

Güneş Enerjisi Sistemlerinde Kanatçık Kullanımının Verime Etkisinin Deneysel İncelenmesi

Etem Sait ÖZ*, Tayfun MENLİK**, Mustafa AKTAŞ**

* Karaelmas Üniversitesi, Karabük Teknik Eğitim Fakültesi, KARABÜK

** Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü
06500 Teknikokullar, ANKARA

ÖZET

Bu çalışmada, güneş enerjili sistemlerde kanatçık kullanımının verime olan etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Bu amaçla bütün özellikleri aynı, sadece kanatçık boyutları farklı, üç ayrı sistem ve karşılaştırma yapabilmek için bir kanatçiksiz sistem tasarlanıp imal edilmiştir. Deney sonuçlarının kullanıldığı hesaplamalara göre; 30 mm x 310 mm boyutlarında dikkörtgen kanatçıklı sistemin diğer sistemlerden yaklaşık % 6 daha iyi performansa sahip olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Güneş enerjisi, kanatçık, verim.

The Experimental Analysis of the Effect of the Fin Usage on the Performance of Solar Energy Systems

ABSTRACT

In this study, the effect of the fin usage on the performance has been examined experimentally in the solar energy systems. For this aim, three different systems whole properties are the same but only fin dimensions are different and the other one without fin have been designed and manufactured for comparing. According to calculations used experiment results, it was seen that the 30 mm x 310 mm dimensions finned rectangle system has better performance nearly 6 % than the others.

Key Words: Solar energy, fin, performance.

1. GİRİŞ

Doğanın bir parçası olan insanlar, sanayileşme ve uygar yaşamını sürdürebilmek için çevresinden daha çok yararlanmaya, çevresinde hazır bulamadıklarını da doğrudan veya dolaylı olarak tüketmeye başlamıştır. Özellikle 19. Yüzyılın ikinci yarısından itibaren insanlık doğanın birikimi olan petrol, kömür ve madenler gibi yer altı kaynaklarını hızla tüketirken, üretim esnasında da atık ve yanma ürünleri ile yaşam ortamı olan çevreyi geri dönüşümsüz olarak kirletmiştir. İnsanlık kendi ve diğer canlıların yaşam ortamına zarar vermeksizin, doğal dengeyi bozmadan, uygar ve konforlu yaşamayı sürdürebilmeli; sanayileşme, ısınma ve aydınlanma için gerekli enerjiyi aynı şekilde doğaya zarar vermeden sağlayabilmelidir (1).

Dünyanın enerji ihtiyacının karşılanmasında gerekli olan güç için son yıllardaki durumu, 2015 yılı hedef alınarak bu zaman aralığındaki gelişmeler, bazı ihtimalleri hesaba katarak yapılan araştırmalar sonucu kömürün 2220 yılında, doğalgazın 2060 yılında ve petrolün de 2040 yılında tükeneceği tahmin edilmektedir (2).

Güneş sabitinin değeri 1353 W/m^2 'dir (3). Kayıplardan sonra yeryüzüne bir günde düşen güneş enerjisi miktarı 3.56×10^{18} kcal civarındadır. Bu miktar 1990 yılında tüm dünyada tüketilen enerji miktarından 6000 kat fazladır. Bir başka ifade ile; uygarlığın başından beri

insanlığın tükettiği enerji, sadece güneşten dünyaya 30 günde ulaşan enerjiye eşittir. Bu enerjinin kullanılabilir durumdaki büyük bölümü, Türkiye'nin de içinde bulunduğu 45^0 kuzey ve 45^0 güney enlemleri arasında kalan ve dünyanın güneş kuşağı olarak adlandırılan bölgesindedir (4).

