

## DERS BİLGİ FORMU

|   |  |                       |                   |                 |
|---|--|-----------------------|-------------------|-----------------|
| <b>DERSİN ADI</b>                       | <b>ATÖLYE</b>  |                       |                   |                 |
| <b>DERSİN SINIFI</b>                    | 10. Sınıf  |                       |                   |                 |
| <b>DERSİN SÜRESİ</b>                    | Haftalık 9 Ders Saati  |                       |                   |                 |
| <b>DERSİN AMACI</b>                     | Bu derste öğrenciye; iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak yenilenebilir enerji temelli santrallerin kurulumu ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırılması amaçlanmaktadır.  |                       |                   |                 |
| <b>DERSİN ÖĞRENME KAZANIMLARI</b>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Güneş enerjisi(Fotovoltaik) santral alanını saha ölçümlerini yaparak kurulumu hazırlar.</li> <li>2. Güneş enerjisi(Fotovoltaik) panel sistemlerini yön ve açılarını ayarlayarak panellerin ve taşıyıcı sistemin montajını yapar.</li> <li>3. Güneş enerjisi(Fotovoltaik) santralının elektrik elektronik montajını yapar.</li> <li>4. Şebeke ve veri bağlantısını kontrol ederek test üretimi yapar.</li> <li>5. Küçük rüzgar türbinini temeli ve bağlantılarını yapar.</li> <li>6. Türbinin güç ve kontrol ünitesinin montajını yapar.</li> <li>7. Alıcı ile türbin arasındaki besleme hattını yapar.</li> <li>8. Küçük rüzgar türbinlerinin bakımını yapar.</li> <li>9. Hibrit(Güneş-Rüzgar) sistemin kurulumunu yapar.</li> </ol> |                       |                   |                 |
| <b>EĞİTİM-ÖĞRETİM ORTAM VE DONANIMI</b> | <p><b>Ortam:</b> Santral Kurulumu Atölyesi, Mekanik Atölyesi, Açık Alanlar</p> <p><b>Donanım:</b> Etkileşimli tahta/projeksiyon, bilgisayar, yazıcı/tarayıcı, görsel, bölge haritaları, fotovoltaik panel, evirici(inverter), şarj regülatörü,metal taşıyıcı (konstrüksiyon), küçük rüzgar türbin, direk kaldırma aparatı(tirfor) ve iş güvenliği ekipmanları sağlanmalıdır.</p>   |                       |                   |                 |
| <b>ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME</b>           | Bu derste; öğrenci performansı belirlemeye yönelik çalışmalar değerlendirilirken gözlem formu, derecelendirme ölçeği ve dereceli puanlama anahtarı gibi ölçme araçlarından uygun olanlar seçilerek kullanılabilir. Bunun yanında öz değerlendirme ve akran değerlendirme formları kullanılarak öğrencilerin, öğretimin süreç boyutuna katılmaları sağlanabilir.  |                       |                   |                 |
| <b>KAZANIM SAYISI VE SÜRE TABLOSU</b>   | <b>ÖĞRENME BİRİMİ</b>  | <b>KAZANIM SAYISI</b> | <b>DERS SAATİ</b> | <b>ORAN (%)</b> |
|   | Güneş Santral Alanının Hazırlanması  | 3                     | 36                | 11,11           |
|   | Güneş Enerjisi(Fotovoltaik) Panel Sistemlerinin Kurulumu   | 5                     | 72                | 22,22           |
|   | Güneş Enerjisi(Fotovoltaik) Santralının Elektrik Elektronik Montajı Yapımı   | 6                     | 50                | 15,43           |
|   | Şebeke ve Veri Bağlantısını Kontrol Etme   | 6                     | 45                | 13,88           |
|   | Rüzgar Türbini Kurulumu  | 6                     | 40                | 12,34           |
|   | Güç ve Kontrol Ünitesi Montajı   | 2                     | 9                 | 2,77            |

|                                       |  |          |            |            |
|---------------------------------------|--|----------|------------|------------|
| <b>KAZANIM SAYISI VE SÜRE TABLOSU</b> | <b>Alıcı ile Türbin Arasındaki Besleme Hattı</b> | 2        | 18         | 5,55       |
|                                       | <b>Küçük Rüzgar Türbinlerinin Bakımı</b>         | 3        | 27         | 8,33       |
|                                       | <b>Hibrit(Güneş-Rüzgar) Sistemin Kurulumu</b>    | 5        | 27         | 8,33       |
| <b>TOPLAM</b>                         |  | <b>9</b> | <b>324</b> | <b>100</b> |

