

Türkiye'de Güneş Enerjisi Araştırma ve Geliştirme

Nurdil ESKİN*

1. GİRİŞ

1973-1974 yılları arasında dünyada meydana gelen enerji krizinin ardından, dünyada güneş enerjisinin dolaylı veya direkt olarak kullanılması daha yaygın hale gelmiştir. Güneş enerjisi halihazırda dünyanın ihtiyacı olan enerji ihtiyacının birkaç katı olan potansiyeli ve çevre dost olan bir enerji şekli ile alternative enerji kaynakları arasında önemli bir kaynaktır.

Son yirmi yıllık süre zarfında, Türk ekonomisindeki hızlı şehirleşme ve endüstrideki gelişmeler nedeniyle enerji ihtiyacı önemli temel meselelerden biri haline almıştır. Endüstrideki hızlı gelişmeler, artan motorlu taşımacılık ve enerji kullanımını gerektiren yeni aktiviteler ülkede enerji ihtiyacının artmasına neden olmaktadır.

Uluslararası Enerji Ajansı (IEA- (UEA)) Türkiye'nin elektrik güç sarfiyatının 1973-1995 yılları arasında her yıl ortalama %9 oranında artan bir talebe maruz kaldığını tesbit etmiştir. Bu talebi karşılamak için Türkiye yabancı yatırımcının yap-işlet-devret modeli ile farklı enerji kaynaklarından –bilhassa rüzgar ve hidroelektrik

santralleri ve doğalgaz santralleri ile enerji üretimini artırmak ve artan talebi karşılamak yönüne gitmiş ve 1999 tarihinden itibaren yabancı yatırımcılara da bu imkânı sağlayacak ana yasal değişikliklere gitmiştir.

Sınırlı enerji kaynakları nedeniyle Türkiyede enerji ağırlıklı olarak ithal edilen petrol ve doğal gaz ile karşılanmaktadır. Ülkede çıkarılan linyit özellikle termik santraller ve endüstride kullanılmaktadır. Ülkede 246 milyon kilovat – saat /yıl (kWh/yıl) elektrik üretiminin 105 milyon kWh linyitten, 16 milyon kWh kömürden ve 125 milyon kWh hidroelektrik kaynaklarından sağlanmaktadır. Biomas, jeotermal , rüzgâr, güneş enerjisi ülkede uzun yıllardır kullanılmakla beraber toplam içindeki oranı % 11.1 seviyelerinde kalmaktadır. Dalga ve deniz akıntılarının potansiyeli olduğu tesbit edilmiş olmasına rağmen bu konuda ciddi bir çalışma yer almamaktadır.

Son yıllarda Türkiyedeki enerji kullanımı (%7.4 yıllık ortalama) gayrisafi milli hasıladaki yıllık %7 lik artış ile aynı oranda yükselmektedir. [1-2] Türkiye'nin enerji talebi 2000-2010 yılları

* Prof. Dr., İTÜ Makina Fakültesi - İSTANBUL

minde ise 5 kat artırması beklenmektedir. Talep -
teki bu hızlı yükseliş, beraberinde mevcut kay -
nakların verimli kullanılması ve yenilenebilir
enerji kaynaklarının ve özellikle güneş enerji -
sinin daha etkin olarak Türkiye enerji sektörün -
de yer alması gereğini de işaret etmektedir.

Türkiye'de yılda 2640 h güneş enerjisi elde
edilebilmektedir. Ortalama güneş enerjisi mik -
tarı ise günlük 3.6 kWh/m²-gün'dür. 1998 yılın -
da güneş enerjisinden enerji eldesi 100 ktoe
idi [3]. Bu rakkamın, 2005 yılında 129 ktoe,
2010 yılında 431 ktoe, 2020 yılında 828 ktoe
olması hedeflenmektedir [4].

Bu makalenin amacı ülkemizde güneş enerjisi
konusunda yapılan bilimsel araştırmalar,
araştırma ve geliştirme çalışmaları ile gü -
neş enerjisinin enerji, çevre, teknolojik geliş -
meler ve ekonomik yönü açısından ülkemizde -
ki gelişimini ve birbirleri ile olan ilişkisini ele
alan çalışmaları açıklamaktır. Çalışma ülke -
nin güneş enerjisi potansiyeli ve Türkiye 'deki
güneş enerjisi aktivitelerini açıklayarak bu
enerji ile çalışan sistemleri kısaca ele almakta
ve bu konuda yapılan çalışmaları özetlemek -
tedir.

2. TÜRKİYE'DE GÜNEŞ ENERJİSİNİN GELİŞİMİNİN TARİHÇESİ

Güneş enerjisi, zirai ürünlerin kurutulması, so -
ğuk mevsimlerde mahal ısıtması, evlerde ha -
valandırma amacıyla ve tüm dünyada bilhassa
gelişmiş ülkelerdeki yaygın uygulamaları ile
kullanılmaktadır. Ülkemizde 1960 'ların başla -
rında güneş enerjisi ilk defa alternatif enerji
kaynağı olarak anlaşılmış ve bazı yatırımcı -
lar ve üniversitelerde verilen tezler ile bu konu -
da çalışmalar başlamıştır [5].

1970'lerin ortalarında, dünyadaki güneş ener -
jisi teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak,
ülkemizde de bilhassa güneş enerjisinin ısı
uygulamaları konusu üniversiteler, devlet ve
endüstri açısından önem kazanmış, ve güneş
enerjisi çalışmaları bu tarihten itibaren artan
bir hızla gelişmiştir[6].

1975 yılında izmir de gerçekleştirilmiştir [7].
Yine ilk pasif güneş enerjisi uygulaması Orta -
doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) bünyesinde
1975 yılında tesis edilmiştir[8].

