

Tarsus İlçesinde Güneş ve Rüzgar Enerji Santrallerinin Akıllı Şebekelere Entegrasyonu

Integration of Solar and Wind Power Plants into Smart Grids for Tarsus District

Mehmet Zile

Uygulamalı Teknoloji Yüksekokulu
Mersin Üniversitesi
mehmetzile@yahoo.com

Özet

Günümüzde fosil yakıtlarının sonlu olması ve oluşturdukları çevre sorunları ve maliyetlerin oldukça artması nedeniyle enerji kaynaklarının ve üretim tekniklerinin tekrar gözden geçirilmesine neden olmuştur. Fosil yakıtlardan enerji üretilmesi sırasında oluşan hava kirliliği, küresel ısınma, toprak ve su kirliliği gibi çevresel sorunlar her geçen gün gittikçe artmaktadır. Bu sorunların giderilmesi, üretim ve iletim maliyetlerindeki artışların azaltılması için yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması gerekmektedir. Özellikle Tarsus ilçesi gibi güneşli günlerin çok olduğu yerlerde güneş enerjisinden yararlanmak son derece önem kazanmaktadır. Ayrıca işletmelerin, sanayicilerin, kamu kuruluşlarının ve belediyelerin en önemli girdilerinden biriside enerji maliyetleridir. Bu nedenle, sorunların giderilmesi temiz, sağlıklı, huzurlu bir çevrede yaşam ortamlarının sağlanabilmesi için Tarsus ilçesi gibi güneşli günlerin çok olduğu yerlerde, mutlaka güneş ve rüzgar enerjisinden faydalanılmalıdır. Bu çalışmada, örnek bir model olması amacıyla Tarsus İlçesinde yoğun güneş ışığı ve rüzgar alan yerlerin tespiti, hangi ölçekte ve büyüklükte güneş ve rüzgar enerjisinden elektrik enerjisi üreten santrallerinin kurulabilirliği araştırılmıştır. Yapılan çalışma örnek bir model olması amacıyla, Tarsus İlçesinde yoğun güneş ışığı ve rüzgar alan yerler tespit edilmiş, hangi ölçekte ve büyüklükte güneş ve rüzgar enerjisinden elektrik enerjisi üreten santrallerinin kurulabilirliği araştırılmış ve kurulum-işletme maliyetleri hesaplanarak, kurulacak santralin kurulum maliyetinin ne kadar bir süre zarfında amorti edebileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Güneş Enerjisi, Rüzgar Enerjisi

1. Giriş

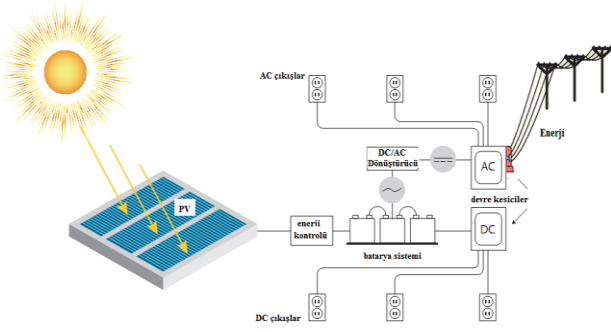
Fosil yakıt kaynaklarının yavaş yavaş tükenmesi, enerjideki artan maliyetler ve çevre kirliliği sebebiyle yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi konusunda yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Bunların içinde Güneş enerjisi, kullanım alanının geniş oluşu ve ülkemizde Güneş'ten yararlanma olanağının çok fazla olması açısından önem taşımaktadır. Türkiye, coğrafi konumu sebebiyle sahip olduğu güneş

enerjisi potansiyeli açısından birçok ülkeye göre daha şanslı durumdadır. Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat, ortalama toplam ışınım şiddeti 1311 kWh/m²-yıl olduğu tespit edilmiştir.

