

Şebekeden Bağımsız Fotovoltaik Sistemlerde (Off- Grid PV) Enerji Verimliliği

Off-grid PV Sistemler Genel Bilgilendirme

PV sistemler güneş ışınımından elektrik enerjisi üreten sistemlerdir.

- Şebeke elektriğinin olmadığı,
- şebeke hattının çekilmesinin zor ya da ekonomik olmadığı ve ya
- şebeke elektriğinin sık sık kesildiği yerlerde

nispeten düşük güç ve enerji talepli elektrik enerjisi sağlanması için kullanılırlar.

Telekom istasyonları, yerleşime uzak evler, trafik işaretleri, acil durum aydınlatma sistemleri, sokak aydınlatması, sulama sistemleri, klor dozaj sistemleri vb. gibi adaptasyonlar başlıca kullanım alanlarındandır.

Off-Grid sistemlerin ana bileşenleri :

- güneş panelleri (solar modülde denmektedir, Monokristal, Polykristal ve İnce film teknolojilerinde mevcuttur)
- güneş paneli montaj konstrüksiyonları,
- solar şarj kontrol cihazları, (PWM ve MPPT şarj metotlu)
- aküler, (kurşun-asit ve Li-ion teknolojili)
- invertör, (invertör/şarjör ve solar-invertör/şarjör)
- solar pompa sürücü
- (güneş izleyici, tracker)

Off-Grid PV sistemlerde gün boyunca güneş panellerinin üzerine düşen güneş ışığı, ışınım kuvveti ile orantılı olarak panel uçlarında doğru akım elektrik enerjisi üretir. Bu enerji solar şarj kontrol cihazı vasıtasıyla akü grubuna depo edilerek gündüz ya da gece saatlerinde kullanıma hazır tutulur. Sisteme invertör de eklenerek şebeke gerilimi ile çalışan cihazlar beslenir.

Sisteme rüzgâr türbini, şebeke ve /ve ya jeneratör bağlantısı da yapılarak (hibrit sistem) uzun süren kapalı havalar sonucu oluşabilecek enerji kesintisi olasılığı mininize edilir.

