

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ
TEKNOLOJİLERİ**

GÜNEŞ PANELLERİNİ İŞLETMEYE ALMA

Ankara, 2015

- 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	3
1. GÜÇ KABLOLARINI DÖŞEME	3
1.1. Üniteler ve Tevzi Panoları Arasındaki Kabloların Çekilmesi	4
1.2. Güç Kablolarının Bağlama Pabuçlarını Takma	5
1.3. Güç Kablolarının Giriş Bağlantılarını Yapma	8
UYGULAMA FAALİYETİ	10
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	13
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	14
2. VERİ KABLOLARINI DÖŞEME	14
2.1. Üniteler İle Tevzi Panoları Arasına Projede Belirtilen Özellikteki Veri Kablolarını Çekme	14
2.2. Tevzi Panosu İle AG Panosu Arasına Projede Belirtilen Özellikteki Veri Kablolarını Çekme	15
2.3. Veri Kablolarının Kanallara Sabitleme	16
UYGAMA FAALİYETİ	17
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	19
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	20
3. TOPRAKLAMA GEÇİŞ DİRENCİNİ ÖLÇME	20
3.1. Topraklama Ölçüm Cihazı ile Ölçüm Yapma	20
UYGULAMA FAALİYETİ	23
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	25
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	26
4. PANEL GRUBUNU ÇEVİRİCİYE BAĞLAMA	26
4.1. Panel Gruplarından Gelen Kabloları Gruplandırma	26
4.2. Gruplandırılan Kabloları Uygun Soketle Eviriciye Bağlama	30
UYGULAMA FAALİYETİ	32
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	34
MODÜL DEĞERLENDİRME	35
KAYNAKÇA	38

AÇIKLAMALAR

ALAN	Yenilenebilir Enerji Teknolojileri
DAL/MESLEK	Güneş Enerji Sistemleri
MODÜLÜN ADI	Güneş Panellerini İşletmeye Alma
MODÜLÜN TANIMI	Güneş enerji santralının kurulumunda kullanılan güneş panellerini işletmeye alma ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Bu modülün ön koşulu yoktur.
YETERLİK	Güneş panellerini işletmeye almak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Güneş enerjisi sistemleri atölyesi ortamı sağlandığında, güneş panellerini işletmeye alma işlemlerini uygulamalı olarak gerçekleştirebileceksiniz. Amaçlar 1. Güç kablolarını döşeyebileceksiniz. 2. Veri kablolarını döşeyebileceksiniz. 3. Topraklama geçiş direncini ölçebileceksiniz. 4. Panel grubunu çeviriciye bağlayabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Güneş enerji sistemleri atölyesi, işletme ortamı. Donanım: Projeksiyon, Bilgisayar, Ölçü aletleri, Topraklama direnci ölçü aleti, Topraklama ekipmanları, Fonksiyonlu hesap makinesi, Panel solar kablosu bağlantı ekipmanları (Erkek ve dişi solar kablo konnektörleri), Panel topraklama bağlantı ekipmanları, Solar güç kablosu ve bağlantı elemanları, Topraklama kablosu, solar kablo soyma pensesi, şerit metre, Panel Metal taşıyıcı sistem, Güneş panelleri
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan, her faaliyetten sonra verilen ölçme araçları ile kazandığımız bilgileri ölçerek kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modülün sonunda, ölçme aracı (test, çoktan seçmeli, doğru-yanlış, vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığımız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisinin üretilmesi ve kullanılması ekolojik çevrenin korunması ve artan enerji ihtiyacımızı yerel kaynaklarla karşılamak için her geçen gün artmaktadır. Yeryüzünde bulunan fosil yakıt kaynaklarının tükenmeye yüz tutması ve çevreye verdikleri zararlar da göz önüne alındığında, güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretilmesi büyük bir önem kazanmaktadır. Güneş santrali için belirlenmiş alanda güneş pillerinden meydana getirilmiş güneş panellerinin ürettiği elektriği kullanılacak ve şebekeye aktarılacak noktaya taşımak için kendi aralarında elektriksel bağlantılar yapılmaktadır. Arzu edilen büyüklükteki bir elektriksel gücü elde etmek için santralde kullanılan güneş panelleri kendi aralarından seri ve paralel bağlantı yapılmaktadır. Solar kablolarla yapılan bağlantılar tamamlandığında artık güneş panellerini işletmeye alma aşamasına gelmiş demektir. Rüzgâr, yağmur, kar, yıldırım düşmesi ve benzeri çevresel etkiler dikkate alınarak güneş panel montajlarının yapılması ve topraklama ve koruma önlemlerinin alınması uzun ömürlü ve verimli elektrik enerjisi üreten ve ihtiyaca en uygun şekilde cevap verecek bir güneş enerji santrali için büyük önem taşımaktadır.

Bu modülde göreceğiniz güneş panellerini işletmeye alma ile güneş enerji santralinin kurulumunun önemli bir aşamasını tanımış olacaksınız. Bu modülde işlenen konuları iyi öğrenmek anlaşılmayan konularda araştırma yapmak ve öğrenilen konuları uygulama aşamasında göstereceğiniz titizlik ileride size çok yararlı altyapı kazandıracaktır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Güneş enerjisi santralinde kullanılan güneş panellerinin güç kablolarını döşeme işlemini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Güneş enerjisi santrallerinde kullanılan güç kablo çeşitlerini araştırınız.
- Solar kablo bağlantı elemanlarını araştırınız.

1. GÜÇ KABLolarINI DÖŞEME

Güneş enerji sistemlerinin elektrik tesisatı için sadece bu alana uygun özelliklere sahip hatlar ve güç kabloları kullanılmaktadır. Güneş modülleri arasında bağlanan, doğru akım ana güç kabloları ve alternatif akım hatları birbirinden farklı olmaktadır. Güneş modülleri arasındaki bağlantıyı sağlayan iletkenler ile güneş modülleri ile dağıtım panosu arasındaki bağlantıyı sağlayan hatlara DC güç hattı denir. DC güç hattında kullanılan güç kabloları genellikle dış ortamlarda kullanılır. Topraklama ve kısa devre arızalarına karşı güvenli bir tesisat döşenmesi için pozitif ve negatif güç kabloları aynı kanal içerisinden bir arada geçirilmemelidir. Uygulamalarda genellikle çift katlı yalıtımlı ve tekli kablo kullanımı yaygındır. Bunun yanında dış ortamda kullanılacak solar kabloların ortam sıcaklıklarına dayanıklı olması gerekmektedir. Dış mekanlarda özellikle geniş bir sıcaklık aralığında ve güneşin zararlı mor ötesi ışınlarına ve olumsuz hava koşullarına karşı dayanıklı solar kablolar kullanılmaktadır.

Yer altından döşenecek solar güç kablolarının kemirgen hayvanlardan, toprağın yıpratıcı etkisinden ve aşırı gerilimlere karşı korumayı arttırmak için metal koruyucu zırh kullanılabilir. Kullanılan güç kabloları genellikle bakır (Cu) iletken olmalarının yanı sıra son zamanlarda maliyetleri düşürmek için pahalı bakır kablolar yerine alüminyum (Al) kablolar kullanılmaya başlanmıştır. Yalnız alüminyum kablolar bakır kablolarla nazaran oldukça düşük bir akım taşıma kapasitesine sahiptir. Örneğin 150 milimetrekare kesitli bakır kablo ile taşıdığınız akımı ancak 240 milimetrekare kesitli bir alüminyum kablo ile taşıyabilirsiniz. Kesitin artmış olması kablonun işlenmesini, bağlantılarının yapılmasını olumsuz etkileyecektir.

1.1. Üniteler ve Tevzi Panoları Arasındaki Kabloların Çekilmesi

Güneş panelleri bağlantı kutularında 1,5 mm² den 6 mm² ye kadar olan hatların bağlantısı yapılabilmektedir. Solar bağlantı kutularında kırmızı, mavi ve siyah renkli kablolar kullanılarak bağlantıların düzenli bir şekilde yapılması sağlanır. Kullanılan kabloların gerilim, sıcaklık ve kesit değerlerini veren parametreler üretici firmalara göre değişiklik gösterebilmektedir. Güneş modüllerinden gelen ana güç hattı tevzi panosunda toplanır ve buradan eviriciye bağlantı yapılır. Tevzi panoları dış ortamda olduklarından panolara gelen kabloların korunması gerekmektedir. Bazı yerlerde maliyeti düşürmek için PVC izoleli hatlar kullanılmakta fakat bu hatlar güneşin yaydığı mor ötesi ışınlarla karşı dayanıklı olmadıkları için koruyucu boru içerisinde döşenmektedir.

Kabloların döşenmesi toprakta açılan kanallarda da yapılabilmektedir. (Resim 1.1.) bu durumda kabloların döşenmesi mekanik yüklere maruz kalınmayacak şekilde yapılmalıdır. Doğru akım güç kablosunun tüm uçları tesisten kolaylıkla ayrılabilir şekilde şalterlerle donatılır. Bunun için de doğru akım şalterleri ve ayırıcılar kullanılır. Topraklama ve kısa devre koruması yapmak için artı ve eksi doğru akım güç hatları birbirinden bağımsız izoleli solar güç kabloları ile yapılır. Yıldırım düşmelerine karşı güneş enerji santral tesislerinde yalıtımlı hatların kullanılması kaçınılmazdır.

