



# Kendimiz Yapalım

Prof. Dr. Vural Altın

## Fotovoltaik Güneş Panelleri

Güneş gözelerinden oluşan paneller, güneş ışığı doğrudan elektriğe çeviriyor ve bu nedenle, 'ışık-elektrik' anlamında 'foto-voltaik'ler olarak da anılıyor. Yarıiletken teknolojisine dayanan gözelerden her birinin tek başına ürettiği akım ve gerilim, çoğu uygulama için fazla düşük. Gerilim düzeyini yükseltmenin yolu, gözeleri birbirine seri olarak bağlamak. Bu amaçla, genellikle 36 göze seri olarak birbirine bağlanıp, 'modül' denilen göze grupları oluşturuluyor. Akımı artırmanın yoluysa, modüllerini birbirine paralel olarak bağlamak. Bu amaçla, gereksinim duyulan akım düzeyinin belirlediği sayıda modülün, öyle bağlanıp kullanılması gerekiyor. Bu modül grupları son olarak, sağlam bir çerçeve içerisine yerleştiriliyor ve çerçevenin arkasında, modül gruplarının ürettiği gücü kullanıma aktarabilmek için gereken artı ve eksi kutuplar bulunuyor.

Modül grupları hazır olduğuna göre artık; bir evin güç gereksinimini, güneş enerjisini elektriğe dönüştürerek karşılayabilmek için nelere dikkat edilmesi gerektiğine bakabiliriz.

Bir kere, panel üzerine en fazla miktarda güneş enerjisinin düşebilmesi için, panel yüzeyinin bu ışınlara dik olması gerekiyor. Halbuki güneş ışınlarının yeryüzündeki herhangi bir noktaya düşüş açısı, hem gün boyunca, hem de mevsimden mevsime değişiyor. Dolayısıyla en ideal durumda panelin, güneş ışınlarını izlemesini sağlayacak bir 'açı ayarlamaya düzeneği'yle donatılmış olması lazım. Ancak, panelin her an için gördüğü güneş enerjisi miktarının, o an için mümkün olan en yüksek düzeyde seyri sağlayan böyle bir düzenek, oldukça pahalı bir donanım. Kullanılmaması halinde yönelinecek ikinci en iyi seçenek; panel açısını sabit tutmak ve bu açıyı, panelin her an için gördüğü olmasa bile, hiç değişse gördüğü yıllık ortalama güneş enerjisi miktarının en fazla olmasını sağlayacak değerde seçmek. Bu seçim, ekvatorda gayet kolay. Çünkü çatıdaki panelin, konutun bulunduğu noktada yerküreye teğet olan düzleme paralel olarak yerleştirilmesi yeterli. Diğer enlemlerdeyse, panelin teğet düzlemle yaptığı açının, o enlemin ekvatorla yaptığı açıya eşit olması ve kuzey enlemlerdeki panellerin güneye, güneydekilerin de kuzeye bakması gerekiyor. Fakat bu sabit açı, evin elektrik gereksinimi bir mevsimde diğerine göre değişiyor veya örneğin öğleden sonra, sabah saatlerine oranla daha fazla veya daha az ise; panelin hedeflenen mevsim veya saatlerde göreceği enerji miktarını en fazla kılacak şekilde, farklı seçilebilir.

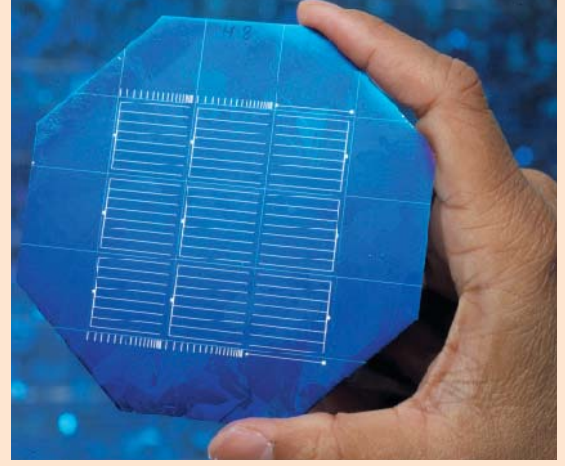
Modüllerin, hangi mevsim veya saatlerde olursa olsun, çevredeki ağaçlar veya yakındaki konutlar tarafından gölgelenmemesi lazım. Çünkü bir modüldeki, örneğin 36 gözeden sadece birisi gölgelenmiş olsa bile, o modülün güç üretimi %50'den fazla azalıyor.

Panelin çatıdaki konum ve açısının belirlenmesinden sonra, sıra gereksinim duyulan sistemin büyüklüğüne gelmiştir. Bu büyüklüğün seçimi; bir hayli değişken olabilen ve her zaman da tam olarak öngörülemeden hava koşulları yanında, konutun

elektrik gereksiniminin zamanla değişken olması nedeniyle, karmaşık bir iş. Farklı coğrafya konumları için aylık ortalama güneş ışığı düzeylerini, meteoroloji verilerinden sağlamak mümkün. Bu veriler; yağmurlu ve bulutlu günleri, bulunulan enlemi, havadaki nem oranlarını ve ikincil diğer bazı faktörleri de hesaba katıyor olur. Bütün yıl boyunca yeterli elektriğin sağlanabilmesi için, en kötü ayın temel olarak alınması gerekir. Öte yandan, panellerden beklenen güç gereksinimi bilinmektedir. Tüm bu verilerin ışığında, tasarımda kaç adet modülün kullanılması gerektiği, parmak kuralı benzeri basit yöntemlerle hesaplanabilir. Bir de sistem voltajının seçilmesi gerekir; ki bu, seri olarak bağlanacak modüllerin sayısını verecektir. Ayrıca, aletlerin çalışma voltajı panelinkinden farklıysa, trafolar da gerekecektir.