| ÖĞRENME BİRİMİ   | KONULAR  | ÖĞRENME BİRİMİ KAZANIMLARI ve KAZANIM AÇIKLAMALARI  |
|--|--|---|
| <b>Güneş Santral Alanının Hazırlanması</b>                   | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Saha Ölçümleri Yapma İşlemi</li><li>2. Saha Topraklama Ağı Kurma İşlemleri</li><li>3. Yer Altı Kablo Sistemini Hazırlama İşlemleri</li></ol>  | <ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>Güneş santral sahası kot farkı, topraklama ölçümü yapar.</b><ul style="list-style-type: none"><li>• 2 ayrı referans noktası belirleyerek her noktada sahanın kot farkının ölçülmesi sağlanmalıdır.</li><li>• Belirlenen sahaya en uygun yerlere topraklama yapılması gerekliliği üzerinde durulmalıdır.</li></ul></li><li>2. <b>Saha topraklama ağını kurar.</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Topraklamanın önemi ve topraklama yapılmadığında oluşabilecek sorunlardan bahsedilmelidir.</li><li>• Belirlenen noktalara yapılacak ızgaraları mümkünse okulda hazırlanmalıdır.</li><li>• Sahadaki tüm topraklama noktalarını işaretleyerek topraklama direncinin ölçülmesi sağlanmalıdır.</li><li>• Topraklama noktaları bir proje şeklinde ölçülü bir şekilde çizdirilmelidir.</li></ul></li><li>3. <b>Yer altı kablo sistemini yapar.</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Yer altı kablolarının nereye geleceği ve nasıl yapılacağı öğrenciler ile birlikte planlanmalıdır.</li><li>• Yer altı kablo döşemesi yapılan yerlere yer altı kablo uyarı şeridi çekilmelidir.</li></ul></li></ol> |
| <b>Güneş Enerjisi(Fotovoltaik) Panel Sistemleri Kurulumu</b> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Fotovoltaik sistem yön ve açı belirleme işlemleri</li><li>2. Metal taşıyıcı(konstrüksiyon) montajı işlemi</li><li>3. Projeye uygun fotovoltaik panellerin montaj işlemleri</li><li>4. Projenin kablo bağlantı işlemleri</li><li>5. Fotovoltaik sistemin topraklama bağlantısı işlemleri</li></ol> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>Pusula ve açı ölçer ile en iyi ışınım alınan yeri belirleme işlemini yapar.</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Panellerin güneşe bakacak şekilde projenin planlanmasına dikkat edilmelidir.</li><li>• Bölgeye uygun ışınım açısını tespit ederken yakın bölgede kurulan fotovoltaik santrallerdeki panellerin açılarıyla uyumlu olmasına dikkat edilmelidir.</li></ul></li><li>2. <b>Tespit edilen yere temel ankrajı yapılarak belirlenen açığa uygun metal taşıyıcı(konstrüksiyon) montaj işlemini yapar.</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Beton ile güney yönünün 90 derecede olup olmadığına dikkat edilmelidir.</li></ul></li><li>3. <b>Metal taşıyıcı(konstrüksiyon) üzerine belirlenen fotovoltaik panellerin sabitlenmesi işlemini yapar.</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Konstrüksiyon üzerine gelen panellerin dizilimine dikkat edilmelidir.</li><li>• Fotovoltaik panellerin konstrüksiyon üzerinde sabitlendiğinden emin olunmalıdır.</li></ul></li></ol>   |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  |   | <p><b>4. Projeye uygun şekilde güneş enerjisi(fotovoltaik) panellerin seri,paralel bağlantılarını yapar.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Fotovoltaik panellerin bağlantısını yaparken seri bağlantılarla gerilim yükseleceğinden ara verme durumlarında güvenlik önlemlerinin alınmasına dikkat edilmelidir.</li><li>• Fotovoltaik panellerin bağlantısının projeye ve kullanılacak eviriciye(inverter) uygun olup olmadığına dikkat edilmelidir.</li><li>• Paralel bağlantısı yapılan fotovoltaik panellerin birbiri üzerinden akım geçirmemesine dikkat edilmelidir.</li><li>• Bağlantı yapılırken panellerin yapılarını bozabilecek bir kısa devre olmamasına dikkat edilmelidir.</li></ul> <p><b>5. Metal taşıyıcı(konstrüksiyon), güneş enerjisi(fotovoltaik) panellerin ve diğer tüm topraklama işlemlerini yapar.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Tüm topraklamaların birbirine bağlı olduğundan emin olunmalıdır.</li><li>• Topraklama dirençleri dikkatli bir şekilde ölçülmelidir.</li><li>• Uygun topraklama direnci sağlanamadığı takdirde topraklama işlemi baştan yapılmalıdır.</li></ul>   |
| <p><b>Güneş Enerjisi(Fotovoltaik) Santrallerinin Elektrik Elektronik Montajı</b></p> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Güç ünitesi montaj işlemleri</li><li>2. Tevzi(aktarım) pano montaj işlemleri</li><li>3. AG/OG panolarının montaj işlemleri</li><li>4. Güç kablolarını döşeme işlemleri</li><li>5. Veri kablolarını döşeme işlemleri</li><li>6. Güneş enerjisi(fotovoltaik) panel grubunu eviriciye(inverter) bağlama işlemleri</li></ol> | <p><b>1. Evirici(inverter), kesici, parafudr ve pano topraklama işlemlerini yapar.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Bağlanacak eviricinin(inverter) gücünün dikkatli bir şekilde hesaplandığına bakılmalıdır.</li><li>• Eviricinin kumanda panosunun kablo bağlantılarına dikkat edilmelidir.</li><li>• Eviriciye yapılan bağlantıların sağlamlığı kontrol edilmelidir.</li><li>• Evirici kumanda panosunun her türlü hava şartına uygun olup olmadığı kontrol edilmelidir.</li></ul> <p><b>2. Tevzi panosunun bara, kesici ve topraklama bağlantısını yapar.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Bağlantı yapılmadan önce hatta enerji olup olmadığı kontrol edilmelidir.</li><li>• Tevzi panolarına numara vererek bağlantıların kontrolü sağlanmalıdır.</li><li>• Bara bağlantılarının sağlamlığı kontrol edilmelidir.</li><li>• Kesicinin sisteme göre uygun olup olmadığını kontrol ediniz.</li><li>• Yapılan bağlantılardaki kabloların gevşek olmadığı kontrol edilmelidir.</li></ul> <p><b>3. Panolara mesnet izolatörlerini, bağlantı baralarını ve topraklama bağlantısını yapar.