



BELTEK

FOTOVOLTAİK GÜNEŞ ENERJİ SİSTEM TASARIMI

**2.Hafta
2.Ders**

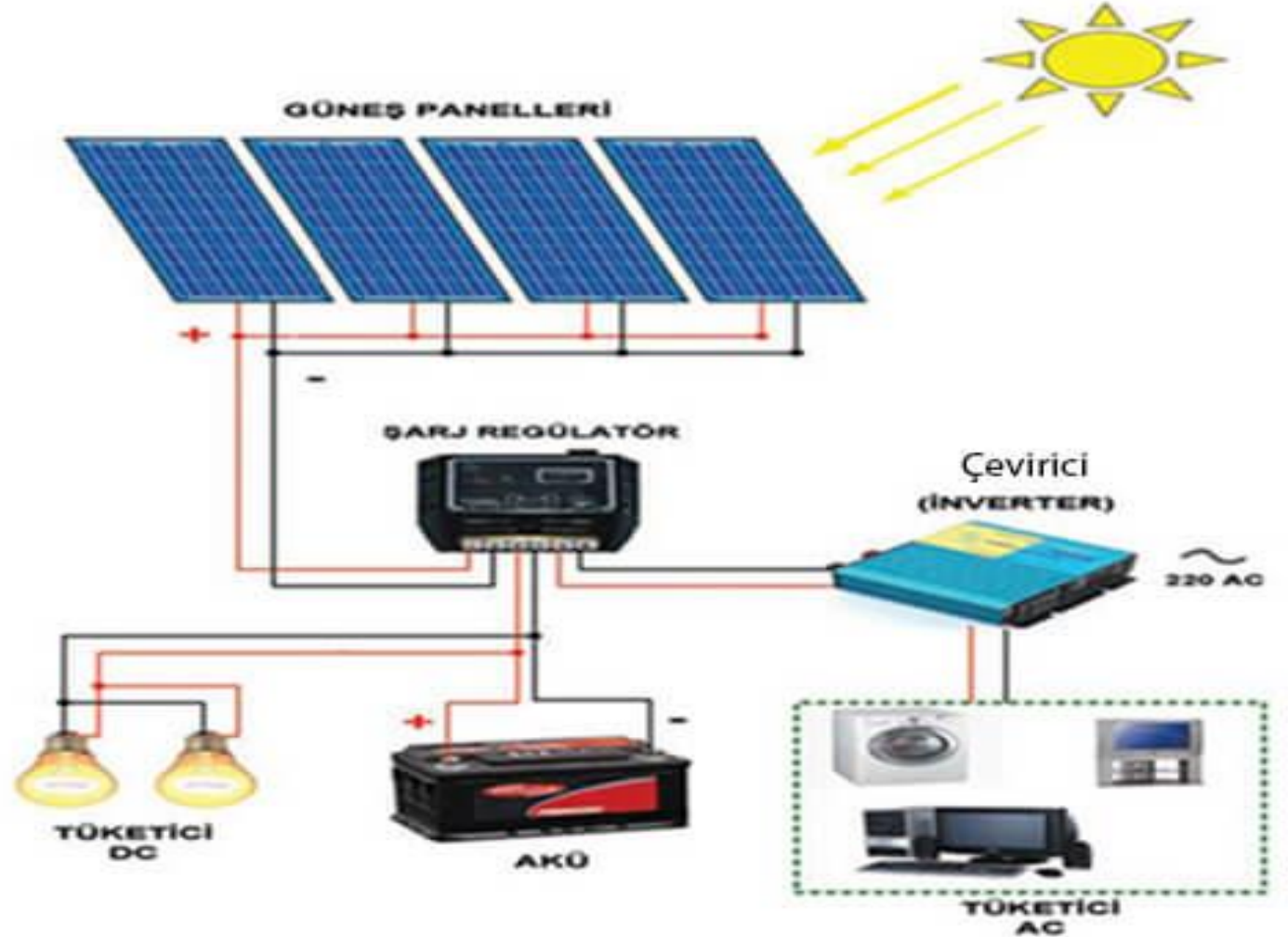
İÇİNDEKİLER

- Güneş Enerjisi İle Elektrik Üretimi Elemanları
- Güneş Panelleri
- Kristal Paneller
- İnce Film Paneller
- Esnek Paneller
- Şarj Regülatörleri
- Eviriciler (İnvertörler)
- Aküler
- DC Box / Bağlantı Kutusu
- Güç Trafolar – Akım, Gerilim Trafoları
- Köşk- OG Hücreler
- Çift Yönlü Sayaç



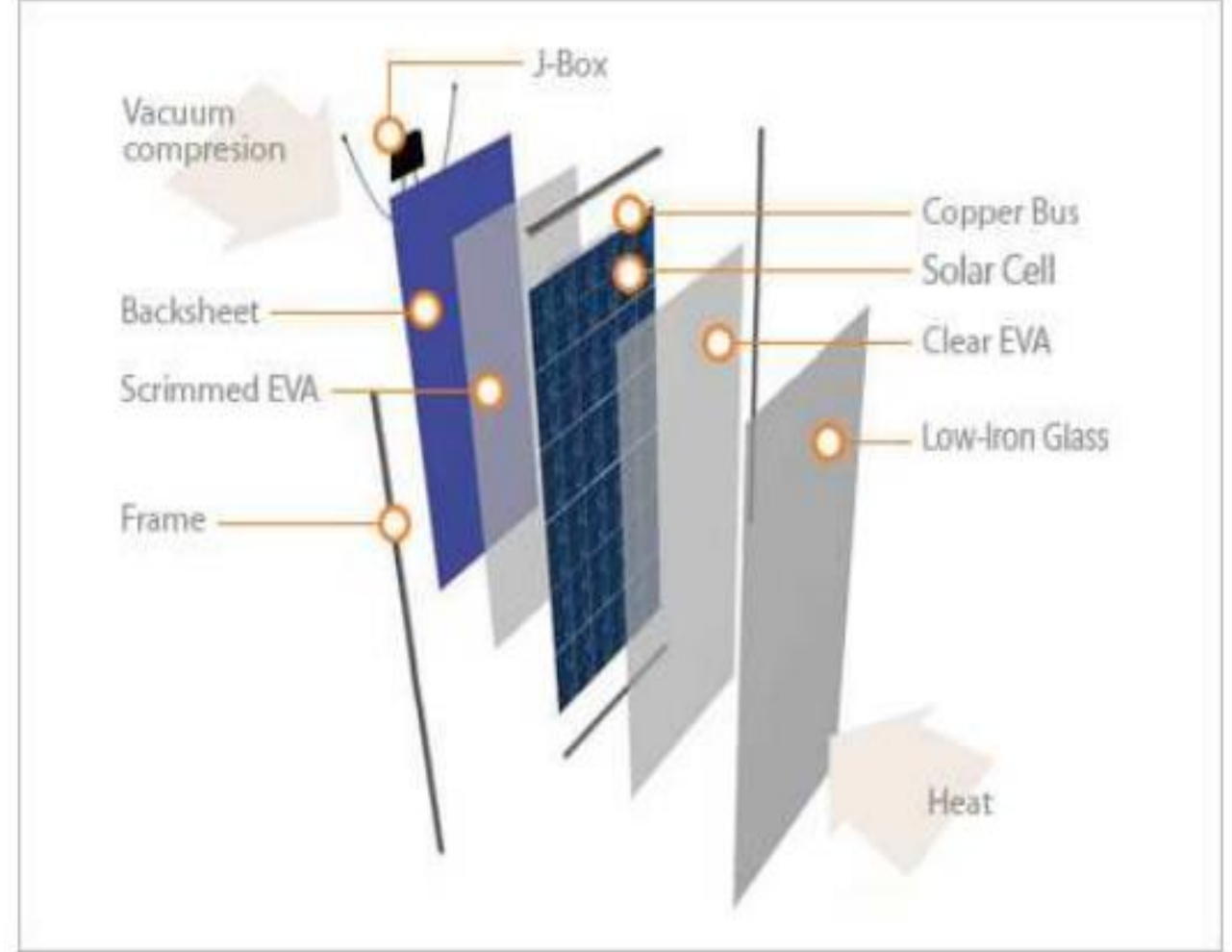
Güneş Enerjisi İle Elektrik Üretimi Elemanları

- Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretiminde temel olarak PV sistemleri de diğer elektrik üretim sistemlerine benzer olarak çalışır. Sadece kullandıkları ekipmanlar değişiktir. Sistemin fonksiyonel ihtiyaçlarına bağlı olarak DC-AC inverter, Akü, Şarj kontrol ünitesi, yedek güç kaynağı ve sistem kontrolörü gibi ekipmanlara ihtiyaç duyulabilir.



Güneş Panelleri

- Fotovoltaik hücreler daha yüksek akım, gerilim veya güç seviyesi elde etmek için elektriksel olarak seri veya paralel bağlanırlar.
- Fotovoltaik modüller çevre etkilerine karşı sızdırmazlık sağlayacak şekilde birbirine eklenmiş fotovoltaik hücreler içerirler.
- Fotovoltaik paneller elektrik kabloları ile birbirine bağlanmış iki veya daha çok sayıda Fotovoltaik modül içerirler. Fotovoltaik diziler ise belli sayıda panel içeren enerji üretim ekipmanlarıdır.



Kristal Paneller

- Endüstriyel olarak kullanılan en yaygın panellerdir. Yaklaşık 90 yıl ömürleri vardır. Monokristal ve polikristal olarak vardır.
- **Mono Kristal:** Kalite ve verimlilik açısından mono kristalin güneş pilleri yüksek verimli mono kristalin hücrelerden oluşmuşlardır. Bu Paneller aynı gücü üreten Polikristalin Panellere göre %1-2 daha küçük alana sahiptir. verimlilikle çalışmaktadır. Buna karşın üretiminde kullanılan teknoloji sebebiyle üretim süreci uzun sürmektedir. Yine de Mono kristalin güneş pilleri uzun vadeli yatırım için en iyi seçenektir. Güneş pilinin mono kristalin olması demek tüm hücrenin sadece kristalinden oluşması ve materyalin atomal yapısının homojen olması demektir. Doğada bulunan tüm kristalin bileşimler aslında polikristalindir, sadece elmas neredeyse mükemmel mono kristalin özelliğe sahiptir.



Kristal Paneller

- Endüstriyel olarak kullanılan en yaygın panellerdir. Yaklaşık 90 yıl ömürleri vardır. Monokristal ve polikristal olarak vardır.
- **Polikristalin:** Kalite ve verimlilik açısından polikristalin güneş pilleri mono kristalin olanlardan biraz daha düşük verimli hücreler ile üretilmiştir. Ancak buna rağmen kullanım alanı daha yaygındır. Bunun en büyük nedeni ise daha kolay ulaşılabilir ve buna bağlı olarak daha uygun fiyatla bulunabilmesidir.
- Bu nedenle verimlilik/maliyet oranını hayli yüksektir. olmasıdır. Polikristalin demek materyalin mono kristaline göre tek kristalinden oluşmaması, yani materyalin tam olarak homojen olmaması demektir.



Monokristal

Polikristal

İnce Film Paneller

- Işık yutma oranı yüksek olan bu hücreler, düşük verimlilikleri nedeni ile pazar payının küçük bir bölümünü oluştururlar. İnce film fotovoltaik malzeme genellikle çok kristalli malzemelerdir. Başka bir deyişle ince film yarı-iletken malzeme, büyüklükleri bir milimetrenin binde birinden milyonda birine değin değışen damarlardan oluşmaktadır. Bu panellerin verimlilik oranları %7-14 arasında değışmektedir.



Esnek Paneller

- Esnek güneş paneli , çok fazla kullanım imkanına sahip bir solar panel dir. Bu güneş pilleri gerçekten çok esnektir. Ve esnek güneş pilleri kırılmaz, çok dayanıklıdır.
- Bu tip güneş pillerinin yapısı hem monokristal hemde polikristal olabilmektedir. Bu durumda , bu enerji panellerinin verimliliklerini de çeşitlendirmektedir.
- Esnek güneş paneli, çok hafiftir. Çünkü , bu panellerin alüminyum çerçevesi ve temperli camları yoktur. Buda , onları çok daha hafif yapmaktadır.
- Ayrıca ,kubbe tarzı eğimli çatılar için çok idealdir. Çatının düz olması gerekmemektedir.
- Kullanım alanları olarak; otobüs durakları, eğimli fabrika çatıları, eğimli otopark gölgelikleri, v.b...

