



UDUSİS 2010

DİYARBAKIR



1.

ULUSLARARASI KATILIMLI Kamu-Üniversite-Sanayi İşbirliği Sempozyumu ve Mermencilik Şurası



1.

**Uluslararası Katılımlı
Kamu - Üniversite - Sanayi
İşbirliği Sempozyumu ve Mermencilik Şurası**

SEMPOZYUM BİLDİRİLER KİTABI

24 - 26 MAYIS 2010
DİYARBAKIR



KARACADAĞ

www.karacadağ.org.tr

Bu bildiriler kitabı Karacadağ Kalkınma Ajansı'nın katkılarıyla basılmıştır.

BİLİM KURULU

- | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--|
| • Prof.Dr. Abuzer SAĞIR | (Dicle Üniversitesi) | • Prof.Dr. Nafiz YURDAYDIN | (Harran Üniversitesi) |
| • Prof.Dr. Ahmet ONAY | (Dicle Üniversitesi) | • Prof.Dr. Osman HEKİMOĞLU | (Dicle Üniversitesi) |
| • Prof.Dr. Ali AKMAZ | (Şırnak Üniversitesi) | • Prof.Dr. Osman ÖZCAN | (Muş Alparslan Üniversitesi) |
| • Prof.Dr. Ali BAYRİ | (Adıyaman Üniversitesi) | • Prof.Dr. Ömer ŞAHİN | (Siirt Üniversitesi) |
| • Prof.Dr. Ali BİLGİN | (Batman Üniversitesi) | • Prof.Dr. Recep ZİYADANOĞULLARI | (Siirt Üniversitesi) |
| • Prof.Dr. Ali YILMAZ | (Dicle Üniversitesi) | • Prof.Dr. Saim ÖZKAR | (ODTÜ) |
| • Prof.Dr. Ayhan DEMİRBAŞ | (Şırnak Üniversitesi) | • Prof.Dr. Sait ÇELİK | (Bingöl Üniversitesi) |
| • Prof.Dr. Ayşegül Jale SARAÇ | (Dicle Üniversitesi) | • Prof.Dr. Sait YÜCEL | (Dicle Üniversitesi) |
| • Prof.Dr. Berrin ZİYADANOĞULLARI | (Dicle Üniversitesi) | • Prof.Dr. Sadi ARAL | (Ankara Üniversitesi) |
| • Prof.Dr. Cengiz YALÇIN | (Dicle Üniversitesi) | • Prof.Dr. Sebahattin ÖZCAN | (Ankara Üniversitesi) |
| • Prof.Dr. Cengiz YILDIZ | (Fırat Üniversitesi) | • Prof.Dr. Sema Temizer OZAN | (Fırat Üniversitesi) |
| • Prof.Dr. Çetin AYTEKİN | (Dicle Üniversitesi) | • Prof.Dr. Süleyman DAŞDAĞ | (Dicle Üniversitesi) |
| • Prof.Dr. Cumhuri KILINÇ | (Dicle Üniversitesi) | • Prof.Dr. Şemsettin OSMANOĞLU | (Siirt Üniversitesi) |
| • Prof.Dr. Davut BAŞARAN | (Dicle Üniversitesi) | • Prof.Dr. Tahsin KILIÇOĞLU | (Batman Üniversitesi) |
| • Prof.Dr. Doğan ŞAKAR | (Dicle Üniversitesi) | • Prof.Dr. Turgay ŞENGÜL | (Bingöl Üniversitesi) |
| • Prof.Dr. Durmuş BOZTUĞ | (Tunceli Üniversitesi) | • Prof.Dr. Yüksel ÇOŞKUN | (Dicle Üniversitesi) |
| • Prof.Dr. Ersan ASLAN | (Muş Alparslan Üniversitesi) | • Prof.Dr. Zülküf GÜNELİ | (Dicle Üniversitesi) |
| • Prof.Dr. Eşref TAŞ | (Siirt Üniversitesi) | • Doç.Dr. Mustafa AYHAN | (Dicle Üniversitesi) |
| • Prof.Dr. Giray TOPAL | (Batman Üniversitesi) | • Doç. Dr. Davut KARAASLAN | (Güneydoğu Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü) |
| • Prof.Dr. Gürbüz AKSOY | (Artuklu Üniversitesi) | • Yrd. Doç. Dr. Mehmet YILDIRIM | (Dicle Üniversitesi) |
| • Prof.Dr. Ferit Kemal SÖNMEZ | (Dicle Üniversitesi) | | |
| • Prof.Dr. Fuat GÜZEL | (Dicle Üniversitesi) | | |
| • Prof.Dr. Halil KIRNAK | (Harran Üniversitesi) | | |
| • Prof.Dr. Hamdi TEMEL | (Dicle Üniversitesi) | | |
| • Prof.Dr. H.İlhan TUTALAR | (Dicle Üniversitesi) | | |
| • Prof.Dr. Hasan KÜRÜM | (Tunceli Üniversitesi) | | |
| • Prof.Dr. İsmail GÜVENÇ | (Kilis 7 Aralık Üniversitesi) | | |
| • Prof.Dr. İsmail ÖZDEMİR | (İnönü Üniversitesi) | | |
| • Prof.Dr. Kemal GÜVEN | (Dicle Üniversitesi) | | |
| • Prof.Dr. Mahmut AYDINOL | (Dicle Üniversitesi) | | |
| • Prof.Dr. Mehmet AKIN | (Dicle Üniversitesi) | | |
| • Prof.Dr. Mustafa UÇAR | (Dicle Üniversitesi) | | |
| • Prof.Dr. Mustafa BOYBAY | (Fırat Üniversitesi) | | |
| • Prof.Dr. Mustafa BALCI | (AB Türkiye Delegasyonu) | | |