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Mesnet izolatörleri bağlantısı kontrol edilmelidir.</li><li>• Bara bağlantılarında gevşek bir bağlantı</li></ul> |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>olmadığından emin olunmalıdır.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Topraklama bağlantısı kontrol edilmelidir.</li></ul> <p><b>4. Tevzi panolar arası geçiş kablolarını ve tevzi pano ile AG panosu arasındaki bağlantıları yapar.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Güç kablolarının bağlantıları kontrol edilmelidir.</li><li>• Güç kablolarının kesitleri ölçülerek kontrol edilmelidir.</li></ul> <p><b>5. Üniteler ile tevzi pano arasına projede belirtilen veri kablolarının bağlantısını yapar.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Veri kablolarının testlerinin yapılmasına dikkat edilmelidir.</li><li>• Doğru veri kablosunun kullanılıp kullanılmadığı kontrol edilmelidir.</li></ul> <p><b>6. Güneş enerjisi(fotovoltaik) panel grubundan gelen her kabloya etiket yapıştırarak kabloları uygun soketle eviriciye bağlantısını yapar.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Panellerin bağlantısı yapılmadan önce voltmetre ile enerji gelip gelmediği kontrol edilmelidir.</li><li>• Panellerin bağlantısı yapılırken oluşabilecek arklara karşı önlem alınmalıdır.</li><li>• Paneller bağlanırken oluşacak arklardan sistemin zarar görmemesi için önlemler alınmalıdır.</li><li>• Panellerin projeye uygun bağlantısının yapılmasına dikkat edilmelidir.</li><li>• Yanlış bağlantı yapılıp yapılmadığı kontrol edilerek var ise kablolanın yeniden yapılması sağlanmalıdır.</li></ul> |
| <p><b>Şebeke ve Veri Bağlantısını Kontrol Etme ve Test Üretimi</b></p> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Şebeke kontrolü işlemleri</li><li>2. Eviriciyi(inverter) devreye alma işlemi</li><li>3. Veri bağlantı işlemleri</li><li>4. Güç ve kontrol ünitesinin genel kontrol işlemleri</li><li>5. Hareketli güneş enerjisi(fotovoltaik) panel sisteminin mekanik kontrol işlemleri</li><li>6. Test üretimini yaparak sistemin kontrol işlemleri</li></ol> | <p><b>1. Güç kontrol kartını kontrol ederek güç kabinlerini devreye alma işlemini yapar.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Güç kontrol kartı kontrol edilmeli herhangi bir toz vb. var ise temizlenerek işlem yapılmalıdır.</li><li>• Güç kabinleri devreye alındığı ilk anlarda izlenerek herhangi bir olumsuz durum yaşanıp yaşanmadığı kontrol edilmelidir.</li></ul> <p><b>2. Eviriciyi devreye alma işlemini yapar.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Eviriciyi devreye almadan önce tüm güvenlik önlemlerinin alındığından emin olunmalıdır.</li><li>• Eviriciyi devreye aldıktan sonraki ilk anlarda izlenmeli ve oluşabilecek arızaların ilk andaki izlenimle belirli olacağı unutulmamalıdır.</li><li>• Evirici devreye alındıktan sonra bağlı bulunan elemanlar kontrol edilmelidir.</li></ul> <p><b>3. Üniteler arası veri kablolarını döşeme işlemini yapar.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Veri kablolarına etiket verildiğinden emin olunmalıdır.</li></ul>   |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  |  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Etiketlenen veri kablolarının bilgisi bir kağıda yazılarak bir nüshası panoda bir nüshası saklanmak üzere ilgili kişilere verilmelidir.</li></ul> <p><b>4. Kesici bağlantı noktalarındaki gerilim ve akımı ölçerek üretilen gücün kontrolünü yapar.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kesici de ölçüm yaparken yüksek güç barındıran bir koruma elamanı olduğu unutulmamalıdır.</li><li>• Kesicinin ölçümleri yapılmadan önce tüm güvenlik önlemlerinin alındığından emin olunmalıdır.</li><li>• Kesici ölçümü yapılırken bağlantıları gevşetmemek ya da zarar vermemek gerektiği unutulmamalıdır.</li></ul> <p><b>5. Hareketli sistemdeki rulmanlar, bağlantı noktalarındaki kabloları, pistonların bağlantı pimleri ve ankraj bağlantı civatalarının kontrolünü yapar.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kontrolü yapılan elemanların arızalı olanları yenisiyle değiştirilmelidir.</li><li>• Kontrol edilirken bazı elemanların arızalanmadığı fakat aşınımına uğramış olduğu gözlenirse onunla ilgili gerekli önlemlerin ileride daha büyük bir aksaklığa yol açmaması için acilen alınmasına dikkat edilmelidir.</li></ul> <p><b>6. Eviricinin üretimini, ayırıcı ve kesici manevralarını yaparak bu işlemin SCADA üzerinden izleniminin kontrolünü yapar.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Evirici üretimi scada üzerinden kontrol edilmelidir.</li><li>• Scada üzerinden ayırıcı ve kesici manevraları izlenmelidir.</li><li>• Yapılan izlemelerde malzemelerde ya da sensörlerde herhangi bir problem var ise tespit edilerek düzeltilmelidir.</li></ul> |
|  |  | <p><b>1. Türbin direğine uygun temeli kazarak betonlama işlemleriyle sabitleme tablasını temele gömme yapar.</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Türbin direği çukuru hesabının projede kullanılacak direğe uygun olup olmadığı kontrol ettirilmelidir.</li><li>• Türbin direğinin çukurunu kazarken tüm güvenlik önlemlerinin alındığından emin olunmalıdır.</li><li>• Türbin temeline beton atılmadan önce tüm hazırlıkların yapılmış olmasına dikkat edilmelidir.</li><li>• Türbin temel betonu atılırken sürekli su terazisi ile temel kontrolü yapılmalıdır.</li><li>• Temel betonu tam olarak donmadan türbini dikme işlemi yapılmamasına dikkat edilmelidir.</li><li>• Türbin dikme işlemi aynı hafta içerisinde yapılacak ise betona hızlı dondurucu eklenmesi gerektiği unutulmamalıdır.</li></ul>   |

