



MARDİN BÖLGESİ GÜNEŞ (FOTOVOLTAİK) ENERJİSİ POTANSİYEL ANALİZİ

Muhammed Maşuk DOĞANAY^{1, a,*}

¹Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği, Bilecik, Türkiye
^amuhammedmasuk@windowlive.com, ORCID: 0000-0001-7233-0170

ÖZET

Yarı iletken teknolojisinin gelişmesi sayesinde güneş enerjisi; yarı iletken malzeme olan diyotlar sayesinde bu enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürebilmekteyiz. Bu sayede fosil yakıtlı enerji kaynaklarına alternatif olarak daha çevreci olan bir enerji alternatifi sunmaktadır. Fotovoltaik sistemlerin kurulumu kolay, çevreci, güvenli olmaları gibi avantajlarından dolayı kullanımı tercih edilmektedir. Bu çalışmamızda ise daha çok yerleşim yeri olan boş alanları değerlendirmek adına kullanılmasına teşvik etmek daha ucuza elektrik enerjisi elde etmek için tasarımı yapılan küçük ölçekli olarak adlandırılan çatı tipi fotovoltaik sistemlerin kurulum aşamaları, ekonomik boyutu, kullanılan malzemelerin neler olduğu sistem tasarımı esnasında nelere dikkat edilmesi hususları analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fotovoltaik sistem, Güneş enerjisi, Yenilenebilir enerji, Güneş panelleri

ABSTRACT

Solar energy thanks to the development of semiconductor technology; Thanks to the semiconductor material diodes, we can convert this energy into electrical energy. In this way, it offers a more environmentally friendly energy alternative to fossil fuel energy sources. The use of photovoltaic systems is preferred due to their advantages such as easy to install, environmentally friendly and safe. In this study, the installation stages of the small-scale roof-type photovoltaic systems, which are designed to encourage their use in order to evaluate the empty spaces, which are mostly residential areas, to obtain electrical energy more cheaply, the economic dimension, what the materials used are, what should be considered during the system design. has been.

Keywords: Photovoltaic system, Solar energy, Renewable energy, Solar panels

***Sorumlu Yazar (Corresponding Author)**

Atf (Citation): Doğanay, M.M., "Mardin Bölgesi Güneş (Fotovoltaik) Enerjisi Potansiyel Analizi", UMÜFED Uluslararası Batı Karadeniz Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 3(1): 86-117, 2021.

Geliş (Received): 24/02/2021

Kabul (Accepted): 07/07/2021

Yayın (Published): 09/07/2021

1.GİRİŞ

Gelişmekte olan ülkelerin her geçen gün enerjiye olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Artan bu ihtiyaç için gerekli olan enerji kısıtlı kaynaklardan dolayı üretilmemektedir. Bu nedenle enerji ihtiyacını karşılayabilmek için farklı ülkelere enerji sayesinde ihtiyacını giderebilmektedir. Fakat harcanan enerji için ekonomik anlamda enerjiye belli bir bütçe ayırmak zorundadır. Bu sebepten dolayı ülke ekonomik anlamda zayıflamasına sebebiyet verebilir. Bütçenin başka ülkelere aktarılmaması için ülke kendi iç kaynakları ile daha ekonomik ve uzun vadeli çözümler bularak bu durumu engellemelidir. Aksi takdirde uzun vadeli olarak dışa olan bağımlılık ülke için bazı olumsuzlukları da beraberinde getirebilir. Enerjiye olan ihtiyacın artmasından dolayı fosil yakıtlı santrallerin sürdürülebilirliği farklı enerji kaynakları ile mümkün olmaktadır. Fakat fosil yakıtın kısıtlı olmasından dolayı sürdürülebilirlik mümkün olmayabilir.

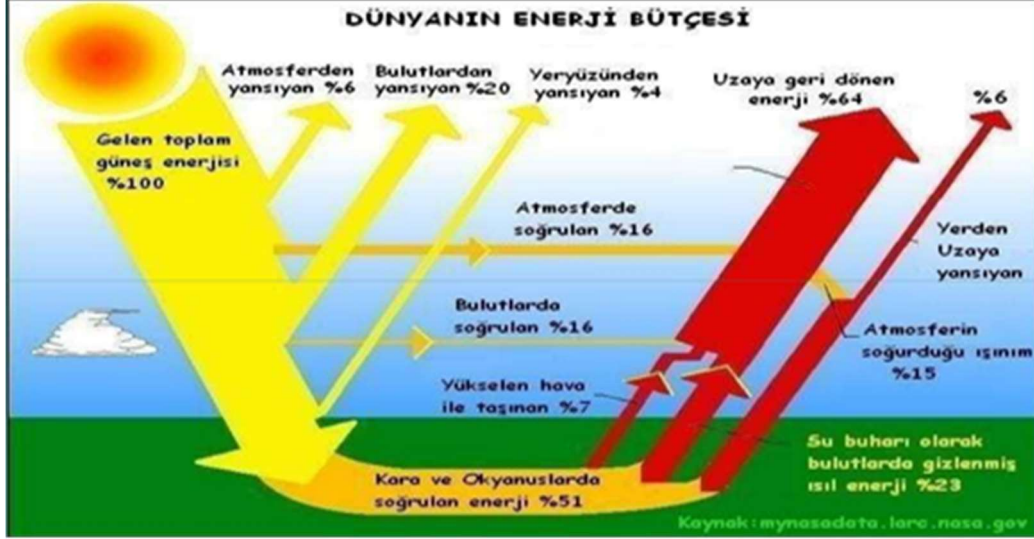
Gelişen teknolojiye paralel olarak farklı alternatif kaynaklarında gelişmesi söz konusudur. Bu alternatif enerji kaynakları ise dünyadan aldığı enerji sayesinde farklı sistemler sayesinde dönüşümler yapılarak farklı enerji türleri ortaya koymaktadırlar. Bu sistemlerden bir tanesi olan güneş enerjisi sistemleri güneşten aldığı enerjiyi farklı enerji formlarına dönüştürerek alternatif enerji kaynağını ortaya koymaktadır. Bu enerji formları ise güneş enerjisini ısıya ya da elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir. Bu çalışmamızda ise daha çok güneş enerjisinin elektrik enerjisine dönüşümü olan çatı tipi güneş enerjisi sistemleri üzerine analiz ve çalışmalar yapılarak güneş enerjisinin potansiyelini ortaya koyarak sistemin analizi gerçekleştirilecektir.

Gelişen teknoloji ve malzeme teknolojisi sayesinde yarı iletken olarak adlandırılan malzemeler sayesinde güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürerek alternatif enerji kaynağı üretimi yapılabilmektedir. Yarı iletken malzemenin karakteristik yapısından dolayı güneşten aldığı enerjiyi kimyasındaki özelliğinden dolayı bu enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürebilmektedir. Bu sayede daha çevreci ve güvenli bir enerji elde etme imkânı sağlanmış olur. Fakat hali hazırda yarı iletken teknolojinin pahalı olması da bu sistemler için bir dezavantajdır.

2. GÜNEŞ POTANSİYELİ

Daha önceden yapılmış olan çalışmalarda güneş enerjisinin yeryüzü potansiyeli analizinde yapılan çalışmalarda dünya atmosferinin yüzeyine ulaşan 1370 joule /m²-saniye olarak ölçülmüştür. Yapılan hesaplamalar sonucunda ise güneşin dünyaya 1.5 saat süre ile ilettiği enerjiyle tüm ülkelerin 1 yılda ve Türkiye'nin 100 yılda tüketeceği enerji ile kıyas edilebilir.

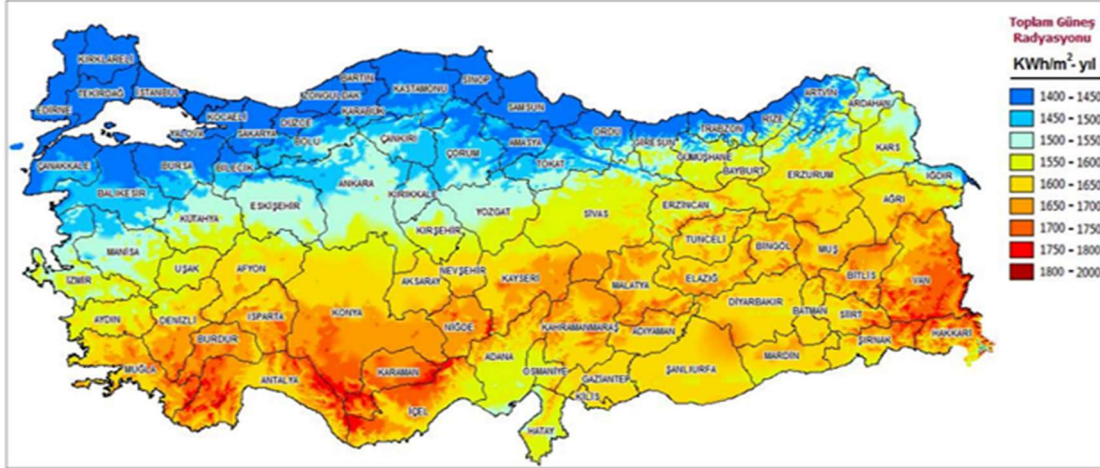
Bir diğer misal olarak 13 milyar ton taş kömür ile elde edilen enerjiyi güneş enerjisi yeryüzüne bir saat içerisinde iletebilmektedir. Bu çalışmalardan elde edilen bilgi ve analizler ile güneşin potansiyelinin ne kadar büyük olduğunu göstermektedir. Bu yüzden güneş enerjisinin yeryüzüne ilettiği enerji ile ihtiyaç duyulan enerjiden daha fazla yeryüzüne iletebilmektedir [8].



Şekil 1. Güneş Enerjisi Döngüsü

3. TÜRKİYE'DE GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ

Türkiye dünya üzerindeki coğrafi konumu itibarıyla güneş enerji potansiyeli hususunda verimi yüksek bir konuma sahiptir. Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlas'ına (GEPA) göre Türkiye'nin yıllık bazında güneşleme süresi toplam 2737saat buda günlük ortalama 7.5 saate tekabül etmekte ve bu güneşleme süresi içerisinde güneş enerjisinden gelen yıllık bazında toplam enerji miktarı 1.527 kWh/m² olduğu ve bu miktarın günlük ortalama değeri ise 4,2 kWh/m² olduğu tespit edilmiştir. Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından yapılan analiz ve çalışmalarında bu enerji miktarının teknik kapasitesi 405 milyar kWh/yıl, ekonomik potansiyeli 380 milyar kWh/yıl olarak bir tahminin olduğu bu kapasitenin güneş enerjisine dayalı olarak elde edilebileceği ve bu kapasiteye sahip olduğu tahmin edilmiştir [36].