Yapılan ölçümlere göre Türkiye'nin % 63'ünde 10 ay, % 17'sinde 1 yıl boyunca güneş enerjisinden yararlanmak mümkündür. Güneş enerjisinden yararlanmak için kullanılan ısı uygulamaları düşük, orta ve yüksek sıcaklık uygulamaları olmak üzere üçe ayrılır. Düşük sıcaklık uygulamaları, daha çok düzlem toplayıcılarla su ısıtılması, konut ve sera ısıtılması için kullanılır. Orta sıcaklık uygulamalarında, güneş ışınımının, odaklı toplayıcılarla toplanması ile sanayi için gerekli sıcak su veya buhar elde edilir. 300^0C sıcaklık değerinin üzerine çıkılabilen, yüksek sıcaklık uygulamalarında ise, geniş bir alana gelen güneş ışınımı bir noktaya odaklanarak, metal ergitme fırınları çalıştırılabilir (5).

2. GÜNEŞ ENERJİLİ SICAK SU HAZIRLAMA SİSTEMLERİ

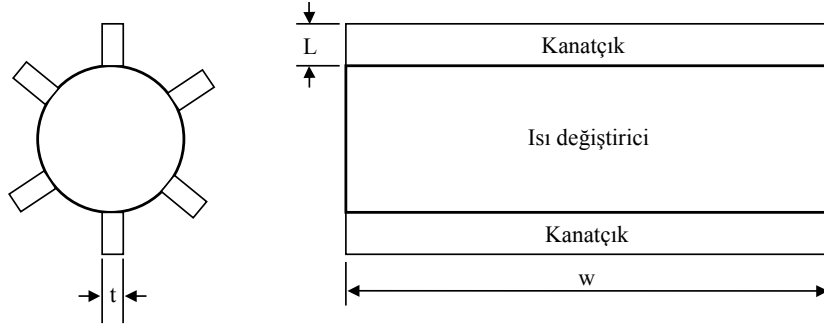
Günümüzde güneş enerjili sistemlerin içinde en ekonomik ve en yaygın olarak kullanılanların başında kullanma sıcak suyu hazırlama sistemleri gelmektedir. Genellikle, çatının güney yönüne konulan düz yüzeyli toplayıcılarla ışınım şiddetine bağlı olarak sıcak su ihtiyacının büyük bir kısmı güneş enerjisinden karşılan-

maktadır. Güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemleri ile konut için gerekli olan toplam enerjinin %12'si karşılanabilir.

Güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemleri sirkülasyon şekillerine göre tabii ve cebri dolaşimli yapılırlar. En yaygın kullanılan güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemlerinden tabii dolaşimli sistemler "Termosifon tipi su ısıtıcı" olarak da isimlendirilir. Sistem düzlevha tipi toplayıcılardan ve yalıtılmış bir depodan ibarettir. Toplayıcıda ısınan su genişleyerek deponun üst kısmından depoya akarken, bunun yerini yoğunluğu daha fazla olan deponun altındaki soğuk su alır. Bu toplayıcıdaki akışkan sıcaklığı depo suyu sıcaklığından büyük olduğu müddetçe devam eder. Tabii sirkülasyon elde edilebilmesi için; su deposu ve toplayıcı üst kenarı arasındaki mesafe en az 35 cm ile 40 cm arasında olmalıdır (6).

Cebri dolaşimli bir sıcak su hazırlama sisteminde, genel olarak pompa, diferansiyel termostat, sıcak su deposu, genişleme tankı ve tek yönlü vana (çek valf) bulunur (7).

Güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemleri devre şekline göre doğrudan ve dolaylı olarak yapılırlar.



Şekil 1. Isı değiştirici kanatçık detayı

Doğrudan sistemler hiçbir ısı değiştirici kullanılmadan uygulanan sistemlerdir. Toplayıcıda ısınan ve yoğunluğu düşen akışkan depoya gider ve doğrudan olarak kullanma sıcak suyu olarak kullanılabilir. Doğrudan sistemlerin verimleri bir ısı değiştiricisi kullanılmamasından dolayı dolaylı sistemlere göre daha yüksektir.

