

DENEY-1 Güneş Pili Verim Karakteristiđi

AMAÇ

Güneş pillerinin çıkış karakteristikleri bir I-V eğrisi biçiminde ifade edilir.

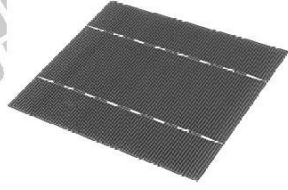
Güneş pili I-V eğrisi yük direnci değiştirilerek ve bununla birlikte akım ve gerilim ölçülerek oluşturulur. I-V eğrisinin ve yük direncinin kesiştiği nokta güneş pilinin çalışma noktasıdır. Bu notadaki akım ve gerilim sırasıyla I_p ve V_p 'dir. Kare alandaki en büyük çalışma noktası güneş pilinin maksimum çıkışıdır.

GEREKLİ EKİPMAN

1. GES-58005	1PC
2. GES-53004	1PC
3. GES-53008	1PC
4. GES-53011	1PC
5. USB - RS-485	1PC
6. GES-53021 (Opsiyonel)	1PC

BAĞLANTI DİYAGRAMI

KAY
KOD
PROD



+

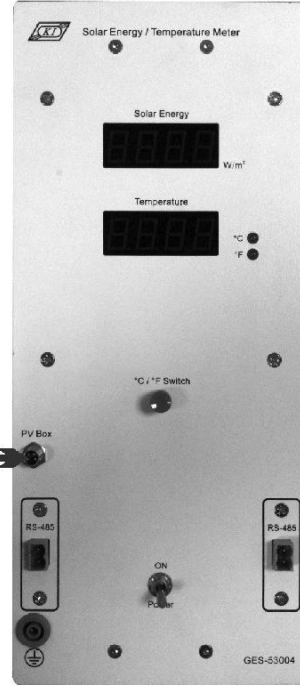
-



GES-53008

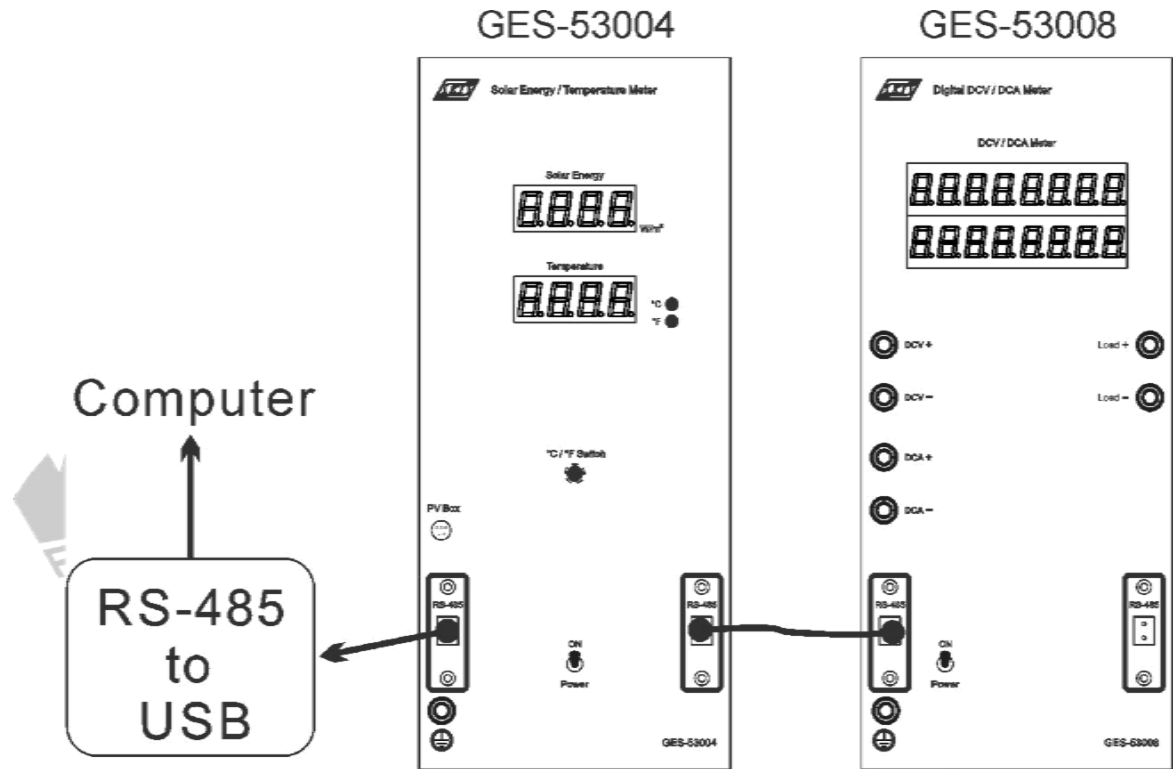


GES-53004



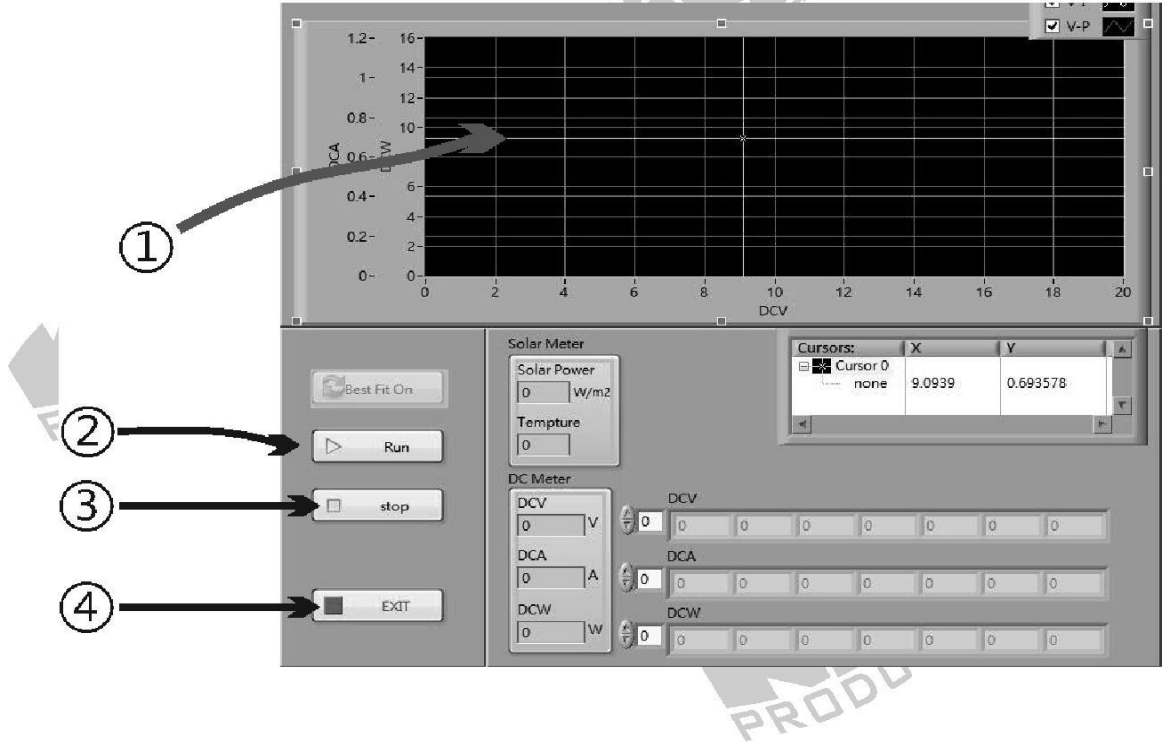
PROD

Şekil 4-1



Şekil 4-2

YAZILIM TANITIMI



Şekil 4-3

① Diyagram ekranı

Fare üzerinde sağ butona tıklayınız ve daha sonra verileri excel'e aktarmak için "Export/Export Data To Excel" ögesini seçiniz.

② Run: testi başlatır.

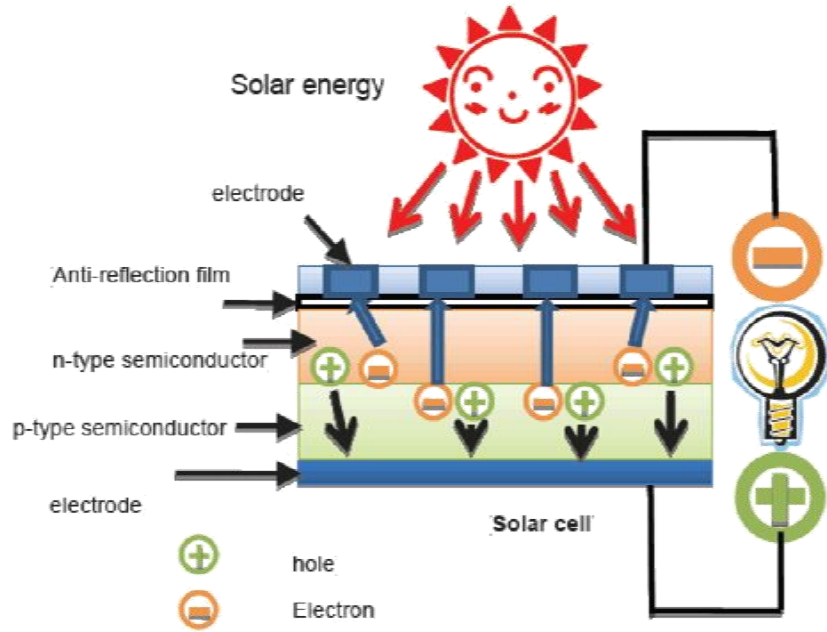
③ Stop: testi durdurur.

