



BELTEK

FOTOVOLTAİK GÜNEŞ ENERJİ SİSTEM TASARIMI

**1.Hafta
3.Ders**

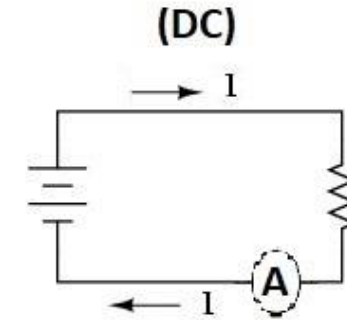
İÇİNDEKİLER

- Elektriksel Büyüklükler
- Akım, Gerilim ve Direnç Ölçme
- Güç Ölçme
- Endüktans ve Kapasitans Ölçme
- Doğru Akım
- Ohm Kanunu
- Seri Devreler
- Kirşof'un Gerilimler Kanunu
- Paralel Devreler
- Kirşof'un Akımlar Kanunu



Doğru Akım

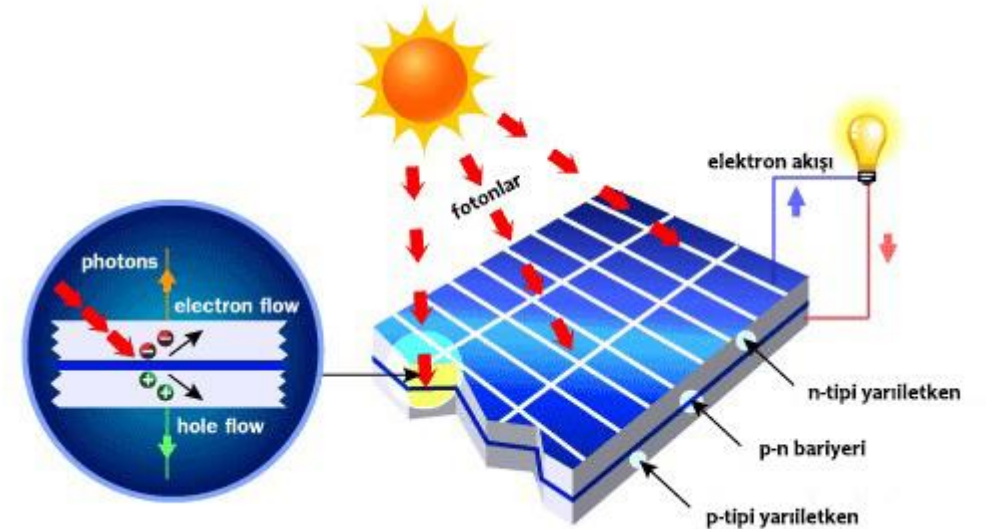
- Zamanla yönü ve şiddeti değişmeyen akıma doğru akım denir. İngilizce “Direct Current” kelimelerinin kısaltılması “DC” ile gösterilir.
- **Doğru Akımın Elde Edilmesi**
- DC üreten kaynaklar şu şekilde sıralanabilir:
- **Güneş pili;** Güneşin yaydığı ışık enerjisini DC elektrik enerjisine çeviren elemanlara güneş pili denir.
- **Pil;** kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren araçlara pil adı verilir.
- **Akümülatör;** kimyasal yolla elektrik enerjisi üreten araçtır.
- **Dinamo;** hareket enerjisini DC elektrik enerjisine çeviren araçlardır.
- **Doğrultmaç devresi;** Alternatif akım elektrik enerjisini DC elektrik enerjisine çeviren araçlardır.



Doğru Akım

Doğru Akımın Kullanıldığı Yerler

- Doğru akımın yaygın olarak kullanıldığı alanları şöyle sıralayabiliriz:
- Haberleşme cihazlarında (telekomünikasyonda)
- Radyo, telefon gibi elektronik cihazlarda
- Redresörlü kaynak makinelerinde
- Maden arıtma (elektroliz) ve maden kaplamacılığında (galvanoteknik)
- Elektrikli taşıtlarda (tren, tramvay, metro)
- Elektro-mıknatıslarda
- DC Elektrik motorlarında

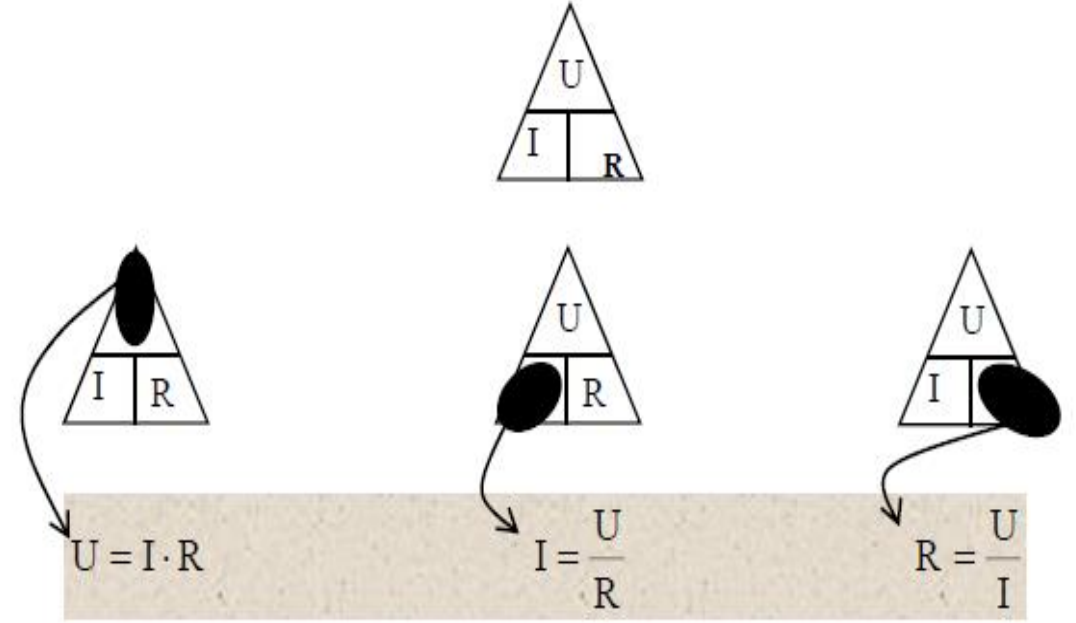


Ohm Kanunu

- Tanımı: 1827 yılında George Simon Ohm “Bir iletkenin iki ucu arasındaki potansiyel farkın, iletkenden geçen akım şiddetine oranı sabittir.” şeklinde tanımını yapmıştır.

Ohm Kanunu Formülleri

- Bir elektrik devresinde akım, gerilim ve direnç arasındaki bağlantıyı veren kanuna “Ohm Kanunu” adı verilir.
- Bu tanıma göre yandaki formüller elde edilir.
- Burada U gerilimi (birimi volt “V”); I akımı (birimi amper “A”), R direnci (birimi Ohm “Ω”) simgelemektedir. Üçgende hesaplanmak istenen değerin üzeri parmak ile kapatılarak denklem kolayca çıkarılabilir.



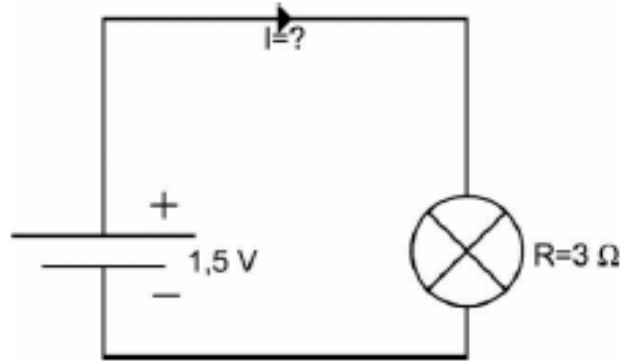
Ohm Kanunu

Ohm Kanunu Hesaplamaları

- Ohm kanunu hesaplamalarında yandaki formüller kullanılır.

$$U = I.R \quad I = \frac{U}{R} \quad R = \frac{U}{I}$$

Örnek 2.1: 1,5 V'luk pilin uçları arasında direnci 3 ohm olan bir ampul bağlanmıştır. Ampul üzerinden geçen akımı hesaplayınız (Şekil 2.2)



Şekil 2.2

Çözüm

$$I = \frac{U}{R} \Rightarrow I = \frac{1,5}{3} = 0,5A \text{ bulunur.}$$

Seri Devreler

- Elektronik devrelerde kullanılan dirençler, seri paralel ya da karışık bağlanarak çeşitli değerlerde dirençler elde edilebilir.

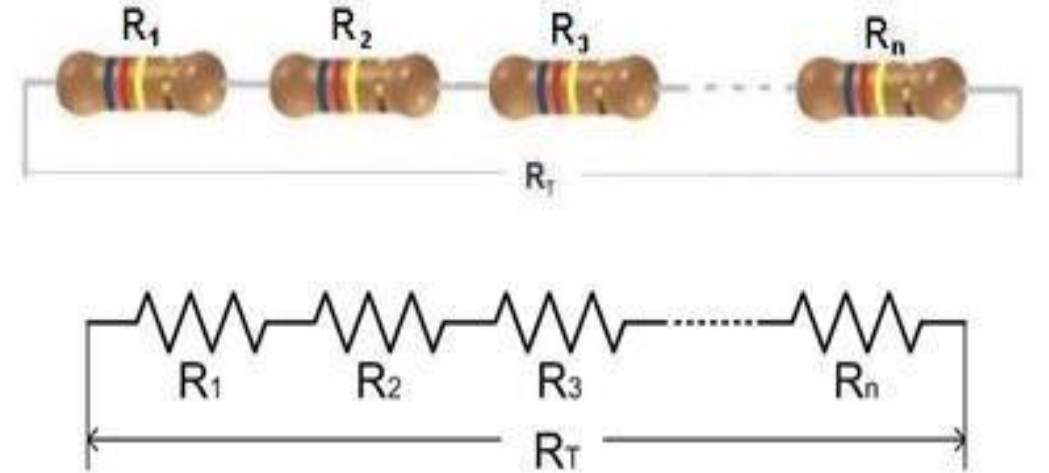
Seri Devrenin Özellikleri

- İçlerinden aynı akım geçecek şekilde alıcılar veya dirençler birbiri ardına eklenirse bu devreye seri devre denir.
- Seri devrede birden fazla alıcının birin girişinin, diğerinin çıkışına bağlanarak yapılan bir bağlantı şeklidir. Bir elektronik devre için istenen değerde direnç yoksa seri bağlantı yapılır.
- Örneğin iki adet 300Ω 'luk direnç seri bağlanarak 600Ω 'luk direnç elde edilir.

Eşdeğer Direnç Bulma

- Tüm dirençlerin yerine geçecek tek dirence eşdeğer direnç veya toplam direnç denir. R_T veya R_{Σ} şeklinde gösterilir. Seri devrede toplam direnç artar. Birbiri ardınca bağlanan dirençlerden her birinin değeri aritmetik olarak toplanır ve toplam direnç bulunur. Toplam direnç bulunmasında kullanılan denklem;

$$R_{\Sigma} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \text{ şeklindedir.}$$



Seri Devreler

Örnek 2.2: Şekil 2.4'te üç adet seri bağlı direnç gösterilmiştir. A-B noktaları arasındaki eşdeğer direnci hesaplayınız.



Şekil 2.4

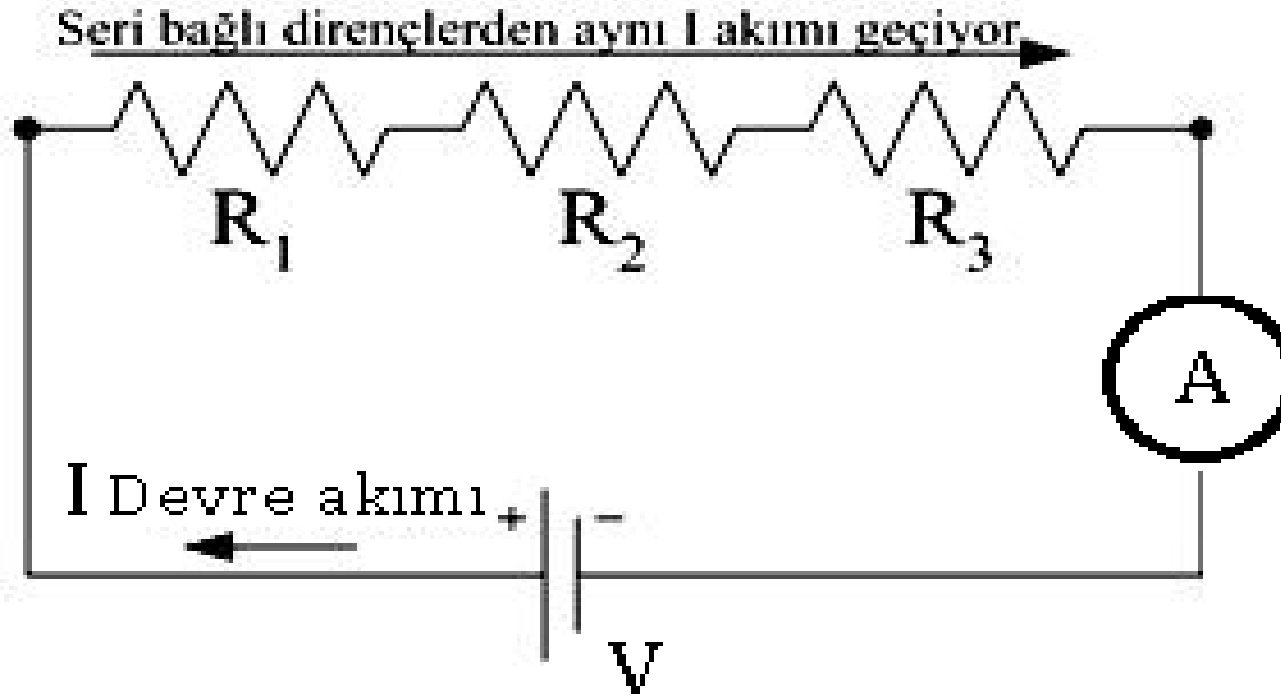
Çözüm: A ve B noktaları arasına bağlanan üç direnç seri bağlı oldukları için değerleri formülde verildiği şekilde toplanarak eşdeğer direnç elde edilmiş olur.

$$R_{es} = R_1 + R_2 + R_3 = 3 + 5 + 7 = 15 \Omega$$

Seri Devreler

Seri Devrelerde Akım Geçişi

- Devre akımı seri bağlı tüm dirençlerin üzerinden geçer. Şekildeki bağlantı yapılarak ampermetreden geçen akım tüm dirençlerin içinden akıp geçen akım olmaktadır.



Kirşof'un Gerilimler Kanunu

- “Kirşof Gerilimler Kanunu” ile “Devreye uygulanan gerilim, devreye bağlı alıcıların her biri üzerine düşen diğer bir ifade ile bir devredeki dirençlerin her biri üzerinde düşen gerilimlerin toplamına eşittir.” der.