Sistemde dolaşan su için donma riski olan bölgelerde sistemler dolaylı olarak yapılırlar. Bu sistemlerin ısıtma devresinde donmayı engellemek için; su + antifriz karışımı kullanılır. Bu karışımdaki antifriz oranı gerekli şartlar için değiştirilebilir. Bu değişiklikler ve su+antifriz karışımından ortaya çıkan olumsuzlukların ortadan kaldırılması amacıyla değişik karışım ve maddeler geliştirilmiştir (8,9).

3. DENEY SETLERİNİN HAZIRLANMASI

Deney setleri tabii dolaşimli ve dolaylı olmak üzere dört ayrı sistemden oluşmaktadır. Bu dört siste-

min çalışma düzenleri, şartları ve tüm özellikleri aynı olacak şekilde (toplayıcı yüzey alanı ve toplayıcının diğer özellikleri, depo hacmi, ısı değiştirici hacmi, boru bağlantıları vb.) tasarlanmış ve imal edilmiştir. Sistemlerin imalatında aynı özelliklere sahip malzemeler kullanılmıştır.

Güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemlerinde kullanılan sıcak su deposu hacminin kollektör yüzey alanına oranı yaklaşık olarak 50 l/m^2 alınabilir (10). Bu kabulden yararlanarak sistemlerde kullanılan sıcak su deposu hacmi her birinde 15 l olarak 2 mm'lik siyah sacdan imal edilmiştir. Isı değiştirici kapasitesinin hacmi ise her birinde aynı olup 0,39 l'dir. İmal edilen sıcak su depoları ve ısı değiştiriciler silindirikdir. Birinci sistemin ısı değiştiricisi kanatçiksız olup, (karşılaştırma yapabilmek için) ikincisinde 10 mm x 310 mm, üçüncüsünde 20 mm x 310 mm, dördüncüsünde 30 mm x 310 mm boyutlarında olan 6'şar adet dikdörtgen kanatçık ısı değiştiricisi üzerine elektrik ark kaynağı ile simetrik olarak kaynatılmıştır. Kanatçıklar 0,20 mm'lik siyah sac malzemeden yapılmıştır. Şekil 1 'de ısı değiştirici kanatçık detayı, Çizelge 1'de de deney setlerinin kanatçık boyutları, ısı değiştirici boyutları ve sıcak su deposu bo-

yutları ayrıntılı olarak verilmiştir.

Çizelge 1. Sıcak su deposu, ısı değiştirici ve kanatçık boyutları

Sistemler		Kapasite V (litre)	Boy W (cm)	Çap D (cm)	Yükseklik L (mm)
1.sistem	Depo	15	31	25	-
	Kanatçık	-	-	-	-
	Isı değiştirici	0,39	31	4	-
2.sistem	Depo	15	31	25	-
	Kanatçık	-	31	-	10
	Isı değiştirici	0,39	31	4	-
3.sistem	Depo	15	31	25	-
	Kanatçık	-	31	-	20
	Isı değiştirici	0,39	31	4	-
4.sistem	Depo	15	31	25	-
	Kanatçık	-	31	-	30
	Isı değiştirici	0,39	31	4	-

Sistemlerin toplayıcıları aynı yüzey alanına sahip olup 60 cm x 35 cm'dir. Kullanma suyu sıcaklıklarını ölçmek amacıyla sıcak su depolarının üst, orta ve alt kısımlarına birer adet sıcaklık ölçüm borusu monte edilmiştir.

4. TEORİK ANALİZ

Enerji hesapları yapılırken güneşten elde edilen

Çizelge 2. Deneyin yapıldığı günlere ait Ankara ilinin verileri (11).