Güneş enerjisi konusundaki çalışmalar ağır -
lıklı olarak ODTÜ,İTÜ,Yıldız ve Ege Üniversite -
leri tarafından yaygın olarak yürütülmekle bera -
ber, Türkiye'deki tek Güneş Enerjisi Enstitüsü
Ege Üniversitesi bünyesinde 1978 yılında ku -
rulmuş ve o günden itibaren faaliyet göster -
mektedir. 1980'lerin sonunda bu konudaki ça -
lışmaları devlet destekli TÜBİTAK bünyesin -
deki Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştır -
ma Enstitüsü (MBAE) yürütmektedir. MBAE
güneş enerjisi düşük sıcaklık uygulamaları ve
Türk endüstrisinin ısı enerji ihtiyacının model -
lenmesi konusundaki projeleri 1977-1985 yılları
arasında ağırlıklı olarak desteklemiştir. Yine
TÜBİTAK bünyesinde 1986 yılında kurulan An -
kara Elektronik Araştırma ve Geliştirme Ensti -
tüsü güneş pillerinin tasarımı ve üretimi konu -
sundaki çalışmaları desteklemektedir.

Uluslararası Güneş Enerjisi Derneği Türkiye
Şubesi (International Solar Energy Society
Turkey Branch UGET-TB) 1992 yılından itiba -
ren Türk devletinin izniyle aktif olarak çalışma -
larını sürdürmektedir [9-11]. Devlet Meteoroloji
Enstitüsü (DME) geçen yüzyılın başından iti -
baren gittikçe artan sayıdaki istasyonlarda ik -
limsel verilerin kayıt edilmesi, değerlendirilmesi
ve bilginin dağıtılması konusunda aktif olarak
çalışmaktadır. Diğer taraftan Elektrik İşleri
Etüd İdaresi (EİEİ) de güneş enerjisi ile su
ısıtma, aktif ve pasif mahal ısıtması, yoğunlu -
ran toplayıcılar ve güneş pilleri konusundaki
çalışmalara imkân sağlamaktadır. Bu kuruluş
1982 yılından itibaren yenilenebilir enerji kay -
naklarının ve özellikle güneş ve rüzgâr enerji -
sinin geliştirilmesinden sorumludur. Bu kurulu -
şun geçmişte bu konudaki çalışmaları daha
ziyâde araştırma ve geliştirme ve projelerin
tanıtılması konusunda olmakla beraber son yıl -
larda kaynakların tesbiti ve potansiyel tayini
ağırlık kazanmıştır. Makina Kimya Enstitüsü
(MKE) kurumu ise düzlemsel ve silindirik para -
bolik toplayıcıların üretimi, testleri ve pazarlan -

masına yönelik çalışmaları kısa sürelerle ger -
çekleştirmiştir.
Türkiye'deki güneş enerjisi araştırmalarını te -
mel olarak iki ana grupta toplamak mümkün -
dür:

rağmen, toplam enerji üretimi içinde güneş
enerjisinin yeri ihmal edilebilecek seviyededir.
Türkiye'de güneş enerjisi potansiyeli ile ilgili
çalışmalar 1980'lerin yılların başına kadar gi -
der. Bu konuda yayınlanmış ilk çalışma Taş -
demiroğlu ve ç.a. tarafından gerçekleştirilmiş -
tır [12].

1. Güneş enerjisi potansiyelinin tesbiti ve tayini hakkındaki çalışmalar
2. Güneş enerjisi uygulamaları ve teknolojisi ile ilgili çalışmalar

3. TÜRKİYE'NİN GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYELİ VE BU KONUDA YAPILAN ÇALIŞMALAR

Türkiye 35°50' and 42806'-kuzey enlemi ve 25°40' and 44°48'-doğu boylamları arasındaki güneş bandında yer almaktadır. Yıllık ortalama güneş ışınımı 1303 kWh/m²-yıl ve toplam yıllık güneşlenme süresi 2623 h olup, güneş enerjisi ısıtma uygulamaları için gerekli enerjiyi sağlamaya yeterlidir. 9.8 milyon ton eşdeğer petrol (mtoe) ısı uygulamalara olmak üzere yıllık 36.2 mtoe enerji potansiyeli mevcuttur. Yılın on ayı boyunca teknik olarak ve ekonomik olarak toplam ülke yüzölçümünün % 63'ünde ve tüm yıl boyunca da %17'sinde yararlanılabılır. Bu önemli potansiyele ve uygun şartlara

tır [12]. Bu çalışmayı saatlık ve günlük ışınım miktarlarının tesbitine ve Türkiye için haritaların geliştirilmesine yönelik çalışmalar takip etmiştir. Tüm ülkeyi kapsayan çalışmaların yanı sıra [13-15], bazı çalışmalar ise bölgesel olarak güneş ışınım miktarının tesbitine ve dataların derlenmesine yönelik çalışmalardır [16-19].

Güney Doğu Anadolu bölgesi ise, güneş enerjisi açısından en zengin bölgelerden biridir. GAP bölgesinde aylık ortalama günlük güneş enerjisi değerleri kWh/(m² gün) ve aylık ortalama günlük güneşlenme süreleri(h) Tablo 1 ve 2'de verilmektedir. En fazla güneşlenme süresi temmuz ayında 13.26 saat olarak tesbit edilmiştir. Yine bu bölgede yaklaşık 6.4 kWh/(m² gün) en yüksek toplam güneş ışınımı tesbit edilmiştir. Bu değerler ısıtma ve sıcak su temini amaçlı güneş enerjisi uygulamaları için yeterli seviyelerdedir [20-22].