Öte yandan, evdeki aletlerin çoğu alternatif akımla çalışır. Şebekeden sağlanan güç de keza böyledir. Halbuki güneş panelleri doğru akım gücü üretir. Dolayısıyla alternatif güç kullanılmak istendiğinde, doğru akımı alternatif akıma dönüştüren bir 'çevirici'ye gereksinim vardır. 'AA modülü' denilen bazı modüllerin iç yapısında, böyle çeviriciler zaten vardır. Bu, büyük ve merkezi bir çeviriciye gereksinimi ortadan kaldırır ve bağlantı şemasını bir hayli basitleştirir. Ancak büyük çeviricilerin, aynı zamanda sistem işleyişini otomatik olarak yönetme yeteneği de vardır.

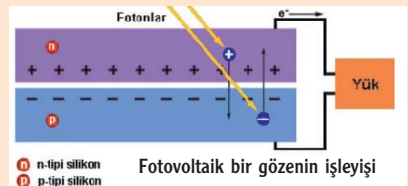
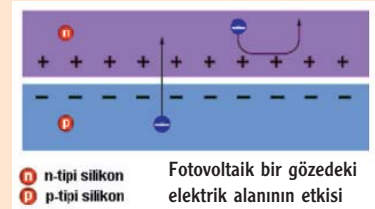
Geriye kalan en önemli sorun, panelin üretim yapmadığı güneşsiz günlerde ve gece karanlığında da, evin güç gereksinimini sağlamaya devam edebilmektir. Bu amaçla, şebekeye bağlanmak veya enerji depolayan aküler kullanmak gibi iki seçenek vardır. Şebekeye bağlanması halinde, panel üretiminin yetersiz kaldığı zamanlarda şebekeden enerji çekilecek, aksi halde fazlalık üretim şebekeye verilecektir. Ancak, bölgedeki dağıtıcının buna izin vermesi gerekir. Dağıtıcılar, böyle küçük çaptaki üretim miktarlarını çoğunlukla, kendi satış fiyatlarının çok altında fiyatlarla satın alırlar. Ayrıca, satın alacakları gücün, şebeke gücüyle 'senkronize'



olması, yani geriliminin dalga şekli ve frekansının, şebekedekiyle aynı olması lazımdır. Bu uyumu sağlayacak özel elektrik donanımının, evdeki sistemde bulunmasını şart koşarlar. Şebekeyle karşılıklı etkileşim açısından, göz önünde bulundurulması gereken bazı güvenlik sorunları da vardır. Örneğin bölge şebekesinde bir güç kaybı halinde, hatların tamirinin güvenli bir şekilde yapılabilmesi için, konuttaki panel sisteminin, tamir sırasında şebekeye güç vermeye kalkışmaması lazımdır. Konuttaki sistemin bağlı bulunduğu şebeke hattının ölü olduğunu belirleyip, panelin güç çıkışını kesen donanımın da bulundurulması, yani konut sisteminin 'adalanması' gerekir.

Şebekeye bağlanmak yerine akü kullanımının tercih edilmesi halinde, çözülmesi gereken başka sorunlar doğar. Örneğin, akülerin bakımına özen gösterilmesi ve ömürleri dolduğunda yenilenmeleri gerekir. Çünkü fotovoltaik modüller, 20 yıl veya daha fazla süreyle hizmet verebilirken, akülerin ömrü çok daha kısadır. Ayrıca, hem enerji depoluyor ve hem de asitli elektrolitler içeriyor olmaları nedeniyle, metalden yapılmamış ve iyi havalandırılmış bir bölmede saklanması lazımdır.

Sistemin hayata geçirilmesi için geriye artık; montaj elemanları, kablolar, bağlantı kutuları, topraklama donanımı, yüksek akım koruyucusu gibi bileşenler kalmıştır. Montaj sırasında üretici buyruklarına ve elektrik şartnamelerine uymak gerektiği gibi, bu işin fotovoltaik sistemler konusunda tecrübe kazanmış lisanslı bir elektrik ustası tarafından yapılması daha yerinde olur. Sistem montajdan son-



# Kendimiz Yapalım

ra, özellikle eğer akü kullanılmamışsa, çok az bakım gerektirir ve 20 yıldan fazla süreyle; sessiz, temiz ve ücretsiz elektrik üretir. Dolayısıyla, fotovoltaik paneller ideal birer enerji üretim araçlarıdır.

Ancak, sistem bir kez döşendikten sonra üretilen enerji ücretsiz olmakla beraber, donanım maliyeti bir hayli yüksektir. Kurulu güç maliyetleri halen, watt birimi başına 9 ABD doları düzeyindedir. Örnek olarak, şebekeye bağlı küçük bir konut için, 4kW'lık bir sistem, toplam elektrik gereksiniminin yaklaşık yarısını karşılayabilir. Bu ise, Watt başına 9 dolardan, toplam olarak 36.000 ABD doları tutarında yatırım gerektirir.

