

FOTOVOLTAİK PRENSİBİYLE GÜNEŞ ENERJİSİNDEN ELEKTRİK

ÜRETİMİ

Niyazi DEMİRCAN¹, Zehra ALAKAVUK²

Akdeniz Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Çevre Mühendisliği Bölümü, Arapsuyu-ANTALYA

ndemircan@akdeniz.edu.tr ; niyazidemircan@yahoo.co.uk ; zalakavuk@yahoo.com

ÖZET

Dünyada büyük ölçüde fosil yakıtların kullanılıyor olması, çevre sorunlarını önemli ölçüde artırmıştır. Günümüzde fosil yakıtlar denildiğinde akıllara fosil yakıtlardan kaynaklanan hava kirliliği ile beraber, fosil yakıtların tükenmekte olması, artan enerji ihtiyacı ve bunun çevre açısından daha büyük sorunlar yaratabilecek olma tehdidi, bizi yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya yönlendirmektedir. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında karşılaşılan bazı teknik sorunların çözümlenebilmesi için zamana ihtiyaç vardır ve bu da söz konusu geçişin kısa bir sürede olamayacağını göstermektedir. Türkiye'nin, güneşlenme süresi açısından avantajlı durumda oluşu göz önüne alındığında, güneş enerjisinin kullanım alanı daha da arttırılmalıdır. Isısal güneş enerjisinin kullanımı açısından ülkemiz dünya dördüncüsü durumundadır. Ancak elektrik enerjisi üretim ve kullanımı amaçlı fotovoltaik pillerin imalatı ve yaygınlaştırılması açısından bakıldığında aşılması gereken mali ve teknolojik engeller bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Güneş Enerjisi, Fotovoltaikler, Türkiye'nin güneşlenme süresi

ABSTRACT

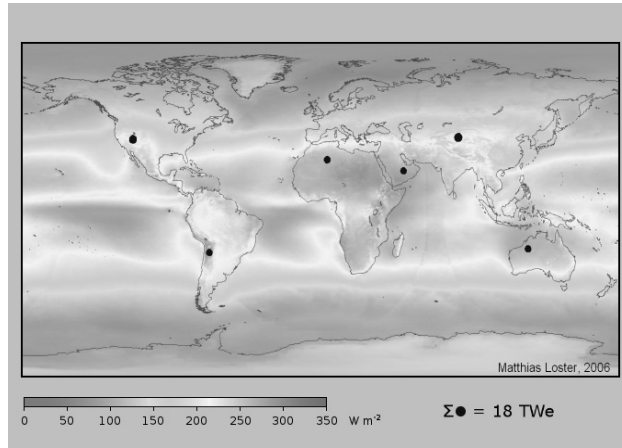
Usage of large scale non-renewable energy sources increases vital environmental affairs in the world. Today great changes have taken place in people's mind about threat of non-renewable energies. Not only about environmental threats like air pollution makes people anxious now. Limited amounts of non-renewable energy sources are incoming threats for the world by increasing energy demand. Therefore tending renewable energy sources which have few environmental effects are more advantageous in all respects. Turkey is the third common user of thermal solar energy of the world. But there are some financial and technical difficulties about using photovoltaics for producing electricity. However solving some technical problems like efficiency needs time and this situation explains that transition period will take some while.

Key Words: Solar Energy, Photovoltaics, Turkey's sunny period

1. GÜNEŞ ENERJİSİ VE KULLANIM ALANLARI

Yarıçapı, Dünya yarıçapının 109 katı (yaklaşık olarak 1,4 km) ve kütlesi dünya kütlesinin 330 000 katı olan, yüksek basınçlı ve yüksek sıcaklıklı, çoğunluğu hidrojenenden oluşan bir gaz karışımı küre biçimindeki Güneş, Dünyadan 150 milyon kilometre uzaklıktaki bir yıldızdır. Toplam enerji rezervi 1.785×10^{47} J olan bu yıldız daha milyarlarca yıl bu şekilde ışınmasını sürdüreceği öngörüldüğünden, Dünya için sonsuz bir enerji kaynağıdır. [1]

