

# ENERJİ Mİ? İŞTE GÜNEŞ!

GÜNEŞ KENTİ MERSİN



6

GÜNEŞ  
ENERJİSİ  
SİSTEMLERİ  
SEMPOZYUMU  
VE SERGİSİ

06 - 07 Aralık 2013  
Kültür Merkezi / Mersin



tmmob  
makina mühendisleri odası  
mersin şubesi



## GÜNEŞ ENERJİSİ KULLANIMINDA OPTİMUM TILT AÇISININ ÖNEMİ

Afşin GÜNGÖR, Abdulkadir KOÇER, Engin DEMİRCİ

Akdeniz Üniversitesi  
Mühendislik Fakültesi  
Makine Mühendisliği Bölümü



# Güneş Enerjisinden Elektrik Üreten Sistemler



Parabolik Çanak Sistemleri



Güneş Fırını



Güneş Kulesi



PV Panel



Parabolik Oluk Sistemleri

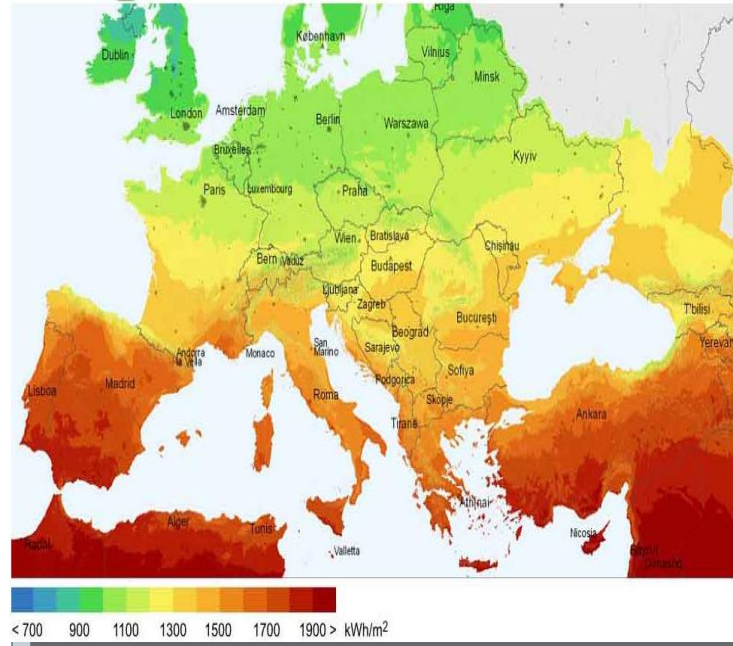




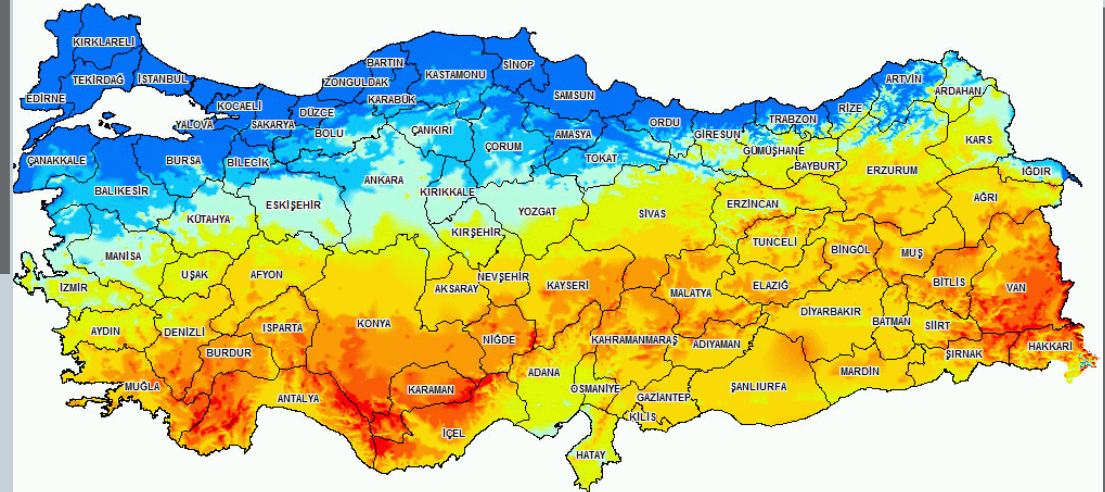
11/6/2011 10:02

6. Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi

# Dünya Güneş Haritası



# Türkiye Güneş Haritası



Aylık ortalama güneş ışın miktarının bilinmesi birçok güneş enerji uygulamaları için gereklidir. Aylık yatay düzleme gelen güneş ışınım miktarı ile ilgili veriler mevcuttur. Eğik düzleme gelen ışınım miktarları ise Liu ve Jordan tarafından geliştirilen bir metot ile hesaplamak mümkündür.

