

# HEDEF, GÖKYÜZÜYLE KUCAKLAŞAN ÇATILAR

**Muğla Üniversitesi Rektör Yardımcısı Prof. Mehmet Güneş ve Fizik Bölümü Araştırma Görevlisi Rüştü Eke, üniversitede yürütülen çalışmalarını Bilim ve Teknik ile paylaştılar**

**RG: Güneş arabaları için bir çağrı yaptık; çok güzel bir şey oldu, iyi ses getirdi; dinamizm getirdi, güneş enerjisi alanında bir farkındalık yarattığımızı düşünüyorum; ama görüyoruz ki bu paneller, yani bir güneş arabasında güneş enerjisinin itkiye dönüştürülmesini sağlayacak en önemli parça dışarıdan geliyor. Oldukça pahalı. Biz bunları ne zaman yapacağız, yapabilecek miyiz?**

- Bunları yapabilmemiz, Türkiye'deki Pazar payına bağlı. 3 megawatt'lık bir pazar payı, Türkiye'de olduğunda, Türkiye de üretimi gerçekleştirebilir.

**- 3 megawatt deyince, evlerde de kullanılmaya başlamış anlamını mı çıkaracağız?**

- Toplam Pazar payı bu olduğunda, yani evlerde kullanıldığında.

**-Bu Pazar nasıl oluşturulur?**

-Evlerde kullanım için daha fazla teşvik gerekir. Almanya'nın ya da diğer Avrupa ülkelerinin yaptığı gibi.

**-Bu miktar kaç evin ihtiyacını karşılar?**

-3 megawatt dediğimizde yaklaşık olarak 1000 evin ihtiyacını karşılar. Çünkü bir evin ihtiyacını 2,5-3 kW'lık bir sistem rahatlıkla karşılar..

-Biz burada Muğla Üniversitesi yerleşkesi içinde güneş enerjisi kullanımının çeşitli ve verimli uygulamalarını gerçekleştirdik. Bunları, bir güneş enerjisi araştırmacısı olan rektörümüz Prof. Dr. Şener Oktik anlatacaktır. (Bkz: çerçeve)

Şimdi biz bunlardan sonra laboratuvar alanına geçerseniz, diğer çalışmamız buradaki güneş panelleri. Dışarıdan satın alındı. Bunu şebekeye monte edip, diğeri de Muğla bölgesinin çevre koşullarına göre farklı maddelerden yapılmış güneş pillerinin yıl boyunca performansını incelenerek, hangi tür malzemenin, Muğla bölgesine en uygun malzeme olacağını belirten çalışma arkadaşımızın doktora çalışması. Bunun yanında biz bunların üretimlerini ve temel karakterizasyonlarını da burada yapmayı hedefledik. Buradaki ince filmde başlayarak, ince filmin üretilmesi, daha sonra prototip güneş pillerinin yapılması ve standart güneş pili, güneş ışınımı altında bunların karakterizasyonlarının ve verimlerinin çıkarılması.

Bu konuda benim yurtdışında yapmış oldu-

ğum doktora çalışması, "amorf silisyum bazlı güneş pillerinin genel karakteristikleri üzerinde. Şu an amorf silisyum güneş pillerine ilave olarak, silisyum nanokristal yapıdaki formu güneş pilleri için daha verimli ve gelecek için önemli. Bu konuda bizim Avrupa'da, Almanya'nın Münih Araştırma Merkezi'yle başlatmış olduğumuz temel bir çalışma var. Üretilen filmlerin fiziğini anlatıyor. Büyütmeye koşullarının sonucunda "hangi koşullarda en iyi kalitede film elde ediyoruz?" Türkiye'deki güneş piliinde elektrik akımlı voltajı sağlayan yük taşıyıcıların özellikleri, malzemenin yapısına göre. Biz bunları karakterize etmeye çalışıyoruz. Bu karakterizasyonda, mikroyapı, elektronik ve optik karakterizasyon ve bunlardan malzemenin en iyi kalitede olduğuna emin olduktan sonra biz güneş pili yapmaya ve bu güneş pillerini de daha sonra portatif ya da geniş yüzeyde uygulamalarına geçmeyi hedefliyoruz.

Problemin birincisi tamamlandı. Bu yıl Nisan ayında TÜBİTAK ve Almanya bunu desteklemişti. Şimdi projenin ikinci aşamasını yapmaya başladık. Şimdi bir Alman üniversitesinin de katıldığı bir üçlü bir araştırma projesi geliştiriyoruz. Bunun yanı sıra TÜBİTAK'a sunacağımız projelerimiz de var. Ve yapmak istediğimiz şu: Buradaki temel karakterizasyon laboratuvarlarımızda eksikliklerimiz var. Bunları tamamlayarak Muğla Üniversitesi'nde fotovoltik malzemelerin üretiminde ve karakterizasyonunda bir laboratuvara sahip olmak. Hem fiziğin anlatılması, elde edilen sonuçların nümerik-sayısal modellemelerinin yapılması konusunda çalışmalarımız olacak. Bu konuda Fotovoltik Grubu olarak Şener Hocamızın önderliğinde birbirimizi tamamlayan bir ekip olarak hedefimiz, önümüzdeki 5 yıl içinde sistemleri buraya kurmak ve burada prototip güneş pillerinin üretimini sağlamak istiyoruz.

Güneş pillerini Türkiye'de yapmak bizim için çok önemli. Bunun ilk basamağı da Ar-Ge'den oluşuyor. Şimdi mevcut teknoloji silisyum teknolojisi. Bu çok pahalı: tek kristal. Bunun yanında çoklu kristal var. Bunun da verimi %16 civarında piyasada. Tek kristalin laboratuvarında üretilen prototipinin verimi %30'ları aşmış durumda. Bunlar

genellikle uzay uygulamaları için kullanılıyor. Ama çok özel üretim yöntemlerle yapılan dizaynlarda elde ediliyor. Üstelik de Avustralya'daki grup bu konuda çalışıyor. Burada önemli olan ucuz olacak, kolay olacak, ve altlıklar (cam, plastik, çelik gibi) üzerine yapılabilecek ve montesi kolay olacak. Binanın bir parçası olacak; amaç o. Bunları burada üretmek.

**-Siz, bükülebilir esnek fotovoltik hücreler değil, sert rijid hücreler üzerinde çalışıyorsunuz galiba deney çalışmalarınızda.**

-Biz cam üzerine yapıyoruz, ama çelik üzerine de yapılabiliyor. Yaptığımız örnekler plastik de olabilir. Şimdi birkaç tanesi solar güneş pillerinin dizaynı var. Bu dizayna göre, ucuz altlıklar, alttabakalar üzerine bunu büyütebiliyorsunuz, bu büyütmeye işlenişinde bir dolu problem var: Yüzeye yapışma olsun, yük taşıyıcıların verimli bir şekilde toplanmaları olsun.

Aslında güneş pillerinde, fotovoltik elektrik üretim olayı çok kısa, 1, 1,2 mikron kalınlıkta oluyor. Malzemenin diğer kısmını sadece bir altlık olarak, diğer kısmı çöpe gidiyor.

