



NASIL ÇALIŞIR

Türkan Yöney

Güneş Pilleri Nasıl Çalışır?

Protonları Elektronlara Çevirmek

Hesap makinelerinde, yol işaretlerinde, yollarda ki acil arama kulübeleri üzerinde, şamandıralarda, oto parklarda ve uydularda gördüğümüz güneş pilleri, foto = ışık, voltaik = elektrik sözcüklerinin bir araya gelmesiyle fotovoltaik olarak adlandırılan, elektrikselsel olarak birbirine bağlanmış ve bir çerçeve içinde paketlenmiş, güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren piller ya da modüllerdir.

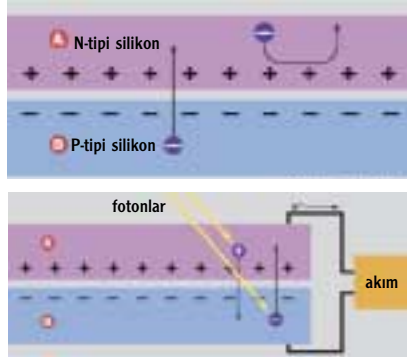
Fotovoltaik (PV) piller, günümüzde yaygın bir biçimde kullanılan silikon gibi yarı geçirgen özel maddelerden yapılır. Temel olarak, bu pile ışık çarptığında, belli bir kısmı yarı geçirgen madde tarafından soğurulur. Bu, soğurulan ışığın enerjisinin yarı geçirgen maddeye geçmesi demektir. Enerji, serbestçe akmalarına izin verecek şekilde elektronları serbest bırakır. PV pillerinde, ışığın soğurulmasıyla serbest kalan elektronları belli bir yönde akmaya zorlayacak bir ya da daha fazla elektrik alanı da bulunur. Elektronların bu akışı, bir akımdır. PV pillerinin üst ve altına metal kontaktlar yerleştirilerek bu akımı dışarıya olarak kullanmak üzere çekebiliriz. Örneğin, bu akım bir hesap makinesini çalıştırabilir. Oluşan elektrik alanı ya da alanlarının sonucu olan pilin voltajı ile birlikte bu akım, güneş pilinin üretebileceği elektrikselsel gücü (yani vat) tanımlar. Güneş pilindeki temel süreç işte budur. Şimdi bir PV pili örneği olan tek kristalli silikon pili bakalım.

Güneş Pillerindeki Silikon

Silikonun, özellikle kristalin formundayken bazı özel kimyasal özellikleri vardır. Bir silikon atomunda, üç değişik kabukta düzenlenmiş 14 elektron bulunur. Merkezine yakın ilk iki kabuk tümüyle doludur. Oysa dış kabuk yarı doludur ve sadece 4 elektronu vardır. Bir silikon atomu her zaman son kabuğundaki elektronları 8'e tamamlamaya çalışacaktır. Bunu yapmak için de dört komşu silikon atomunun elektronlarını paylaşır. Her atom, komşusuyla el ele tutuşur ancak silikonda her atomun, dört komşusuyla da tutuşan dört eli vardır. İşte kristalin yapıyı bu özellik oluşturur ve bu yapı PV tipi piller için önemlidir.

Biz şimdi saf, katıksız kristalin silikonu tanımlamış bulunuyoruz. Saf silikon zayıf bir elektrik iletkenidir. Bakır gibi iyi bir iletken içinde bulunmadığından, silikonun hiç bir elektronu hareket etme serbestisine sahip değildir. Onun yerine tüm elektronlar kristalin yapı içinde hapsolmüşlerdir. Güneş pili içindeki silikona saf değildir; diğer atomlar silikon atomlarıyla katılmış haldedir, böylelikle işleyiş biraz değişikliğe uğrar. Silikon katıksız olmazsa pillimiz çalışmaz. Bu katıksızlık aslında kasten yapılmıştır.

Saf silikona, örneğin ısı cinsinden bir enerji eklenmesi, birkaç elektronun bağlarından kurtulup atomlarını terk etmelerine ve aralarında birer boşluk kalmasına neden olur. Bunlar, kristalin kafesinde içine düşecekleri başka boş delikler arayarak dolaşmaya başlarlar. Bu elektronlar serbest taşıyıcıdır ve elektrik akımı taşıyabilirler. Bunlardan çok az sayıda taşıdığı için, saf silikonun bu açıdan pek kullanışlı olduğu söylenemez. Fosfor atomlarıyla katıksız hale getirilmiş silikonumuzdaysa "fazladan" fosfor atomları, bağlı olmadıkları için serbest kalmak için çok az bir enerji yeterli olur ve sonuç olarak bu elektronların çoğu serbest kalarak saf silikonda olandan çok daha fazla sayıda serbest elektrik akımı taşıyıcı-



sı ortaya çıkar. Fosforla katılanmış silikona, serbest elektronların hakimiyetinden dolayı N-tipi (negatif) silikon denir.

Aslında, pillimizin sadece bir bölümü N-tipidir. Diğer bölümü ise, dış kabuğunda dört yerine üç elektronu bulunan bor ile katılmıştır; buna da P-tipi (pozitif) silikon denir. P-tipi silikonda serbest gezinen elektronlar yerine, serbest delikler vardır. Delikler aslında, elektron eksikliğinden kaynaklı olup, karşıt (pozitif) yük taşırlar ve elektronlar gibi gezinirler.

N-tipi silikon ile P-tipi silikonu bir araya getirdiğinizde işler ilginçleşmeye başlar. Her PV pilinde en az bir elektrik alanı vardır. Elektrik alanı olmaksızın pil çalışmaz ve bu alanın oluşması için N-tipi ve P-tipi silikonların birbirine teması gerekir. Temas olduğunda N tarafındaki serbest elektronlar, P tarafında içine girecekleri delikleri görüp, bu deliklere doğru delice hareket ederler.