Tablo 1 Aylık Ortalama Günlük Toplam Güneş Işınımı Değerleri

İstasyon	Ocak	Şub.	Mart	Nis.	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eyl.	Ekim	Kasım	Ara.
Adıyaman	1.87	2.34	3.32	4.20	5.35	5.67	6.09	5.55	4.50	3.03	2.26	1.75
Diyarbakır	1.85	2.58	3.40	4.43	5.58	6.40	6.27	5.74	4.64	3.25	2.20	1.83
Gaziantep	1.87	2.62	3.60	4.50	5.40	6.07	5.98	5.62	4.58	3.34	2.38	1.73
Mardin	1.98	2.57	3.48	4.32	5.57	6.18	6.12	5.60	4.71	3.30	2.34	1.84
Siirt	1.88	2.48	3.42	4.25	5.36	6.07	6.08	5.52	4.51	3.16	2.23	1.73
Şanlıurfa	1.90	2.54	3.48	4.47	5.49	6.13	6.09	5.50	4.52	3.28	2.36	1.78

Kaynak: [20,22]

Tablo 2 Aylık Ortalama Günlük Güneşlenme Süreleri

İstasyon	Ocak	Şub.	Mart	Nis.	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eyl.	Ekim	Kasım	Ara.
Adıyaman	3.08	4.27	5.35	8.11	10.10	12.40	13.13	12.37	10.32	7.38	5.40	3.45
Diyarbakır	3.49	4.59	5.34	7.24	9.47	12.39	12.52	12.09	10.32	7.57	5.49	3.54
Gaziantep	3.18	4.03	6.09	8.24	10.34	12.59	13.20	12.17	10.20	9.05	5.58	3.31
Mardin	3.58	5.08	5.30	7.00	9.13	11.31	11.38	10.56	9.43	7.43	5.49	3.59
Siirt	3.33	4.08	5.30	6.35	9.23	12.48	12.32	12.08	10.15	7.13	5.39	3.36
Şanlıurfa	4.24	5.33	6.35	8.35	10.45	12.58	13.26	12.16	10.43	8.45	6.31	4.19

Kaynak: [20,22]

Türkiye'de 1936 yılından itibaren güneşlenme sürelerini Comphelell-Stokes actinographs ile ölçen 90'nın üzerinde istasyon bulunmaktadır. Bu verilerin ortalama değerleri Meteoroloji Bültenleri halinde verilmektedir. Bu veriler araştırmacılar için oldukça yararlı temel kaynak teşkil etmektedir[14,23-25]. Bu veriler Tablo 3'de verilmektedir.

anahtar rol oynar. Bu nedenle ölçülebilir parametreler cinsinden bu potansiyelin tesbiti yaygın bir uygulamadır. Dünyada çeşitli parametrelerle test edilerek ampirik bağıntıların geçerliliği araştırılmıştır. Bu çerçevede Türkiye'de yapılan güneş enerjisi ölçümlerinin değerlendirilmesine yönelik çalışmalar dört ana grupta toplanabilir:

Güneş enerjisi dönüşüm sistemlerinin tasarlanmasında güneş ışınım miktarı en önemli korelasyonların geliştirilmesi [14, 26-35].

1) Türkiye geneline uygulanabilecek ampirik

parametrelerden biridir. Güneş enerjisi tekno) lasyonlar geliştirilmesi; İstanbul için [36-37]; Gebze için [24,38-41];Elazığ [42];Trabzon [17, 43]; Antalya[44-45];İzmir için [46-

Tablo 3 Türkiye'deki Ortalama Güneşlenme Süreleri

Sıra	İller	Kuzey	Batı	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haz.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1	Adana	30° 50'	30° 40'	4,3	3,4	6,0	7,3	10,6	11,7	11,3	11,1	9,5	7,6	6,4	4,8
2	Afyonkarahisar	37° 40'	36° 47'	4,0	4,4	3,0	7,8	10,0	12,6	13,0	12,4	10,6	7,9	6,1	4,0
3	Afyon	38° 40'	38° 32'	3,3	4,3	3,4	6,7	8,8	10,0	11,9	11,0	9,9	6,8	5,5	3,2
4	Antalya	36° 00'	32° 30'	4,7	5,4	7,0	10,7	10,4	13,0	13,0	13,3	11,0	7,8	7,1	4,9
5	Ankara	38° 57'	32° 53'	3,0	3,8	5,7	6,6	9,6	11,0	12,3	11,4	9,5	7,0	5,2	3,4
6	Armutlu	36° 57'	30° 47'	5,3	5,1	6,8	8,2	10,0	12,6	12,0	12,2	11,0	8,6	7,1	4,9
7	Balıkesir	38° 10'	37° 10'	3,9	3,5	4,0	6,3	7,1	10,4	12,2	11,5	9,1	6,4	4,6	3,9
8	Balı	40° 40'	31° 30'	2,5	3,3	4,4	5,2	7,2	9,2	10,0	9,3	7,6	5,4	3,7	2,4
9	Banaz	37° 47'	30° 20'	3,0	4,0	6,0	7,0	9,2	11,1	12,2	11,9	9,5	7,7	5,8	3,8
10	Bartın	40° 11'	30° 04'	3,1	3,4	4,0	5,8	7,4	10,4	11,7	10,4	8,4	6,0	4,6	3,1
11	Çanakkale	40° 07'	34° 24'	3,2	4,2	5,4	7,6	10,0	10,7	12,4	11,0	9,9	6,6	4,8	3,2
12	Çankırı	40° 30'	37° 33'	2,2	3,0	4,7	6,0	8,0	9,5	11,6	10,0	8,4	6,2	4,0	2,8
13	Çerkeş	37° 47'	30° 00'	3,9	4,4	5,6	7,0	9,1	11,1	12,1	11,3	9,8	7,0	5,6	3,9
14	Çiğli	37° 45'	30° 12'	3,7	4,1	5,7	7,0	9,6	12,8	12,9	12,0	10,5	7,3	5,6	4,0
15	Çiğir	40° 40'	30° 40'	2,9	4,1	5,0	6,8	9,3	11,1	11,8	10,2	8,1	6,2	4,2	3,1
16	Çiğir	38° 40'	30° 12'	2,9	3,3	5,4	6,8	7,3	11,9	12,9	12,0	10,0	7,1	4,9	3,4
17	Çorlu	38° 44'	30° 30'	2,9	3,9	5,1	6,4	8,1	10,8	12,1	11,2	9,5	6,9	4,8	3,8
18	Çorum	38° 35'	41° 10'	3,2	4,4	5,2	6,4	8,3	10,4	11,4	10,4	8,5	7,1	5,2	3,2
19	Çüngür	39° 45'	30° 31'	2,6	3,4	4,8	6,1	8,5	10,6	11,9	10,9	9,1	6,2	4,4	3,2
20	Çarşamba	38° 05'	37° 22'	3,8	4,1	5,9	7,7	10,7	12,7	11,0	10,8	10,1	7,9	6,2	4,0
21	Çarşamba	37° 34'	41° 40'	4,0	5,0	6,0	6,4	9,1	11,6	12,4	11,4	10,2	7,4	5,6	3,9
22	Çarşamba	37° 45'	30° 30'	3,0	4,0	5,7	6,8	8,8	10,4	12,0	11,0	9,8	7,1	5,1	3,4
23	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
24	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
25	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
26	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
27	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
28	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
29	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
30	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
31	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
32	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
33	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
34	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
35	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
36	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
37	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
38	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
39	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
40	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
41	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
42	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
43	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
44	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
45	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
46	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
47	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
48	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
49	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2
50	Çarşamba	38° 31'	30° 00'	4,0	5,0	6,3	7,4	9,3	10,7	12,0	11,0	9,2	7,3	5,4	4,2