Güneş Enerji Santralleri bir çok sayıda güneş panellerinin biraraya getirilmesiyle oluşturulan güneş enerji pilli (fotovoltaik) elektrik enerjisi santralleridir. Yenilenebilir elektrik enerjisi üreten güneş santralleri yerleşim birimlerinin enerjisini sağlamak, şehir şebekesine ilave güç desteklemek amaçları ile kurulabilir ve işletilebilir bir enerji çeşididir. Güneşten sağlanan enerji; fotovoltaik, güneş paneli, solar panel, güneş pili, güneş pilleri, pv, modül, solar modül, güneş hücreleri gibi isimlerle adlandırılan üniteler ile elektrige elektrik enerjisine çevrilir. Güneşten elde edilen ilk enerji dc doğru akım elektrik enerjisidir. Elde edilen bu dc doğru akım elektrik enerjisi, şalt sahalarında ac alternatif akım enerjisine dönüştürülerek evlerde ve fabrikalarda kullanılabilir.

2. Güneş Ve Rüzgar Enerji Sistemleri İle İlgili Bilgiler

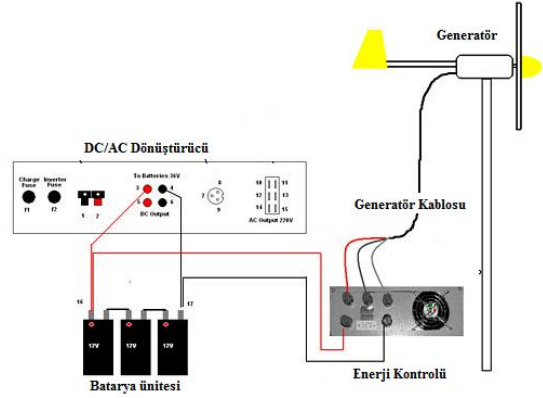
Güneş pilleri yüzeylerine gelen güneş ışığını elektrik enerjisine dönüştüren yarıiletken elemanlardır. Kare, dikdörtgen, daire şeklinde biçimlendirilen güneş pillerinin alanları 100 cm² civarında, kalınlıkları ise 0,2 - 0,4 mm civarındadır. Güneş pilleri üzerlerine ışık düştüğü zaman uçlarında elektrik gerilimi oluşur. Güç çıkışını artırmak amacıyla çok sayıda güneş pili birbirine paralel ya da seri bağlanarak bir yüzey üzerine monte edilir, bu yapıya güneş pili modülü ya da fotovoltaik modül adı verilir. Güç talebine bağlı olarak modüller birbirlerine seri ya da paralel bağlanarak bir kaç watt'tan mega watt'lara kadar sistem oluşturulur. PV güneş panelleri ile elektrik enerjisi üretimi Şekil. 1' de verilmiştir.



Şekil 1. PV Güneş Panelleri ile Elektrik Enerjisi Üretimi

Yarı-iletken özellik gösteren birçok madde arasında güneş pili yapmak için en elverişli olanlar, silisyum, galyum arsenit, kadmiyum tellür gibi maddelerdir. PN tipi maddenin ara yüzeyinde, yani eklem bölgesinde, P bölgesi tarafında negatif, N bölgesi tarafında pozitif yük toplanır. Bu bölgeye "geçiş bölgesi" ya da "yükten arındırılmış bölge" denir. Burada oluşan elektrik alan "yapısal elektrik alan" olarak isimlendirilir. Yarı iletken eklem bölgesi olarak çalışması için eklem bölgesinde fotovoltaj dönüşümünün sağlanması gerekir. Bu dönüşüm iki aşamada olur, ilk olarak, eklem bölgesine ışık düşürülerek elektron-hol çiftleri oluşturulur. İkinci olarak ise, bunlar bölgedeki elektrik alan yardımıyla birbirlerinden ayrılır. Yarıiletkenler, bir yasak enerji aralığı tarafından ayrılan iki enerji bandından oluşur. Bu enerji aralığına eşit veya daha büyük enerjili bir foton, yarı iletken tarafından emildiğinde, enerjisini valans banddaki bir elektrona vererek, elektronun iletkenlik bandına çıkmasını sağlayarak, elektron-hol çifti meydana getirir. Bu, pn eklem güneş pilinin ara yüzeyinde oluşmuş ise elektron-hol çiftleri buradaki elektrik alan tarafından birbirlerinden ayrılır. Böylece güneş pili, elektronları n bölgesine, holleri de p bölgesine iten bir motor pomp gibi çalışır. Birbirlerinden ayrılan elektron-hol çiftleri, güneş pilinin uçlarında bir güç çıkışı oluşturarak enerji meydana getirir. Bu süreç yeniden bir fotonun pil yüzeyine çarpmasıyla aynı şekilde sürekli devam ederek doğru akım elektrik enerjisi elde edilir. Elde edilen doğru gerilim şalt sahalarında dönüştürücülerle meskenlerde ve fabrikalarda kullanılan alternatif gerilim elektrik enerjisine dönüştürülür.