Şekil 2. Türkiye GEPA Atlası

Harita üzerinde Güney'den kuzeye doğru gidildikçe güneşleme süresi ve potansiyeli azalmaktadır. Karadeniz coğrafi konumunda ötürü yağış miktarı en fazla olan bölge olması nedeniyle diğer bölgelere göre ışınımı en az bölge olmaktadır. Marmara ve Ege bölgesi ise orta düzeydedir. İç Anadolu, Doğu Anadolu, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri ise ışınım şiddetinin yüksek olduğu bölgelerdir. Bu nedenle güneş enerji santralleri kurulumu bakımından daha verimli olduğu ve bu bölgelerde kurulan tesislerin daha kısa sürede yatırım ve maliyetlerinin amortisman süreleri daha kısa vadede geri dönüş sağlamaktadır [38].

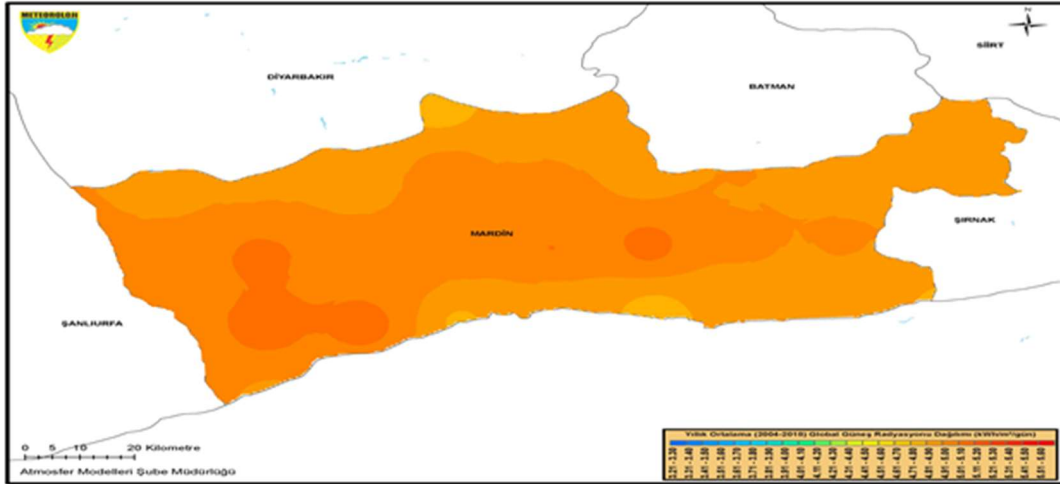
BÖLGE	TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ (kWh/m ² -yıl)	GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/yıl)
G. DOĞU ANADOLU	1.460	2.993
AKDENİZ	1.390	2.956
DOĞU ANADOLU	1.365	2.664
İÇ ANADOLU	1.314	2.628
EGE	1.304	2.738
MARMARA	1.168	2.409
KARADENİZ	1.120	1.971

Şekil 3. Bölgelerin Işınım Değerleri ve Güneşlenme Süreleri

4. MARDİN BÖLGESİ GÜNEŞ ENERJİ POTANSİYEL ANALİZİ

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde kara/Akdeniz iklim türü hâkimdir; doğusu kara ikliminin, batısı ise daha çok Akdeniz ikliminin etkisindedir. Yıllık yağış miktarı kuzeyden güneye doğru azalmaktadır. Toros Dağları dış eteklerinde ve yüksek yerlerde yıllık ortalama yağış 1200-1300 mm. iken, alçak bölgelerde 300 mm.ye kadar düşmektedir. Bölgede ortalama buharlaşma 1500-

2500 mm. arasında, yıllık ortalama sıcaklık 12°-18° arasında değişmektedir. Nem oranı yaz ve kış ayları arasında büyük farklılık göstermektedir; yıllık ortalama nem oranı %42'den (Şırnak) %65'e (Savur) kadar değişmektedir. Yaz ayları ile sınırlı olmayan uzun ve kurak bir dönem vardır, hatta çok nadir de olsa bu süre 10 aya kadar çıkmaktadır. Bölgede en sıcak ay ağustos, en soğuk ay ocak ayıdır. Mardin'in iklimi üzerinde kuzeydeki yüksek dağlar etkili olmaktadır, kış döneminde oluşan yüksek basınç alanı kış aylarının soğuk geçmesine yol açmaktadır. Bir yanda güneydeki çöl ikliminin etkisi altında olması diğer yandan kuzeyindeki yüksek dağların serin hava kütlelerinin bölgeye girişini engellemesi nedeniyle Mardin'in kuzeyinde yazlar çok sıcak geçerken karasal iklimin tipik özellikleri görülür. Ancak Derik, Nusaybin ve Savur ilçelerinde pamuk fındık ve zeytin gibi ürünlerin yetişmesi yörede mikro iklim özelliklerinin hüküm sürdüğünü göstermektedir. Meteorolojik verilere göre Mardin'de yağışlar en fazla mart ayında düşmektedir; en yüksek sıcaklık ortalama 42,5 °C ile temmuz ayında, en düşük sıcaklığın ortalama-14,0°C ile şubat ayında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek nem oranı %76,1 ile ocak ayında ölçülmüştür. Mardin'de yıllık ortalama güneşlenme süresi 3000 saatten fazla olup 3250 saate yaklaşan alanlar bulunmaktadır; yıl boyunca günde 8-9 saat güneşlenme süresi devam etmektedir. Fotosentez için gerekli olan (en az +5 °C) sıcaklık Mardin'de 294-332 gün arasında değişmektedir; bu durum yılda 2-3 ürün almayı mümkün kılmaktadır. Fotovoltaik güneş enerji santrali veya tesisin kurulumu yapılmadan önce kurulumun yapılacağı bölge ve konumunun güneş enerji potansiyeli kurulumu için bazı analizlerin yapılması gerekir. Bu analizleri ise bölgenin günlük, aylık ve yıllık olarak güneşleme süresi ve ışınım değerlerinin analize yapıp santral veya tesisin kurulumunun uygunlu için analiz yapılması gerekir. Aksi taktirde yapılacak olan santral ve tesis kurulumu ekonomik, maliyet ve enerji üretimi açısından verimli olmayacağından dolayı kısa ve uzun vadede amortisman karşılayamayacağından kurulan santral ve tesisin kurulumu ticari anlamda zarar edebilir. Bu nedenle bu raporda Mardin bölgesinin güneş analizi potansiyeli yapılarak bölgenin santral veya tesis kurulumu uygunluğu analizi yapılarak bölgenin verim yüzdeleri olarak analizi saptanacaktır. Bu analiz esnasında kullanılan değerler Mardin meteoroloji istasyon müdürlüğünden erişime açık olan son verilerle kullanılarak analiz ve çalışmalar yapılacaktır.



Kullanılamaz Alanlar:

- Arazi eğimi 3 dereceden büyük olan alanlar
- Yerleşim alanları ile 500 m emniyet şeridi içindeki alanlar
- Kara ve demir yolları ile 100 m emniyet şeridi içindeki alanlar
- Havaalanları ile 3 km emniyet şeridi içindeki alanlar
- Çevre Koruma, Milli Parklar ve Tabiat Alanları ile 500 m emniyet şeridi içindeki alanlar
- Göller, nehirler, baraj gölleri ile sulak alanlar
- Koru Ormanları, Açaçlandırma Alanları, Özel Ormanlar, Fidanlıklar, Sazlık ve Bataklıklar, Muhafaza Ormanları ve Arboratum

Şekil 4. Mardin Ortalama Güneş Radyasyon Dağılımı

4.1. Aylık Global Güneş Radyasyonu Toplamı (kwsaat÷m²)

1 – Verilen Saat UTC (Koordine Edilmiş Evrensel Saat)'dir. Türkiye saatine çevirmek için kışın 2 saat, yaz saatine göre ise 3 saat eklenir. 2016 Yılı ve sonrası 3 saat eklenir. Son 35 güne kadar olan bilgiler kalite kontrolünden geçmemiştir, daha sonraki tarihlerde değerler değişebilir. Sistemde ve verilerde düzenlemeler yapılmıştır, önceki veriler ile zaman zaman farklılıklar olabilir.

2 – Hava sıcaklığı gölgede, 2 metre yükseklikte santigrat derece (°C) olarak ölçülmektedir.

3 – Günlük Minimum Sıcaklığın 0 °C 'nin altına düştüğü günler Donlu Gün olarak ifade edilir.

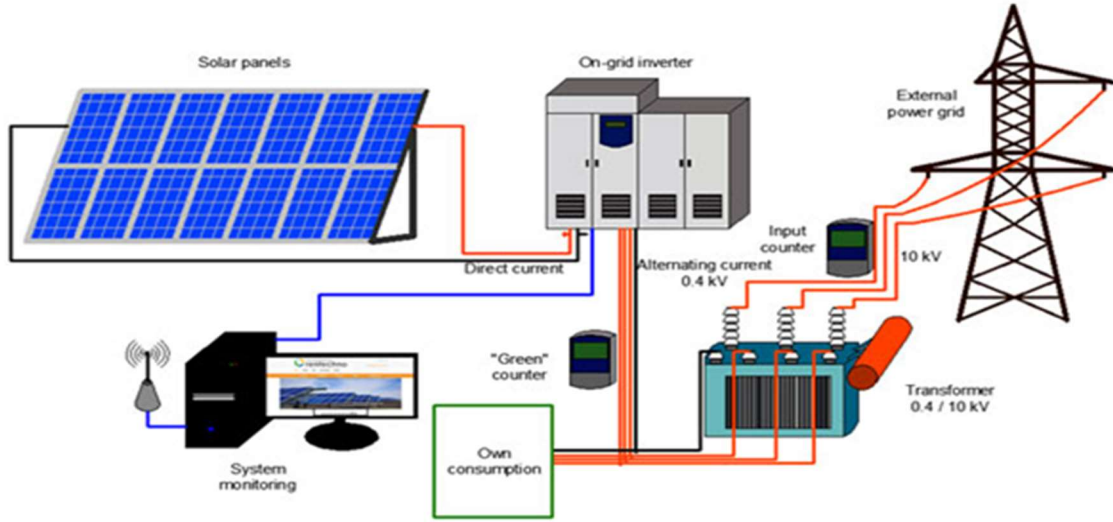
4 – Görüş Mesafesi 1 ile 10 km. arasında ise; pus, toz, kuru duman ve/veya görüş kısıtlayıcı hadise olduğu, 1 km. ve daha az ise; sis, toz ve/veya yoğun bir şekilde görüş mesafesi kısıtlayıcı hadise olduğu anlaşılır.