Kirşof'un Gerilimler Kanunu ile Devre Hesaplamaları

Kirşofun gerilimler kanununa göre;

$$U_T = U_1 + U_2 + \dots + U_n \dots\dots (V)'tur. \dots\dots (1)$$

$$U = I \cdot R \text{ olduğundan} \dots\dots (2)$$

$$U_T = (I \cdot R_1) + (I \cdot R_2) + \dots + (I_n \cdot R_n) \text{ (3) şeklinde de yazılabilir.}$$

Kirşof'un Gerilimler Kanunu

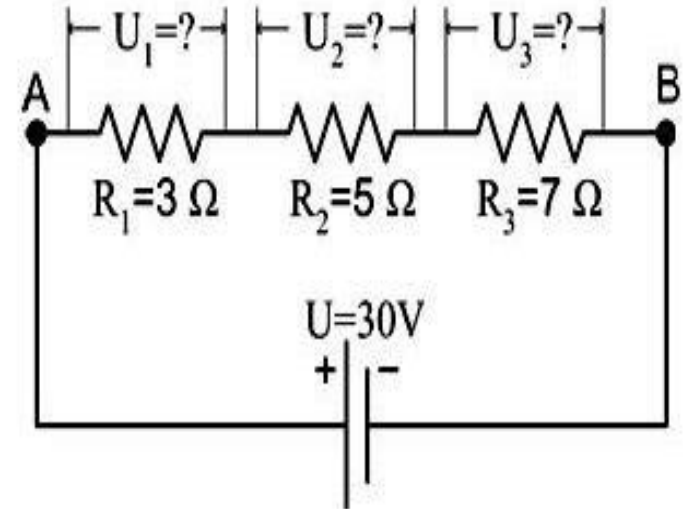
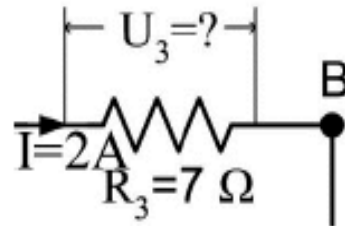
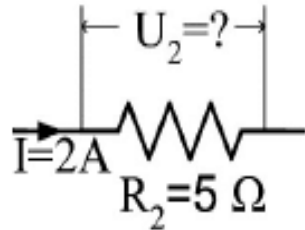
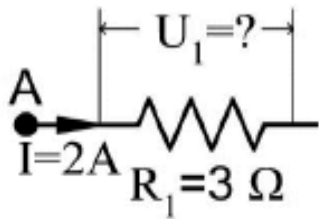
Örnek: Şekilde verilen devrede dirençler üzerinde düşen gerilimleri beraberce bulalım.

Çözüm: Öncelikle eşdeğer direnç (Örnek 1.2'de olduğu gibi)

$$R_{AB} = R_1 + R_2 + R_3 \rightarrow R_{AB} = 3 + 5 + 7 = 15\Omega$$

ve devreden geçen akım (Ohm Kanunu yardımıyla) $I = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{30}{15} = 2A$ bulunur.

Şimdi ise her bir direnç için Ohm Kanunu'nu uyguladığımızda;



Kirşof'un Gerilimler Kanunu

Örnek (Devam): Şekilde verilen devrede dirençler üzerinde düşen gerilimleri beraberce bulalım.

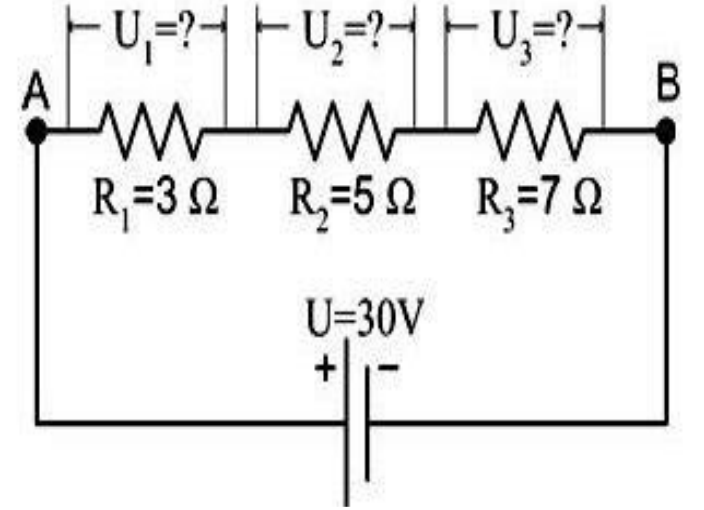
$$U_1 = IR_1 = 2 \cdot 3 = 6V \quad U_2 = IR_2 = 2 \cdot 5 = 10V \quad U_3 = IR_3 = 2 \cdot 7 = 14V$$

Kirşof Kanunu'na göre dirençler üzerinde ki gerilimlerin toplamı üretcin gerilimine eşit olmalıydı;

$$U = U_1 + U_2 + U_3 = 6 + 10 + 14 = 30V$$



Görüldüğü gibi üretcin gerilimi ile dirençler üzerine düşen gerilimlerin toplamı birbirine eşittir.

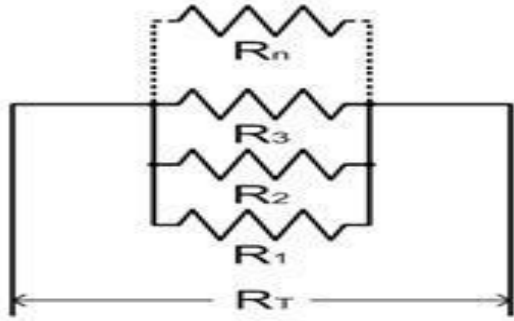


Paralel Devreler

- Dirençlerin karşılıklı uçlarının bağlanması ile oluşan devreye paralel bağlantı denir.
- Paralel bağlantıda toplam direnç azalır. Dirençler üzerindeki gerilimler eşit, üzerinden geçen akımlar farklıdır.

Paralel Devrede Toplam Direnç Bulma

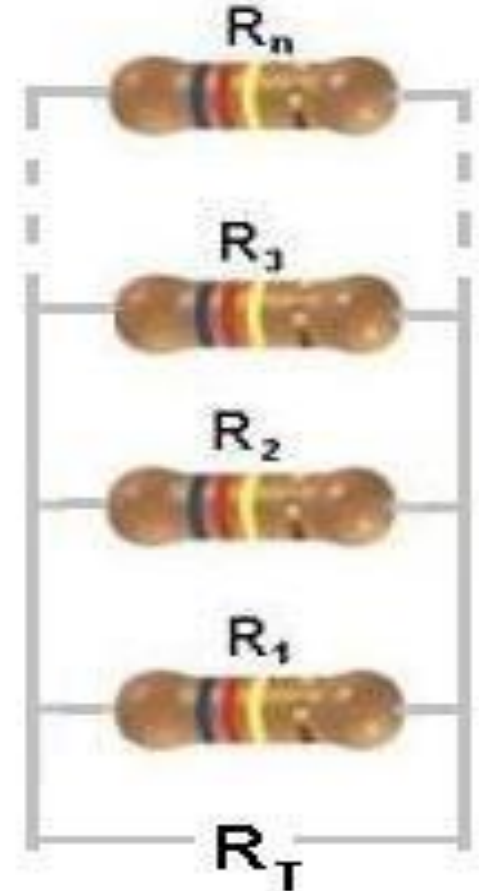
- Paralel bağlantıda seri bağlantıdan farklı olarak eşdeğer direnç, direnç değerlerinin çarpmaya göre terslerinin toplamının yine çarpmaya göre tersi alınarak bulunur. Formül hâline getirirsek;



$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

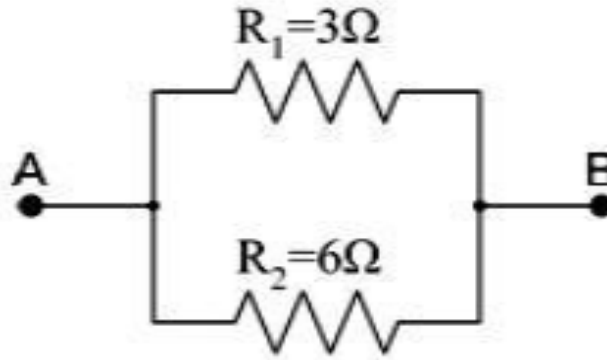
Sadece iki paralel direncin olduğu devrelerde hesaplamamanın kolaylığı açısından;

$$R_{eş} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{formülü de kullanılabilir.}$$



Paralel Devreler

Örnek 2.4: Şekil 2.9'daki devrede A ve B noktaları arasındaki eşdeğer direnci hesaplayınız.



Şekil 2.9

$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{\underset{(2)}{3}} + \frac{1}{\underset{(1)}{6}} = \frac{2+1}{6} \quad \frac{1}{R_{eş}} = \frac{3}{6} \Rightarrow R_{eş} = \frac{6}{3} = 2\Omega$$

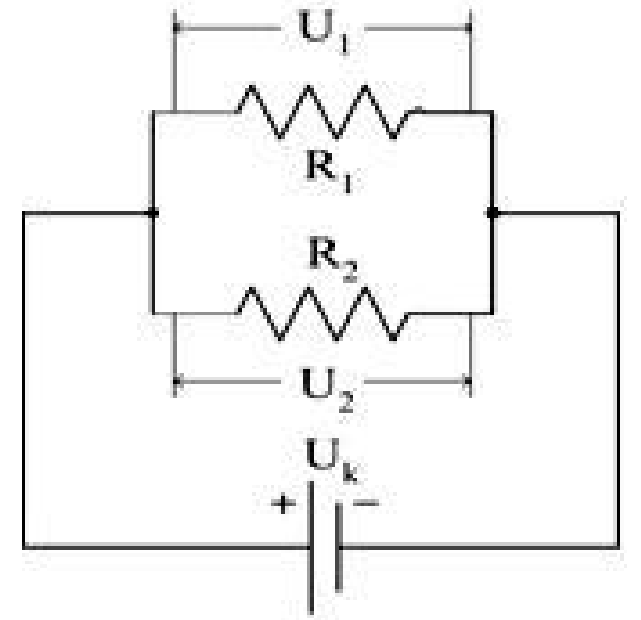
veya

$$R_{eş} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} = \frac{18}{9} = 2\Omega \quad \text{olarak bulunur.}$$

Paralel Devreler

Gerilim Eşitliği

- Paralel kolların gerilimleri eşittir. Kaynak uçlarını takip edersek doğruca direnç uçlarına gittiğini görebiliriz.
- Burada U_k kaynak gerilimi başka hiçbir direnç üzerinden geçmeden doğruca R_1 direncinin uçlarına gitmekte dolayısıyla U_1 gerilimi kaynak gerilimine eşittir. Tüm bunlar R_2 direnci ve U_2 gerilimi içinde geçerlidir. Başka bir deyişle $U_k = U_1 = U_2$ 'dir.
- Direnci düşük olan koldan çok, direnci fazla olan koldan az akım geçişi olur. Akım ve direnç arasında ters orantı vardır.



Kirşof'un Akımlar Kanunu

- “Kirşof Akımlar Kanunu” ile “Bir düğüm noktasına gelen akımların toplamı o düğüm noktasını terk eden akımların toplamına eşittir.” der.

Kirşof'un Akım Kanunu ile Devre Hesaplamaları

Kirşof'un akımlar kanunu formülleri;

$$I_T = I_1 + I_2 + \dots + I_n \text{ (A)} \dots\dots\dots (1)$$

$I = \frac{U}{R}$ olduğundan 1 numaralı denklemde yerine yazarsak

$$I_T = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \dots + \frac{U}{R_n} \dots\dots\dots (2) \text{ şeklinde de yazılabilir.}$$

Kirşof'un Akımlar Kanunu

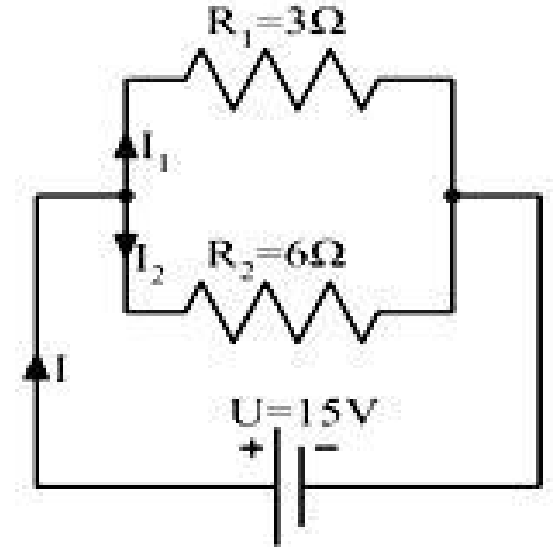
Örnek: Şekil 2.12'deki devrenin I1 ve I2 kol akımlarını ve I akımını bulunuz.

Çözüm: Kaynak gerilimi paralel dirençlerde düşen gerilimlere eşittir.

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{15}{3} = 5A \quad I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{15}{6} = 2,5A$$

Kirşofun Akımlar Kanunu ile

$$I = I_1 + I_2 = 5 + 2,5 = 7,5A$$



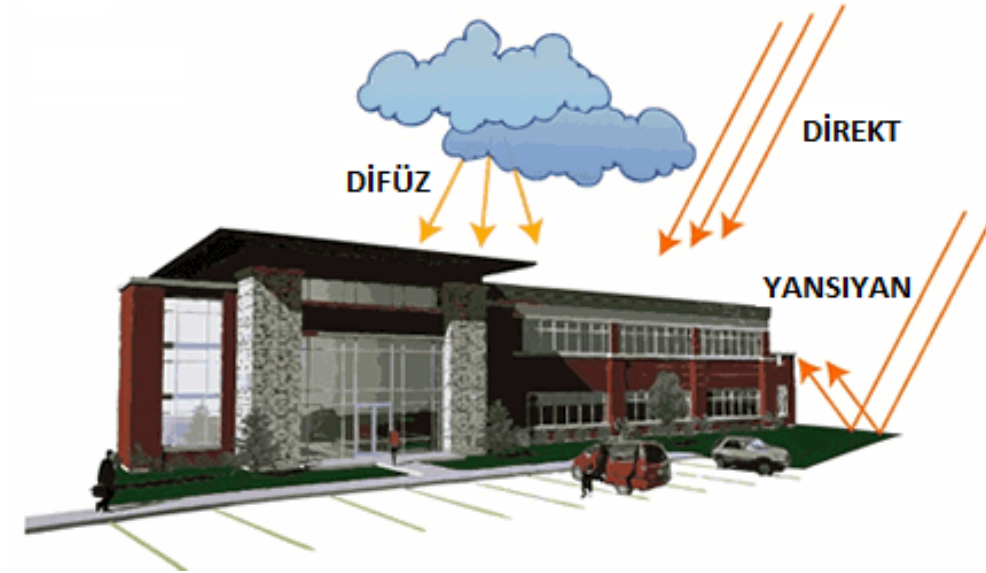
İÇİNDEKİLER (Part-II)

- Işınım Açısı Belirleyicisinin Kullanımı
- Yön Tespiti
- Enlem-Boylam Hesabı
- Fotovoltaik Santral Projesi
- Fotovoltaik Enerji Proje Uygulama Basamakları
- Fotovoltaik Sistemlerde Metal Bileşenlerin Montajı
- Güneş Sehpaı Yön Ayarı
- Güneş Sehpaı Montajı
- Güneş Sehpaı Açı Ayarı
- Panel Yerleştirme Yöntemleri
- Bina Çatı Sistemleri
- Çatı Montaj Yeri Tespiti
- Çatı Taşıyıcı Sistem Aparatları
- Panel Kablo Bağlantıları
- Kablo Konnektör Bağlantısı
- Solar Konnektör Çeşitleri



Işınım Açısı Belirleyicisinin Kullanımı

- Güneş enerjisi uygulamalarında güneş enerjisinin ısı veya elektriğe dönüştürüldüğü yüzeyler eğimli yerleştirildiğinden, eğimli yüzeye gelen güneş ışınımı, hesaplamalarda önemli ve temel parametredir. Yeryüzündeki herhangi bir yüzeye gelen toplam güneş ışınımı; direkt, difüz ve yansıyan ışınımlardan oluşur.
- Direkt güneş ışınım bileşeni doğrudan güneş enerjisinden yüzeye gelir. Difüz (yaygın) güneş ışınımı ise güneşten gelen ışınımın atmosferden geçtikten sonra bulut ve tozlar tarafından yutulması ve tekrar buradan yüzeylere gelen bileşenidir. Yansıyan güneş ışınımı ise yeryüzüne düşen güneş ışınımının yüzeyin etrafındaki çevreden yüzeye gelen bileşendir.
- Toplam güneş ışınımı piranometre, aktinograf veya solarimetre gibi cihazlarla ölçülmektedir. Direkt güneş ışınım şiddeti ise pirheliometre cihazı ile difüz güneş ışınım şiddeti ise gölge topları veya bantları kullanılarak piranometre cihazları ile ölçülmektedir. Eğimli yüzeye gelen saatlik toplam güneş ışınımı; eğimli yüzeye gelen saatlik direkt, difüz ve yansıyan ışınımın toplamıyla hesaplanır. Bu bileşenlerin hesaplanabilmesi için yatay yüzeye gelen toplam, difüz ve direkt güneş ışınımının bilinmesi gerekir.