Dünyanın tüm yüzeyine bir yıl boyunca düşen Güneş enerjisi 1.22×10^{14} TET (ton eşdeğer taşkömürü) veya 0.709×10^{14} TEP* (ton eşdeğer petrol) kadardır. Bu değer, Dünyanın bilinen kömür rezervinin 157 katı, bilinen petrol rezervinin 516 katıdır. [1]



Şekil 1: Dünyanın solar aydınlanma haritası[3]

Güneş enerjisi, elektrik üretimi amacı ile güneş kolektörleriyle toplanır. Yaklaşık bir evin çatısına eşit 100 m^2 alanlı kolektör 70 kW 'lık güç kaynağı demektir ki, bu kolektörden bir günde sağlanabilecek enerji, %40 verime sahip olduğu varsayılırsa 180 kw-Saat ya da 55 litre petrol eşdeğeri veya bir adam kütlesindeki taşkömürü eşdeğeridir. Ancak en etkili güneş kolektörlerinin verimleri % 10 ile %20-25 arasında değişmektedir. [1]

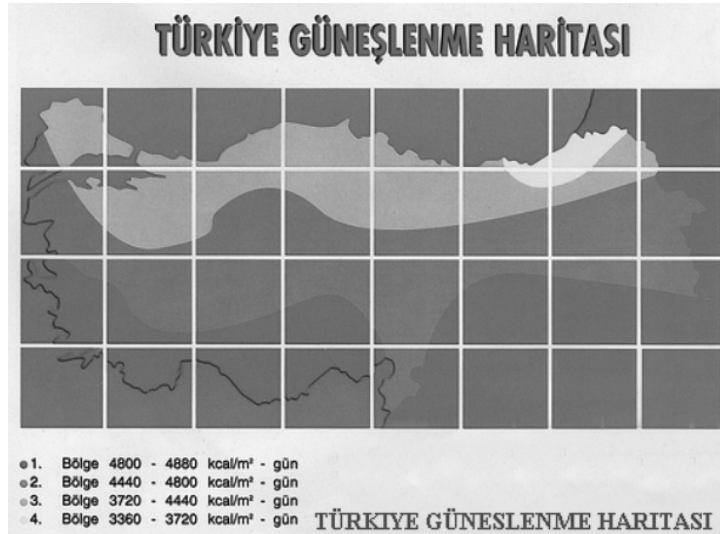
2. GÜNEŞ ENERJİSİ KONUSUNDA TÜRKİYE'DEKİ MEVCUT DURUM

Ülkemiz, coğrafi konumu nedeniyle sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre şanslı durumdadır. Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan bölgesi Güney Doğu Anadolu Bölgesi olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir. Türkiye ısıl güneş enerjisi üretimi ve kullanımı açısından Çin, ABD ve Japonya'dan sonra dünya dördüncüsü durumundadır. Ancak elektrik enerjisi üretim ve kullanımı açısından bakıldığında aşılması gereken mali ve teknolojik engeller bulunmaktadır.

Çizelge 1: Aylara göre Türkiye güneş enerji potansiyeli ve güneşlenme süresi değerleri⁽²⁾

AYLAR	AYLIK TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ		GÜNEŞLENME SÜRESİ
	(Kcal/cm ² -ay)	(kWh/m ² -ay)	(Saat/ay)
OCAK	4,45	51,75	103,0
ŞUBAT	5,44	63,27	115,0
MART	8,31	96,65	165,0
NİSAN	10,51	122,23	197,0
MAYIS	13,23	153,86	273,0
HAZİRAN	14,51	168,75	325,0
TEMMUZ	15,08	175,38	365,0
AĞUSTOS	13,62	158,40	343,0
EYLÜL	10,60	123,28	280,0
EKİM	7,73	89,90	214,0
KASIM	5,23	60,82	157,0
ARALIK	4,03	46,87	103,0
TOPLAM	112,74	1311	2640
ORTALAMA	308,0 cal/cm ² -gün	3,6 kWh/m ² -gün	7,2 saat/gün

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünde (DMİ) mevcut bulunan 1966-1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti verilerinden yararlanarak EİE tarafından yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışınım şiddeti 1311 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir. [2]



Şekil 2: Türkiye'nin güneşlenme haritası [4]

Türkiye'nin en fazla güneş enerjisi alan bölgesi Güney Doğu Anadolu Bölgesi olup, bunu Akdeniz Bölgesi izlemektedir.