④ Exit: ana ekrana geri döndürür.

Güneş Pilleri Üretim İlkesi

Güneş pilleri üretim ilkesi ile ilgili olarak en fazla enerji gün ışığından elde edilir ve güneş ışınım spektrumunun merkezi görülebilir ışıktan gelmektedir. Dolayısıyla UV dalga boyunun ana aralık dağılımı 0.3 mikrondan birkaç mikro kızılötesi ışığa kadardır. Eğer bu proton enerjisine çevrilirse yaklaşık olarak 0.3 eV ila 4 eV arasında ($1\text{eV} = 1.6 \cdot 10^{-19}$ Kulomb) olacaktır. Bu nedenle silikon gibi bazı materyallerim bu aralıktaki enerji açıklığı daha iyi fotovoltaiik dönüşüm verimliliğine sahiptir. Güneş pilleri yarı iletken süreçlerden meydana gelir, güç üretim ilkesi gün ışığının güneş pilleri üzerine ışmasını sağlamak ve daha sonra bu gün ışığının emilmesini

sağlamak üzerinedir. Şekil 1-1'de gösterildiği gibi p-türü yarı iletken ve n-türü yarı iletken içeren bir p-n jonksiyonu vasıtasıyla delikler ve elektronlar üretilir daha sonra bu delikler ve elektronlar bir yüke kablo transferi yapılarak bir gerilim düşmesi olacak şekilde eş zamanlı olarak ayrıştırılır. Kısacası bu ilke $0.2\mu\text{m}\sim 1\mu\text{m}$ gün ışığını emen ve daha sonra elde ettiği ışık enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren güneş pillerini kullanan bir yöntemdir. Güneş pilleri tarafından üretilen elektrik DC (doğru akım) olduğundan dolayı eğer güneş pillerinden gelen güce gereksinimi çeşitli ev cihazları veya olan elektrikli cihazlar var ise ilk önce bu gücün DC/AC inverter ile dönüştürülmesi ve daha sonra eve veya sanayiye uygulanması gerekir.



Şekil 1-1 Güneş Pillerinin Temel Yapısı

Fotoelektrik dönüşüm ilkesini göstermek için mono kristal silikonun basit bir yapısını göz önüne alalım. Öncelikle materyaller üzerinde tartışalım. Günümüzde silikon çok önemlidir ve birçok yarı iletken sanayisinde evrensel elektronik materyallerdir. Silikonun özü elde edilmesi kolay ve düşük maliyetli silikadır.

P-türü yarıiletken ve n-türü yarıiletken birbirlerine bağlandığında n-türü yarıiletken elektronu p-türü yarıiletken içerisindeki delikleri doldurmak için p-türü yarıiletken içerisine akacaktır. Elektronlar delikler ile birleştiğinden dolayı P-N jonksiyonu etrafında bir taşıyıcı tükenim bölgesi oluşur. Negatif ve pozitif yük bulunduran P-türü ve N-türü yarıiletkenler dolayısıyla bütünleşik bir elektriksel alan oluştururlar. Gün ışığı P-N yapısı üzerinde ışıdığı anda P-türü ve N-türü yarıiletkenler gün ışığını

emdiğinden dolayı elektron-delik çiftleri üretirler. Bütünleşik elektriksel alan tükenim bölgesi tarafından sağlandığından dolayı yarıiletkenlerden üretilmiş pil içerisine akan elektronlar var olabilir. Tam güneş pilleri oluşturmak için bu akımı elektrot ile ayıklayabiliriz.

Güneş Pili Türleri ve Dönüşüm Verimliliği

Güneş pilleri stack-type ve thin-film olarak sınıflandırılabilir; ayrıca stack-type türünde bir güneş pili monokristal silikon, polikristal silikon ve III-V bileşik yarıiletkenler olarak üç kategoride sınıflandırılabilirler.