Toprak kanalda yapılan güç kablo döşemesinde tekli güç kabloları arasındaki mesafe uygun seçilerek kabloların üzeri toprakla kapatılmaktadır. Dış mekanlarda yapılan kablo döşeme işleri için kullanılan kurulum malzemeleri de hava koşullarına karşı dayanıklı olması gerekir. Bu tür kablolama işleminde kullanılan bağlantı elemanları ise;

- Koruyucu boru
- Lamelli boru
- Kablo kanalları
- Kablo klipsi veya kablo bağı
- Kablo bağlantı kelepçeleri
- Kablo kroşeleri

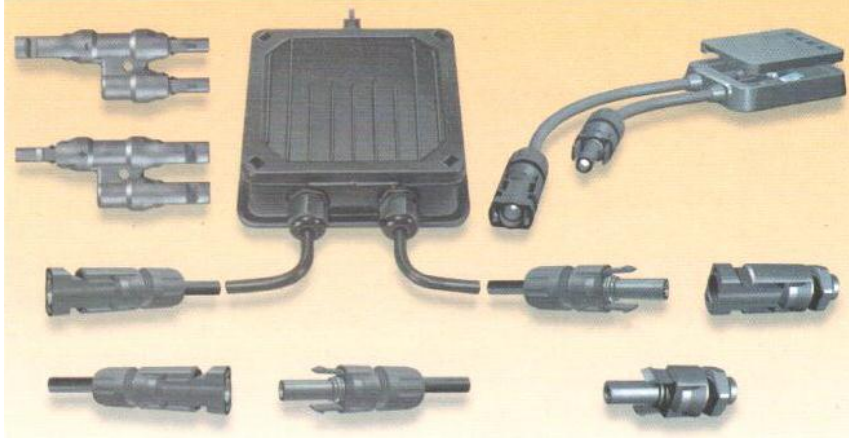
olarak sıralanabilir. Burada döşeme esnasında kolaylık açısından kablo bağları daha çok tercih edilebilmektedir.



Resim 1.1: Güneş enerji santralinde kanal içerisinde yan yana dizilmiş güç kabloları

1.2. Güç Kablolarının Bağlama Pabuçlarını Takma

Güneş enerji tesisi bileşenlerinden olan güneş panel ve modül hatları ve doğru akım güç kablolarının bağlantıları dikkatli yapılması büyük önem taşımaktadır. Bağlantıların uygun malzeme ve kalitede yapılması tesisin işletme güvenilirliği ve ömrü açısından çok önemlidir. Elektrik arklarının neden olacağı yangın ve verim kayıpları kaliteli bağlantı işçiliği ile önlenabilmektedir. Yapılacak bağlantının türüne ve şekline göre uygun soket ve bağlantı şekilleri teknik olarak belirlenmiş ve buna uygun malzemeler üretilmektedir.



Resim 1.2: Güneş panel bağlantı kutusu ve solar kablo bağlantı soketleri

Güneş enerji tesislerinde kullanılacak olan soket bağlantıları belirlenen güvenlik standartlarına uygun olmalıdır. Ancak piyasada bulunan her üretici kendi tasarımları olan ürünleri satmakta ve kullanmaktadır. Bu da bu tür ürünlerde hâlihazırda bir standartlaşma söz konusu olmadığı anlamına gelmektedir. Bazı soketler bağlantı için özel el aleti gerektirirken bazıları ise vidalı veya kısıkaçlı olabilmektedir. Resim 1.4'te özel bir alet gerektirmeden bağlantısı yapılabilen bir çeşit soket görülmektedir.



Resim 1.3: Erkek ve dişi solar kablo bağlantı soketi (konnektör)

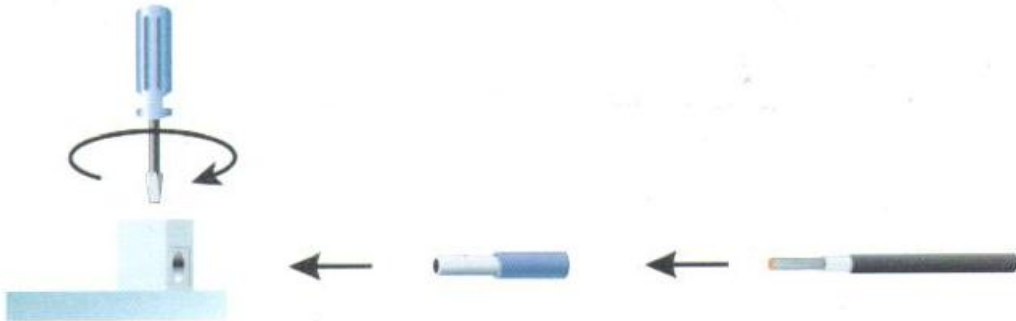


Resim 1.4: Özel alet gerektirmeyen bağlantı yapılabilen bir soket türü



Resim 1.5: Özel adaptör bağlantı soketleri

Genel olarak yapılan bağlantı türleri birkaç çeşittir. Bunlardan ince telli kabloların ucuna ince uçlu bağlama pabucu takılarak yapılan ve pabucun ucu yuvaya sokulduktan sonra tornavida yardımı ile sıkıştırma işlemi ile yapılan bağlantı şeklidir(Şekil1.1).



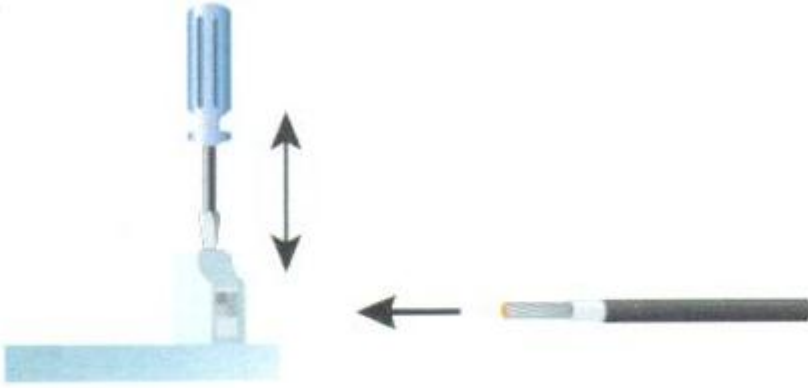
Şekil 1.1: Vidalı sıkıştırma

Bir diğer bağlantı Şekli ise vidalı bağlantı biçimidir. Bu da kablo ucuna takılan kablo pabucu vida ile samun arasına geğirilip sıkıŐtırılarak yapılan bağlantı Şeklidir (Şekil 1.2).



Şekil 1.2: Vidalı bağlantı

Üçüncü bir bağlantı Şekli ise yaylı kıŐkađ ile yapılan bağlantıdır. Burada ucu soyulan kablonun iletken kısmına herhangi bir kablo pabucu takılmadan yuvaya geçirilerek sıkıştırılır (Şekil 1.3).



Şekil 1.3: Yaylı kıŐkađ ile sıkıştırma

Son olarak diğer bir bağlantı Şekli de bağlantı soketleri ile yapılan bağlantı Şeklidir. Güneş modül bağlantısı kolaylıkla ve dokunmaya karşı korumalı bir Şekilde soket bağlantıları ile yapılabilir. Bu bağlantı montaj iŐini de büyük oranda kolaylaŐtırmaktadır (Şekil 1.4).

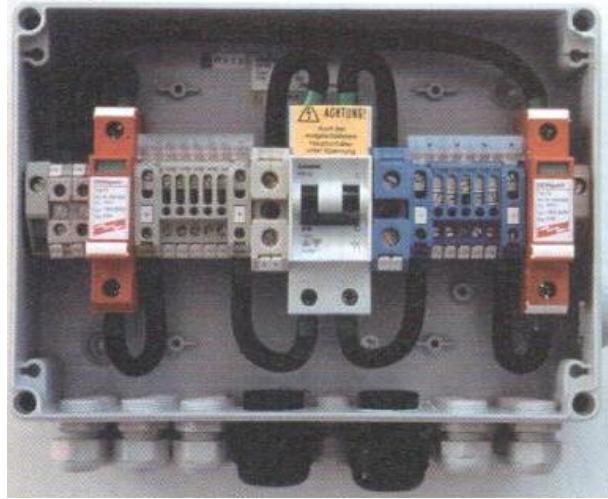


Şekil 1.4: Bağlantı soketleri

1.3. Güç Kablolarının Giriş Bağlantılarını Yapma

Güneş panelleri ve panellerin oluşturduğu modüller kablo hatlarının bağlantıları ve doğru akım güç kablolarının bağlantıları son derece önemli bir konudur. Bu yüzden bağlantıların dikkatli bir şekilde yapılması gerekir. Kalitesiz işçilikle yapılan bağlantılar işletme esnasında elektriksel arkların meydana gelmesine ve bunun bir sonucu olarak yangın riskinin ortaya çıkmasına neden olabilir.