Çizelge 2: Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi değerlerinin bölgelere göre dağılımı [2]

BÖLGE	TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ (kWh/m ² -yıl)	GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/yıl)
G.DOĞU ANADOLU	1460	2993
AKDENİZ	1390	2956
DOĞU ANADOLU	1365	2664
İÇ ANADOLU	1314	2628
EGE	1304	2738
MARMARA	1168	2409
KARADENİZ	1120	1971

3. GÜNEŞ PİLLERİNİN YAPISI VE KULLANILAN MALZEMELER

Güneş pilleri (fotovoltaik piller), yüzeylerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarıiletken maddelerdir. Bu enerji çevriminde herhangi hareketli parça bulunmaz. Yüzeyleri kare ya da dikdörtgen şeklinde biçimlendirilen güneş pillerinin alanları genellikle 100 cm² civarında, kalınlıkları ise 0,2-0,4 mm arasındadır.[5]

Güneş pili yapımında kullanılan malzemelerin verimlilik durumları oldukça önemli değişkenler olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüz elektronik ürünlerinde kullanılan transistörler, doğrultucu diyotlar gibi güneş pilleri de, yarı-iletken maddelerden yapılırlar. Yarı-iletken özellik gösteren birçok madde arasında güneş pili yapmak için en elverişli olanlar, kristal silisyum, galyum arsenit, kadmiyum tellür gibi maddelerdir. Güneş pili yapımında kullanılan bu maddeleri ve verimlerini kısaca inceleyecek olursak;

3.1. KRİSTAL SİLİSYUM

Kristal silisyum kullanılarak üretilen güneş pillerinin Tek kristalli ve Çok kristalli gibi çeşitleri bulunmaktadır. Tek-kristal silisyum malzeme, güneş pili üretiminde yüksek verim için kullanılan malzemelerden biri olmakla birlikte, üretim maliyeti yüksektir.[5]

Tek kristal Silisyum bloklardan üretilen güneş pilleri laboratuvar şartlarında %24, ticari modüllerde ise %15'in üzerinde verim elde edilmektedir. Çok kristalli malzemelerde ise verim, laboratuvar şartlarında %18, ticari modüllerde ise %14 civarındadır.[2]

3.2. İNCE FİLM GÜNEŞ PİLLERİ

Yapılan ARGE çalışmaları ile yarı-iletken malzemenin geniş yüzeyler üzerine ince film şeklinde kaplanması yöntemi çekici bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır. Bu çalışmalar, güneş pilleri üretiminde kullanılacak birçok yarı-iletken malzemenin düşük maliyetlerde cam, metal ya da plastik folyo gibi tabakalar üzerinde geniş yüzeylere kaplanabileceğini göstermiştir.[5]

Verimlilikleri %18'lere kadar çıkmış olan ince film güneş pillerinin uzun dönem kararlılıklarının istenilen düzeylere ulaşmamış olması, üretici firmaların kararlılıklarını etkilemektedir.[5]

İnce film güneş pilleri arasında üç büyük aday öne çıkmaktadır. Bunlar; amorf silisyum, kadmiyum ve tellür elementlerinden meydana gelen birleşik yarı-iletken kadmiyum tellür ve bakır, iridyum, selenyum elementlerinin bir aralığı olan bakır iridyum-diselenid bileşik yarı-iletkenidir.[5]

Kristal yapı özelliği göstermeyen Amorf silisyum pillerden elde edilen verim %10 dolayında, ticari modüllerde ise %5-7 mertebesindedir.