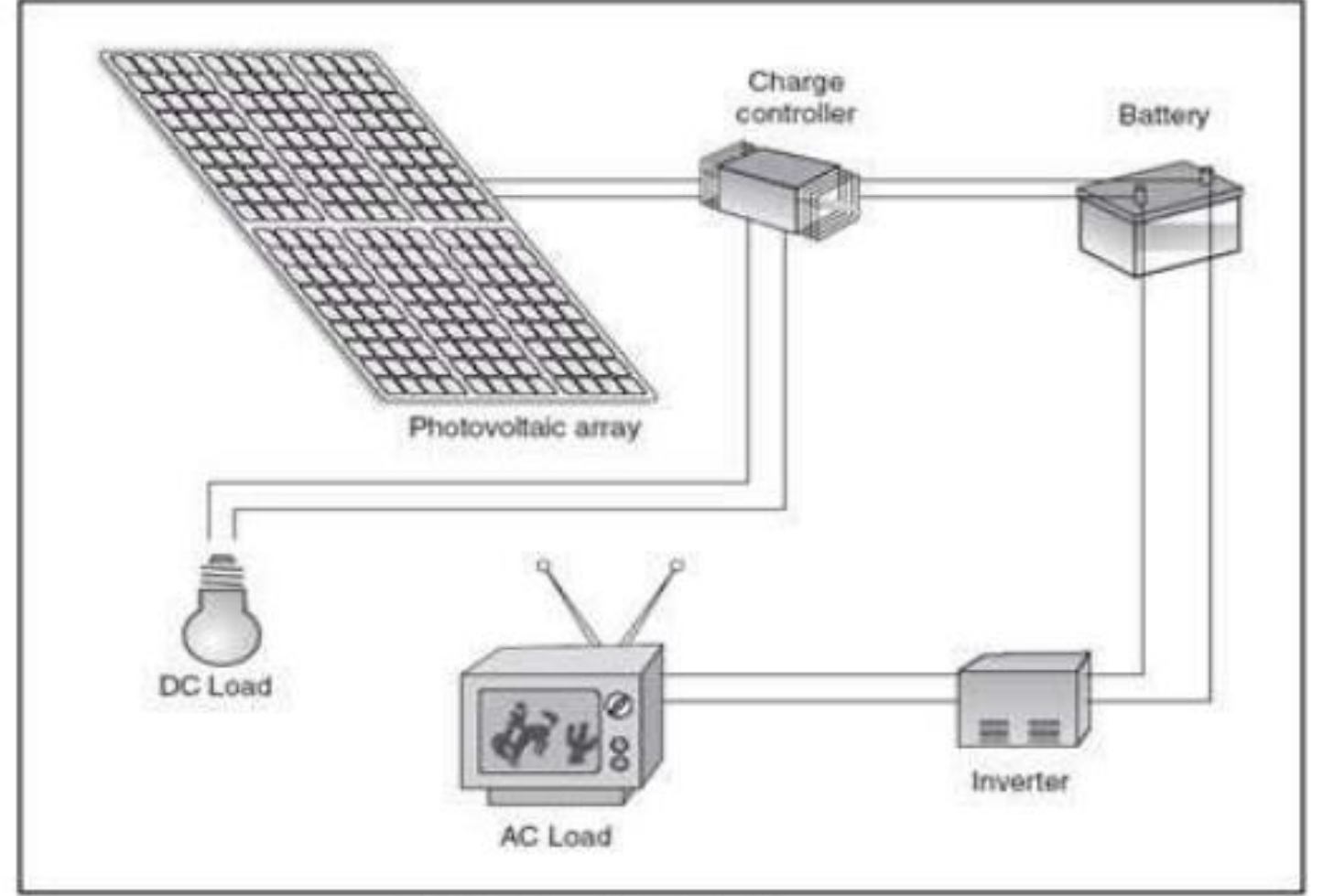


Güneş Panelleri

Model Tipi	CWT375 72PM	CWT380 72PM	CWT385 72PM	CWT390 72PM	CWT395 72PM	CWT400 72PM
Maksimum Güç (P_{max})	375 Wp	380 Wp	385 Wp	390 Wp	395 Wp	400 Wp
Modül Verimliliği	18,79	19,04	19,29	19,54	19,78	20,06
Maksimum Güç Gerilimi (V_{mp})	40,14	40,52	40,70	40,88	41,07	41,10
Maksimum Güç Akımı (I_{mp})	9,35	9,39	9,47	9,55	9,62	9,75
Açık Devre Gerilimi (V_{oc})	48,67	48,91	49,12	49,32	49,54	49,83
Kısa Devre Akımı (I_{sc})	9,94	9,97	10,05	10,13	10,24	10,38
Güç Toleransı	0~+5W					
Maks. Sistem Anma Gerilimi	1000V DC / 1500V DC					
Çalışma Sıcaklık Aralığı	-40 ~ +85°C					
Güvenlik Sınıfı	C					
Maks. Seri Sigorta Akımı	15A / 20A					

Şarj regülâtörleri

- Şarj Regülâtörleri genellikle güneş enerjisinden elde edilen gerilimi istenilen gerilim değerine düşüren ürünlerdir. Genel olarak Off-Grid (Akülü) sistemlerde kullanılan bu ürünlerin seçiminde en önemli kriter verim değerleridir. Şarj regülâtörleri iki ana gruba ayrılmaktadır bunlar;



PV Sisteminin Çalışması

PWM Şarj Regülâtörleri

- Basit şarj kontrolörleri bağımsız solar sistemleri için en uygun çözümdür. Üzerindeki LCD ekran veya LEDler sayesinde akü durumu şarj durumu gibi bilgileri görebilmektesiniz. Açık ve kapalı kurşun aküleri optimum biçimde doldurabilir. 12V ve 24V her türlü akü veya akü gruplarını şarj edebilir. Şase hem duvara hem de bir DIN rayına monte edilebilir. Verimleri MPPT'lere göre düşüktür.



Şarj regülâtörleri

MPPT Şarj Regülâtörleri

- Profesyonel şarj denetleyiciler MPPT (Maksimum Güç Noktası İzleme) tekniğine göre çalışır. MPPT şarj regülâtörleri uygun gerilim aralıklarında %98 verimlerde çalışmaktadırlar. Akü özelliklerine göre en uygun şarj ettiği için akü ömürlerini %50 uzatmaktadır. Bu nedenle sistem ömrü uzadığı için sistem maliyeti de düşmektedir.



Şarj regülâtörleri

80A MPPT Solar Şarj Kontrol Havensis

- 2/24/36/48 volt Akü Şarjı
- Çok Noktalı Gelişmiş MPPT algoritması %99,6 MPP izleme Verimi
- Çoklu Faz Senkron Doğrultucu Tasarımı ile %97,5'e kadar Dönüştürücü Verimi
- Şarj gücü ve Akım Sınırlama Fonksiyonu
- Doğal Soğutma, Fansız Dizayn
- Tüm Parametreler Ayarlanabilir
- Tamamen Bitmiş Aküleri bile Yeniden Şarj Edebilir
- 80Amper'e kadar Şarj Akımı, 20Amper Yük Çıkış Akımı
- Sıcaklığa bağlı Güç Azaltma Fonksiyonu
- PV ve Batarya Ters Bağlantı Koruma
- Opsiyonel İzoleli RS-485 Modbus Protokolü Desteği



Şarj regülâtörleri

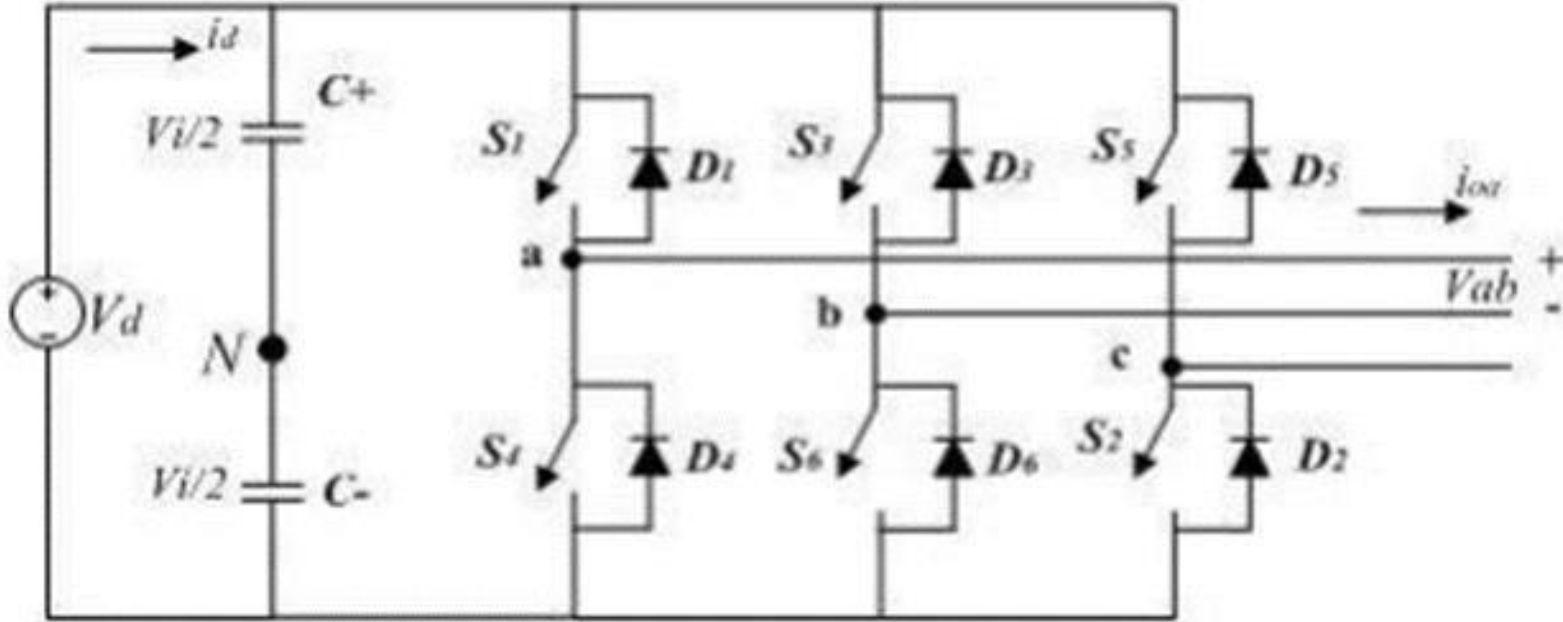
80A MPPT Solar Şarj Kontrol Havensis

- 12/24/36/48 volt Akü Şarjı
- Gelişmiş MPPT algoritması
- 6800W Max. Solar Panel Bağlanabilir
- %97,5 Dönüştürücü Verimi
- %99.6 MPP izleme Verimi
- Tüm parametreler ayarlanabilir
- LCD ekran ve LED Durum Göstergesi
- 200Volt Max. Panel Giriş Voltajı
- 80Amper Şarj Akımı
- 20Amper Yük Çıkış Akımı
- Gelişmiş Koruma Devreleri
- Panel Ters Akım Koruma(Gece)
- Cihaz Boyutu: 280mm x 235mm x 100mm



Eviriciler (Inverter)

- Eviriciler (İnvertörler) doğru akım üreten güneş enerjisi kaynaklarını alternatif akıma(şebeke akımına) çeviren, sistemin kalbi niteliğinde ürünlerdir.
- On-Grid (Şebeke içi): Güneş panellerinden gelen doğru akımı alternatif akıma çevirerek şebekeye satış yapabilen veya şebekeye verebilen invertörlerdir.



Eviriciler (Inverter)

- Off-Grid (Şebeke dışı): Güneş panellerinden gelen doğru akımla aküleri şarj edip. Akülerden aldığı doğru akımı alternatif akıma çeviren invertörlerdir.



Eviriciler (Inverter)



Smart String Inverter (SUN2000-100KTL-H1)

Technical Specifications	SUN2000-100KTL-H1
	Efficiency
Max. Efficiency	99.0%
European Efficiency	98.8%
	Input
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	22 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	33 A
Start Voltage	650 V
MPPT Operating Voltage Range	600 V ~ 1,500 V
Rated Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	12
Number of MPP Trackers	6
	Output
Rated AC Active Power	100,000 W
Max. AC Apparent Power	105,000 VA
Max. AC Active Power ($\cos\phi=1$)	105,000 W
Rated Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz

Aküler

- Elektrik enerjisini kimyasal enerji olarak depo eden, istenildiğinde bunu elektrik enerjisi olarak veren cihazlardır. Güneş Enerjisi ile üretilen enerjinin depolanmasında en çok;
- **OPzS Akü:** Az bakımlı, Tüplü Sabit Tesis (OPzS) Akümülatörleri sistemlere kesintisiz enerji kaynağı olarak bağlanmak üzere üretilmiş sabit tesis (standby) akülerdir. Kullanıcı için yüzdürme gerilimiyle çalışma sistemiyle minimum bakım gerektirir ve düşük enerji maliyetlidir. Temel özelliği olan düşük antimonlu kurşun alaşımı, kendi kendine deşarjını azaltarak su kaybı oranını büyük ölçüde düşürür. Aktif maddeyi tutuşu ve şarj-deşarj kabiliyeti aynı seviyededir



Aküler

- **Jel Akü:** Jel Akü modelleri; soğuk ortam sıcaklıklarında daha uzun kullanım ömrü ve daha iyi performans sağlayan silikon jel teknolojisi ile üretilmektedir. Jel Akü modelleri özel seperatör ile donatılmış olup, tam kapalı, bakım gerektirmeyen akülerdir. Jel Akülerin derin deşarj döngüsü AGM aküler ile kıyaslandığında %50 daha fazladır. Yüksek güvenilirlik ve kaliteye sahiptir.
- **Kuru Akü:** Kuru aküler, TP ve TPD (yüksek akım kapasiteli) modelleriyle, performansı ve uygun fiyatlarıyla yaygın bir kullanıma sahiptir. Tamamiyle kapalı, bakımsız kuru tip akülerdir. Çok geniş bir ısı yelpazesinde çalışabilir. Emniyet valfleriyle teçhiz edilmiştir. Uzun ömürlü, sağlam ve uygun dizayn yapısına sahiptir. Çok döngülü çalışma imkânı. Yatay, dikey herhangi bir pozisyonda çalıştırılabilir. Ters çevrilse bile asit sızdırmaz. Yeni jenerasyon AGM VRLA teknolojisi Kurşun - Kalsiyum Gaz Rekombinasyonu. Yüksek performans.