GÜNEŞ ENERJİSİ UYGULAMALARININ POTANSİYELİNİ BELİRLEMEK İÇİN TOPLAM, DİREKT VE YAYILI GÜNEŞ IŞINIM ŞİDDETLERİNİN ANLIK ÖLÇÜMÜ

■ **Hüsamettin BULUT** (hbulut@harran.edu.tr)

Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü, Osmanbey Kampüsü, ŞANLIURFA.

■ **Yusuf IŞIKER** (yusuf47@harran.edu.tr)

Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü, Osmanbey Kampüsü, ŞANLIURFA.

■ **M. Azmi AKTACİR** (aktacir@harran.edu.tr)

Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü, Osmanbey Kampüsü, ŞANLIURFA.

■ **Bülent YEŞİLATA** (byesilata@harran.edu.tr)

Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü, Osmanbey Kampüsü, ŞANLIURFA.

ÖZET

Güneş ışıını, güneş enerjili sistemlerin yakıtıdır. Güneş ışıını şiddeti verileri, bina enerji analizi ve güneş enerjisi sistemlerinin tasarımında ve performans değerlendirmesinde gerekli temel parametrelerdir. Dolayısıyla güneş ışıını değerlerinin ele alınan yer için bilinmesi, güneş enerjisi potansiyelinin ve güneş enerjisi sistemlerinin ekonomik boyutunun belirlenmesinde son derece önemlidir. Genelde toplam güneş ışıını ölçülmektedir. Güneş ışıınının direkt ve difüz bileşenleri ölçülmemektedir. Güneş enerjisinin uygulamalardaki potansiyelinin tespiti için toplam güneş ışıınına ek olarak diğer güneş ışıını bileşenleri olan direkt ve difüz güneş ışıını şiddetlerinin de ölçülmesi veya hesaplanması gereklidir. Güneş ışıınının bilinmesi ile herhangi bir arazi ya da bölge koşullarında, güneş enerjisinin değişik uygulama potansiyellerinin daha doğru bir şekilde belirlenmesi mümkün olabilmektedir. Direkt güneş ışıını verileri, yoğunlaştırıcı güneş enerjisi teknolojilerinde potansiyelin belirlenmesinde ve hesaplamalarında kullanılır. Toplam güneş ışıını verileri ise fotovoltaik sistemler ve düz yüzeyli kolektör uygulamaları için temel parametrelerdir.

Bu çalışmada; toplam, direkt ve difüz güneş ışıınılarını ölçen yüksek hassasiyetli güneş takip sistemli güneş ışıını ölçüm sistemi tanıtılmış ve güneş ışıını bileşenlerinin ölçümünde kullanılan temel prensipler anlatılmıştır. Harran Üniversitesi Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi bünyesinde kurulmuş olan güneş ışıını ölçüm sisteminden alınan ölçüm değerleri analiz edilmiş ve sonuçlar tartışılmıştır. Ölçüm sonuçlarından, bölge güneş enerjisi potansiyelinin gerek toplam güneş ışıını, gerekse direkt güneş ışıını uygulamaları açısından ülke ortalamalarının çok üzerinde olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Toplam güneş ışıını, direkt ışıını, difüz güneş ışıını, piranometre, pirheliyometre.