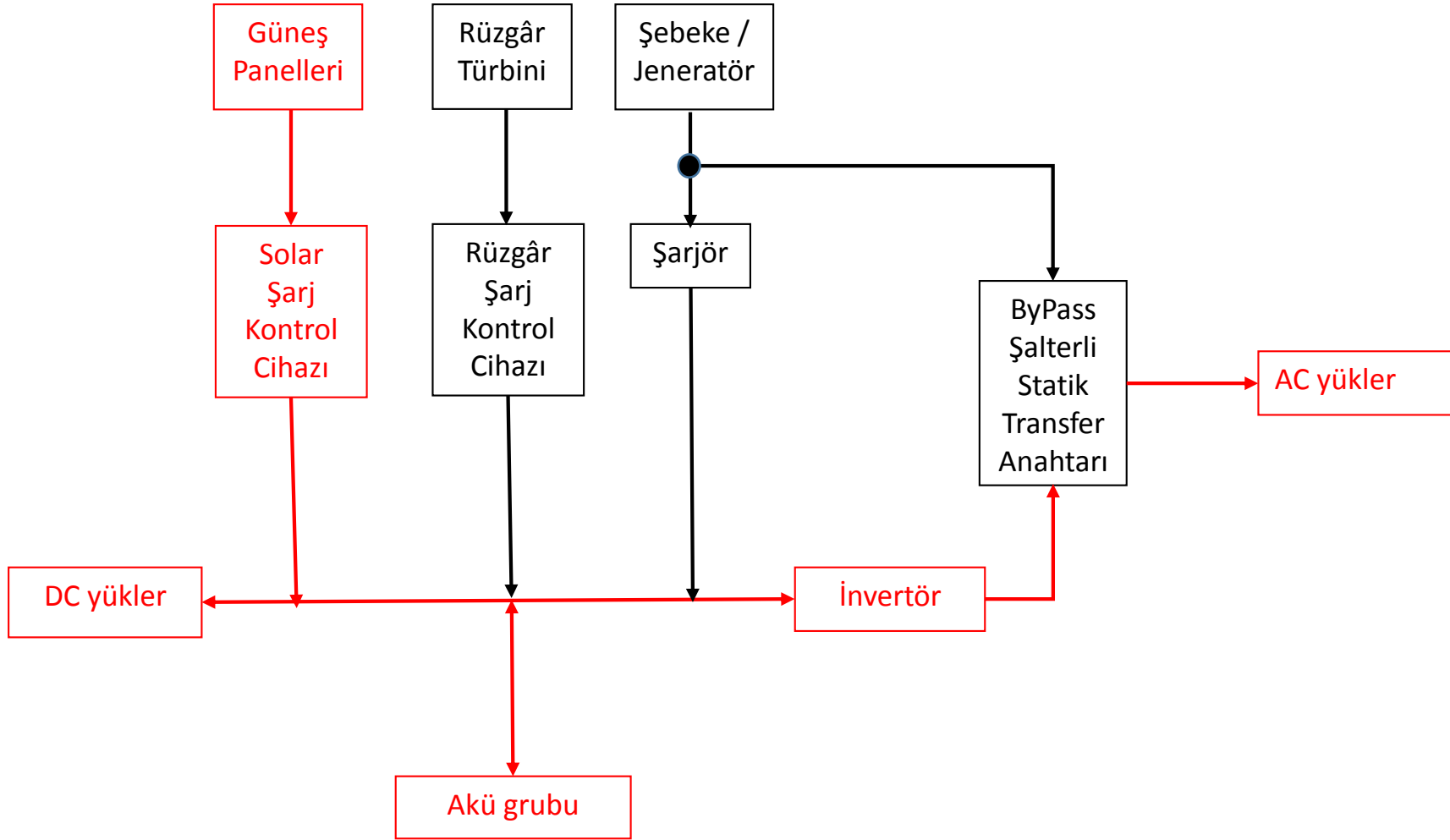
Sistem tasarımında

- günlük talep edilen enerji (kWh)
- kullanım sezonu
- kullanım sezonunda bulunulan coğrafi koordinatlardaki mevcut olan güneş ışınımı
- kullanım sezonunda ortaya çıkan min. ve max. ortam sıcaklıkları
- (uygun – istenen) otonomi süresi
- talep edilen max. anlık güç (kW)
- kurulum yerindeki doğal koşullar (dağ tepesi, deniz kenarı, yüksek rutubet vb.)

faktörleri göz önünde bulundurulur.

Nispeten yüksek maliyetle enerji üretimi yapıldığı için panellerin gündüz saatlerinde gölgelenmesi tolere edilmemelidir.

Projelendirmede uygun bilgisayar programlarından da faydalanılmalıdır, özellikle gölgeleme analizi ve üretilen kullanılabilir enerji çıktıları bu şekilde oldukça kesinleşmekte olup, sistemin gerektiğinden büyük (yüksek maliyet) ya da küçük (yetersiz enerji) dizayn edilmesinin yüksek oranda önüne geçilir.



*Off-Grid **PV** ve Hibrit Sistem Prensiplik bağlantı şeması*

Off-Grid PV Sistemlerde Enerji Verimliliği

Hedef : aynı işi mümkün olan en az enerji ve mantıklı bir maliyetle yapmaktır.

Bu nokta; sistemin beslediği yüklerin talep ettiği enerji ve sistemin içindeki cihazların davranışları şeklinde iki ayrı başlıkta incelenmelidir :

Yüklerin Talep Ettiđi Enerji ve Karakteri

Bir Off-grid PV sistemin ebatlarını belirleyen en önemli etmen **günlük talep edilen enerji miktarı (E_t)** ve sistemin kurulacağı lokasyondaki güneş ışınımıdır.

Genel anlamda Enerji; Güç ve bu gücün etki ettiği sürenin birbirleriyle çarpımına eşittir ve elektroteknikteki birimi Wh'tir.
($E = P \times t \dots Wh$)

E_t ne kadar yüksek olursa (kullanılan teknolojiye bağımsız olarak) sistem büyüklüğü ve maliyeti o kadar artacaktır.