Daha önce silikonumuz elektrikselsel olarak yüksüzdü. Fazladan elektronlarımız, fosfordaki fazladan protonlarla dengelenmiş, eksik elektronlarımız (delikler) da bordaki eksik protonlarla dengelenmiş durumdaydı. Delikler ve elektronlar, N-tipi ve P-tipi silikon birleşiminde birbirlerine karşıtıklarında bu nötrlük bozulmuş olur. Bütün serbest elektronlar, tüm serbest delikleri doldurur mu? Hayır. Eğer öyle olsaydı, bütün bu düzenlemelerin bir yararı kalmazdı. Tam eklemledikleri noktada, birbirlerine karışır, N tarafındaki elektronların P tarafına geçmesini giderek zorlaştıran bir bariyer oluşturmaya başlarlar. Sonuçta, dengeye ulaşılır ve iki tarafı ayıran bir elektrik alanımız olmuş olur. Bu elektrik alanı, elektronların sadece bir yöne doğru hareket edebildikleri bir diyet gibi davranır.

Işık Pile Çarptığında Ne Olur?

Fotonlar halindeki ışık, güneş pillimize çarptığında, enerjisi elektron-delik çiftlerini serbest bırakır. Yeterli enerjiye sahip her foton, normalde tam tamına bir elektronu serbest bırakır; dolayısıyla da bir delik oluşur. Eğer bu, elektrik alanına yakın bir yerde gerçekleşirse, ya da serbest elektronla serbest delik onun etki alanı içinde dolanyorsa, elektrik alanı elektronu N tarafına, deliği de P tarafına yollayacaktır. Bu durum elektrikselsel nötrlüğün daha da bozulmasına neden olur ve eğer biz fazladan bir akım yolu sağlarsak, elektronlar bu yoldan akarak kendi taraflarına (P tarafı), elektrik alanının oraya yolladığı deliklere dolmak üzere gidecekler, giderken de bizim istediğimiz işi yapacaklardır. Elektron akışı akımı sağlar, pilin elektrik alanı da voltaja neden olur. Hem akım hem de voltaj olunca, bu ikisinin ürünü olan elektrik gücü ortaya çıkar.

Enerji Kaybı

PV pillimiz ne kadar güneş ışığı enerjisi soğurur? Ne yazık ki bu oran yaklaşık yüzde 25, hatta yüzde 15 veya altı. Neden bu kadar az? Görünür ışık, elektromanyetik izgenin (spektrum) yalnızca bir bölümüdür. Elektromanyetik ışınım tek renkli değildir; farklı dalga boylarından ve dolayısıyla da farklı enerji düzeylerinden oluşan bir alandır. Pilmimize çarpan ışık, farklı enerji düzeyinde fotonlardan oluştuğuna göre, bir kısmının elektron-delik ikilisi oluşturacak güce sahip olmaması anlaşılabilir. Bunlar, sanki saydammışçasına pilden geçip gidecekler. Öte yandan diğer bazı fotonlar da çok fazla enerjiye sahiptirler. Yalnızca elektron volt (eV) cinsinden ölçülebilen ve pillimizin yapılmış olduğu maddenin tanımladığı (enerji miktarı 1,1 eV olan kristalin silikon) belli miktarda enerji, elektronları serbest bırakacaktır. Buna malzemenin bağ aralığı enerjisi denir. Bir fotonunda gereken miktardan fazla enerji, boşta gidecektir. Bu iki etki nedeniyle, %70'lere çıkan bir kayıp söz konusudur. Bu kayıpları en aza indirmek için, pillimiz bir metal kontak ızgarasıyla kaplanır; böylece hem yüzeyin tamamı kapanmamış hem de elektronların rahatça ve hızlı hareket edebilmeleri sağlanmış olur. Bu durumda bile ızgaraya yakalanan ve yitirilen fotonlar olur.

Pili Tamamlıyoruz

Pili kullanıma hazır hale getirmeden önce birkaç adım daha var. Silikon oldukça parlak bir madde, dolayısıyla da yansıtıcı özelliğe sahip. Yansıyan fotonlar pil tarafından kullanılmayacağı için, yansımadan doğacak kayıpları %5'in altına indirecek şekilde yansımakarşıtı bir kaplama uygulanır. Son adımsa pili, dış etmenlerden koruyacak camdan çerçeveye almaktır.

Tek kristalli silikon, PV pillerinde kullanılan yegane malzeme değil. Maliyetleri düşürmek adına, çoklu kristalli silikon da kullanılıyor; ancak ortaya çıkan piller, tek kristalli silikon kullanılanları kadar verimli olmuyor.

Evlerde Kullanılabilir mi?

Bir evin elektrik gereksinimi, güneş panelleri sayesinde karşılanabilir mi? Bu mümkün; ancak işin içine alternatif maliyetler giriyor. Evlerin çatılarının güneş ışınlarını en verimli şekilde yakalayacak açıda inşa edilmesi gerekiyor. Güneşin her gün parlamadığı ve havanın kapalı olduğu günler de göz önüne alınırsa, güneş panellerinin sağladığı elektrik enerjisinin depolanabilir olması gündeme geliyor. Depolama işlemi de ancak akülerle sağlanabilir. PV modüllerinin ürettiği ve aküler aracılığıyla depolanarak her an kullanıma hazır hale getirilen elektrik, doğrudan akımdır; oysa evlerimizde kullandığımız neredeyse her şey alternatif akımla çalışır. Dolayısıyla bir de doğrudan akımı alternatif akıma dönüştürecek bir çeviriciye gereksinim çıkıyor ortaya. Yani bayağı bir donanım sözkonusu.