MEASUREMENT OF GLOBAL, DIRECT BEAM AND DIFFUSE SOLAR RADIATION FOR DETERMINING THE POTENTIAL OF SOLAR ENERGY APPLICATIONS

ABSTRACT

Solar radiation is the fuel of solar energy systems. Solar radiation data are the key parameter for building energy analysis and designing and performance evaluation of solar energy systems. So, it is crucial to know the solar radiation data for determining solar potential and technical and economic analysis of solar energy systems. Measurements of solar radiation are generally carried out for global solar radiation incident horizontal plane. Direct beam and diffuse radiation are not measured except scientific and academic purposes. These data are needed for different applications of solar energy. Direct beam solar radiation data are used in determination of solar potential and analysis of concentrated solar energy technologies. Global solar radiation data are needed for thermal solar energy systems and photovoltaic systems.

In this study, the solar radiation measurement system with solar tracker which can measure global, direct beam and diffuse radiation with high resolution is explained in detail and the basic rules of solar radiation measurements are expressed. The data obtained from solar radiation measurement systems which are set up at Harran University, Research and Application Centre for Solar Energy are analyzed and the results are discussed. It is seen that global and direct beam radiation have high potential for all applications of solar energy.

Keywords: Global solar radiation, direct beam radiation, diffuse radiation, pyranometer, pyroheliometer

1.GİRİŞ

Yenilenebilir enerji kaynakları içinde en çok kullanılabilir potansiyeli olan güneş enerjisidir. Çünkü güneş enerjisi her yerde bulunur. Ancak, güneş enerjisi potansiyelinin belirlenmesi, güneş enerjisi uygulamaları ve sistemleri için sağlıklı, güvenilir ve kolay ulaştırılabilir güneş verilerine ihtiyaç vardır. Güneş ışıının şiddeti verileri, güneş enerjisi sistemleri ve uygulamalarındaki hesaplamalarda ve potansiyel belirlemede temel parametrelerdir. Güneş ışıınının bilinmesi ile herhangi bir arazi ya da bölge koşullarında, güneş enerjisinin değişik uygulama potansiyellerinin daha doğru bir şekilde belirlenmesi mümkün olabilmektedir. Yoğunlaştırıcı güneş enerjisi teknolojilerinde potansiyelin belirlenmesinde ve hesaplamalarında kullanmak için direkt güneş ışıının verilerine ihtiyaç vardır. Toplam güneş ışıınını verileri ise fotovoltaik (PV) sistemler ve düz yüzeyli kolektör uygulamaları için gereklidir. PV paneller için verilen performans test sonuçları laboratuvar ortamında yapılan testlere göre. Gerçek atmosferik şartlar ise çok farklıdır. Bu nedenle PV panellerin gerçek performans sonuçları ve analizi için güneş ışıının değerlerinin bulunan yer için ölçülmesi gerekir. Güneş ışıınını ölçümleri hassas ve pahalı olmasından dolayı, Türkiye'nin birçok yerleşim yeri için sadece yatay düzleme gelen toplam güneş ışıının şiddeti ölçümleri, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (DMİ), Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE) ve bazı üniversiteler tarafından yapılmaktadır. Ölçme aletlerinin pahalı olması, ölçüm teknikleri ile ilgili problemler ve ölçümün belirli kuruluşlar tarafından yapılması, ışıının ve güneşlenme süreleri gibi güneş verilerine ulaşmayı zorlaştırmaktadır (Bulut ve Yeşilata, 2006).

Güneş ışıının şiddetinden maksimum derecede yararlanabilmek için panel veya kolektörlerin güneş geliş açısı dikkate alınarak, optimum açılarda yerleştirilmesi gereklidir. Optimum açının saptanabilmesinin ilk koşulu, eğimli yüzeylere gelen toplam ışıınının belirlenebilmesidir. Günümüzde meteorolojik ölçümler dâhil sadece yatay yüzeye gelen toplam güneş ışıınını ölçülmekte ve eğimli yüzeylere gelen toplam ışıının ise literatürde mevcut bazı matematiksel korelasyonlar yardımıyla hesaplanmaktadır. Bu korelasyonların ortak özelliği direkt ve difüz ışıınının birer fonksiyonu olmalarıdır. Bu iki ışıının türü arasındaki ilişki ise; güneş sabiti, dünya-güneş mesafesi, deklinasyon açısı, saat açısı, atmosferdeki su buharı, bulunan yerin enlemi, boylamı, deniz seviyesinden yüksekliği v.b. birçok faktöre bağlıdır. Dolayısıyla; hesaplamalar sonucunda belirsizlik değeri yüksek, doğruluk seviyesi nispeten düşük veriler elde edilmektedir.