Buradan hareketle E_t 'nin tayininde anlık güç ve süre detaylı olarak analiz edilmelidir.

Dolayısıyla E_t öncelikle ana enerji ihtiyacını kapsamalı; önemsiz, mantıksız ya da lükse kaçan enerji tüketimlerini içermemelidir.

Kısaca öncelikle E_t minimize edilerek sistem tasarımına geçilmelidir.

Günlük hayatta E_t 'yi minimize edecek önlemler aşağıdaki şekildedir :

- Aynı işi yüksek güçle yapan ve gün içinde uzun süreler çalıştırılan cihazlar (genelde eski cihazlar) bütçenin izin verdiği oranda yenileriyle (yüksek verimli) değiştirilmelidir.

Fakat bu durum abartılmamalıdır. Örneğin günlük çalışma süresi dakikaların, haftalık çalışma süresinde bir saatin altında kalan ve gücü aşırı yüksek olmayan cihazların yenileriyle değiştirilmesi enerji verimliliğinden ziyade maliyet göz önünde bulundurularak yapılmalıdır.

- İklimlendirme (klimalar, ısı pompaları, elektrikli sobalar, vb) ve su ısıtma (elektrikli şofben ve ya termosifonlar, ketillar, vb.) işlemleri için harcanan günlük enerjiler oldukça yüksektir. Bu enerjinin off-grid bir PV sistemden karşılanmak istenmesi yüksek adette, güçte ve kapasitede sistem ekipmanı kullanılmasını beraberinde getirecektir. Toplamda ise sistem; çok yüksek maliyetler yanında oldukça geniş montaj alanına ihtiyaç duyacaktır.

Sıcak su ve ısınmaya destek için elektriksiz verimleri düşük olan (%16) güneş panelleri yerine termal verimleri yüksek (%75) ve daha uygun fiyatlı güneş kolektörlerinden faydalanılmalıdır. Ana ısıtma yükünü karşılamak için LNG, doğal gaz ve ya fuel oil ile çalışan kombi ya da kat kaloriferleri önerilir. Bu cihazların düşük güçlü ve uzun süreli çalışan devridaim pompalarını off-grid bir PV sistem ile beslemek ise ideal bir çözümdür. Yılboyu sabit bir ana enerji ihtiyacını karşılamak üzere tasarlanmış bir off-grid PV sistem yaz aylarında gerekenden fazla enerji üretecektir. İnvertör teknolojili klimalar bu sistemle yazın güneşin doğuşu ve batışı arasında 28°C' civarına ayarlanıp çalıştırılarak yazın ortaya çıkan ana soğutma yükünün büyük bir kısmı karşılanabilir. Geceleri ise vantilatörlerden faydalanılabilir.

- Çamaşır ve bulaşık makinelerinin bir yıkamadaki tüketimlerinin 3/2'sini su ısıtmak için içlerindeki yüksek güçlü rezistans harcamaktadır.

Bu cihazların sıcak su girişleri güneş kolektörlerinde ısıtılmış su ile beslendiğinde cihazların rezistansları devreye girmeyeceklerdir ve ya daha az gireceklerdir. Sıcak suya ihtiyaç duyan bu cihazların çalışma zamanları öğlen saatlerine kaydırılmalıdır. Bu cihazların kurutma fonksiyonları kullanılmamalı, kurutma doğal yollarla sağlanmalıdır.