Tablo 1.Mardin bölgesi aylık ortalama güneş radyasyonu

Yıl/Ay	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2018										102.4	64.6	41.2
2019	53.9	79.8	112.7	115.8	215.0	232.2	249.2	220.4	181.6			

5. FOTOVOLTAİK ENERJİ SİSTEMLERİ

Gelişen enerji ihtiyaçlarından dolayı hali hazırda bulunan mevcut enerji santralleri yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle gerekli olan enerji talebine yanıt verebilmek için daha farklı arayışların sonucunda gelişen yarı iletken teknolojisi ve güç elektroniği teknolojisi sayesinde güneş enerjisini elektrik enerjisine çevirerek ihtiyaç duyulan enerjiyi üretme imkânı sağlamaktadır. Bu teknoloji sayesinde daha çevreci, ucuz kullanımı kolay olan fotovoltaik enerji santralleri kurulumu yaygınlaştırarak ihtiyaç duyulan enerji talebi karşılanmaya başlayarak daha kısa zamanda santral ve tesis kurulumları yapılabilmektedir. Genel olarak fotovoltaik enerji sistemleri güneşten aldığı enerjiyi elektrik enerjisini dönüştürerek yenilenebilir bir enerji ihtiyacı ortaya koymaktadır. Fotovoltaik enerji sistemlerinin oluşturduğu araçlar güneş paneller, aküler, şarj cihazları ve inverterlerden oluşmaktadır. Fotovoltaik enerji sistemlerinin genel yapısı itibarıyla şebekeden bağımlı ve bağımsız olmak üzere iki farklı şekilde kurulumu yapılmaktadır. Bu nedeni ise bazı zamanların güneşin olmadığı zamanlarda enerji sürekliliğini sağlamak için şebekeye bağımlı sistemlerin kullanımı yaygın olarak kullanılmaktadır.



Şekil 5. Fotovoltaik Enerji Sistemi Şeması

Fotovoltaik enerji sistemleri kullanım yerine ve amacına göre küçük, orta ve büyük ölçekli olarak kurulumları yapılmaktadır. Küçük ölçekli kurumlar ise daha çok baz istasyonları, evlerin çatı katına, sinyalizasyon sistemlerinde gibi yerlerde kullanımları mevcuttur. Orta ölçekli kurulumlar ise daha fabrikaların ihtiyacı olan enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılan sistemler. Büyük ölçekli kurumlar ise santral olarak kurulumu yapılmakta olup daha çok ticari amaçlı işletmek için ihtiyaç duyulan meskenlere enerji ihtiyacını karşılayarak üretim yapılmaktadır. Bunun yanı sıra tesis kurulumun avantajları olduğu gibi bazı dezavantajlarda mevcuttur [2,6,9,10]. Bunlar;

Avantajları

- Sürdürülebilir enerji kaynağı olması
- Karsal alanlarda yaşayan insanların enerji ihtiyacını karşılayabilmesi
- Çevreci olmasından dolayı çevreye herhangi bir atık olmaması
- Üretilen enerjinin depolayarak daha sonra ihtiyaç duyulması halinde kullanılabilir olması
- Çevrede yaşayan insanları rahatsız edici herhangi bir gürültü kaynağının olmaması
- Diğer tesislere göre bakım ve onarım maliyetinin düşük ve kolay olması
- Kullanılan malzemenin sağlam ve dayanıklı olmasından dolayı çevre şartlarına karşı dayanıklı olmaları
- Kurulum ve montaj işlemlerinin kolay ve basit olması
- Uzun süre kullanılmasına olanak sağlaması

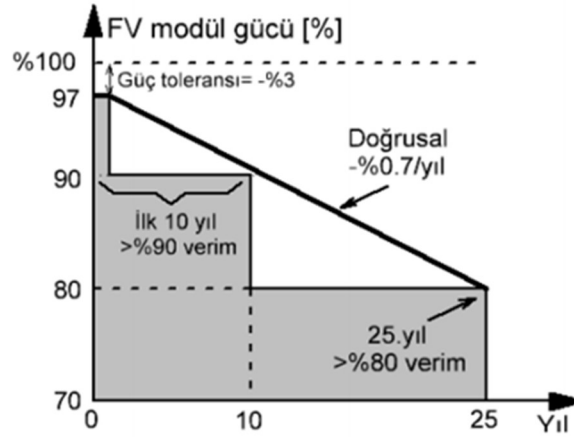
Dezavantajları

- Gün boyu güneş olmadığı ve havanın kapalı olduğu durumlarda enerji üretiminin olmaması
- Kurulumu yapmak için yeteri miktarda alan olması ve bu alanın güneş görmesi gerekliliği
- Enerji depolamak amacıyla kullanılan depolama malzemelerinin uzun süre dayanıklı olmaması
- Kurulum için kullanılacak malzemelerin pahalı olması [43]

5.1. Güneş Panelleri

Güneş enerji panelleri p-n eklemli yarı iletken olan malzemelerin tasarımı ile gerçekleştirilen fotovoltaik malzemelerdir. Bu malzemeler üzerine düşen güneş ışınlarını elektrik enerjisine çeviren yarı iletken malzemelerdir. P-N eklemli bu malzemelerin ürettiği gerilim ve akım çok küçük değerlerde olduğundan dolayı üretilen enerjiyi kullanmak için yeterli olmadığından dolayı bu yarı iletken olan malzemeler birbirlerine seri ve paralel olarak bağlanarak istenilen güçte gerilim ve akım değerlerini üretmesi istenerek gerekli olan enerjiyi üretmesini sağlayarak bir paket haline getirilip güneş panelinin tasarımı gerçekleştirilir. Paneller kullanım yerine ve amacına göre farklı güçte tasarlanırlar. Güneş panelinin yapımında kullanılan teknik ise laminasyon tekniği kullanılarak güneş paneli katmanların yapıştırıp daha

sonra panel hermetik yöntem ile paketlenmesi yapıp panel tasarımı ortaya konmuş olur. Üretilen bu panelleri yaklaşık olarak 25 yıl kullanım ömürleri olmaktadır. Fakat panellerinin kullanımı hemen hemen üretici firmalar bu panellerin 10. Yıldan sonra panelin verimini %90 altına düştüğü daha sonraki 15 yıl sonra ise panel %80 verim ile enerji üretim garantisini vermektedir. Bu süreç şekil-1’de grafik olarak verilmiştir [12,33,34].

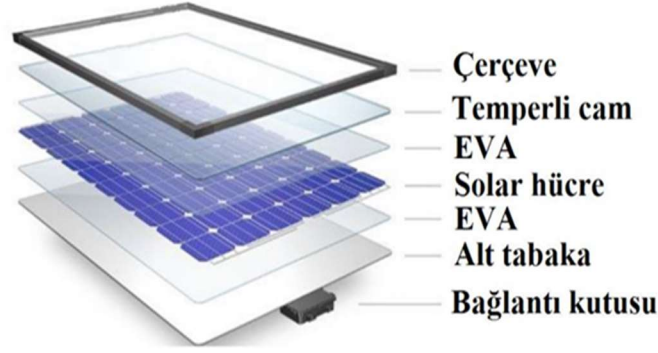


Şekil 6. Fotovoltaik Panel Garanti Süreleri

5.2. Güneş Paneli Yapısı

P-N eklemli yarı iletken olan silikon hücreler mikro yapıda olduklarından dolayı (150-300 mikron) bu hücreler oldukça ince yapalı ve kırılğan olduklarından dolayı çok hassas yapıda üretildikleri için bu hücrelerin dış etkilere karşı ve fiziksel darbelere dayanıklı hale getirilmesi gerekir. Bu nedenle silikon hücreler hermetik yöntem ile paketlenme işlemine tabi tutularak belirli katmanlardan oluşan bir paket haline getirilir [7,30]. Bu katmanlar ise;

- Alüminyum çerçeve
- Yalıtım malzemesi (sıvılardan korumak için)
- Özel temperli cam
- Eva, Hücre, sırt ve bağlantı kutusu



Şekil 7. Fotovoltaik Panel Katmanları

- **Alüminyum çerçeve**, paneli monte edilecek yere aparatları tutturmak amacıyla kullanılan ve su geçirmez yalıtkan malzeme ile kaplanmış panelin belli bir standart hale getirmek ve fiziksel darbelere karşı paneli dayanıklı hale getirmek için kullanılır.
- **Temperli solar cam**, özel olarak imal edilmiş olan güneş ışığını absorbe etme özelliğine sahip olan ve bunun yanı sıra panelin rüzgâr, taş, dolu gibi fiziksel darbelere karşı dayanıklı olarak imal edilmiş malzemedir.
- **EVA (Etilen Vinil Asetat)**, özel olarak imal edilmiş bir malzemedir paneldeki katmanları birbirine yapıştırmak amacıyla kullanılır. Bu yapıştırma işlemi ise laminasyon tekniği ile yapılır.
- **Sırt folyosu (Backsheet)**, yalıtım amacıyla kullanılan, panelin sırt kısmını yalıtım amacıyla kullanır. Bunun yanı sıra ısıya dayanıklı malzemedir.
- **Bağlantı kutusu**, panelin ürettiği akımı dış devreye almak ya da panelleri birbirine seri veya paralel bağlamak amacıyla su geçirmez özelliğine sahip yalıtkan malzemedir imal edilmiş malzemedir.
- **Bypass diyotu**, tesiste birbirine paralel ya da seri olarak bağlanmış panellerden herhangi birinin arızalanması durumunda ters yönde akım geçirmemek amacıyla kullanılır.

5.3. Yaygın Olarak Kullanılan Güneş Panelleri

Mono kristal Güneş Panelleri: Mono kristal paneller yaygın olarak kullanılmak olan yani ticari amaçlı olarak kullanımı yaygın olan paneller arasında verimi en yüksek olan panel çeşididir. Mono kristal güneş panelleri dar alanda daha fazla enerji üretmek amacıyla kullanılan panel çeşididir. Panel verimi yaklaşık olarak %24 civarında olup diğer panellere göre verimi

daha yüksektir. Fakat panelin fiyatı ise diğer panel çeşidine göre 2 kat daha pahalıdır. Mono kristal sıcak olan iklimlerde daha verimli çalışmaktadırlar.

Polikristal Güneş Panelleri: Polikristal paneller diğer panellere göre sık kullanılan ve fiyatı en ucuz olan panel çeşididir. Polikristal güneş panelleri ticari olarak ucuz olduklarından dolayı piyasada en çok kullanılan panel çeşididir. Bu yüzden kullanımı çok yaygındır. Panelin verimi ise yaklaşık olarak %15 olup ani güneş değişimlerinden çok fazla etkilenmemektedir fakat fazla alan kaplarlar.

Esnek Güneş Panelleri: Adından da anlaşıldığı gibi esnek, verimi yüksek ve uzun ömürlü panellerdir. Esnek güneş paneli, kırılmaz yapısıyla ve hafif olmasından dolayı kullanım alanları yaygındır. Daha çok esnek güneş paneli eğimli olan yüzeylerde kullanmak ve hafif yapısından dolayı kubbe gibi yerlerde kullanılırlar. Bunun yanı sıra hafif olduğundan dolayı deniz araçları gibi yerlerde de kullanımı mevcuttur. Çerçeve ve camı yoktur [4,18,24].