Ritar 200 AH 12V Jel Akü – DG12-200

- Ritar DG serisi, solar sistemlerde kullanıma uygun olan gerçek derin döngü tip aküdür. Güneş enerji sistemlerinde kullanım amacıyla üretilmiştir. Kuru akü modelleri ile kıyaslama yapmayınız.
- Ritar 200Ah Jel Akü, 150 ah ve altı kapasitelerin yeterli olmadığı tekil kullanımlarda sıklıkla tercih edilmektedir. Boyutları, ağırlığı ve terminal yapısı sabit ve mobil kullanıma uygundur. İç direnci düşük kapasite modellere göre daha düşüktür. İkili ve dörtlü serilenerek watt-saat değerleri 4800Wh (24V 200Ah) ve 9600Wh (48V 200Ah) kullanılabilir.
- 100 ve 150 Ah modeline göre iç direnci daha düşük olduğundan, yüksek depolama ihtiyacı olan durumlarda tercih edilmesi avantajlıdır. İnce uzun formu nedeniyle dar alanlarda yapılan uygulamalarda özellikle tercih edilmektedir. 100 ve 150 Ah modellerden farklı olarak, terminalleri akünün kısa kenarındadır.
- ISO9001, CE ve TUV belgelerine sahiptir.
- Menşei: Çin
- Yeni üretim tarihli – stoklarımız her ay yenilenmektedir.
- Bakım gerektirmez, VRLA kapalı tip
- Jel elektrolit
- Gerçek derin döngü jel akü
- %80 deşarj derinliğinde 700 çevrim
- %50 deşarj derinliğinde 1200 çevrim
- Sabit çevrim frekanslı solar sistemler için ideal
- Ortalama 7 yıl kullanım ömrü
- 15 yıl dolu (yedek) bekleme ömrü (çevrimsiz)
- 2 yıl garanti



Aküler

Ritar 200Ah Jel akü teknik özellikleri tabloda belirtilmiştir:

Hücre Sayısı	6 Hücre
Akü Voltajı	12V
Kapasite	200Ah (C20), 1,75V / hücre, 25°C
Ağırlık	60,0 Kg, ±%3
Boyutlar	522 x 240 x 219 mm
Maksimum Şarj Akımı	40A
Maksimum Deşarj Akımı	2000A (5sn)
Tampon (Float) Şarj Voltajı	13,6 V ~ 13,8 V @ 25°C
Şarj Voltajı	14,2 V ~ 14,4 V @ 25°C
İç Direnç	5,2 mΩ

Referans Kapasite Bilgileri

C3 (33 A deşarj)	136,5 Ah
C5 (20A deşarj)	151,5 Ah
C10 (10A deşarj)	174 Ah
C20 (5A deşarj)	200 Ah
Terminal Cıvata	M8
Kutu malzemesi	A.B.S. UL94-HB plastik

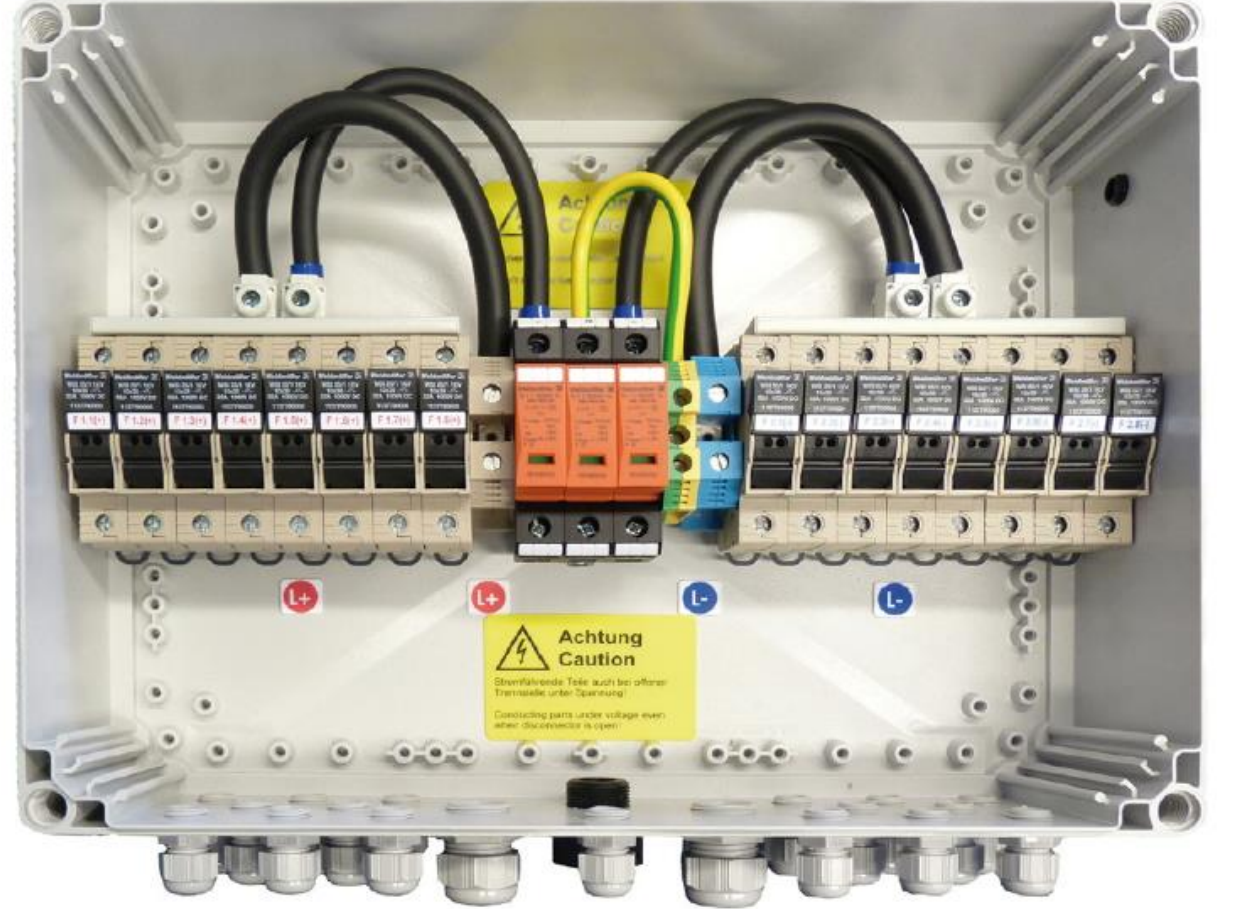
Çalışma sıcaklık aralıkları

Deşarj sıcaklık aralığı	-40°C ~ 60°C
Şarj sıcaklık aralığı	-20°C ~ 50°C
Bekleme sıcaklık aralığı	-40°C ~ 60°C
Optimum çalışma sıcaklığı	25°C ± 5°C

Ritar 12V 200Ah Jel Akü

DC Box / Bağlantı Kutusu

- Belirli panel gruplarından çıkan kabloların uygun bağlantı kutusunda toplanması ve bu kutudan daha kalın kesitli iki ana kablo hattında toplanmasını sağlar. Artı ve eksi hatlardan oluşan birçok solar kablonun aküye kadar veya invertöre kadar götürülmesi hem kablo israfına hem de enerji kaybına yol açar. Bu sebeple belirli bir panel grubu artı/eksi tek bir hat üzerinde toplanmalıdır. PV Array ya da String tabir edilen kendine has voltaj ve akım değerleri ayarlanan panel grupları pv bağlantı kutusu ya da genel tabir ile combiner kutusu sayesinde tabiri caizse toparlanır.
- PV combiner box aynı zamanda DC kesici ve şalterlerle donatılabilir ve hat üzerindeki servis/bakımı kolaylaştırır, sorun halinde hattın enerjisinin kesilmesini sağlar. PV array panel grubu bağlantı kutusunun bir diğer önemli özelliği ise yıldırım korumasının bu kutu içerisine ayrıca dahil edilebilmesidir ki bu da güneş enerjisi santralleri için hayatidir.



- **Güç Trafosu:** Yüksek gerilimlere sahip iletim hatlarında kullanılır. Şalt sahalarına ve elektrik üretim alanlarına kurulur. Boyutları diğer trafolarla göre çok büyüktür. Farklı gerilim seviyesinde tipleri vardır. Yüksek gerilim direk kullanıcıya gidemeyeceğinden alçaltıcı trafolarla tüketiciye uygun seviyeye indirilir. Sanayide, üretim tesislerinde ve büyük yapıların iç ihtiyacını beslemek içinde güç trafoları kullanılır. Büyük yapılar kendi güç trafosunu kullanarak enerjisini direk orta/yüksek gerilim seviyesinde alabilirler.
- Kuru Tip ve Yağlı Tip olmak üzere ikiye ayrılır. Gerilim Seviyesinin değiştirilmesine yardımcı olur.
- Projeye bağlı olarak hesaplar yapılarak; trafo tipi, gücü ve özellikleri belirlenir.



DC Box / Bağlantı Kutusu

- **Akım Trafosu:** ölçüm ve koruma amaçlı kullanılır. Yüksek akımların ölçümü hem tehlikeli hem de maliyetlidir. Bu nedenle trafo ile belirli bir seviyeye indirildikten sonra ölçüm yapılır. Akım trafolarının primer sargısı ölçüm cihazlarına veya ana kaynağa seri olarak bağlanır. Sekonder sargıda paralel bağlı olan ölçüm cihazlarıyla, birincil sargıdaki geçen akım miktarı ölçülmüş olur.
- **Gerilim Trafosu:** Diğer adı potansiyel trafodur. Primer tarafına gerilimi ölçülecek yüksek gerilim hattına bağlanır. Sekonder kısmında ise ölçüm cihazları bulunur. Gerilim trafosunun amacı yüksek gerilimi güvenli şekilde düşürerek ölçülebilir seviyeye indirmesidir. Akım ve gerilim trafolarına ölçü trafosu olarak genel isimlendirme de yapılır.



Köşk ve OG Hücreler

- **Köşk:** Monoblok Köşk ve Modüler Köşk olmak üzere ikiye ayrılır. Trafo veya hücrelerin içerisine konulması için özel olarak tasarlanmış bu köşkler, herhangi bir arıza durumunda dahi çevresine zarar vermemektedir. Proje sahasının şartları ve hücre-trafo ebatları göz önünde bulundurularak köşk seçimi yapılır.
- **OG Hücreler:** Trafodan çıkan OG elektriği iletim hattı ile irtibatlandırılmadan önce kesici ve ayırıcılara sahip koruyucu OG şalt cihazları ile irtibatlandırılması gerekmektedir. Bu cihazlar proje lokasyonu ve kapasitesine göre değişiklik gösterebilmektedir. Tüm hesaplar ve analizler sonucu doğru hücre seçimi yapılmaktadır.



Çift Yönlü Sayaç

- Güneş paneli ile elde edeceğiniz elektriğin kullanım fazlası, çift yönlü sayaç üzerinden enerji nakil hatlarına basılmaktadır.
- Bu şekilde sayaç üzerinden hatlara gönderilen enerjiyi, dağıtım şirketine satmış oluyorsunuz.
- Bir yandan da tüketiminize dayalı kullandığınız enerjiyi ise bildiğimiz klasik yöntemlerde olduğu gibi satın alarak, aradaki fark kadar ödeme yapma ya da alma imkanına sahip oluyorsunuz.



İÇİNDEKİLER (Part-II)

- Güneş Panellerini İşletmeye Alma, Giriş
- Güç Kablolarını Döşeme
- Üniteler ve Tevzi Panoları Arasındaki Kabloların Çekilmesi
- Güç Kablolarının Bağlama Pabuçlarını Takma
- Güç Kablolarının Giriş Bağlantılarını Yapma
- Veri Kablolarını Döşeme
- Üniteler ile Tevzi Panoları Arasında Projede Belirtilen Özellikteki Veri Kablolarını Çekme
- Tevzi Panoşu ile AG Panoşu Arasında Projede Belirtilen Özellikteki Veri Kablolarını Çekme
- Veri Kablolarının Kanallara Sabitleme
- Topraklama Geçiş Direncini Ölçme
- Topraklama Ölçüm Cihazı ile Ölçüm Yapma
- Gruplandırılan Kabloları Uygun Soketle Eviriciye Bağlama
- Çatılarda Güneş Enerjisi Sistemlerinden Elektrik Üretimi (S.S.S)



- 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 üretmiş olduğu 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 gelinmiş 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 derste göreceğiniz güneş panellerini işletmeye alma ile güneş enerji santralinin kurulumunun önemli bir aşamasını tanımış olacaksınız.

Güç Kablolarını 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 kullanılabilmektedir. 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.

