNCELEMESİ
- [1] E70 2,00 MW Technical Data Sheet,ENERCON GMBH, GERMANY, pp 19-31, 2006.
- [2] V80 2,00 MW Technical Data Sheet, VESTAS WIND SYSTEMS, DENMARK, pp 2-4, 2006.
- [3] DEWIND D8.2 2,0 MW Wind Converter Technical Brochure, UE ENERGY WIND LTD, UNITED KINGDOM, pp 3-7, 2006.
- [4] S70 / S77 1500 kW High-Efficiency Wind Turbines Product Data Sheet, NORDEX ENERGY GMBH, GERMANY, pp 4-5, 2005.
- [5] Technical specification of the SWT-1.3 MW-62 Wind Turbine, SIEMENS AG POWER GENERATION, GERMANY, pp 1-2, 2006.