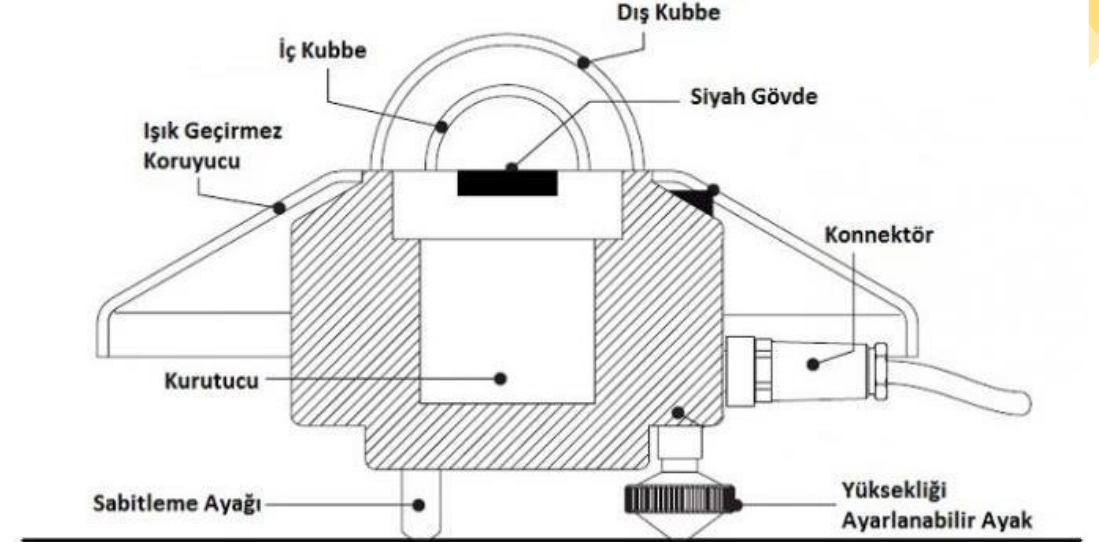


Işınım Açısı Belirleyicisinin Kullanımı

- Eğimli yüzeye gelen saatlik toplam güneş ışıını; eğimli yüzeye gelen saatlik direkt, difüz ve yansıyan ışıınıların toplamıyla hesaplanır. Eğimli yüzeye gelen saatlik toplam güneş ışıını (ITE) aşağıdaki denklem ile bulunur;
- $ITE = I_{be} + I_{de} + I_{re}$ 'dir.

Burada,

- ITE = Eğimli yüzeye gelen saatlik **toplam güneş ışıını**
- I_{be} = Eğimli yüzeye gelen **direkt ışıını**
- I_{de} = Eğimli yüzeye gelen **difüz ışıını**
- I_{re} = Eğimli yüzeye gelen **yansıyan ışıını** ifade etmektedir. Direkt, difüz ve yansıyan ışıını değerleri çeşitli modellerden yararlanarak hesaplanır.



Işınım Açısı Belirleyicisinin Kullanımı

Piranometre:
Toplam ışıınım ölçer

Pirheliyometre:
Direkt ışıınım ölçer



Gölge topu:
Difüz ışıınım ölçer için

Piranometre:
Difüz ışıınım ölçer

Güneş takip edici

Yön Belirleme

- Fotovoltaik sistem konstrüksiyonunun montajı yapılmadan önce yön kontrolü yapılması gerekir. Fotovoltaik paneller güneye bakacak şekilde monte edilmelidir. Ayrıca fotovoltaik sistem konstrüksiyonunun kurulacağı alanda her bir dizeye ait konstrüksiyonların, birbirlerini, ağaç ve binadan dolayı gölgelemeyecek şekilde kurulacak sahaya yerleştirilmelerine dikkat edilmelidir. Fotovoltaik sistem kurulmaya başlanmadan önce pusula yardımıyla yön ve gölge hesapları yapılmalıdır. Güneş (fotovoltaik) panellerin verimli bir şekilde enerji üretebilmeleri için yönlerinin güneye bakması gerekmektedir.

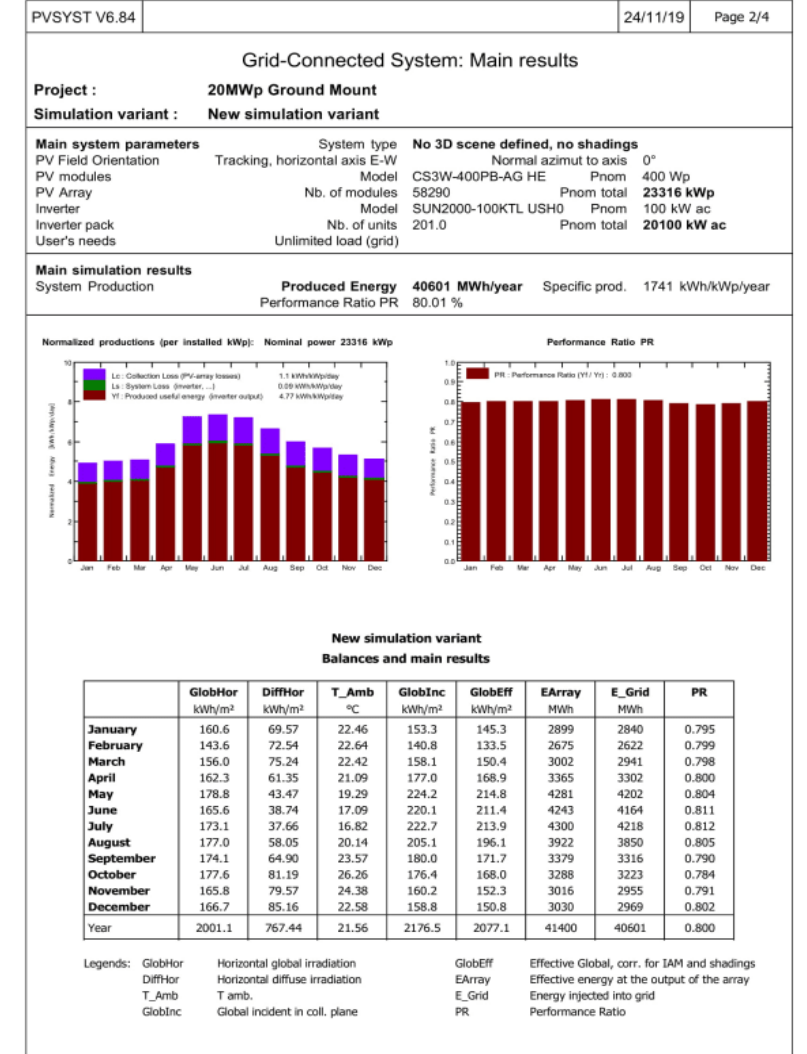


Enlem-Boylam Hesabı

- Dünya üzerinde 36° - 42° kuzey enlem, 26° - 45° doğu boylamları arasında bulunan Türkiye’de senelik ortalama güneş ışınlamı $1303 \text{ kWh/m}^2\text{yıl}$, ortalama senelik güneşlenme süresi ise 2623 saattir. Güneş (Fotovoltaik) panellerinden enerji üretimini en üst seviyeye çıkarmak için güneş (Fotovoltaik) panellerinin yüzeyine gün doğumundan gün batımına kadar güneş ışınlarının dik düşecek bir eğimdeki sistemlere ihtiyaç duyulur. Bu güneş (fotovoltaik) enerji sistemleri, güneş panelini pek çok farklı yöntemle doğru açıda tutarak güneş enerjisinden yüksek verimlilikte elektrik üretimine olanak sağlamaktadır.
- Kurulacak fotovoltaik sistemin tüm yıl boyunca verimli enerji üretebilmesi için konstrüksiyonun eğim açısı bölgenin enlem açısıyla aynı olmalıdır. Sistemden sadece yaz aylarında kullanılması planlanıyor ise konstrüksiyonun enlem açısı, güneş ışınları yazın dikey geldiğinden, bölgenin enlem açısından 15° düşük olmalıdır. Eğer sistemden sadece kış aylarından faydalanılacak ise konstrüksiyonun enlem açısı, güneş ışınları kışın yatay geldiğinden, bölgenin enlem açısından 15° yüksek olmalıdır.
- Türkiye, $36^{\circ} - 42^{\circ}$ kuzey enlemleri, 26° - 45° doğu boylamları arasında yer alır. Güneş(fotovoltaik) sistem konstrüksiyon açısı ayarı ülkemizin kuzey enlemleri (36° - 42° kuzey enlemleri) dikkate alınarak yapıldıktan sonra montaj yapılmalıdır. Güneş(fotovoltaik) sistem konstrüksiyonu, yaz ve kış mevsiminde gündüz öğle saatlerinde güneş ışığına dik vaziyette bakacak şekilde konumlandırılmalıdır. Aksi hâlde güneş (fotovoltaik) panelinin verimi düşük olur.
- Örneğin İzmit’te yapılacak bir güneş(fotovoltaik) paneli konstrüksiyon montajında İzmit’in enlem açısını yaklaşık 41° olarak kabul edersek;
- Yaz kış kullanılacak sistem için güneş paneli sehpa açısı 41° olmalıdır. Sadece yazın kullanılacak sistemler için güneş paneli sehpa açısı $41^{\circ}-15^{\circ}=26^{\circ}$ olmalıdır. Sadece kışın kullanılacak sistemler için güneş paneli sehpa açısı $41^{\circ}+15^{\circ}=56^{\circ}$ olmalıdır.

Fotovoltaik Santral Projesi

- Proje aşaması santral kurmak isteyen müşterinin başvurusu ile başlayan güneş enerjisinden elektrik üretmek için güneş (fotovoltaik) enerjisi santrali kurma sürecidir. Projenin uygulanabileceği uygun bir saha bulunmasından sonra teknik çalışmalar yapılır. Teknik çalışmalar kapsamında bir ön değerlendirme yapılır. Elde edilen veriler fotovoltaik enerji santrali kurulumu için uygun görülürse, detaylı fizibilite (yapılabilirlik) çalışması yapılır.
- Detaylı fizibilite; arazi çalışmalarını, kurulu gücü, yıllık üretimi, yatırım maliyetini ve tahmini ekonomik kazanım bağlamında geri dönüş süresini de içeren kapsamlı bir çalışmadır.
- Bu çalışma sonucunda sistemin veya santralin kurulmasına karar verilirse ilgili kurumlardan gerekli yasal izinler alınır. Eğer üretilen enerjinin fazlası şebekeye satılacak ise tüm işlemler bittikten sonra bölgedeki enerji dağıtım şirketi ile anlaşma imzalanır. Tüm bu yasal başvuru ve izin aşamalarından sonra mühendislik çalışmaları yapılan projenin anahtar teslim kurulumu için gerekli malzeme siparişleri, işçilik hizmetleri ve santral danışmanlığı (süpervizörlük) sağlanarak santral tamamlanır.



Fotovoltaik Enerji Proje Uygulama Basamakları

- Öncelikle fotovoltaik enerji panel sisteminin kurulumuna uygun arazinin belirlenmesi ile başlanır. Bunun için uygun araziler bulunarak yatırıma elverişli olup olmadıklarına karar verilir. Arazinin yıllık güneş radyasyon oranı, eğimi ve güneşlenme süreleri gibi önemli değerler açısından değerlendirmesi yapılır. Belirlenen arazide kurulacak sistemin tüketim noktasına uzaklığı veya bağlantı yapılacak olan trafo merkeziliğinin kapasitesi dikkate alınır.
- Daha sonra kurulum için gerekli izinlerin alınması gerekmektedir. Bu işlemleri kurulumu yapacak olan firma yapabileceği gibi bu işlemler için başvuru danışmanlığı yapan şirketlerle çalışarak ilgili belgelerin, formların hazırlanıp izinlerin alınması sağlanabilir. Alınacak izinlerin başında bağlantı yapılacak noktanın uygunluğunun belirlenmesi gelmektedir. Bunun dışında başvuru için istenen belgeler şunlardır:
- Bağlantı görüşü için başvuru dilekçesi
- İlgili tüketim tesisine ait abonelik bilgileri
- Bağlantı görüşü için başvuru ücretinin yatırıldığına dair dekont
- Üretim tesisinin kurulacağı yere ait sahiplik belgesi
- Fotovoltaik enerji üretim tesisinin yapılması planlanan yere ait harita veya kroki
- Üretim tesisine ait elektrik tek hat şeması
- Lisanssız Elektrik Üretimi Bağlantı Başvuru Formu
- Üretim tesisine ait ÇED (Çevresel Etki Değerlendirilmesi) raporu
- Teknik Değerlendirme Formu gibi belgeler yer almaktadır.