## Elektrik Sistemi

Güç iletim ve dağıtım: Aştığımız biçimiyle bir konutun elektrik gereksinimi, şebekeden çekilen alternatif akım gücüyle karşılanır ve bu güç konut içinde dağıtılarak; buzdolabı, televizyon, aydınlatma elemanları gibi aygıtların çalıştırılmasında kullanılır. Bu durumda aygıtların hepsi de, alternatif veya salınan akım gücüyle çalışır. Halbuki yenilenebilir kaynaklı bir konut enerji sisteminde güç, değişik birimler tarafından ve iki farklı türde üretilmektedir. Güneş panelleri doğru, rüzgar ve su türbinleri ise salınan akım gücü üretir. Bilindiği gibi doğru akımda (DA), akımı oluşturan elektrik yükü taşıyıcıları, örneğin iletken bir metal tel üzerindeki elektronlar, hep aynı yönde veya 'dosdoğru' giderken; alternatif akımda (AA), gerilimin yönü belli bir periyotla değiştiğinden, bir ileri bir geri koşuşturur dururlar. Dolayısıyla, akımın zamana göre grafiği, birincisinde düz bir doğruyken, ikincisinde sinüs dalgası şeklinde salınımlıdır ve isimlendirmenin bu farkı betimlemesi gerektiği düşünülebilir. Ancak alternatif akım tarihsel gelişim süreci içerisinde, daha önce kurulmuş olan doğru akım ağılarına karşı yeni bir seçenek olarak ortaya çıkmış olduğundan, 'alternatif' sıfatıyla anılmaya başlanmış ve bu sıfat yanında kalakalmıştır. Aslında bu akıma, salınan ve salınımlı akım demek daha doğru olurdu.

Doğru akımlı elektrik; otomobillerdeki far, ışık ve radyo gibi elemanları çalıştırdığı gibi, bu tür elektrikle çalışan; konut aydınlatma elemanları, buzdolapları vs de var. DA aygıtlar yaygın bir şekilde pazarlanmamakla beraber, bu ürünlerde uzmanlaşmış olan satıcılardan sağlanabiliyor. Dolayısıyla, konutta kullanılacak aygıtlar da keza iki tür, doğru veya alternatif akım gücüyle çalışıyor olabilir. Nitekim, çoğu yenilenebilir enerji sistemi, DA ve AA elektrikli her ikisini birden kullanır. Çünkü DA motorlar genelde daha verimli çalışırlar ve dolayısıyla DA ürünlerin hemen hepsi, eşdeğer AA ürünlere oranla daha yüksek enerji verimine sahiptirler. Bu özellikleriyle, kapasitenin zorlanmaması açısından, yenilenebilir enerji sistemlerine daha uygundur. Hatta, kurulacak kapasiteyi daha küçük tutabilmek amacıyla; AA yüklerden, örneğin buzdolabı, çamaşır makinesi ve kurutucu, elektrikli ocak gibi yüksek güç gerektiren bazılarının, gazlı veya DA tipleriyle değiştirilmesi gerekebilir.

Ancak iki tür güç arasındaki fark önemlidir. Aygıtların veya hatların, yanlış türden akıma bağlanması, elektrik sistemine veya aygıtlara ciddi zarar verebileceği gibi, yaralanmaya neden olma veya yangına yol açma tehlikesi de taşır. Doğru veya alternatif, elektrik kullanan aygıtlardan her birine, sistemin



12A'lık güneş paneli denetçisi, sapıtırma işlevine de sahip.

sırtında taşımak zorunda olduğu birer 'yük' gözüyle bakılır ve bu durumda yükler, kullandıkları gücün türüne göre, 'doğru akım' veya 'alternatif akım' yükü olarak ikiye ayrılırlar. Çok çeşitli türleri var; mikrodalga fırınlar, saç kurutucuları gibi ev aletleri, müzik seti veya bilgisayar, aydınlatma elemanları, tamir aletleri

ve kablosuz matkaplar, cep telefonları gibi. Hatlardaki kısa devreler gibi istenmeyen durumlar bile, sonuç olarak elektrik enerjisi tüketir ve dolayısıyla yük sayılırlar. Sonuç olarak; değişik birimler tarafından üretilen iki farklı türden gücün konuta iletilmesi, sonra da bu güçlerin, değişik türlerini kullanan yüklerle, uyumlu bir şekilde dağıtılması lazımdır. Karmaşık görünen bu iş aslında, arada bir istasyonun varlığı nedeniyle basitleşir. Çünkü bir de, güç üretiminin yetersiz olduğu zamanlarda yükleri ayakta tutacak bir enerji deposuna gerek vardır ve bu görevi yerine getiren bir akü grubu, güç kaynaklarıyla yükler arasında bir istasyon oluşturur. Kaynaklar ürettikleri güçle aküleri doldurur, aküler de yükleri, doğrudan veya dolaylı olarak besler.

Aküler DA gerilimle doldurulup, öte yandan DA gerilim sağladıklarından, akü grubuna giren ve çıkan hatların hepsi DA gerilim taşır. Dolayısıyla, DA güç üreten güneş paneli gibi kaynaklar akülere doğ-



Sistem sayaçları

rudan bağlanabilirken, rüzgar ve su türbinleri gibi AA güç üretenlerin çıktısının, akülere ulaşmadan önce DA'ya çevrilmesi gereği vardır. Keza; aküler DA yükleri doğrudan besleyebilirken, AA yüklerle sağladıkları gücün, bu yüklerle ulaşmadan önce DA'ya çevrilmesi gerekir. Elektrikli iletim dağıtım ve denetimi için gerekli olan bu; örneğin kablolar ve anahtarlar gibi bileşenlerin tümü, 'elektrik sistemi' veya 'güç iletim ve dağıtım sistemi'ni oluşturur. Bu durumda, sistemi oluşturan bileşenlerden bazıları DA, bazıları da AA gerilim taşıyor olacak, yani sistem, DA ve AA olmak üzere iki alt sistemin bileşiminden oluşacaktır. Özelliklerinin farklılığı nedeniyle, sistemlerin birbirinden tümüyle ayrı tutulmaları, farklı renklerde çıkış ve kablolarla sahip olmaları gerekir. Her hattaki tel kalınlığı, o hattın uzunluğuna ve taşıyacağı en yüksek akım düzeyine bağlıdır. Çünkü bilindiği üzere, iletken bir telin direnci, uzunluğuyla doğru, kesit alanıyla ters orantılıdır ve tel üzerinde oluşan ısı miktarı bu dirençle, etkin akım şiddetinin karesinin çarpımına eşittir. Dolayısıyla,