## Rüzgar Türbini Kurulumu

1. Türbin direği ve gergi tellerinin temel işlemleri
2. Direk ve kılavuz direğin montaj işlemleri
3. Bağlantı şemasına göre türbini ana direğe bağlama işlemi
4. Kanatları, gövde ve kuyruğu türbine bağlama işlemi
5. Yıldırımından koruma, topraklama, flaşör bağlantı işlemleri
6. Direğin kaldırılıp sabitlenmesi işlemi

- Gerekli değilse betona hızlı dondurucu eklenmemesine özen gösterilmelidir.
- 2. Türbin direği ile kılavuz direğin bağlantısını yapar.**
    - Kılavuz direğin tam ve sağlam bir şekilde türbin direğine bağlandığından emin olunmalıdır.
    - Kılavuz direkten geçen halat hesaplanmalıdır.
    - Kılavuz direği tirfora bağlama yöntemlerinden en uygun olanı seçilmelidir.
    - Kılavuz direk kaldırılmadan önce tüm güvenlik önlemlerinin alındığından emin olunmalıdır.
  - 3. Türbin kablolarını bağlayarak türbin kafasını direğin başına bağlar.**
    - Türbin kablolarının bağlantılarının yapılmadan önce türbin direği içerisinden geçirilmesi unutulmamalıdır.
    - Türbin kablolarını ana direğe bağlarken kırılma ya da bozulma olmamasına dikkat edilmelidir.
    - Türbine bağlanan kabloların türbin döndüğünde zarar görüp görmediği kontrol edilmelidir.
    - Türbini ana direğe bağladıktan sonra civataların sıkılığı kontrol edilmelidir.
  - 4. Türbin kanatlarını, türbinin burnu ve kuyruğunun bağlantısını yapar.**
    - Türbin kanatlarının bağlantıları kontrol edilmelidir.
    - El ile döndürme yapılarak kanatların bağlantılarının sıkılığı kontrol edilmelidir.
    - Türbinde en çabuk yıpranan malzemenin kanatlar olduğu unutulmamalıdır.
    - Türbin kuyruğu yekpare değil ise bağlantısının sağlamlığı kontrol edilmelidir.
    - Türbin kuyruğunun doğru rüzgar yönüne döndürme yapıp yapmadığı kontrol edilmelidir.
  - 5. Yıldırımından koruma ve topraklama işlemlerini yapar.**
    - Yıldırımından koruma elemanının montajının uygun yere yapıldığından emin olunmalıdır.
    - Topraklama işleminin doğru olup olmadığını kontrol etmek amacıyla toprak direnci ölçülmelidir.
    - Toprak direnci uygun değilse topraklama işlemi tekrardan gözden geçirilmelidir.
  - 6. Gergi halatlarını bağlayarak direği dikkatli ve kontrollü bir şekilde kaldırma işlemini yapar.**
    - Gergi halatlarının boşluklarının alındığından emin olunmalıdır.
    - Direk kaldırılmadan önce tüm iş güvenliği ve sağlığı tedbirlerinin alındığından emin olunmalıdır.
    - Direk kaldırılmadan önce gergi tellerinin bağlantıları kontrol edilmelidir.