Fotovoltaik Enerji Proje Uygulama Basamakları

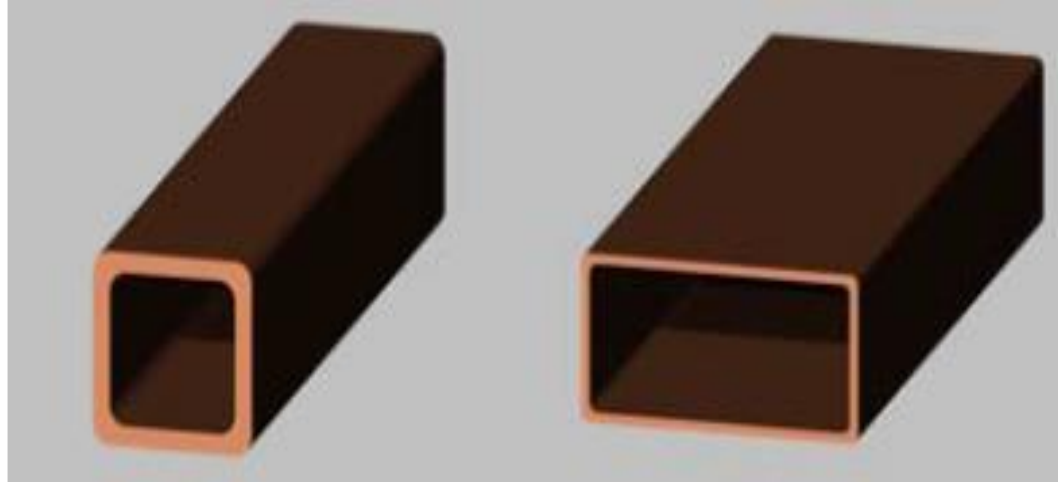
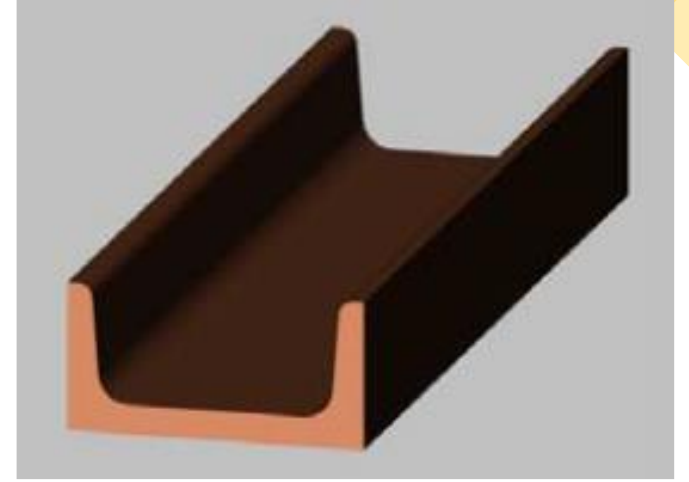
- Bundan sonraki aşamada fotovoltaik enerji santrali projelendirilmesi için gerekli olan idari izinlerin alınması gerekmektedir. Projenin uygulanacağı alanın bağlı olduğu belediyeden alınacak olan “Güneş Enerjisi Santrali (GES) Uygunudur” yazısı ve “Konstrüksiyon Onay” idari izinlerini almak için gerekli hesap ve paftaların hazırlanıp ilgili kuruma teslim edilmelidir.
- Güneş (fotovoltaik) enerjisi santrali elektrik ve statik projelerinin hazırlanarak Tedaş Genel Müdürlüğünden onayının alınmasına sıra gelmektedir. Lisanssız Enerji Üretim Yönetmeliği, İç Tesisler Yönetmeliği ve ilgili diğer yönetmelikler çerçevesinde idari izinler, hesaplar ve paftaları içeren proje dosyasının oluşturularak TEDAŞ Genel Müdürlüğüne onaylatılır.
- Güneş (fotovoltaik) enerjisi santrali kurulumu için gerekli maliyetin karşılanması gerekmektedir. Bunun için bankalardan böyle tesisler için finansman desteği alınabilmektedir. Bu durumda kredilendirilmeye uygun detaylı fizibilite raporunun oluşturulması gerekir. Bunun için ise;
- Maliyet hesapları
- Enerji üretim hesapları
- Projenin ekonomik açıdan incelenmesi
- Risk analizi gibi konuları da içeren detaylı fizibilite raporu oluşturulması gerekecektir.
- Bütün işlemler tamamlanıp gerekli finansman desteği işlemlerinden sonra sistemde kullanılacak ekipman ve kurulum danışmanlığı yapılarak kurulacak olan santral için fiyat ve performans bakımından uygun ekipmanların seçilmesi sağlanır. Kurulum için gerekli tüm iş ve alt işler için teknik danışmanlık ve süpervizörlük hizmeti tamamlanır.

Fotovoltaik Sistemlerde Metal Bileşenlerin Montajı

- Aynı ya da farklı cinsten iki veya daha fazla metalin ilave bir metal kullanarak veya kullanmadan ısı veya basınç ya da her ikisini birden kullanarak yapılan sökülemez birleştirme işlemine kaynak denir.
- Söz konusu iki parçanın birleştirilmesinde ilave bir gereç kullanılıyorsa bu gerece ilave metal ya da ek kaynak teli adı verilir.

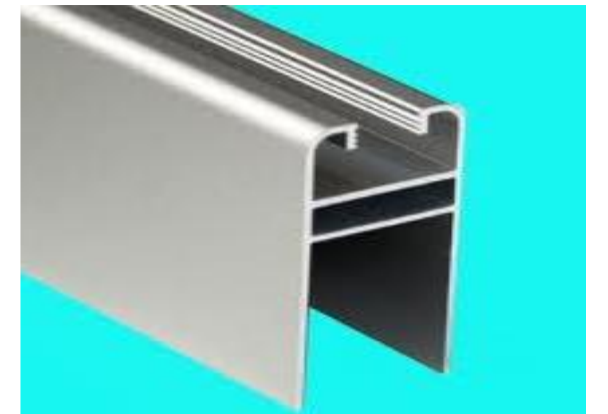
Genelde yapılan kaynak çeşitleri:

- Elektrik ark kaynağı
- Oksi gaz kaynağı
- Elektrik direnç kaynağı
- MIG-MAG kaynağı
- TiG kaynağı
- Tozaltı kaynağıdır.



Fotovoltaik Sistemlerde Metal Bileşenlerin Montajı

- Güneş sehpası yapımında genellikle alüminyum metal profil kullanılmaktadır. Güneş (Fotovoltaik) sistemlerde kullanılan metal profillerin tek bir standardı bulunmamaktadır. Projeyi uygulayan kuruluşun belirlediği yada tasarladığı konstrüksiyon profilleri kullanılabilir.
- Profillerin birleştirilmesi projede belirtilen şekillerde ve açılarda cıvata ve somun ile bağlantı yapılabilirdiği gibi elektrik ark kaynağı ile birleştirme yapılabilir. Bu projenin gerçekleştiği sahanın durumunu, montaj şekline, taşıyıcı sistemin yüküne, rüzgâr ve kar yüküne ve diğer tüm fiziksel etkiler dikkate alınarak belirlenmektedir.
- Fotovoltaik güneş enerjisi santral tesislerinde, hem alüminyum hem de çelik ürünler konstrüksiyon olarak kullanılabilir. Projede belirtilen koşullardan hareketle, kullanılacak ekipman bazında da güneş enerjisi santrallerini ikiye ayırmak gerektiğini söylemeliyiz.
- Alüminyum konstrüksiyon altyapısı'na sahip güneş (fotovoltaik) panel sistemleri
- Çelik konstrüksiyon altyapısı'na sahip güneş (fotovoltaik) panel sistemleri



Güneş Sehpası Yön Ayarı

- Güneş panelinden enerji üretimini en üst seviyeye çıkarmak için güneş panel sehpasını gün doğusundan, gün batımına dek güneş ışığını en doğru açıda görecek şekildeki sistemlere ihtiyaç duyulur. Bu güneş (solar) enerji sistemleri, güneş panelini pek çok farklı yöntemle doğru açıda tutarak güneş enerjisinden elektrik üretimini en üst düzeye çıkar.
- Güneş sehpası montajı yapılmadan önce yön kontrolü yapılmalıdır ve sistem güneye bakacak şekilde monte edilmelidir. Ayrıca güneş sehpasının kurulacağı alanın diğer güneş sehpalarından, ağaç ve binadan dolayı gölgelenmeyecek bir alana yerleşmesine dikkat edilmelidir. Sistem sehpası kurulmaya başlanmadan önce pusula yardımıyla yön ve gölge hesapları yapılmalıdır. Güneş panellerinin sağlıklı olarak çalışabilmesi için yönünün güneye bakması gerekir.



Güneş Sehpası Yön Ayarı

- Güneş panelinden enerji üretimini en üst seviyeye çıkarmak için güneş panel sehpasını gün doğusundan, gün batımına dek güneş ışığını en doğru açıda görecek şekildeki sistemlere ihtiyaç duyulur. Bu güneş (solar) enerji sistemleri, güneş panelini pek çok farklı yöntemle doğru açıda tutarak güneş enerjisinden elektrik üretimini en üst düzeye çıkar.
- Güneş sehpası montajı yapılmadan önce yön kontrolü yapılmalıdır ve sistem güneye bakacak şekilde monte edilmelidir. Ayrıca güneş sehpasının kurulacağı alanın diğer güneş sehpalarından, ağaç ve binadan dolayı gölgelenmeyecek bir alana yerleşmesine dikkat edilmelidir. Sistem sehpası kurulmaya başlanmadan önce pusula yardımıyla yön ve gölge hesapları yapılmalıdır. Güneş panellerinin sağlıklı olarak çalışabilmesi için yönünün güneye bakması gerekir.



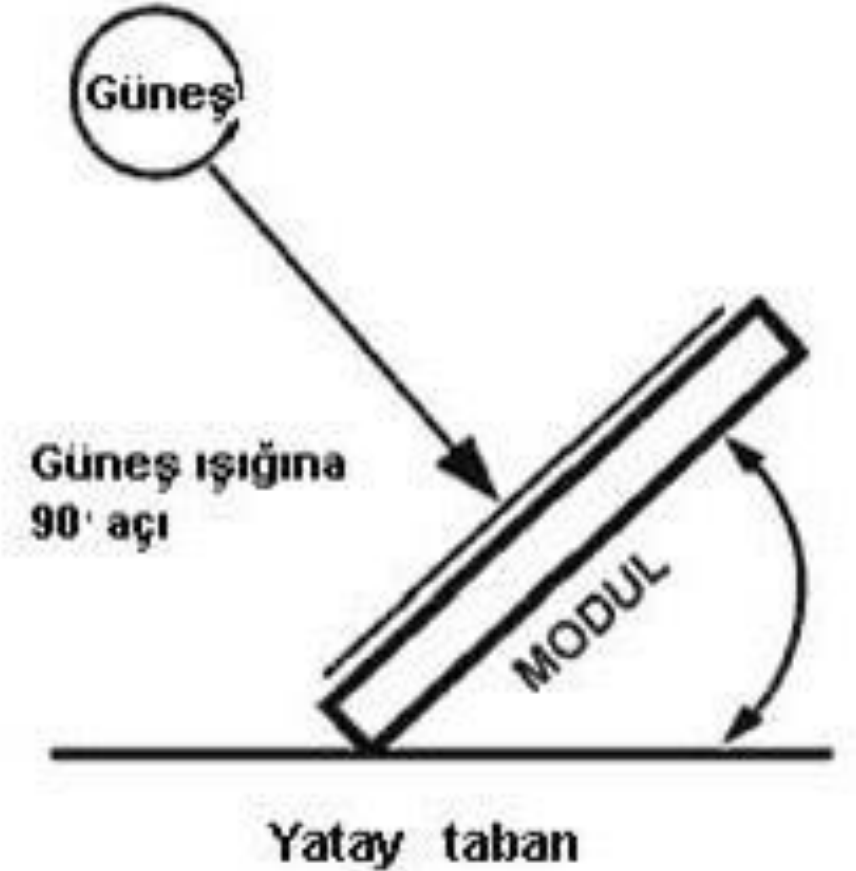
Güneş Sehpaı Yön Ayarı

- Güneş sehpaı montajı yapılırken çalışma güvenliği sağlanmalıdır. Çalışanlar emniyet kemeri yardımıyla kendisini yüksekten düşmelere karşı güvenli bir şekilde bağlamalıdır. Özellikle eğik çatı ve bina üstü kurulumlarda kişisel koruyucu ekipmanların kullanılması zorunluluktur.
- Ürünleri, kurulum mekânına taşıırken eldiven kullanılmalı ve sehpa rüzgâr vb. etkilerden dolayı aşağı düşmesine neden olacak alanlara konulmamalı, gerekirse sabit bir parçaya bağlanmalıdır. Güneş sehpaı taşınması ve montajı esnasında kurulan yerin önünde insanların bulunması veya geçmesi önlenmelidir.
- Güneş sehpaı montajı, güneş enerjisinin verimliliğini doğrudan etkiler. Önceden hazırlanmış olan güneş sehpaı direğinin üzerine güneş paneli sehpaı, bağlantı aparatları yardımıyla bağlantısı yapılır.



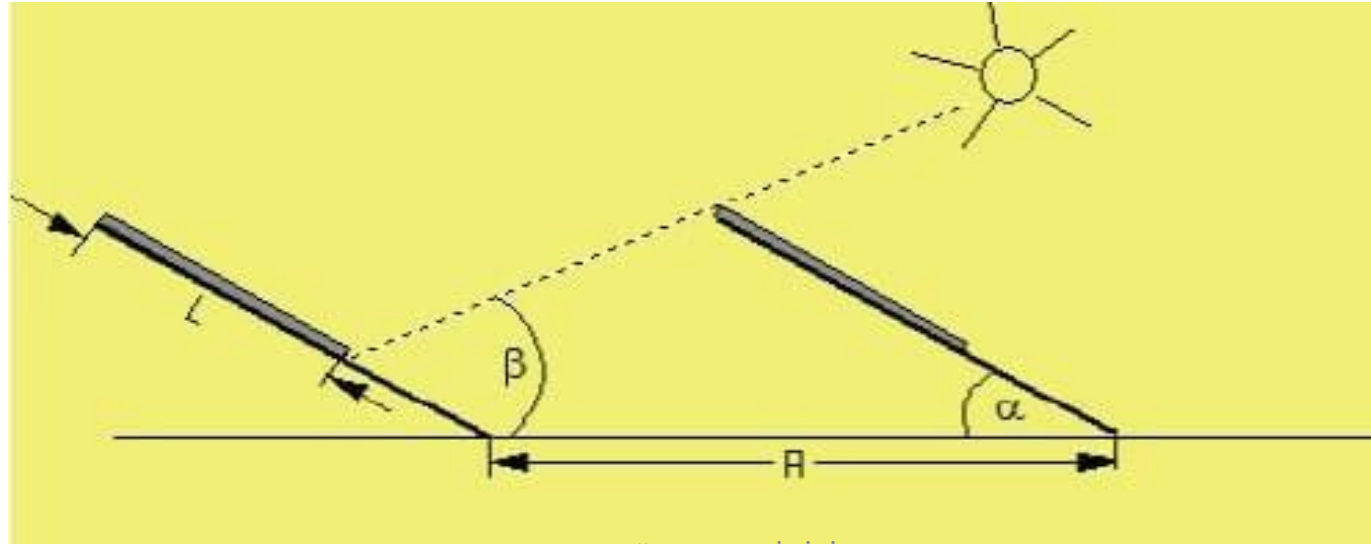
Güneş Sehpası Yön Ayarı

- Güneş sehpası montajı yapılırken, güneş ışınlarını 90° gibi yüksek derecelerde alacak şekilde ayarlanmalıdır. Kurulacak olan sistemin hem yazın hem de kışın kullanılması planlanıyor ise güneş sehpası eğim açısı o bölgenin enlem açısıyla aynı olmalıdır. Eğer sistemin sadece yazın kullanılması planlanıyor ise güneş sehpası enlem açısı bölgenin enlem açısından 15° düşük olmalıdır (Güneş ışınları yazın dikey geldiğinden). Eğer sistemin sadece kışın kullanılması planlanıyor ise güneş sehpası enlem açısını bölgenin enlem açısından 15° yüksek olmalıdır (Güneş ışınları kışın yatay geldiğinden).
- Türkiye $36^\circ - 42^\circ$ kuzey enlemleri, $26^\circ - 45^\circ$ doğu boylamları arasında yer alır. Güneş sehpası açısı ayarı yapılırken ülkemizin kuzey enlemleri ($36^\circ - 42^\circ$ kuzey enlemleri) dikkate alınarak montaj yapılmalıdır. Güneş paneli sehpasını, yaz ve kış mevsiminde gündüz öğle saatlerinde güneş ışığına dik vaziyette bakacak şekilde konumlandırmak gerekir. Aksi halde güneş (solar) panelinin verimi düşük olur.