Buradaki amaç sadece güneş pili verimli bir şekilde, spektrumunu tamamiyle soğurabilen 1 mikron ya da daha ince bir güneş pili. Bunun için ince film güneş pilleri, teknolojisi geleceğimizin teknolojisi olacak. Burada ana olarak silisyum yine başta: ince film silisyum.

**- İnce film şimdiki uygulamalarda yok mu?**

-Hayır, bir tek amorf silisyumda kullanılanlar ince film teknolojisi. Tekli kristal ya da çoklu kristal, bunlar ince film teknolojisi değil. Bu malzeme üretimi tamamiyle farklı bir teknoloji.

Burada tek kristal silisyum, amorf ve mikro kristal yapıdaki silisyum çok daha önemli. Baktığımızda tek kristal atomlar mükemmel dizilmiş. Burada amorf silisyum varsa, en önemli problem, güneş altında bozunuyor. Bozunmasının sebebi de, ışıkla yaratılan elektronik kusurlar var. Bunlar güneş verimini; ürettiğiniz %10'sa %5'lere düşürüyor birkaç yıl içinde. Yeni malzemeler mikrokristal ya da nanokristal yapıda. Bu nanokristal yapıda adacıklar var malzemenin içinde. Aralarında da amorf bölgeler var. Ama amorflla karşılaştırdı-

ğımız zaman, bu ışıkla yaratılan elektron kusurlar hemen hemen ortadan kalkmış ve bunu ince film olarak, 1mx1m cam ya da plastik üzerine büyütmemiz mümkün. Kavşakları yapmanız mümkün, ama şu an bu teknolojiye problemler var. Problem de şöyle: Malzemeyi optimum hale getirmek için hazırlık koşullarının birini değiştirdiğinizde malzemenin özelliği değişiyor. Güneş pilleri değişiyor. Şimdi bu çalışmalarımız ince film silisyum teknoloji üzerinde. Mikrokristal, nanokristal silisyum ince film malzemeler.

Bunun yanında amorf silisyum karbon alaşımı, amorf silisyum germanyum alaşımı, mikrokristal silisyum germanyum alaşımı, bunlar tabii içindeki mikro yapıyı değiştirerek çok farklı özellikler üretebilir. Bu ürettiğiniz özelliklerin fiziği çok ilginç. Bunun fiziğinin anlaşılması gerekiyor. Bizim bu konuda temel çalışmalarımız var. Yurtdışıyla, laboratuvarlarla ortak çalışıyoruz. Ortak projeler yapıyoruz. Çünkü bir sisteme dayanıklı bir çalışma yapmak mümkün değil. Onun için ortak çalışmalarımızla burada uluslararası bir fotovoltaik araştırma grubu ve araştırma projelerinin yapıldığı bir durum haline getireceğiz.

Gördüğünüz gibi güneş pili bu. Katmanlı. Altta bir çeliğin üzerine gümüş var, çinkooksit var, N tabakası var. Burada portakal renginde olan da esas güneş ışığını soğuran kısım. ....içinde bir iç



elektrik alanı yaratıp, ışıkla yaratılan elektronla boşlukları topluyorsunuz. Bu en basit güneş pili oluyor.

Bu tek kavşaklı. Bunun yanında, 1, 2, 3 kavşaklı yeni güneş pili dizaynları var. Ama bunlarında hep en önemli kısmı olan, güneşi soğuran kısmı. Güneş'in enerjisi çok geniş olduğu için mikrokristal, amorf silisyum güneş pili, silisyum germanyum değişik bant yapılarına, yasak enerji alanlarına sahip olduğu için bunları katmanlı yaptığınız zaman bütün spektrumu soğurma şansına sahipsiniz. Dolayısıyla Güneş'ten hiçbir şeyi zayi etmeden soğurduğunuz elektron boşlukları da verimli şekilde toplayabilirsiniz, o zaman güneş piliniz verimli olur. Toplayamamanızın nedeni de, bunun içinde oluşan elektronik kusurlar. Elektronik kusurlar bizim ışıkla yarattığımız bu boşlukları tekrar birleşme merkezi olarak davranıyorlar. Ve bu zamanda siz buradaki yük taşıyıcıları kay-

bediyorsunuz. Güneş pillerinin de verimi düşüyor.

Bunlar gerçekten yeni teknoloji. Türkiye bu teknolojiye sahip olmadan, yeni panellere sahip olamaz. Bu mümkün değil. En basitinden laboratuvarında sahip olacağız; bizim yurtdışında çalıştığımız laboratuvarlarda bu böyle. Bunları geliştirip, daha sonra sanayi bazına geçiş olur.

**-Bir hedef gerekiyor; vizyon derken onu kastediyorum. Diyelim bir şirket size yatırım yapmayı kabul etti; siz ne zaman "tamam, bu üretilebilir" diyeceksiniz? Akademik araştırmaların ucu yok; sürekli yenilenmek durumunda; ama bir yandan da ihtiyaç var. Temiz enerji kullanımı gerekli. Bu nedenle ne zaman "tamam kardeşim ver parayı başlıyoruz ortak olarak" diyeceksiniz? Ve neyle? Yani hedef ne? Monokristal silisyum panelini mi bekleyeceğiz, polikristalle mi başlayacağız?**

-Hedef kesinlikle monokristal.

**- Ne zaman yapacağız?**

-Altyapının olgunlaşması, burada bunu yapabilecek bir üretim laboratuvarı, ilk hedefimiz.

**- Yani özetle bizim daha laboratuvarlarımızı geliştirmemiz gerek?**

-Biz buna, altyapıya bir yatırım gerek diyelim.

**- Ne kadar yatırım? Maliyeti?**

-Bir milyon dolarlık bir alt yapı gerektiriyor. Başındaki bilim adamını, uzmanı eğitmek gerekiyor.

-Evet, bir de ucuz altlık üzerine yapıyorsunuz. Bu çok önemli. İsteddiğiniz esnek malzemelerin üzerine, plastiğin üzerine, kauçuğun üzerine o tür şeyleri yapabiliyorsunuz. Binanın tepesine bunu monte ediyorsunuz. Şu an bunun maliyeti ötekilerden yüksek, onun için rekabet edemiyor.