- 49];Konya için [50].
- 3) Güneş ışınının tesbitinde kullanılan ve riler ve bu verilere grafiksel olarak verildiği çalışmalar [22, 51-56].
- 4) Angström bağıntısının katsayılarının istatistiksel analizi ve tesbitine yönelik çalışmalar, güneş irradiationı tesbitine yönelik çalışmalar veya Türkiyenin berraklık indeksinin bulunmasına yönelik çalışmalar gibi diğer çalışmalar [35,57-63]

Bu çalışmaların ışığında çeşitli ampirik modeller geliştirilmiştir. Bu modellerin detaylı açıklaması ve özetleri Hepbaşlı ve Ülgen (2004) de verilmektedir[64].

lık toplam üretim miktarının ise 200,000 m² seviyesine eriştiği de bu çalışmada belirlenmiştir. Yine tesis edilen toplam toplayıcı alanının 3.5 milyon m² olduğu da tesbit edilmiştir. Bu sektörde 100 ün üzerinde firma 2000 çalışana ile hizmet vermektedir [1,66,68].

Türkiyede güneş enerjisi uygulamaları açısından Türk Standartları Enstitüsü tarafından geliştirilmiş iki standart bulunmaktadır: Güneş Enerjisi Düz Toplayıcıları ve Güneş Enerjili Isıtma Sistemleri Tesis ve İşletmesi [69-70].

2- Buhar Üretimi:

Absorpsiyonlu soğutma ve sanayideki diğer uygulamalar için güneş enerjisi ile buhar üretimi - ne yönelik çalışmalar ilk defa Tasdemiroglu,E.

4- GÜNEŞ ENERJİSİ UYGULAMALARINA YÖNELİK ÇALIŞMALAR

Ülkemizde güneş enerjisi uygulamalarına yönelik çalışmalar da düşük sıcaklık uygulamaları ve yüksek sıcaklık uygulamalarına yönelik çalışmalar olmak üzere iki grupta incelenebilir.

1-Sıcak Su Sistemleri:

Bu uygulamalardan en önemli ve ticari yönden başarı kazanmış olanları düşük sıcaklık ve bunun içinde de sıcak su ihtiyacına yönelik olan çalışmalardır. Güneş enerjili su ısıtıcıları -bazı kaynaklarda evsel güneş enerjili sıcak su sistemleri olarak da geçmektedir- ilk defa 1975 yılında İzmir'de imalatına başlanmıştır ve Türk halkı tarafından da bu teknoloji kabul görmüştür [65]. Bu tarihten itibaren şirketler tarafından üretimine başlanarak piyasaya verilmiştir [66]. Türkiye'de üretilen güneş enerjili sıcak su ısıtıcılarının çoğu termosifon tip ısıtıcılarıdır. Bu sistem bir toplayıcı, depolama tankı ve bağlantı elemanlarından meydana gelmektedir. Kullanılan toplayıcılar ise düz toplayıcı, yoğunlaştırıcı toplayıcı veya vakumlu toplayıcı olabilmektedir. Ancak ülkemizde bu sistemlerde en yaygın kullanılan toplayıcılar genellikle düz toplayıcılarıdır. Güneş (1999)'da yaptığı çalışmasına temel teşkil eden anket çalışmasında Türkiye'de üretilen düz toplayıcıların % 41'inin yutucu yüzey alanının 1.82 m², %23'ünün ise 1.71 m² olarak imal edildiğini tesbit etmiştir [67]. Güneş toplayıcılarının yıl

(1986) tarafından yapılmış çalışmalar ile başlamıştır [71]. Türkiye 'de MKE (Makina Kimya Endüstrisi Kurumu) silindirik parabolik toplayıcıları imal eden ilk kuruluş olarak dikkat çekmektedir. Bu toplayıcıların verimleri ve bu toplayıcılar kullanılarak elde edilen kızgın su ile bir sanayi kuruluşunun enerji ihtiyacının modellenmesini konu alan çalışmalar literatürde mevcuttur [72-74]. Bu tip toplayıcılar kullanılarak güneş enerjili absorpsiyonlu sistemlerin simülasyonu, modellenmesi, tasarımını içeren çeşitli çalışmalar da literatürde yer almaktadır. [75-81].