Yatay yüzeye gelen aylık ortalama ışınım miktarı ( $H$ ), ortalama günlük atmosfer dışı güneş ışınımı ( $H_0$ ), aylık ortalama difüz ışınım miktarı ( $H_D$ );

$$H_0 = \frac{24}{\pi} G_{sc} \left(1 + 0.033 \cos\left(\frac{360n}{365}\right)\right) \left(\cos \phi \cos \delta \sin \omega + \frac{\pi \omega}{180} \sin \phi \sin \delta\right) \longrightarrow \longrightarrow \longrightarrow (1)$$

$G_{sc}$  güneş sabiti ( $1367 \text{ W/m}^2$ ), Güneşin doğuş ve batış açısı, denklinasyon açısı, Antalya'nın enlem açısını ifade etmektedir.

Eğik yüzeye gelen aylık ortalama güneş ışınlamı ( $H_T$ ), şekilde ifade edilir

$$H_T = (H - H_D)R_b + \frac{H_D}{2}(1 + \cos \beta) + \frac{H\rho}{2}(1 - \cos \beta) \quad \longrightarrow \longrightarrow \longrightarrow (2)$$

$\rho$  yerin yansıtma oranıdır ( $\approx 0.2$ ).

$$R_b = \frac{\cos(\phi - \beta) \cos \delta \sin \omega' + (\pi / 180)\omega' \sin(\phi - \beta) \sin \delta}{\cos \phi \cos \delta \sin \omega + (\pi / 180)\omega \sin \phi \sin \delta} \quad \longrightarrow \longrightarrow (3)$$

Eğik düzlemdeki güneş batış açısı aşağıdaki eşitlikten hesaplanır;

$$\omega' = \min \left[ \begin{array}{l} \omega = \cos^{-1}(-\tan \phi \tan \delta) \\ \cos^{-1}(-\tan(\phi - \beta) \tan \delta) \end{array} \right] \longrightarrow \longrightarrow \longrightarrow \longrightarrow (4)$$

Buradaki “min”; bu iki eşitlikten, küçük olanın kullanılacağını ifade etmektedir





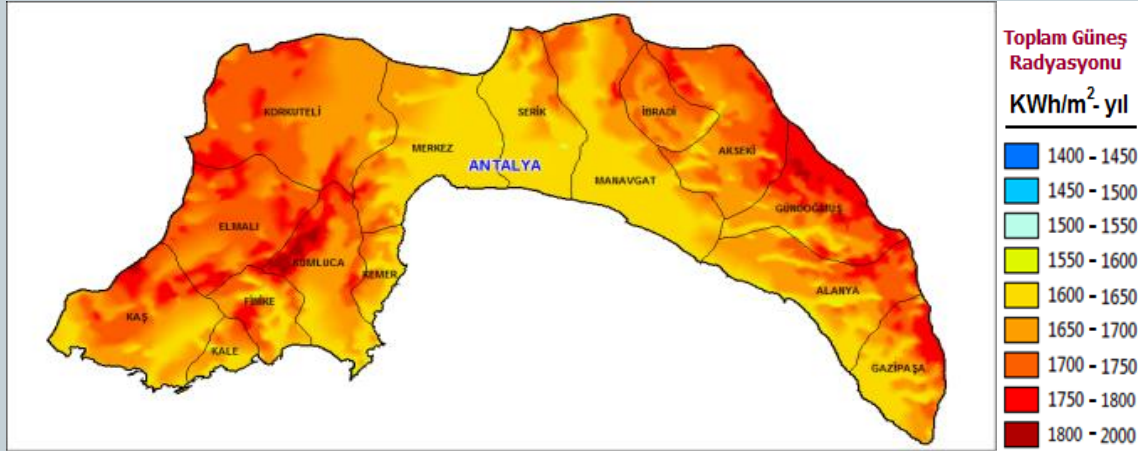
# METERYAL VE YÖNTEM



Eğik düzleme gelen aylık, mevsimlik, altı aylık, yıllık maksimum güneş ışınlamı değerlerini bulmak için bir VB.Net (Visual Studio) alt yapısında bir program geliştirildi. 0-90° eğim açısı değerleri için ayrı ayrı hesaplamalar yapılarak maksimum ışınlamın olduğu açı değeri tespit edilerek optimum açı değeri bulundu. Çeşitli arayüz programları ile grafiksel sonuçlar elde edilmiştir.