**- Hedef, bunu da rekabet edebilir maliyete getirmek?**

- Şimdi bizim kullandığımız araştırma merkezlerinde de küçük bazda, bunların prototip ürünleri yapıp, knowhow, yani bilgi üretiliyor ve kuruluşlara "evet, bizim ürettiğimiz standart güneş altındaki verimi bu" deniyor. Bizim amacımız da bu. Bunu gösterebilmek. Bize bir hayırsever para verirse, (DPT'ye de bir proje hazırlıyoruz zaten,) ama burada bunu üretmek. Mesela bir başka tane daha var. Kızgın tel yardımıyla ince film büyütme sistemi bu. Ve Türkiye'de bu teknoloji yok. Bu teknolojiyi diğer teknolojilerle birlikte getirebildiğinizde, bütün katmanları farklı "depositor" sistemleriyle yapıyorsunuz. Ve "benim ürettiğim güneş pilim" diyebilirsiniz. Başlangıçtan bu noktaya gelinceye kadar arada Ar-Ge var, fiziksel yoğunlaşma olarak, yapılacak çok şey var. İnce filmlerin çok ayrıntılı karakterizasyonları, fiziksel modellerin iyice anlaşılması gerekiyor. Bizim yaptığımız ortak çalışmada, 8-10 farklı tekniği kullanıyorsunuz. Ve kullandığınız bu tekniklerle elde ettiğiniz sonuçlarla bu verimi nasıl artırıyorsunuz? İnanın bu yaptığımız çalışmalar sonucunda belirlediğimiz o parametre uzayındaki bölgede üretilen güneş pilleri, en yüksek güneş pilleri verimini, en yüksek akımı verdi. Bunları biz rapor ettik. Ama çalışmalar daha devam ediyor. Çok fazla bilinmeyenler var. Ama gelecekte..

**- Mehmet Hocam, bu sayının kapak yazısını Türkiye'de güneş enerjisi çalışmalarına ayırırken, Güneş arabalarıyla da örtüşsün istedik. Benim merak ettiğim, polikristal, nanokristal, tamam ama insanlar "ben bunu evimin çatısına ne zaman koyabileceğim" diyor. En basitini. Yani üretim talebi gerekirse, var işte. Bir de güneş arabaları üretmeleri için çocuklara coşku verdik; istiyoruz ki gidip de onbinlerce dolar harcayıp, falanca yerden alacağı yerde, daha basit olsa da Türkiye'den alabilsinler. Hangi sene? Üretimle yönelik çalışmalar ne aşamada?**

-Bizimki temel çalışma olduğu için biz burada gerçekten bir prototip ürün üretmek istiyoruz. Sanayici ilgilenirse, bu tabii yerel değil, birlikte, dış sanayisiyle birlikte olur. Şu anki çalışmalar, mesela bizim yurtdışındaki gruplar, şirketlerle birlikte çalışıyoruz. Bunu Türkiye'de yapmak için bir alt yatırım yapmamız gerekiyor.

**-Tamam, 1 milyon dolar siz yatırım yaptınız, araştırma da birlikte olacak. Ondan sonra üretim için yatırım ne kadara çıkıyor? 1000 evli "güneş kasabası", pilot kasaba yapacağız.**

-O kısma geldiğinizde rekabetiniz yurtdışı firmalarıyla, Yani bizim Türkiye'de üretim bakımından hiçbir altyapımız yok. Şu ana kadar hiçbir yatırım yapmamışız. Sadece laboratuvarlarda Ar-Ge, karakterizasyon üzerine yatırımlarımız başlamış durumda. Kenan Hoca'nın yaptığı çalışmalar, paneller dışarıdan alınmış. Türkiye'de bir yatırım olacaksa, dış ortam koşullarının performansının ayrıntılı karakterizasyonları yapılması gerekiyor. Şimdi şu sene demek çok zor. Her şey yatırıma bağlı. Ama bir yerde yapılan yatırım, bunun geri-

**- Yani size bir destek, devlet ya da bir hayırsever, misyon sahibi çıktı, "dile benden ne dilersem: bir milyon dolar verdim sana" dedi. Yeter mi bu?**

-Prototip üretimleri yaparız. Ve standart, 10 cm X 10 cm cam üzerine, katmanlı güneş pilini yapıp, evet burada ürettiğimiz sistemin, ilk yaptığımız güneş pilinin verimi şu, %3' de olabilir. Ama önemli değil. Bu sistemi kullanarak ne yaparız? Fiziğini araştırırız, ve bu güneş pilinin verimini %10'lara, şu anki markette neyse ona çıkarmaya çalışırız.

**-%16 galiba, değil mi?**

%16 olan çoklu kristaller, ince filmlerde %9-12 civarında. İnce film silisyumdaki güneş pillerinin verimi %9-12 civarında.

**- Üstünlüğü ne?**

-1 dakikada bir katmanı yapıyorsunuz. Enerjiyi az soğuruyorsunuz.

- Enerji az, hızlı üretim.

beslemesini, geri dönüşünü 5-10 yılda verir.

Yatırım yapacak firmalar var. Fakat firma diyor ki: "yatırımı yapayım, üreteyim, ama bu ürünü kimlere, ne kadar yılda satacağım?" diyor.

- Kim mesela?

-Büyük şirketler var birkaç tane. ENKA büyük firmalardan. Bunun yanında ismini gizleyenler de var. Ama şu an bunu Türkiye'de satacak durumları yok. Almanya'da mesela talep var. Talep olduğunda fiyat düşüyor. Ama ürün sıkıntısı başlıyor. Ama bizde o yok.

- Ama bizde de talep var. Yani mal olmadığı için talep yok görünüyör. Hiç kuşku yok, gözlemlediğim kadarıyla teknolojiye düşkün bir halkız. Menfaat de giriyor araya, üç kuruş ucuz elektrik mal etsem, bunu kullanırım diyor insanlar.

-Bu konuya örnek verebilirim. Sürekli gelenler oluyor bize bu konuda. Emekli bir postacı kırık bir modül bulmuş, bununla bağ evindeki elektrik ihtiyacını karşılıyor. "Yanına bir tane daha ek nasıl koyarım" diyor.

Bir başkası böyle bir sistemi annesi babası için dağ başına yaptığı evde düşünüyor.

-Bu yazının ana fikri de bu. 10 yıl sonra Türkiye'de isteyen yerli üretim alabilecek mi?

Burada devletin desteği önemli. Şu anda siz

çatınıza sistemi kurup, elektrik şebekesini bağlayabilirsiniz. Fakat devletin desteğiyle bir alma verme söz konusu. TEDAŞ bunu alacak mı? Yasal düzenlemeler gerekli. Kampüs alanı içerisinde kendi sistemimizde olduğu için bunu yapabiliyoruz.

- O daha kolay çözümlenebilecek bir şey; enerji açığı olduğu için Türkiye'de. Yani çok büyük bir sorun olacağını sanmıyorum. Endüstri sübvansiyonu bulabilir. "Almanya'da galiba öyle" değil mi?

Almanya'da siz elektrik üretiyorsunuz, ürettiğinizi sizden 50 cent'e alıyor. Buna karşılık temiz enerji sağlamış oluyor. Fosil kaynaklardan sağladığı için asıl kullandığı elektriğin birim maliyeti 9-10 cent'tir. Yani 1'e 4, 1'e 5 gibi oranlarda alınıyor.

Şimdi bu aşamaya gelmemiz 50 yıl oldu. 1954'te silisyum güneş pili yaptığımız zaman, 50 yıldan beri bütün ülkelerde, özellikle Japonya, Almanya, Amerika bu konuda gerçekten çok büyük yatırımlar yapıyorlar. 5-10 yılın ürünü değil. 1980'lerden beri amorf silisyum, ince film silisyumda o kadar yatırımlar yapılıyor ki.