telin boyu artıp kesit alanı küçüldükçe, aynı akım şiddeti altında daha fazla ısınır ve erimesi olasılığı doğar. En azından, plastik kaplaması zamanla sertleşip yalıtkanlığını yitirecek ve kısa devrelere ulaşabilecektir. Dolayısıyla, DA ve AA sistemlerde kullanılacak olan gerilim düzeylerinin seçimi önemlidir. AA sistem için en uygun tercih, şebekeden de sağlanabilen 240 V düzeyidir. Bu durumda, AA güç kaynaklarının çıkışlarının 240V'luk gerilim sağlaması ve alternatif akımla ilgili; çevirici, anahtar, sigorta gibi bileşenlerin de bu gerilime uygun olması gerekir. DA gerilim düzeyinin seçimi, daha fazla dikkat gerektirir. Çünkü yaygın olarak kullanılan 12, 24 veya 48 V'luk düzeylerden hangisinin en uygun olacağı, DA sistemin özelliklerine bağlıdır.

Herhangi bir elektrik sistemine verilen gerilim, üzerinden geçtiği kablo veya bileşenler üzerinde, dirençleriyle orantılı gerilimlere yolu açar. Dolayısıyla girişteki gerilim yoluna devam ettikçe, azar azar da olsa azalır. Halbuki yüklerle ulaşan gerilimin, ilgili aygıtları çalıştıracak düzey aralığında olması lazımdır. Yoldaki kayıpların girişteki gerilime oranı, giriş gerilimi ne kadar yüksekse o kadar düşük olur. Zaten, elektrik iletim ve dağıtım sistemlerinde AA'nın tercih edilmesi, öte yandan 240 V gibi yüksek bir gerilimin kullanılması, hep bu kayıpları en alt düzeyde tutabilmek endişesinden kaynaklanmıştır. Dolayısıyla AA sisteminde bu açıdan pek ciddi sorunlar yaşanmaz. Çünkü giriş gerilimi, 240 V gibi yüksek bir düzeydedir ve kayıp oranı ciddi düzeylere ulaşmaz. Ancak, DA sistemi daha düşük gerilimle çalışacağından, kayıp oranı genelde daha yüksektir ve bu türden yüklerin çalıştırılmasında ciddi verim kayıpları söz konusu olabilir. Gerçi çoğu konuttaki DA sistemi 12 V'la çalışabilir. Ancak sistemdeki hatların boyu uzadıkça ve sistem büyüdükçe, 24 veya 48 V'u tercih etmek veya gerilim direnci zaten belirlenmişse eğer; daha kalın, yani direnci düşük kabloların ve kaliteli bileşenlerin seçilmesi gerekir. Hepsinin de, üzerlerinde oluşacak gerilim ve taşıyacakları olası en yüksek akım düzeylerine uygun niteliklere sahip olması lazımdır. Bu yüzden ki DA kabloların alımından önce, DA güç kaynağının en yüksek gerilim değerinin bilinmesi ve kabloların katetmesi gereken mesafelerinin ölçülmesi gerekir. DA hatlar daima, birden fazla telli bakır kablodan olmalıdır. Aynı verim kaybı endişesiyle; DA güç kaynaklarının kendilerinin, AA kaynaklarının ise çeviricilerinin konuta fazla uzak olmamasına özen gösterilir. AA kaynakların güç çeviricileri eğer alternatifin yapısında içeriliyorsa, türbinler konuta yakın konumlandırılır.

Sonuç olarak DA elektrik sistemi; hem DA kaynakların ürettiği veya AA kaynaklar tarafından üretilmiş olup da çeviricilerin DA'ya çevirdiği elektrikli akü grubuna iletir, hem de akü grubunun çıkış gücünü, çalışır halde bulunan DA elektrik yüklerine aktarır. Akülerin sağladığı gücü, her biri farklı odalarda bulunan aygıtlara dağıtan çok sayıda hatta ayırmanın en güvenli ve düzenli yolu, akülerin çıkışına bir DA paneli yerleştirmektir. AA elektrik sistemi ise; şebeke, motor-jeneratör veya çevirici gibi AA kaynaklarından sağlanan elektrikli doğrudan AA elektrik yüklerine veya AA-DA çe-



300W/25A yük sapıtıcı güç denetçisi, 24V'luk sistemler için

# Kendimiz Yapalım

viricilerine taşır. Bu dağıtım işi de keza, bir AA panelinden başlanarak, düzenli ve güvenli bir şekilde yapılmalıdır. Çoğu DA veya AA paneli, ilgili sistemi aşırı elektrik yükünden korumak amacıyla, her devresine basit tel sigortaların veya yeniden kurulabilen (reset) devre kesicilerin yerleştirilmesine olanak tanır. Panel, o sistemin gerilimine ve karşılaşılabileceği en yüksek akım düzeylerine uygun olmalıdır. Keza kablolar da...