- Buzdolapları direk güneş ışığına maruz kalmayacakları havadar yerlere yerleştirilmeli, mümkünse devamlı dolu tutulmalı ve kapakları uzun süre açık tutulmamalıdır.
- Aydınlatma ihtiyacı mümkün olduğunca doğal yollardan (pencereler, çatı pencereleri, vb) karşılanmalıdır. Bütçenin izin verdiği oranda akkor flamanlı lambalar en azından tasarruflu ampullerle değiştirilmelidir. Çok uzun süre ya da devamlı yanan lambalar mevcutsa led teknolojisine geçilmelidir.
- Su depoları çatı statığı izin veriyorsa ve bina yüksekliği yeterliyse çatılara yerleştirilmelidir. Bu şekilde hidrofor ihtiyacı ortadan kalkar ya da azaltılır. Depoların doldurulması için bağımsız, aküsüz ve daha verimli çalışan solar pompalar tercih edilmelidir.
- TV, uydu alıcısı, laptop, bilgisayar ve ekranı, müzik seti, telefon şarjı, vb. gibi elektronik cihazlar kullanılmadıklarında da düşüğe olsa enerji harcamaya devam ederler. Bu tarz cihazlar ve lambalar kullanılmayacakları zaman fişleri çekilmeli ve ya söndürülmelidir.
- Kullanılması kaçınılmaz yüksek güçlü cihazlar (ütü, elektrikli ocak, elektrikli fırın, elektrik süpürgesi, vb.) mümkün olduğunca haftanın günlerine yayılıp günde tek cihaz olmak üzere ya da aralarda boş günler bırakılarak öğlen saatlerinde çalıştırılmalıdır.
- Son kullanıcılar sistem tasarımı esnasında enerji verimliliği hakkında bilgilendirilmeli ve kullanacakları enerjinin karakterini mümkün olduğunca buna göre ayarlamalıdır.

Off-Grid PV Sistem İçindeki Ekipmanlar

Off-Grid PV sistemlerde kullanılan elektrik, elektronik, yarı iletken ve elektrokimyasal karakterli cihazların **i kayıpları** vardır ve bu kayıpların sistem tasarımında göz önünde bulundurulması gerekir.

Elektronik karakterli cihazlar (invertörler ve solar- rüzgâr şarj kontrol cihazları) aktif çalışmadıklarında (hazır konumda boşta beklediklerinde) özellikle akşamları ve geceleri akülerden enerji kullanmaya başlarlar ve büyük sistemlerde bu enerji günlük 3 - 4kWh'leri bulabilir hatta üzerinde seyredebilir. Buna cihazların **iç enerji tüketimleri** de denir.

Sistemin **montaj durumundan kaynaklı enerji kayıpları** da (gölgeleme, yanlış panel teknolojisi seçimi, vb.) söz konusudur.

Dolayısıyla sistemde kullanılacak cihazların seçiminde bütçenin izin verdiği oranda yüksek verimli modeller ve / ve ya uygun teknolojili topolojiler gözetilmelidir.

Bu şekilde yukarıdaki kayıpların toplamından oluşan **toplam sistem kayıplarının (L_t)** mümkün olan en minimum seviyeye indirilmesi önceliklidir.

Sistem tasarımında L_t 'yi minimize edecek önlemler aşağıdaki şekildedir :

- Tasarımda PWM teknoloji solar şarj kontrol cihazları kullanıldığında ortalama %25 oranında daha yüksek panel gücü kullanılmak durumundadır. Yüksek E_t sözkonusu olduğunda MPPT teknoloji solar şarj kontrol cihazları tercih edilmelidir.

Günümüzde bu tercihin sınırı uzak doğulu fakat kaliteli üreticilerin ortaya çıkmasıyla günlük 500Wh'ler civarına gerilemiştir. Dolayısıyla E_t bu sınırın altında ise PWM, üstünde ise MPPT teknoloji hesaplı ama kaliteli üreticilerin ürünleri tercih edilebilir.

- Sistemde kullanılan invertörler; hazırda bekleme durumundaki güç tüketimleri (özellikle invertörlerin) mümkün olduğunca düşük ya da mümkünse stand-by güç ayarlı olarak seçilmelidir.

Stand-by güç ayarlı cihazlarda dikkat edilmesi gereken nokta; ayarlanacak gücün sistemin besleyeceği yüklerin en düşük güçlüsünün altında kalmamasıdır.