- Mesela ne kadar?

Milyar dolarlar vardır. Hem laboratuvarında, hem üniversitede. Japonya'da şirketler de var. ABD'de de birkaç şirket var. BP Solar, United Solar System var. Sanyo var.

- Mesela Petrol Ofisi ilgileniyor diyelim

-İlgileniyorsa bu konuda samimi olacak, kesintiye uğramayacak.

- Samimi diyelim. "Fotovoltaik çatılar yapılması için 1000 evi donatabilirim, hadi gel kuralım" dedi. Ne kadar yatırım gerekir?

-Neyi yapacak? Elinde knowhow'ini satın mı alacak, kendi mi üretecek?

-Diyelim kendi üretecek.

5-10 yıllık bir zaman lazım. Ar-Ge zamanı.

- 10 yıl çatı diyorum. Ar-Ge bir yandan yapılın da , eski de olsa, iş görür bir teknolojiye olana, %16'ya razı oldum ben.

-%16, herkesin takla attığı bir verim. İnce filmde %16 kararlı verim yakalanabilirse, bütün tek kristal silisyumların hepsini değiştiririz. Şu an verimde %10'larda geziyoruz. %11-12 dedim ve %13 verimde United Solar System'in 3'lükavşak güneş pilleri şu an satılıyor. %13'te bakın, eğer %16'ya erişirse ince filmlerin üretimlerinin çok olmasıyla, talebin çok olmasıyla, bunların üretimleri çok daha düşüğe, yani öbürüyle karşılaştırılabilir, rekabet edebilir bir seviyeye iniyor.

- 5-10 yıl. Peki maliyet?

- Şimdi birkaç yüz milyon dolarlık bir yatırım ülkenin yapması lazım. Sanayi bazında ince filmlerin büyütülebileceği bir teknoloji olmalı. Bu ger-

## Muğla Üniversitesi Temiz Enerji Kaynakları Araştırma Geliştirme Merkezi Çalışmaları

Muğla Üniversitesi Temiz Enerji kaynakları araştırma Geliştirme Merkezi; 12 Nisan 1996 yılında Prof. Dr. Şener OKTİK başkanlığında kurulmuş olup Muğla Üniversitesi Kampüsü içerisinde bölgeye ait güneş enerjisi potansiyelini belirleme çalışmalarına 1998 yılında başlamıştır.

2004 yılı verileri ile Dünya'daki yenilenebilir enerjilerin elektrik enerjisi üretimindeki payı %4 olup, aynı yıl elektrik enerjisi sektörüne yapılan yatırım 150 Milyar dolar iken hidroelektrik santraller hariç yenilenebilir enerji sektörüne 30 Milyar Dolar yatırım yapılmıştır (1). Son yirmi yıldaki Fotovoltaik sistem teknolojisindeki gelişmeler ile fotovoltaik sistem uygulamaları telekomünikasyon ve uzay çalışmaları ile sınırlı kalmayıp otonom sistem (şebekenin uzak yerlerde kurulan kendi kendine yetebilen sistemler) ve şebekeye bağlı sistemler olarak daha yaygın bir kullanıma ulaşmıştır. Güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine çeviren fotovoltaik sistemlerin şebekeye bağlı uygulamaları 2000 ile 2004 yılları arasında %60 artmış olup Avrupa, Japonya ve Amerika'da fotovoltaik çatı uygulaması sayısı 400 000'e geçmiştir. 2004 yılında yenilenebilir enerji sektöründe üretilen elektrik enerjisi, Nükleer santrallerde üretilen elektrik enerjisinin %20'ne ulaşmıştır (1). 2010 yılına kadar Yenilenebilir Enerjinin enerji üretimi içindeki hedeflenen payın ülkelere göre %5 ile %30 arası değişmektedir. (Örneğin AB25 için %21 Çin için %10) . Yenilenebilir enerjiler 15 gelişmekte olan ülke olmak üzere 48 ülkenin enerji politikalarında yer almaktadır. 32 ülke temiz enerji kaynaklarını dan üretilerek (hidroelektrik hariç) ve şebekeye

verilen elektrik enerjisi için özel tarife ile satın almaktadır (feed-in-tariff), aynı zamanda bu alanda yapılan yatırımlar için vergi teşvikleri, ucuz krediler, yatırım teşvikleri verilmektedir. 2005 verileri ile dünyadaki kurulu fotovoltaik güç sistemleri 3GWp yaklaşırken ortalama büyüme %25, pazar hacmi 8 Milyar dolar civarında olup Pazar büyüme hızı %17 civarındadır.

PV Elektrik Enerjisinin diğer kaynaklarla karşılaştırılmasında yapılan maliyet hesabına katılan parametreler BÜYÜK ÖNEM taşımaktadır. Metre kareye düşen yıllık güneş enerjisi 1500Kw-saat üzerinde olan bölgelerde küçük ve orta ölçekli PV sistemleri (10-100kW) için maliyet konvansiyonel elektrik enerjisi üretim maliyetlerinin üst sınırına yaklaşmakta olup Büyük ölçekli PV sistemleri için (1MW ve üstü) maliyet çok yakın bir gelecekte diğer kaynaklarla rekabet edebilecek durumdadır.

PV sistemlerinin devlet otoritelerine ve toplumuza geniş ölçülerde sağlıklı verilerle tanıtılmaması nedeni ile, ülkemizde yeterince desteklenmemektedir. Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli göz önüne alındığında, PV güç sistemleri bir çok farklı uygulamada çekici bir seçenektir. Yakın gelecekte yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının dünya enerji dengelerinde küçümsenemeyecek katkılarının olacağı ve PV sistemlerinin bu katkıda önemli bir payı olacağı, genel bir kabuünden yola çıkarak bu gelişmelere ayak uydurabilmek amacı ile "Güneş Gözes Teknolojileri" ve "PV Güç Sistemleri" ile ilgili 'bilgi-beceri (know-how)' birikiminin ülkemize taşınabilmesi için bu konuda bilimsel ve teknolojik pro-

jelerin üretilmesi devlet ve özel girişimcilerce özendirilmelidir.

Güneş enerjisi açısından şanslı bir konumda bulunan ülkemize fotovoltaik güç sistemleri çok sınırlı olarak girebilmiştir, 2005 sonu itibarı kurulu güç 1,5Mw değerini ancak aşmıştır. Fotovoltaik teknolojinin ülkemize taşınması ve insan kaynaklarının yetiştirilmesi için Muğla Üniversitesi Temiz Enerji kaynakları araştırma Geliştirme Merkezindeki çalışmalar güçlenerek sürmektedir.

2000 yılından başlayan 54 kW Gücündeki Şebekeye Bağlı Fotovoltaik Sistemin Muğla Üniversitesi Kütüphane Çatısına Entegrasyonu" isimli DPT projesi ile Muğla Üniversitesi yerleşkesi içerisinde toplam gücü 54kW olan çeşitli uygulamaların fotovoltaik sistemleri kurulmuştur. Bu Muğla Üniversitesi yerleşkesi güneş gözeleri ve sistemleri araştırmalarının geniş bir aralıkta yapıldığı ve çeşitli uygulamalarının bir arada görülebileceği Türkiye'deki en büyük Fotovoltaik Parkı konumuna gelmiştir.