DA sigortalar veya devre kesicileri, sistem bileşenlerini ve hatları aşırı akımdan korumak üzere, ana noktalara yerleştirilir. Her ikisi de aynı işlevi görürler. Tel sigortalar daha ucuz olmakla beraber, devre her aşırı yüklendiğinde eridiklerinden, değiştirilmeleri gerekir. Devre kesiciler ise; bazıları otomatik olarak yeniden kurulu hale gelir, bazıları da elle getirilebilir. Dolayısıyla tekrar tekrar kullanılabilirler. DA sigorta ya da devre kesiciler çoğunlukla; güç kaynağı devresine, çeviricinin DA giriş hattına ve DA panelindeki veya devre kesici kutusundaki her devreye konulur. Sigorta veya kesicinin, devredeki DA gerilime uygun seçilmiş ve devrenin tasarımıyla en yüksek akım düzeyine dayanıklı olması lazımdır. Gerçi çoğu zaman; hem elektrik donanımı elemanlarının, yani hatlar, anahtarlar vs'nin, hem de yüklerin üzerinde, AA veya DA kapasite değerleri belirtilmiştir. Fakat yine de, herhangi bir elektrik sisteminin lisanslı elektrikçiler tarafından ya da onların denetiminde, şartnamelere ve üretici firma talimatlarına uygun olarak döşenmesi gerekir.

Şimdi bu açıklamaların ışığında, yenilenebilir kaynaklı ve kendine yeterli bir konut elektrik sistemi tasarımını, daha önce verilmiş olan aşağıdaki şekilden izleyebiliriz.

Buradaki yenilenebilir enerji kaynakları; güneş panelleri ile, rüzgar ve su türbinlerinden oluşuyor. Bu üçü; güneş, rüzgar ve su gücüne dayalı akü yükleyicileri olarak düşünülebilir. Rüzgar ve su türbinleri doğal olarak AA gücü ürettiklerinden, ürettikleri gücün DA'ya çevrilmesi gerekiyor. Halbuki burada türbin güç çıkışları kırmızıyla, yani DA olarak gösterilmiş. Bu; alternatörlerinin yapısında, AA-DA çeviricilerinin zaten bulunduğu anlamına geliyor. Rüzgar türbinleri genellikle 15km/saat veya daha yüksek rüzgar hızları gerektirdiklerinden, 10-30 m

arası yüksekliğe sahip bir montaj kulesinin üstüne yerleştirilirler. Çoğunlukla metal olan bu kuleler yıldırım çekebildiklerinden, sistemin bir paratonerle korunması gerekir. Öte yandan, rüzgar ve su türbinleri aktif üretici olduklarından, aküler dolduğunda elektrik üretiminin yönlendirileceği birer saptırma yüküne bağlı olmak durumundadırlar. Saptırma yükü, 'yük saptırıcı şarj denetçisi'ne bağlı ve denetçi, aküler tümüyle dolu olduğunda, aşırı yüklenmemeleri için, su veya rüzgar türbininin ürettiği fazlalık gücü bu yüke gönderir. Bazı saptırma yükleri sadece, güç fazlasını ısı olarak yayan büyük dirençlerden oluşur. Bu tipler fazla ısınabildiklerinden, yangın tehlikesinden uzak konumlarda yerleştirilmeleri gerekir. Diğer bazı sistemler, konutun iklim koşullama sistemini saptırma yükü olarak kullanır ve fazlalık gücü yararlı bir biçimde kullanır. Saptırma yükü olarak iki kullanım önerisi: Bir DC su ısıtıcısı, ya da güç merkezini oluşturan oda için ısıtma havalandırma sistemi. Sistem tasarımı sırasında saptırma yükünün, rüzgar ya da su türbininin üretebileceği en fazla gücü kullanabilecek büyüklükte seçilmesi gerekiyor. Yukarıdaki tasarımda saptırma işini, her iki türbine de bağlı birer 'yük saptırıcı şarj denetçisi' yapıyor. Bu denetçi bazı rüzgar türbinlerinde zaten varken, bazı diğerlerinde de, dış bir birim olarak yerleştirilmek zorunda. Su türbinlerinin hemen hepsi bir dış denetçi gerektirir.

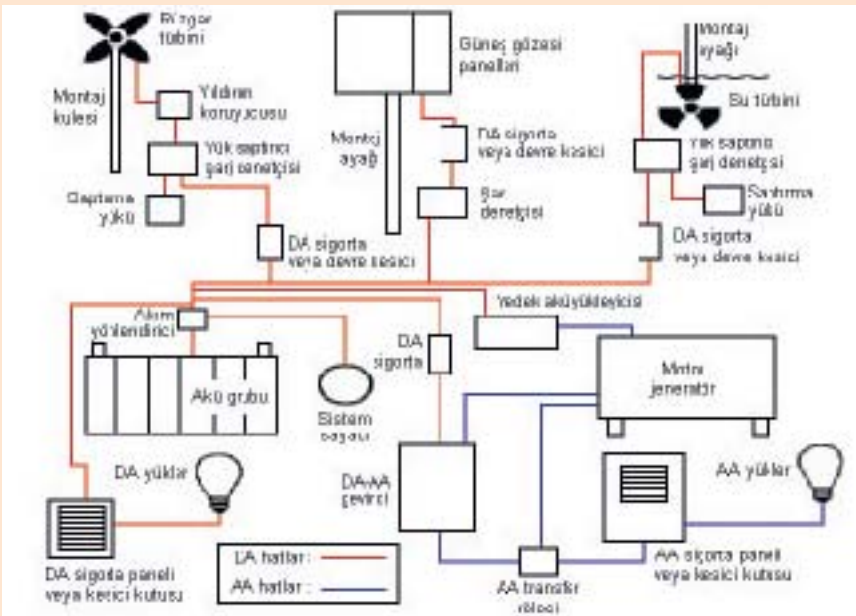
Halbuki güneş panellerinin, zaten DA güç ürettiklerinden, çeviriye; pasif üretici olduklarından dolayı da, saptırma yüküne ve saptırıcıya gereksinimleri yok. Dolayısıyla, güneş panellerinin güç çıkışında, sadece akülerin yük durumunu kollayan bir şarj denetçisi bulunuyor. Bu denetçi aküler dolu olduklarında, aşırı doldurma çabasını engellemek amacıyla, akülere giden akımı kesiyor. Çoğu güneş paneli denetçisinde aynı zamanda, geceleri panelleri akülerden kesecek diyot veya röleler de vardır. Çünkü aksi halde, konutta fazla gücün kullanılmadığı bu saatlerde, akülerden panellere geriye doğru bir akım, aküler boşaltılabilir. Güneş denetçilerinin iyi modelleri akım miktarını ayarlamak için; akülerin daha hızlı ve verimli bir şekilde doldurulmasını sağlayan, 'salınım eni ayarlayan' ('Pulse Width Modulated-PWM') şarj devreleri kullanır. 'Zirve güç noktasını izleme'