# Bulgular ve Tartışma

Antalya, Türkiye'nin güney kesiminde Akdeniz bölgesinde bulunan turistik açıdan büyük öneme sahip bir şehirdir. Türkiye coğrafi konumu açısından  $36-42^{\circ}$  N enlemleri arasında yer almakta ve güneş kuşağında bulunmaktadır. Yıllık ortalama güneşlenme süresi 2640 saat ve yıllık ortalama güneş ışınımı  $1311 \text{ kWh/m}^2$  ( $3.6 \text{ kWh/m}^2$ )'dir. Antalya güneş potansiyeli açısından oldukça zengin bir yerdir.



# Bulgular ve Tartışma

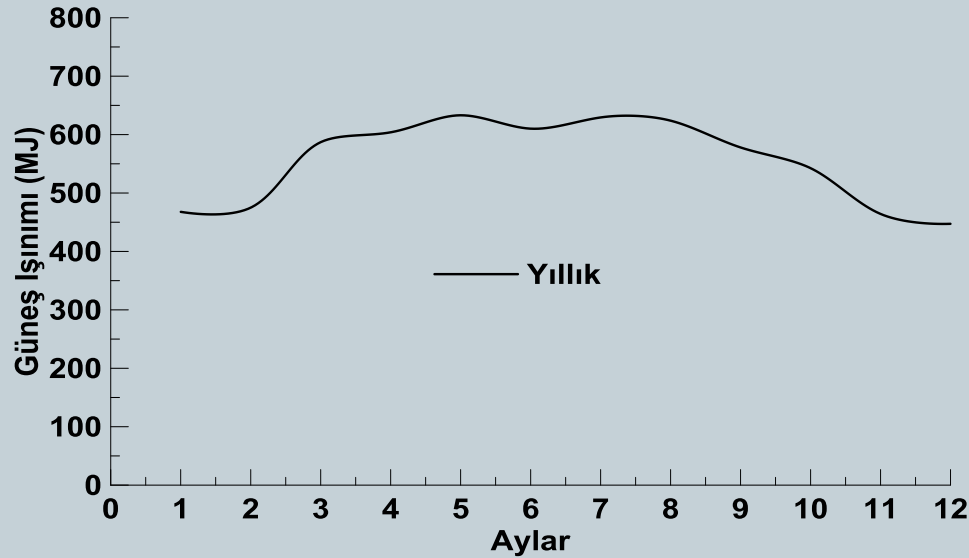
Aylar	Açı Değeri	Güneş Işınım Değerleri (MJ)
Ocak	63	529,11
Şubat	54	503,55
Mart	39	589,77
Nisan	21	614,37
Mayıs	5	687,87
Haziran	1	694,99
Temmuz	1	701,05
Ağustos	15	647,92
Eylül	33	577,99
Ekim	50	562,17
Kasım	61	516,12
Aralık	65	517,75
	<b>Toplam</b>	<b>7142,66</b>

Optimum açı değeri Ocak ayı için  $63^{\circ}$  ve güneş kollektörü üzerine düşen güneş ışınımı değeri  $529,11 \text{ MJ/m}^2\text{-ay}$ , Haziran ayı için ise optimum açı değeri  $1^{\circ}$  ve güneş kollektörü üzerine düşen güneş ışınımı değeri  $701,05 \text{ MJ/m}^2\text{-ay}$  olarak hesaplanmıştır.

Optimum açı değeri artarak aralık ayında  $65^{\circ}$ 'ye yükselmiştir. Aralık ayındaki güneş ışınımı değeri  $517,75 \text{ MJ/m}^2\text{-ay}$  olarak hesaplanmıştır. Tabloda aylara göre optimum açı ve güneş ışınım değerleri verilmiştir.