Güç kablo giriş bağlantıları yapılmadan önce uygun kablo pabucu takılır ve bağlantılar uygun klemenslere takılarak bağlantılar düzenli ve sıkı bir şekilde yapılır. Vidaları sıkıştırma esnasında birkaç kez kablo düzelterek terminaldeki bağlantı boşluğu alındıktan sonra tekrar sıkma işlemi yapılır. Böylece kablonun hava boşluğu ve gevşeklik oluşmadan bağlantısı yapılmış olur.



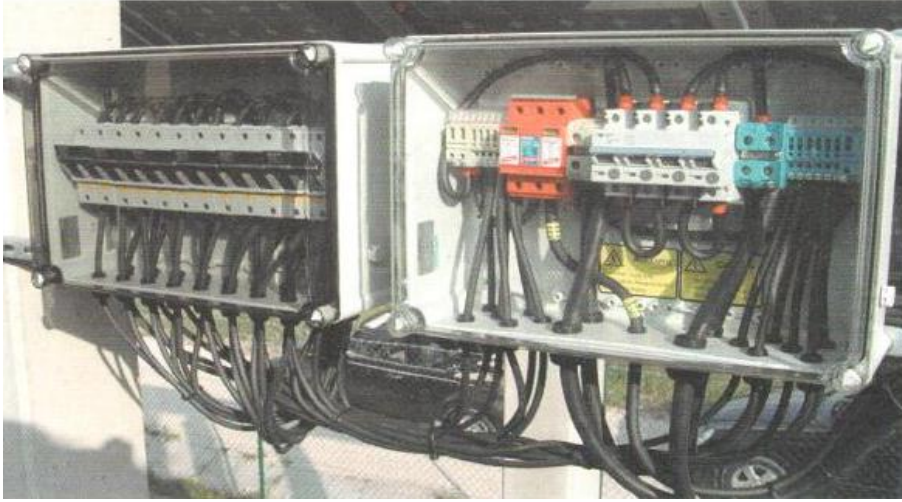
Resim 1.6: Bağlantı kutusu

Güneş modüllerinden panoya gelen ve tevzi panosunda toplanan kablolar projeye göre numaralandırılarak kodlanır. Kabloların montajdan önce kodlanması montaj esnasında kolaylık sağlar. Panoda veya bağlantı kutusunda arıza çıkması durumunda, kabloların kodlanmış olması arızanın daha rahat bulunmasını sağlar. Bazen pano üzerindeki cihazlar sökülüp yenileri ile değiştirilebilir. Bu durumda yeni takılan cihaz, kablolardaki kodlar sayesinde hatasız bir şekilde bağlantısı kolayca yapılabilir. Kodlama işlemi yapılırken;

- Kodlama kablo montajına geçilmeden önce yapılmalıdır.
- Kodlar projeye uygun olmalıdır.
- Kablo kodları panoya bakıldığında görünür ve okunaklı olmalıdır.
- Kodlayıcılar düzgün takılmış olmalı rakam ve yazıların tümü aynı yönlü olmalıdır.

- Kablo çapına ve yapısına uygun kodlayıcı kullanılmalı kodlayıcı sonradan dūřmemelidir.

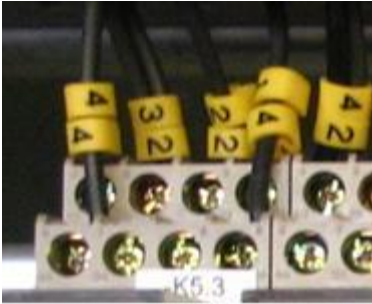
gibi hususlar göz önünde bulundurulmalıdır.




Resim 1.7: Bağlantı kutusu ve tevzi pano bağlantıları

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek, solar kabloların kodlanması ve pa-buç takılması faaliyetini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Uygun ortamı sağlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Montajı yapılacak tevzi panosu hazır olmalıdır.➤ Panonun üzerindeki tüm elemanların ve etiketlerinin projeye uygun olarak montajı yapılmış olmalıdır.➤ Etiketlerin üzerindeki kodlar projedekilerle aynı olmalıdır.
<ul style="list-style-type: none">➤ Solar güç kablolarının ölçüsünü alınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Güç kablolarının ölçüsünü alırken uygun metre kullanınız.➤ Ölçü alırken kablonun kesitini göz önünde bulundurunuz.➤ Kablonun olması gerekenden ne kısa ne de uzun olmasına dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Ölçüsünü aldığımız solar güç kablolarını kesiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Kabloları keserken kablo kesitine ve cinsine göre uygun alet kullanınız.➤ Gerekirse arkadaşınızdan bu konuda yardım alabilirsiniz.➤ Kablo keserken kabloların kestiğiniz kısım haricindeki yerlerine zarar vermeyiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kabloları projedeye uygun şekilde kodlayınız. 	<ul style="list-style-type: none">➤ Kabloları kodlarken kesitine uygun, montajı kolay, dışarıdan bakıldığında okunabilecek kodlayıcılar kullanınız.

<p>➤ Kablo uçlarını soyunuz.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kablo uçlarını soyarak faaliyetin en önemli kısmıdır. ➤ Kablo soyarken verilecek zarar ileride arızalara sebep olabilir. Bunu önlemek için mutlaka uygun alet kullanmalısınız. ➤ Kablonun soyacağınız kısmın uzunluğunu belirlemek için kablonun ucuna gelecek olan pabuç, yüksük, jak, soket gibi elemanın üzerinden ölçü almalısınız. ➤ Soyduğunuz kısmın gereğinden uzun ya da kısa olmamasına dikkat ediniz. ➤ Kabloyu kesip tekrar soyarsanız kablonun kısalıp montajının mümkün olmayacağı ihtimalini düşününüz.
<p>➤ Kabloları uygun elemanları takınız. Uygun pens ile sıkınız.</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Projeyi ve pano üzerindeki cihazları inceleyerek kablo ucuna takılacak elemanı seçiniz. ➤ Seçtiğiniz pabuç, yüksük, jak ya da soket kablo kesitimize uygun olmalıdır. ➤ Daha sonra, seçtiğiniz elemanı kablonun soyduğunuz kısmına takarak uygun bir pensle sıkınız. ➤ Pabuç, yüksük, jak gibi elemanlara kabloyu takarken izoleli kısmın elemanın içine girmediğinden emin olunuz. ➤ Sadece kablonun soyulmuş kısmının tamamı eleman içinde sıkılmalıdır. ➤ Eleman dışında kablonun çıplak kısmı kalmamış olmalıdır. ➤ İşlem bittikten sonra sıkıttığınız elemanı elinizle asılarak sağlamlık kontrolü yapınız.

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. Solar güç kablosunun ölçüsünü doğru alabildiniz mi?		
3. Solar güç kablosunu uygun alet ile kesebildiniz mi?		
4. Kabloları projeye uygun şekilde kodladınız mı?		
5. Kablo uçlarını doğru uzunlukta soyabildiniz mi?		
6. Solar kablo uçlarına uygun pabucu takabildiniz mi?		
7. Pens kullanabildiniz 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 yerleri doğru bir şekilde tamamlayınız.

1. Güneş modülleri arasındaki bağlantıyı sağlayan iletkenler ile güneş modülleri ile dağıtım panosu arasındaki bağlantıyı sağlayan hatlara denir.
2. Topraklama ve kısa devre arızalarına karşı güvenli bir tesisatın döşenmesi içinve güç kabloları aynı kanal içerisinde bir arada geçirilmemelidir.
3. panoları dış ortamda olduklarından panolara gelen kabloların korunması gerekmektedir.
4. ve koruması yapmak için artı ve eksi doğru akım güç hatları birbirinden bağımsız izoleli solar güç kabloları ile yapılır.
5. Yıldırım düşmelerine karşı güneş enerji santral tesislerinde hatların kullanılması gerekir.
6. Toprak kanalda yapılan güç kablo döşemesinde tekli güç kabloları arasındaki uygun seçilerek kabloların üzeri kapatılmaktadır.
7. Elektrik arklarının neden olacağı yangın ve verim kayıpları işçiliği ile önlenebilmektedir.
8. Güneş enerji tesislerinde kullanılacak soket bağlantıları belirlenen standartlarına uygun olmalıdır.
9. sıkıştırma ile ucu soyulan kablonun iletken kısmına herhangi bir kablo pabucu takılmadan yuvaya geçirilerek sıkıştırılır.
10. Kalitesiz işlikle yapılan bağlantılar işletme esnasında meydana gelmesine neden olur.

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

Güneş enerji sistemlerinin izlenmesi için veri kablolarını döşeme işlemlerini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Güneş Santrallerinin izlenmesinin önemini araştırınız.
- Güneş santral sahasın da veri aktarım işlemlerine dair yöntemleri araştırınız.

