

# GÜNEŞ ENERJİSİYLE ELEKTRİK ÜRETMEK

Güneş enerjisiyle ilgili **Levent Gülbahar** [*Ulusal Fotovoltaik (PV) Teknoloji Platformu Yürütme Kurulu Üyesi - Analtech İş Geliştirme Süreçleri Yöneticisi*] ile yaptığımız söyleşinin geniş bir özeti aşağıda yer almaktadır.



2007 yılı sonu itibarıyla Türkiye'nin toplam kurulu gücü 42.400 MW'dır. Bu kurulu güçle 197 milyar kWh bir enerji ürettik. Bu kurulu gücün dağılımına baktığımızda; bunun %30'u doğalgaz santrallerinden oluşmakta; % 20'si kömür santrallerinden; % 19'u petrol santrallerinden; %28'i hidroelektrik santrallerinden; %2'i küçük hidro, yani mikro diye tanımladığımız, akarsulardan elde edilen santrallerden elde ediliyor; % 1'in altında da rüzgar santralleri bulunmaktadır. Güneş enerjisi santrali ise sıfırdır. Bu 2007 verisi. Doğalgaz, petrol ve kömür santrallerini incelediğimiz zaman neyi görüyoruz? Türkiye maalesef %67 oranında hammadde tedarikinde dışa bağımlıdır.

Öncelikle, devletimizin, hükümetimizin enerji politikasını belirlerken, iki ana temele dayanması gerekir. Bunlardan birincisi yerli teknoloji, ikincisi yerli hammadde tedariki. Türkiye'deki santrallara baktığımızda büyük bir kısmını yerli teknolojimizle kurabiliyoruz, ya da servis destek verebiliyoruz. Ama geçenlerde bir nükleer santral ihalesi gündeme geldi. Bu tamamıyla ülkemizin mevcut olan teknolojisinin dışında ve ayrıca burada kullanılacak olan zenginleştirilmiş uranyum da yine tamamen dışa bağımlı bir kaynak durumunda.

Daha önce belirttiğim gibi kaynak tedarikinde Türkiye % 67 oranında dışa bağımlı. Pekala, bunun bize bedeli nedir? Türkiye 2007 yılı içinde çok büyük bir atılım gerçekleştirerek, 100 milyar dolarlık bir ihracat rakamına ulaştı. Ama bu arada sadece elektrik üretimi için gereken doğalgaz, petrol ve kömür için ödediğimiz para tam 33 milyar dolar. Yani 100 milyar dolarlık ihracatın üçte birini biz sadece elektrik üretirken kullandığımız hammaddeye harcadık. Bu tek başına çok büyük bir kayıp. Bu parayı buraya vermeseydik bununla ne yapabirdik? Güneş enerjisi santrallerinden tam 4000 MW'lık bir sistem kurmak mümkündü. Bu kurulu gücümüzün % 10'u demektir.

Bunun yanında diğer riskler nelerdir? En önemli hammaddenin kesilmesi riski. Rusya, İran ve Azerbaycan bize bu doğalgazı, petrolü vermezse Türkiye soğukta kaldığı gibi, bir de karanlıkta kalacaktır. Bütün sanayi duracaktır. Bu bakımdan bu riski yerli kaynak tedarikiyle ortadan kaldırmamız gerekir.

Bu konuda dünya ne yapmış? Dünyada 2006 yılı verileriyle toplam kurulu güç 14 TW (Terra Watt) ve enerji üretimi ise 15.665 milyar kWh'dir. Buna karşılık 2050 yılında ihtiyaç ne olacak? 14 TW'lık kurulu gücün 30 TW'a çıkarılması, yani mevcut kurulu güçten daha fazla yatırım yapılması gerekiyor.



Fosil yakıtlar artık yavaş yavaş tükeniyor. Bu kaynakların yerine "tükenmeyecek" olan kaynakların kullanılması gerekiyor. Yenilenebilir diye telaffuz ettiğimiz, dönüştürülebilir, karbon emisyonunu artırmayan, çevreye zarar vermeyen enerji türlerini kullanmamız gerekiyor. Dolayısıyla Türkiye'de ve dünyada yeni yatırımların da yenilenebilir enerji kaynakları kapsamında olması gerekiyor. Bunlar; rüzgar, güneş, bir kısım hidrolar, yakıt pilleri, bio yakıtlar da bunlardan sayılabilir.