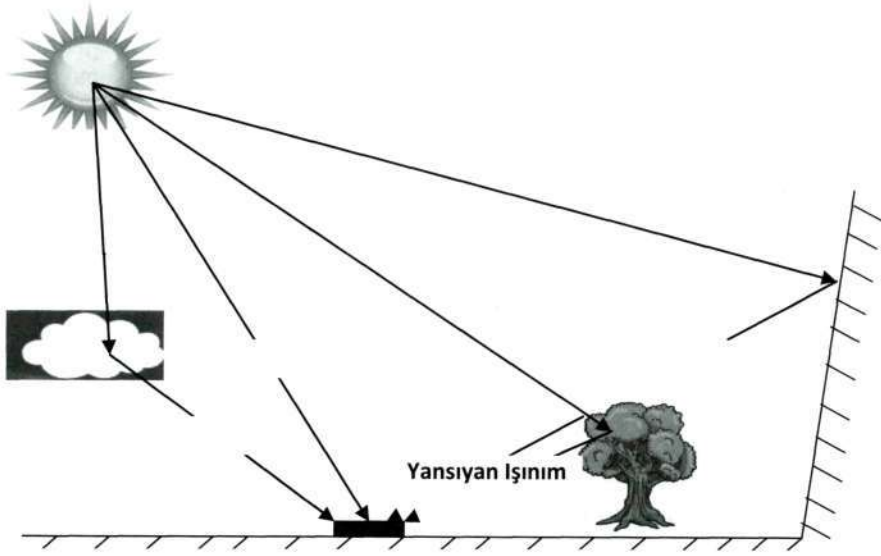
Belirli bir yer için güneş ışıınını verileri farklı şekillerde verilebilmektedir. Güneş ışıınını verileri, güneş ışıınını için tipik yıl değerleri, günlük, aylık veya yıllık ortalama güneş ışıınını değerleri, güneş ışıınını haritalarından elde edilen değerler, güneşlenme süreleri değerleri, uydu ölçümlerine dayanan güneş ışıınını değerleri veya güneş ışıınını modellerlerinden elde edilen değerler olabilir. Literatürde verilen güneş ışıınını değerleri ile ilgili bazı sorunlar bulunmaktadır. Bunlar, kullanılan veri setinin belli olmaması, eski yıllara ait olması ve bazı yerler için bu değerlerin olmamasıdır. Bilimsel araştırmalarda kullanmak

üzere güneş verilerinin ölçümü özellikle araştırmacılar tarafından yapılmaktadır. Çünkü literatürdeki bazı ölçüm verilerine şüphe ile bakılmaktadır (Aksoy, 1997; Güneş, 2001). Özellikle güneş enerjisi ile ilgili uygulamalarda bazı araştırmacılar kendi yaptıkları ölçümleri kullanmışlardır (Bulut ve Durmaz, 2006; Kaygusuz ve Ayhan, 1999; Hepbaşlı ve Ulgen, 2002; Ulgen ve Hepbaşlı, 2002). DMİ ölçümlerinde insan faktöründen kaynaklanan ölçüm hataları önemli bir rol oynamakla beraber ölçüm cihazları eski olup kalibrasyonları düzenli bir şekilde yapılmamaktadır (Aksoy, 2007; Güneş, 2001). Dolayısıyla, güneş enerjisi ile ilgili sağlıklı, kolay temin edilebilir ve güvenilir verilere ulaşabilmenin zor olduğu söylenebilir. Doğal olarak, hesaplamalar ve analizler için en doğrusu, güneş ışıınının tüm bileşenlerinin bulunan yer için ölçülmesidir. Bu çalışmanın amacı, güneş enerjisi uygulamalarının potansiyelini belirlemek için toplam, direkt ve yayılı güneş ışıının şiddetlerinin anlık ölçümünü veren yüksek hassasiyetli güneş takip sistemli güneş ışıınını ölçüm sisteminin tanıtılması ve Şanlıurfa için ölçülen değerlerin analiz edilmesidir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Yeryüzünde herhangi bir yüzeye gelen toplam güneş ışıınını, direkt, difüz ve yansıyan ışıınımlardan oluşur. Şekil 1'de yeryüzünde bir yüzeye gelen güneş ışıının çeşitleri gösterilmiştir. Güneş enerjisi uygulamalarında ve sistemlerinde bu üç tip güneş ışıınınından yararlanılır. Direkt güneş ışıının bileşeni doğrudan güneşten yüzeye gelir. Güneş ışıınları atmosferde herhangi bir engele takılmadan, dünyadaki bir noktaya doğrudan gelmeleri direkt güneş ışıınınıdır. Güneşli bir günde bir yüzeye gelen toplam radyasyonun %80 kadarı direkt güneş ışıınınıdır (Uyarel ve Öz, 1987). Difüz (yaygın, yayılı) güneş ışıınını ise güneşten gelen ışıınının atmosferden geçerken gökyüzünde bulunan bulut, su buharı ve tozlar tarafından yutulan ve atmosferde dağılmış olan kısmıdır. Bu yaygın güneş ışıınını, gökyüzünden her taraftan tekrar yüzeylere gelir. Bulutlu ve kapalı bir günde yüzeye gelen güneş ışıınınının tamamı difüz güneş ışıınınıdır. Yansıyan güneş ışıınını ise yeryüzüne düşen güneş ışıınınının etraftaki çevreden yüzeye gelen güneş ışıınınıdır. Yansıyan güneş ışıınını çevrenin özelliklerine göre değişmektedir. Yansıyan güneş ışıınını genellikle hesaplama yoluyla bulunmaktadır ve ölçülmemektedir. Toplam güneş ışıınını piranometre, aktinograf veya solarimetre gibi cihazlarla ölçülmektedir. Şekil 2'de toplam güneş ışıınını ölçen bir piranometre ve verilerin kaydedildiği datalogger verilmiştir. Şekil 3'te yatay düzleme gelen toplam güneş ışıınını ölçen bir sistem şematik olarak verilmiştir (Bulut ve Yeşilata, 2006). Direkt güneş ışıının şiddeti ise pirheliyometre cihazı (şekil 4) ile, difüz güneş ışıının şiddeti ise gölge bantları (şekil 5) veya gölge topları (şekil 6) kullanılarak piranometre cihazları ile ölçülmektedir. Difüz güneş ışıınını ölçümünde kullanılan gölge topları ve gölge bantları direkt güneş ışıınınının piranometre üzerine gelmesini engellerler. Pirheliyometre cihazının bir güneş takip sistemi ile birlikte kullanılması gerekir.