Monokristal silikon güneş pilleri karakteristikleri arasında ileri teknik, hafif materyal, verimli silikon, yüksek dönüşüm verimliliği ve sabit güç üretimi vs. bulunur. Hali hazırda monokristal silikon güneş pillerinin dönüşüm verimliliği 17.2%'dir fakat arıza oldukça pahalıdır.

Ancak polikristal silikon güneş pilleri birinci öncelik olarak maliyetin düşürülmesi ikinci öncelik olarak verimlilik üzerine odaklanır. Maliyetin düşük olmasındaki temel etkenler:

(1) saflaştırma sürecinde kirlilikleri tamamen kaldırma başarısızlığı (2) kristalizasyon gerçekleştirimi sırasında silikonun daha az tepki vermesi ve bu nedenle silikon atomlarının tekil kristal çoğunluğunu ve kristal tanelerini oluşturmak için yeterli zamana sahip olamaması (3) dilimleme gerçekleşirken israftan sakınma. Bu üç nedenden dolayı kristal silikon güneş pilleri monokristal silikon güneş pillerine nazaran daha düşük üretim maliyetine ve daha az bir üretim süresine sahiptirler. Ancak bu polikristal silikon güneş pillerinin yapısını zayıf hale getirir; bu nedenle enerji üretim verimliliği düşüktür. Sanayideki uygulamalarda birim dönüşüm verimliliği 100cm^2 başına 15.8%'e kadar elde edilebilir.

Grup III-V bileşik yarıiletken güneş pilleri yüksek verimliliğe, thin-film uyumluluğuna, yüksek ışık toplama eylemine ve çeşitli yarıiletkenler ile birlikte kullanıma uygundur. Bant genişliği yerleştirme hassasiyetini etkin kılar ve dönüşüm verimliliğini yüzde 30-40 arasında geliştirir. Bundan başka ışık toplama avantajı dönüşüm verimliliğini daha üst seviyelere çıkarabilir. Örnek olarak yığın galyum arsenit ve galyum kalayı güneş pilleri dönüşüm verimliliğini 35.8% kadar elde edebilir. Yani bu piller dünyadaki en yüksek dönüşüm verimliliğine sahip güneş pilleridir.

Güneş Pillerinin Temel Performansı ve Özellikleri

Güneş sistemlerinde güneş pilleri Fotovoltaik dönüşümde çok büyük etkiye sahiptir ve fotovoltaik yarı iletken yüzeyi üzerindeki kalınlık sadece birkaç mikronluk katman kadardır. Bu nedenden dolayı dönüşüm verimliliği çok düşüktür; bunun için geniş alanlı bir güneş pili kurmak gereklidir. Piyasadaki çeşitli güneş pili plakaları(monomer boyutu 10-15 cm PN diyot ince dilim, gerilim üretimi yaklaşık olarak 0.5V) satış amaçlı çoğunlukla bir modülden oluşmaktadır ve bunlar isteğe göre seri veya paralel bir güneş paneli dizisini oluştururlar.

Güneş pili karakteristikleri genellikle açık devre gerilimi (V_{oc}), maksimum çalışma gerilimi (V_{mp}), kısa devre akımı (I_{sc}) ve maksimum çıkış gücü ($P_m=V_{mp} \times I_{mp}$) ile ifade edilirler; Piyasada güneş plaka özelliği $100\text{mW}/\text{cm}^2$ olarak ifade edilir, yani bu plaka 25°C sıcaklık, bulutsuz gün ışığı ortamı ve 120,000 Lux aydınlığı ortamında santimetre kare başına 100 miliwatt güç üretebilmektedir, pratik uygulamalarda yukarıdaki bu veriyi elde etmek mümkün değildir.

Şebeke-Bağlantılı Güneş Enerji Sistemlerinin Besleme Şebekesi

Şebeke-bağlantılı güneş enerji sistemi ve besleme şebekesi arasındaki ilişkiye göre bu sistem bağlantı sistemi ve anahtar sistemi olarak ikiye ayrılabilir.Bağlantı sistemi hem enerji sistemine hem de besleme şebekesine bağlanır. Ayrıca üretilen güç doğrudan besleme şebekesi ile birlikte enerji sistemine ve besleme gücüne aktarılacaktır. Üretim fazlası gücün enerji sistemine dönüp dönememesine bağlı olarak bu bağlantı sistemi ters akış türü ve ters olmayan akış türü olarak bölümlendirilebilir. Ters akış türü bağlantı sistemi güneş pili sisteminin çıkış gücünü enerji sistemine geri döndürebilir. Fakat ters olmayan akış türü bağlantı sisteminde güneş pili sisteminin çıkış gücü enerji sistemine geri döndürülemeyecektir. Güneş pili sisteminin çıkış gücü yük için gerekli gücü sağlayamadığında yetersiz güç enerji sistemi vasıtasıyla sağlanacaktır. Diğer taraftan eğer güneş pil sisteminin çıkış gücü gerekli güçten daha fazla ise sadece güneş pili sisteminin çıkış gücü düşürülebilir çünkü üretilen fazla güç geri döndürülemeyecektir. Bundan dolayı ters olmayan tür bağlantı sistemi maksimum çıkış gücü durumlarında kullanılamaz.