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Direk kaldırılırken işlemlerin adım adım kontrollü bir şekilde yapılmasına dikkat edilmelidir.</li><li>• Direk kaldırılırken tirforun başında bulunan kişiler hariç herkes türbin etki alanı dışından izleme yapabilmelidir.</li></ul>  |
| <b>Güç ve Kontrol Ünitesinin Montajı</b>                  | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Güç ünitesinin montajı işlemleri</li><li>2. Kontrol ünitesinin montajı işlemi</li></ol>            | <ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>Projeye uygun evirici(inverter) ve akü bağlantısını yapar.</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Evirici bağlantısı yaparken kablolarla etiket verildiğinden emin olunmalıdır.</li><li>• Evirici bağlantısını yapmadan önce kabloların uygunluğu kontrol edilmelidir.</li><li>• Akü bağlantısı yapılmadan önce tüm güvenlik önlemleri alınmalıdır.</li><li>• Akü bağlantısı yapılırken oluşabilecek arklara dikkat edilmelidir.</li></ul></li><li>2. <b>Kontrol ünitesinin montajını yapar.</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Projeye uygun şekilde evirici var ise evirici yok ise şarj düzenleyici bağlantısı yaptırılabilir.</li></ul></li></ol> |
| <b>Alıcı İle Türbin Arasındaki Besleme Hattı Kurulumu</b> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Besleme hattını çekme işlemi</li><li>2. Kablo kontrol klemens kutusunu monte etme işlemi</li></ol> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>Türbin direği ile alıcı arasındaki besleme hattı kanalını açarak projeye uygun kabloları kanala yerleştirir ve kanalı kapatır.</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Açılan hatta kapatırken güvenlik şeridi çekilmelidir.</li><li>• Kablo kanalları ve kablolar dikkatli bir şekilde döşenmelidir.</li></ul></li><li>2. <b>Klemens kutusunu monte ederek projeye uygun sayıda klemensi kutuya montaj eder.</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Klemens bağlantılarının sağlamlığı kontrol edilmelidir.</li><li>• Klemenslerin aşınmamış ya da ark oluşturmayacak şekilde olmasına özen gösterilmelidir.</li></ul></li></ol>                          |
|   |   | <ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>Türbin direğini indirme işlemi güvenli bir şekilde yaptıktan sonra türbini direktten ayırır.</b><ul style="list-style-type: none"><li>• Türbini indirmeye başlamadan önce tüm güvenlik önlemlerinin alındığından emin olunmalıdır.</li><li>• Türbin indirilmeden önce tirforun başındaki kişi haricindeki herkes türbin etki alanından uzakta olduğundan emin olunmalıdır.</li><li>• Türbin indirilmeye başlandığında gergi tellerinin ankrajdan bağlantılarının gevşetildiğinden emin olunmalıdır.</li></ul></li></ol>   |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p><b>Küçük Rüzgar Türbinlerinin Bakımını Yapma</b></p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rüzgar türbin direğini güvenli bir şekilde indirme ve türbinden ayırma işlemi</li> <li>2. Rüzgar türbini mekanik bakım işlemi</li> <li>3. Rüzgar türbini elektrik bakımı işlemi</li> </ol>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Türbin indirilirken gerger telleri de adım adım izlenmelidir.</li> <li>• Türbin indirilirken hızlı hareket edilmemeli adım adım yapılmalıdır.</li> <li>• Türbin indirme işlemi tam olarak bittiğinden emin olunmadan türbine yaklaşılmamalıdır.</li> <li>• Türbin tam olarak indirildiğinde öncelikle öğretmenin sahayı kontrol etmesine dikkat edilmelidir.</li> <li>• Türbini direktten ayırırken türbini taşıyan mekanik elemandan ayrılacağı unutulmamalıdır.</li> </ul> <p><b>2. Rüzgar türbini parçalarını birbirinden ayırdıktan sonra arızalı parçaları tespit edip değişmesi gereken parçaları değiştirir.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mekanik parçaların aşınımına uğrayanları kısa zamanda bozulacak durumda ise değiştirilmesine dikkat edilmelidir.</li> </ul> <p><b>3. Rüzgar türbininin elektrik bağlantılarını elle, gözle ve ölçü aleti ile kontrol ederek zarar görmüş bağlantıları tamir eder.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Türbinin elektrik bağlantılarını kontrol etmeden önce türbinin dönmeyeceği bir ortamda bulunduğuna dikkat edilmelidir.</li> <li>• Bakım yapılmadan önce hatta enerjinin olup olmadığı kontrol edilmelidir.</li> </ul> |
| <p><b>Hibrit(güneş-rüzgar) Sistem Kurulumu</b></p>      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hibrit sistemin üzerinde belirlenmiş yere kumanda panosunu bağlama işlemi</li> <li>2. Kumanda panosu besleme kablosunu bağlama işlemi</li> <li>3. Güneş sehpa üzerinde belirlenmiş yere evirici montaj işlemi</li> <li>4. Evirici kumanda panosunun montaj işlemi</li> <li>5. Akü sistemini kurma işlemi</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Kumanda panosuna projeye uygun elemanları yerleştirerek bağlantılarını yapar.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Panoya yerleştirilen elemanların proje uygunluğu kontrol edilmelidir.</li> <li>• Panoya yerleştirilen elemanların sağlamlığı kontrol edilmelidir.</li> </ul> </li> <li><b>2. Kumanda panosuna besleme kablosunu bağlama işlemini yapar.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Panoya bağlantı kablosu yapılırken enerji olmadığından emin olunmalıdır.</li> </ul> </li> <li><b>3. Evirici montaj yerini hazırlayarak eviriciyi montaj eder.</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evirici montajını yapmadan önce yerin projeye uygunluğu kontrol edilmelidir.</li> <li>• Evirici montajının yapıldığı yerin sıcaklığına dikkat edilmelidir.</li> <li>• Eviricinin yüksek sıcaklıklarda fotovoltaik paneller enerji üretse dahi kendini kapatarak enerji üretmeyeceği ya da aküleri beslemeyeceği göz önünde bulundurularak yer seçimi yapıldığından emin olunmalıdır.</li> <li>• Evirici yerinin sorumlu kişilerin müdahale edebileceği yerler de olması gerektiği</li> </ul> </li> </ol>   |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>unutulmamalıdır.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eviriciye yapılan bağlantıların tam ve sağlam olmasına dikkat edilmelidir.</li> </ul> <p><b>4. Kumanda panosu ile çevirici arasındaki bağlantıyı yapar.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bağlantıların gevşek olmamasına dikkat edilmelidir.</li> <li>• Bağlantıların etiketli olmasına dikkat edilmelidir.</li> <li>• Bağlantılar yapılırken ark meydana gelebileceği ve buna göre önlem alınması gerekliliği unutulmamalıdır.</li> </ul> <p><b>5. Aküleri projede belirtilen yerlerine yerleştirip seri ve paralel bağlantı işlemlerini yapar.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Akülerin bağlantısını yaparken birbiri üzerine yük oluşturmaması bunun için akülerin aynı doluluk ve özellikte olduğuna dikkat edilmesi gerektiği unutulmamalıdır.</li> <li>• Akülerin bağlantısı yapılırken ark meydana gelebileceği ve buna göre önlem alınması gerekliliği unutulmamalıdır.</li> </ul> |
|--|--|--|