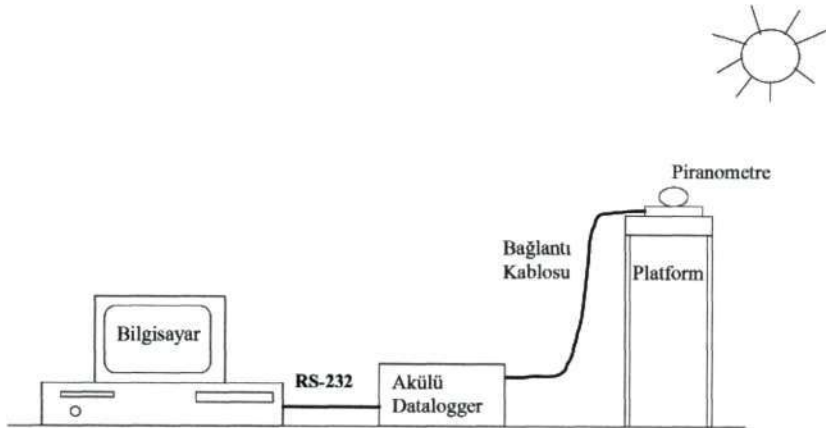
Şekil 1. Yeryüzüne gelen güneş ışınım çeşitleri



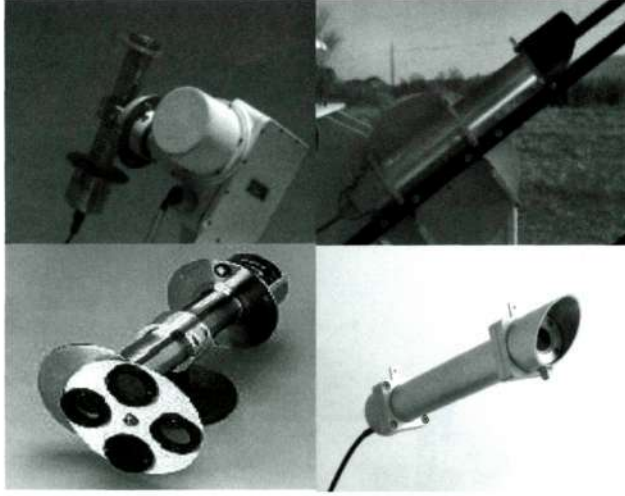
Şekil 2. Toplam güneş ışınımı ölçümü için piranometre ve datalogger



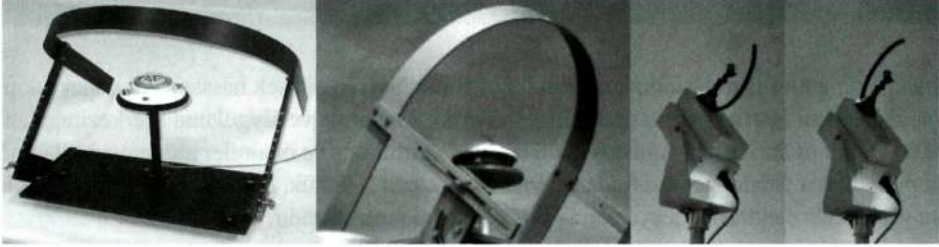
Şekil 3. Yatay yüzeye gelen toplam güneş ışınım şiddeti ölçüm sistemi