- Sistem ekipmanları mümkün olduğunca birbirlerine yakın yerleştirilmeli ve sistem akü gerilimi mümkün olduğunca yüksek seçilmelidir. Bu şekilde ekipman aralarındaki kablo metrajları kısılacağından ve gerilim de yükseleceğinden kabloların kesitleri ve dolayısıyla kablolardaki kayıplar da düşük çıkacaktır. Ek olarak maliyet azalacaktır.
- Sistemin kurulacağı coğrafi koordinatlardaki güneş ışınımına ve sıcaklık faktörlerine uygun güneş paneli teknolojisi seçilmelidir.

Mono- ve Polykristal teknoloji panellerin sıcaklık katsayıları yüksektir ve aşırı sıcak bölgelerde bundan dolayı etiket güçlerinden oldukça yüksek oranlarda güç kaybederler. Dolayısıyla normal sıcaklıklar (kuzey bölgeler) sözkonusuysa kristal panel teknolojisi tercih edilebilir. Aşırı sıcak bölgelerde ise (ağırlıklı güney bölgeler) düşük sıcaklık katsayılarından dolayı ince film güneş panelleri etiket değerlerinden daha az güç kaybettiklerinden buralarda tercih edilmelidirler.

- Elektronik ve elektrokimyasal cihazlar direk güneş ışığına maruz bırakılmayacak havadar yerlere yerleştirilmelidir.

Bu cihazlar kullanım esnasında ısı üretirler. Isı; sınır değerlerin üzerine çıkarsa cihazlar varsa fanlarını çalıştırırlar ve bu da ek bir enerji tüketimi anlamına gelir.

- Panel eğimleri ve yönelimleri enerjinin tüketileceği sezona uygun seçilmelidir. Ayrıca paneller montaj edilirken gün içinde birbirlerini gölgelemeleri ya da başka objeler tarafından gölgelenmeleri engellenmelidir. Bir şarj kontrol cihazına bağlı tüm paneller aynı eğimde ve yönelimde olmalıdır.

Türkiye şartlarında panel yönelimleri tam güneydir. Yılboyu hergün aynı enerjiyi üretmesi istenen sistemlerin panelleri mümkün olan en dik şekilde yerleştirilmelidir. Sadece yaz aylarındaki kullanımlar için eğim mümkün olan en yatay şekilde olmalıdır. Bir yıl içinde en yüksek enerji üretimi talep ediliyorsa eğim 30° civarında olmalıdır.

- Ekipmanlar arasındaki kablolarla yerleştirilen sigortalar, şalterler, kaçak akım röleleri, parafudrlar, topraklama sistemleri vb. tarzı can ve mal güvenliğine yönelik malzemeler ihmal edilmemelidir.

Enerji verimliliği açısından bakıldığında bu cihazların yine en düşük kayıp yaratanları seçilmelidir.

- Sistemlerin tasarımında simülasyon programlarından faydalanılmalıdır. Bu şekilde fazla maliyet ve düşük enerji üretimi minimize edilir.
- Sistem tasarımında son kullanıcının talebine cevap verecek en uygun sistem topolojisi seçilmelidir.

Bu mühendislik ve deneyim gerektirmektedir.

- Sulama sistemlerinde enerji depolamasına ihtiyaç duymayan sistem topolojileri seçilmelidir.

Akülerin şarj ve deşarj kayıpları ortalama %15 civarındadır. Geceleri sulama sözkonusuysa depolama; su deposu şeklinde dizayn edilip basınçta gerekiyorsa bu depo yükseğe yerleştirilmelidir. Bu şekilde sistem verimliliği oldukça artar ve maliyetide akülerle karşılaştırıldığında oldukça düşmektedir.

- Rüzgârın gerçekten yoğun yerlerde rüzgâr türbinleride sisteme ilave edilerek (Hibrid sistem) panel gücü ve panel konstrüksiyonu dolayısıyla maliyet düşürülebilir. Jeneratör ve / ve ya şebeke yıllar bazlı bakıldığında maliyetli enerji türleridir ve özellikle büyük sistemlerde sistemin enerji güvenliği için düşünülmalıdır.

Enerji verimliliği açısından Jeneratör için düşük yakıt tüketimi şebeke içinse mümkünse düşük birim fiyat seçenekleri değerlendirilmelidir.

Teşekkürler !

Dipl.Ing.(FH) Egemen Azmak