Türkiye'de Kurulan Güneş Evleri:

Güneş Enerjisi ile pasif ısıtma sistemlerinin binaların ısıtma yüklerine büyük katkısı olduğu açıktır. Türkiyede Karadeniz Bölgesi ile Kuzey-Doğu Anadolu hariç güneş enerjisinin konutların ısıtılmasına olan büyük katkısı yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur [82]. Türkiye 'de Pasif Güneş Enerji Sistemleri konusunda, bazı üniversiteler ve enstitülerde yapılan çalışmalar dışında çok fazla çalışmanın olmadığıni söylemek mümkündür [83]. Bu amaçlara bağlı olarak ülkemizde kurulan güneş evleri aşağıda sıralanmıştır:

- Türkiye'de ilk güneş evi 1975 yılında Ortadoğu Teknik Üniversitesinde tesis edilmiştir. Bina iki katlı olup 96.6 m² alana sahiptir [8].
- Çukurova Güneş Evi 33 m² olup 1981 Temmuzunda kurulmuştur.

- Maden Tetkik Arama Enstitüsü Güneş Evi ise yine 1981 yılında Marmaris Muğla da tesis edilmiş ve toplam alanı 113.5 m² dir.
- Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Laboratuvarında da 1986 yılında toplam zemin alanı 3000 m² olan bir güneş evi bulunmaktadır.
- Ankara Büyük Şehir Belediyesi tarafından şehrin en yoğun olarak yerleşime sahip bölgesinde 1993 yılında çok katlı bir güneş evi yaptırmıştır.
- TUBITAK 1996 yılında 720 m² alana bir güneş evi kurmuştur.
- En son kurulan güneş evlerinden birisi de Kayseride Erciyes Güneş evidir. Bina 144 m² kurulu alana sahip ve çatıya yerleştirilmiş toplayıcılar vasıtasıyla ısıtılmaktadır.
- 1998 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Fakültesinde tek hücreli Trombe duvarlı bir pasif güneş sistemi kurulmuştur. Sistem tek hücreli bir test ünitesinden oluşmuş olup

pilleri ile çalışan sistemler mevcuttur. 14 kWp PV güç ünitesi Berke Barajında bazı ünitelerin ilk enerji taleplerini karşılamak için kurulmuştur [88]. Elektrik İşleri Etüd İdaresi tarafından hazırlanan bir harita ile de Türkiye 'de kurulan güneş pilleri ile çalışan sistemler verilmiştir. Bu kapasitenin 2005 yılında 1.3 MWp ve 2010 yılında 3 MWp ulaşması da hedeflenmektedir.

Sonuçlar

Bu çalışma Türkiye 'de Güneş Enerjisi araştırma ve gelişimine yönelik bugüne kadar yapılmış olan çalışmaların derlenmesini kapsamaktadır. Türkiyede güneş enerjisinin önemi 1960 lı yıllarda anlaşılacakla rağmen, konutlarda ve endüstri tarafından kullanılması sırasıyla 1986 ve 1988 yıllarında başlamıştır.

Ülkemizin sahip olduğu güneş enerjisi potansiyeli henüz etkin olarak kullanılmamaktadır.

3 x 3 m² boyutlarındaki hücrede doğu tarafında kontrol odası yerleştirilmiştir. Test hücre - sinin güney duvarı camla kaplı bir Trombe duvar olarak tasarlanmıştır. Türbülanslı doğal taşınım ölçümleri sıcak tel anemometresi ile gerçekleştirilmiş ve bu sistem kullanılarak yapılan deneysel çalışmalar literatürde yayınlanmıştır [84-85].

Güneş Pilleri ve Uygulamaları

Türkiye'de bu konudaki çalışmalar 1980- 'li yıllarda başlamıştır. İlk güneş pili ile çalışan ısı pompası Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Laboratuvarında kurulmuştur [86]. Elektrik İş - leri Etüd İdaresi tarafından da 1983 yılından itibaren başlatılan çalışmalar sonucunda ilk güneş pilleri ile çalışan laboratuvar ölçekli güç santrali Didimdeki Araştırma Laboratuvarında 1998 yılı Haziranında tesis edilmiştir [87]. 1990 ların sonuna doğru bu yöndeki çalışmalar artarak devam etmiş ve dört adet güneş pilleri ile çalışan ve yaklaşık olarak toplam kurulu gücü 50 kWp olan sistemler telekomünikasyon amaçlı olarak Afyonkarahisar, Göcek, Uşak ve Kahramanmaraş'a kurulmuştur [88].

Güneydoğu Anadolu bölgesinde toplam kapasitesi 100 kWp kurulu güce erişmiş olan güneş

Yaygın kullanım alanı olarak güneş enerjisi sıcak su eldesinde kullanılmakla beraber, zirai ürünlerin kurutulması, yüzme havuzu ısıtması, buhar eldesi gibi alanlarda da yaygınlaşması beklenmektedir.

Güneş enerjisi ile çalışan sistemlerin ve uygulamalarının enstitüler, üniversiteler ve çeşitli kurumlar eliyle yapılan ve yürütülen çalışmaların ışığında daha da gelişmesi, ülkemiz enerji ihtiyacı açısından önemli bir kaynağın değerlendirilmesini sağlayacaktır.