Çok kristal yapıda bir malzeme olan Kadmiyum Tellürid (CdTe) ile güneş pili maliyetinin çok aşağılara çekileceği tahmin edilmektedir. Laboratuar tipi küçük hücrelerde %16, ticari tip modüllerde ise %7 civarında verim elde edilmektedir. [2]

Laboratuar şartlarındaki küçük alan Bakır indiyum diselenid (CuInSe₂) pillerin verimliliği %18'e ulaşırken, 900cm² yüzey alana sahip modüllerin verimi ancak %15 dolayındadır. [5]

3.3. MİKROKRİSTAL SİLİSYUM

Mikrokristal silisyum ince film malzemeler ekonomik bir şekilde ileri teknoloji prosesleri ile üretilebilen, çevreye zarar vermeyen, yenilenebilir enerji üreten güneş pillerinin aktif malzemesi olarak kullanılmaktadır. Üretimi günümüzde kullanılan tek kristal silisyum güneş pillerine göre çok daha ucuza olmaktadır.[7]

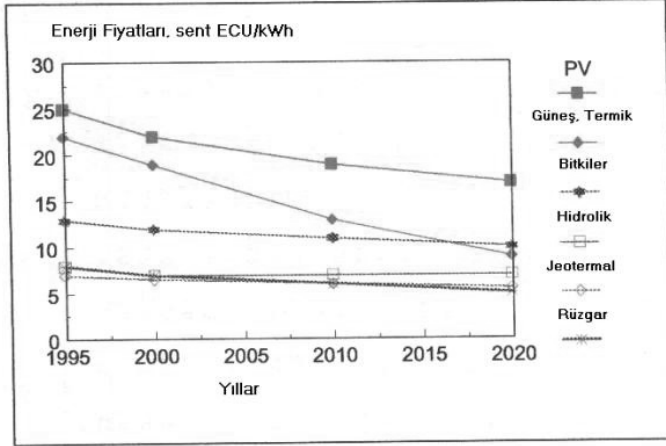
3.4. GALYUM ARSENİT (GaAs)

Bu malzemeyle laboratuar şartlarında %25 ve %28 (optik yoğunlaştırıcı) verim elde edilmektedir. Diğer yarı iletkenlerle birlikte oluşturulan çok eklemli GaAs pillerde %30 verim elde edilmiştir. GaAs güneş pilleri uzay uygulamalarında ve optik yoğunlaştırıcı sistemlerde kullanılmaktadır. [2]

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

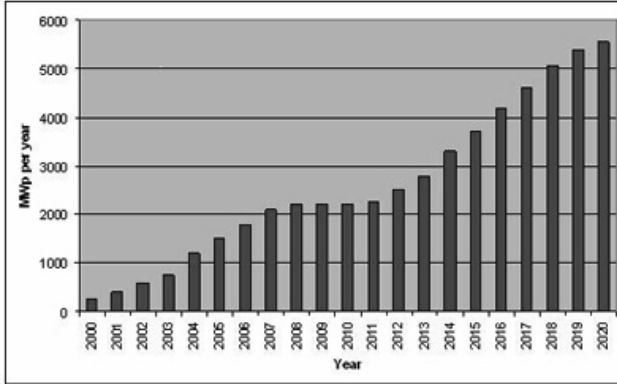
Güneş enerjisini elektrik enerjisine çevirmenin, basit, çevre dostu olan fotovoltaik sistemlerin araştırılması ve geliştirilmesi, maliyetinin düşürülerek yaygınlaştırılması misyonu uzun yıllar üniversitelerin yüklendiği ve yürüttüğü bir görev olmuş ve bu nedenle kamuoyunda hep laboratuarda kalan bir çalışma olarak kalmıştır. Ancak son yirmi yılda dünya genelinde çevre konusunda duyarlılığın artmasına bağlı olarak kamuoyundan gelen baskı, çok uluslu büyük şirketleri fosile dayalı olmayan yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları konusunda çalışmalar yapmaya zorlamışlardır. Büyük şirketlerin devreye girmesiyle fotovoltaik piller konusundaki teknolojik gelişmeler ve güç sistemlerine artan talep ve buna bağlı olarak büyüyen üretim kapasitesi, maliyetlerin hızla düşmesini de beraberinde getirmiştir. Yakın geçmişe kadar alışla gelmiş elektrik enerjisi üretim yöntemleri ile karşılaşıldığında çok pahalı olarak değerlendirilen fotovoltaik güç sistemleri, artık yakın gelecekte enerji üretimine katkı sağlayabilecek sistemler olarak değerlendirilmektedir.