Rüzgar enerjisi santrallerde türbin asenkron motorun jeneratör olarak kullanılmasıyla elde edilir. Rüzgar ile elektrik enerjisi üretimi Şekil 2' de verilmiştir.



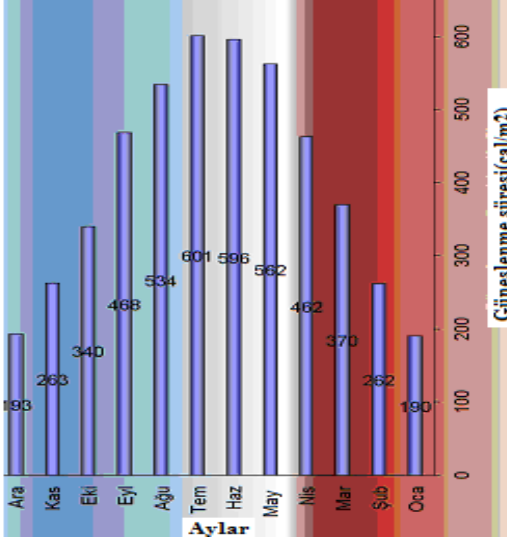
Şekil 2. Rüzgar ile Elektrik Enerjisi Üretimi

Rüzgar santrallerinin önemli bir problemi güç çıkışının kontrol edilmesi, yüksek dereceli rüzgarda güvenliğin sağlanması ve sistemin frenlenmesi ile aşırı üretimin önüne geçilmesidir. Değişken rotor hızını kontrol etmek için güç elektroniği kontrol devrelerine ihtiyaç duyulur. Türbin 2-12 m/s arasındaki rüzgar hızında çalışır. Rüzgar santral türbinleri için; soğuk-sıcak iklime, az-orta-yüksek rüzgar rejimine, küçük-yüksek yoğunluğa, şebeke kalitesine ve çevre endişesi olarak rüzgar santralleri tasarımı ve teknoloji seçimi önemlidir. Rüzgar'da bir türbünün gücü 600 kW ile 4 MW arasındadır.

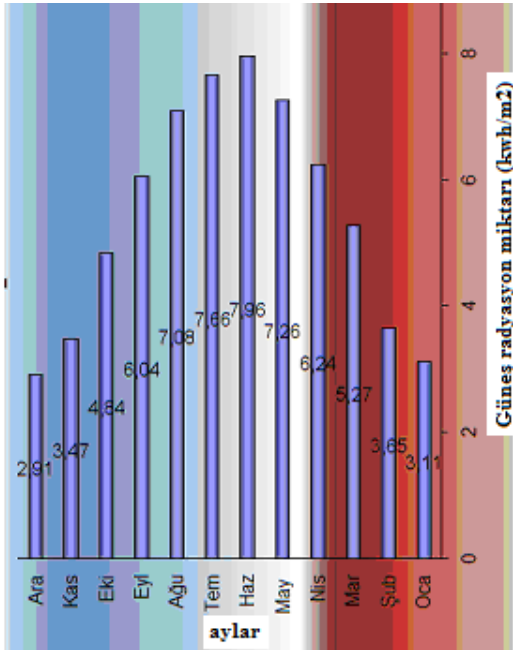
3. Tarsus İlçesinin Güneş Kapasitesi

Tarsus İlçemiz, güneş enerjisi potansiyeli yönüyle önemli bir yere sahiptir. Bu özelliği nedeniyle, güneş enerjisi üretimi açısından en iyi bir şekilde değerlendirilmesi ve bu konuda önemli çalışmalar yapılması gerektiği anlaşılmaktadır. Yapılan ölçümlere göre, Tarsus İlçemizde yılda ölçülen toplam güneş enerjisi miktarı 1900 (kwh/m²), aylık ortalama güneş enerjisi miktarı 158 (kwh/m²) ve yılda güneşlenme süresi 2900 (saat/yıl) olarak elde edilmiştir. Tarsus İlçesinde, ölçülerek elde edilen aylara göre günlük metrekaresine düşen güneşlenme süresi Şekil 3' de, aylara göre ölçülerek günlük metrekaresine düşen güneş radyasyon miktarları ise Şekil 4' de verilmiştir.