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 ışınlar karşısında dayanıklı olmadıkları için koruyucu boru içerisinde döşenmektedir.
- Kabloların döşenmesi toprakta açılan kanallarda da yapılabilmektedir. 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 karşın güneş enerji santral tesislerinde yalıtımlı hatların kullanılması kaçınılmazdır.



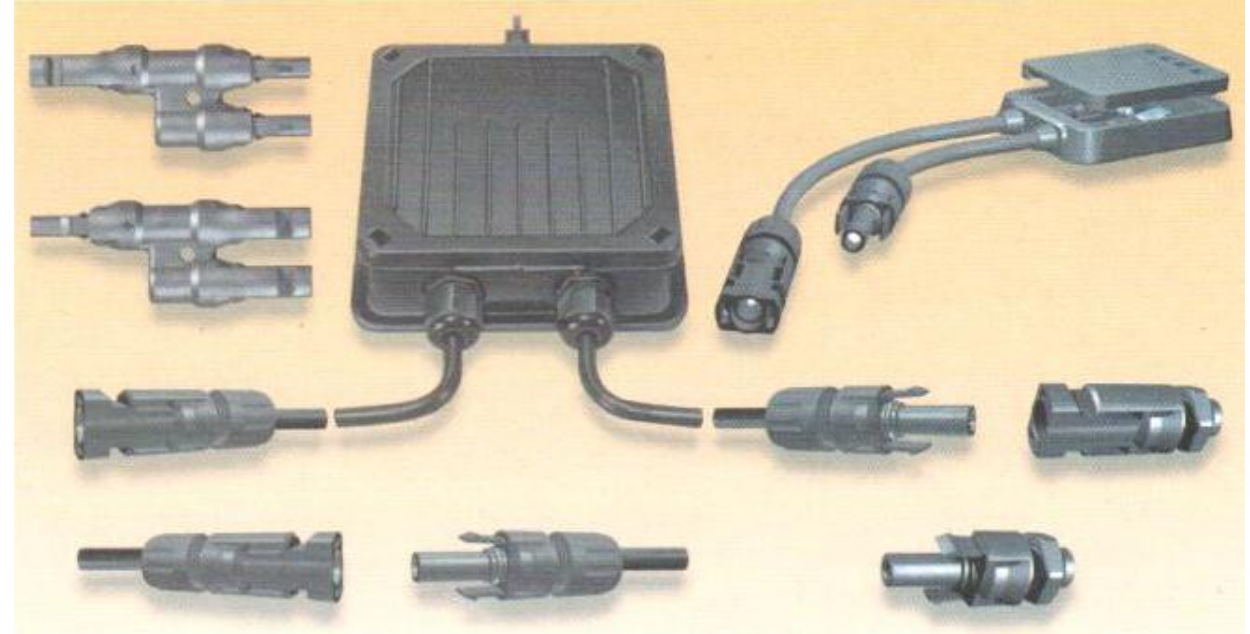
Üniteler ve Tevzi Panoları Arasındaki Kabloların Çekilmesi

- 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.

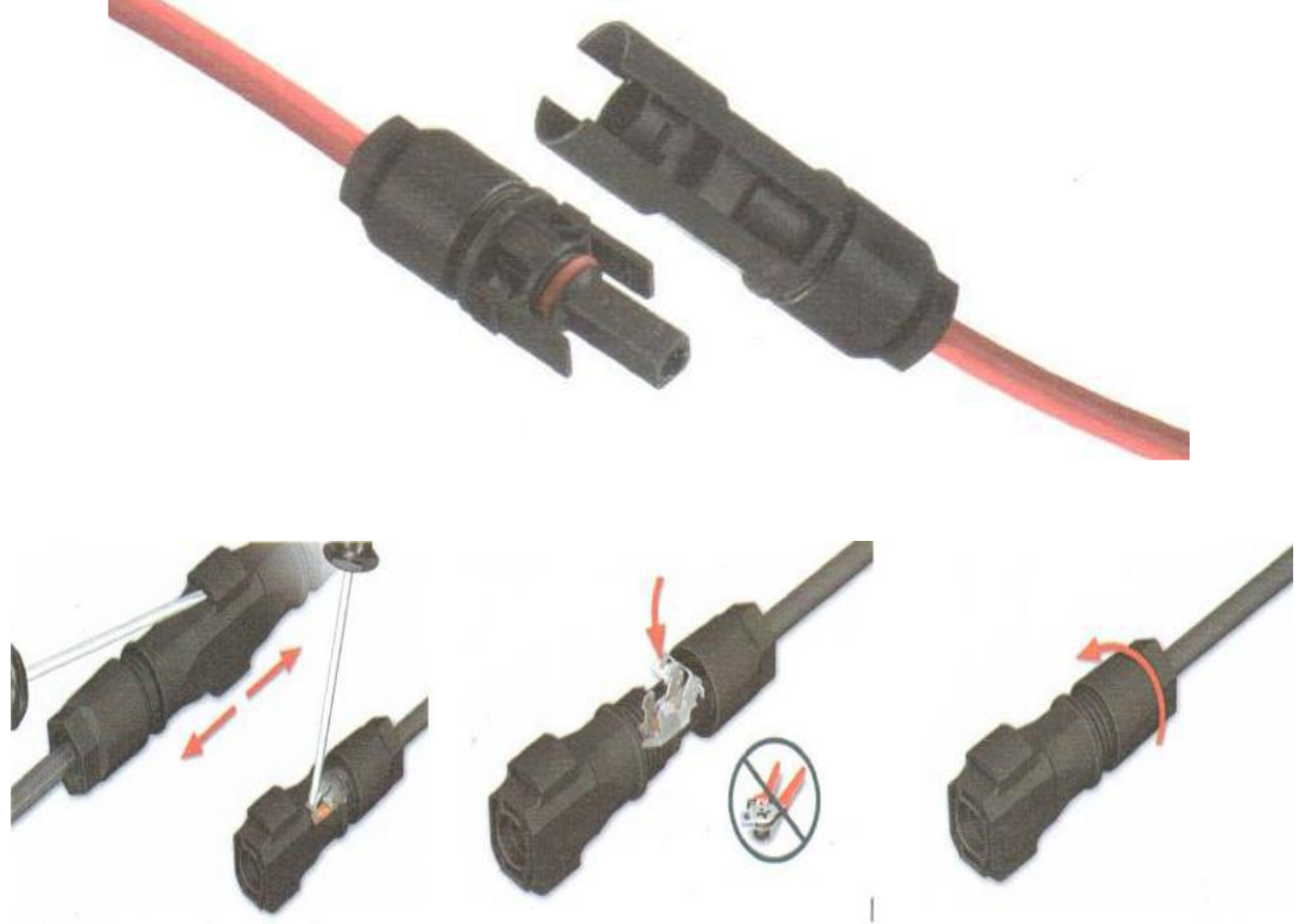
Güç Kablolarının Bağlama Pabuçlarını Takma

- 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 önlenebilmektedir. Yapılacak bağlantının türüne ve şekline göre uygun soket ve bağlantı şekilleri teknik olarak belirlenmiş ve buna uygun malzemeler üretilmektedir.



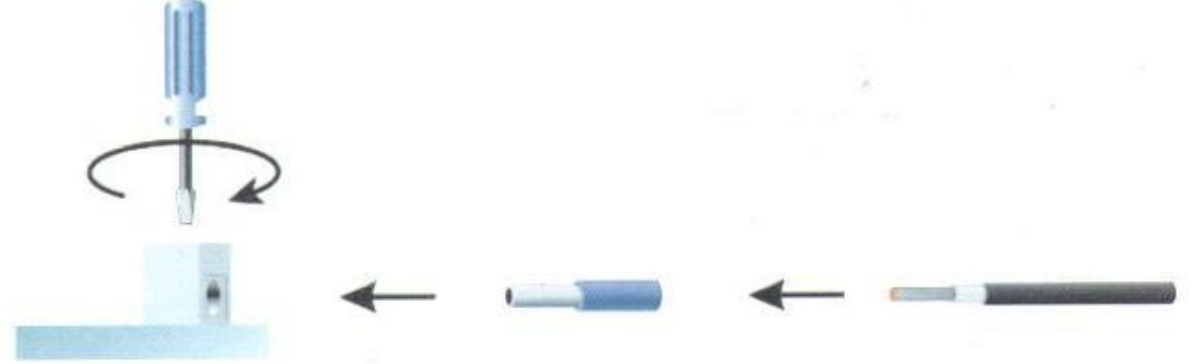
Güç Kablolarının Bağlama Pabuçlarını Takma

- 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 kıskaçlı olabilmektedir. Resimde özel bir alet gerektirmeden bağlantısı yapılabilen bir çeşit soket görülmektedir.

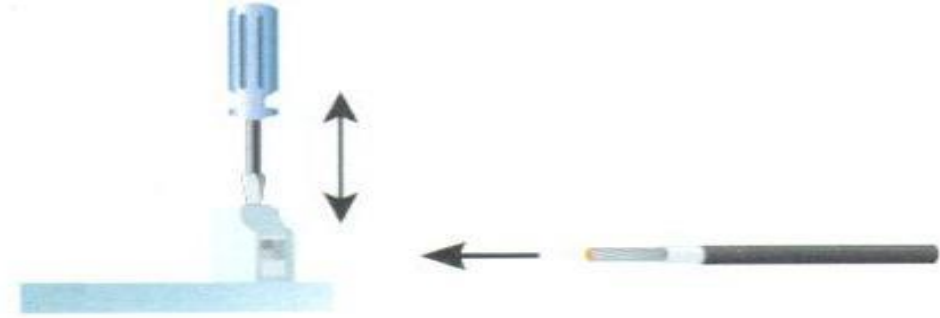


Güç Kablolarının Bağlama Pabuçlarını Takma

- 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
- Bir diğer bağlantı şekli ise vidalı bağlantı biçimidir. Bu da kablo ucuna takılan kablo pabucu vida ile somun arasına geçirilip sıkıştırılarak yapılan bağlantı şeklidir.
- Üçüncü bir bağlantı şekli ise yaylı kıskaç ile yapılan bağlantıdır. Burada ucu soyulan kablonun iletken kısmına herhangi bir kablo pabucu takılmadan yuvaya geçirilerek sıkıştırılır



Vidalı sıkıştırma



Yaylı kıskaç ile sıkıştırma

Güç Kablolarının Bağlama Pabuçlarını Takma

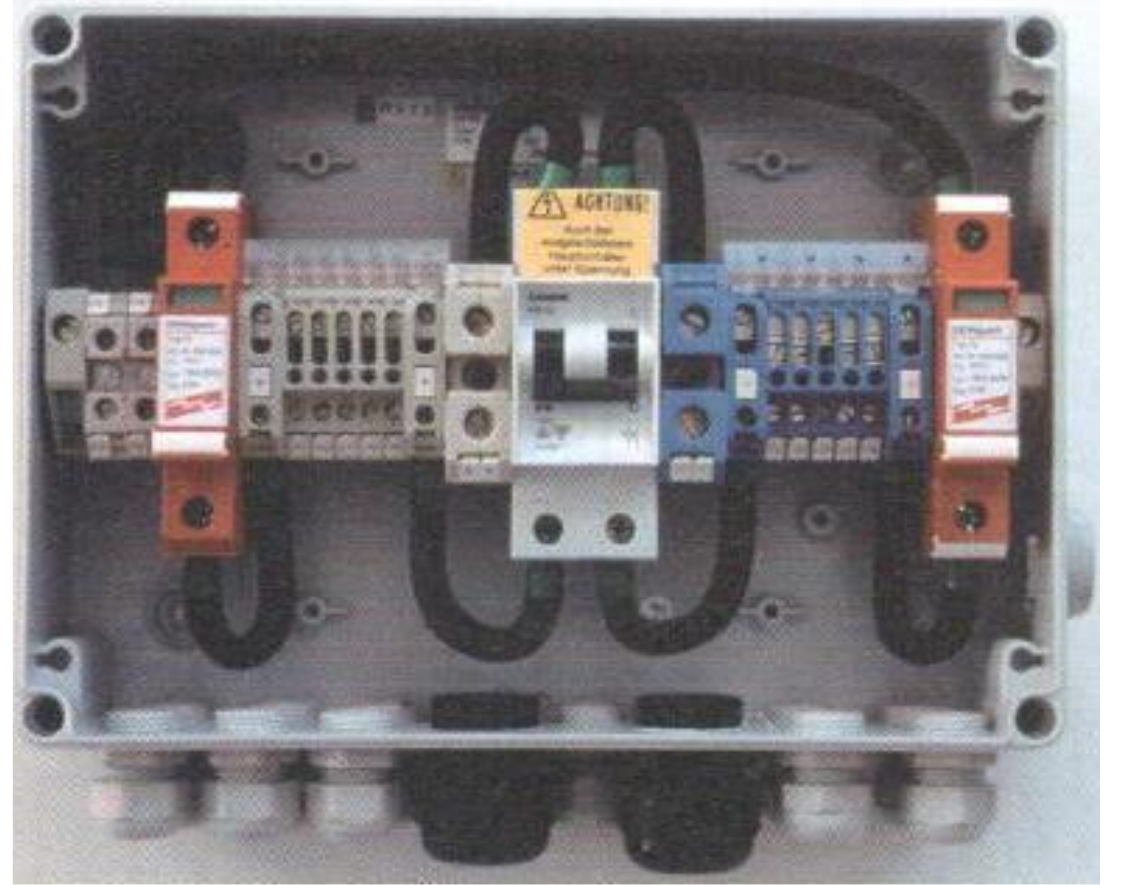
- Son olarak diğer bir bağlantı şekli de bağlantı soketleri ile yapılan bağlantı şeklidir. Güneş modül bağlantısı kolaylıkla ve dokunmaya karşı korumalı bir şekilde soket bağlantıları ile yapılabilmektedir. Bu bağlantı montaj işini de büyük oranda kolaylaştırmaktadır



Bağlantı soketleri

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 düzeltilerek terminaldeki bağlantı boşluğu alındıktan sonra tekrar sıkma işlemi yapılır. Böylece kablonun hava boşluğu ve gevşeklik oluşmadan bağlantısı yapılmış olur.