Özellikle elektrik enerjisi üretiminde hesaba katılmayan ve görünmeyen maliyet olarak değerlendirilebilecek “sosyal maliyet” göz önüne alındığında, fotovoltaik sistemler fosil dayalı sistemlerin daha ekonomik olarak değerlendirilebilir. [5]



Şekil 3: Yenilenebilir Enerji Maliyetlerinin 1995 den günümüze kadarki karşılaştırması ve 2020 yılına kadarki öngörüler

Güneş pillerinin imal edildiği pek çok materyal vardır. Fakat en sık kullanılan silisyum zehirsiz ve güvenilir olduğu kadar da bol bulunabilen bir malzemedir. Silisyum, dünyada oksijenden sonra en çok bulunan elementtir. [8]



Şekil 4: 2020 Yılına Kadar Dünya Geneline PV Üretim Öngörülere [2]

Dünya genelinde bu gün bile 2 milyar insan, elektrik enerjisinden yoksundur. Nüfus yoğunluğunun küçük olduğu bölgelerde “fotovoltaik enerji” bu günkü fiyatlarla bile çekici görünmektedir. Yukarıdaki tartışmalardan görüldüğü gibi, tasarım, alt yapı, aküler, çevrici ve bütün gerekli bağlantılar hesaba katıldığında maliyet 7\$/Wp değeri dolayında olmaktadır; bu

ise birkaç kilowatt güç gereken bir noktaya 500m öteden güç bağlamanın maliyeti ile karşılaştırıldığında daha ucuzdur. Bunun yanında yeni enerji kaynağının hiçbir hareketli parçası olmadığı için gürültüsüz çalışır. Fotovoltaik modüllerin ömür sürelerinin 20 yıl olduğu düşünülürse, yapılan yatırım, güneş kuşağındaki bölgeler için, tek kristal için, yaklaşık 5 yıl; çok kristaller için yaklaşık 2,5 yılda geri alınabilir. Üretim kapasitesinin artışı ve teknolojik gelişmelerle birlikte bu zamanın, yakın gelecekte bir yılın altına ineceği öngörülmektedir. Böylece, yeni ve yenilenebilir enerjilere giderek artan ilgiye bağlı olarak PV güç sistemleri için “fiyatlarının çok yüksek olması” yönündeki inanın yerini fiyat farkının çok büyük olmadığı şeklindeki bir söyleme bırakacaktır. Özellikle çevre sosyal maliyetler göz önüne alınarak PV kullanımına önemli devlet destekleri verilmiştir. PV güç sistemlerinin iyi planlanmış mimari bütünleşmesinin sağlayacağı kazanım, güneşlenme süreleri Türkiye ile karşılaştırıldığında oldukça düşük olan orta ve kuzey Avrupa için bile çok çekici maliyetlere taşınmış olup, ülkemizde PV pazarının büyümesine bu tür uygulamaların önderlik edeceği düşünülmektedir.

Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli göz önüne alındığında PV güç sistemleri birçok farklı uygulamalarda çekici bir seçenek olma potansiyeline sahip olmasına rağmen, bu sistemlerin devlet otoritelerine ve toplumumuza geniş ölçüde sağlıklı verilerle tanıtılmaması nedeni ile ülkemizde yeterince desteklenmemektedir. Yakın gelecekte yenilenebilir enerji kaynaklarının dünya enerji dengelerinde küçümsenmeyecek katkılarına olacağı ve PV sistemlerinin bu katkıda önemli bir payı olacağı, genel kabul halindedir. Bu gelişmelere ayak uydurmak amacı ile “güneş pili teknolojileri” ve “PV sistemleri” ile ilgili bilgi-beceri birikiminin ülkemize taşınabilmesi için bu konuda bilimsel ve teknolojik projelerin üretilmesi devlet ve özel girişimce özendirilebilmelidir. Ayrıca, PV güç sistemlerinin mimari ile bütünleşmesi ve çift yönlü sayaç kullanımı konusunda yasal düzenlemelerin yapılması ile öncelikle kamuya ait yeni projelerde, üniversite yerleşke planlamalarında, oto-yol inşaatlarında ve diğer yapılarda kullanımı teşvik edilmelidir.