2. VERİ KABLolarINI DÖŞEME

Fotovoltaik (PV) sistemi oluşturan her birimin ve sistemin elektrik enerjisi üretirken verimin artırılması için kurulan santralin işletim esnasında izlenmesi büyük önem taşımaktadır. Sistemin çalışmasını etkileyen en önemli etken olan güneş ışınımı günlük, mevsimlik ve yıllık olarak çok farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle işletme esnasında olağan güneş ışınımı değerlerinde sistemin ürettiği enerji görmek amacıyla, sistemdeki her birim izlenmektedir. Enerji üretiminde süreklilik ve enerji güvenliğinin sağlanabilmesi için fotovoltaik (PV) sistemin izlenmesinde ve denetiminde sisteme ait meteorolojik ve elektriksel parametrelerin ölçümü ve ölçülen değerlerin güvenli bir şekilde iletimi gerekmektedir. Veri iletimi için uygulamada farklı yöntemler kullanılmaktadır. Sahada yapılan izlemelerde veri kabloları çekilerek kontrol odalarında izleme yapılmaktadır. Veri kablosunun çekilmesinin zor olduğu veya işleminin uzak noktalardan yapıldığı durumlarda kablosuz veri aktarımı da yapılabilmektedir.

Fotovoltaik enerji sistemlerde izlenecek parametrelerin başında ışınım şiddeti, ortam sıcaklığı ve nemi, panel sıcaklığı, fotovoltaik panellerin akım ve gerilim değerleri, sistemin yapısına bağlı olarak evirici (invertör) çıkışındaki Alternatif Akım ve gerilim değerleri sayılabilir. Ölçülen her büyüklük veri olarak izlemenin yapılacağı birime, bilgisayara veya depolama ünitesine gönderilir ve orada işlenir.

2.1. Üniteler İle Tevzi Panoları Arasına Projede Belirtilen Özellikteki Veri Kablolarını Çekme

Veri kabloları sinyal taşıyan bir iletkenidir. Veri kabloları genellikle çevresi koruyucu tabakalar ile kaplanan, iletimin mümkün olduğunca az veri kaybıyla gerçekleşmesini sağlayan araçlardır. Güneş enerji santrallerinde üretim esnasında sistem parametrelerine ait değerleri doğru ve kayıpsız bir şekilde taşımak için kullanılmaktadır. Veri, enerji, sinyal taşıyıcı. Kablolulu iletişim uzun mesafelerde, yüksek frekanslı iletişimlerde vazgeçilmez durumdadır. Veri ve ağ yapısına göre farklı özelliklerde kullanılacak birçok çeşit kablo standardı vardır.

Güneş santrallerinde PV üniteleri ve tevzi panoları arasında dölşenecek olan veri kabloları dölş ortamına maruz kalma durumuna karölş korunaklı bir Şekilde dölşenmesi zorunludur. Veri taölşyan bu tür kabloların dölş ortamda atmosferik koölşullara maruz kalmasından korunmalıdır. Bu yüzden zemin altından dölşenecek kabloların mutlaka boru içerisinde dölşenmelidir.

2.2. Tevzi Panosu İle AG Panosu Arasına Projede Belirtilen Özellik- teki Veri Kablolarını ekme

Panolar arasında veri kablolarının montajı panoların bulunduğu ortama göre yapılır (Resim 2.1). Panolar açık sahada ise açık alanda yapılan kablo dölşeme usulleri takip edilir. Açık ortamdan kapalı ortama geçişlerde genellikle kapalı alanlarda kablo kanalları yada kablo tavası olarak ifade edilen galvanizli Őatan imal edilmiölş eölşitli ebatlardaki elemanlar kullanılır. Veri kabloları sinyal taölşydıkları için bu tür kanallar içerisinde mümkün mertebe enerji taölşyan kablolardan uzak tutulmalıdır. Aksi halde sinyallerde parazitlenme yada bozulmalara neden olabilir. Bu tür durumlarda kablolar arölş teması kesmek daha sağlıklı bir çözüm olacaktır. Mümkünse bu kabloların ayrı kanallarda taölşınması tercih edilmelidir.

Pano giriölşlerinde kabloları uygun giriölş aparatları kullanılmalı ve bağlantılar kablonun özelliğine uygun kablo baölşlığı (veya kablo pabucu) ile yapılmalıdır. Pano giriölş delikleri dölş ortamdan gelebilecek nem, sıvı ve fiziksel darbelere karölş korunaklı olmalıdır. Pano içi bağlantılarda kablo uzunluğu gerçek gerekliliklere göre ayarlanmalı gereğinden uzun yada çok kısa Şekilde bağlantı yapılmamalıdır. Manyetik alanların neden olduğu parazit akımlar ureten devre oluölşumundan kaçınarak kablolar mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Kablolar, bağlantı noktasının mümkün olduğunca yakınında soyulmalıdır. Bütün topraklama devrelerinden kaçınılmalıdır. Çünkü bunlar güçlü manyetik alanlara karölş çok hassastır.



Resim 2.1: Panolar arası kablo montajı

2.3. Veri Kablolarının Kanallara Sabitleme

Kanal içerisinden döşenmiş veri kabloları düzgün bir şekilde sabitlenmesi hem görüntü açısından hemde teknik işçilik açısından önemlidir. Bunun yanısıra ileride işletme esnasında oluşabilecek kablo arızalarının önlenmesinde yada giderilmesinde büyük kolaylık sağlar (Resim 2.2).

Kabloları kanallardan geçirirken bukülmemesine ya da kabloları zarar verilmemesine dikkat edilmelidir. Kablolar bükülmesi gerekiyorsa minimum eğim yarıçapı: 10 x kablo çapı olarak yapılmalıdır. Kablonun yollarında veya geçitlerinde keskin açılardan kaçınılmalıdır. Kabloyu dış elektrik sinyallerden etkilenmesini engelleyen iletken kısım olan kablo ekranının bağlantısı, mümkün olduğunca kısa olmalıdır. Birden fazla ekran bir arada bağlanabilir. Her bir kablonun sonuna fiziksel bir işaret koyun. Kablolar bağlı olduğu her bir cihazın adını kablo sonunda etiklenmelidir. Kablo, aşağıdaki renklere uygun olmalıdır:



Resim 2.2: Kanala uygun şekilde sabitlenmiş kablolar

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi 1 metre uzunluğunda ve 15 cm genişliğindeki kablo kanalına (tavasına) en az 3 adet solar kabloları döşeyerek sabitleyiniz.



İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Döşenecek solar kabloları hazırlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ İş eldiveni ve önlük kullanınız.➤ Çalışma ortamı için gerekli olan şerit metre, yan keski ve penseyi temin ediniz.➤ Gerekli güvenlik tedbirlerini alınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kabloları öncelikle yan yana uygun şekilde yerleştiriniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Kabloları yerleştirirken elinizle düzeltiniz. Olası bükülmeleri engelleyiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kabloları sabitlemek için kullanılacak bağlantı elemanlarının yerlerini işaretleyiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Sabitleme elemanlarının arasının eşit mesafede olmasına dikkat ediniz.➤ İşaretleme yapmak için şerit metre ve tebeşir kullanınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Bağlantı elemanlarını kullanarak kabloları kanala (tavaya) gevşek şekilde takınız.➤ Bağlantı elemanlarını sağlam şekilde sabitleyiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ İşaretlediğiniz noktalarda bağlantı elemanlarını sabitlemeye dikkat ediniz.➤ Bağlantı elemanlarının aynı hizada olmasına özen gösteriniz.➤ Sabitleme esnasında kabloya zarar vermeyecek şekilde sıkınız ve sıkma işleminde uygun el aletlerini kullanınız.

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	Döşenecek kabloları düzgün şekilde hazırlayabildiniz mi?		
2	Kabloları kanala doğru şekilde yerleştirebiliyor musunuz?		
3	Bağlantı elamanlarının yerini belirleyebiliyor musunuz?		
4	Uygun el aletini seçip sabitleme işlemini yapabiliyor musunuz?		
5	Yaptığınız bağlantı işleminin sağlamlığını kontrol edebiliyor musunuz?		

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

Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

1. () Veri kabloları sinyal taşıdıkları için kanallar içerisinde mümkün mertebe enerji taşıyan kablolardan uzak tutulmalıdır.
2. () Kablolar bükülmesi gerekiyorsa minimum eğim yarıçapı: 20 x kablo çapı olarak yapılmalıdır.
3. () Kablonun yollarında veya geçitlerinde keskin açılardan kaçınılmalıdır.
4. () Fotovoltaik (PV) sistemi elektrik enerjisi üretirken verimin artırılması için kurulan santralin işletim esnasında izlenmesi önem taşımamaktadır.
5. () Santralin işletilmesi esnasında olağan güneş ışınımı değerlerinde sistemin ürettiği enerji görmek amacıyla, sistemdeki her birim izlenmektedir.
6. () Enerji üretiminde süreklilik ve enerji güvenliğinin sağlanabilmesi için fotovoltaik (PV) sistemin izlenmesinde ölçülen değerlerin güvenli bir şekilde silinmesi gerekmektedir.

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

Güneş enerji sistemlerinde topraklama işlemlerini yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Topraklamanın önemini araştırınız.
- Güneş santral sahası topraklama direnci ölçümü nasıl yapılır araştırınız.

3. TOPRAKLAMA GEÇİŞ DİRENCİNİ ÖLÇME

3.1. Topraklama Ölçüm Cihazı ile Ölçüm Yapma

Güneş enerji santrali topraklamanın yapılabilmesi için toprak direncinin tespit edilmesi gerekir. Topraklama direnci, topraklayıcının yayılma direnci ile topraklama iletkeninin direncinin toplamıdır. Yapılan topraklama tesis işletmede olduğu müddetçe muhafaza edilmelidir. Bu yüzden belirli periyotlarla topraklama direnci ölçülerek topraklama kontrol altında tutulmalıdır.