5.4. Güneş Panelinin Etiketinin Okunması

Piyasada sık olarak satılmakta olan güneş panelleri satın alınmak istendiğinde hangi marka panel alınacağına karar verebilmek için panellerin arkasında bulunan, etiketinde yazan değerleri analiz ettikten sonra panelin hangi amaca göre kullanılacağına ve bunun için panelin kullanılacağı yere uygun olup olmadığına karar verilmelidir. Şayet paneli analiz etmeden satın alınırsa alınan panelin kullanılacak amaç ve yer için uygun değilse panelin veriminin düşmesine neden olabilir. Bu yüzden panel seçimi yaparken paneldeki etiket değerinin analiz etmekte yarar vardır. Piyasada bulunan tüm panellerin test deneyleri standart olarak 25 C sıcaklıkta ve 1000 w/m² ışık radyasyonunda test edilerek uygunlukları yapılır.



SunLink PV		SL020-12P20
Rated Max Power	(P _{max})	20W
Minimum power tolerance		0~+3%
Current at P _{max} at STC	(I _{mp})	1.19A
Voltage at P _{max} at STC	(V _{mp})	16.8V
Short-Circuit Current at STC	(I _{sc})	1.36A
Open-Circuit Voltage at STC	(V _{oc})	21.0V
Normal Operating Cell Temp	(T _{noct})	45±2°C
Weight		2.5kg
Max System Voltage		1000V
Max Series Fuse Rating		3A
STC: AM=1.5 E=1000W/m ² Tc=25°C		
Add:Zhangjiagang Economic Development Zone,Jiangsu Province,China 215600		
Tel:0086-512-58166568 Fax:0086-512-58166560		
Warning:electric hazard This unit produces electricity if exposed to light Do not disconnect under load		
  		

Şekil 8. Fotovoltaik Panel Etiketi

5.5. Güneş Panellerde A, B, C, D Kalite Sınıf Ürünleri

Panellerdeki diğer ifadeler dışında panellerde bulunan sınıflandırma tipine çok önemli bir faktördür. Hemen hemen piyasada bulunan birçok malzemede bu sınıflandırma mevcuttur. Bu yüzden herhangi bir malzeme satın alındığında malzememin sınıfı da önemli bir faktör olduğundan dolayı bu hususa da dikkat edilmelidir. Güneş panellerinde ise A, B, C, D olmak üzere dört adet sınıflandırma mevcuttur bu sınıflandırmalar ise şu şekilde izah edilebilir.

5.5.1. A kalite Güneş Panel

A kalite sınıfı paneller üretim esnasında herhangi bir kusurun olmadığı ve belirlenen standartlarda üretimi gerçekleştirilmiş ve yapılan testlerde herhangi bir kusuru olmayan panellerdir. Bu sınıfa ait paneller ise ilk 10. Yıl sonunda %90 verim ile 25. Yılın sonunda ise %80 verimle ile çalışırlar. Bu paneller diğer panel sınıflarına göre en pahalı panellerdir.

5.5.2. B kalite Güneş Panel

B kalite sınıf paneller ise A sınıf panellere göre az kusurlu olan ve üretim esnasında üretimden kaynaklı olan etkenlerden dolayı panelin verimi düşürmektedir. Bu nedenle B sınıf güneş panelleri toleransları %2-5 aralığında olmaktadır. Bunun yanı sıra güneş panellerin 5. Yılın sonunda verimi %90 oranında olmaktadır. Bu yüzden B sınıf güneş panelleri A sınıf güneş panellerine göre fiyatlandırma olarak daha uygun fiyata satılmaktadır.

5.5.3. C kalite Güneş Panel

C sınıf paneller ise göz ile görülebilen kusurlar mevcuttur. Bu kusurlar küçük çatlaklar gibi kusurlar olmaktadır. C kalite paneller ise %80 verim ile çalıştıkları için birçok üretici firma tarafından bu paneller 5 yıla kadar garanti vermektedir. Bu nedenle C sınıfı paneller A ve B sınıfına göre fiyatları biraz daha uygundur.

5.5.4. D kalite Güneş Panel

D sınıfı güneş panelleri kusurları çok bariz belli olabilen ve verimi çok düşük olan panellerdir. Bu nedenle üretici firmalar D sınıfı paneller için garanti vermemektedirler. Bu nedenle D sınıfı panellerin satın alınması ve sistemlerde seri veya paralel bağlanması durumunda sistemde bulunan diğer kaliteli panellerinde verimsiz çalışmasına neden olduğundan dolayı kullanılması tercih edilmez [5].

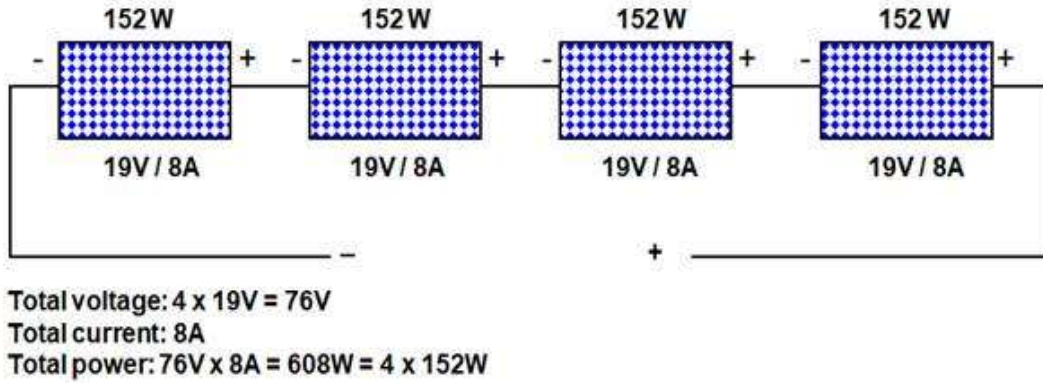
5.6. Güneş Panellerinde Bağlantı Şekilleri

Güneş panelleri farklı voltaj ve akımlarda üretimleri gerçekleştirilir. Bu yüzden günlük hayatta kullanacağımız panellerini kullanım yerine ve amacına göre farklı şekilde bağlantıları yapılmaktadır; bu bağlantı türleri ise seri veya paralel olarak bağlantı yapılmaktadır. Panellerde

bağlantı tipinin farklılık göstermesinin nedenleri ise kullanılan farklı cihazların voltaj ve akım değerlerinin farklılık gösterdiğinden dolayı panelleri seri veya paralel bağlama ihtiyacı doğmaktadır. Bu yüzden panellerin bağlantı şekilleri şu şekilde analizleri yapılabilir...

5.6.1. Seri Olarak Güneş Panelleri

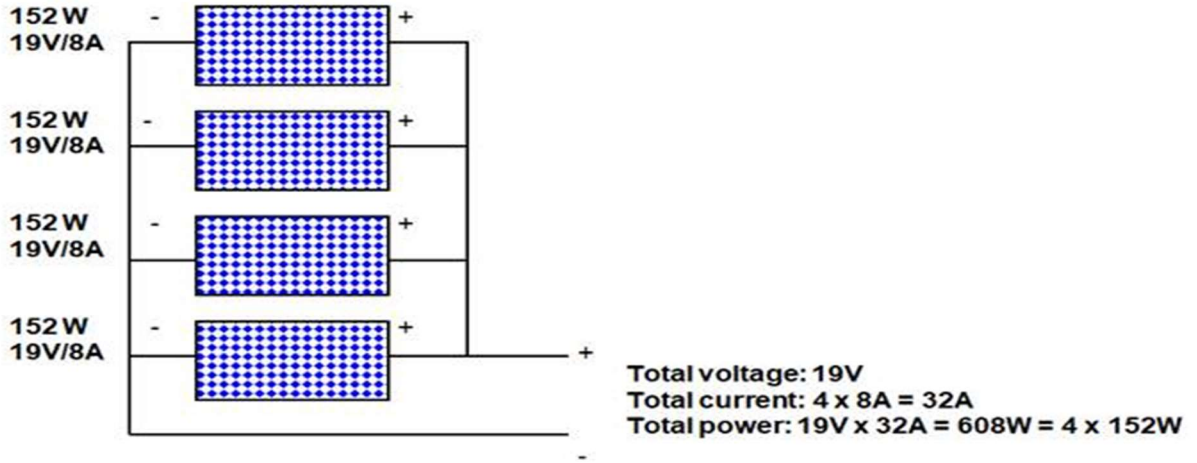
Gerilim kaynaklarının birbirine seri bağlamanın amacı ise istenilen voltaj değerini elde etmek için yapılan bir bağlantı çeşididir. Kullanım yerine ve amacına göre kullanılan sistemlerde farklı voltaj değerlerine sahip oldukları için çalışma gerilimleri farklı olmaktadır. Bu yüzden istenilen gerilimi elde etmek için kaynaklar birbirine seri bağlanarak sistemin ihtiyacı olan gerilim değeri elde edilerek çözüm sağlanmış olur. Şekillerde birbirinden farklı olan gerilim değerlerine sahip olan panellerin birbirlerine seri bağlanmalar...



Şekil 9. Fotovoltaik Panellerin Seri Bağlanması

5.6.2. Paralel Olarak Güneş Panelleri

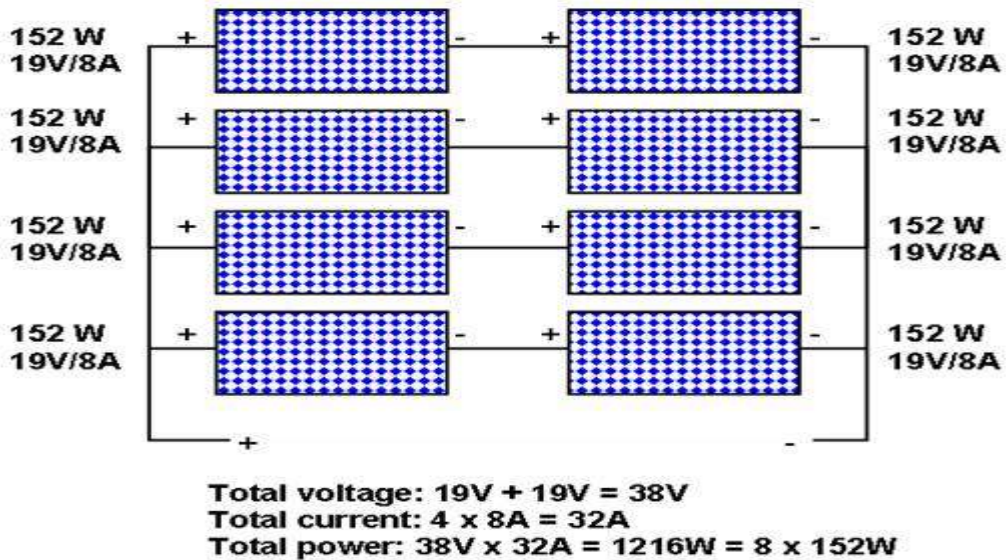
Paralel bağlantı şekli ise kaynakların birbirine paralel olarak bağlanarak çıkışta istenilen gücü elde etmek amacıyla yapılan bir bağlantı türüdür. Bir diğer deyişle sistemin çıkışında istenilen akımı elde etmek amacıyla yapılan bağlantı türüdür. Fakat birbirine paralel olarak bağlanacak olan kaynakların gerilim değerleri birbirine aynı olması gerekir. Şekillerde birbirinden farklı olan gerilim ve akım değerlerine sahip olan panellerin birbirlerine paralel bağlanmaları...