Tarsus İlçemiz, güneş enerjisi potansiyeli yönüyle önemli bir yere sahiptir. Bu özelliği nedeniyle, güneş enerjisi üretimi açısından en iyi bir şekilde değerlendirilmesi ve bu konuda önemli çalışmalar yapılması gerektiği anlaşılmaktadır. Yapılan ölçümlere göre, Tarsus İlçemizde yılda ölçülen toplam güneş enerjisi miktarı 1900 (kwh/m²), aylık ortalama güneş enerjisi miktarı 158 (kwh/m²) ve yılda güneşlenme süresi 2900 (saat/yıl) olarak elde edilmiştir. Tarsus İlçesinde, ölçülerek elde edilen aylara göre günlük metrekaresine düşen güneşlenme süresi Şekil 3' de, aylara göre ölçülerek günlük metrekaresine düşen güneş radyasyon miktarları ise Şekil 4' da verilmiştir.



Şekil 3. Tarsus İlçesinde, aylara göre günlük metrekareye düşen güneşlenme süresi.



Şekil 4. Tarsus İlçesinde, aylara göre günlük metrekareye düşen güneş radyasyon miktarları

4. Tarsus İlçesin’de Güneş Santralleri Kurulabilecek Yerlerin Belirlenmesi, Kurulum ve İşletme Maliyetlerin Değerlendirilmesi

Yapılan incelemelerden ve ölçümlerden, Tarsus ilçesinin 4 (dört) km kuzeyindeki orman özelliğini yitirmiş arazi güneşlenme oranı yüksek bir yer olması, alanın düz olması,

çevrede güneşi engelleyebilecek herhangi bir tepelik olmaması ve üretilen elektriğin Devlete satılabilmesi için santralin şebekeye yakın alanda olması sebebiyle güneş enerjisi santrali kurulmasına daha uygun olduğu anlaşılmaktadır. Tarsus İlçesinin dört km kuzeyindeki orman özelliğini yitirmiş arazi ve planlanan güneş enerji santrali Şekil 5’ de verilmiştir.



Şekil 5. Tarsus İlçesinin dört km kuzeyindeki orman özelliğini yitirmiş arazi ve planlanan güneş enerji santrali

Tarsus İlçesinin dört km kuzeyindeki orman özelliğini yitirmiş arazide kurulabilecek santralin 40 MW lık bir kapasitede olduğu düşünülerek maliyet analizleri ana hatları ile aşağıda verilmiştir;

Ölçümler ve hesaplamalar ile öngörülen kabuller;

Planlanan Santral Kapasitesi = 40 MW
 Birim yatırım maliyet (TL/kWh) = 900 TL
 Yıllık Güneşli gün sayısı = 300
 Elektrik Satış Tarifesi: 0,127800 TL/kwh
 Santral günlük çalışma süresi = 8 Saat
 Enerji Çevrim Verimi = % 60
 olarak alınmıştır.

$$\begin{aligned} \text{Yatırım maliyeti} &= \text{Kapasite} \times \text{Birim maliyet (TL/kWh)} \\ &= 40000 \text{ kWh} \times 900 \text{ (TL/kWh)} \\ &= 36.000.000 \text{ TL.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Güneş Ener. Sant. bir günlük ort. enerji üretimi} &= \\ \text{kapasite} \times \text{verim} \times \text{günlük çalış. süresi} &= \\ &= 40 \text{ MW} \times \%60 \times 8 \text{ saat} \\ &= 192 \text{ MWh.} \end{aligned}$$

Santral amortisman giderleri dahil toplam bir günlük işletme gideri;
= Bir günlük ort. enerji üretimi (MWh) x Birim işletme gideri (TL/ MWh)
= 192 MWh. x 50 (TL/ MWh)

Santral amortisman giderleri dahil toplam bir günlük işletme gideri = 9600 TL

Güneş Ener. Sant. bir günlük ort. enerji üretim bedeli=
Enerji üretimi x Satış tarifesi
= 192000 kWh. x 0,127800 TL/kwh
= 24537 TL

Güneş Ener. Sant. bir günlük ort. enerji üretim kazancı;
= Enerji üretim bedeli – İşletme giderleri
= 24537 TL –12000 TL

Güneş Ener. Sant. bir günlük ort. enerji üretim kazancı = 12537 TL.