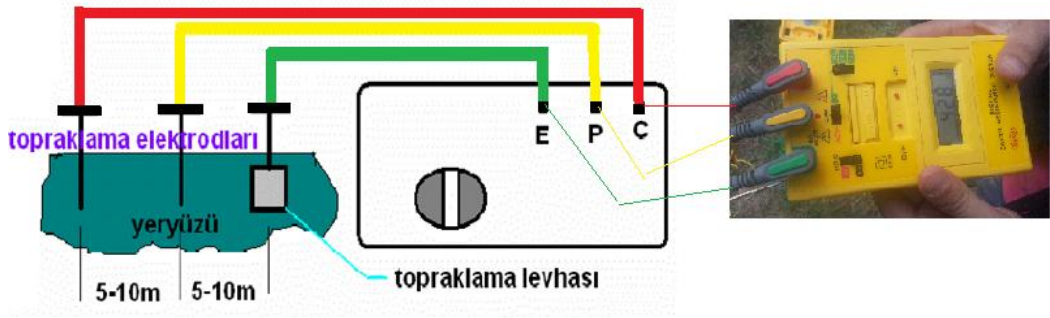
Topraklama direncini ölçmek için topraklama direnç ölçme düzeneğinin kurulması gerekir. Ölçme düzeneği için Şekil 3.1'den faydalanabiliriz. Ölçü aletinin çubukları topraklama elektroduna 5 ile 10 metre aralığında olacak şekilde toprağa çakılır . Bu tür ölçmede dijital meger kullanılır (Resim 3.1).



Resim 3.1: Dijital topraklama direnç ölçüm meger cihazı

Toprak direncini ölçme işlemini yapmak için Şekil 3.1’de gösterilen bağlantıyı yapınız.

- ➤ 2/3 elektrot metot düğmesini 3 elektrotlu ölçüm konumuna getiriniz.
- ➤ Yardımcı topraklama direnci değerlerini yardımcı topraklama direnci aralığı içinde C ve P için kontrol ediniz.
- ➤ Uygun direnç aralığını kullanarak ölçümü gerçekleştiriniz.
- ➤ İşletme topraklaması: 2 Ohm(En fazla)
- ➤ Koruma topraklaması: 4 Ohm
- ➤ Paratoner: 10 Ohm
- ➤ OG koruma: 5 Ohm olmalıdır.



Şekil 3.2: Üç elektrotlu topraklama ölçüm düzeneği

Topraklayıcı ile ölçü aleti uçları arasındaki mesafe şekil 3.1’de gösterildiği gibi 5 ile 10 metre aralıklarla olmalıdır. Ölçüm işlemi gerçekleştirilirken buna dikkat etmek gerekmektedir. Çubukları çakacağımız yerler ölçme işlemi yapmadan ıslatılmalıdır. Kablolar bağlantı maşalarından iyi bir şekilde tutturulmalıdır. Ölçüm yapılırken elektrotlara değmemek gerekir (Resim 3.2).



(a) Topraklama çubuğunun çakılması (b) Birinci topraklama çubuğunun çakılması

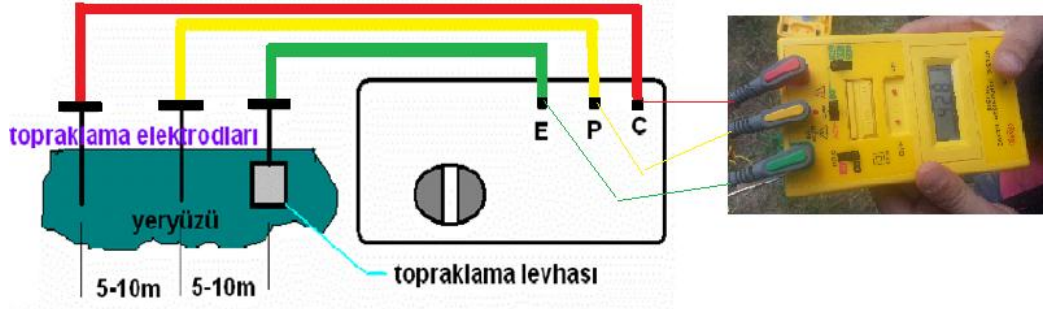


(c) İkinci topraklama çubuğunun çakılması (d) Ölçüm işleminin yapılıp kaydedilmesi

Resim 3.3: Topraklama direncinin ölçülmesi

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki şekilde görülen topraklama direncini, ölçme sistemini kurarak topraklama direncini ölçünüz.



İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Ölçüm yapılacak noktaya topraklama çubuğunu çakınız.➤ Ölçüm noktasını su ile ıslatınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ İş eldiveni ve önlük kullanınız.➤ Çalışma ortamı için gerekli olan dijital topraklama direnci ölçüm cihazını, şerit metre, çekiç ve penseyi temin ediniz.➤ Gerekli güvenlik tedbirlerini alınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Topraklama elektrotlarını sırayla çakınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Şerit metre ile topraklama çubuğu ile birinci elektrot arasındaki mesafeyi 5 ile 10 m arasında olacak şekilde belirleyiniz.➤ İkinci elektrot ile birinci elektrot arasındaki mesafeyi birinci elektrot ile topraklama çubuğu arasındaki mesafe kadar şerit metre ile ölçerek belirleyiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Topraklama elektrotlarının kablo bağlantısını yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Topraklama elektrotları için topraklama direncini C ve P değerlerini kontrol ediniz.➤ Ölçüm yaparken topraklama elektrotlarına dokunmayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Topraklama çubuğunun kablo bağlantısını yapınız.➤ Uygun direnç aralığında ölçüm yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Dijital ölçü aletini uygun direnç aralığına ayarlayınız.➤ Yapılan ölçümden emin olduktan sonra sonuçları kaydediniz.

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	Ölçüm yapılacak noktaya topraklama çubuğunu çakabildiniz mi?		
2	Topraklama çubuklarının mesafesini ölçerek çakabiliyor musunuz?		
3	Ölçü aleti ile topraklama çubuğu ve elektrotlar arasındaki kablo bağlantısını doğru bir şekilde yapabiliyor musunuz?		
4	Dijital toprak direnci ölçme cihazını uygun direnç aralığında ayarlayabiliyor musunuz?		
5	Toprak direnci ölçüm sonuçlarını okuyup değerlendirebiliyor musunuz?		

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

Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

1. () Topraklama direnci, topraklayıcının yayılma direnci ile topraklama iletkeninin direncinin toplamıdır.
2. () Topraklama direncini ölçmek için topraklama direnç ölçme düzeneğinin kurulması gerekir.
3. () Ölçü aletinin çubukları topraklama elektrotuna 10 ile 15 metre aralığında olacak şekilde toprağa çakılır.
4. () Çubukları çakacağımız yerler ölçme işlemi yapmadan ısıtılmalıdır.
5. () Kablolar bağlantı maşalarından iyi bir şekilde tutturulmalıdır.
6. () Ölçüm yapılırken elektrotları elimizle tutularak ölçme yapılması gerekir.

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

Güneş panel grubunu çeviriciye bağlayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Güneş panellerinin bağlantı şekillerini araştırınız.
- Güneş paneli bağlantı soketlerine ait bir kataloğu internetten araştırınız.