Anahtar sistemi yetersiz güç veya hizmeti durdurma durumlarında şebeke bağlantılı enerji sistemi üzerinde sadece anahtarlama yapabilen türü ifade eder. Besleme şebekesi gerekli gücü yenileyecektir. Çoğunlukla besleme şebekesine bağlı aygıtlar mekanik anlık anahtar denetimine sahiptir. Bu nedenle genel elektriksel ekipmanlar üzerinde güç anahtarlama etkisine ait problemler yaşanmayacaktır. Çünkü bu sistemin güneş paneli maksimum çıkış noktası üzerinde de çalışamaz.

Enerji kalitesini ve güneş enerji sisteminin güvenliğini korumak için biz sadece harmonik bileşen ve çıkış akımı güç faktörlerine odaklanmamalı aynı zamanda gerilim tespiti ve şebeke besleme frekansı parametrelerine de odaklanmalıyız. En önemlisi adacık etkisini ortaya çıkaran problemdir. Adacık etkisi, şebeke beslemesi kesildiğinde dağıtılmış enerji sisteminin veya şebeke beslemesi ile paralel olan genel güç ekipmanının bu durumu hemen algılayamaması ve tek başına hizmet vermesine neden olacak şekilde dağıtım sistemini devreden çıkarması anlamına gelir. Bu durum genellikle aşağıdaki problemlere neden olur: (1) besleme şebekesi kesildikten sonra bu esnada bakım personeli problemi gidermelidir ancak bu durum çok tehlikelidir çünkü güneş pil sistemi hala devdedir; (2) Adacık etkisi oluşmaya başladığında çıkış gerilimi, akım ve güç dönüştürücü frekansı kararsız hale gelecektir çünkü besleme şebekesi referans sinyal olarak kaybedilecektir. Eğer zamanla diğer yüklerle ilişkisi kesilmezse bu durum altında bazı hassas yükler hasar görebilecektir.

Şebeke Bağımsız Güneş Enerji Sistemi

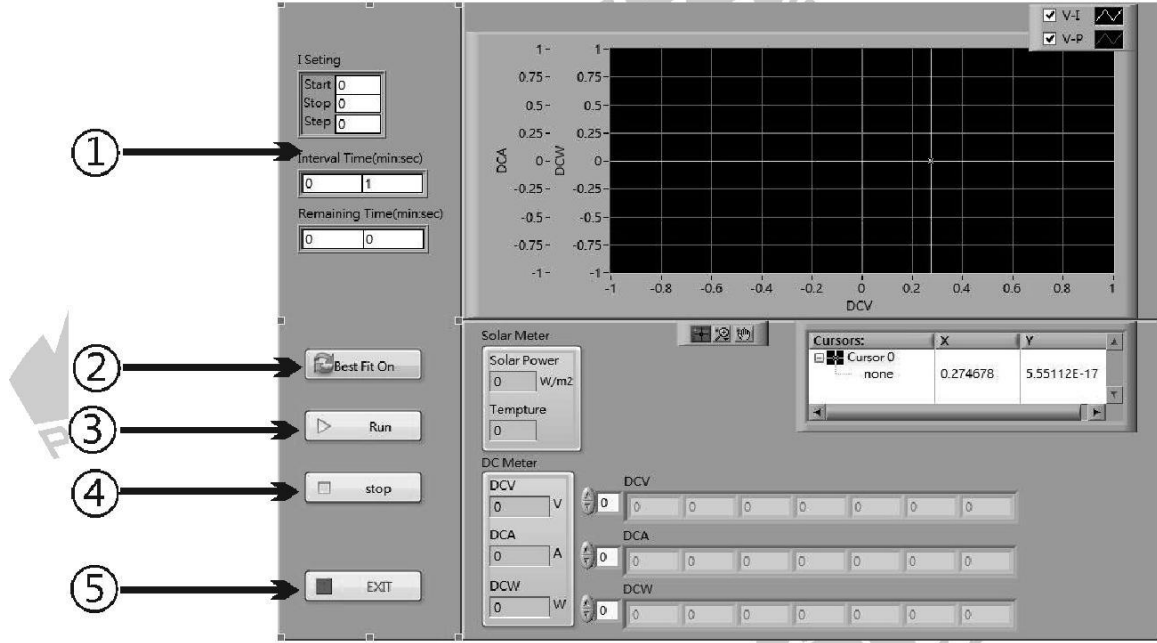
Şebeke bağımsız güneş enerji sistemi yükleri tek başına besleme şebekesine bağlı olmaksızın besler. Güneş pili enerji sistemi sabit gerilim ve frekanslı bir çıkış gücü sağlar. Çıkış akımı yükler tarafından belirlenir. Büyük besleme şebekeli enerji kaynakları olmadığından dolayı güvenilirlik zayıftır. Bu sistemin avantajı diğerleri üzerinde etkisinin olmayacak olmasıdır. Bu enerji sistemi dağ kabini ve besleme şebekesi ile bağlanamayan uzak alanlar gibi yerler için idealdir. Bu sistemin kapasitesi genellikle onlarca ve yüzlerce watt civarındadır. Gün ışığında elektrik üretmek için güneş enerjisini kullanır ve aynı zamanda akümülatörü şarj eder. Geceleyin bu akümülatör sabit gerilim ve frekans ile kontrol edilen bir gerilim kaynağı sağlayan güç dönüştürücü vasıtasıyla yüklerle güç sağlar. Şebeke bağımsız enerji sistemi akümülatörlerin gücü depolamasını gerektirir ancak güneş pili modüllerinin karakteristik eğrisi güneş ışığı ve sıcaklıktan etkilendiğinden dolayı güneş pil