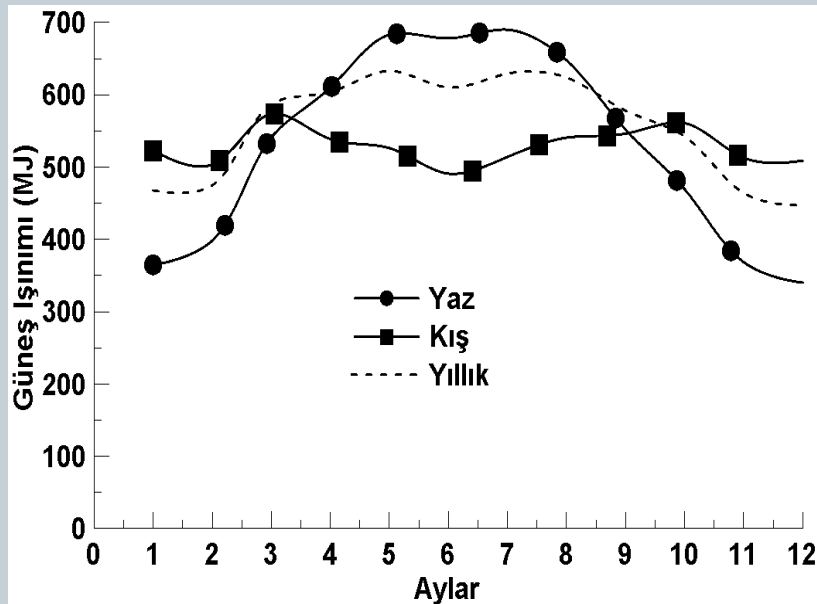
# Bulgular ve Tartışma

Kollektör açılarının değiştirilmesi mümkün olmadığı durumlarda yıllık olarak hesaplanan optimum açı değeri kullanılabilir. Antalya için yıllık optimum açı değeri  $33^\circ$  olarak hesaplanmıştır. Yıllık optimum açı kullanıldığında kollektör yüzeyine düşen güneş ışınım miktarı  $6662,16 \text{ MJ/m}^2\text{-yıl}$ 'dır.



# Bulgular ve Tartışma

Yılda iki kez altı aylık süreler ile kollektör açısını değiştirdiğimizde ortaya çıkan güneş ışınım miktarları şekilde verilmiştir. Yılda iki kez aı değiştirildiğinde kollektör yüzeyine düşen güneş ışınım miktarı  $7006,61 \text{ MJ/m}^2\text{-yıl}$  olmaktadır. Sadece yılda iki kez aı değiştirildiğinde birim alana düşen enerji miktarı  $344,45 \text{ MJ}$  artmaktadır. Büyük kapasiteli işletmeler düşünüldüğünde bu farkın önemi daha da çok artmaktadır.



# Sonuç ve Öneriler

Yapılan hesaplamalarda Haziran ve Temmuz ayları için optimum tilt açısı değeri  $1^{\circ}$ , Aralık ayı için  $65^{\circ}$  olarak hesaplanmıştır. Optimum tilt açısı değerinin yaz ve kış aylarında göstermiş olduğu bu büyük değişim dikkat çekicidir. Bu durumda güneş enerjisinden en verimli şekilde faydalanabilmek için kolektörlerin tilt açısı değerlerinin dikkate alınması büyük önem taşıyacaktır. Kış aylarında açı değeri yüksek, yaz aylarında ise düşüktür. Antalya için yıllık optimum açı değeri  $33^{\circ}$  olarak tespit edilmiştir. Güneş kolektörlerinden yüksek verim almak için kolektörlerin güney yönünde optimum açıda tutulması gerekmektedir. En azından eğim açısının yaz – kış olmak üzere yılda iki kez değiştirilmesi önerilir. Bu işlem için kolektörlerin montajı yapılan sehpa'nın ayarlanabilir olması ve kullanılan bağlantı parçalarının esnek olanlarının tercih edilmesi uygun olacaktır. Güneş enerjisinden sıcak su üretimi veya elektrik üretimi yapıldığında eğimin önemi dikkate alınmalıdır.

A vibrant tropical sunset scene. The sky is a deep, warm orange, with a bright sun positioned in the upper right quadrant, creating a strong lens flare effect. Several palm trees are silhouetted against the glowing sky, their fronds reaching across the frame. The overall mood is peaceful and nostalgic.

*TEŞEKKÜRLER...*