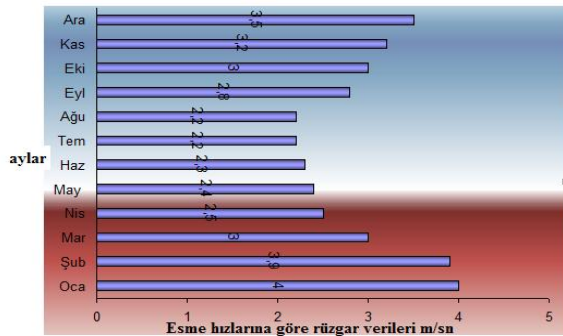
Güneş Ener. Sant. Yıllık enerji üretim kazancı;
= Bir günlük ort. enerji üretim kazancı (TL/gün) x Yıllık çalışma süresi (gün/yıl)
= 12537 (TL/gün) x 300 (gün/yıl)

Güneş Ener. Sant. Yıllık enerji üretim kazancı= 3.761.100 (TL/yıl)

Santralde kullanılacak güneş panellerinin ve güç kontrol ve dönüştürücü ünitelerin amortisman giderleride dahil, herbir güneş santrali dokuz yıl işletildikten sonra toplam kurulum maliyetinin karşılandığı anlaşılmaktadır.

5. Tarsus İlçesinin Rüzgar Kapasitesi

Tarsus İlçemiz, rüzgar enerjisi potansiyeli yönüyle önemli bir yere sahiptir. Bu özelliği nedeniyle, rüzgar enerjisi üretimi açısından en iyi bir şekilde değerlendirilmesi ve bu konuda önemli çalışmalar yapılması gerektiği anlaşılmaktadır. Yapılan ölçümlere göre, Kurulu gücü 3 MW olan toplam 10 adet ünite türbün Toroslardaki tepelik alan sırtlarında kurulması ve işletilmesi planlandığında, tesisin toplam kurulu gücü 30 MW olacaktır. Tesiste rüzgar türbinleri vasıtasıyla 80.000.000 kwh/yıl enerji üreterek şebekeye enerji verebilecektir.



Şekil 5. Tarsus İlçesinde, aylara göre esme hız rüzgar verileri (m/sn)

Elde edilen verilere göre yıl içerisinde rüzgarlar kuzeybatı ve güneydoğu olup, bu yönlere ait ortalama rüzgar hızları sırasıyla 2,2 m/sn ve 4 m/sn' dir.

6. Tarsus İlçesin'de Rüzgar Santralleri Kurulabilecek Yerlerin Belirlenmesi, Kurulum ve İşletme Maliyetlerin Değerlendirilmesi



Şekil 8. Tarsus İlçesinin sekiz km kuzeyindeki orman özelliğini yitirmiş arazi ve planlanan rüzgar enerji santrali

Tarsus İlçesinin sekiz km kuzeyindeki orman özelliğini yitirmiş arazide kurulabilecek santralin 30 MW lık bir kapasitede olduğu düşünülerek maliyet analizleri ana hatları ile aşağıda verilmiştir;

Ölçümler ve hesaplamalar ile öngörülen kabuller;

Planlanan Santral Kapasitesi = 30 MW
Birim yatırım maliyet (TL/kWh) = 800 TL
Yıllık Rüzgarlı gün sayısı = 210
Elektrik Satış Tarifesi: 0,127800 TL/kwh
Santral günlük çalışma süresi = 10 Saat
Enerji Çevrim Verimi = % 80
olarak alınmıştır.

Yatırım maliyeti = Kapasite x Birim maliyet (TL/kWh)
= 30000 kWh x 800 (TL/kWh)
= 24.000.000 TL.

Güneş Ener. Sant. bir günlük ort. enerji üretimi =
kapasite x verim x günlük çalış. süresi
= 30 MW x %80 x 10 saat
= 240 MWh.