Şekil 10. Fotovoltaik Panellerin Paralel Bağlanması

5.6.3. Güneş Panellerinin Karma Kablolaması

Bu bağlantı türü ise özel amaçlı sistemlerin ihtiyacı olan gerilim ve akım değerini elde etmek amacıyla yapılan bir bağlantı türüdür. Bu bağlantı türünde kullanılacak olan panel sayısı ihtiyaca göre farklılık gösterebilir. Bu bağlantı türü yapılacak olan sistemlerde kullanılacak olan panellerin aynı sınıf panel ve aynı marka panel olması tavsiye edilir. Farklı sınıf ve markalardaki panellerin karakteristikleri farklılık gösterdiğinden dolayı sistemin verimine etki edebilir. Şekilde birbirinden farklı olan gerilim ve akım değerlerine sahip olan panellerin birbirlerine seri ve paralel bağlanmaları [1,3,35]...



Şekil 11. Fotovoltaik Panellerin Karma Bağlanması

6. SOLAR AKÜ ŞARJ REGÜLATÖRÜ

Güneş enerji sistemlerinde güneş enerji panellerinin ürettiği enerjiyi anlık olarak kullanılmadığı takdirde panellerin ürettiği enerji akülere depolanır. Akülere depolanan enerji ise sürekli olarak bir cihaz ile kontrol edilmesi gerektiğinden dolayı şarj kontrol cihazı kullanılması gerekir. Şayet şarj kontrol cihazı kullanılmadığı takdirde akü gruplarının istenilmeyen durumlara maruz kalabilir. Bu durumlar ise akünün fazla şarj olma durumundan dolayı akülerin zarar görmesine neden olmaktadır. Bu nedenle oluşacak olan zararları önlemek amacıyla şarj kontrol cihazı kullanılması gerekir. Şarj kontrol cihazı ise voltaj ve akımı düzenleyerek akülerin maruz kalacağı yüksek akım ve voltaja karşı koruması gerçekleştirilerek akü ve akü grubunun zarar görmesini engeller. Bunun yanı sıra şarj kontrol cihazı aküler tam şarj olduklarında akımı keserek akülerin aşırı depolamaya karşı oluşacak olan tehlikelere karşı aküler korunmuş olur. Şarj kontrol cihazları ise kullanılacak olan sisteme göre farklı güçte tasarımları yapılmaktadırlar. Şarj kontrol cihazları ise sistemde akım tek yönde kontrol ederek çalışır. Bu cihazlar ise ekranlı veya ekransız olarak üretimleri gerçekleştirilir. Fakat daha çok ekranlı ve ayarlanabilir olan modellerin kullanımı daha kullanışlı olduğundan dolayı daha çok tercih edilir. Bu sayede ekranlı olan cihazlar ise sistemin izlenmesi olanağı da sağlamaktadır. Piyasada ise PWM ve MPPT olmak üzere kullanımı yaygın olan şarj kontrol cihazları satışı yaygındır.

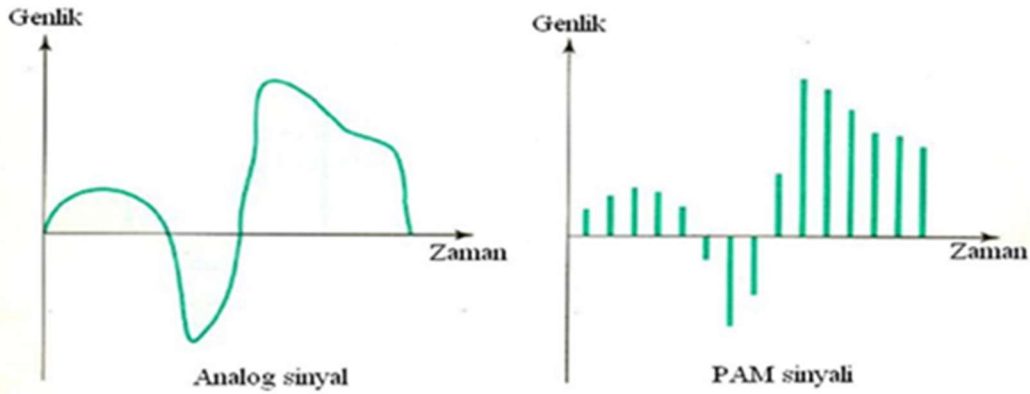


Şekil 12. Solar Akü Şarj Regülatörü

6.1. PWM Şarj Kontrol Cihazı

Güneş panellerinin ürettiği gerilimin genliği panellerinin üzerine düşen ışık şiddetine bağlı olarak grafikte gösterildiği gibi değişkenlik göstermektedir. Bu değişken olan sinyali

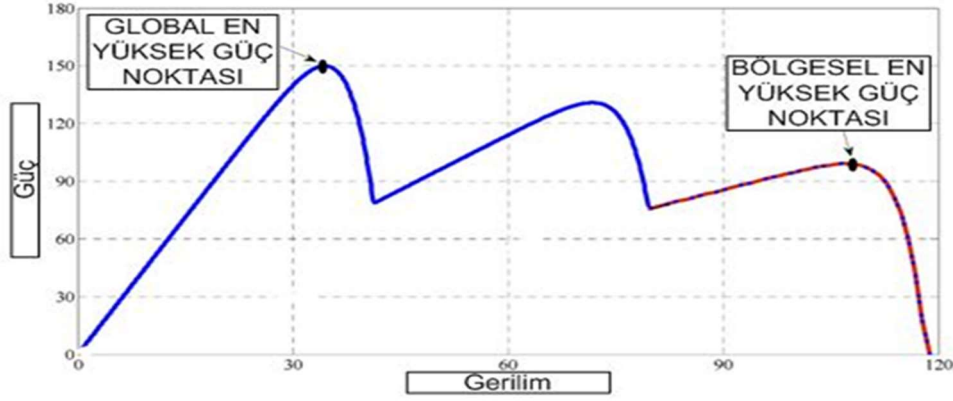
kontrol edilmesi gerektiğinden dolayı birçok sistemde kullanım mevcut olan PWM olan darbe genişlik modülasyonu kullanılmaktadır. Bu teknik ise aküye ise kısa dolun olan ayrık zamanda dolun darbeleri sayesinde aküyü şarj eder. Bu darbe süreleri ise akünün şarj seviyesine bağlı olarak otomatik olarak kontrolcü sayesinde bu işlemi gerçekleştirerek aküyü şarj eder. Solar enerji sistemlerinde ucuz olmasından dolayı kullanımı çok yaygındır. Bunun yanı sıra küçük off-grid olan solar sistemler içinde kullanımı idealdir. Fakat büyük solar sistemlerde ise MPPT tipi şarj kontrol cihazı kullanılır.



Şekil 13. PWM Şarj Kontrol Cihazı Çıkış Sinyali

6.2. MPPT Şarj Kontrol Cihazı

MPPT maximum güç noktası izleyici anlamına gelen, şarj kontrol cihazı solar panel sistemlerde kullanımı yaygın olan bir diğer cihaz çeşididir. MPPT şarj cihazları ise PWM cihazlara göre daha verimli çalışan cihazlar olması nedeniyle daha pahalıdırlar. MPPT şarj cihazı ise solar panel sistemlerde üretilen gerilim ve akımı en uygun seviyeye dönüştürerek aküleri şarj eder. Bu cihazlar ise akülerin seviyesini takip ederek panellerin maximum verim ile çalışmaya başladığı andan itibaren akü gruplarını şarj etmeye başlayarak sistemin verimli çalışmasını sağlar. MPPT tipi şarj kontrol cihazları ise daha çok sistem gücünün 5 KW ve üstü olan şebekeden bağımsız çalışan sistemlerde kullanılır [11,13,14,15,16].



Şekil 14. MMPT Şarj Kontrol Cihazı Çıkış Sinyali

6.3. Şarj Kontrol Cihazı Seçimi

Şarj kontrol cihazı seçilirken şunlara dikkat edilmelidir;

- Güneş panel sistemin toplam çıkış gerilimi ve kısa devre akım değeri,
- Akü grubunun toplam gerilim seviyesi miktarı.
- Güneş Paneli Güç Değerine Göre Seçim
- Güneş Paneli Adedine Göre Seçim
- Akü Voltajı Seviyesi ve Akü Adedine Göre Seçim
- Solar Şarj Kontrol Cihazı Ekranlı-Ekransız
- Akü Türü ve Akü Tipine Göre Seçim

7. AKÜLER

Güneş panel sistemlerinde üretilen enerjinin anlık olarak kullanılması gerekir aksi durumda panellerin ürettiği enerji kullanılmadığı takdirde bu enerjinin boşa gitmesi anlamına gelir. Bu yüzden sistemde üretilen enerjiyi depolamak için aküler kullanmak gerekir. Bu sayede üretilen enerji anlık olarak kullanılmadığı takdirde bu enerjiyi depolayıp daha sonraki zamanlarda ihtiyaç duyulması takdirde kullanımına imkân sağlar. Böylece üretilen enerji boşa gitmemiş olur. ‘Doğru akım elektrik enerjisini kimyasal enerjiye çevirip depo eden ve devrelerine alıcılar bağlandığında bu enerjiyi tekrar elektrik enerjisine dönüştürerek alıcıları çalıştıran, elektro kimyasal statik bir elemandır. Ya da basit tanımıyla; Birbirlerinden separatörlerle ayrılan, peş peşe dizilmiş pozitif ve negatif plakaların elektrolit ile reaksiyona girerek elektrik enerjisinin oluşturulduğu ve depolandığı sistemdir.

7.1. Güneş paneli ile üretilen enerjinin depolanmasında yaygın olarak kullanılan akü tipleri

7.1.1. Jel Akü

Jel Akü modelleri; düşük 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 kuru akülerle kıyaslandığında daha fazladır. Yüksek güvenilirlik ve kaliteye sahiptir.