### UYGULAMA FAALİYETLERİ/TEMRİNLER

Uygulama faaliyeti/temrinler; ders kazanımına uygun olarak okulun fiziki kapasitesi ve donatımı, öğrenci sayısı göz önünde bulundurularak en fazla uygulama faaliyeti/temrini yaptıracak şekilde meslek alan zümre öğretmenler kurulu tarafından seçilir. Meslek alan zümre öğretmenleri tarafından aşağıda yer alan temrinlerden farklı temrinlerin uygulanmasına karar verilebilir.

|  |  |
|--|--|
| <b>Güneş Santral Alanının Hazırlanması</b>                   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Referans noktası belirlemek</li> <li>2. Referans noktasına göre belirli noktalardan ölçü alma</li> <li>3. Referans noktasına göre yükselteleri tespit etmek</li> <li>4. Belirlenen referans noktalarında sahanın kot farkı ölçülüp güneş enerjisi(fotovoltaik) santraline uygun alanı belirlemek</li> <li>5. Kurulum yapılacak alanın topraklama noktalarını belirlemek</li> <li>6. Sahada topraklama yapılacak alanlara kazık çakmak</li> <li>7. Sahadaki topraklama noktalarında topraklama direncini ölçmek</li> <li>8. Sahanın ortalama toprak direncini hesaplamak</li> <li>9. Toprak direncine göre ızgara aralıklarını hesaplama</li> <li>10. Izgara çizgilerini çizmek</li> <li>11. Topraklama hattını çizgi üzerinden çekmek</li> <li>12. Topraklama hattını kesişme noktalarından sabitleme</li> <li>13. Vaziyet planına göre istasyonların yerini belirleme</li> <li>14. Belirlenen yerlere göre topraklama bağlantı uçlarını yapmak</li> <li>15. Yer altı kablosu dönecek yerleri belirlemek</li> <li>16. Belirlenen yerlere PVC kanal boruları döşemek</li> <li>17. PVC kanal içerisine yer altı kablolarını döşemek</li> <li>18. Yer altı kablo kanalına beton dökmek</li> </ol> |
| <b>Güneş Enerjisi(Fotovoltaik) Panel Sistemleri Kurulumu</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pusula ile yön tespiti yapmak</li> <li>2. Uygun ışınım açısını harita kullanarak belirlemek</li> <li>3. Belirlenen ışınım açısının konumuna yakın santrallerdeki ışınım açılarıyla uyumunun kontrolünü yapmak</li> <li>4. Belirlenen güneş enerjisi(fotovoltaik) santral sahasına beton dökmek</li> <li>5. Beton ve ankraj millerinin terazisini ölçmek</li> </ol>   |