Şekil 4. Direkt güneş ışınımı için pirheliyometreler



Şekil 5. Difüz güneş ışınımı ölçümü için gölge bantlı piranometreler



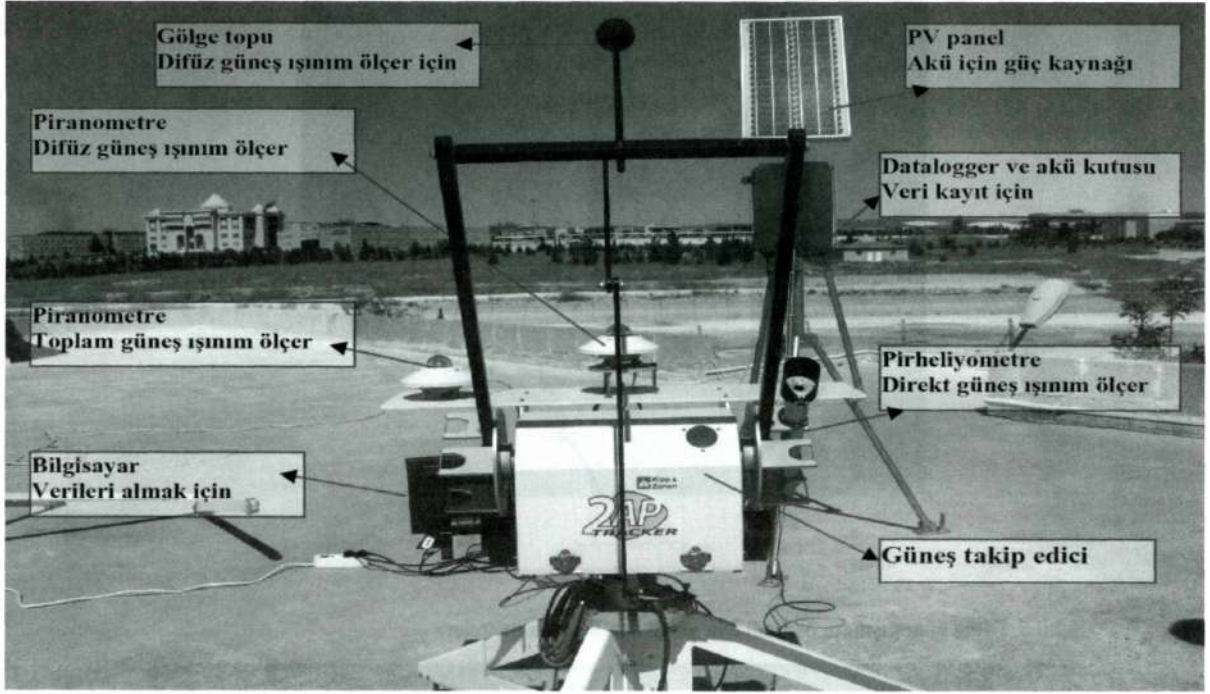
Şekil 6. Difüz güneş ışınımı ölçümü için gölge toplu piranometreler



Toplam, direkt ve yayılı güneş ışınım şiddetlerinin anlık ölçümünü veren yüksek hassasiyetli güneş takip sistemli güneş ışınımı ölçüm sistemi şekil 7’de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi sistem, toplam ışıınımlı ölçmek için 1 adet piranometre, difüz ışıınımlı ölçmek için 1 adet piranometre ve 1 adet gölge topu ve direkt güneş ışıınımlı ölçmek için 1 adet pirheliyometre ve güneş takip ediciden oluşmaktadır. Ölçülen veriler datalogger cihazına

kaydedilmektedir. Veriler daha sonra belirlenen formatta bilgisayara aktarılmaktadır. Datalogger cihazının güç beslenmesi için bir adet PV panel ve batarya kullanılmıştır. Güneş izleyici gücünü şebeke elektriginden almaktadır. Datalogger ise PV panelle beslenen bataryadan enerji çekmektedir (şekil 7). Güneş izleyici, güneşi izlemeyi doğu-batı yönünde ve güneş azimut yüksekliğine göre aşağı-yukarı yönünde olmak üzere iki eksenle yapmaktadır.