Enerji açısından, dünyadaki gelişim hangi yönde? Şu anda en büyük yatırım ve kapasiteler rüzgarda gözükmektedir. 2007 yılı sonu itibarıyla baktığımız zaman dünyadaki kurulu rüzgar santral gücü 90521 MW. Bunun 21.800 MW'ı Almanya'da kurulu, 16.842 MW'ı Amerika'da kurulu, 13.915 MW'ı İspanya'da kurulu. Hindistan, Çin, Danimarka, Fransa ve diğer ülkeler de sırasıyla geliyor. Bu rüzgar santrallerinin toplam enerji kurulu gücündeki oranına baktığımızda, örneğin Danimarka %21,4'le en çok rüzgarla enerji üreten ülke. İspanya % 8,8, Portekiz %7, Almanya % 6, Hindistan %1,7... Türkiye sıralamada yok.

Türkiye'deki toplam rüzgar kurulu gücü yaklaşık 1500-1600 MW civarında. Toplam kurulu güneş gücü ise sadece ve sadece 1,5 MW. Türkiye'de 2007 Kasım ayında rüzgar ihalesi yapıldı. Lisans başvuru tutarı 78.000 MW. Bir kere biz burada bir şeyleri abarttık ya da yanlış bir şey yaptık. Yani dünyanın toplam rüzgar kurulu gücünün 90.500 MW olduğu bir yerde, 78.000 MW'lık bir başvuru, Türkiye için abartılmış bir rakamdır. Gerçeğe baktığımızda 10.000-15.000 veya 20.000 MW'lık bir kapasitenin olduğunu görebiliriz. 6 m/s rüzgar hızının üstünde olan kapasiteye baktığımızda da en fazla 10.000-15.000 MW'lık bir kapasiteyi gösteriyor. Pekala bu 78.000 MW nereden çıktı? Birçok firma lisans almak için başvurdu ama araya "çantacılar" da girdi veya mükerrer yerlere lisanslar istendi; aynı yeri birkaç firma talep etti. Sonuçta bu hata düzeltilerek ilk etapta 2500 MW'a lisans verildi, büyük bir ihtimalle 2009'da da belli bir kısım daha verilecek. Şu anda da 1000 MW'lar civarında yeni santraller kurulmakta. Evet



Türkiye için rüzgar santrali bir çözüm; ama burada olabilecek maksimum yatırım bence 10.000-15.000 MW'ı geçmez ve geçmemesi de lazım.

Rüzgar santralleri her ne kadar çevreci olsa da, 3 MW ve üstü türbinlerin karasal ortamda ekolojik dengeyi olumsuz etkiledikleri gözüküyor. Şöyle ki, pervanenin yarattığı türbülans dolayısıyla oradaki bitki örtüsünde, özellikle

böceklerin; kelebeklerin ve arıların yaşamlarının değiştiği ve bölgeden göç ettikleri anlaşılıyor. Doğal olarak tohumlanmayı ve yeni bitki örtüsünün yeşermesini engelliyor. Bu yüzden ki, özellikle Avrupa ülkeleri "off-shore" dedikleri büyük sistemleri denize kurdu.

Bunun yanında güneşe bakacak olursak, Türkiye güneşte ne yaptı? Maalesef güneş enerjisi bugüne kadar güneşlenmek için, bronzlaşmak için kullanılmış. Bunun yanında güneşten sıcak su elde eden güneş kolektörleri çok iyi bir yerde (Bu ne kadar doğru kullanılıyor, çevreyi görsel olarak ne kadar kirletiyor? O ayrı). Türkiye bugün sıcak su elde eden güneş kolektörleri kapsamında Çin'den sonra dünya ikincisi. Toplam 10 milyon metrekareden daha fazla bir yüzey var. Biz bu alanın yerine gerçek PV modül dediğimiz güneş pillerini koysaydık ne olurdu? Bu yüzeyle 1000 MW'ın üstünde bir kapasite yaratabilirdik.

Güneşten sıcak su elde etme bilincinin yavaş yavaş daha teknolojik olan güneş pilleri ya da CSP diye tanımladığımız konsantratörlü güneş sistemlerine aktarılması lazım. Önümüzdeki 7-8 yıl içinde toplam kurulu kapasitenin iki katına çıkartılması, yani 80.000 MW kurulu güce erişilmesi gerekiyor. Fakat bugün enerji yatırımları yapılmıyor. O zaman bizim yenilenebilir teknolojilere hızlı bir şekilde yatırım yapmamız gerekir.