modülünün maksimum nokta gerilimini gerçekleştirmek ve akümülatör gerilimini denk tutmak çok zordur. Bu nedenle güneş pil modülünün verimliliğini arttırmak için bizim onun her zaman maksimum enerji noktasında çalışmasını sağlayacak maksimum güç noktası izleme (MPPT) 'ye ihtiyacımız vardır.

DENEYİN YAPILIŞI

1. GES-58005, GES-53004 ve GES-53008 güneş enerji modüllerinin AC girişlerini besleme şebekesine bağlayınız.
2. GES-53011'in değişken direncini en sağa doğru çeviriniz.
3. Şekil 4-1'de gösterilen elektriksel bağlantıları tamamlayınız.
4. Şekil 4-2'de gösterildiği gibi GES-53004'ü ve GES-53008'in RS-485 (iletişim arabirimi) portunu bilgisayara bağlayınız.
5. GES-53004 ve GES-53008 üzerinde "Power" düğmesine basınız. GES-500 yazılımını açınız ve "PV-Experiment 4 with R-Load" menüsünü seçiniz.
6. Halojen ampulün açısını 180°olarak ayarlayınız, gücü açınız ve ışık kesici düğmeyi (halojen ampul anahtarı) maksimum konuma getiriniz ve güneş panelinin açısını 0°olarak ayarlayınız.
7. "Run" butonuna tıklayınız.
8. Değişken direnci (GES-53011) sağ uçtan sol uca doğru yavaşça çeviriniz.
9. Test bittikten sonra işlemi durdurmak için "Stop" butonuna basınız.
10. GES-53011'in değişken direncini en sağa doğru çeviriniz ve ışık kesici düğmeyi (halojen ampul anahtarı) tamamen kapanıncaya kadar en düşük seviyeye getiriniz ve daha sonra besleme şebekesini kesiniz.