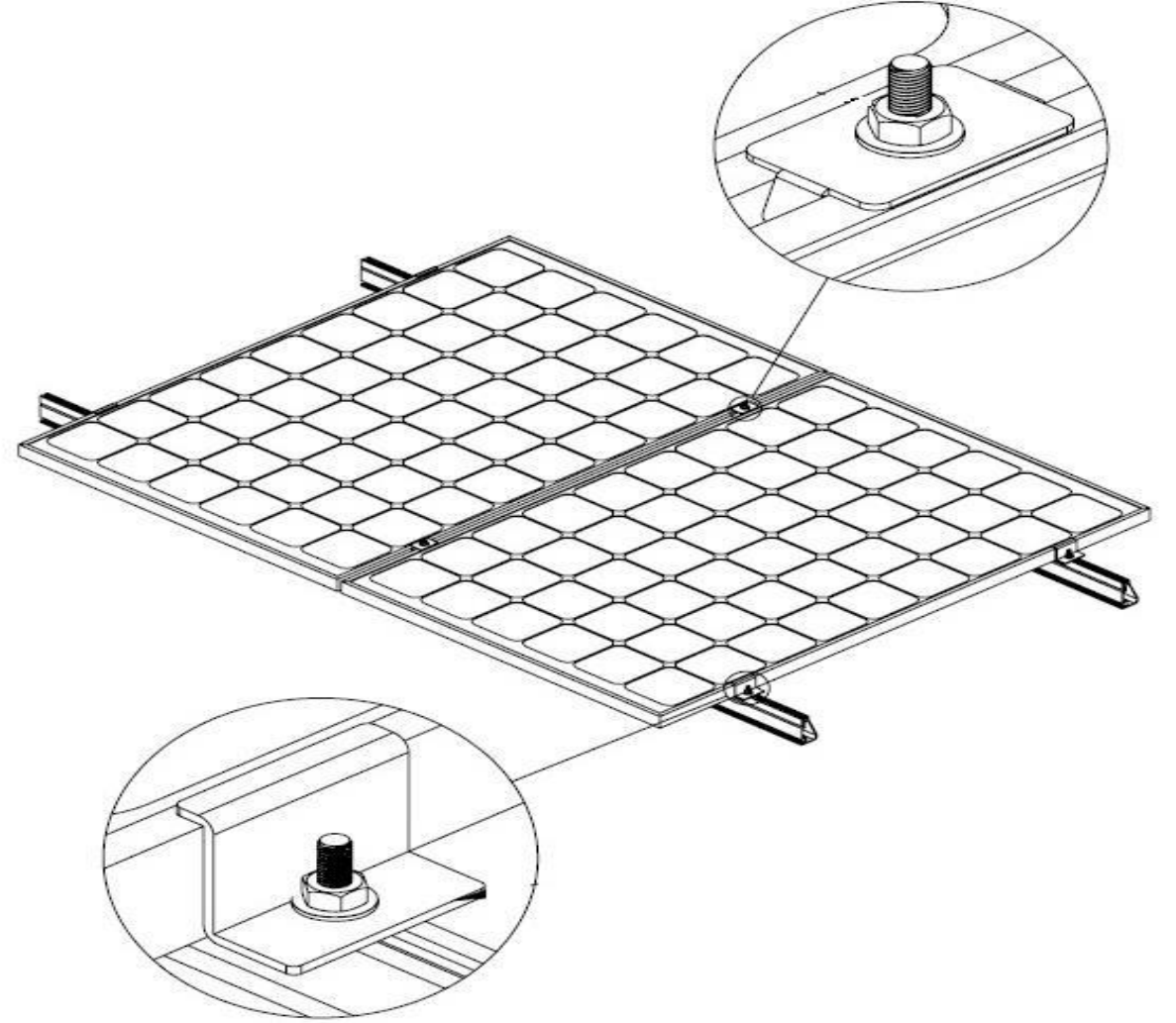
Güneş Sehpaı Yön Ayarı

- Karlı yerlerde güneş (solar) panellerini kardan temizlemek ve en az dört ayda bir solar enerji paneli yüzey temizleme ve güneş sehpaı açısı ayarı yapmak gerekir. Güneş ışığı yazları yaklaşık günde om beş saat iken, kışları yaklaşık dokuz saattir. Güneş sehpaı güneşe, dik veya dike en yakın açısı ile en yüksek güneş enerjisi verimini sağlar.
- Türkiye'nin bulunduğu enlemlerde yazın elde edilen güneş enerjisinin, kışın sadece 1/3'i elde edilir. Açıkçası yazları kışa nazaran üç kat daha fazla elektrik gücü üretilebilir. Bu sebeple güneş (solar) paneli enerjisini, kışın ve yazın şartlarına göre hesaplamak daha doğru olur. Güneş enerji panellerini üçer veya dörder aylık zamanlamalarla, dikey açılarını manuel olarak bir kez ayarladığınızda yıl boyu uygun açısı yakalayabilirsiniz. Güneş enerjisi ile en iyi verimi alabilmek için, sabit montajlarda mevsimsel dikey açısı ayarını ve ayrıca yüzey temizliğı yapmak gerekir. Mevsimlere göre yapılacak olan açısı ayarları ve bakım sonucunda solar enerji panellerinden en az % 10'luk ekstra verim alınabilir.



Panel Yerleştirme Yöntemleri

- Yapılarda ve açık alanlarda güneş panel sisteminin hazırlanırken panelin yerleştirileceği sehpa, yön ve açı ayarına göre konumlandırılır. Tüm bunlardan sonra projeye uygun seçilmiş olan güneş panelleri dikkatli bir şekilde montajı yapılacak sehpaaya taşınmalı ve sehpanın üzerine yerleştirilmelidir. Güneş panellerinin olumsuz hava koşullarından etkilenip zarar görmemesi için sehpa üzerine uygun ekipmanlar kullanılarak montajı yapılmalıdır.



Panel Yerleştirme Yöntemleri

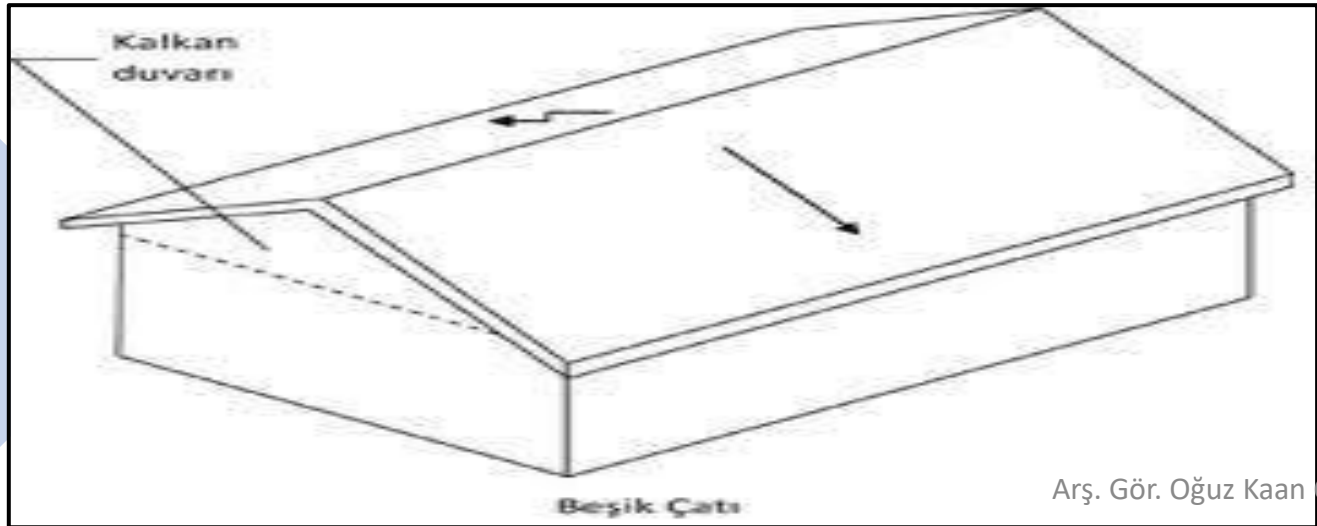
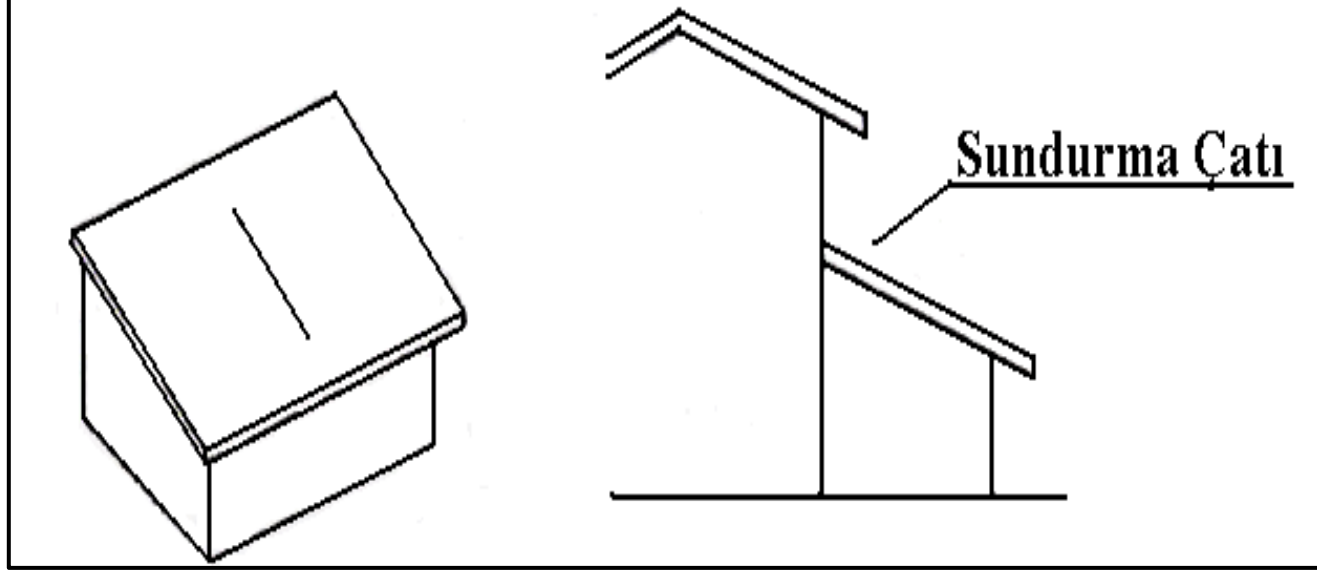
- Güneş panellerini kurmak belirli seviyede yetenek ve bilgi gerektirir. Bu işler sadece kalifiye ve özel olarak eğitilmiş personel tarafından yapılmalıdır. Güneş ışığına maruz kalmış panelleri tutarken veya kabloları dikkat edilmelidir. Paneller tek noktadan sabitlenmemelidir. Rüzgârlı havalarda paneller bağlantı noktalarından kurtulabilir.



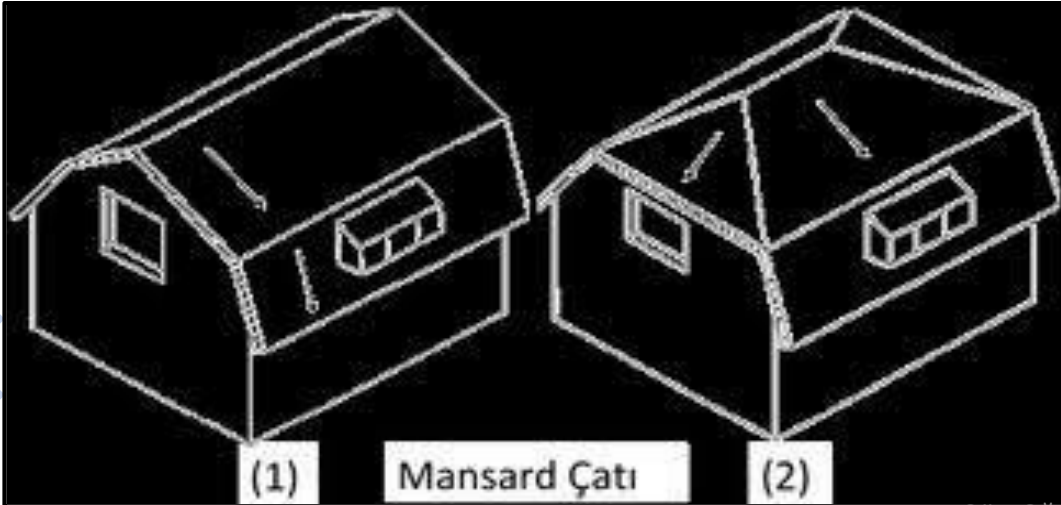
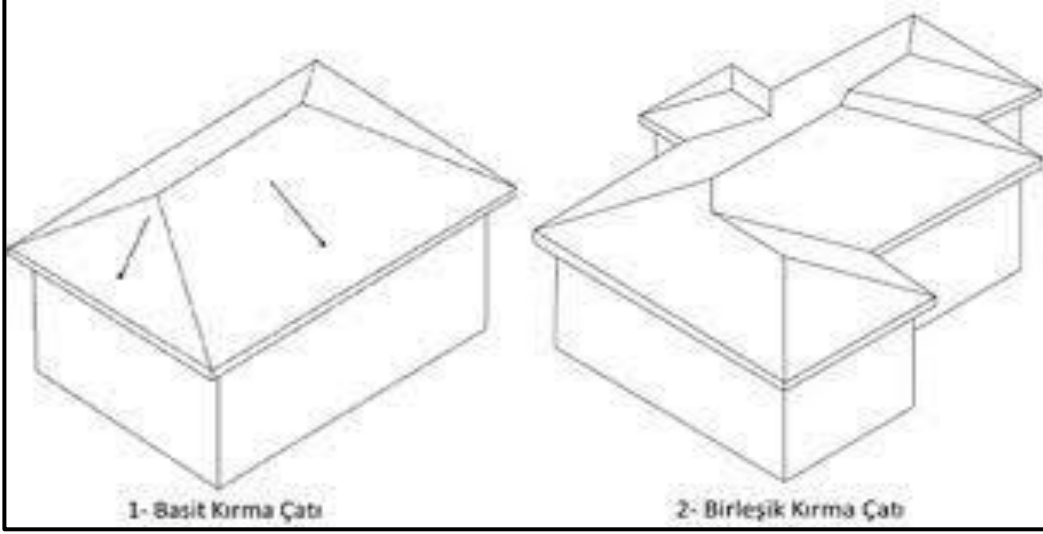
Bina Çatı Sistemleri