('Maximum Power Point Tracking- MPPT') teknoloji adı verilen en yeni teknolojiye, gerilimi ayarlayarak, şarj akımını o an için uygun olan en yüksek düzeyinde tutar. Denetçinin, akülerle panellerin gerilimine ayarlanmış olması ve panellerin en yüksek üretim düzeyine yetecek akım kapasitesine sahip bulunması gerekir. Daha sonrası için ek paneller planlanıyorsa, kapasite artırıldığına bir yenisini almak zorunda kalmamak için, büyüme yeteneği olan bir denetçi tercih edilebilir.

Güneş panellerinin çıkışında ayrıca, su ve rüzgar türbinini devrelerinde olduğu gibi, güç üretimindeki aşırı sıçramalara karşı tesisatı koruyan bir sigorta veya devre kesici var. Bu üç üreticinin her birinden gelen DA gerilimler aynı olmak zorunda. Ancak akımlar farklı olabiliyor ve bir akım yönlendiricide ('shunt') bir araya geliyorlar. Her biri ayrı ayrı denetimden geçmiş oldukları için, akım toplamı da denetlenmiş oluyor. Akım yönlendirici; bir yandan DA paneli üzerinden DA yükleri besliyor, diğer yandan da; DA yüklerden geriye kalan güçle, eşger dolmuşlarsa, aküleri şarj ediyor. Veya güç üretimi yetersiz kalmış ve aküler boşalmamışsa, akülerden çekilen gücü; DA yüklerle doğrudan, AA yüklerle de bir çevirici üzerinden yönlendiriyor. Sonuç olarak AA yükleri de besliyor. Aynı zamanda sistem sayacına bağlı. Çünkü yönlendirici, üzerinden geçen akıma göre çok küçük bir gerilim oluşturan çok duyarlı bir dirence sahip. Sistem sayacıyla birlikte kullanıldığında, sistemdeki akımın tümü üzerinden geçecek şekilde bağlanıyor. Sayaç, duyarlı direnç üzerindeki gerilimi ölçüyor ve bu veriyi, güç sisteminin genel performansını değerlendirmek için kullanıyor. İyi bir akü sistemi sayacı; sistemin sağlamakta ve konutun kullanmakta olduğu güç düzeylerini, sistem gerilimini, amper akışlarını ve akülerin şarj durumunu izler. Büyük bir akü grubunun sistem sayacı, akülere gelen ve akülerden çekilen amper-saatlerin farkından hareketle şarj durumunu hesaplayabilmelidir de. Bazı sistem sayacıları, masa üstü bir bilgisayar arayüzlendirilebilir. Böylelikle güç sistemi verileri kaydedilip, zamana yaygın performans analizleri yapılabilir.

Kullanılacak akülerin, amaca uygun tipte olması; görece düşük düzeydeki bir akımı, gerektiğinde, konut talebinin zirveye ulaştığı saatler boyunca sağlayabilmesi gerekir. Bu sırada, depoladığı enerjinin önemli bir kısmını yitirecek ve talep düştükten sonra, üretim birimleri tarafından tekrar doldurulmaya başlanacaktır. Yani akülerin içerdikleri enerji miktarındaki değişiklikler büyük, gerilim düzeyindeki dalışlar derindir. Böyle akülerin enerji döngüsünün 'derin' olduğu söylenir. Konut güç sistemlerinde kullanılan akülerin hepsi bu türden, yıllar boyunca doldurularak boşaltılabilen 'derin döngü' aküleridir.

En yaygın olarak kullanılan derin döngülü aküler; kapalı veya havalandırılmı tiplerde olabilen 'kurşun asit'lilerle, 'nikel kadmiyum' aküleri. Bu ikinciler daha pahalı olmakla beraber, daha uzun ömürlü. Bir akünün potansiyel ömrünün, üretim sonundaki yapısı; fakat bu potansiyel ömrün hangi oranda gerçekleşeceğini, yani uygulamadaki ömrünü ise, kullanıma biçimi belirler. Örneğin bir akünün, zaten doluyken hâlâ doldurulmaya çalışılması veya enerji kapasitesinin çok büyük oranlarda boşaltılması, uygulamadaki ömrünü kısaltır. Nikel kadmiyum akülerin içerdikleri enerjinin çok daha büyük bir kısmı, dayanıklılıklarına zarar vermesiz boşaltıla-