7.1.2. OPzV Akü

Tüplü Sabit Tesis (OPzV) Akümülatörleri sistemlere kesintisiz enerji kaynağı olarak bağlanmak üzere üretilmiş sabit tesis (standby) akülerdir. Bakım gerektirmezler. Akü içindeki elektrolit jel hale getirilmiştir ve ömürleri boyunca asit veya saf suya ihtiyaç duymazlar. Self deşarjları düşüktür, yatay raf sistemlerine uygun çeşitleri vardır.

7.1.3. OPzS Akü

Az bakımlı, Tüplü Sabit Tesis (OPzS) Akümülatörleri sistemlere kesintisiz enerji kaynağı olarak bağlanmak üzere üretilmiş sabit tesis (standby) akülerdir. Az bakımlıdır. Kullanıcı için yüzdürme gerilimiyle çalışma sistemiyle minimum bakım gerektirir ve düşük enerji maliyetlidir. Temel özelliği olan düşük antimonlu kurşun alaşımı, kendi kendine deşarjı azaltarak su kaybı oranını büyük ölçüde düşürür. Aktif maddeyi tutuşu ve şarj-deşarj kabiliyeti aynı seviyededir.

7.1.4. Kuru Tip Akü

Kuru aküler, TP ve TPD (yüksek akım kapasiteli) modelleriyle, performansı ve uygun fiyatlarıyla yaygın bir kullanıma sahiptir. Tamamen kapalı, bakımsız kuru tip akülerdir. Çok geniş bir ısı yelpazesinde çalışabilir. Emniyet valfleriyle donatılmıştır. Uzun ömürlü, sağlam ve uyumlu tasarıma sahiptir [20,21,22,23].

7.1.5. Güneş enerjisi santrallerinde kullanılacak akülerde aranması gereken nitelikler

- Derin deşarj durumlarında akünün kısa bir süre sonra tam performansına ulaşması
- Yüksek miktardaki derin deşarjlarda mükemmel performans sağlaması
- Akünün yüksek sıcaklarda iyi performans göstermesi
- Enerji girişinin düzenli olmadığı uygulamalar için ideal olması
- Dengeleme şarjına ihtiyaç duymaması
- Minimize edilmiş kendiliğinden deşarj
- Su kaybına karşı maksimum koruma
- Aşırı dayanıklı polimer seperatör sayesinde yüksek performans

- Akünün iç direncinin düşük olması

8. SOLAR İNVERTER

Güneş enerji sistemlerinde üretilen gerilim dc olarak üretilmektedir. Bu üretilen dc akım akü şarj devresi yardımıyla akülere depolanıp ihtiyaç halinde kullanım imkânı sağlar. Fakat akülere depolanan akım dc akım olduğundan dolayı günlük hayatta kullandığımız yükler sadece dc akım kaynağıyla çalışan yükler olmadığı dc yükler dışında ise ac akım ile çalışan yüklerin kullanımı mevcuttur. Bu nedenle dc olarak depolanan bu akım ile ac yükleri çalıştırmak mümkün olmadığından dolayı dc akımın kullanımına olanak sağlamak amacıyla inverter denilen cihazları kullanarak dc akımı ac akıma dönüştürerek depolanan enerjiyi kullanım olanağını sağlar. Bu sayede günlük yaşantımızda kullandığımız ac yüklerin güneş enerji panellerinden elde edilen enerjiden faydalanarak daha çevreci bir enerji kullanma olanağı sunmuş olur.

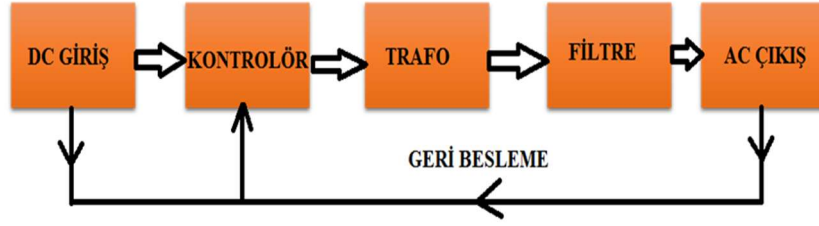


Şekil 15. Solar İnverter Dc-Ac Dönüşümü

8.1. Solar İnverter Çalışma Prensibi

Solar inverter aküden aldığı dc akım zamana bağlı olarak yönü ve şiddeti olmayan bir akım çeşididir. Bu nedenle ac akım ile çalışan yüklerin zamana bağlı olarak yönü ve şiddeti değişen akımlar ile çalışan yükler olduğundan dolayı aküden aldığımız akımı dönüştürme işlemi için kullanılan cihazdır. İnverter girişine uygulanan dc akım yarı iletken malzemeler olan anahtarlama elemanı olarak kullanılan mosfetler, transistörler, ıgbt, gibi yarı iletken malzeme olan anahtarlar yardımıyla açama kapama yaparak dc akımı zaman bağlı olarak yönü ve şiddeti değiştirilebilen akıma dönüştürülür. Fakat elde edilen gerilimin genliği düşük olduğundan dolayı bu genliği 220-240 volt ile çalışan cihazların genliğine ulaştırabilmek için yükselteç veya trafo kullanılarak genliği düşük olan akımın çıkışa yükseltilmiş olarak aktarılır. İnverter

çıkışında ise ac yükleri çalıştırmak için 220-240 volt genlikli ve 50-60 Hz. frekans değerinde bir sinüs işaret elde edilmiş olur.



Şekil 15. Solar İverter Blok Diyagramı

8.2. İverter Çeşitleri

Solar sistemlerde kullanılmak üzere kullanım yerine ve amacına göre on-grid ve off-grid olmak üzere inverterler ikiye ayrılırlar. On-grid inverterler daha çok şehir şebekesi ile senkron olarak çalışan inverterlerdir. Bu inverterler lisansız olarak üretilen enerjinin yetersiz kaldığı durumlarda şebekeden beslenmek için üretilen ve daha büyük enerji tesislerinde üretilen enerjinin şehir şebekesi ile senkron olarak çalışması için tasarlanmış inverter çeşididir. Off-grid inverterler ise daha çok şehir şebekesinin olmadığı yerlerde (dağ evleri gibi) kullanılmak üzere şebekeden bağımsız çalışan inverter çeşididir.

8.3. Modifiye İverter

Modifiye inverterler çıkış işaretinin tam sinüs olmadığı inverterlerdir. Bu inverterler ile çalıştırılan cihazların verimi düştüğünden dolayı kullanım ömürleri kısalmaktadır. Bu nedenle kullanılması çok tavsiye edilmez ama piyasada fiyatları uygundur.

8.4. Tam Sinüs İverter

Tam sinüs inverterler modifiye inverterlerden daha verimli olarak çalışırlar verimleri %85-95 civarlarındadır. Tam sinüs ile çalışan cihazlar verimi yüksek oranda olduğundan dolayı cihazlarda herhangi bir sorun olmadan çalışırlar. Fiyatları ise modifiye inverterlere göre daha pahalı olup kullanımları yaygındır [17,19].

9. SOLAR KABLO

Elektrik enerji sistemlerinde kullanım yerine ve amacına göre birbirinden farklı birçok kablo çeşidinin üretimi söz konusudur. Bunun nedeni ise ortam şartlarına bağlı olarak kablo çeşitliğinin olmasıdır. Kablolar kullanıldıkları yerlerde mekanik, fiziksel, ısıya, soğuğa vb gibi birçok etkenden dolayı kablo çeşitliliği mevcuttur. Bu nedenle solar sistemlerde ise kullanılan kablo tipide farklı bir yapıda olması istenir. Bunun sebebi ise solar sistemler fiziksel olarak açık

alanda kullanıldıkları için dış ortamda bulunmalarından dolayı solar kabloların mekaniksel, fiziksel, ısıya ve soğuğa karşı dayanıklı olması gerekir. Aksi durumda solar sistemlerde kullanılacak olan kablonun kaliteli olmadığı takdirde sistemin verimine etki edecektir. Bu nedenle ucuz kalitesiz kablo kullanımından kaçınılması gerekir [26,27,28,29].



Şekil 16. Solar Kablo ve Özellikleri

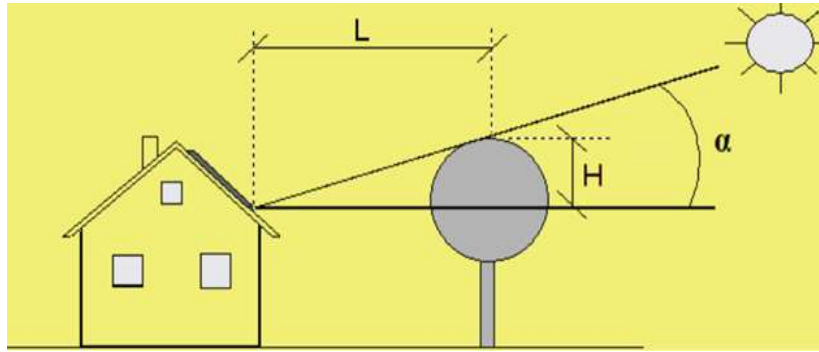
10. ÇATI TİPİ YAPILARDA GÜNEŞ PANEL SİSTEMİNİN KURULMASI

Güneş paneli kurulumu yapabilmek için yeteri miktarda alan ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle ziraat ve çiftçilik yapılan alanlarda şayet kurulum yapıldığı zaman ziraat alanlarını gereksiz yere kullanımında dolayı elverişli olan toprakların gereksiz yere kullanılmış olması ve tesisin yerleşim alanlarından uzak olmasına neden olacağından dolayı kurulan enerjiyi yerleşim alanlarına taşıyabilmek için ilave maliyetlerin artmasına neden olacaktır. Bu nedenle şehirlerde ve yerleşim alanlarında kullanılmayan alanların değerlendirilmesi daha karlı olacağından dolayı şehir ve yerleşim alanlarında binaların çatısına kurulum yapmak daha karlı olacağından dolayı ve enerjinin taşınması daha kolay olacağından dolayı bu yöntemin kullanılması daha karlı olanaklar sağlamaktadır. Bu yöntemin yanı sıra beraberinde getirmiş olduğu bazı dezavantajlarda mevcuttur. Bunlar bazı binaların çatılarına düşen gölgeler, çatıların, yapısı, karın yağması gibi durumlar söz konusu olabilir. Bunu yanı sıra kurulumu yapılacak olan çatının sağlam bir yapıya sahip olması gerekir.

Çatıların geometri şekillerine göre panellerin verimine etki edeceğinden dolayı sistemin kurulumu yapılmadan önce çatının geometrik yapısı ve güneşe olan açısı gereği göz önünde bulundurulmalıdır. Aksi durumda kurulacak olan güneş panellerin verimsiz olması söz konusu olabilir [25,31,32].