Kaynaklar:

1. World Energy Council Turkish National Committee (WECTNC) Energy Reports 1998, (in Turkish), (1999).
2. World Energy Council Turkish National Committee (WECTNC) Energy Statistics, (in Turkish), (1999).
3. Hepbaşlı,A., Ozdamar,A., Ozalp,N., "Present Status and Potential of Renewable Energy Sources in Turkey", Energy Sources, 23:pp631-648, 2001.
4. World Energy Council Turkish National Committee(WECTNC), Energy Report 1998, Ankara, Turkey,2000.
5. Bilgen,E., "Güneş Işınlardan Enerji Elde Edilmesi ile bu Enerjinin Soğutmada Kullanılması"Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 1966.
6. Selçuk,M.K., "Solar Stills for Agricultural Purposes", Solar Energy, V17,2:pp103-109,1975.

7. Selçuk, M. K.; Tran, VV., "Overview Of Solar Still Greenhouse Performance And Optimal Design Studies" Giesereitechnik, V2, pp349-373, 1976.
8. Eryıldız,D.E.,Demirbilek,F.N., Anatolia Solar Architecture, Proceedings of the Third National Clean Energy Symposium, 15-17 November,İstanbul, Turkey, pp 245-254,2000.
9. IEA,International Energy Agency, 1993; Energy Activities in Turkey, IEA Solar Heating Cooling (SHC) Solar Activities in IEA Countries Report, <http://www.iea-shc.org>
10. BSCREC, Black Sea Regional Energy Center, 2002, Solar Energy in Turkey, http://www.bsrec.bg/opet/turkey/Solar_Turkey.htm
11. Hepbaşlı, A., Oil Shale as an Alternative Energy Source in Turkey, Energy Sources, 26:pp 107-118,2004
12. Tasdemiroglu, E. ,Ecevit, A.; Ogelman, H., "Solar Radiation Potential in Turkey", Proceedings of Condensed Papers - Miami International Conference on Alternative Energy Sources, P 190 Conference: Proceedings of Condensed Papers - 6th Miami International Conference On Alternative Energy Sources., Miami Beach, FI, USA, 1983.
13. Tasdemiroglu, E.,Ecevit, A., "Comparisons of the Hourly and Daily Global Irradiances of Turkey on Non-Horizontal Surfaces", Ener.Conv.Mngt., V25, Iss.1,pp119-126, 1985.
14. Tasdemiroglu, E., Sever, R., "Maps for Average Bright Sunshine Hours in Turkey", Ener. Conv. Mngt.,
24. Tırıs, M., Tırıs, Ç., Türe I.E. "Diffuse solar radiation correlations: applications to Turkey and Australia", Energy, 20,pp745-749, 1995.
25. Sozen A.; Arcaklioglu E.; Ozalp M.; Kanit E.G., "Use of Artificial Neural Networks for Mapping of Solar Potential in Turkey",Applied Energy, V77, Iss.3, pp 273-286, 2004.
26. Kılıc,A.,Öztürk,A.,Solar Energy, Kipaş Publications,İstanbul, Turkey, 1983.
27. Ogelman, H., Ecevit, A.; Tasdemiroglu,E. "New Method for Estimating Solar Radiation From Bright Sunshine Data", , Solar Energy, V 33, Iss.6, pp 619-625,1984.
28. Tasdemiroglu,E.,"New Method for Estimating Solar Radiation from Bright Sunshine Data", Solar Energy, V33, Iss.6, pp 619-625,1984.
29. Akinoğlu, B.G.,Ecevit, A., "Construction of a Quadratic Model using Modified Angström Coefficients to Estimate Global Solar Radiation", Solar Energy, V45, Iss.2, pp85-92, 1990.
30. Tasdemiroglu E; Sever R.,"Estimation of Monthly Average, Daily, Horizontal Diffuse-Radiation in Turkey", Energy, V16, Iss.4, pp 787-790,1991.
31. Yıldız,M.,Oz,S., "Evaluation of the Solar Energy Potential of Turkey", Proc.of the 6th National Energy Congress,İzmir,pp 250-260, 1994.
32. Aksoy B., 1997, "Estimated Monthly Average Global Radiation for Turkey and Its Comparison With Observations", Renewable Energy V10, Iss.4, pp 625-633.