Muğla bölgesinde ve Türkiye'de maliyet ve verimlilik yönünden ön plana çıkacak güneş gözesi tipini belirleyebilmek için farklı teknolojilerle üretilmiş dünya piyasasında öne çıkan sırasıyla Tek Kristal Silisyum, Çok Kristal Silisyum, İnce Film Amorf Silisyum ve CdTe ince film güneş gözelerinden oluşan 10kWp (standart test koşulları, STC: 1000W/m<sup>2</sup> güneş ışınımı ve 25°C hücre sıcaklığında) gücünde güneş gözesi sistemi Merkez Kütüphane Çatısı'na kurulmuştur. Sistem, yüzeye gelen güneş enerjisi değerine göre açık günlerde 60kWh, tamamen kapalı günlerde ise 3kWh ka-



Prof. Dr. Şener Oktik (arka sırada soldan üçüncü) ve çalışma arkadaşları.

dar elektrik enerjisi üreterek şebekeye aktarabilmektedir. Yaz aylarında Kütüphane binası'ndaki soğutma sistemleri tam kapasiteyle çalıştığı durumlarda günlük elektrik ihtiyacının yaklaşık %10'u güneş enerjisinden üretilen elektrik enerjisi ile karşılanabilmektedir. (resim 1)

Güneş gözelerinin performansının incelenmesi için karakteristik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla Kütüphane çatısı'na bu sistemin yanına çok kanallı bir ölçüm sistemi 2003 yılında kurulmuştur. Güneş gözeleri veya modül gruplarının performans parametreleri ölçülüp bir veri tabanında toplanmaktadır. Yakın gelecekte bu veriler ülkemiz ve dünyadaki bilim insanlarının kullanımına açılacaktır.. (resim 2)

Binaya entegre Fotovoltaik sistem uygulaması olarak Muğla Üniversitesi Yerleşkesi içerisinde bulunan "Türk Evi" öğrenci kafeteryasının çatısını 215 m2 büyüklüğündeki güney cephesinde 2003 yılında fotovoltaik çatı uygulaması yapılmıştır.. 25,6kWp kurulu güce sahip bina entegreli şebeke bağlantılı sistem ile yıllık toplam 35.000kWh'in üzerinde elektrik enerjisi üretilerek şebekeye aktarılmaktadır. 2006 yılı mayıs ayı sonunda sistemin kurulumundan itibaren 3 yılda ürettiği toplam elektrik enerjisi 102.000kWh değerindedir. (resim 3)

Bir diğer uygulamada ise 15kW güce sahip hibrit bir fotovoltaik sistemin kurularak Üniversite giriş kapısı önünde bulunan havuzların su pompalarının beslenmesi amaçlanmış ve güneş gözelerinin yerleşimi için en uygun alan olarak Muğla Üniversitesi Kongre Merkezi karşısındaki otopark alanı seçilmiştir. Hibrit olarak planlanan sistem halen şebeke ile uyumlu olarak çalışmakta olup şu anda sadece fotovoltaik kısmı devrededir, dizel jeneratör ve rüzgâr jeneratörü testleri henüz gerçekleştirilmemiştir. Mevcut haliyle sistem 2 saat otonom süresine sahiptir. (resim 4)

Güneş gözelerinin çevresel aydınlatma birimlerinde kullanımının örneği olarak da toplam

4kWp güce sahip 75Wp ve 85Wp tek kristal ve çok kristal silisyum güneş pilleriyle Muğla Üniversitesi yerleşkesi içerisinde çeşitli noktalara bağımsız aydınlatma direkleri yerleştirilmiştir. Her birinde 60 adet LED (ışık yayan diyot) bulunan 80 adet lamba 40 adet direğe bağlanmıştır. Muğla Üniversitesine girişi sağlayan Sıtkı Koçman Köprüsü üzerindeki 10 adet fotovoltaik aydınlatma birimi halkın bu konuya ilgisinin çekilmesine 2002 yılından bu yana büyük etken olmaktadır.. 17 adet PV aydınlatma birimi üniversite yerleşkesinde bulunan orman içerisindeki su deposu gibi kör noktalara yerleştirilmiştir. 23 direk ise orman içerisinde inşa edilen koşu yolunun aydınlatılmasında kullanılmıştır. (resim 5)

Dış ortamdaki hava durumunun ve bulunulan çevredeki rüzgâr potansiyelinin belirlenmesi için Merkez Kütüphane çatısına bir meteoroloji istasyonu kurulmuştur. Meteoroloji istasyonu ile güneş gözelerinin performansını belirlemede kullanılan çevre sıcaklığı, rüzgâr hız ve yönü, bağıl nem ve basınç ölçülmektedir. Ölçülen değerler Ammonit marka veri toplama ve depolama ünitesinde saklanarak işlenmek üzere bilgisayara aktarılmaktadır. (resim 6)

Yarı iletken aygıtlar olan fotovoltaik gözeler üzerinde temel araştırmalar büyüyen bir altyapı ile hergün güçlenmektedir. Muğla Üniversitesi laboratuvarlarında ayrıntılı olarak elektrik sel karakterizasyon, optiksel karakterizasyon, yapılabilmekte olup, yapısal belirleme ve kimyasal analizler de önemli ölçüde yapılabilmektedir..

Muğla Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenen ve devam eden bir başka proje ile de Muğla üzerindeki güneş ışınımının tayfsal değişimi ölçülmeye çalışılmaktadır. Muğla sınırları içerisinde linyit kömürüne dayalı termik santrallerden açığa çıkan ve çevreye yayılan gaz ve parçacıkların çevre kirliliğine olan etkisini güneş ışınımının değişik dalga boylarındaki tayfsal analizi yoluyla belirleyebilmek mümkündür. Ölçüm-

lerde, 200-1100nm aralığında her biri farklı dalga boyu aralıklarında ölçüm alabilen sekiz bölümden oluşan S2000 spektrometre kullanılmaktadır. Muğla üzerinde bulunan toplam O3, NO2, SO2, O2 ve aerosollerin dağılımının günlük ve aylık değişimler gösterdiği gözlenmiş, Muğla yöresindeki termik santrallerin bu değişimlerdeki etkisi olası bulunmuştur.