- **Çatı Çeşitleri**
- Bir binanın en üst kısmını teşkil eden, binayı üstten kar, yağmur, rüzgâr, soğuk ve sıcak gibi tesirlere karşı koruyan, güzelliğini ve sağlamlığını etkileyen yapı elemanına çatı denir. Üzerine gelen suları durmadan akıtabilmesi için çatı yüzeyi meyilli olarak yapılır.
- Çatıların kar ve rüzgâr yüklerini emniyetle taşıyabilmeleri esastır.
- Çatı, bir binayı üstten örten bir yapı elemanıdır. Bir binanın çatısı düz, eğik, katlanmış veya eğri yüzeyli olabilir. Kolay birleştirilebilmesi nedeniyle çatı yapımında ahşap en çok tercih edilen malzemedir. Bu özelliği haricinde ahşap, çivi, vida, metal ve metal kenetler yardımıyla birleştirilebilir. Taşıma gücünün yüksek olması, yerinde kesilip ölçüsüne getirilebilmesi özelliğiyle de ahşap tercih sebebidir.
- Çatı çeşitleri sundurma çatı, beşik çatı, kırma çatı ve mansard çatı olmak üzere dört ana grupta toplanmaktadır.

Bina Çatı Sistemleri

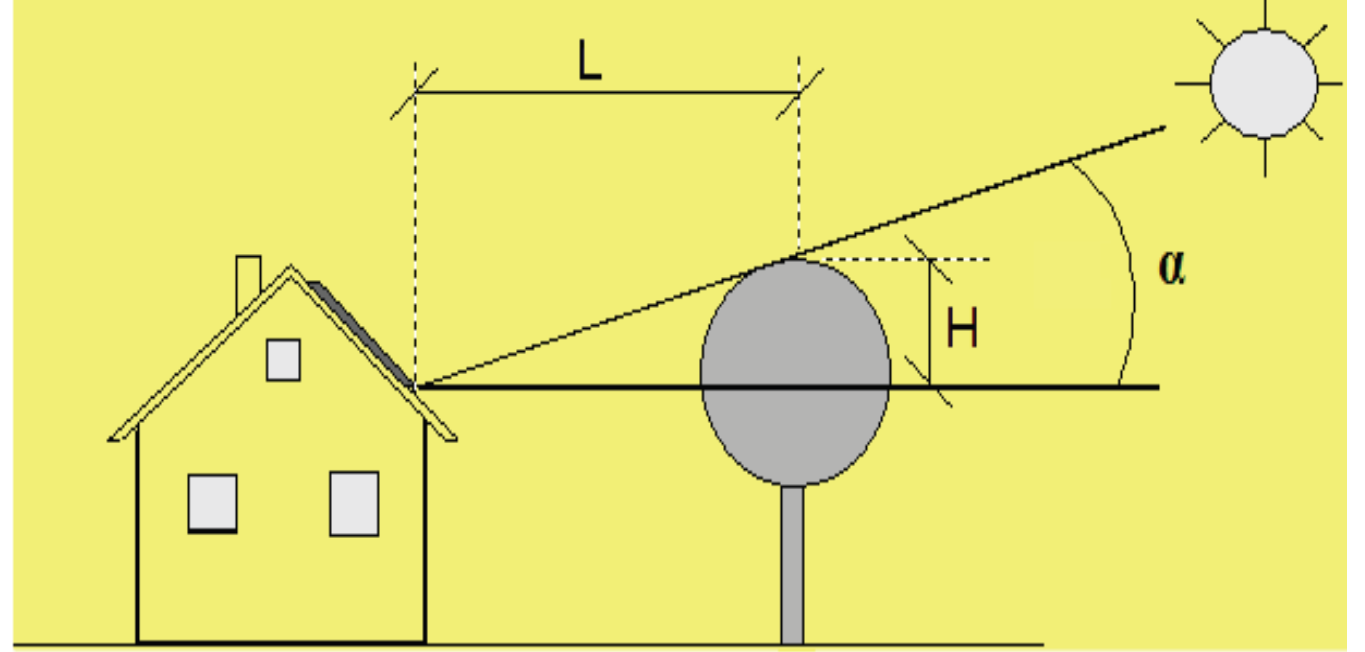


Bina Çatı Sistemleri



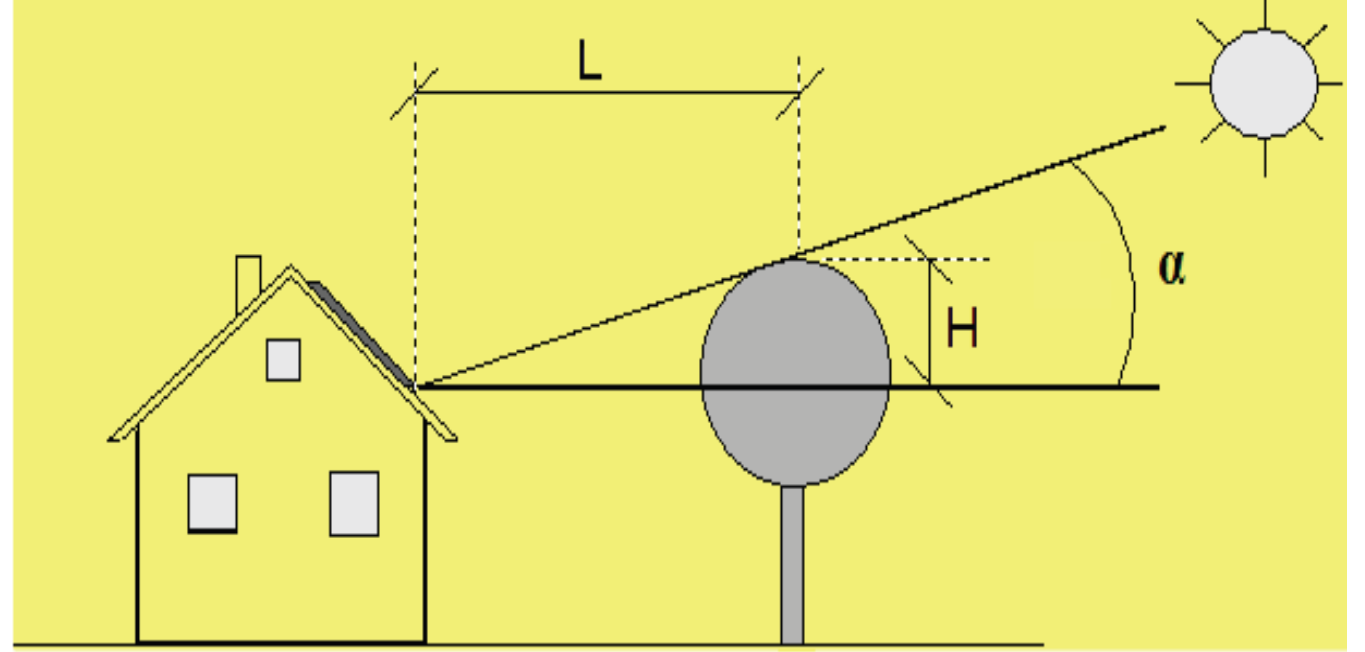
Çatı Montaj Yeri Tespiti

- Kuracağımız sistemin verimli olması ve uzun yıllar sorunsuz çalışması için çatı montaj yerinin tespitinin doğru yapılması gerekir. Bunun için de engellerden dolayı gölge düşme durumuna, düz yüzeylerde kurulan tesislerde güneş panelleri (modüller) arasındaki mesafeye dikkat edilmelidir.
- Güneş panellerinin (modüllerin) üzerine gölge düşmesi o modül grubunun verimini düşürmekte bazen tamamen devreden çıkmasına neden olabilmektedir. Güneş panellerinin yerleşim planı yapılırken güneş ışınlarının eğik gelme durumu göz önünde bulundurulmalıdır. Türkiye’de güneş ışınlarının en eğik (düşük açılı) geldiği tarih **21 Aralık** tarihidir. Eğim açısı (α) bulunulan bölgeye göre değişir. Aynı zamanda yakınlarda bulunan ağaçlar ve çıkıntılı pencereler de gölge oluşturabilir. Güneş panellerinin yerleşim planı bu durumlara göre yapılmalıdır.



Çatı Montaj Yeri Tespiti

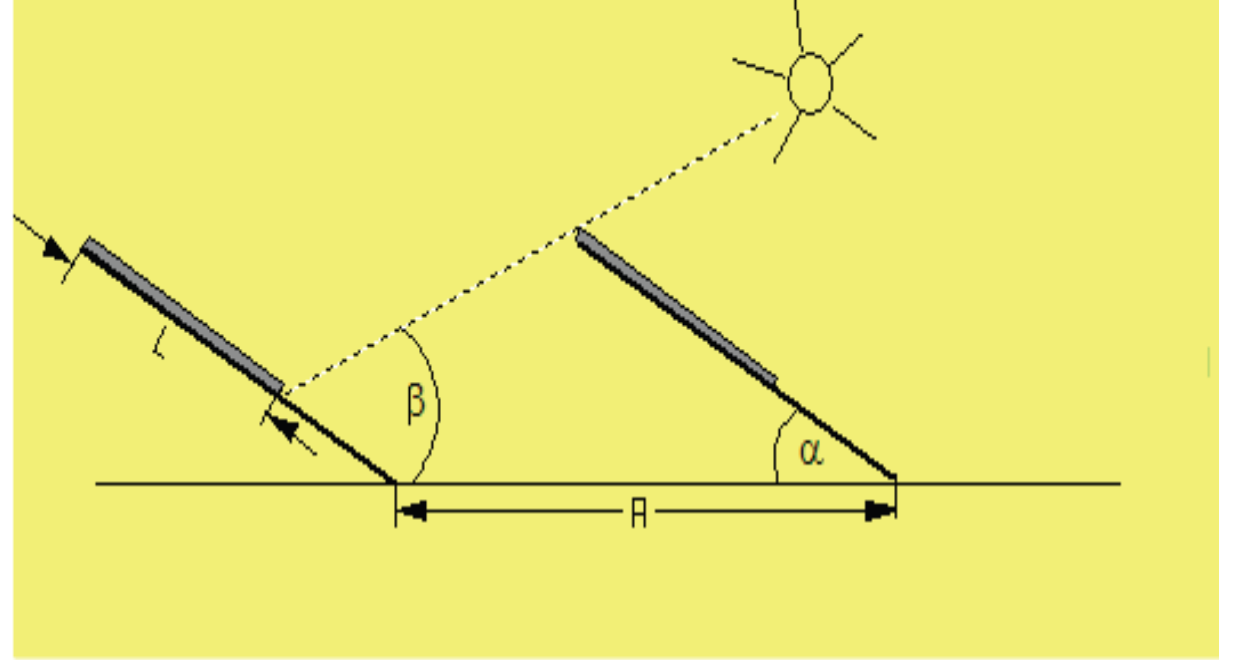
- Bir engelden dolayı modül üzerine gölge düşme durumu şu şekilde kontrol edilir: Engel ile modül arasındaki mesafe (L), $H/\tan\alpha$ değerinden büyükse engelden dolayı kesinlikle gölge oluşmayacaktır.
- $L > H / \tan \alpha$
- Özellikle düz yüzeyli çatılarda kurulan tesislerde modüller arasındaki mesafeye dikkat edilmelidir. Modüllerin yerleşiminde gelen güneş ışınlarının bir önceki modül tarafından kesilmemesi gerekir.



Çatı Montaj Yeri Tespiti

- Modüllerin birbirinin güneş ışınlarını kesmemesi için aralarında bulunması gereken en az mesafe aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$A = \left[\frac{\sin \alpha}{\tan \beta} + \cos \alpha \right] \cdot L$$



Çatı Taşıyıcı Sistem Aparatları

- Çatı taşıyıcı sistem aparatları şunlardır:
- Paslanmaz çelikten yapılmış vidalar
- Paslanmaz çelikten yapılmış çatı köşebentleri (çatı çapaları)
- Bağlantı ayakları
- Metal raylar
- Çeşitli profiller



Panel Kablo Seçimi

- Güneş enerjisi ile güneşten elektrik üretimi uygulamalarında, güneş pili, güneş paneli, solar panel sistemlerinde verimlilik çok önemlidir. Enerji kaybını asgari (minium) seviyede tutmak için kullanılan elektrik kablusunun iletken kesit boyutuna azami dikkat edilmelidir. Aksi hâlde ciddi verim kaybı oluşacaktır. Uygun olmayan tasarımlarda ısınma ve yangın tehlikesi bile oluşabilir.
- Fotovoltaik sistem kurulumunda sistemin hesaplanması ve gereken ürünlerin seçimi kolay değildir. Genelde ihmal edilen ve ihmal edilmemesi gereken bağlantı ürünlerinin önemi fazlasıyla yüksektir. Bir sistemin maliyetini incelediğiniz zaman, bağlantı parçalarının değeri ortalama ~%5 ile sınırlıdır. Fakat bağlantı ürünlerinde yanlış seçim yaptığınızda, yangın tehlikesi ile karşı karşıya kalabilir, yüksek zarara uğrayabilirsiniz ve daha önemlisi insan hayatı söz konusu olabilir.
- Fotovoltaik uygulamalar için özel olarak üretilen solar tip kablolar üstün kaliteli ham maddeler ile özel olarak üretilmektedir. Enerji iletiminin özel bir önem arz ettiği fotovoltaik uygulamalarda normal kabloların kullanımı hem sistem verimini düşürmekte hem de gereken uzun ömüre sahip olmamaktadır. Özellikle uzak mesafelerde enerji taşıma söz konusu ise (20 m ve üzeri) mutlaka fotovoltaik kabloların kullanılması gerekmektedir.
- Bu kablolar fotovoltaik sistemlerin önemli bir parçasıdır. Fotovoltaik sistemlerin bina ve aygıt içinde veya dışında bağlantısı, yüksek mekanik yıpranma oluşan ve ağır hava şartları olan bölgeler için özel tasarlanmıştır. Solar enerji sistemlerinde kullanılan kabloların uzunluğu arttıkça, mesafeler uzadıkça veya kablodan geçen akım arttıkça, iletken olması gereken kablomuzun üzerinde gerilim düşümü olur. Bir şekilde direnç oluşmuş olur. Bu noktada uygun kablo kesiti hesaplama ve yeterli özellikteki kablo seçiminin önemi ortaya çıkar.