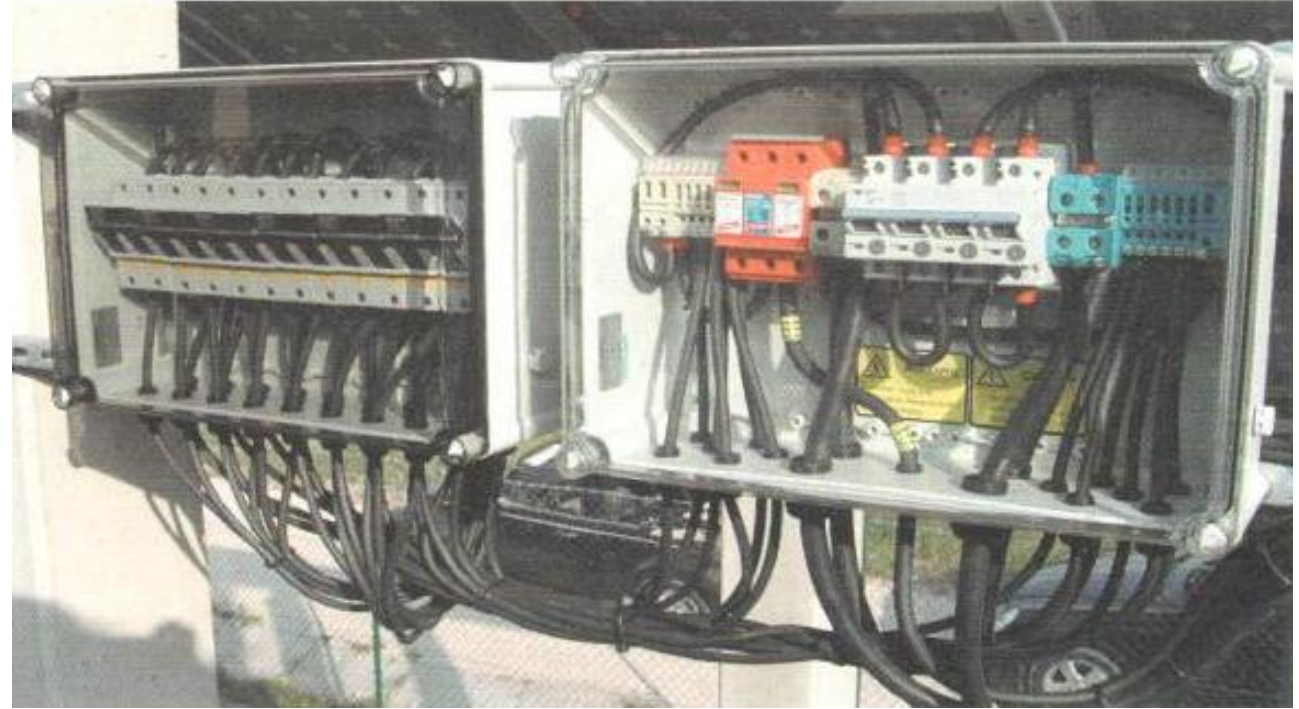


Bağlantı kutusu

Güç Kablolarının Giriş Bağlantılarını Yapma

- 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 düşmemelidir.

gibi hususlar göz önünde bulundurulmalıdır.



Bağlantı kutusu ve tevzi pano bağlantıları

Veri Kablolarını Döşeme

- Fotovoltaik (PV) sistemi oluşturan her birimin ve sistemin elektrik enerjisi üretirken verimin arttırılması 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 islemenin 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 depo-lama ünitesine gönderilir ve orada işlenir.

- Veri kabloları sinyal taşıyan bir iletkenidir. Veri kabloları genellikle çevresi koruyucu tabakalar ile kaplanan, iletimin mümkün olduğunca az veri kayıpla gerçekleşmesini sağlayan araçlardır. Güneş enerji santrallerinde üretim esnasında sistem parametrelerine ait değerleri doğru ve kayıpsız bir şekilde taşımak için kullanılmaktadır. Veri, enerji, sinyal taşır. Kablolu iletişim uzun mesafelerde, yüksek frekanslı iletişimlerde vazgeçilmez durumdadır. Veri ve ağ yapısına göre farklı özelliklerde kullanılabilecek birçok çeşit kablo standardı vardır.
- Güneş santrallerinde PV üniteleri ve tevzi panoları arasında döşenecek olan veri kabloları dış ortama maruz kalma durumuna karşı korunaklı bir şekilde döşenmesi zorunludur. Veri taşıyan bu tür kabloların dış ortamda atmosferik koşullara maruz kalmasından korunmalıdır. Bu yüzden zemin altından döşenecek kabloların mutlaka boru içerisinde döşenmelidir.

Tevzi Panosu ile AG Panosu Arasına Projede Belirtilen Özellikteki Veri Kablolarını Çekme

- Panolar arasında veri kablolarının montajı panoların bulunduğu ortama göre yapılır (Resim) . Panolar açık sahada ise açık alanda yapılan kablo döşeme usülleri takip edilir. Açık ortamdan kapalı ortama geçişlerde genellikle kapalı alanlarda kablo kanalları yada kablo tavası olarak ifade edilen galvanizli saçtan imal edilmiş çeşitli ebatlardaki elemanlar kullanılır. Veri kabloları sinyal taşıdıkları için bu tür kanallar içerisinde mümkün mertebe enerji taşıyan kablolardan uzak tutulmalıdır. Aksi halde sinyallerde parazitlenme yada bozulmalara neden olabilir. Bu tür durumlarda kablolar arası teması kesmek daha sağlıklı bir çözüm olacaktır. Mümkünse bu kabloların ayrı kanallarda taşınması tercih edilmelidir.
- Pano girişlerinde kabloları uygun giriş aparatları kullanılmalı ve bağlantılar kablonun özelliğine uygun kablo başlığı (veya kablo pabucu) ile yapılmalıdır. Pano giriş delikleri dış ortamdan gelebilecek nem, sıvı ve fiziksel darbelere karşı 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 üreten devre oluşumundan kaçınarak kablolar mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Kablolar, bağlantı noktasının mümkün olduğunca yakınında soyulmalıdır. Bütün topraklama devrelerinden kaçınılmalıdır. Çünkü bunlar güçlü manyetik alanlara karşı çok hassastır.



Panolar arası kablo montajı

Veri Kablolarının Kanallara Sabitleme

- Kanal içerisinden döşenmiş veri kabloları düzgün bir şekilde sabitlenmesi hem görüntü açısından hem de teknik işçilik açısından önemlidir. Bunun yanı sıra ileride işletme esnasında oluşabilecek kablo arızalarının önlenmesinde yada giderilmesinde büyük kolaylık sağlar.
- Kabloları kanallardan geçirirken bukülmemesine ya da kabloları zarar verilmemesine dikkat edilmelidir. Kablolar bükülmesi gerekiyorsa minimum eğim yarıçapı: $10 \times$ 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 kablunun sonuna fiziksel bir işaret koyun. Kablolar bağlı olduğu her bir cihazın adını kablo sonunda etiklenmelidir. Kablolama, aşağıdaki renklere uygun olmalıdır.



Kanala uygun şekilde sabitlenmiş kablolar

Topraklama Ölçüm Cihazı ile Ölçüm Yapma

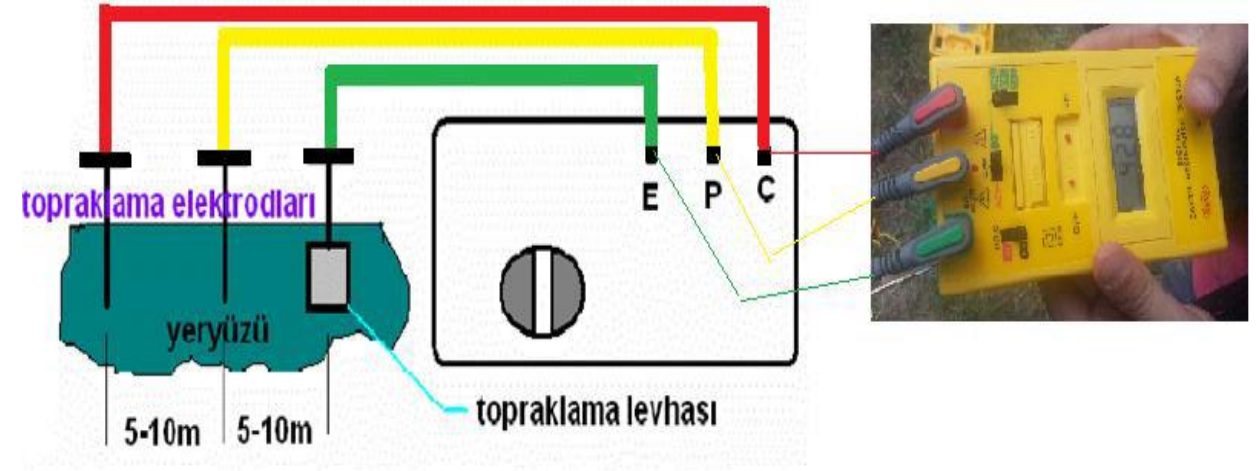
- Güneş enerji santrali topraklamasının yapılabilmesi için toprak direncinin tespit edilmesi gerekir. Topraklama direnci, topraklayıcının yayılma direnci ile topraklama iletkeninin direncinin toplamıdır. Yapılan topraklama tesis işletmede olduğu müddetçe muhafaza edilmelidir. Bu yüzden belirli periyotlarla topraklama direnci ölçülerek topraklama kontrol altında tutulmalıdır.
- Topraklama direncini ölçmek için topraklama direnç ölçme düzeneğinin kurulması gerekir. Ölçme düzeneği için şekilden faydalanabiliriz. Ölçü aletinin çubukları topraklama elektroduna 5 ile 10 metre aralığında olacak şekilde toprağa çakılır . Bu tür ölçmede dijital meger kullanılır.



Dijital topraklama direnç ölçüm meger cihazı

Topraklama Ölçüm Cihazı ile Ölçüm Yapma

- Toprak direncini ölçme işlemini yapmak için şekilde 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.



Üç elektrotlu topraklama ölçüm düzeneği

Topraklama Ölçüm Cihazı ile Ölçüm Yapma

- Topraklayıcı ile ölçü aleti uçları arasındaki mesafe şekilde 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.