Güney Ege, Muğla İklim Koşullarında Güneş Enerjisi Kondenzasyonlu

Sistemiyle Çalışan Otomatik Kontrollü Keresite Kurutma Tesisinin Tasarımı, Kurulumu ve Kurutma Ekonomisinin Araştırılması isimli bir DPT projesi kapsamında 40 m3 iç hacme sahip, 40 m2 havalı güneş kolektörü yüzeyli yıllık 300 m3 kereste kurutabilme kapasitesine sahip bir kereste kurutma tesisi kurulması planlanmıştır. Bu projede, ısı pompası yardımıyla fırın kazançlarını artırılması ve katı atık yakıt takviyesi ile kış aylarında da kurutma yapararak malzeme deformasyonlarının en aza indirilmesi, çakıl deposu kullanılarak enerji kullanım etkinliğinin artırılması amaçlanmış olup teçhizatın montajı tamamlanmış ve deneysel verilerin alınmasına başlanmıştır. (resim 7)

Güneş ısı toplalarının, elektrik enerjisi elde edilmesinde de kullanılan TEC (Thermoelectric Collectors) sistemleri ile fotovoltaik hibrit diye adlandırılan elektrik üretiminin ön planda olduğu ve yan ürün olarak ısı enerjisinin üretildiği sistemler (PVHC), kojenerasyonun iki değişik amaçlı kullanımını belirtmektedir. 54 kWp şebeke bağlantılı fotovoltaik güç sistemleri çalışmalarına böylece kojenerasyon uygulaması ve ısı enerjisinin geri kazanımı yolu ile birleşik verimliliklerinin artırılması ile Araştırma Fonu tarafından desteklenen bu proje ile yeni bir boyut eklenmiş olacaktır.

Prof. Dr. Şener Oktik  
Muğla Üniversitesi Rektörü

çekten ayrı bir teknoloji, çünkü laboratuvarında ürettiğiniz prototip 10x10 cm; Ama endüstriyel üretimde yoğun proses denen bir yöntemle bir yerdan girecek, 3-4 proses içinde, 1 m çapında ya da plastiğin üzerinde üretilip çıkacak.

Bir Hollanda firması bu konuda çalışıyor. Plastikler üzerine güneş pillerinin gösterimini de yapmışlardı. Gerçekten bu konuda yatırımla birlikte dışarıdan teknolojiyi de alırsak çok pahalı olur. Teknolojinin geliştirilmesi inanın birkaç 10 yıllık bir şey.

Bu konuda hiçbir tarakta bezimiz yok. Sadece birkaç laboratuvarında ve üniversitelerde birşeyler üretilip karakterizasyonu yapılmaya, dışarıdaki mevcut projelere entegre olmaya çalışılıyor. Bu alanda "bir imza da biz atalım" şeklinde çalışmalarımız var. Ama bu denizdeki kum gibi bir şey. Bu Türkiye için çok önemli. Avrupa Birliği'nin standartları var. Fotovoltaik alanda şu kadar yatırım yapacaksınız diyor. Türkiye'de bu konuda yapılmış bir yatırım yok.

**-BTYK'ya bir işaret olsun denecekse, Ne kadar şirketlerin yapacağı yatırım?**

Birkaç yüz milyon dolarlık, yani şirketler teknolojiyi ancak o şekilde yapabilirler. Herhangi bir ticari ürüne baktığımız zaman 15-20 yıllık bir geçmişi var. O süredeki yatırımı bir anda yapmanız lazım ki, sizin o alana girmeniz ve bundan sonraki üretime oradan devam edebilmeniz lazım. Çünkü bugün dünyada hangi şirkete bakarsanız bakın, en az 10-20 yıllık yatırım yapmışlar. O süreç içerisinde çalışmışlar, ve verimlerini belli bir yöne getirmişler. Şu an ticari olarak piyasada bulduğumuz ürünler de o şekildedir. Bunlar bilgiye sahipler. Bilgiyi de kendileri üretmişler. Yani bu ABD'deki şirketler ya bilimsel araştırma bazında o patenti kendileri ürettiler. Onu satıyorlar şimdi dünyaya. %13 beklenen bir verim değil, ama daha laboratuvarında bir yandan "kazan kaynıyor" Onu da yukarılara çıkarmak için yeni malzemeler, modeller üretiliyor.

**-Siz silisyum (silikon) temelli güneş hücrelerinin daha ileri modelleri üzerinde yoğunlaşmışsınız. Niye Ege Üniversitesi'nde yapılan organik güneş pillerine ilgi duymadınız? Organik sorunu ne?**

Güneş spektrumunun çok dar bir kısmını soğuruyor. Ama yapımı çok kolay. Cama yapabilirsiniz. Modifiye edebilirsiniz. Soğurma enerjileri çok dar. Çoğunu zehir ediyorsunuz. Ama dediğim gibi yeni malzemeler üretilecek. Neler proses edilecek belli değil. Silisyumun yerine başka bileşik yarı iletkenler de olabilir. Hangisinin, araştırmayla öne geçeceği gelecek 10 yıl içinde bizim karşımıza çıkacak. Şu an bilmiyoruz.

**-Ege'de organik üzerinde ileri çalışmalar var değil mi?**

Evet; gerçekten bu işi bilen birileri de var. Prof. Dr. Sıddık İçli kimyacı; işin temelini biliyor. Zaten burada temel çalışmayı yapmadan işe kalkışmak mümkün değil. Bunun yanında elektrik, malzeme mühendisliği dizaynı gerektirir, kimya gerektirir Hepsinin bir arada olması gerekiyor.

Bir yandan da ürün teorisini yapan kişilerin çalışmasıyla oluyor.

Silisyum dünyada en çok bulunan 2. element. Denizde kum işte silisyum. Ve elektronik sanayinde bir anlayış var: "Eğer bir problem çözümlenecekse silisyumla çözülmeli." Onun için silisyuma yönelmiş durumda.. Çünkü mevcut teknoloji çok gelişmiş. Biz silisyumu malzeme olarak çok iyi anladık.Yeni fazlarını anlamaya çalışıyoruz. Bu mikro yapı değiştiğinde bütün özellikler değişiyor. Yük taşıyıcıların içindeki elektronik kusurların dağılımları, bütün özellikleri, hareketlilikleri, bunlar da bizim yaptığımız güneş pillerinin karakteristiklerini belirliyor. Dolayısıyla silisyum baskın teknolojsi olacak. Ama bunun yanında organik de filizlenebilir, bileşik yarı iletkenler de filizlenebilir.

**-Organik'in hammaddesi?**

-Organik'in hammaddesi ucuz tabii; ama soğurması işte..



Rüştü Eke

**-Kaç verimi?**

-%6-7'lerde. Başka sıkıntılar da var. Mesela kararlılık sorunu görece çözüldü. Şu anda %5,5-6'lara ulaşan verimler . Küçük değil, 10-15 cm<sup>2</sup>'lik defter boyutlarına yakın oranlarda modüller üretime geçildi. Ve dediğim gibi kararlılıkları da yavaş yavaş yükselmekte. Bunlar tam olarak diğer ticari güneş pilleri gibi yapılabildiğinde, kararlılıkları olduğunda piyasaya çıkabilecek.

**-Kararlılıktan kastınız ne?**

-Yapı bozuluyor. 3 ay sonra, ürettiğiniz yapı başka yapıya dönüşüyor. O zaman her şey gidiyor. İstiyoruz ki, şu an 100 Wattsa, 1,5 yıl sonra da 100 Watt olsun.