Panel Kablo Seçimi

- Bir önceki sayfada açıklanan üstün özellikleri nedeniyle fotovoltaik sistemlerde bu sistemler için üstün kaliteli ham maddeler ile özel olarak hazırlanmış solar (fotovoltaik) kabloların kullanılması kaçınılmazdır.
- Fotovoltaik kablolar VDE 0295 / IEC60228 sınıf 5'e uygun kalaylanmış bakır iletken tel içerir. Kablonun iç kısmı ise elektronik ortamda ışınlar ile birleştirilmiş özel bir copolymerden ve etrafını saran ikinci bir polyolefine kopolimer tabakadan oluşmaktadır. Solar kabloların nominal kablo kesiti TÜV tarafından onaylanmış olmalıdır. Yoğun kablo çapı olmalı, fazla yer kaplamamalıdır. Kesinlikle uzun ömürlü ve mukavim (dayanıklı) olmalıdır.



Panel Kablo Seçimi

Genel olarak fotovoltaik kabloların özellikleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Özel elektron ışın dokulu izolasyon ve kılıf olmalıdır.
- Aşırı ısıya ve soğuğa dayanıklıdır.
- Yağa dayanıklıdır.
- Sürtünmelere karşı dayanıklıdır.
- Ozona karşı dayanıklıdır.
- Ultraviyole ışınlarına karşı dayanıklıdır.
- Kötü hava şartlarına karşı dayanıklıdır.
- Fazla duman üretmeyeceği ve yanmayacağından yangına karşı daha iyi korur.
- Halojen içermez.
- Çok esnektir.
- İzolasyonu kolay açılır.
- Az yer kaplar.
- Mekanik dayanımı yüksektir.
- Sızıntı kayıplar minimum seviyededir.
- Uzun ömürlüdür.



Panel Kablo Seçimi

Solar sistem iki bölüme ayrılabilir:

- Güneş panel sistemi-akü ve akü-tüketici bölümlerinden oluşur. Güneş panel sistemi-akü bölümü DC (doğru akım) bölümüdür ve genelde 12, 24 veya 48 V DC olarak kurulur. Güneş panel sistemi-akü bölümünde güneş panelleri sayesinde üretilen elektrik akımı, şarj regülatörü üzerinden akülere depolanır. Sistemim gücü 1000 W olarak alındığında ve sistem 12 V DC olarak kurulmuş ise;

$$P = I \cdot V$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1000W}{17V} = \sim 58 \text{ A}$$

- Burada akım, panel gücünün panelde oluşan ve şarj regülatöründe düzeltilmemiş gerilime (17 V) bölünmesiyle hesaplanmıştır. Sistemde şarj regülatörü bulundurulmasının temel sebebi de bu çıkış geriliminin regüle edilerek akünün nominal değerinde (12 V) şarj olmasını sağlamaktır.
- Bu sistem için seçilmesi gereken bağlantı kablosunu en az 58 A akım taşıma gücüne sahip olması gerekmektedir. Eğer 5 m uzunluğundaki yere kablo çekilmesi gerekiyorsa aşağıdaki gibi hesap yapılarak kablo kesiti bulunmalıdır.

Panel Kablo Seçimi

Kablo kesitini hesaplamak için kullanılması gereken formül:

$$S = \frac{(0,0175).2.L.P}{(fk.U^2)} = \frac{(0,0175).2.5.1000}{(0,03.17^2)} = \frac{175}{8,67} = 20,18 \text{ mm}^2 \text{ bulunur.}$$

Ancak kablo tablosunda bu değere en yakın üst kablo kesiti olan 35 mm²lik kablo kesiti kullanılır .

S = İletken kesiti (mm²)

fk[%] = Bakır için iletken kaybı(%3)(0,03)

0,0175 = Bakır için spesifik direnç(Ohm × mm² / m)

L = Kablo uzunluğu(m)

P = Kablo tarafından alınması gereken güç(W)

U = Güneş panel sistemi voltajı(V)

Panel Kablo Seçimi

- Verilen formüle göre yapılacak hesaplamalarla kullanılacak kablo kesiti bulunabilir. Formülde kullanılan veriler bilgisayar ortamında hesaplanarak pratik bir tablo oluşturulmuştur. Tablo'da 12 volt için çeşitli amper ve kablo uzunluklarında gereken ve standart olan kablo kesitleri sunulmuştur. Tabloda'da görüldüğü gibi saatte 58 A akım taşıma gücüne sahip olması gereken saatte 1 kW güç üretecek şekilde tasarlanan güneş paneli sistemi için 4 metreden uzun mesafeler için 35 mm² kesitinde kablo kullanılması uygun görülmektedir.

Kablo Uzunluğu [m]	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-9
Amper [A]	Kablo Kesiti [mm ²]							
0-20	2,5	6	6	6	10	10	10	10
21-36	6	6	10	10	20	20	20	35
37-50	6	6	10	10	20	20	20	35
51-65	10	10	20	35	35	35	35	35
66-85	20	20	35	35	35	35	35	35
86-105	20	20	35	35	35	35	35	35
106-125	35	35	35	35	35	35	35	35
125-150	35	35	35	35	35	35	35	35
151-200	35	35	50	50	50	50	50	50

Panel Kablo Bağlantıları

- Büyük güçlerde elektrik üretmek için güneş panelleri birbirine bağlanarak solar PV dizilerini meydana getirir. Güç çıkışını artırmak amacıyla çok sayıda güneş paneli birbirine paralel ya da seri bağlanır. Güneş panellerini birbirlerine bağlarken bir önceki konu olan güneş paneli kablo seçim kriterlerine uyan solar kablolar tercih edilmelidir.
- Güneş panellerinin bağlantıları yapılırken solar kablo ve konnektörleri kullanılmalıdır.



TYCO ELECTRONICS		
Ürün	Solar kablo	Konnektör
Kesit	2.5; 4; 6 mm ²	2.5; 4; 6 mm ²
Minimum sıcaklık	-400C	-400C
Maksimum sıcaklık	1250C	1100C
Mevcut renkler	Siyah, mavi, kırmızı	Standard
Bağlantı şekilleri	-	Dişi, Erkek, T branch
Akım taşıma kapasitesi	2.5 mm ² - 41 A 4 mm ² - 55 A 6 mm ² - 70 A	25 Ampere kadar
Onay	IEC 60228 Class5 TÜV ve UL	TÜV ve UL

Panel Kablo Bağlantıları

- Güneş panellerinin birbirlerine bağlantısı yapılırken panellerin üzerindeki birleşme kutularına (junction box), dişi veya erkek konnektörler bağlanır. Güneş panelleri birbirleriyle paralel bağlanacağı zaman paralel bağlantı konnektörleri bağlantısı kullanılır.



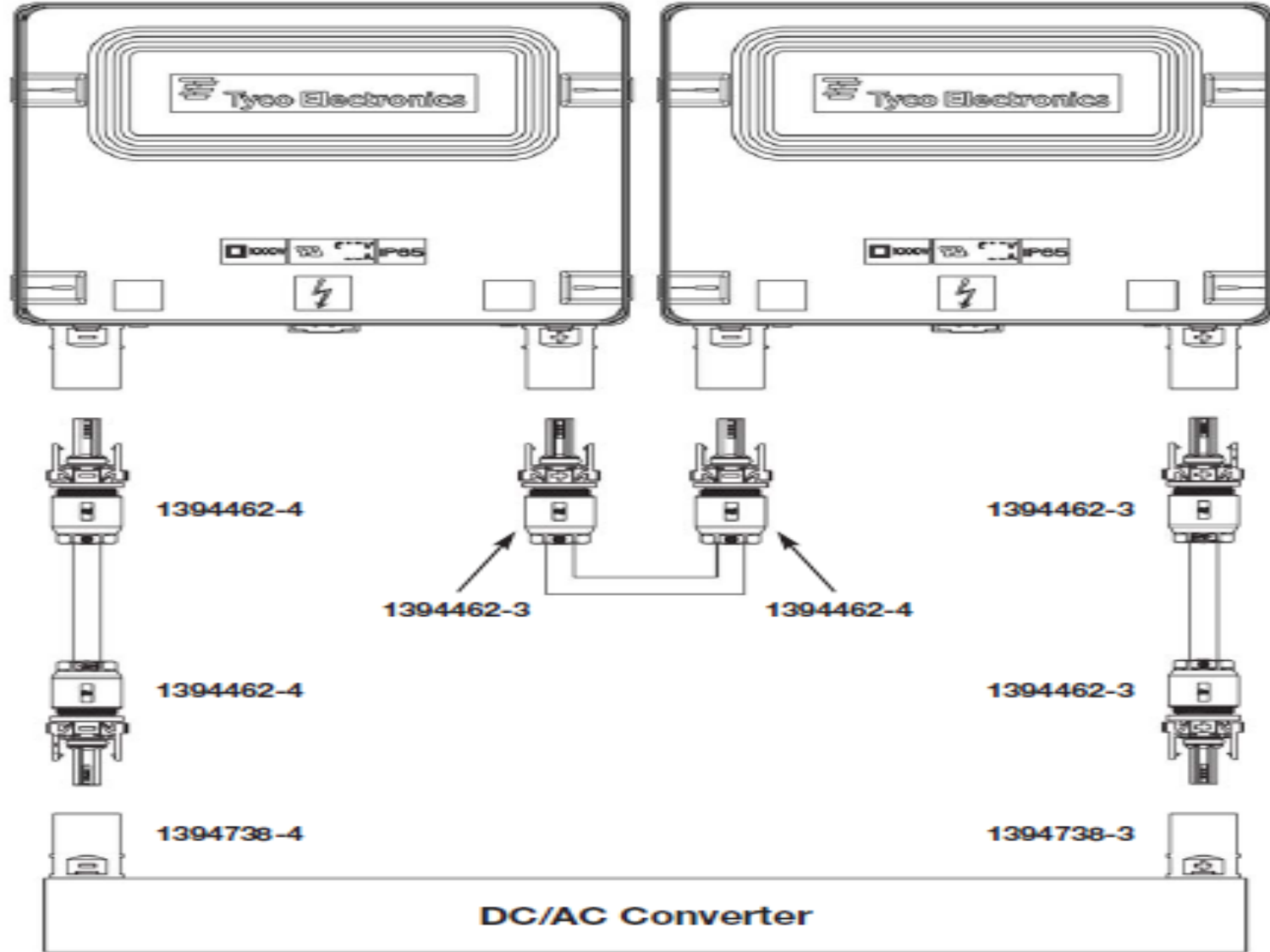
Dişi ve erkek solar kablo konnektörü



Arş. Gör. Oğuz Kaan ÇİNCİ

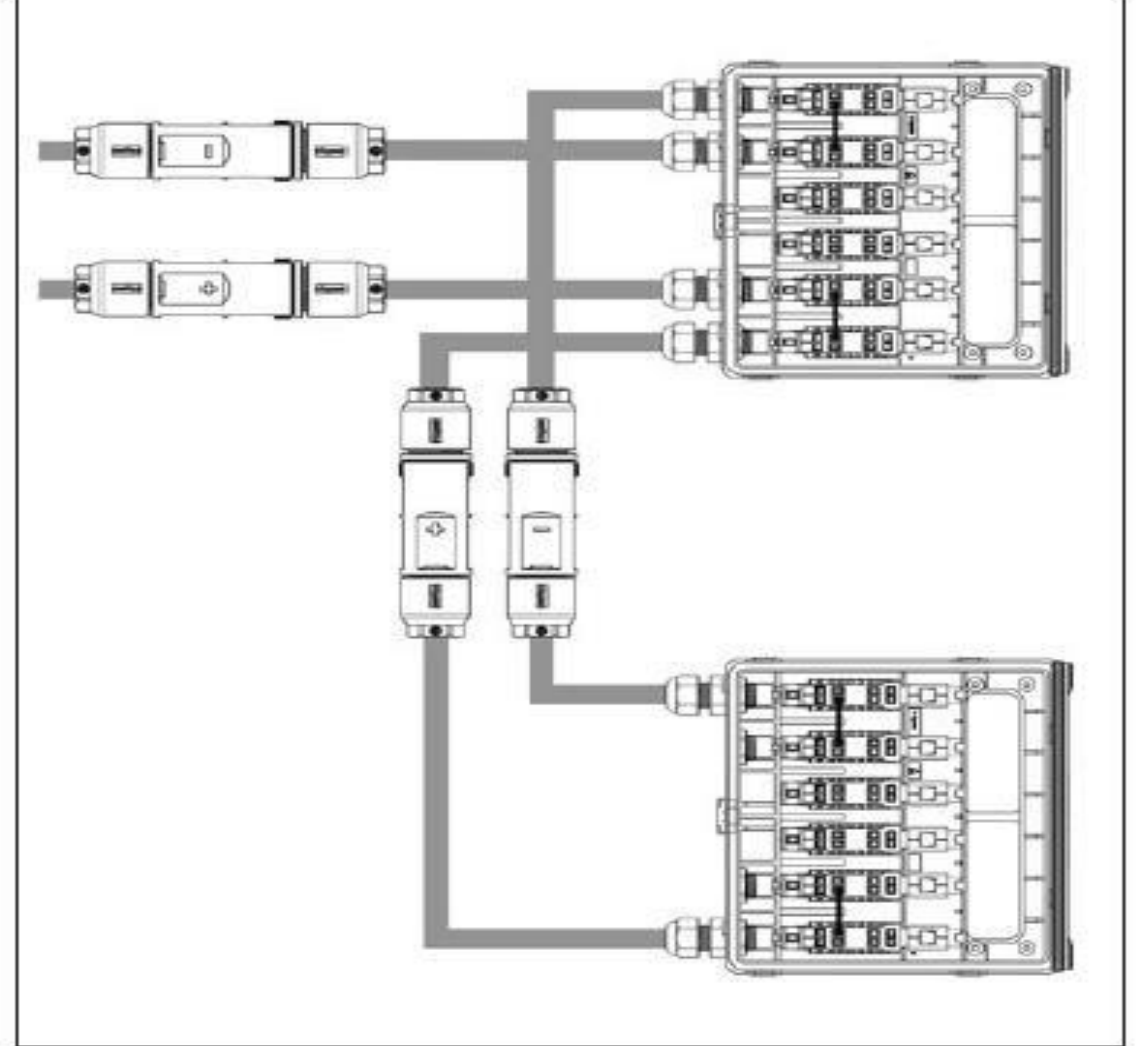
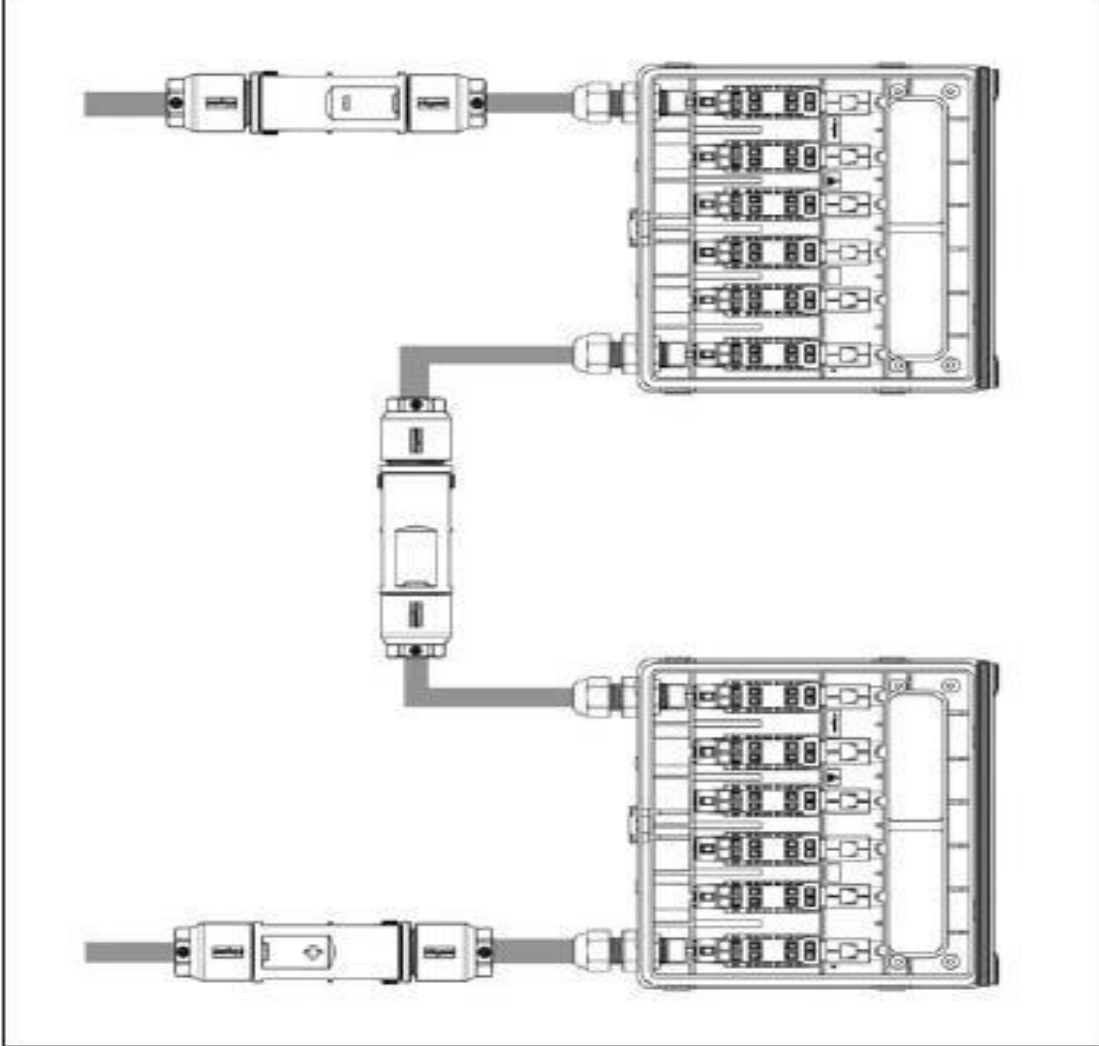
Panellere paralel bağlantı yapma konnektörü