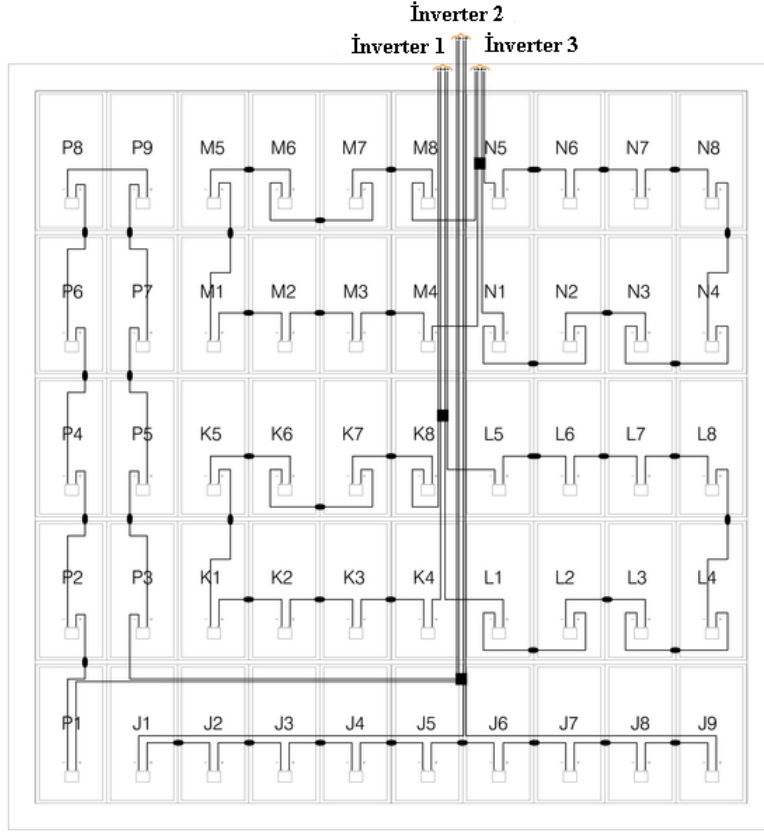
4. PANEL GRUBUNU ÇEVİRİCİYE BAĞ-LAMA

4.1. Panel Gruplarından Gelen Kabloları Gruplandırma

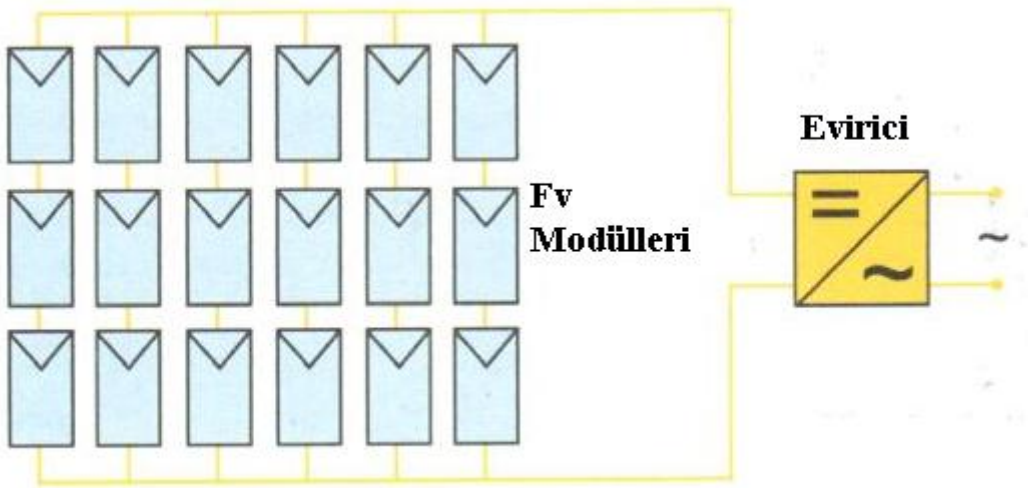
Bildiğiniz gibi güneş modülleri farklı seviyede gerilim ve akımı elde edebilmek için güneş panelleri birbirine gruplar halinde seri ve paralel olarak bağlanırlar. Bağlantının biçimi sistemin hedeflenen gücüne ulaşmak için projelendirme esnasında yapılır. Projeye göre sıralanan güneş panelleri bu plana göre birbirlerine bağlanırlar. Şekil 4.1’de 3 Eviriciye (İnverter) bağlanacak olan güneş panellerinin kendi aralarındaki bağlantı şeması verilmektedir.

Güneş enerji santrallerinde tesisin bağlantı şeklini eviriciler belirlemektedir. Eviricilerin bağlantı şekline göre merkezi olan veya merkezi olmayan bağlantı elde edilir. Güneş modüllerinin diziler oluşturularak kurulan seri ve paralel devresinin yapısı en ideal şekilde eviriciye göre düzenlenmiş olması gerekir. Bağlantı esnasında oluşabilecek uyumsuzluk (akım ve gerilim uyumsuzlukları) sisteme kayıp olarak yansıtacaktır. Temel hedef bu kayıpları en az seviyede tutacak bir gruplandırmanın yapılmasıdır.

Sistemin gerilim aralığı yapılacak gruplandırma biçimi konusunda fikir verebilmektedir. Küçük gerilim aralığında (120 volt doğru gerilim ve aşağısı) daha az sayıda modül seri olarak bağlanacaktır. Böyle bir gruplandırma biçiminde merkezi evirici bağlantısı tercih edilebilir. Şekil 4.2’de düşük gerilim elde edilecek şekilde bağlanmış modüllerin merkezi eviriciye bağlantısı görülmektedir. Böyle bir sistemin dikkat edilmesi gereken tarafı ise yüksek akımlar üretiyor olmasıdır. Bu da doğal olarak kablo kesitinin artmasına neden olmakta ve eviricinin etkinliğini de etkilemektedir.

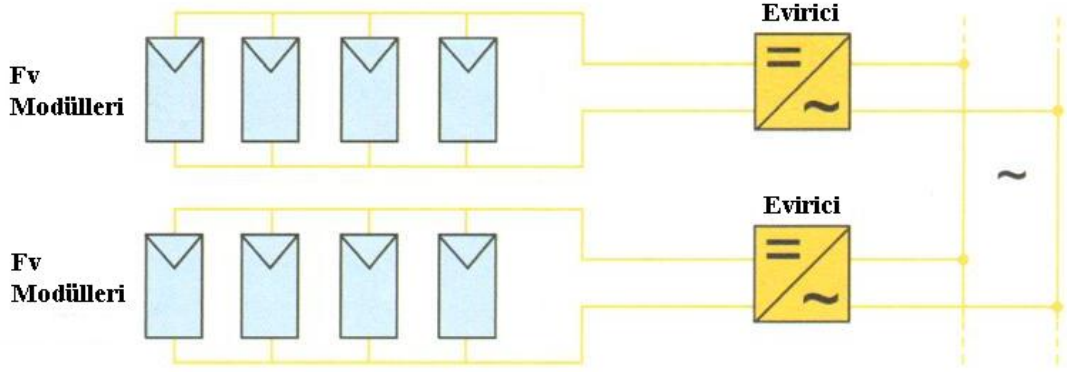


Şekil 4.1: Gruplandırılmış güneş panellerinin eviricilere (inverter) bağlantısı



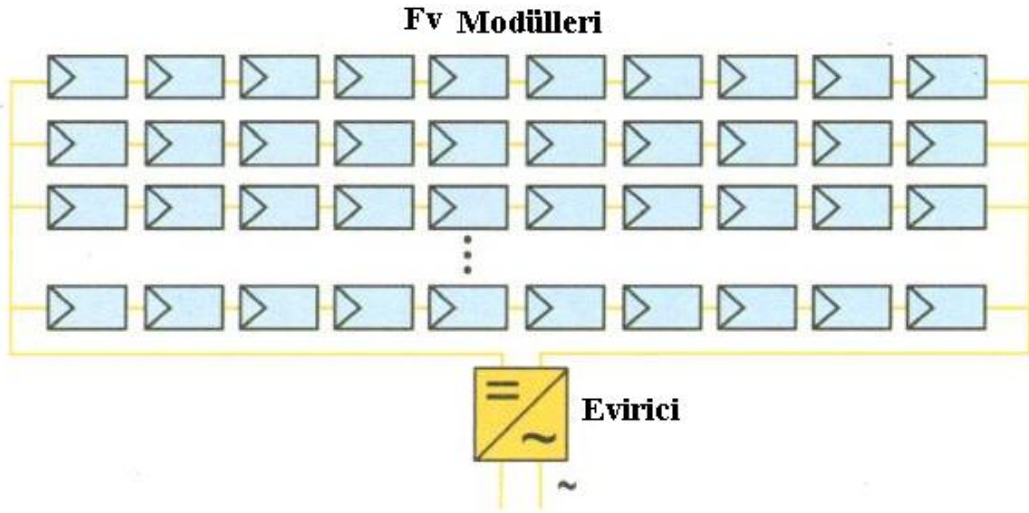
Şekil 4.2: Düşük gerilim seviyesine sahip merkezi evirici bağlantısı

Bir diğer gruplandırma şekli de paralel bağlantı şeklindedir. Bu bağlantı şeklinde modüller birden fazla paralel devre oluşturularak ve her devreye bağımsız bir evirici bağlayarak alternatif akım barasına bağlanıldığı şeklindedir. Şekil 4.3'te böyle bir paralel devre sistemi görülmektedir.



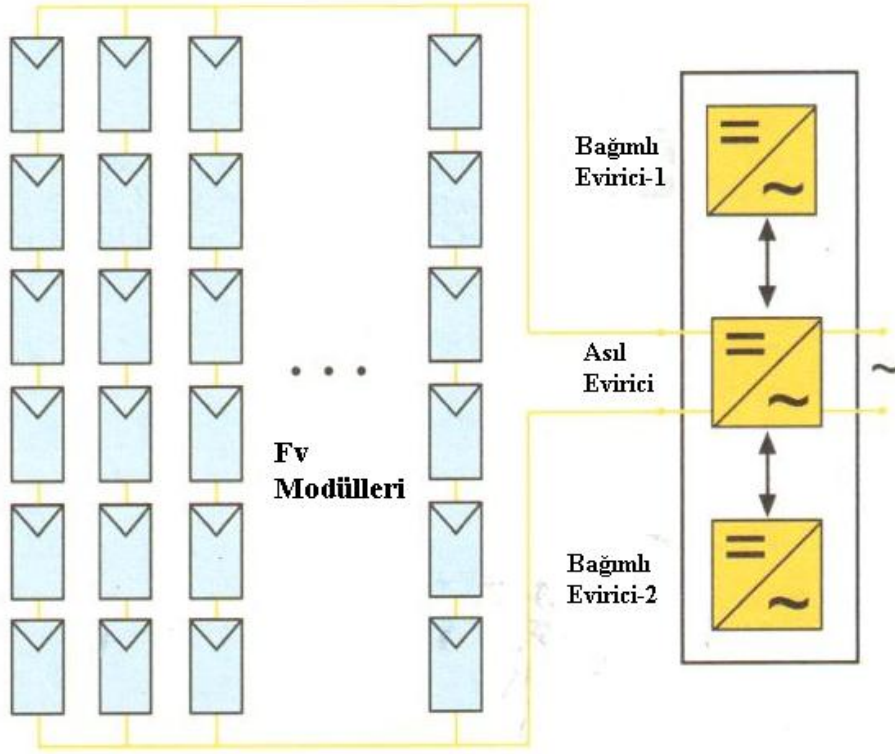
Şekil 4.3: Paralel devreli bağlantı şekli

Orta ve büyük tesislerde yüksek gerilim elde etmek için (120 volt ile 1000 volt arası) güneş modüllerinden seri bağlantı yapılarak uzun dizin bağlantısı yapılır. Bu tür bir bağlantıda gerilim değeri yüksek olmakla birlikte seri bağlantıdan dolayı akım değeri düşüktür ve dolayısıyla kullanılan kablo kesiti daha düşük olmaktadır (Şekil 4.4). Yalnız böyle bir sisteme uzun dizinlerde bulunan bazı modüllerin gölgede kalması durumunda sistemin verimi büyük bir oranda düşük olmaktadır.