10.1. Çatı Montaj Yeri Tespiti

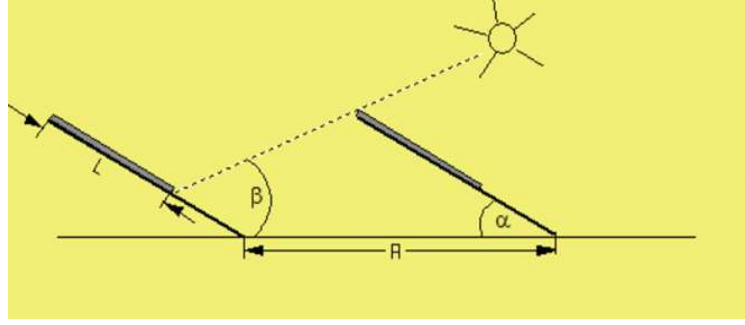
Güneş paneli kurulumları yapılacağı çatıya yapılmadan önce panellerin üzerine düşen güneş ışığını açısına ve yönü dikkatli bir şekilde yapıldığı takdirde panellerin uzun yıllar ve verimli çalışmasına olanak sağlar. Aksi takdirde panelin kurulumu doğru şekilde yapılmadığı zaman panelin verimini hatta panelin sistemde etkisiz kalma durumu olabilir. 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.



Şekil 17. Modüllerin Üzerine Engellerden Dolayı Gölge Düşmesi

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. Özellikle düz yüzeyli çatılarda kurulan tesislerde modüller arasındaki mesafeye dikkat edilmelidir. Modüllerin yerleşiminde gelen güneş ışınlarının bir önceki modül tarafından kesilmemesi gerekir. Modüllerin birbirinin güneş ışınlarını kesmemesi için aralarında bulunması gereken en az mesafe aşağıdaki formül ile hesaplanır [37,39,41,42].

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



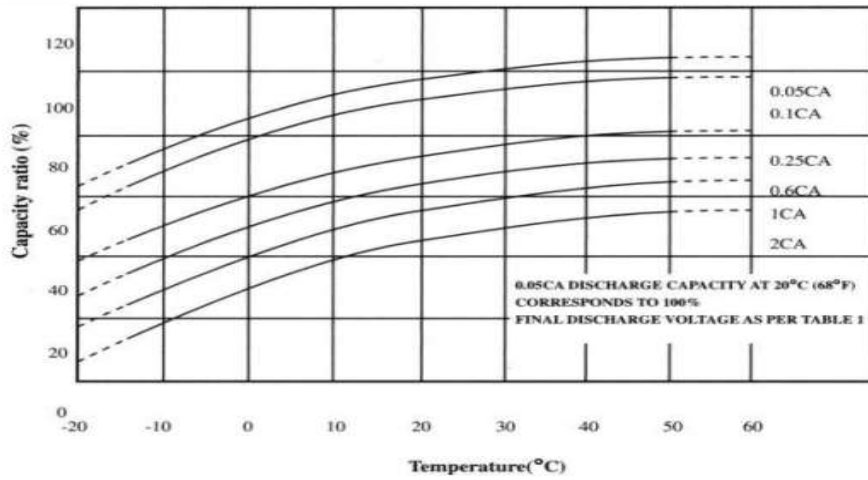
Şekil 18. İki Modül Arasında Bırakılması Gereken Mesafe

11. FOTOVOLTAİK SİSTEM TASARIM HESABI

Batarya Gereksinimi; Sistemdeki batarya kapasitesi gereksinimi, enerji kaynağının üretim yapamayacağı sürelerde sistemin devamlılığını sağlayacak kapasitenin bulunmasına dayanır. Güneş enerjisi ile elektrik üreten bir sistemde bu geceyi ve yoğun bulutlu zamanları ifade eder.

$$\text{Gerekli toplam batarya kapasitesi} = \frac{\text{Enerjinin aktüden sağlanacağı günler}}{\text{Deşarj derinliği}} \times \text{Batarya sıcaklık katsayısı} \times \text{Günlük batarya kapasite ihtiyacı}$$

Batarya Sıcaklık Katsayısı; Grafikten görüldüğü gibi, batarya kapasiteleri sıcaklığa göre değişmektedir. Bu etki için katsayı, üretici tarafından verilen tablolardan faydalanılarak bulunur. Batarya kapasitesi 20°C 'nin altında %1 kadar düşer. Ancak, yüksek sıcaklıklarda bataryalar için ideal değildir. Yüksek sıcaklıklar yaşlanmayı hızlandırır, elektrolit kullanımını artırır ve bataryanın kendi kendine deşarj olmasına neden olur.



Şekil 19. Batarya Sıcaklık Katsayısı Tablosu

Batarya Şarj Derinliği; Şarj derinliği, batarya kullanımında tam şarjlı halinden ne kadar düşerek kullanılacağını belirtir. Örneğin, tam şarjlı bir bataryanın şarj derinliği %0'dır. Bu

soruda bataryanın %50 şarj derinliğinde çalışacağı kabul edilebilir. Şarj derinliği arttıkça batarya ömrü kısalır (çoğu batarya üreticisi %50 şarj derinliğinden daha fazla kullanımı önermez).

Enerjinin Bataryadan Çözüm Sağlanacağı Gün Sayısı; Havanın tamamen kapanacağı ve enerjinin sadece bataryadan sağlanacağı gün sayısı.

Gerekli toplam batarya sayısı; Batarya üreticileri değişik kapasitelerde bataryalar üretebilmektedirler. Ah+ için bir üst kapasitedeki batarya alınır.

Gerekli fotovoltaik panel Çözüm ihtiyacının hesabı; Bir gün için ortalama etkili güneş saatleri yıllık olarak ay bazında elektrik işleri etüt idaresi ya da benzeri resmî kurumlarda istatistiksel olarak bulunmaktadır. Türkiye geneli için gün bazında yıllık ortalama etkili güneş süresi 7,2 saattir. Ancak, yöresel olarak ve kullanılacak olan aylara göre hesap yapılması daha uygun olur.

$$\text{gerekli toplam paralel panel sayısı} = \frac{\text{Etkinlik kaybı} \times \text{Bir gün için gerekli kapasite(Ah)}}{\text{Bir panelin etkin akımı} \times \text{Bir gün için ortalama etkili güneş saatleri}}$$

Etkinlik kaybı; bir kurşun asit bir aküyü şarj/deşarj ederken kaybolan zamandan dolayı meydana gelen kayıptır. %20'lik bir etkinlik kaybı olacağı varsayılabilir. Bu kabulle, etkinlik kaybı katsayısı olarak 1,2 alınır.

İnverter (DC/AC Çevirici) Seçimi; Cihaz gücü inverter verimlerinin yaklaşık %83 alınması ile bulunur. Kataloğtan değerlerin bir üst güçte olan cihaz seçilebilir. Ancak, daha sonra kullanılacak olan cihazların ve enerji üreten sistemin büyütüleceği göz önüne alınarak, Watt+'lık bir inverter seçimi çoğu zaman daha uygun olur [44,45].

12. PVSYST

Gelecekteki senaryolar göz önüne alındığında, yenilenebilir enerji kaynakları, özellikle fotovoltaik teknoloji hızla gelişecektir. Bu, en iyi teknik ekonomik çözümler kullanılarak sürdürülebilir bir şekilde yapılmalıdır. PV teknolojisinin optimum ve güvenilir bir şekilde geliştirilmesi esastır. Bu hedefi takip eden PVsyst yazılımı, kullanıcısının farklı konfigürasyonları doğru bir şekilde analiz etmesine ve sonuçları değerlendirmesine ve mümkün olan en iyi çözümü belirlemesine olanak tanıyan bir araçtır. Yapılacak olan projenin önceden gerekli olan hesaplamalar ve diğer parametrelerin belirlenmesi için sistemin tasarım ve kurulumu için sistem için gerekli olan analizleri yaparak oluşturulacak olan sistem için rapor

analizi yapma imkânı sağlayan programdır. Bununla beraber güneş enerji sistemlerin analizi ve simüle etmek için kullanılmakta olan diğer programlar ise;

- PV-SOL
- RETScreen
- BLUESOL;

gibi programları da kullanılmaktadır. Bu çalışmamızda PVsyst programı ile örnek bir çalışma ile sistemin tasarımı için ön proje analizi için sistemin hesaplamalarını daha kolay ve pratik olarak yaparak örnek projemizi için bir rapor hazırlayacağız.

Simülasyon programı sayesinde sistem tasarımını yapmadan önce karşılaşılabilecek sorunların önceden analiz edilmesi ve gerekli olan parametreler göz önünde bulundurularak sistem optimizasyonu için yapılacak olan hesaplamaların belirlenerek ekonomik ve zaman tasarrufu için kazanım sağlar [40].

Bununla beraber sistemde oluşabilecek kayıplar ve diğer parametrelerin değerlerine göre sistem için en iyi çözüm için gerekli olan optimizasyonda yaparak sistemim en verimli şekilde tasarım yapma imkânı sunar. Örnek çalışmanın raporu ek olarak sunulmuştur [46].

13. SONUÇ

Gelişen teknoloji sayesinde elektronik komponent olan diyotlar sayesinde güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde ederek daha çevreci ve ekonomik bir enerji üretilebilmektedir. Elde edilen bu enerji sayesinde fosil yakıtta olan talep azalmaktadır. Fakat hali hazırda Türkiye şartlarında güneş panellerinin pahalı olması da kurulacak olan sistem için ilk kurulum maliyetinin yüksek olması güneş enerji santrallerinin kurulumu çok fazla yaygın değildir. Buda hali hazırda mevcut olan şebeke üzerinde enerji ihtiyacı karşılanmaktadır. Bu durumun ileriki zamanlarda enerjiye olan talebin artacağından dolayı güneş enerji santralleri daha çok yaygınlaştırılması gerekir aksi halde talep edilen enerjinin ülke içinde karşılanmadığı zaman diğer ülkelerden alınacak olan enerji için ödenecek olan bütçenin ülke için ekonomik anlamda zarara neden olabilir. Bununla beraber şehir merkezleri ve yerleşim alanlarında kullanılmayan boş alanları güneş panelleri ile kaplayarak ihtiyaç duyulan enerjinin karşılanması çok büyük bir önem arz etmektedir.