Panel Kablo Bağlantıları



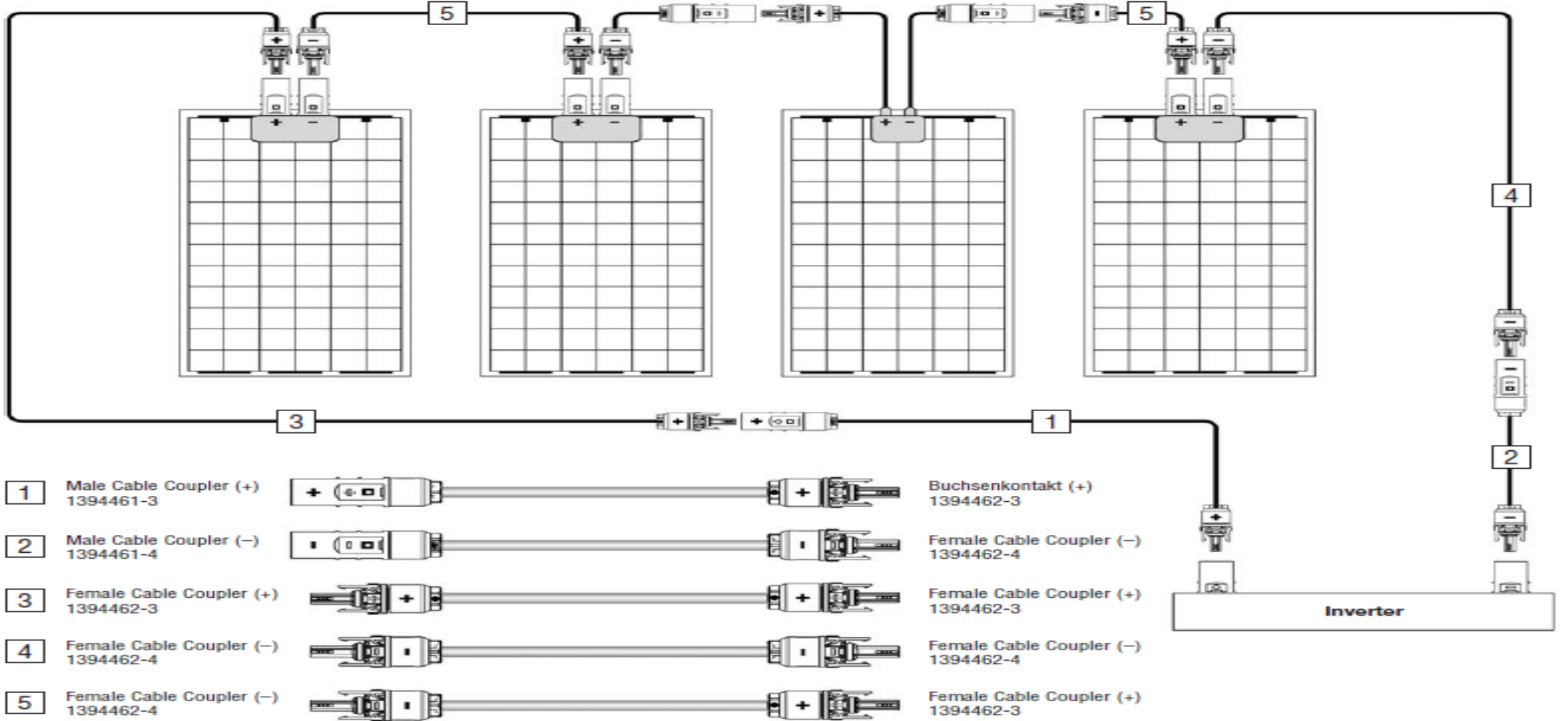
Panellerde bulunan bağlantı kutusu (junction box) ve konnektörler

Panel Kablo Bağlantıları



Seri ve paralel kablo bağlantı örnekleri

Panel Kablo Bağlantıları

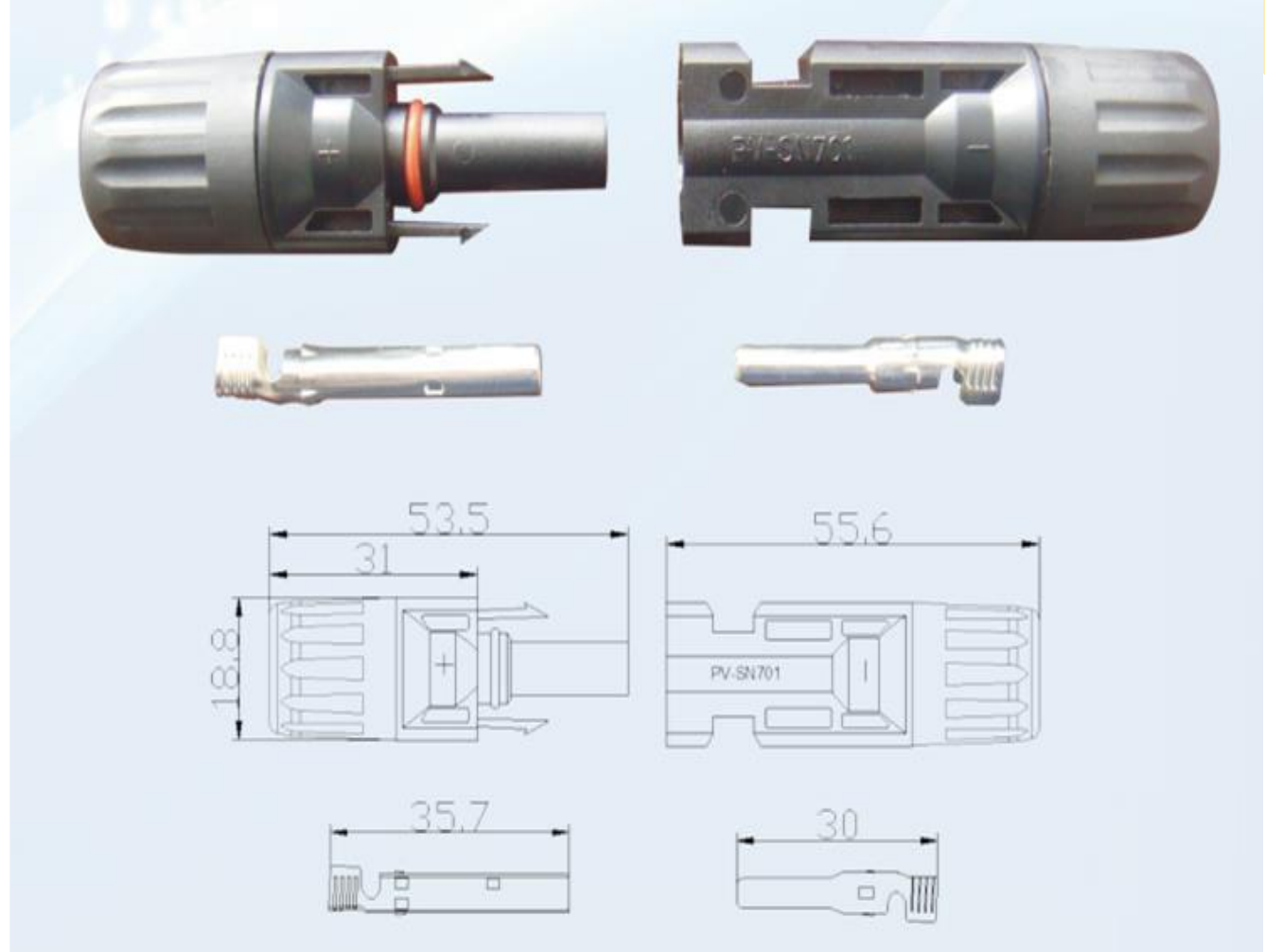


Arş. Gör. Oğuz Kaan ÇİNİCİ

Seri bağlı dört adet güneş panelinin kablo konnektörü ile kablolama örneği

Kablo Konnektör Bağlantısı

- Güneş enerjisi sistemleri günümüzün en verimli enerji kaynaklarından birini oluşturuyor. Elektrik enerjisinden tasarruf, elektrik ulaşmayan bölgelerde elektrik ihtiyacını karşılamak ya da elektrik enerjisine alternatif bir enerji kaynağı kullanmak isteyenler tarafından sık tercih edilen bir sistemdir. Gün geçtikçe talep artmakta ve gerçekten profesyonel kişiler tarafından yapıldığında amacına uygun olarak çalışmaktadır. Bu sistem birkaç ana parçadan oluşur. Her bir parça sistemin düzgün çalışması açısından büyük önem taşır. Solar konnektör de bu parçalardan biridir.
- Solar konnektör yani Türkçe tabiriyle bağlayıcı parça, solar kabloların birbirine düzgün bir şekilde bağlanmasını sağlayan ve sistemin düzgün çalışmasında önemli rol oynayan bir mekanizmadır. Gerekli olan akım bu mekanizma ile kablodan kabloya aktarılır. Erkek ve dişi olarak iki parçadan oluşur.



Erkek ve dişi solar kablo konnektörü

Kablo Konnektör Bağlantısı

- Solar konnektörler kullanıcı için güvenliğin yanı sıra sistemin birbirine bağlanmasında ciddi kolaylık sağlar. Ayrıca eksikliğinden kaynaklı sistem arızalarının maliyetini düşünecek olursak çok daha ucuz diyebiliriz. Kısaca solar konnektör sistemin kurulum aşamasında zaman kaybını önlediği gibi kullanıcı açısından güvenlik sağlar. Ayrıca maliyeti düşürür. Bu şekilde sistem isteğe göre paralel ya da seri olarak bağlanabilir.
- Konnektör bir sistem için hayati rol oynayan parçalardan biridir. Bu yüzden standartlar ve sertifikalar belirlenmiştir. Solar konnektör alacağınız zaman bu standart ve sertifikalara uygun olmasına önem verilmelidir. Kullanacağınız zaman aynı tip ve marka olmasına özen gösterilmelidir.



Solar konnektör bağlantı bileşenleri





Kablo Konnektör Bağlantısı

- Solar konnektörler kullanıcı için güvenliğin yanı sıra sistemin birbirine bağlanmasında ciddi kolaylık sağlar. Ayrıca eksikliğinden kaynaklı sistem arızalarının maliyetini düşünecek olursak çok daha ucuz diyebiliriz. Kısaca solar konnektör sistemin kurulum aşamasında zaman kaybını önlediği gibi kullanıcı açısından güvenlik sağlar. Ayrıca maliyeti düşürür. Bu şekilde sistem isteğe göre paralel ya da seri olarak bağlanabilir.
- Konnektör bir sistem için hayati rol oynayan parçalardan biridir. Bu yüzden standartlar ve sertifikalar belirlenmiştir. Solar konnektör alacağınız zaman bu standart ve sertifikalara uygun olmasına önem verilmelidir. Kullanacağınız zaman aynı tip ve marka olmasına özen gösterilmelidir.



Solar konnektör bağlantı bileşenleri

Solar Konnektör Çeşitleri

	MC4 PV Konnektör - Erkek / Dişi
	MC3 Paralel Bağlantı - Dişi
	MC3 Paralel Bağlantı - Erkek
	MC4 Paralel Bağlantı - Dişi

	MC4 Paralel Bağlantı - Erkek
	MC3 PV Uzatma Kablolu Konnektör Erkek / Dişi
	MC4 PV Uzatma Kablolu Konnektör Erkek / Dişi

DİNLEDİĞİNİZ İÇİN TEŞEKKÜRLER

Arş. Gör. Oğuz Kaan ÇİNİCİ

Gazi Üniversitesi / Enerji Sistemleri Mühendisliği