Şekil 4.4: Merkezi evricili yüksek gerilim bağlantılı sistem

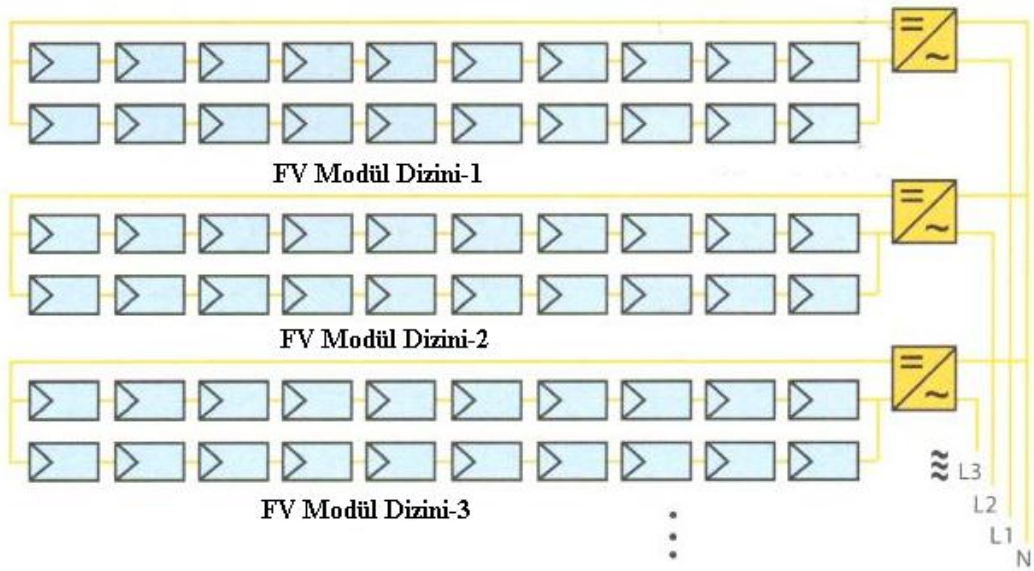
Panellerin diğerk bir gruplandırma şekli de asıl ve bağımlı evirici bağlantı şeklidir. Bu tür bir sistemde asıl evirici ile beraber birden çok bağımlı evirici bağlantısı yapılmaktadır. Düşük ışınım değerlerinde asıl evirici devrede olarak çalışır. Işınım arttığında ve dolayısıyla güneş panellerinin ürettiği güç arttığında asıl evirici gücü aşıldığında bağımlı eviriciler devreye girer ve yükü dengeli bir şekilde paylaşmış olurlar. Yükün dengeli dağılımı için belirli bir kontrol döngüsü kullanılarak asıl ve bağımlı eviricilere devreye sokulup çıkartılır. Bu da sistemin verimini arttırmaktadır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5: Merkezi evirici sistemine sahip asıl ve bağımlı evirici bağlantısı

Modüllerin diğerk bağlantı şekli de dizi eviriciler kullanılarak yapılan bağlantı biçimidir. Bildiğiniz gibi uzun güneş modül dizi bağlantısı gölgelenme esnasında yüksek güç kayıplarına neden olmaktadır. Böyle uzun dizinler için bir başka seçenekte çok büyük tesislerde her bir uzun dizin başına bir evirici bağlamaktır. Her dizin başına bir evirici bağlanarak güneş enerji santral kurulumu kolaylaştırılır. Şekil 4.6'da böyle bir bağlantı şekli görülmektedir.

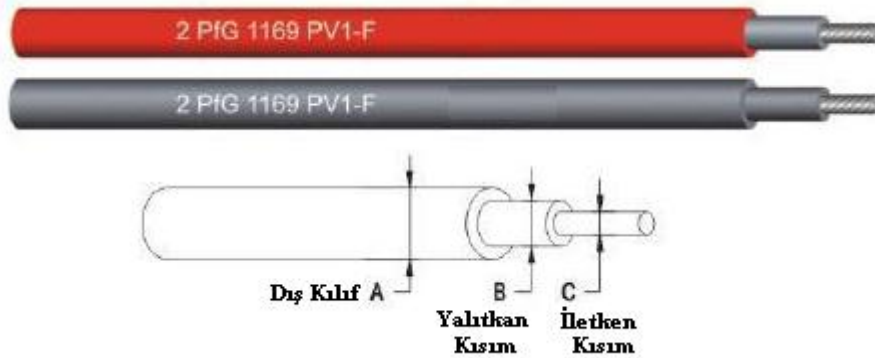
Bağlantı şekilleri daha da arttırılabilmektedir. Son yıllarda modül eviri yöntemi ortaya çıkmıştır. Bu da her bir güneş panelinin üzerinde küçük boyutlarda evirici monte edilerek yapılan bağlantı şeklidir. Bazen buna mikro evricili güneş panelleri de denmektedir. Güneş panelinin çıkışı direk alternatif enerji olarak kullanılabilir.



Şekil 4.6: Dizi evirici bağlantı şekli

4.2. Gruplandırılan Kabloları Uygun Soketle Eviriciye Bağlama

Evirici (invertör veya çevirici), güneş panellerinde üretilen DC gerilimi evlerde kullandığımız alternatif gerilime çeviren cihazdır. Başka bir deyişle 12, 24 veya 48V DC akü voltajını, 1 faz 230V – 3 faz 400V AC 50 Hz voltaja çevirir. Fotovoltaik uygulamalarda eviriciler için özel olarak üretilen solar tip çevirici kablolar üstün kaliteli ham maddeler ile üretilmektedir. Eviriciler için kullanılan kablolar VDE 0295 / IEC60228 sınıf 5'e uygun kalaylanmış bakır iletken tel içerir. Kablonun iç kısmı ise elektronik ortamda ışımlar ile birleştirilmiş özel bir kopolimer tabakadan oluşmaktadır (Resim 4.1).



Resim 4.1: Solar kablo

Solar kabloların nominal kablo kesiti TÜV tarafından onaylanmış olmalıdır. Yoğun kablo çapı olmalı, fazla yer kaplamamalıdır. Kesinlikle uzun ömürlü ve mukavim (dayanıklı) olmalıdır. Çeviricilerin bağlantıları yapılırken solar kablo ve konnektörleri kullanılmalıdır (Resim 4.2).



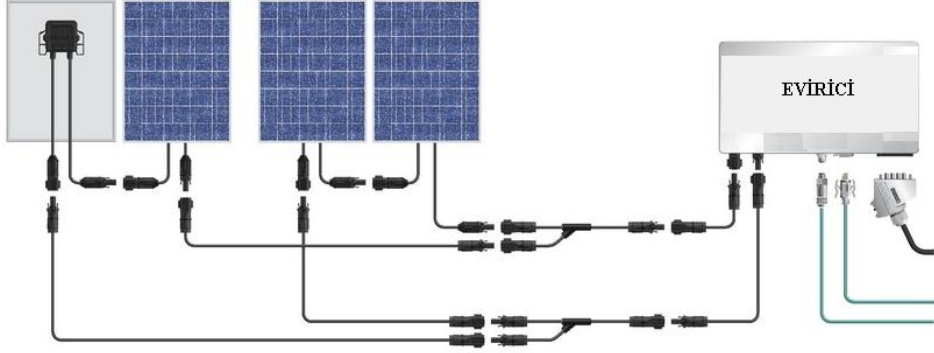
Resim 4.2: Evirici bağlantısında kullanılan bir çeşit bağlantı soketi (konnektör)

Evirici kablo ilk bağlantısı yapılırken veya bakım çalışmalarına başlamadan önce şebeke gerilimini kapatılır ve en az 10 dakikalık bekleme süresi geçirilir. Bu süre, şebeke gerilimi kapatıldıktan sonra kondansatörlerin tehlikesiz bir gerilim değerine deşarj olabilmeleri için kullanılır. Evirici P/+ ve N/- klemensleri arasındaki gerilimi ölçü aleti ile ölçülür. Bağlantı çalışmalarının gerilimsiz durumda yapılmasına dikkat edilmelidir. Aksi durumda elektrik çarpma tehlikesi ile karşı karşıya kalınır.