# Kendimiz Yapalım



1000W/12V'lik derin döşüğü akü tabanlı, seri bağılı bir 24V vericisi

bilirken, derin döşüğü kurşun asitli akülerde bile bu işlem, ömürlerini kısaltmaksızın yapılamaz. Bu nedenle, kurşun asitli akülerin kullanımı genellikle; akünün enerji içeriğinin, kapasitesinin altına, %40-50'den daha fazla inmeyeceği biçimde tasarlanırlar. Ayrıca, akünün aşırı doldurulmaya çalışılması veya boşaltılmasını engelleyecek şarj denetçilerinin kullanımı, akünün uygulama ömrünü uzatır. Bu donanım, aküler dolduğunda, akülere gelen akımı keser. Önceden belirlenmiş bir düzeyin altına indiğinde de; ki bu akünün çıkış geriliminden anlaşılır; akü yeniden belli bir miktar dolduruluncaya kadar, aküden çekilen akımı keser. Şarj denetçisi kullanımı, uzun akü ömrü için şarttır.

Akü grubu fazlalık elektriği, gereksinim doğana kadar depolar. Çok çeşitli tip ve büyüklüklere sahiptirler. Seçilecek tipin, konutun gerektirdiği amper-saat kapasitesine ve sistem gerilimine uygun olması gerekir. Kaliteli bir akü grubu pahalı olmakla beraber, uzun dönemli kullanım için en iyi yatırımı oluşturur.

Şeklimize geri dönecek olursak; akım yönlendirici bir yandan da AA yükleri besliyor. Bunun için, üretim birimlerinden gelen ya da akülerden çekilen gücün gerektiği kadarını, bir sigorta üzerinden DA-AA çeviricisine gönderiyor. Çevirici uygun AA gerilimi sağlamak ve aynı anda kullanılmaması planlanan tüm AA yüklerle güç sağlamak için yeterli çıkış kapasitesine sahip olmak zorundadır. 'Çevirici çevirici' deyip duruyoruz da, ne menem şeydir bu aygıtlar, biraz bakalım...

AA gücü DA'ya çevirmek için; sinüs dalgasının zamana göre salınımlı grafiğinin, üst yarı düzlemdaki yarım periyotluk yarılarını alt yarı düzleme indirmek veya bunun tersini yapmak yeterli. Bir AA-DA çeviricisi bunu en basit olarak, akımı tek yönde geçiren bir diyot aracılığıyla başarır. Çıktısı; genliği değişebilmekle ve hatta yarım periyotluk sürelerle sıfır düzeyinde seyretmekle beraber, hep aynı yönde giden bir akımdır. Bu durumda, akımın taşıdığı gücün yarısı ziyan olur. Çevirme işlemi; gelen sinüs dalgasının ya alt ya da üst yarılarının yönünü değiştirip, her ikisini de yoluna devam ettirmek suretiyle de yapılabilir. Bu iş biraz daha zordur ve böyle çalışan çeviricilerin yapısı, doğal olarak daha karmaşık olur. Bu durumda, gelen akımın taşıdığı gücün hepsi kullanılır, tek yönlü çıkış akımının genliği zamanla, daha az şiddetli değişimlere uğrar. Gerçi genlik her iki durumda da sabit değildir ve elde edilen akım, 'yaklaşık' bir doğru akım olur. Fakat DA aygıtlar, genlikteki bu hızlı değişimleri algılamakta zorlanacakları gibi, çoğu zaman değişken hızlarla çalışacak biçimde tasarlanmış olduklarından, bu yaklaşıklıkta etkilenmezler.

DA gücü AA'ya çevirmek ise; doğru akımın zaman üzerindeki dümdüz grafiğini eşit aralıklarla dilimleyip, art arda gelen her iki dilimden birincisini veya ikincisini, fakat hep aynı sıradakini, grafiğin üst yarı düzleminden kaldırıp alt yarı düzleme indirmekle mümkündür. Bir DA-AA çeviricisi

bunu; girdisini oluşturan doğru akımın yönünü, zamana bağlı olarak ve hedeflenen frekansa karşı gelen bir periyotla, bir tersine çevirip bir aynı bırakarak ve bu iki basit adımı hep tekrarlayarak yapabilir. Dolayısıyla, çıkışındaki akımın grafiği; enleri ve genlikleri ayrı ayrı birbirine eşit olan, sırasıyla 'negatif ve pozitif yönlü' dikdörtgen pulslardan oluşur. Bu çıktıya 'kare puls dalgası' denilirse de, pulslarının aslında kare olması gerekmez. Fakat köşeleri bir sinüs dalgasının gibi tatlı kavisli olmamakla beraber, 'yaklaşık' bir AA akım oluşturur. Halbuki böyle bir 'köşeli puls dalgası;' kendi frekansının tamsayı katlarıyla çakışan daha yüksek frekanslara sahip bulunan, gerçi genlikleri frekansla azalan, çok sayıda sinüs dalgasının üst üste bindirilmesiyle de oluşturulabilir. Hal böyle olunca da, yaklaşık bir sinüs dalgası, bir sürü farklı frekanstaki gerçek sinüs dalgasının varlığına eşdeğerdir.