**-Silisyum bazlıda bu sorun yok, öyle mi?**

-Yok; 20-30 yıllık yaşam süreleri var.20 yıl önce aldığınız bir güneş pillinin o zamanki verimiyle şimdiki ölçtüğümde çok küçük farklılıklar var. O zaman %7 verim imiş, şimdi %6,5'lerde. Ve hala enerji üretebilir. Kararlılık dediğimiz şey bu.

**-Ege galiba Linz grubuyla (Avusturya) birlikte çalışıyor. Prof. Sarıçiftçi var bildiğim kadarıyla orada.**

Evet, onlar da tek başına değil. Bizim ilk etapta kurabileceğimiz elektriksel karakterizasyondur. Bilgi üretimimizi artırmak için arkadaşlarımız yurtdışındaki laboratuvarlara gittiler. Çalışıp, kendileri yeni ürünler yaptılar. Gerekse onlara da destek olarak, onların üretmiş olduğu güneş pillerini alarak geldiler. Burada testlerini yaptılar. Geçtiğimiz yıllarda Ukrayna'dan bir grupdan arkadaşımız geldi. Orada üretmiş olduğu güneş pillerini test etti. Bu sırada biz de ona yardımcı olduk. Aletlerimizi kullandı gitti.

**Neden Muğla bazı şeylerde daha iyi konumda?**

- Çünkü güneş ışığı bakımından gerek Avrupa'dan, gerekse Rusya'nın güneylerinden çok iyi konumdayız. Örneğin Viyana'yla karşılaştırıyoruz. 2 milyonluk, sanayileşmiş bir kent. Viyana'nın elektrik enerjisi ihtiyacını, kullanılabilir çatıların %50'sini kaplayarak toplam enerji ihtiyacının %10'unu güneş enerjisinden karşılamak düşünceleri var. Ama onların güneş enerjisi bizdekinden çok daha az. Yıllık toplam olarak verecek olursak; bizde birim alana 1680 kWh'lik güneş enerjisi gelirken, onlarda birim alana 1100 kWh'lik güneş enerjisi geliyor.Bizdekini 1800-1900'lara da çıkarmak olası. Ama orada 1100. Biz onlardan %50 daha kazançlıyız. Dolayısıyla Muğla'da biz Güneş açısından çok zenginiz. Onların yılda 30 gündür Güneş'i görebilecekleri zaman.

**-Bu bir avantaj. Maalesef parasal boyutu fazla değil, ama önemli bir şey.**

-Onlar da şunu istiyorlar. Biz burada ilk etapta bir test sistemi kuralım. Siz ürünlerinizi üretin, gönderin bize. Biz testini yapalım. Çünkü onlar dış ortamdaki testlerini bekleyecek olurlarsa birkaç yıl geçiyor.

**-Yetki sahibi bir konumda olsam, desem ki, "Bu güneş enerjisi ya da fotovoltaikler Türkiye'de üretilecek; elektrik üretiminin de %20-30'unu karşılayacak"**

-Yavaş yavaş olursa onlar kendiliğinden gelecektir.

**-Yetkili "Bu iş nasıl olacak? Anlat" dese, ne diyebilirsiniz?**

-Dünyada bu işin gelişimine bakacağız.

**-Para?**

-Evet, bu parada neler yapılmış? Çok farklı noktalarda öyle veriler konulmuş ki...

**-"10 yıl içinde yapın, bu işin başı da sensin" dedim...**

-Öncelikle sübvansiyonlar oluşmak zorunda. Kesinlikle devlet bir destekleme politikasına sahip olmalı. Farklı şekillerde olabilir.

**-10 Yılda piyasaya çıkmak için ne gerekiyor?**

-Devletin kesinlikle bir sübvansiyon sistemi geliştirmesi gerekiyor. Bu sübvansiyon sistemi için de dünyada farklı uygulamalar var. Bu örneklerden herhangi biri alınabilir. İkisini örnek ver-

mek istiyorum. Bunlardan birincisi Alman, diğeri de İtalyan modeli. Almanya'da olduğu gibi, sistemi kurarsanız, sistemin hiçbirşeyine karşmaz; fakat sistemden ürettiğiniz enerjiyi diğer kullandığınız enerjiye göre 4 kat, 5 kat daha fazla fiyattan sizden alabiliriz şeklinde devlet garanti verebilir. Veya İtalya'da olduğu gibi...

#### **-4-5 kat daha pahalıya alıyor mu Almanya?**

-Alıyor. 9-10 cent'e satıyor, fakat 40-50 cent'e geri alabiliyor. Tabii fotovoltaik enerjiyi farklı orandan alıyor, rüzgardan üretilen enerjiyi farklı. Temiz enerjilere farklı kotalar uygulanmış, çünkü her birinin maliyetleri değişik...

İtalya'da uygulandığı gibi de olabilir. İtalya diyor ki, 20 kW'lık güce sahip bir sistem kurarsanız, sistemin % 75 maliyetini ben karşılarım. Yani siz bunu belgelediğiniz zaman % 75'ini ben size öderim, ondan sonra da herhangi birşeyine karşmam diyor. Bu da bir sübvansiyon yöntemi. İşte bizim de bunlara bakarak kendimize göre bir model geliştirmemiz lazım. Ülkemizin ekonomik şartlarına göre bu modellere yakın bir modeli tercih etmemiz lazım. Avrupa'da yakın bir zamanda elektrik üretip satan şirketlere şu getirilecek: Diycekler ki -yeşil sertifikalar o zaman sözkonusu olacak- 'siz enerji üretiyorsunuz, satıyorsunuz ama bu enerjinin belirli bir oranını temiz enerjilerden üretmek zorundasınız. Üretmiyorsanız, o zaman üreten, o yatırımı yapmış bir başkasından, para verip onun sertifikasını almak zorundasınız. Yani siz üretmiyorsunuz, ama üreten bir başkasından alıyorsunuz; kirliyorsunuz bir başka deyişle. Önümüzdeki 10-20 yıl içinde bunlar Avrupa'da yerine oturacak, orada oturunca biz de AB ile müzakerelere başlamış, bu süreç içerisindeki bir ülke olarak biz de yavaş yavaş getireceğiz.

#### **-Yani ne getireceğiz? Teknoloji.**

-Yavaş yavaş bunları artık biz kendimiz istemesek bile, bu doğrultuda, AB'ye girecek ülkeler içerisinde, aday ülkeler içerisinde yer aldığımız için, bunları oradan zorlamalarla yapmak zorunda kalacağız. Diyecek ki Avrupa, 'sen elektrik enerjisi üretiyorsun, bunun belirli bir oranını -%3, %5, %8 her ne kadarsa- temiz enerjilerden karşılamak zorundasın.' Tabii bizim barajlarımızdan, hidroelektrik santrallerimizden belirli bir kısmını karşıladığımız için, bir sıkıntımız görünmüyor.