Evirici kablo bağlantısı yaparken gürültü(sinyal kablosunda meydana gelen parazit) sorunu yaşamamak için sinyal kablolarını güç kablolarının 10 cm uzağında tutunuz. Kablo bağlantıları bittikten sonra evirici içinde kesik kablo parçaları kalmamalıdır. Bazı durumlarda kesik kablo parçaları alarm ya da arızaya neden olabilir. Montaj deliklerini delerken talaş ya da yabancı maddelerin evirici içine girmesine izin vermeyiniz. Akım/gerilim girişi seçme anahtarını doğru şekilde ayarlamaya dikkat ediniz. Eksik bir ayarlama hatalı fonksiyonlara neden olabilir. Bağlantı vidalarını belirtilen torklarda sıkınız. Bir vidanın belirtilenden daha gevşek sıkılması durumunda kısa devreye ya da arızaya neden olabilir. Bir vidanın belirtilenden daha güçlü sıkılması durumunda arızaya, çatlamaya ya da kırılmaya neden olabilir. Enerji giriş bağlantılarında izoleli solar kablo pabucu veya bağlantı soketi kullanılır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıda verilen panel evirici bağlantısını yapınız.



İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Devrede kullanılacak erkek ve dişi soketleri seçiniz.	➤ Soketlerin sağlam olduğuna ve doğru sayıda olmasına dikkat ediniz.
➤ Bağlantıda kullanılacak solar kabloyu yeterli uzunlukta kesiniz.	➤ Pozitif negatif uçlar için farklı renkte seçim yapınız. Kablo kesme için solar kablo kemse aletini kullanınız.
➤ Kablo uçlarını soyarak soketleri soyulan kablo uçlarına takınız.	➤ Solar kablo soyma pensesi kullanınız. ➤ Gerekli uzunlukta olacak şekilde kabloyu soyunuz. ➤ Soket bağlantı talimatına uygun şekilde bağlantı yapınız.
➤ Şemada gösterildiği gibi paneller arasındaki bağlantıyı dikkatlice yapınız.	➤ Soketlerin sağlam bir şekilde birbirine geçtiğini kontrol ediniz.
➤ Devre uçlarını voltmetre ile ölçerek açık devre gerilimini ölçünüz.	➤ Ölçü aletini gerilim kademesine ve doğru akım ölçme ayarına getiriniz. ➤ İstenen değerleri elde ettiğinizi kontrol ediniz.
➤ Devre uçlarına ampermetreyi bağlayarak o anki kısa devre akımını ölçünüz.	➤ Ölçü aletinizi akım kademesinde ve doğru akım ölçme ayarına getiriniz. ➤ Bağlantılarınızı kontrol ediniz. ➤ Güvenlik tedbirlerini alın.
➤ Evirici bağlantısını yapınız	➤ Eviricinizin akım ve gerilim değerlerinin panel sistemine uygun olduğunu kontrol ediniz. ➤ Evirici talimatına uygun şekilde kablo montajını yapınız. ➤ Eviricinizi devreye alarak ürettiği akım ve gerilimi ölçünüz.

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	Doğru soketleri seçebildiniz mi?		
2	Solar kabloyu uygun uzunlukta kesebildiniz mi?		
3	Solar kabloyu soyup soketlere takabiliyor musunuz?		
4	Devre şemasını takip ederek panel geçiş bağlantısını yapabiliyor musunuz?		
5	Gerekli ölçümleri yapıp devrenin çalıştığını test edebiliyor musunuz?		
6	Uygun evirici seçebiliyor musunuz?		
7	Evirici güneş paneli bağlantısını doğru yapabiliyor musunuz?		
8	Eviriciyi devreye alıp çıkış değerlerini ölçebiliyor musunuz?		

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 ifadeleri dikkatlice okuyarak boşlukları doğru bir şekilde tamamlayınız.

1. Eviricilerin bağlantı şekline göre olan veya olmayan bağlantı elde edilir.
2. Güneş enerji santrallerinde tesisin bağlantı şeklini belirlemektedir.
3. Evirici; güneş panellerinde üretilen gerilimi evlerde kullandığımız gerilime çeviren cihazdır.
4. Solar kabloların nominal kablo kesiti tarafından onaylanmış olmalıdır.
5. Evirici kablo ilk bağlantısı yapılırken veya bakım çalışmalarına başlamadan önce şebeke gerilimi kapatılır ve en az dakikalık bekleme süresi geçirilir.
6. Evirici kablo bağlantısı yaparken gürültü sorunu yaşamamak için sinyal kablolarını güç kablolarının cm uzağında tutunuz.
7. Güneş modülleri farklı seviyede gerilim ve akımı elde edebilmek için güneş panelleri birbirine gruplar halinde ve olarak bağlanırlar.
8. Orta ve büyük tesislerde yüksek gerilim elde etmek için (120 volt ile 1000 volt arası) güneş modüllerinden seri bağlantı yapılarak bağlantısı yapılır.
9. Bildiğiniz gibi uzun güneş modül dizi bağlantısı gölgelenme esnasında kayıplarına neden olmaktadır.
10. Düşük gerilim elde edilecek şekilde bağlanmış modüllerde dikkat edilmesi gereken tarafı ise üretiyor olmasıdır.

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.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve boşlukları doğru şekilde doldurunuz.

1. Evirici kablo bağlantısı yaparken gürültü sorunu yaşamamak için sinyal kablolarını güç kablolarının cm uzağında tutunuz.
2. Güneş modülleri farklı seviyede gerilim ve akımı elde edebilmek için güneş panelleri birbirine gruplar halinde ve olarak bağlanırlar.
3. Orta ve büyük tesislerde yüksek gerilim elde etmek için (120 volt ile 1000 volt arası) güneş modüllerinden seri bağlantı yapılarak bağlantısı yapılır.
4. Bildiğiniz gibi uzun güneş modül dizi bağlantısı gölgelenme esnasında kayıplarına neden olmaktadır.
5. Düşük gerilim elde edilecek şekilde bağlanmış modüllerde dikkat edilmesi gereken tarafı ise ürettiği olmasıdır.
6. Topraklama ve kısa devre arızalarına karşı güvenli bir tesisatın döşenmesi içinve güç kabloları aynı kanal içerisinde bir arada geçirilmemelidir.
7. panoları dış ortamda olduklarından panolara gelen kabloların korunması gerekmektedir.
8. ve koruması yapmak için artı ve eksi doğru akım güç hatları birbirinden bağımsız izoleli solar güç kabloları ile yapılır.
9. Topraklama direncini ölçmek için topraklama düzeneğinin kurulması gerekir.
10. Ölçü aletinin çubukları topraklama elektrotuna ilemetre aralığında olacak şekilde toprağa çakılır.

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	DC güç hattı
2	Pozitif, Negatif
3	Tevzi
4	Topraklama, Kısadevre
5	Yalıtımlı
6	Mesafe, Toprakla
7	Kaliteli bağlantı
8	Güvenlik
9	Yaylı kısıkaç
10	Elektrik arklarının

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	Y
3	D
4	Y
5	D
6	Y

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	D
3	Y
4	D
5	D
6	Y

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Merkezi, merkezi
2	Eviriciler
3	Doğru, alternatif
4	TÜV
5	10
6	10
7	Seri, paralel
8	Uzun dizin
9	Yüksek güç
10	Yüksek akımlar

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	10
2	Seri, paralel
3	Uzun dizin
4	Yüksek güç
5	Yüksek akımlar
6	Pozitif, Negatif
7	Tevzi
8	Topraklama, Kısadevre
9	Direnç ölçme
10	5 , 10

KAYNAKÇA

- SCHLETTER, “**Professional Solar Mounting System, Ground Mounting Systems**”
- ÇATAKLI ENERJİ YAYINCILIK “**Fotovoltaik Sistemler**” 1. Baskı, Nisan 2012
- KAZDALOĞLU, A. ÇAKIR, B. DEMİR, M. GÜNEROĞLU, A. ÖZDEMİR, Ş. UÇAR, M. “**Fotovoltaik Elektrik Üretim Sistemlerinde Kullanılan Çok Seviyeli Eviricilerin İncelenmesi**”, 4. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu, Kocaeli, 12-13 Mayıs 2011.
- MEGEP, Yenilenebilir Enerji Teknolojileri Alanı, “**Güneş Ölçüm İstasyonunun Kurulum Yerinin Hazırlanması**”, Ankara, 2013.
- MEGEP, Elektrik Elektronik Teknolojileri Alanı, “**Açık Alanlarda Güneş Panel Sisteminin Kurulması Modülü**”, Ankara, 2012.
- MEGEP, Elektrik Elektronik Teknolojileri Alanı, “**Sehpa Üzerine Panellerin Montajı Modülü**”, Ankara, 2012.
- MEGEP, Elektrik Elektronik Teknolojileri Alanı, “**Sistem Topraklamaları Modülü**”, Ankara, 2012.