Şekil 7. Yatay düzleme gelen güneş ışınımının tüm bileşenlerini ölçen sistem



Toplam, direkt ve yayılı güneş ışınım şiddetlerinin anlık ölçümünü veren yüksek hassasiyetli güneş takip sistemli güneş ışınımı ölçüm sistemi Harran Üniversitesi Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezinde (enlem 37° 16' K, boylam 39° 00' D, rakım 506 m) 24 Ağustos 2008 tarihinde kurulmuş ve ölçümler alınmaya başlanmıştır. Ölçümler 10 dakikalık periyotlarla datalogger tarafından kayıt edilmektedir. Günlük, haftalık veya aylık ölçümler daha sonra RS-232 kablosu vasıtasıyla elektronik dosya olarak bilgisayara aktarılmaktadır.

Güneş takip sistemli güneş ışınımı ölçüm sisteminde yatay düzleme gelen toplam güneş ışınımı (IT), yatay düzleme gelen difüz güneş ışınımı (IY) ve direkt güneş ışınımı (ID) ölçülmektedir. Yatay düzleme gelen direkt güneş ışınımı ise;

$$I_{DY} = I_D \cos(z) \quad (1)$$

denklemleri ile hesaplanabilir. Denklemlerde z , güneş zenit açısıdır. Zenit açısı,

$$\cos(z) = \sin(en) \sin(\delta) + \cos(en) \cos(\delta) \cos(h) \quad (2)$$

denklemleri ile hesaplanır. Burada "en" enlem açısı, "δ" deklinasyon açısı, "h" saat açısıdır (Hsieh, 1986).

Yatay düzleme gelen toplam güneş ışınımı (IT), yatay düzleme gelen direkt ve difüz ışınımın toplamı olarak aşağıdaki denklemlerden de hesaplanabilir.

$$I_T = I_Y + I_{DY} \quad (3)$$

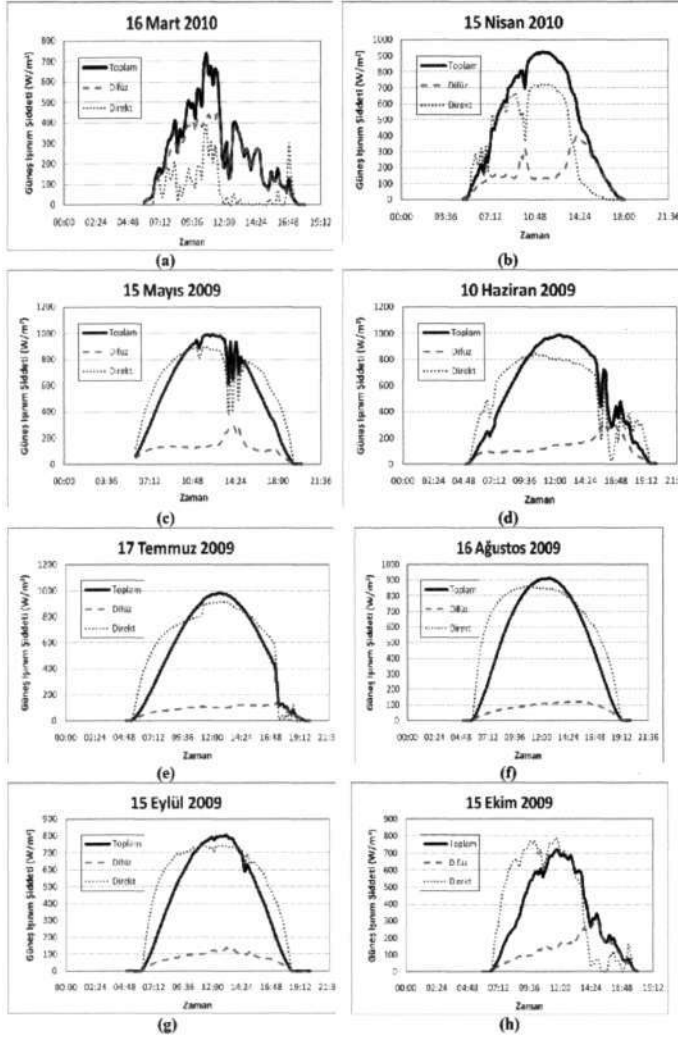
3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Ağustos 2008 ve Nisan 2010 tarihleri arasında alınan ölçümlere göre en yüksek anlık toplam güneş ışınımı 1154 W/m² ve anlık en yüksek direkt güneş ışınımı 979 W/m² olarak tespit edilmiştir. Difüz güneş ışınımının toplam güneş ışınımına olan oranı yıl boyunca yaklaşık olarak %10 ile %60 arasında değişmektedir. Difüz güneş ışınımının toplam güneş ışınımına olan oranı bahar aylarında %25-40, yaz aylarında %10-20, son bahar mevsiminde %15-30 ve kış aylarında %40-60 arasında değişmektedir. Şekil 9'da her ayı temsil eden günler veya yakın günler için toplam, difüz ve direkt güneş ışınım şiddetinin gün boyunca değişimleri gösterilmiştir. Şekillerden her üç güneş ışınım çeşidinin gün boyunca güneş ışınımındaki değişimlere benzer davranışı gösterdikleri belirlenmiştir.