Bazı DA-AA çeviricilerinin, aldıkları DA elektrikten ürettikleri alternatif akım, 'yaklaşık sinüs



dalgası' ('Modified Sine Wave') şeklindedir. Dolayısıyla ürettikleri akım, tek bir frekansa sahip bir sinüs dalgası değil de, çok çeşitli frekanslara sahip bir dalga boğçası gibi etki verir. Bazı çeviriciler ise 'gerçek sinüs dalgası' ('True Sine Wave') üretebilir. Gerçi yaklaşık sinüs dalgası, gerçeğinin; çoğu AC yükünü sorunsuz biçimde çalıştırabilecek kadar iyi bir benzeridir. Ancak bazı duyarlı AC yükleri; örneğin bazı elektrikli fırın modelleri, elektrikli satatler, lazer yazıcılar vs, yaklaşık sinüs dalgasıyla çalışmazlar. Öte yandan yaklaşık sinüs dalgası, taşıyor görüldüğü çok sayıda farklı frekans nedeniyle, TV ve radyo sinyalleriyle girişimde bulunarak, görüntüde karlanmaya veya seste statik gürültüye yol açabilir. Keza matkap veya karıştırıcı gibi değişken hızla çalışan elektrikli aletler, düzgün bir şekilde çalışmayabilir. Dolayısıyla, gerçek sinüs dalgası üreten bir çeviricinin tercihi gündeme gelebilir. Bu tür çeviriciler diğerlerinden daha pahalı olduklarından, karar bir kalite tercihi sorunudur.

Çoğu çevirici aynı zamanda, DA-AA güç çevirimi yapmadığı sırada, örneğin motor jeneratör gibi bir AA kaynağından aldığı güçle, akü yükleyici olarak da çalışabilir. Bu sırada adeta, DA-AA çevirici olmaktan çıkıp, AA-DA çevirici olarak çalışmaya başlamıştır. Çünkü iç yapısına ek olarak inşa edilmiş akü yükleme işlevi yeteneklerine sahiptir. Çeviricideki devreler, o anki gereksinime bağlı olarak çevirme ve yükleme işlemleri arasında otomatik geçiş yapar. Bazı çeviriciler, motor-jeneratörü otomatik başlatma işlevine de sahiptirler ve ek güç



24V/40A Akü yükleyicisi

120/240AC iki yönlü gerilim dönüştürücü (trafo)

gereksinimi doğduğu zaman, jeneratörü otomatik olarak çalıştırabilirler. Ancak çeviricinin şarj yeteneği yok veya yetersizse, çoğu zaman yedek bir yükleyici kullanılır. Akü yükleyicileri, örneğin motor-jeneratör gibi bir kaynaktan gelen AA elektriği, akülerin doldurulması için uygun olan DA elektriğe dönüştürür. Yükleyici/jeneratör çifti genellikle yenilenebilir güç kaynaklarıyla ilintili olarak ve elektrik yükü talebi bu kaynakların toplam çıktısını aştığında ek güç sağlamak amacıyla kullanılır. Nitekim, şeklin sağ alt tarafında, motor-jeneratöre bağlı bir yedek yükleyici var. Çevirici yükleme modunda çalışırken, gerek varsa eğer, ona destek oluyor.

Buradaki çevirici, tam da yukarıda sözünü ettiğimiz özelliklerin tümüne sahip, becerikli bir çevirici. Normalde akım yönlendiriciden gelen DA gücü AA'ya çevirip, alttaki çıkışı üzerinden AA yükleri besler ve motor jeneratörü bu sırada çalıştırmazken, gelen güç yetersiz kaldığında, yukarıdaki hat aracılığıyla motor-jeneratörü otomatik olarak çalıştırıp devreye sokar ve bu hat üzerinden aldığı AA gücü DA'ya çevirip aküleri beslemeye yönelir. Akım yönlendiriciye gönderdiği güç, gerek varsa eğer, DA yükleri de beslemek zorunda. Çeviricinin kapasitesi her ikisine yeterli değilse, o zaman motor-jeneratöre bağlı bulunan yedek akü yükleyicisi de devreye girip, akım yönlendiricisine giden gücü takviye eder. Yedek yükleyicinin kapasitesi belirlenirken; sistemin AA ve DA gerilimlerinin, aküler için en iyi yükleme hızının ve jeneratörün çıktı kapasitesinin göz önünde bulundurulması gerekir. Ayrıca, eğer jeneratör esas olarak akü yüklemek için kullanılacaksa, yükleyicinin güç faktörü ve veriminin, jeneratörün çıktı kapasitesiyle birlikte hesaba katılması lazım.

Son olarak, şeklin alt tarafında bir 'AA transfer rölesi' var. Transfer rölesi, birden fazla AA güç kaynağı, örneğin burada olduğu gibi bir çevirici ve bir AA motor-jeneratör kullanıldığında, sisteme koması gereken bir bileşen. Bu anahtar iki kaynağın aynı anda çalışarak birbirine zarar vermesini önüyor. Şöyle ki; çevirici DA-AA modunda çalışır ve akım yönlendiriciden gelen DA akımı, alt çıkışındaki hat üzerinden AA yüklerle gönderirken, yüklerle arasındaki bağlantıyı transfer rölesi sağlar ve bu sırada da, motor-jeneratöre bağlantıyı keser. Halbuki çevirici motor-jeneratörü çalıştırıp da, kendisi yükleme moduna geçtiğinde, transfer rölesi bu sefer çeviriciyle bağlantıyı kesip, boşta kalan AA yükleri doğrudan motor-jeneratöre bağlar. Bazı çeviriciler transfer anahtarını içyapılarında içerirken, diğer bazıları içermez ve dış bir anahtara gereksinim doğar. Bunların otomatik ve ya elle çalışanları var.

"Peki" denilebilir: "Yenilenebilir enerji sistemi kurmanın ana hedeflerinden birisi yakıt masrafindan, dğeryse, geleneksel güç kaynaklarının yol açtığı hava ve gürültü kirliliğinden kaçınmak olduğuna göre, böyle bir sistemde motor-jeneratör ne arıyor?"...



Üstte bir motor, altta jeneratör