Ama alt birimler olarak güneşten, rüzgardan ve diğerlerinden koyulduğunda, o zaman bazı şeyler farkedecek. Biz de ilk etapta güneşe bu öncelliği vermeliyiz. Tabii fotovoltaik, en pahalı elektrik enerjisi şu anda. Yani rüzgardan, hidroelektrikten, diğerlerinden pahalı. Ama biz de şanslı bir bölgedeyiz, bir güneş kuşağında yer almaktayız, enerjiye sahibiz. Muğla için konuşuyorum - Avrupa'da sadece İtalya'nın en güney kısmı, Sicilya bölgesi ve Fransa'nın Korsika bölgesi, İspanya'nın da en güneyi bizimle aynı güneş enerjisine sahip. Aynı kuşakta yer alıyoruz. Diğer bölgelerin güneş enerjileri bizimle kıyaslanamayacak ölçüde. Dolayısıyla bu maliyetlere de yansıyor. Yani bir sistemi kurduğunuzda, Almanya'da, 30 yılda kendisini amorti ediyorsa, bizde 15 yılda ediyor. Orayla öyle bir ki-

yaslamamız sözkonusu. Veya bir başka deyişle birim maliyete geçecek olursanız Almanya kWh'ini 1,5 euro'ya malediyorsa, biz 70 cent'e. Değerler itibariyle konuşursak, bizde 16-17 cent'e maledebiliriz. Almanya'daki sistem kWh'ini 40 cent'e malediyorsa, biz bunu -Muğla ya da İzmir- 20-25 cent'e maledebiliriz. Tabii şöyle birşey de var. Bu sistemler büyüklüklerine göre de değişiyor. Yani siz 3 kW'lık bir sistem kurarsanız maliyetiniz farklı oluyor, 50 kW'lık bir sistem kurarsanız farklı oluyor. Sistem boyutu büyüdükçe maliyetiniz düşüyor. Çünkü firmalara gittiğiniz zaman, bana bir güneş pili lazım dediğinizde, kaç tane diye soracak. Siz 1 tane dediğinizde farklı fiyat veriyorlar, 50 tane dersiniz farklı. Genellikle dünyada 1 farklıdır, 2-8 arası farklıdır, 8-40 veya 50 arası farklıdır, 50'yi geçtiği zaman, zaman isterler, üreticisinden özel fiyat alırlar, ona göre yaparlar. Ö. en son olarak Ege'deki sistemi örnek vereyim...



#### **-Birim dediğiniz ne?**

-Modül... 1 metrekairelik, 150 W'lık bir modül düşünün. 150-160 W. En son yaptığımız işlem konusunda -ben de içerisinde bulundum- Ege'deki sistemden bahsedeyim. 11 kW'lık bir sistem kuraçığımız dediğimizde, ben özel fiyat alayım, üreticisiyle görüşeyim dedi firmalar. İlk etapta net bir rakam veremediler.

#### **-Anladığımız kadarıyla alıp rafa koymuyor, talep üzerine üretiyor.**

-Büyük bir bölümü o şekilde. Alıp rafa koyanlar da var ama bu, şirketlerin büyüklük ölçüsünde. Çoğu şirket zaten talep oranında çalışır. Kapasitesi vardır, siz talebinizi yaparsınız, o talebe göre üretir, verir.

#### **-Şirket kendi altyapısıyla üretiyor değil mi?**

-Türkiye'de bulunan şirketlerden sadece bir iki tanesinin haricindekiler, hep yurtdışından çalışıyorlar. Herşeylerini yurtdışından alıyorlar -bir ithalat firması gibi- bir araya getirip montajını yapıp satıyorlar. Türkiye'de İzmir'de bir şirket var, o da hücreleri, yani az önce bahsettiğimiz 10'a 10 veya 16'ya 16 boyutunda dediğimiz hücreleri alıp bunu kendi laboratuvarlarında iç bağlantılarını yapıp modül haline getirip onun laminasyonunu yapıp, modül olarak satabiliyorlar. Türkiye'de şu anda bir tane şirket var. "Orijin Solar". İzmir'de. Kendi laminatörü var. Fethiye'de bulunduğunu söyledi görüşmelerimizde. Fethiye'de bir atölyesi var. Gözeleri ithal ediyor; bunu zaten şu anda Türkiye'de yapmak mümkün değil, ama az önce hocamın da bahsettiği yatırımları yapabildiğimiz zaman... Yeter ki bunu yapabilelim. 10 santimetrekairelik yapalım, % 3 olsun, ama bunu geliştiririz dedi. Geliştirmede, % 12, 13, 15 verimlere çıkabildiğinde, artık biz bunu piyasaya verebiliriz. Burada üretirsiniz, öbür şirket sizden alır, iç bağlantılarını yapar, lamine eder ve piyasaya sürer.

#### **-Ege'de de laminasyon (koruyucu kaplama) yapılıyor bildiğim kadarıyla...**

-Ege'de de laminatör var, O firmayla gereken teması yaptık, birtakım işlemler sonucunda ürün alındı, geldi, şimdi bir başka firmadan hücreler alınıyor, yani gözeler geliyor, arkadaşlarımız laboratuvarında gözelerin bağlantılarını uygun şekilde yapıyorlar, lehimlemelerini çok dikkatli şekilde yapıyorlar, ve istedikleri boyutta lamine edip modül halinde bunları piyasaya sürme şansına sahibiz. Tabii ilk etapta kendi ihtiyacımız için bu yapıldı.

#### **Tüketici Dağıtıcı Anlaşması**

-Burada iki tür sistem var. Birincisi, bir bir anlamında, yani maliyetler anlamında destekler olabilir. Burada kuruluş aşamasında sübvansiyon yapılmaktadır. Ondan sonra da sistem der ki, sizin ürettiğinizle benim ürettiğim ve benim sattığım, enerjidir. Sen 100 üretmiş 105 tüketmişsen, 5 tüketmişsin, bu 5'in parasını vereceksin. Veya diğer sisteme göre, 150 üretmişsin ama 100 tüketmişsin, o zaman o 50'nin parasını size çek olarak geri verir. Yani 50'lik bir kotanız olur orada, onun parasını alırsınız. Ama normal tarifeden alırsınız. Bir diğer sistemde de, bu da çift sayac sistemi, kuruluşunda hiç birşeye karşmaz. Yani sistemin inсталasyonuna, kuruluş maliyetine hiç karşmaz, der ki siz temiz enerji üretiyorsunuz, dolayısıyla sizin ürettiğiniz enerjiyi normalden pahalı olarak, örneğin kWh başına 40 cent, 30 cent'e alıyorum, ama ben, sizin benden aldığımız enerjiyle 10 kWh'e satıyorum. Gelir, ay sonunda veya yıl sonunda sizin sayacınızı kontrol eder, siz ne tüketmişsiniz, ne üretmişsiniz. 105 birim üretmişsiniz. 105 birimi 40 cent'ten hesaplar. Diğer sizin tükettiğinizi de, 80 birime 80 birimi de 10 cent'ten hesaplar -tabii bunlar varsayımlı rakamlar- sonuç olarak sizin artınız vardır, eksiniz vardır, ikisini örtüşdürür, size kalan neyse geri vereceği, onu verir.