PVSYST ile yapılmış olan simülasyon programında ele alınan örnek uygulama müstakil olan bir evin gün içerisinde kullanılan ve talep edilen enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla binanın boş alan olan çatı katının alanına yerleştirilebilecek panel sayısına bağlı olarak kullanılabilir alan miktarı ve gün içerisinde evin bulunduğu konum itibarı ile günlük

güneşleme ve ışınım şiddetine bağlı olarak elde edilebilecek enerji miktarı analizi yapılmıştır. Bu nedenle kurulacak olan güneş enerji sistemi 25 yıllık kullanım ömrü olan sistem için süreç içerisinde sistemin kullanılabilirlik ve performans analizi önemlidir. Bu sayede sistemden beklenen performansı etkileyen alan belirlenerek gerekli optimizasyon ile gerekli olan müdahaleler yapılabilir. PVSYST ile yapılan uygulamada konum olarak girilen alan için yapılan analizin sonucunda ek olarak sunulan rapor çıktısının kayıplar diyagramı kısmında kırmızı ile işaretlediğim kısım piranometre veya referans hücreden aldığımız ölçüm değeridir. Bir senede 1.845 kWh/m^2 ışınım düşmesini amaçlandığı belirtmektedir. 125m^2 ise güneş ışığına maruz kalan panel yüzeyimiz. Güneş panelimizin $16,11\%$ verimlilik ile üretildiğini baz alırsak $125\text{m}^2 * 16,11\% = 20,13\text{kWp}$ 'lik kurulu DC güç hesaplanabilir.

$1.845 \text{ kWh/m}^2 * 125\text{m}^2 * 16,11\% = 1.845 \text{ kWh/m}^2 * 20,13\text{kWp} = 37,13\text{kWh}$ beklenen üretimi buluruz. Bu hesaplama sonucunda elde edeceğimiz performans oranları aylara göre sıcaklık sebebiyle, yıllara göre de degradasyon sebebiyle değişecektir.

KAYNAKLAR

- [1] <http://article.sciencepublishinggroup.com/html/10.11648.j.ajop.20150305.17.html#paper-content-2-1>
- [2] https://www.solarmagazam.com/index.php?route=simple_blog/article/view&simple_blog_article_id=13
- [3] http://enerji.yalova.edu.tr/Files/UserFiles/156/Enerji_Lab_2_deney_foyu/2018_Enerji_la_b2_deney_foyleri/Deney_5_Hibrit_Gune.pdf
- [4] <https://www.enerjibes.com/gunes-paneli/>
- [5] <http://www.keremcilli.com/solar-panellerde-abcd-kalite-urunler/>
- [6] <https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/gunes-enerjisi-elektrik-uretim-sisteminin-tasarlan--/4315#ad-image-0>
- [7] http://www.demir-enerji.com/wp-content/uploads/2018/03/Solar_Katalog1.pdf
- [8] <http://www.guessistemleri.com/potansiyel.php#:~:text=G%C3%BCne%C5%9Ften%20d%C3%BCnyaya%20saniyede%20yakla%C5%9F%C4%B1k%20170,y%C4%B1l%C4%B1k%20enerji%20%C3%BCretiminin%201700%20kat%C4%B1d%C4%B1r.>

- [9] <http://www.caliskansolarenerji.com/blog/167-g%C3%BCnes-panellerinde-baglanti-sekilleri-ve-problemleri.html>
- [10] http://www.mavisolar.com/wp-content/uploads/2018/05/GlobalMPPT_3.jpg
- [11] <https://muhendistan.com/sarj-kontrol-cihaz-nedir-nasil-secilir/>
- [12] <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/886937>
- [13] <https://mundasolar.com/2018/10/23/sarj-kontrol-cihaz-nedir-bilgi/>
- [14] http://esm.klu.edu.tr/dosyalar/birimler/esm/dosyalar/dosya_ve_belgeler/SOLAR__A_RJ_REGULATORU.pdf
- [15] <https://www.enerjibes.com/sarj-kontrol-cihaz-nedir-ne-ise-yarar/>
- [16] <https://www.powerenerji.com/mppt-sarj-kontrol-cihaz-regulator-nedir-ozellikleri-ve-fiyati.html>
- [17] <https://www.enerjimgunesten.com/solar-inverter-nedir.html>
- [18] https://www.ekonomiksolar.com/index.php?route=journal2/blog/post&journal_blog_post_id=6
- [19] <http://www.keremcilli.com/optimizeli-solar-inverter-ile-elektrik-uretimi/>
- [20] <https://otomobilteknoloji.blogspot.com/2018/02/aku-nedir-akunun-yapisi-gorevi-parcalari.html>
- [21] <http://www.keremcilli.com/solar-aku-cesitleri-fiyatlari/>
- [22] <http://uteddergi.com/ak%C3%BC-ve-batarya-se%C3%A7imi/>
- [23] <https://otomobilteknoloji.blogspot.com/2018/02/aku-nedir-akunun-yapisi-gorevi-parcalari.html>
- [24] http://www.solar-academy.com/menu_detay.asp?id=320
- [25] <https://inform.com.tr/files/ges-brosur.pdf>
- [26] <https://urun.makinaturkiye.com/halogen-solar-kablo-h1z2z2-k-p-154260>
- [27] <https://tr.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/Solar-kablo-sistemleri.pdf>
- [28] <https://www.enerjimgunesten.com/solar-kablo-nedir.html>
- [29] <http://www.saviorsolar.com.tr/urunler/solar-kablolar/>

- [30] [https://www.panelsan.com/uploads/products/ozel-baglanti-
aparati/baglanti%20aparativ.pdf](https://www.panelsan.com/uploads/products/ozel-baglanti-
aparati/baglanti%20aparativ.pdf)
- [31] [https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/fotovoltaik-sistemlerde-kullanilan-
konnektorler-sunclix-teknolojisi/12288#ad-image-0](https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/fotovoltaik-sistemlerde-kullanilan-
konnektorler-sunclix-teknolojisi/12288#ad-image-0)
- [32] [https://www.asalsolar.com/urun/aci-ayarli-ucgen-ayak-dikey-veya-yatay-dizilim-
aluminyum-.html](https://www.asalsolar.com/urun/aci-ayarli-ucgen-ayak-dikey-veya-yatay-dizilim-
aluminyum-.html)
- [33] <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/639024>
- [34] [http://www.solar-academy.com/menus/Turkiye-de-Gunes-Enerjisi-Potansiyeli-ve-
Kullanimi.021859.pdf](http://www.solar-academy.com/menus/Turkiye-de-Gunes-Enerjisi-Potansiyeli-ve-
Kullanimi.021859.pdf)
- [35] [https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/TEG-2020-
12_T%C3%BCrkiye%27de%20G%C3%BCne%C5%9F%20Enerjisi_Evren%20%C3%9
6zg%C3%BCr.pdf](https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/TEG-2020-
12_T%C3%BCrkiye%27de%20G%C3%BCne%C5%9F%20Enerjisi_Evren%20%C3%9
6zg%C3%BCr.pdf)
- [36] <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes>
- [37] <https://www.mmo.org.tr/basin-aciklamasi/turkiyenin-gunes-enerjisi-potansiyeli>
- [38] <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/>
- [39] <http://gunesenerjisi.uzerine.com/index.jsp?objid=705>
- [40] https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#
- [41] [https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/TEG-2020-
12_T%C3%BCrkiye%27de%20G%C3%BCne%C5%9F%20Enerjisi_Evren%20%C3%9
6zg%C3%BCr.pdf](https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/TEG-2020-
12_T%C3%BCrkiye%27de%20G%C3%BCne%C5%9F%20Enerjisi_Evren%20%C3%9
6zg%C3%BCr.pdf)
- [42] http://www.solar-academy.com/menu_detay.asp?id=2308
- [43] [https://www.elektrikde.com/gunes-enerjisi-nedir-avantajlari-ve-dezavantajlari-
nelerdir/](https://www.elektrikde.com/gunes-enerjisi-nedir-avantajlari-ve-dezavantajlari-
nelerdir/)
- [44] <https://kisi.deu.edu.tr/aytac.goren/ELK2015/uygulama3.pdf>
- [45] [http://esm.klu.edu.tr/dosyalar/birimler/esm/dosyalar/dosya_ve_belgeler/gunes_enerjisi
_sistem_tasarimi.pdf](http://esm.klu.edu.tr/dosyalar/birimler/esm/dosyalar/dosya_ve_belgeler/gunes_enerjisi
_sistem_tasarimi.pdf)
- [46] <https://www.solarian.com.tr/tag/pr-hesaplama/>

EKLER

PVSYST V6.88		07/01/21	Sayfa 1/4						
Şebekeye bağlı sistem: Simülasyon parametreleri									
Proje :	Yeni Proje								
Coğrafi konum	Mardin	Ülke	Turkey						
Konum	Enlem 37.31° N	Boylam	40.74° E						
Zaman türü	Yasal zaman	UT Saat dilimi+3	Rakım 1078 m						
	Albedo 0.20								
Hava durumu verileri:	Mardin	Meteonorm 7.2 (2003-2010), Sat=100% - Sentetik							
Simülasyon varyantı :	Yeni simülasyon varyantı								
	Simülasyon tarihi	07/01/21 23h24							
Simülasyon parametreleri	Sistem tipi	3D sahne tanımlanmadı, gölgelemesiz							
Kolektör düzlem yönlendirmesi	Eğim	33°	Azimut 0°						
Kullanılan modeller	Transpozisyon	Perez	Difüz Perez, Meteonorm						
Ufuk	Ufuk tanımlanmadı								
Yakın gölgelemeler	Gölgelemesiz								
Kullanıcı ihtiyaçları :	Sınırsız yükleme (şebeke)								
Kolektör alanının özellikleri									
PV modül	Si-poly	Model	CS6K - 265P-FG						
Orijinal PVsyst veritabanı	Üretici	Canadian Solar Inc.							
PV modül sayısı	Seri	19 modül	Paralel 4 dizi						
Toplam PV modül sayısı	Modül sayısı	76	birim gücü 265 Wp						
Alan global gücü	Nominal (STC)	20.14 kWp	İşletme şartlarında 18.07 kWp (50°C)						
Alan çalışma özellikleri (50°C)	U mpp	520 V	I mpp 35 A						
Toplam yüzey	Modül yüzeyi	125 m²	Hücre yüzeyi 111 m²						
İnvertör	Model	PVI-10.0-TL-OUTD							
Orijinal PVsyst veritabanı	Üretici	ABB							
Özellikler	Çalışma voltajı	175-850 V	birim gücü 10.00 kWac						
İnvertör paketi	İnvertör sayısı	4 * MPPT 50 %	Toplam güç 20 kWac						
			Nom. güç oranı 1.01						
PV alanı kayıp faktörleri									
Termal kayıp faktörü	Uc (sabit)	20.0 W/m²K	Uv (rüzgar) 0.0 W/m²K / m/s						
Ohmik kablolama kaybı	Global saha direnci	251 mOhm	Kayıp oranı 1.5 STC'de%						
Modül kalite kaybı			Kayıp oranı -0.5 %						
Modül uyumsuzluk kaybı			Kayıp oranı 1.0 MPP'de%						
Dizi uyumsuzluk kaybı			Kayıp oranı 0.10 %						
Yansıma etkisi (IAM): Özelleştirilmiş profil									
	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
	0.998	0.998	0.995	0.992	0.986	0.970	0.917	0.763	0.000

PVsyst Evaluation mode

Tercüme garantisi edilemez, Sadece İngilizce geçerlidir.