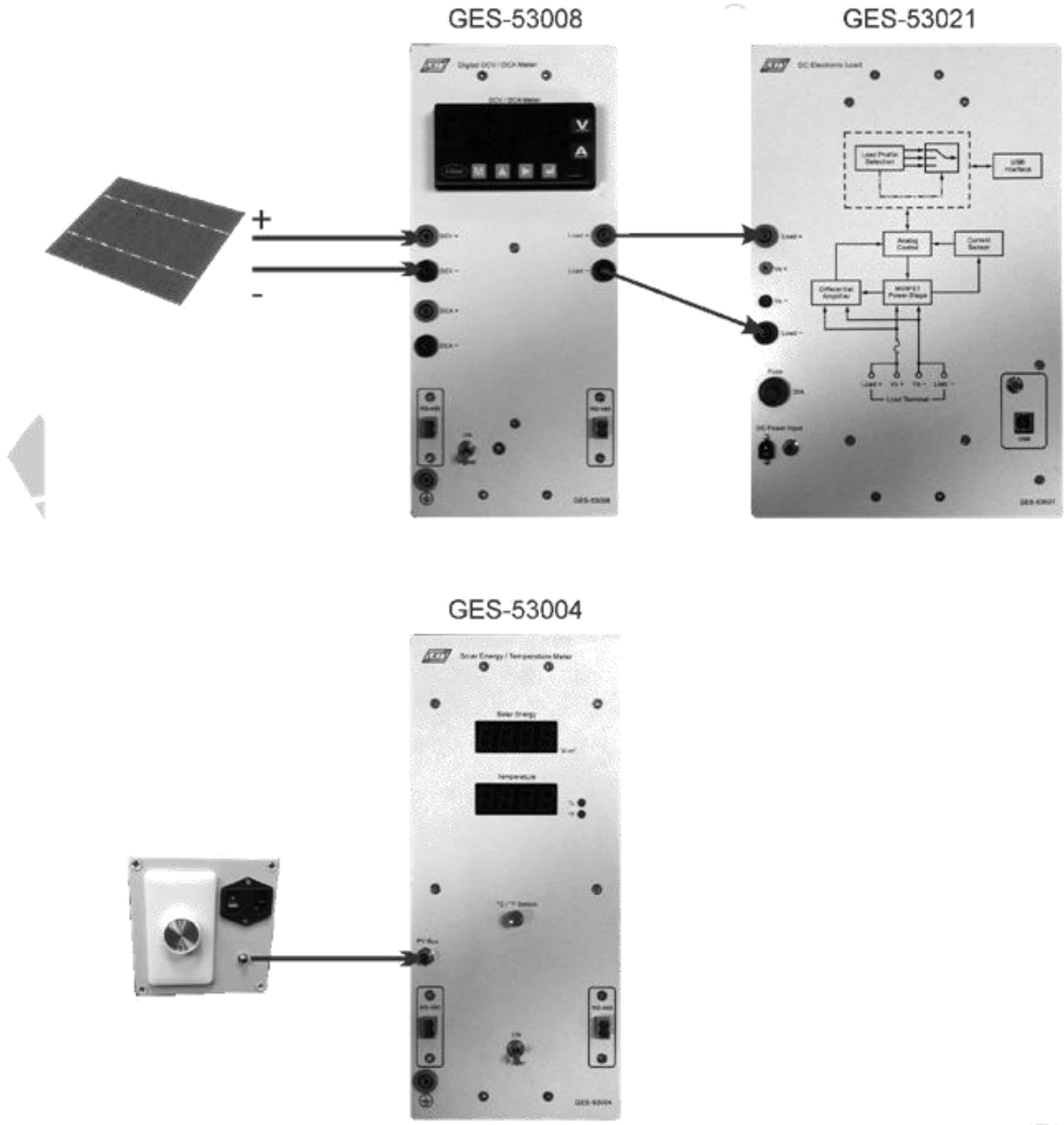
ÖLÇÜM AMAÇLI GES-53021 VE GES-500 KULLANIMI