|   |  |
|---|--|
|   | <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Beton ile güney yönünün 90 derecede olup olmadığının kontrolünü yapmak</li> <li>7. Belirlenen yere metal taşıyıcının(konstrüksiyon) montajını yapmak</li> <li>8. Fotovoltaik panelleri uygun şekilde konstrüksiyon üzerine montajını yapmak</li> <li>9. Konstrüksiyon üzerine konulan panelleri mekanik bağlantı elemanları ile sabitleme işlemi yapmak</li> <li>10. Fotovoltaik panellerin kablolarına uygun konektörleri bağlamak</li> <li>11. Projeye uygun şekilde fotovoltaik panellerin seri, paralel bağlantılarını yapmak</li> <li>12. Projeye uygun şekilde kablo kanallarının yerleşimini yapmak</li> <li>13. Metal taşıyıcı(konstrüksiyon) topraklama bağlantısını yapmak</li> <li>14. Fotovoltaik panellerin topraklama bağlantısını yapmak</li> <li>15. Fotovoltaik panellerin topraklamaları ile tüm topraklamalara gruplandırma yapmak</li> <li>16. Topraklama ünitesini saha topraklamasına bağlamak</li> <li>17. Sahanın ve fotovoltaik panellerin topraklama direncini ölçerek kontrol yapmak</li> </ol>   |
| <p style="text-align: center;"><b>Güneş Enerjisi(Fotovoltaik) Santralinin Elektrik Elektronik Montajı</b></p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Eviriciye(inverter) bağlanacak kabloların uçlarını yapmak</li> <li>2. Belirlenen sahaya evirici(inverter) montajı yapmak</li> <li>3. Eviriciye sahadaki fotovoltaik panellerden gelen enerjiyi giriş yapmak</li> <li>4. Evirici kumanda panosuna kesicinin montajını yapmak</li> <li>5. Evirici kumanda panosuna paradufr montajını yapmak</li> <li>6. Evirici kumanda panosu topraklamasını yapmak</li> <li>7. Haberleşme kutusu(web box) montajı yapmak</li> <li>8. Algılayıcı kutusu(sensor box) montajı yapmak</li> <li>9. Projeye uygun kablo bağlantısını yapmak</li> <li>10. Tevzi panolarının ortak barasının montajını yapmak</li> <li>11. Tevzi panolarına her üniteye ait kesicinin montajını yapmak</li> <li>12. Tevzi panolarının ana kesicisinin montajını yapmak</li> <li>13. Topraklama bağlantısını yapmak</li> <li>14. Belirlenen yerlere tevzi panolarını montaj etmek</li> <li>15. Tevzi panolarının topraklama ağına bağlantısını yapmak</li> <li>16. Kesici haberleşme kablosunu bağlamak</li> <li>17. Baralara mesnet izolatörlerinin montajını yapmak</li> <li>18. OGYG bağlantı baralarının montajını yapmak</li> <li>19. Topraklama bağlantısını yapmak</li> <li>20. Her tevzi panosuna ait kesicinin montajını yapmak</li> <li>21. Ana kesicinin montajını yapmak</li> <li>22. Üniteler ve tevzi panoları arasında hazırlanmış olan kablo geçiş kanalından projede belirtilmiş olan kesitteki kablonun bağlantısını yapmak</li> <li>23. Tevzi panosu ile AG panosu arasında projede belirtilmiş olan kesitteki kabloyu geçirmek</li> <li>24. Güç kablolarını kanala sabitlemek</li> <li>25. Güç kablolarının bağlama pabuçlarını takmak</li> <li>26. Güç kablolarının giriş bağlantılarını yapmak</li> <li>27. Üniteler ile tevzi panoları arasında projede belirtilen özellikteki veri kablolarının bağlantılarını yapmak</li> <li>28. Tevzi panosu ile AG panosu arasında projede belirtilen özellikteki veri kablolarının bağlantılarını yapmak</li> <li>29. Veri kablolarının kanallara sabitlemesini yapmak</li> <li>30. Panel gruplarından gelen kabloları gruplandırma yapmak</li> <li>31. Panel grubundan gelen kabloları uygun soketle çeviriciye bağlantısını yapmak</li> </ol> |
| <p style="text-align: center;"><b>Şebeke ve Veri Bağlantısını Kontrol Etme ve Test Üretimi</b></p>            | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Güç kontrol kartının referans aralıklarını belirlemek</li> <li>2. Güç kabinlerini tek tek devreye almak</li> <li>3. Sistemin izolasyonunun kontrolünü yapmak</li> <li>4. Güç ve kontrol ünitesinin genel kontrolünü yapmak</li> <li>5. Trafo tarafındaki akım trafolarının bakımlarını yapmak</li> <li>6. Topraklama direncinin ölçümünü yapmak</li> <li>7. Depolama ünitelerinin kontrolünü yapmak</li> <li>8. Kumanda panosundaki kesiciyi kapatmak</li> <li>9. Evirici giriş ve çıkış güç değerlerini ölçmek</li> <li>10. Üniteler arası veri kablolarını döşemek</li> <li>11. Fotovoltaik panelleri ile kontrol ünitesi arasındaki veri kablolarının montajını yapmak</li> </ol>   |