2007 yılında dünyadaki güneş enerji kurulu gücü 9200 MW. Bunun Avrupa'daki kısmı 4200 MW. Bunun %39'u Almanya'da, % 23'ü Japonya'da, % 9'u Amerika'da % 4'ü İspanya'da, % 1'i İtalya'da, % 0,3'ü Çin'de, % 0,3'ü Fransa'da, % 0,3'ü Portekiz'de ve % 0,3'ü Yunanistan'da. İlginç olan şey şu: Almanya bir kuzey ülkesi. Japonya bir kuzey ülkesi. Hemen hemen toplam kurulu güneş santrali gücünün % 50'den fazlası bu iki ülkeye ait. Bu ülkeler geleceği görüp, geleceğe nasıl zarar verdiklerini görüp, kömüre, petrole, doğalgaza, hatta nükleere yatırım yapmayarak yenilenebilir teknolojilere yatırım yapmaya başlamışlar.

Biraz önce bahsettiğim 9200 MW güneş enerjisine, 2008'de 3100 MW daha eklendi. 2009 yılında 4300 MW eklenecek. 2010'da 5600 MW daha ekleniyor. 2011'de 6900 MW daha eklenecek. Hiçbir sektörde olmayan hızlı bir gelişme söz konusu. Her sene kendini % 35-40 büyüten bir pazar.

Türkiye 1,5 MW lık bir yerde duruyor. Bu 1,5 MW'a baktığımız zaman, en büyük kurulu güce sahip firma TürkTelekom; 500 KW kapasitesinde. Bundan sonrasındaki en büyük miktar Muğla Üniversitesi'nde var; 94 KW'la.

Araştırma amaçlı kurulmuş (Bu üniversite bu konuda çok büyük araştırma ve geliştirme çalışması yapmakta). Bir sonraki Ege Üniversitesi'nde bulunuyor. Diğerleri de küçük küçük firmalar tarafından işletiliyor.

Türkiye bu işe pek fazla girmemiş? Almanya'nın almış olduğu enerji yaklaşık 950-970 kWh/m<sup>2</sup>'dir. Türkiye'de ise yaklaşık 1500-1600 kWh/m<sup>2</sup>. Yüzde 65-70 gibi bir oranla, biz Almanya'dan daha fazla enerji alabiliyoruz. Almanya bu kadar az enerji almasına rağmen bunu neden kurmuş? Biz niye kuramadık? İşte burada biraz devletin teşvikleri ve politikaları devreye giriyor. Özellikle Almanya'da ve yeni yeni başlayan güney Avrupa ülkelerinde devletin üreticilerden yüksek bedellerle enerjiyi alması söz konusu. Bu alım bedeli bugüne kadar Türkiye'de kilowatsaat başına 5,5 Euro/cent, Almanya'da ise 45-50 Euro/cent'tir. Yaklaşık 10 katı. Yunanistan 40 Euro/cent, Bulgaristan 35-40 Euro/cent: Avrupa'daki bir çok ülke yaklaşık 30-35'le başlayıp 40-50 Euro/cent'e varan rakamlarla üreticiden bu enerjiyi alarak ve hatta 20 yıl alım garantisi vererek ve hatta bankalarla ve kredi kurumları kanalıyla 15-20 yıllığına kredi imkanı açarak ve bunu 6 yıl geri ödemesiz yaparak teşvik ettiler. Bunun yanında, örneğin İtalya'da 2010 sonuna kadar her konutun 1 KW'lık yenilenebilir enerji sistemi kurması zorunluluğu getirildi.

Bize bugüne kadar aktarılanlar, bakanlıkla yaptığımız görüşmeler doğru sonuçlanırsa Türkiye'de bundan sonra 25 Euro/cent'e enerji satılabileceği görülüyor. Hatta yerli teknoloji ile üretilmiş PV panellerden oluşan güneş enerji santrali kurulursa kWh başına 0,7-1,5 Euro/cent ilave yapılabileceği belirtilmekte. Bunun yanında, 10 yıl alım garantisi olabileceği belirtildi, ancak bunun 20 yıla çıkarılması gerekir. Küçük üreticiler için eskiden 200 KW'a kadar olan lisanssız üretim yapabilme sınırı, yeni değişikliklerle 500 KW'a kadar artırılıyor. Kendi çiftliğine, tarlasına, işyerine enerji tesisi kuran firmalar enerji fazlasını satabilecekler. Enerji bakanlığımızdan aldığımız bilgilere göre 3 milyon konut projesi başlatılacak. Burada her konutun 1 KW'lık sistem kurmasıyla 3000 MW'lık bir rakama ulaşacağını görebiliriz. Yine bunun yanında, Türkiye'de GSM operatörlerinin 32 - 33 bin civarında bulunan baz istasyonlarının %65'i "yeşil saha"daki istasyonlardır. Buralara konulacak güneş ya da rüzgar-güneş karışımı hibrit sistemlerle enerji problemleri çözülecektir.