(a) Topraklama çubuğunun çakılması



(b) Birinci topraklama çubuğunun çakılması



(c) İkinci topraklama çubuğunun çakılması

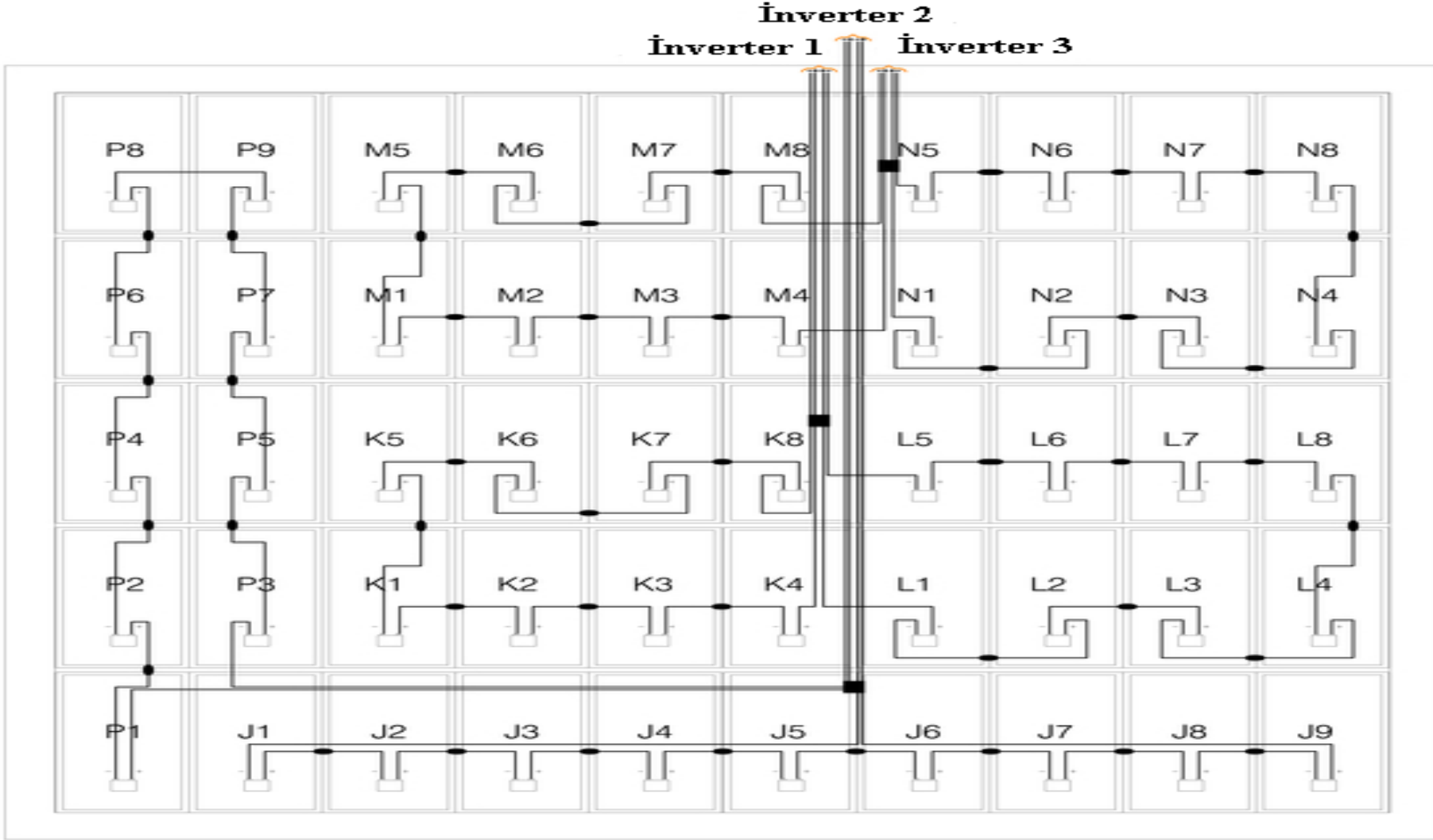


(d) Ölçüm işleminin yapılıp kaydedilmesi

Panel Gruplarından Gelen Kabloları Gruplandırma

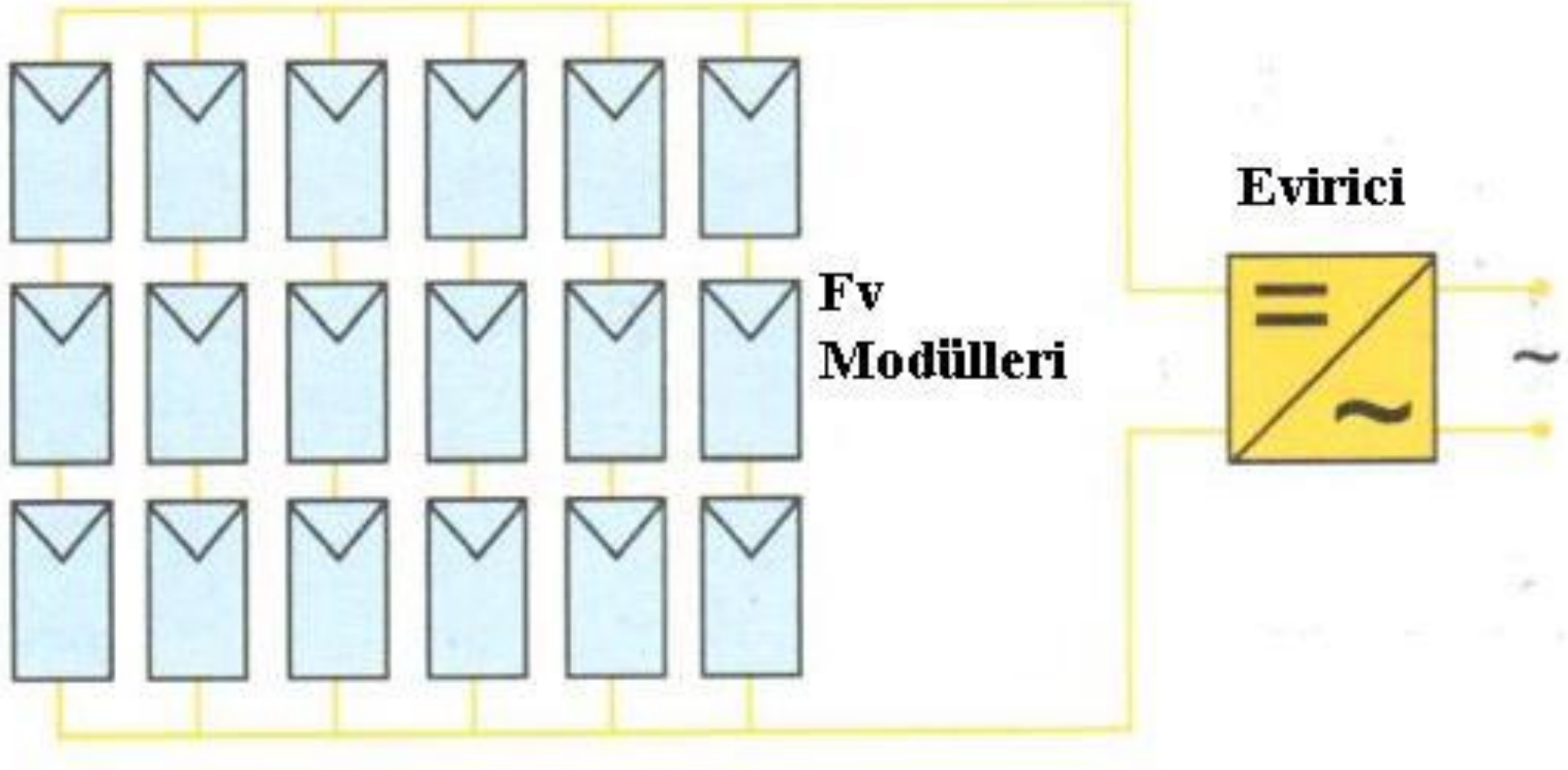
- Bildiğiniz gibi güneş modülleri farklı seviyede gerilim ve akımı elde edebilmek için güneş panelleri birbirine gruplar halinde seri ve paralel olarak bağlanırlar. Bağlantının biçimi sistemin hedeflenen gücüne ulaşmak için projelendirme esnasında yapılır. Projeye göre sıralanan güneş panelleri bu plana 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 oluşturarak 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 yansıyacaktır. 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 yük-sek akımlar üretiyor olmasıdır. Bu da doğal olarak kablo kesitinin artmasına neden olmakta ve eviricinin etkinliğini de etkilemektedir.

Panel Gruplarından Gelen Kabloları Gruplandırma



Şekil 4.1 Gruplandırılmış güneş panellerinin eviricilere (inverter) bağlantısı

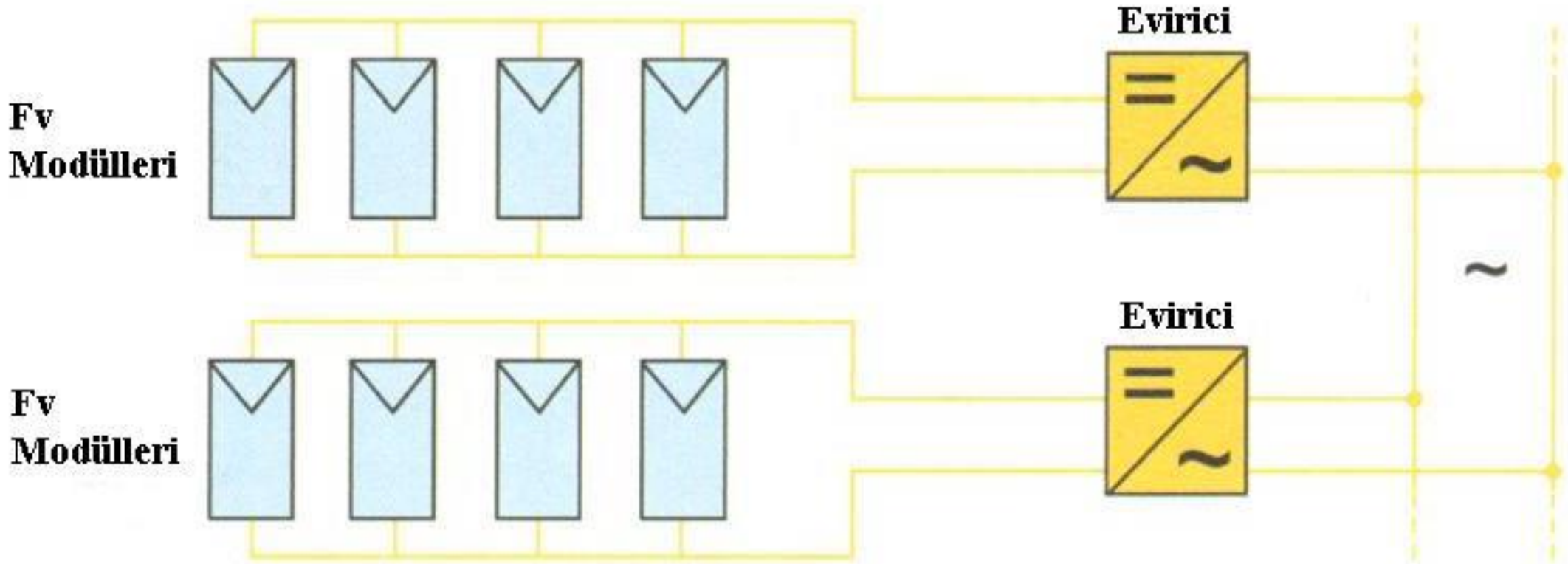
Panel Gruplarından Gelen Kabloları Gruplandırma



Şekil 4.2 Düşük gerilim seviyesine sahip merkezi evirici bağlantısı

Panel Gruplarından Gelen Kabloları Gruplandırma

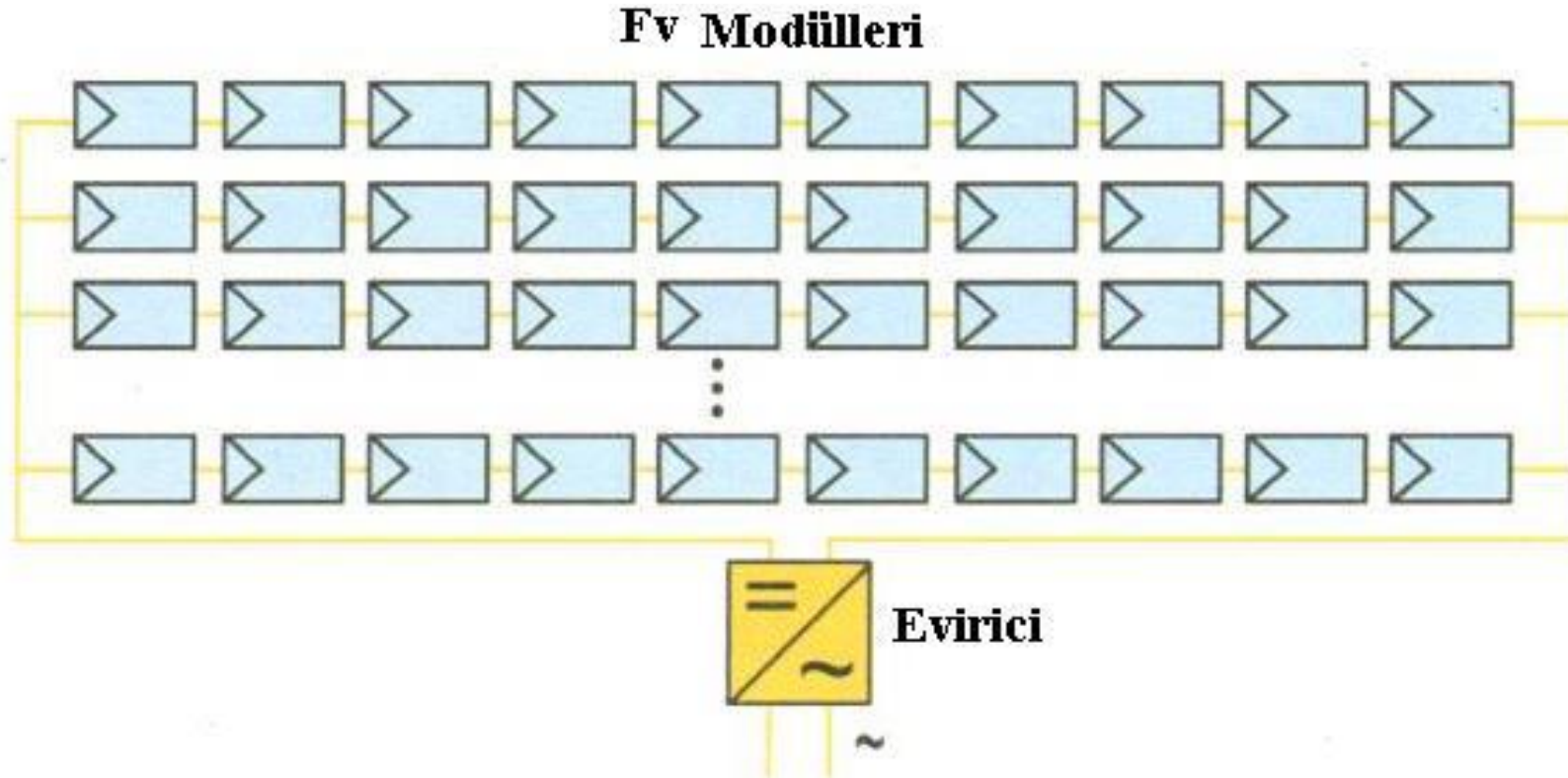
- Bir diğer gruplandırma şekli de paralel bağlantı şeklidir. Bu bağlantı şeklinde modüller birden fazla paralel devre oluşturularak ve her devreye bağımsız bir evirici bağlayarak alternatif akım barasına bağlanıldığı şeklidir. şekilde böyle bir paralel devre sistem görülmektedir.