15. Hasdemir, B, "Daylight Availability in Turkey", Energy and Buildings, V6, Iss.3, pp11-26, 1983.
16. Kaygusuz K; Ayhan T., "Analysis of Solar Radiation Data for Trabzon, Turkey", Ener. Conv. Mngt., V40, Iss.5, pp 545-556, 1999.
17. Kaygusuz K., "The Comparison of Measured and Calculated Solar Radiations in Trabzon, Turkey", Energy Sources, V21, Iss.4, pp 347-353,1999.
18. Aksoy B., "Analysis of Changes in Sunshine Duration Data for Ankara, Turkey", Theoretical and Applied Climatology, V64, Iss.3-4, pp 229-237, 1999.
19. Uner M, Ileri A., "Typical Weather Data of Main Turkish Cities for Energy Applications "International Journal of Energy Research,V24, Iss.8, pp 727-748, 2000.
20. Kaygusuz, K., "Energy and Water Potential of the South-Eastern Anatolia Project (GAP)", Energy Sources, 21, pp913-922, 1999.
21. United Nations, "World Economic and Social Survey", New York, 1996.
22. Taşdemiroğlu, E., Sever, R., "Monthly and Yearly Average Maps of Total and Direct Solar Radiation in Turkey" Solar Energy, 37,3,pp 205-213, 1986.
23. DMİ -State Meteorological Institute, "Meteorological Bulletin", Ankara, Turkey,1999.
33. Oz,S.,"A New Method in Estimating Solar Radiation", Proc. Of 7th National energy Congress, Ankara,Turkey, pp 149-153,1997.
34. Togrul I.T., Togrul H., Evin D.,"Estimation of Global Solar Radiation Under Clear Sky Radiation in Turkey", Renewable Energy, V21, Iss.2, pp 271-287, 2000.
35. Sen Z, Tan EC, "Simple Models of Solar Radiation Data for Northwestern Part of Turkey",Ener.Conv.Mngt., V42, Iss.5, pp 587-598, 2001.
36. Topcu,S., Dilmaç,S, Aslan,Z., "Study of Hourly Solar Radiation Data in İstanbul", Renewable Energy, V6,pp171-174, 1995.
37. Bulut H., "Generation of Typical Solar Radiation Data for İstanbul, Turkey " International Journal of Energy Research V27, Iss.9, pp 847-855,2003.
38. Tiris M; Tiris C; Ture IE., "Correlations of Monthly Average Daily Global, Diffuse and Beam Radiations with Hours of Bright Sunshine in Gebze, Turkey", Ener.Conv.Mngt., V37, Iss.9, pp 1417-1421, 1996.
39. Dincer I.,Dilmac S.,Ture I.E.,Edin M.,"A Simple Technique for Estimating Solar Radiation Parameters and Its Application for Gebze",Ener.Conv.Mngt., V37, Iss.2, pp 183-198, 1996.
40. Tiris M; Tiris C.; Ture I.E., "Statistical Comparison of Models for Estimating Hourly-Diffuse Radiation in Gebze,

- Turkey", Energy, V21, Iss.1, pp 67-70, 1996.
41. Tiris, M.,Tiris, C."Analysis of Solar Radiation Data for Gebze, Turkey", Energy Conv. Mngm.,V38,Iss.22, pp179-186,1997.
42. Togrul I.T.; Onat E., "A Comparison of Estimated and Measured Values of Solar Radiation in Elazığ, Turkey", Renewable Energy, V20, Iss.2, pp 243-252, 2000
43. Kaygusuz K., "The Comparison of Measured and Calculated Solar Radiations in Trabzon, Turkey", Energy Sources, V21, Iss.4, pp 347-353,1999.
44. Ertekin C.; Yaldiz O., "Comparison of Some Existing Models for Estimating Global Solar Radiation for Antalya (Turkey)", Ener.Conv.Mngt., V41, Iss.4, pp 311-330,2000.
45. Ertekin C., Yaldiz O., "Estimation of Monthly Average Daily Global Radiation on Horizontal Surface for Antalya (Turkey)", Renewable Energy, V17, Iss.1, pp 95-102,1999.
46. Ulgen K.; Hepbasli A., "Comparison of Solar Radiation Correlations for Izmir, Turkey", International Journal of Energy Research V26, Iss.5, pp 413-430,2002.
47. Ulgen K., Hepbasli A., "Estimation of Solar Radiation Parameters for Izmir, Turkey", International Journal of Energy Research V26, Iss.9, pp 807-823,2002.
48. Ulgen K.,Hepbasli A., "Comparison of the Diffuse Fraction of Daily and Monthly Global Radiation for Izmir, Turkey", Energy Sources V25, Iss.7, pp 637-649,2003.
49. Ulgen K., Hepbasli A., "Prediction of Solar Radiation Parameters Through Clearness Index for Izmir, Turkey",Energy Sources, V24, Iss.8, pp 773-785,2002.
50. Oturanc G., Hepbasli A., Genc A., "Statistical Analysis of Solar Radiation Data",Energy Sources, V25, Iss.11, pp 1080-1097 2003
56. Ecevit, A., Akinoglu, B.G.,Aksoy, B., "Generation of a Typical Meteorological Year Using Sunshine Duration Data", Energy, V27,pp 947-954,2002.
57. Sahin A.D, Sen Z., , "Statistical Analysis of the Angstrom Formula Coefficients and Application for Turkey",Solar Energy, V62, Iss.1, pp 29-38,1998.
58. Sen Z.,Sahin A.D., "Solar Irradiation Polygon Concept and Application in Turkey",Solar Energy V68, Iss.1, pp 57-68,2000.
59. Sen Z., Sahin A.D.,"Spiritual Interpolation and Estimation of Solar irradiation by Cumulative Semivariograms", Solar Energy, V71, pp11-21,2001.
60. Sen Z., Togrul I.T., Togrul H., "Global Solar Radiation over Turkey: Comparison of Predicted and Measured Data",Renewable Energy, V25, Iss.1, pp 55-67,2002.
61. Sahin A.D., Kadioglu M., Sen Z., "Monthly Clearness Index Values of Turkey By Harmonic Analysis Approach",Ener.Conv.Mngt., V42, Iss.8, pp 933-940,2001.
62. Sen,Z., "Angström Equation Model Parameter Estimation by Unrestricted Method", Solar Energy, V71, pp 95-107,2001.
63. Sen,Z., Oztopal, A., Şahin, A.D. "Application of Generic Algorithm for Determination of Angström Equation Coefficients", Ener.Conv.Mngt, V42, pp217-231,2001.
64. Ulgen,K. Hepbasli,A., "Solar Radiation Models. Part 1: A review", Energy Sources, V26, pp 507-520,2004.
65. U.S.D.O.E United States Department of Energy, 2002, Solar Water Heater. <http://www.eren.doe.gov/erec/factsheets/solwatr.html>
66. Mc Evoy, A.C., "Factors Influencing the Diffusion of Solar Energy Technologies in Turkey", European Master in Society Science and Technology, University of Maastricht, The Netherlands,2001.
67. Güneş, M. "A study on the Manufacturing of Flat-Plate