|   |   |
|---|---|
|   | <ol style="list-style-type: none"> <li>12. Kontrol kabini ile fiberoptik kutusu arasındaki bağlantıyı yapmak</li> <li>13. Veri kablolarını etiketleyerek bağlama pabucu takmak</li> <li>14. Veri kablolarının soket bağlantılarını yapmak</li> <li>15. Güç ve kontrol ünitesindeki bağlantı kolları üzerinde akım ölçmek</li> <li>16. Güç ve kontrol ünitesindeki kesici bağlantı noktalarında voltaj ve akım ölçmek</li> <li>17. Ölçü aletlerinin sıfır ayarını yapmak</li> <li>18. Sehpayı hareketli sisteme bağlayan rulman, bağlantı noktaları, pistonların bağlantı pimlerini test etmek</li> <li>19. Test üretimi yapmak için manevralar yapmak</li> <li>20. Test üretimi yapmak için ayırıcı ve kesiciyi devreye almak</li> <li>21. Test üretimi kontrolü için ayırıcı ve kesiciyi devre dışı bırakmak</li> <li>22. Scada üzerinden PC ortamında üretilen enerjinin bilgilerini almak</li> </ol>   |
| <b>Rüzgar Türbini Kurulumu</b>                            | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Türbin gücüne göre çukur hesabı yapmak</li> <li>2. Türbin gücüne göre sabitleme tablası hesabı yapmak</li> <li>3. Hesaplanan rüzgar türbini temel çukurunu yapmak</li> <li>4. Beton karışımlarını hazırlayarak direğe uygun açılmış olan çukura beton dökme işlemini yapmak</li> <li>5. Gergi tellerinin bağlantı açılarını projeye uygun şekilde hesaplamasını yapmak</li> <li>6. Projeye uygun gergi telleri çukurunu açmak</li> <li>7. Direğe uygun kılavuz direğin uzunluk hesabını yapmak</li> <li>8. Kılavuz direği tirfora bağlamak</li> <li>9. Gerdirme tellerini ankrajlarına bağlamak</li> <li>10. Ana direği türbin montajı için sabitlemek</li> <li>11. Türbinin ana direğe bağlantısını yapmak</li> <li>12. Türbin kablolarının ana direğe bağlantısını yapmak</li> <li>13. Türbinin sağa sola dönüş kontrollerini yapmak</li> <li>14. Kanat çeşitlerine dikkat edilerek kanat hesabı yapmak</li> <li>15. Türbin gövdesinin sabitlemesini yapmak</li> <li>16. Kanat bağlantılarını yapmak</li> <li>17. Türbin burnu ve kuyruğun bağlantısını yapmak</li> <li>18. Yıldırımından koruma elemanının montajını yapmak</li> <li>19. Topraklama kazıklarının çakmak ve koruma iletkeninin topraklama kazıklarına bağlantısını yapmak</li> <li>20. Temel topraklamasını yapmak</li> <li>21. Gergi tellerinin direklere bağlantısını yapmak</li> <li>22. Gergi tellerinin boşluklarını almak</li> <li>23. Tirforla direği kaldırmak</li> </ol> |
| <b>Güç ve Kontrol Ünitesinin Montajı</b>                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Projeye uygun şekilde evirici(inverter) bağlantısını yapmak</li> <li>2. Projeye uygun şekilde akü bağlantısını yapmak</li> <li>3. Kontrol ünitesinin montajını yapmak</li> <li>4. Projeye uygun şekilde evirici bağlantısı yapmak</li> <li>5. Projeye uygun şekilde akü şarj düzenleyici bağlantısı yapmak</li> </ol>   |
| <b>Alıcı İle Türbin Arasındaki Besleme Hattı Kurulumu</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Alıcı ile türbin besleme hattı kanalı açmak</li> <li>2. Projeye uygun kabloları açılan kanallardan taşımak</li> <li>3. Besleme kablosunun boru içerisinden geçirilmesi ve döşenmesini yapmak</li> <li>4. Hat çekilen kanalın üzerini kapatmak</li> <li>5. Klemens kutusu ve projeye uygun klemensin kutuya montajını yapmak</li> <li>6. Besleme iletken uçlarına uygun pabuç montajını yapmak</li> <li>7. Besleme iletkenlerinin uygun klemenslere bağlantısını yapmak</li> </ol>   |
| <b>Küçük Rüzgar Türbinlerinin Bakımını Yapma</b>          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Türbin direğini bakım için tirforla indirmek</li> <li>2. Direkten türbini ayırmak</li> <li>3. Rüzgar türbini mekanik parçalarını bakım yapacak şekilde ayırmak</li> <li>4. Türbinin mekanik parçalarının aşınım, arıza durumlarının tespitini yapmak</li> <li>5. Türbinin mekanik parçalarında arızalı olanları değiştirmek</li> <li>6. Rüzgar türbini elektrik bağlantılarını sökerek ölçü aleti ile kontrolünü yapmak</li> <li>7. Zarar görmüş kablo bağlantılarının tamirini yapmak</li> <li>8. Türbinin elektrik bağlantılarını yaparak yeniden kaldırmak</li> </ol>  |

|   |  |
|---|--|
| <b>Hibrit(güneş-rüzgar)<br/>Sistem Kurulumu</b> | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Projeye uygun kumanda panosunu belirleyerek panoya elemanları yerleştirip gerekli bağlantıları yapmak</li><li>2. Kumanda panosuna besleme kablosunun bağlantısını yapmak</li><li>3. Evirici(inverter) montajını projeye uygun yapmak</li><li>4. Eviriciye projede belirtilen kabloların bağlantısını yapmak</li><li>5. Kumanda panosu ile evirici arasındaki bağlantıyı yapmak</li><li>6. Akülerin projede belirtilen yerlerine yerleştirilmesini yapmak</li><li>7. Akülerin bağlantı aparatlarının montajını yapmak</li><li>8. Akülerin seri ve paralel bağlantılarını yapmak</li><li>9. Aküleri test ederek devreye almak</li></ol> |
|---|--|

### **DERSİN UYGULANMASINA İLİŞKİN AÇIKLAMALAR**

- İşlemler yapılmadan önce iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin alındığından emin olunmalıdır.
- Öğrenciler rüzgar türbinini kaldırırken olabildiğince etki alanı dışında olmasına dikkat edilmelidir.
- Rüzgar türbini kaldırıldığı ilk anlarda gözden kaçabilecek sorunlar nedeniyle herhangi bir aksaklık olabileceği düşünülerek birkaç dakika uzaktan izleme yapılmalıdır.
- Belirlenen sahaların uygunluğu ve benzeri standartları sınıf içinde tartışılarak öğrencilerin de projeye aktif katılımı sağlanmalıdır.