Açık gökyüzünün olmadığı ilkbahar ve kış aylarında güneş ışınımının değişkenliğinin fazla olduğu görülmektedir. Açık günlerde ve yaz aylarında direkt ve toplam ışınımın gün boyunca ani değişimler göstermediği, gün boyunca doğal değişimini takip ettiği ve değerlerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Harran Üniversitesi Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi bünyesinde kurulmuş olan güneş ışınım ölçüm sisteminden alınan direkt güneş ışınımı ve toplam güneş ışınımı ölçüm sonuçlarından, bölgenin güneş enerjisinin tüm uygulamaları için yüksek potansiyele sahip olduğu görülmüştür. Ölçüm sistemi yüksek hassasiyetli olduğu için veriler oldukça güvenlidir. Ancak ölçümlerdeki doğruluk ve hassasiyeti korumak adına sistemin sürekli ve periyodik olarak kontrol edilmesi gerekmektedir. Öl-

Şekil 8 . Toplam, difüz ve direkt güneş ışınlam şiddetinin temsili günler için değişimi (a-h).



çümlemler sırasında en sık karşılaşılan sorunlardan biri; uzun süreli elektrik kesintilerinden sonra sistem ayarlarının bozulmasıdır. Diğer bir sorun ise; yayılı ışınlam ölçümünde kullanılan topun gölgesinin zaman zaman piranometre üzerine düşmemesidir. Ölçümler sırasında zaman zaman da eksenler arasındaki mesafenin bozulması nedeniyle, pirheliometre cihazının direkt ışınlamı doğru ölçememesidir. Belirtilen olası sorunlardan minimum seviyede etkilenmek için ölçüm sisteminin haftalık periyodik olarak denetlenmesi gerekmektedir.

Ölçüm sisteminin kurulacağı yerin ise, yıl boyunca güneş alan bir alan olması gerekir. Ölçüm sistemine gölge yapacak herhangi bir engelin olmaması da oldukça önemlidir. Sensörlerin belirli aralıklarla temizlenmesi gerekir. Özellikle bölgemizde son zamanlarda sıklıkla meydana gelen toz bulutlarından gelen tozlar sensörlerin üzerini kaplamakta bu durum zaman zaman ölçüm hatalarına neden olmaktadır. Ayrıca güneş takip sistemindeki sapmaların kontrol edilmesi gerekir. Gölgenin difüz ışınlam ölçümü için kullanılan piranometre sensöründen kaçıklığı ve

pirheliyometrenin güneş zenit açısı takip edilmelidir.

Yüksek hassasiyetli güneş ışınlam ölçüm sisteminden alınan ve yukarıda sunulan ölçüm değerleri, bölge için güneş ışınlam modelleri geliştirmek veya mevcut modellerlerin geçerliliğini denetlenmek açısından büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Aksoy, B., 1997.** Estimated monthly average global solar radiation for Turkey and its comparison with observations. *Renewable Energy*, 10: 625-633.
- Bulut, H., B. Yeşilata, 2006.** Şanlıurfa İli Güneş Enerjisi Potansiyelinin Tespiti, Harran Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu, (Hübak) Proje Raporu, Proje No: 458, Şanlıurfa.
- Bulut, H., A.F. Durmaz, B.Yeşilata, 2006.** Eğik yüzeye gelen güneş ışınlamı değerlerinin deneysel olarak incelenmesi. I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi (UGHEK'2006), Eskişehir, s: 143-149.

- Güneş, M., 2001.** Analysis of daily total horizontal solar radiation measurements in Turkey. *Energy Sources*, 23: 563-570.
- Hepbaşlı, A., K. Ulgen, 2002.** Prediction of solar radiation parameters through clearness index for İzmir, Turkey. *Energy Sources*, 24: 773-785.
- Hsieh, J. S., 1986.** *Solar Energy Engineering*. Prentice-Hall, Inc. pp. 10-14.
- Kaygusuz, K., T. Ayhan, 1999.** Analysis of solar radiation data for Trabzon, Turkey. *Energy Conversion and Management*, 40(5): 545-556.
- Ulgen, K., A. Hepbaşlı, 2002.** Comparison of solar radiation correlations for İzmir, Turkey. *International Journal of Energy Research*, 26: 413-430.
- Uyarel, A.Y., E.S. Öz, 1987.** Güneş Enerjisi ve