51. Oguz,C., Akinoglu B.G., Oktik, S. "Analysis and Measurement of Solar Radiation for Mugla", In Proc. Of Sun Day Symposium, Ege University, İzmir, Turkey, pp165-171 (in Turkish) ,1998.
52. Bulut, H., Büyükalaca,O., Yılmaz, T."Analysis of Solar Radiation, Sunshine Duration and Clearness Index for Some Provinces in the Light of New Measurements", In Proc. Of Sun Day Symposium, 25-27 June, Erciyes University, Kayseri, Turkey, pp 22-29 (in Turkish), 1999.
53. Gunes M., "Analysis of Daily Total Horizontal Solar Radiation Measurements in Turkey",Energy Sources V23, Iss.6, pp 563-570,2001.
54. Ogulata R.T., Ogulata S.N., "Solar Radiation on Adana, Turkey Applied Energy", V71, Iss.4, pp 351-358, 2002.
55. Gunes M., "Comparison of Total Horizontal Solar Radiation Measurements with Some Existing Models for Turkey", Energy Sources, V24, Iss.8, pp 735-742,2002.
56. Gunes, M., "A Study on the Manufacturing of Flat-Plate Collector", Proc. of Sun Day Symposium, 25-27 June , Kayseri, p37-42,1999.
57. Tiris, C.,Sohmen,H.M., "Solar Collectors used in the Solar Heating Systems Produced in Turkey", Proc. of Sun Day Symposium, 25-27 June , Kayseri, p30-35,1999.
58. Türk Standartları, TS 3680,1994.
59. Türk Standartları, TS 3817,1994.
60. Tasdemiroglu, E., "Computation of the Solar Irradiance Incident on Concentrating Collectors Based In Turkey", Ener.Conv.Mngt., V26, Iss.3-4,pp 299-312,1986.
61. Eskin, N., Kılıç,A., "Transient Exergy Analysis for the Performance of Cylindrical Parabolic Solar Collectors" Proceedings of the International Conference, ECOS'95, Efficiency, Costs, Optimisation, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems, (Editors: Tsatsaronis, G.; Göğüs, Y.A.), ISBN975-7475-06-8, V2, pp 566-573,1995.
62. Eskin, N., "Transient Performance Analysis of Cylindrical Parabolic Concentrating Collectors and Comparison with Experimental Results". Energy Conversion and Management, V40, pp 175-191,1999.
63. Eskin, N., "Performance Analysis of a Solar Process Heat System", Energy Conv. Mngm. V41,Iss.11,pp 1141-1154,2000.
64. Atmaca, I., Yigit, A.,"Simulation of Solar-powered Absorption Cooling System", Renewable Energy, V28, Iss.8, pp 1277-1293,2003.
65. Sozen, A., Ozalp, M., Arcaklioglu, E.,"Prospects for Utilisation of Solar Driven Ejector-absorption Cooling system in Turkey", Applied Thermal Engineering, V24, Iss.7, pp 1019-1035,2004.
66. Dincer I., Edin M., Ture I.E., "Investigation of Thermal Performance of a Solar-Powered Absorption-Refrigeration System", Ener.Conv.Mngt., V37, Iss.1, pp 51-58,1995.
67. Hicks, W., Riffat, S.B., "Design, Construction and Modelling of an Absorption Heat Pump System for Air Conditioning", International Journal of Ambient Energy, V19, Iss.3, pp 157-164,1998.
68. Sozen, A., Kurt, M., Akcayol, M. A.; Ozalp, M., "Performance Prediction of a Solar Driven Ejector-Absorption Cycle Using Fuzzy Logic", Renewable Energy, V29, Iss.1, pp 53-71,2004.
69. Sozen A; Altıparmak D; Usta H., "Development and Testing of a Prototype of Absorption Heat Pump System Operated by Solar Energy", Applied Thermal Engineering, V22, Iss.16, pp1847-1859, 2002.
70. Ileri, A., " Yearly Simulation of a Solar-Aided R22-DEGDME Absorption Heat Pump System", Solar Energy, V55, Iss.4, pp 255-265,1995.
71. Koçlar,O., "The Heating Effect of Solar Radiation in Reducing Energy Consumption in Residential Buildings in Turkey", CD-Proceedings of World Renewable Energy Congress VII(WREC 2002), 29 June-5 July, Cologne, Germany,2002.
72. Akinoglu, B. G, Kunc, S.,Ogelman, H., Yegingil, I., "Passive Cooling of Adana Solar House", Pergamon Press, pp 48-52,1983.
73. Onbaşıoğlu,H., "Trombe Duvarlı bir Pasif Güneş Sisteminde Türbülanslı Doğal Taşınımın Deneysel İncelenmesi", İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi,1998.
74. Onbaşıoğlu,H., Eğrican, AN, "Experimental Approach to the Thermal Response of Passive Systems", Ener. Conv. Mngmt, V 43,Iss.15, pp 2053-2065,2002.
75. Arsel,I., "Increasing the Relations between Incident Solar Energy in İzmir and potential Energy Obtained using a Photovoltaic Pumping Conversion System", Doktora Tezi, Güneş Enerjisi Enstitüsü, Ege üniversitesi, İzmir, Türkiye,1989.
76. Alacakır, F.B., "Introduction of Grid Connected PV System Installed at Didim and Investigation of its Performance, Proc. of Sun day Symposium, 25-27 June, Kayseri, Turkey, pp. 252-257,1999.
77. HepbaşlıA., Ulgen,K.,Eke,R., "Solar Energy Applications in Turkey", Energy Sources, V 26, pp 551-561,2004.