Santral amortisman giderleri dahil toplam bir günlük işletme gideri;
= Bir günlük ort. enerji üretimi (MWh) x Birim işletme gideri (TL/ MWh)
= 240 MWh. x 50 (TL/ MWh)

Santral amortisman giderleri dahil toplam bir günlük işletme gideri = 12000 TL

Rüzgar Ener. Sant. bir günlük ort. enerji üretim bedeli=
Enerji üretimi x Satış tarifiesi
= 240000 kWh. x 0,127800 TL/kwh
= 30672 TL

Rüzgar Ener. Sant. bir günlük ort. enerji üretim kazancı;
= Enerji üretim bedeli – İşletme giderleri
= 30672 TL –12000 TL

Rüzgar Ener. Sant. bir günlük ort. enerji üretim kazancı
= 18672 TL.

Rüzgar Ener. Sant. Yıllık enerji üretim kazancı;
= Bir günlük ort. enerji üretim kazancı (TL/gün) x Yıllık çalışma süresi (gün/yıl)
= 18672 (TL/gün) x 210 (gün/yıl)

Rüzgar Ener. Sant. Yıllık enerji üretim kazancı
= 3.921.120 (TL/yıl)

Rüzgar Santralde kullanılacak rüzgar gülleri ve güç kontrol ve dönüştürücü ünitelerin amortisman giderleride dahil, rüzgar santrali altı yıl işletildikten sonra toplam kurulum maliyetinin karşılandığı anlaşılmaktadır.

7. Sonuç

Günümüzde, üretim maliyetleri gittikçe azalan güneş pilleri, elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir bir enerji olarak önemli bir seçenek haline gelmiştir. Kuruluş maliyeti, diğer sistemlere göre, biraz yüksek görülmüş, sistem bir süre sonra kendi kendini amorti etmektedir. Güneş enerji sisteminin en önemli özelliği, elektrik üretimi için hiçbir yakıtı gerektirmemesidir. Kurulum maliyetindeki azalmalar ve iyileşmeler, güneş pillerini daha da etkin bir alternatif durumuna getirmiştir.

Yapılan çalışma örnek bir model olması amacıyla, Tarsus İlçesinde yoğun güneş ışığı ve rüzgar alan yerler tespit edilmiş, hangi ölçekte ve büyüklükte güneş ve rüzgar enerjisinden elektrik enerjisi üreten santrallerinin kurulabilirliği araştırılmış ve kurulum-işletme maliyetleri hesaplanarak, kurulacak santralin kurulum maliyetinin ne kadar bir süre zarfında amorti edebileceği belirlenmiştir. Ana hatları ile verilen maliyet analizlerinde de görüldüğü gibi güneş enerji santralleri ile yıllık elektrik üretim kazancının yaklaşık 3.761.100 TL olduğu, rüzgar enerji santralleri ile yıllık elektrik üretim kazancının yaklaşık 3.921.120 TL olduğu ve yatırım maliyetlerinin altı ile dokuz sene bir süre içerisinde karşılanmasının mümkün olduğu anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

[1] U.S. Department of Energy, “The History of Solar,” http://www1.eere.energy.gov/solar/pdfs/solar_timeline.pdf. Last visited April 21, 2008.

- [2] Interview with Steve Wiese, principal, Clean Energy Associates, LLC, Austin, Texas, November 6, 2007.
- [3] Solar Energy Industries Association, “The Solar Photovoltaic Industry in 2006,” http://ap.stop.dupont.com/Photovoltaics/en_US/assets/downloads/pdf/SEIA_StateofSolar_Industry_2006.pdf (last visited August 22, 2007); and National Renewable Laboratory, “Renewable Energy Technology Opportunities: Responding to Global Energy Challenges,” by Dan E. Arvizu, <http://www.nrel.gov/docs/fy07osti/41107.pdf>. Last visited April 21, 2008.
- [4] L. Stoddard, J. Abiecunas, R. O’Connell, Economic, Energy, and Environmental Benefits of Concentrating Solar Power in California, April 2006, NREL
- [5] Concentrating Solar Power For The Mediterranean Region, German Aerospace Center, April 2005.
- [6] Franz Trieb, German Aerospace Center, Concentrating Solar Power For Seawater Desalination, November 2007.