PV konusunda toplumsal eğitime önem verilerek öncelikle orta öğretim kurumları ve üniversiteler hedef gurup olarak seçilip sağlıklı tanıtım kampanyaları ile “Güneş Pilleri” ve “PV Güç Sistemleri” abartısız anlatılmalıdır.

5. ÖNERİLER

Ülkemizde güneş enerjisi ile ilgili önemli gelişmelerin olabilmesi için aşağıdaki maddeler yardımcı olacaktır.

- 1)Türkiye enerji yönelimlerinde bizim diğer ülkelere bağımlı olmamıza sebep olacak adımlar yerine mevcut öz kaynaklarımızın kullanılacağı yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji elde etme çalışmalarını arttıracak çalışmalara ağırlık vermelidir.
- 2)Ülkemizde yenilenebilir enerji ve güneş enerjisi kullanımı ile ilgili yasal mevzuat, kullanıyı ve üreticiyi teşvik eden düzenlemeler hazırlanmalıdır.
- 3)Güneş enerjisi donanımlarında KDV indirimi yapılarak güneş enerjisi kullanımı teşvik edilmelidir.

4)Gerek üniversitelerde, gerekse özel sektörde yapılan güneş enerjisi ile ilgili AR-GE çalışmaları desteklenmeli ayrıca bu çalışmaların artması yönünde üniversiteler ve özel sektör teşvik edilmelidir.

5)Jeotermal ve rüzgar enerjisinin bulunduğu bölgelerde güneş enerjisi ile bütünleşmiş sistemler oluşturulmalıdır.

6)Ülkemizde güneş enerjisinin de kullanıldığı eko-mimari çalışmaları başlatılmalıdır. Öncelikle yeni yapılacak binaların genel enerji gereksinimleri (asansör, bina içi ve dışı aydınlatma...) için, özellikle güneş enerjisinin etkili olduğu Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz Bölgeleri gibi bölgelerde, enerji ihtiyacı için güneş enerjisi kullanılmaya başlanması amacıyla yasal düzenlemeler yapılmalı, eski binalarda ise teşvik edici indirimler ve yönlendirmeler yapılmalıdır.

7)Kamusal kullanıma açık ve kamu idareleri tarafından düzenlenip, işletilen tüm açık alanlar, parklar caddeler ve sokaklar, güneş enerjisi ile aydınlatılmalı, kentlerdeki kamu binalarında ve öncelikle okullarda güneş sistemlerine geçilmesine ilişkin arayışlara hız verilmelidir.

6. KAYNAKLAR

1. İnan,D. ve Ültanır,Ö. (1996). *Güneş Enerjisi*. Diyarbakır; Dicle Üniversitesi Basımevi
2. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü. (2008). (*Türkiye’de Güneş Enerjisi*) <http://www.eie.gov.tr> adresinden 15 Şubat 2008 tarihinde elde edildi.
3. Loster,M. (2006). *Total primary energy supply: Land area requirements*. http://www.ez2c.de/ml/solar_land_area/ adresinden 20 Ocak 2008 tarihinde elde edildi.
4. *Solarfen Isı Sistemleri*. (2008) <http://site.mynet.com/solarfen/> adresinden 08 Şubat 2008 tarihinde elde edildi.
5. *Youth for Habitat; International Network*. (2008). <http://www.youthforhab.org.tr/tr/yayinlar/enerji/gunespilleri/fotovoltaik%20gunes%20pilleri.html> adresinden 20 Ocak 2008 tarihinde elde edildi.
6. *Institut Solare Energies Systeme*. (2008). <http://www.ise.fhg.de/kallab/welcome.html> adresinden 20 Ocak 2008 tarihinde elde edildi.
7. İzmir İleri teknoloji Enstitüsü (2008). <http://www.iyte.edu.tr/basin/MGunes-arastirma-projesi.htm> adresinden 20 Ocak 2008 tarihinde elde edildi.
8. Çıtıroğlu, A. (2008). *Güneş Enerjisinden Yararlanarak Elektrik Üretimi* <http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2000/haziran/gunes.htm> adresinden 18 Ocak 2008 elde edildi.