Paralel devreli bağlantı Şekli

Panel Gruplarından Gelen Kabloları Gruplandırma

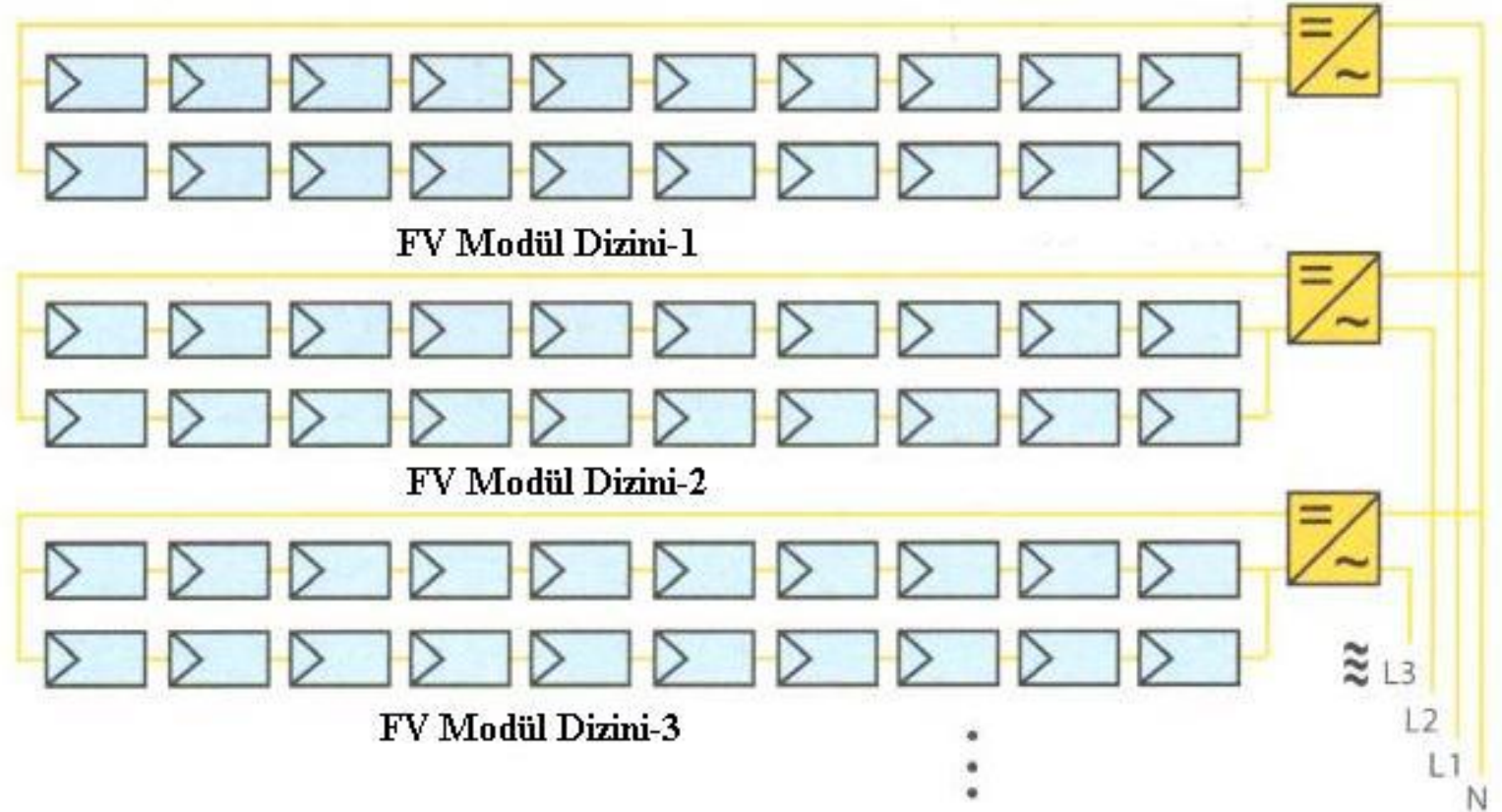
- Orta ve büyük tesislerde yüksek gerilim elde etmek için (120 volt ile 1000 volt arası) güneş modüllerinden seri bağlantı yapılarak uzun dizin bağlantısı yapılır. Bu tür bir bağlantıda gerilim değeri yüksek olmakla birlikte seri bağlantıdan dolayı akım değeri düşüktür ve dolayısıyla kullanılan kablo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



Merkezi evricili yüksek gerilim bağlantılı sistem

Panel Gruplarından Gelen Kabloları Gruplandırma

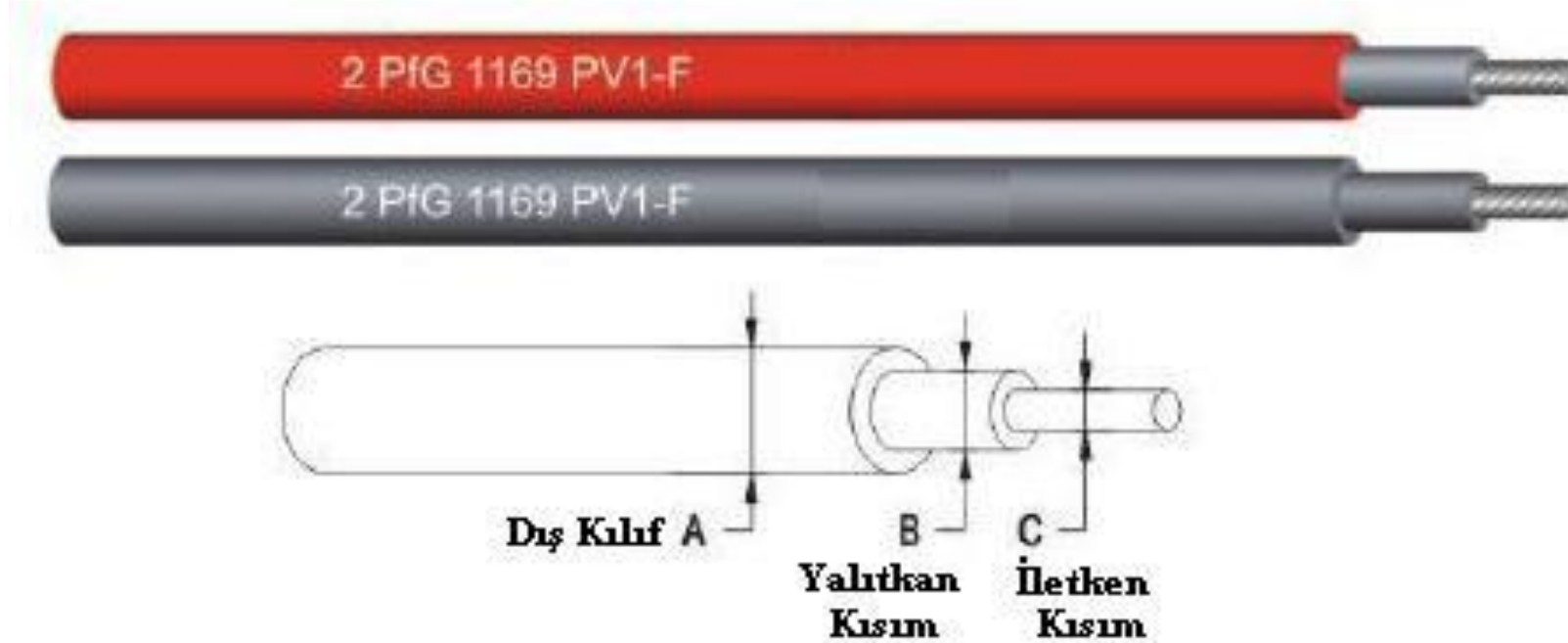
- Modüllerin diğer bağlantı şekli de dizi eviriciler kullanılarak yapılan bağlantı biçimidir. Bildiğiniz gibi uzun güneş modül dizi bağlantısı gölgelenme esnasında yüksek güç kayıplarına neden olmaktadır. Böyle uzun dizinler için bir başka seçenekte çok büyük tesisler-de her bir uzun dizin başına bir evirici bağlamaktır. Her dizin başına bir evirici bağlanarak güneş enerji santral kurulumu kolaylaştırılır. şekilde 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 kullanılabilmektedir.



Dizi evirici bağlantı şekli

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 ışınlar ile birleştirilmiş özel bir kopolimer tabakadan oluşmaktadır (Resim).



Solar kablo

Gruplandırılan Kabloları Uygun Soketle Eviriciye Bağlama

- 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).



Evirici bağlantısında kullanılan bir çeşit bağlantı soketi (konnektör)

Gruplandırılan Kabloları Uygun Soketle Eviriciye Bağlama

- 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 durumlar-da 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.

Çatılarda Güneş Enerjisi Sistemlerinden Elektrik Üretimi (S.S.S)

[Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu - EPDK](#)

Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimi

➔ Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği



➔ 1044 sayılı Cumhurbaşkanı Kararı



➔ Lisanssız Üretim Başvurularında ve Taleplerinde Sunulması Gereken Bilgi ve Belgeler Listesi



➔ Lisanssız Elektrik Üreticileri için DSBA ve DSKA Resmi Gazete'de yayımlanmıştır.



➔ Lisanssız Elektrik Üreticileri için DS Bağlantı Anlaşması



➔ Lisanssız Elektrik Üreticileri için DS Kullanım Anlaşması



➔ Başvuru Bedeli ve Yıllık İşletim Ücreti

Çatılarda Güneş Enerjisi Sistemlerinden Elektrik Üretimi (S.S.S)

1. Çatımda güneşten elektrik üretebilir miyim?

- Türkiye'de 2013 yılından beri çatılarımızda güneşten elektrik üretmek mümkün ve o tarihten bu tarafa elektrik üreten çatılar bulunmaktadır.
- Siz de çatınızda güneşten elektrik üretebilirsiniz. Ürettiğiniz elektrikten ihtiyacınız kadarını kullanır, ihtiyaç fazlasını da şebekeye satabilirsiniz.
- Bununla ilgili çatınızın alanı, tipi, abonelik sözleşme gücünüz gibi bazı parametrelere göre ilgili dağıtım şirketine başvuru yaparak gerekli izin belgesini alabilirsiniz. Bu konuda bir danışman firma ile ilerlemeniz daha sağlıklı olacaktır.
- An itibarıyla, artan elektrik fiyatları ve güneş enerjisi sistemlerindeki geçtiğimiz yıllara göre oluşan maliyetteki düşüşlerden dolayı çatı GESlerde geri ödeme süreleri oldukça azalmıştır. Dolayısıyla özellikle sanayi işletmeleri kendi çatılarında kolaylıkla kendi enerjilerini üretebilmektedirler.

Çatılarda Güneş Enerjisi Sistemlerinden Elektrik Üretimi (S.S.S)

2. Yasal mevzuat uygun mu?

Yasal mevzuat uygundur. Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği'nde çatınızdan elektrik üretebildiğiniz iki tip uygulama mevcuttur;

1) Üretim fazlası enerjinin şebekeye satılabildiği mahsuplaşma modeli:

Yönetmelikte madde 5.1.c. şeklinde belirtilen çatınıza kuracağınız güneş enerjisi sisteminin ürettiği elektrik enerjisinin tüketiminizden arta kalan kısmını şebekeye vererek bundan gelir elde edilen modeldir. Bu modelde ihtiyaç fazlası olan elektrik enerjisi şebekeye verilerek kWh birim fiyatı, EPDK'nın 3 aylık periyotlar ile yayınladığı OG tek terimli ve tek zamanlı birim fiyatlarından kendi abonelik grubunuza ait olan bedelidir. Mahsuplaşma aylık olarak yapılmaktadır.

2) Üretilen enerjinin tamamının tüketilmesi gereken, şebekeye enerji satışının olmadığı öztüketim modeli:

Yönetmelikte madde 5.1.ç olarak geçer. 5.1.c kapsamında yapılan başvurular TEİAŞ tarafından belirlenen kapasitelere tabi olup kapasitenin

dolduğu bölgelerde çatınızda güneş enerjisini kurmanın tek yolu 5.1.ç maddesinden faydalanmaktır. Bu madde kapsamında kurulan sistemler, ihtiyaç fazlası olan elektrik enerjisini şebekeye verebilirler ancak bu enerji karşılığında herhangi bir talepte bulunamazlar. Dolayısıyla yatırımcıların kendi bölgelerindeki yoğunluğu göz önünde bulundurarak çatı GES yatırımlarına geç kalmadan başlamaları kendi faydalarına olacaktır.