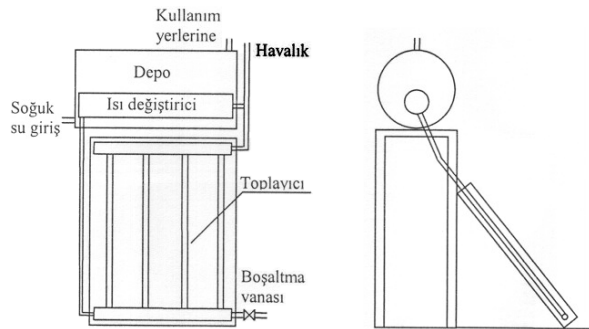
Deney yapılan gün	Ortalama sıcaklık (°C)	Toplam güneşlenme süresi (saat)	Ortalama bulutluluk (X / 10)	Güneş ışınım değeri (φ) (W/m ² gün)	9 ⁰⁰ -17 ⁰⁰ arası güneş ışınım değeri (S) (W/m ² 8h)
23.07.2001	28,0	12,2	0,0	7237,3	5756,85
24.07.2003	29,6	12,3	0,0	6912,8	5547,5
26.07.2003	29,4	12,2	0,0	6229,0	5526,57
30.07.2003	27,7	7,9	5,3	4992,75	3879,76
31.07.2003	28,8	11,5	3,3	6343,0	4996,24
01.08.2003	28,0	11,7	1,7	6506,9	5240,47

Çizelge 3. Ankara İlinin atmosfer öncesi aylık ortalama ışınım değerleri W/m² (6)

Aylara göre v değerleri	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
	4253,0	5725,4	7614,1	9562,1	10924,0	11479,9
	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
	11202,0	10062,2	8310,7	6253,4	4585,7	3747,1

sımlarına birer adet sıcaklık ölçüm borusu monte edilmiştir.

Boru bağlantıları, tabii dolaşımli sistemde basınç kaybını en aza indirmek amacıyla, boru bağlantıları 1/2" bağlantı elemanları kullanılarak uygun eğimle yapılmıştır. Depolar ve toplayıcılar, arasında 35 cm mesafe kalacak şekilde 3 cm x 3 cm profilden imal edilen tezgahlar üzerine yerleştirilmiştir. Toplayıcılar 25° (yaz uygulaması) eğimli olarak tezgahlara, tezgahlar da yerden 1,5 m yükseklikte toplayıcı ön yüzleri güney yönde olacak şekilde bir platform üzerine yerleştirilmiştir. Sistemlerin bağlantı şeması Şekil 2.'de görülmektedir.



Şekil 2. Sistemlerin bağlantı şeması

Sistemlerin depoları 5 cm kalınlığındaki cam yünü ve bağlantı boruları da poliüretan malzeme ile yalıtılmıştır. Sistemlerin su doldurma, toplayıcı giriş-çıkışları, boşaltma ağızları ve havalıkları ve diğer bütün bağlantıları aynı ölçülerde ve aynı şekilde yapılmıştır.

enerjinin bulunması için, kullanılan değerler Ankara Kalaba Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden alınmıştır. Deneylerin yapıldığı günlere ait bu değerler Çizelge 2.'de görülmektedir. Çizelge 3.'de ise Ankara İlinin atmosfer öncesi aylık ortalama ışınım değerleri verilmiştir (6).

4.1 Güneşten Gelen Enerji Hesabı

Toplayıcı yüzeyine gelen toplam güneş ışınımından elde edilen enerjiyi bulmak için;

$$I_{TOP} = [I_{DIR} \times R] + I_{DIF} \times \left[\frac{1 + \cos\beta}{2} \right] + [I_{DIR} + I_{DIF}] \times r_a \times \left[\frac{1 - \cos\beta}{2} \right] \quad (1)$$

eşitliğinden yararlanılmıştır (12,13).

Bu eşitlikteki diğer bilinmeyenler ise:

$$I_{DIR} = S - I_{DIF} \quad (2)$$

$$I_{DIF} = [1 - (1,097 \times \varepsilon)] \times S \quad (3)$$

$$\varepsilon = \frac{\rho}{v} \quad (4)$$

$$R = \frac{\cos\theta}{\cos\theta_2} \quad (5)$$

$$\delta = 23,45 \times \sin \left[360 \times \frac{284 + n}{365} \right] \quad (6)$$

eşitlikleri ile bulunmuştur (14).