Güneş teknolojilerinden de bahsetmek gerekirse; Bu alanda birçok teknoloji türleri var. Birinci jenerasyon diye tanımlanan kristal silikon güneş pilleri var. Bunlar da kendi içinde iki ana sınıfa ayrılıyor. Mono ve poli, yani multi kristal. Bunların verimleri de yaklaşık olarak %15-17 civarında dolaşiyor. Şu anda maliyetler biraz yüksek. 3 Euro/Wattlık civarında. Ama 2010-2011 yıllarında silikon kalınlığının 180-200 mikrondan 120 mikronlara düşürülmesiyle maliyette de 1/3 oranında azalma hedefleniyor. Verimlerinin de % 20-22'lere çıkarılması hedefleniyor.

İkinci teknoloji, ince film teknolojisi diye geçiyor. Burada da muhtelif alt kırılımlar ve her teknolojinin kendi içindeki

verimlilikleri var. İnce filmin dezavantajı, verimlerinin % 6'larla % 12'ler arasında olmasıdır. Ama maliyetleri ise çok daha düşük. Kristal silikona göre 1,5-2 Euro civarında. Hacmin, ağırlığın ve boyutun önemli olmadığı yerlerde, açık alanlarda ince film teknolojiler tercih ediliyor ve kullanılıyor.

Üçüncü Jenerasyon'da çalışmalar devam ediyor. Bunlar daha piyasaya verilmedi. AR-GE amaçlı çalışmalar yürütülüyor. Teknoloji gelişme aşamasında. Bunlar da organik diye tanımlanan PV'ler. Verimler çok düşük; % 5-9'lar arasında. Ama maliyetler çok çok düşük. Bunlarla cama uygulama yapabiliyorsunuz. Gelecekte, büyük ofis binalarının dış cephe kaplamaları bunlardan yapılabilecek. Hemen hemen maliyetler binadaki cam maliyetlerine eşit oluyor. Bir bina sadece camlarından kendi enerjisini üretebilecek.

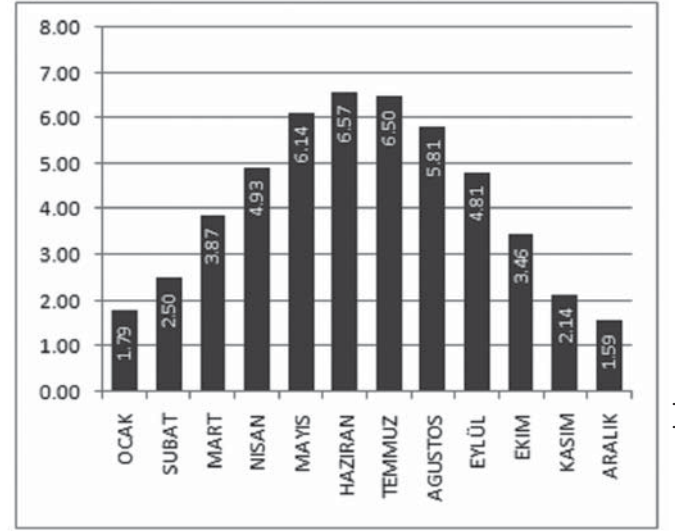
(...)

Güneş enerjisinin bir başka avantajı daha var. Genelde elektrik enerjisi büyük santrallarda üretiliyor, taşıma hatlarıyla tüketicilere ulaştırılıyor. Örneğin Keban'da üretilen bir enerjinin İstanbul'a taşınması sırasında % 8 civarında hat kayıpları oluşuyor. Toplamda bu hat kayıpları Türkiye'ye 2 milyar dolara mal oluyor. Bu enerjiyi tüketildiği yerde üretebilirsek hat kayıplarını en aza indirebiliriz. Bu nedenle güneş enerji sistemlerinin kullanıcılar, yani küçük tüketiciler tarafından yerinde üretilmesi, taşıma hat kayıplarının önlenmesini getirecektir.

Güneş enerjisi açısından, en yoğun alan Güneydoğu, Akdeniz Bölgesi, İç Anadolu'da Konya civarında bir bölge, daha sonra da Ege Bölgesi'nde bir kısım var. EİEİ (Elektrik İşleri Etüt İdaresi) 256 istasyonda Türkiye'nin Güneş Haritası'nı çıkartmaya çalışıyor.