Şekil 4-4

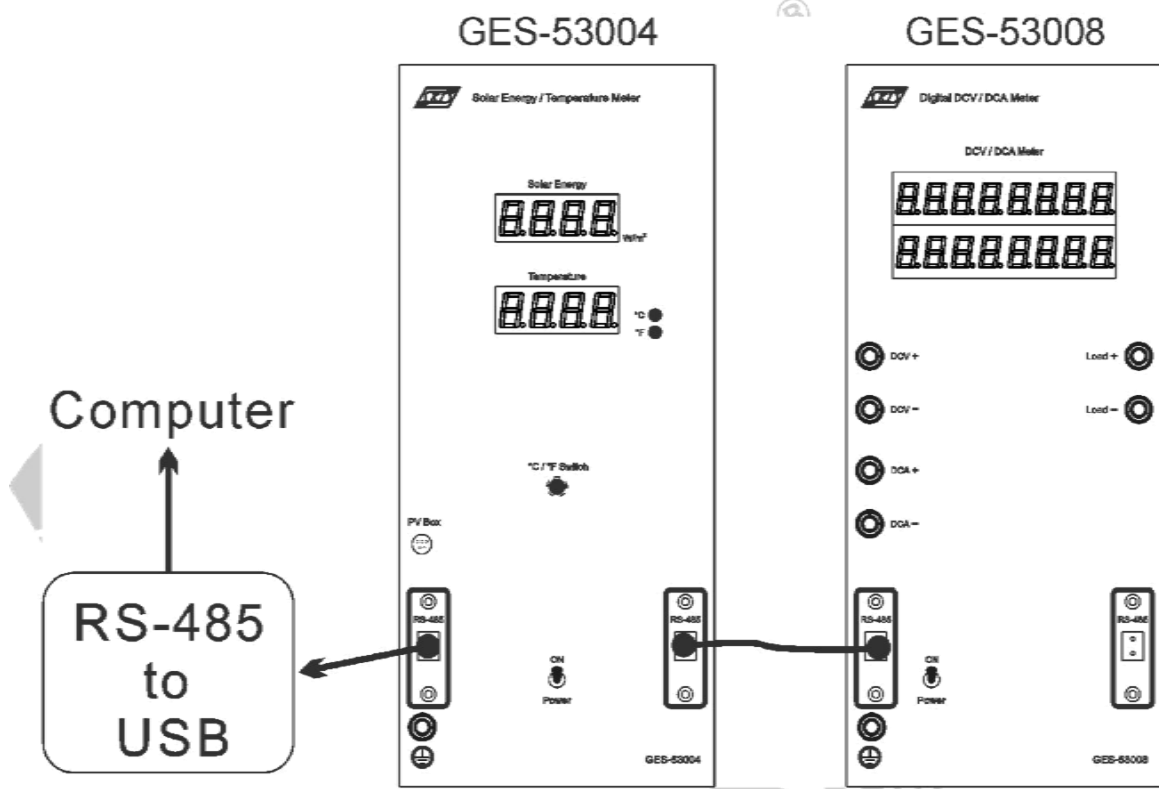
- ① Güneş enerjisi bölümünün AC girişini besleme şebekesine bağlayınız.
- ② Best Fit On: testi tamamladıktan ve stop butonuna bastıktan sonra en iyi eğim çizgisini almak için "Best Fit On" butonuna tıklayınız.
- ③ Run: testi başlatır.
- ④ Stop: testi durdurur.
- ⑤ Exit: ana ekrana geri döndürür.

1. GES-53021 (DC elektronik yük) opsiyonel modüldür.
2. GES-58005, GES-53004 ve GES-53008 güneş enerji modüllerinin AC girişlerini besleme şebekesine bağlayınız.
3. GES-53021 modülünün "DC Power Input" girişine bağlı olacak DC 12V adaptör güç çıkışı alınız.
4. Şekil 4-5'de gösterildiği gibi elektriksel bağlantıları gerçekleştiriniz.



Şekil 4-5





Şekil 4-6

5. GES-53021 USB portunu bilgisayara bağlayınız.
6. Şekil 4-6'da gösterildiği gibi GES-53004'ü ve GES-53008'in RS-485 (iletişim arabirimi) portunu bilgisayara bağlayınız.
7. GES-500 yazılımını açınız ve "PV-Experiment 4 with R-Load" menüsünü seçiniz.
8. Halojen ampulün açısını 180°olarak ayarlayınız, gücü açınız ve ışık kesici düğmeyi (halojen ampul anahtarı) maksimum konuma getiriniz ve güneş panelinin açısını 0°olarak ayarlayınız.
9. Yükleme ayarlarına bu değerleri giriniz:

Tablo 4-1

Start	0.02
Stop	1.5
Step	0.4
Interval Time	10

10. "Run" butonuna basınız.
11. Test bittikten sonra işlemi durdurmak için "Stop" butonuna basınız. Testi sonlandırmak için "Exit" butonuna basınız.
12. Işık kesici düğmeyi (halojen ampul anahtarı) tamamen kapanıncaya kadar en düşük seviyeye getiriniz ve daha sonra besleme şebekesinin gücünü kesiniz.

SONUÇ

Bir güneş pili ışığa maruz kaldığında elektron-delik çiftleri ışığın yoğunluğuna orantılı olarak üretilir. Negatif yüklü elektronlar n-türü yarıiletkenine doğru ilerlerken pozitif yüklü delikler p-türü yarıiletkenine doğru ilerler. Elektronlar ve delikler bir gerilim oluşturacak şekilde her iki elektrotta toplanırlar. Bu iki elektrot arasında bir yük bağlandığında yüke doğru bir akım akışı başlar böylece üretilen güç yüke transfer edilir.

Güneş pillerinin çıkış karakteristikleri bir I-V eğrisi biçiminde ifade edilir.

Güneş pili I-V eğrisi yük direnci değiştirilerek ve bununla birlikte akım ve gerilim ölçülerek oluşturulur. I-V eğrisinin ve yük direncinin kesiştiği nokta güneş pilinin çalışma noktasıdır. Bu notadaki akım ve gerilim sırasıyla I_p ve V_p 'dir. Kare alandaki en büyük çalışma noktası güneş pilinin maksimum çıkışıdır.