Çatılarda Güneş Enerjisi Sistemlerinden Elektrik Üretimi (S.S.S)

3. Çatıma ne kadar GES kurulabilir?

- Mahsuplaşma modeli için, bağlantı sözleşme gücü ile sınırlı olmak kaydıyla; meskenlerde 10kW'a kadar, diğer aboneliklerde 5MW'a kadar çatı üzeri güneş enerjisi sistemi için izin verilmektedir. Bu modelde ihtiyaç fazlası elektriğin şebekeye satışı da yapılabilmektedir. Öztüketim modelinde ise herhangi bir kurulu güç sınırı olmaksızın şebekeye enerji satışı yapılmadan üretilen enerjinin tamamının kullanılması gerekmektedir. Bu modelde arazi üzerine de GES kurulabilmektedir. Yani ürettiğiniz enerjinin tamamını tüketecekseniz bu durumda tüketim noktanızın trafosuna bağlanmak kaydı ile fabrikanızın ya da tesisinizin arazisine de kurabilirsiniz.
- Günümüz itibariyle farklı teknolojiler mevcut olmakla birlikte güncel olarak sıklıkla tercihen FV modüller kullanılarak çatının kullanılabilir alanlarında her 1 m²'den 200 Wp enerji elde edilebilecek kadar FV modül konumlandırılabilir. Ancak burada çatıdaki panellerin yatay mı açılı mı konumlandığı önemli bir noktadır. Yürüyüş yolları bırakmak da çatıdaki GES'i devreye aldıktan sonra işletme ve bakım açısından önem arz etmektedir.
- Örneğin; 1.000 m² kullanılabilir çatı alanına sahip olan bir fabrika için 170 kWp , 5.000 m²'lik bir çatıya ise 1 MWp GES kurulabilmektedir. Ancak bu değer çatınızın mevcut cephelerinin hangi yönlere baktığı, çatı tipiniz vb. değerler ile değişkenlik gösterecektir.
- Çatınıza kurabileceğiniz güneş enerjisi sistemi gücünü sınırlayan bir diğer parametre olan elektrik sözleşme gücünüz, elektrik faturanızda kolaylıkla görülebilir. Tek terimli tarifiedeki elektrik abonelerinde sözleşme gücü, trafo gücünün %60'ı ile sınırlandırılmıştır. OSB (Organize Sanayi Bölgesi) dışındaki bölgelerde bu değer, abonelik tarifi çift terimli olarak değiştirilerek trafo gücünün %100'üne kadar yükseltilebilir. Ancak OSB'lerde bu değer, abonelik tarifi değiştirilemediğinden %60'ın üzerine çıkamaz.

Çatılarda Güneş Enerjisi Sistemlerinden Elektrik Üretimi (S.S.S)

4. Çatıma sığan GES ne kadar elektrik faturasına karşılık gelir?

- Enerji birim fiyatını, EPDK tarife tablosunu baz alarak yaklaşık KDV dahil 75 kr/kWh olarak alırsak;
- 22.500 TL elektrik faturası gelen bir işletme aylık ortalama 30.000 kWh enerji tüketiyor demektir. Bu durumda günlük ortalama 1.000 kWh enerji üretilebilmesi için 250 kWp civarı bir GES kurulumuna ihtiyaç olacaktır.
- Bu büyüklükteki bir GES için 1.250 m² kullanılabilir çatı alanı gerekecektir.
- Çatınıza kuracağınız güneş enerjisi sisteminin ne kadar elektrik enerjisi üreteceği doğrudan bulunduğunuz konuma, kullanılan ekipmanların kalitesine ve doğru mühendislik ve işçiliğe de bağlıdır. Yaklaşık olarak çatınızdaki GES'in ne kadar elektrik enerjisi üreteceği hakkında web tabanlı simülasyon programlarından ve daha kapsamlı olarak da danışmanlık firmalarından bilgi almak mümkündür.

Çatılarda Güneş Enerjisi Sistemlerinden Elektrik Üretimi (S.S.S)

5. GES'lerin malzeme garantileri nasıl?

- GES'lerde kullanılan 3 temel malzeme vardır: FV modüller, inverterler, taşıyıcı sistemler
- FV modüllerin minimum 10 yıl ürün garantisi ve 25 yıl performans garantisi (lineer verim düşüş garantisi) vardır. Günümüzde modüllerde 12 yıl ürün garantisi (üretim işçiliği) neredeyse standart hale gelmekle beraber, modül firmaları ürün garantilerini 25 yıl vermeye başlamıştır. Çeşitli markalarda bu değerler farklılık göstermek ile birlikte ortalama 25 yılın sonunda üreticiler FV modülün çıkışının %80 oranında performans göstermeye devam edeceğini beyan etmektedirler.
- FV modüllerin ürettiği elektrik enerjisini şebeke elektrik formuna dönüştüren inverterlerin minimum 5 yıl ürün garantisi vardır. Ancak istenirse bu garanti fiyatla doğru orantılı bir şekilde 25 yıla kadar uzatılabilmektedir.
- Taşıyıcı sistemlerin 10 yıl ürün garantisi vardır.
- Bunun dışında kalan donanımların büyük çoğunluğu ve işçilik 2 yıl garantilidir.
- FV modül teknolojisi aslında endüstriyel hale gelmiş bir uzay teknolojisidir. İlk çatı uygulamalardan biri 1979 yılında ABD'de Beyaz Saray'a yapılmıştır ve şu an ülke içinde bir müzede sergilenmektedir. Bugün kullandığımız FV teknolojisiyle aynı teknolojiye sahip modüller kullanılmıştır.

Çatılarda Güneş Enerjisi Sistemlerinden Elektrik Üretimi (S.S.S)

6. Bu sistemler Türkiye'nin her yerinde aynı miktar elektrik mi üretir?

- Güneş ışınımı temel faktör olmak kaydıyla meteorolojik koşullara bağlı olarak Türkiye'nin farklı noktalarında farklı elektrik üretim değerleri gerçekleşir.
- Örnek olarak; farklı koordinatlarda yer alan aşağıdaki iller için bir karşılaştırma yapalım. Aşağıdaki değerler 10 derece çatı eğimi ve tam olarak güneye cephesi olan bir çatıya ait bir sistem için belirlenmiş 1 kWp için üretim değerleridir. Bu değerler ile çatınızda kullandığınız toplam modül gücünü çarparak yıllık bazda çatınızdaki güneş enerjisi sisteminin ne kadar üretebileceği hakkında kabaca fikir sahibi olabilirsiniz.
- İstanbul: 1.212 kWh/yıl
- İzmir: 1.496 kWh/yıl
- Ankara: 1.273 kWh/yıl
- Kahramanmaraş: 1.401 kWh/yıl
- Karaman: 1.500 kWh/yıl
- Antalya: 1.546 kWh/yıl
- Gaziantep: 1.432 kWh/yıl
- Erzincan: 1.355 kWh/yıl

Çatılarda Güneş Enerjisi Sistemlerinden Elektrik Üretimi (S.S.S)

7. GES kurdursam çatım akar mı?

- Doğru mühendislik, tecrübeli bir ekip ve doğru malzeme seçimiyle yapılan profesyonel bir uygulamayla çatının su akıtması riski yoktur. Başka bir deyişle bu risk, mevcut çatı kaplamasının sabitlenmesinde kullanılan vidaların akıtma riskinden daha fazla değildir. Yine de uygulayıcı firmadan “sızdırmazlık garantisi” istenebilir.
- GES taşıyıcı sistemini çatıya sabitleme noktalarında uzun ömürlü EPDM yalıtım malzemeleri (izolasyon bandı ve conta) kullanılmaktadır. Çatı kaplama malzemelerinin farklılıklarına göre uygulama yapılmalıdır.

Çatılarda Güneş Enerjisi Sistemlerinden Elektrik Üretimi (S.S.S)

8. Çatım bu sistemi taşır mı?

- GES'ler çatı üzerinde m^2 başına FV modül ve konstrüksiyon elemanları dahil en fazla 15 kg ilave ağırlık oluşturmaktadır. Bu yük değeri zaten genellikle binanın mevcut çatısı tasarlanırken ekstra yük olarak tanımlanmaktadır. Ancak ülkemizde çok fazla sayıda eski ve yıpranmış çatı mevcuttur. Bu yüzden mevcut çatının durumuna göre statik hesaplar yapılarak çatıyı taşıyan aşık sayısına ve bölgenin kar yükü, rüzgar hızına göre tahkikleri mutlaka yapılmaktadır. Bu statik projenin içerisinde yapılan bir adım olup sistemin elektriksel ve mekanik hesaplamalarında problem olması durumunda TEDAŞ Genel Müdürlüğü tesise ait projeyi onaylamamaktadır.
- Türkiye’de bulunan konut, işyeri, sanayi tesislerinin çatılarında çok büyük oranda taşıma sıkıntısı bulunmamaktadır.,
- Taşıma kapasitesi yetersiz çatılar, güçlendirme uygulamaları ile elverişli hale getirilmektedir.

Çatılarda Güneş Enerjisi Sistemlerinden Elektrik Üretimi (S.S.S)

9. Bu sistemler ne kadara mâl olur?

- Sistemlerin gücü arttıkça birim maliyetleri azalmaktadır. Burada en önemli parametre, kullanılan ürünlerin geçerli sertifikaya sahip olmasıyla ile birlikte doğru mühendislik ve işçiliktir.
- Bu noktada 100 kWp'lik bir sistem 0,55 \$/Wp mertebesinde iken, 1.000 kWp'lik bir sistemde ise bu değerler 0,50 \$/Wp rakamlarına düşmektedir.
- Evsel uygulamalar için kWp maliyeti KDV hariç 750\$-1.000\$ arasındadır.
- Sanayi tesisi gibi 1 MWp ve üzeri sistemlerin kurulmasında kWp maliyeti KDV hariç 450\$-480\$ aralığında olmaktadır.
- Sistem kurulumuna karar vermeden önce alternatif teklifler alınarak, teklif edilen mühendislik ve malzeme listesi mutlaka titizlikle tahkik edilmelidir.

Çatılarda Güneş Enerjisi Sistemlerinden Elektrik Üretimi (S.S.S)

10. Verdiğim paranın geri dönüşü ne kadar sürede olur?

- Enerji birim fiyatı; abonelik tarife grubuna göre ve üretilen enerjinin ne kadarının tüketilip ne kadarının şebekeye satıldığına göre farklılık göstermektedir.
- Bu şartlara bağlı olarak GES kurulumuna ödenen para 4-6 yıl arasında geri dönmektedir. Sonrasında elektriği cüzi miktarda bir bakım onarım gideriyle neredeyse bedavaya tüketebilirsiniz.
- Yanısıra, OSB içerisinde bulunan tesislerin elektrik alış birim fiyatları OSB dışındaki firmalara göre oldukça düşüktür. Bu sebeple OSB dışındaki bir firma için yapılan fizibilitede yatırımın OSB'deki bir tesise göre daha kısa sürede kendisini geri ödeyeceği görülebilir. OSB içerisindeki tesislerdeki geri ödeme süreleri güncel fiyatlara göre finansman maliyeti hariç 5-6 senedir. OSB dışındaki firmalarda ise güncel fiyatlara göre finansman maliyeti hariç geri ödeme süreleri 3,5-4 sene aralığındadır. Yatırımcıların bu konuda daha detaylı bir nakit akış ve IRR (iç verimlilik oranı) hesabı yapabilmesi için danışman bir firmadan destek alması önerilmektedir.

Çatılarda Güneş Enerjisi Sistemlerinden Elektrik Üretimi (S.S.S)

11. GES sistemi kurabilmek için kredi kullanılabilir mi?

- GES kurulumu için kredi kullanılabilir.
- Güncel olarak birçok banka ve leasing kuruluşu, GES'ler için diğer yatırımlara göre daha uygun vade ve oranlarda kredi imkanı sunmaktadır.

12. Bu sistemi kurarken yatırım teşvik 12 gibi istisnalar mevcut mu?

- Belirli büyüklükteki projelerde yatırım teşvik kapsamında KDV muafiyeti imkanı bulunmaktadır. Yapılacak GES için KDV muafiyeti alınması durumunda işçilik hariç tutulmaktadır. Yerli modül kullanılacak olursa toplam sahip olma maliyetinin yaklaşık %85'lik kısmı için KDV muafiyeti sağlanabilmektedir.
- Sistemde ithal FV modül kullanılması durumunda ithal modüller KDV istisnası için teşvik belgesine konu edilememektedir. Yanısıra ithal inverterler KDV istisnası alabilmektedirler.
- Özellikle ihracat yapan yatırımcıların kullanılan GES komponentlerin KDV'sini geri alabilmesi mümkün olmakta, bu da proje maliyetlerini yatırımcı açısından ciddi anlamda düşürmektedir. Diğer yandan Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayınlanan hibe programları mevcuttur. Bu hibelerden faydalabilmek için belirli sektörlerde bulunmak ve belirli şartları sağlamış olmak gerekmektedir.

DİNLEDİĞİNİZ İÇİN TEŞEKKÜRLER

Arş. Gör. Oğuz Kaan ÇİNİCİ

Gazi Üniversitesi / Enerji Sistemleri Mühendisliği