Güneş pillerinin konulacağı alanlar sadece en çok güneş alan ve sıcak olan Akdeniz bölgesi değil. Güneş pilleri rutubetten negatif etkileniyor. Hatta çok yüksek ısıdan da negatif etkileniyor. En ideal gözükten yer Konya'da bir

Ay İçerisindeki Bir Günlük Toplam Güneşlenme Süresi



Kaynak :EİEİ

bölge. Orada güneş yayını var; rüzgardan dolayı sıcaklık çok fazla değil ve rutubet yok. Burada maksimum verim elde ediyorsunuz. Bu anlamda ideal güneş alanları, en çok güneş alan yer demek değil. Türkiye'de en çok güneş alan bir bölge var. 1600-1650 kWh/m<sup>2</sup>lik bir alan bu. Bu alanın toplam boyutu da, 4600 km<sup>2</sup>. Bu alana güneş panelleri koyabilirsek, tam 54 300 MW'lık bir kurulu güç elde edebiliriz. Türkiye isterse, hiç bir nükleer santral, hiçbir termik santral, kömür, doğalgaz, petrol santralına gerek kalmaksızın kendi enerjisini sadece ve sadece -teorik bir değer ama- güneşten sağlayabilir. Böylesi bir potansiyel var bizde.

**Levent Gülbahar:** 27 Eylül 1957 Ankara doğumlu, İstanbul Erkek Lisesi'nden (1968-1975) sonra İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik - Elektronik Fakültesi - Elektronik ve Haberleşme bölümünden mezun oldu (1975-1980), daha sonra aynı fakültede lisansüstü çalışması yaptı ve 1982 yılında elektronik yüksek mühendisi oldu.

21

## GÜNEŞ EVLERİ NEDİR?

Geleceğin evleri diye de adlandırılan güneş evlerinde; ısıtma, soğutma, aydınlatma gibi tüm enerji ihtiyacı güneşten karşılanacak, yerin 3 metre altında (yaklaşık 15 derecede) yüzlerce metre dolaştırılan su borularından alınan enerji klima gibi kullanılabilir ve hatta güneşten elde edilen elektrik enerjisinin fazlası da enerji şirketlerine satılabilir. "Güneş evi" olarak da anılan bu tip evlerin, dünyada örnekleri var. Türkiye'nin ilk güneş evi ise geçtiğimiz aylarda Diyarbakır'da tamamlanıp hayata geçirildi. Güneş Evi, başta güneş enerjisi olmak üzere, rüzgardan, toprağın ısısından ve başka doğal kaynaklardan yararlanarak kendine yeten ev olarak tanımlanıyor.

Diyarbakır Güneş Evi projesi; Diyarbakır Büyükşehir Belediyesi, Dicle Üniversitesi ve Güneydoğu Sanayici ve İşadamları Derneği (GÜNSİAD) ortaklığında, mali açıdan Avrupa Birliği tarafından, teknik açıdan ise Birleşmiş Milletler Kalkınma Örgütü (UNDP) tarafından desteklendi.

Vaillant Türkiye'nin, binanın çatısına yerleştirdiği 24 adet 162 wh kapasiteli güneş pilleriyle saatte 3.88 kw elektrik üretiliyor. Bu elektrik 100 wattlık bir ampulün 38 saate kadar yanmasını sağlıyor. Bu enerji; aynı anda kullanılan çamaşır makinesi, buzdolabı, bulaşık makinesi, TV ve aydınlatma ihtiyaçlarına da cevap verebiliyor.

Güneş evlerinin bir özelliği de, "çift saat uygulamasına" geçilmesi halinde üretim fazlası enerjiyi devlete satabilecek olmaları. Almanya'da bu sistemle çalışan sertifikalı 3 binden fazla ev bulunuyor. Bu konutlar kendi enerjisini üretiliyor, artanı ikinci saat uygulaması üzerinden devlete satıyor. Ülkemizde de gelecekte "artı enerji konutları" olacak. Diyarbakır Güneş Evi'nin danışmanı Çelik Erengözgin, "çift saat uygulaması" milli politika olana kadar, TEDAŞ'tan enerji almayan yeni yapılanmalarda bu tür elektrik üretiminin hiçbir hukuki engeli olmadığını belirtiyor. Oto-produktör olma koşuluyla, hem ürettiğini hem de TEDAŞ'ın elektriğini kullanma olanağı var. Isıtma ve soğutma amaçlı kullanım için ise izin gerekmiyor.