4.2 Sistemlerden Elde Edilen Enerji

Sistemlerden elde edilen enerji;

$$Q = m \times c \times \Delta T \quad (7)$$

eşitliği ile hesaplanmıştır.

4.3 Sistemlerin Verimi

Sistemlerin verimleri, sistemlerin yapıldığı malzemenin teknik özelliklerine, buldukları enlem derecesine, eğimlerine, çevresiyle olan sıcaklık farklarına ve kullanıldıkları zamana bağlı olarak değişebilmektedir.

Sistemin verimleri;

$$\eta = \frac{Q}{F_k \times I_{TOP}} \quad (8)$$

eşitliği ile bulunmuştur (15).

5. DENEYLERİN YAPILIŞI

Hazırlanan 4 deney seti, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü Tesisat Anabilim Dalı bahçesinde toplayıcılar yerden 1,5 m yükseklikte bulunan bir platform üzerine, toplayıcı ön yüzleri güney yönüne bakacak ve birbirini gölgelemeyecek şekilde yerleştirilmiştir. Deneyler 23 Temmuz 2001 ile 1 Ağustos 2001 tarihleri arasında değişik günlerde 6 gün yapılmıştır.

Sistemler saat 09:00'da su ile doldurulmuştur. Sıcaklık ölçümleri saat 09:30'da başlayıp, saat 17:00'a kadar her yarım saatte bir demir-konstant ısı çiftleri kullanılarak ELİMKO firmasının üretmiş olduğu 12 kanallı ve $\pm 0,005$ hassasiyete sahip elektronik sıcaklık ölçüm cihazı ile yapılmıştır.

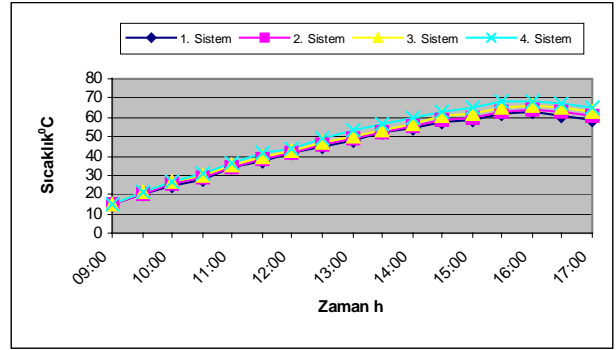
6. DENEY SONUÇLARI

Bu çalışmada örnek olarak sadece deneyin 1. günü için ölçülen sıcaklık değerleri Çizelge 4. 'de, deneyin 1. gününe ait sıcaklık-zaman grafiği de Şekil 3. 'de verilmiştir. Ayrıca, Çizelge 5. 'te deney yapılan günler süresince gün içerisinde tespit edilen her bir sisteme ait maksimum sıcaklık değerleri verilmiştir.

Çizelge 4. 23 Temmuz 2001 günü sistemlerden ölçülen sıcaklık değerleri

Saat	Sıcaklık Değerleri °C			
	1. Sistem	2. Sistem	3. Sistem	4. Sistem
9:00	15,0	15,0	15,0	15,0
9:30	20,1	20,4	21,1	21,3
10:00	24,7	25,6	26,5	27,1
10:30	28,1	28,8	29,7	30,6
11:00	33,7	34,5	35,6	36,7
11:30	37,4	38,3	40,0	41,1
12:00	41,1	41,8	42,9	44,2
12:30	44,9	45,6	46,8	48,6
13:00	48,1	49,0	50,5	53,0
13:30	51,9	52,6	53,8	56,4
14:00	54,2	55,0	56,5	59,3
14:30	57,6	58,4	60,5	62,9
15:00	58,8	59,9	62,0	65,1
15:30	61,7	62,9	64,8	67,9

16:00	62,6	64,1	65,8	68,7
16:30	61,3	63,0	64,6	67,1
17:00	59,1	61,2	62,9	65,6



Şekil 3. 23 Temmuz 2001 gününe ait sıcaklık-zaman grafiği

Çizelge 5. Deney süresince tespit edilen maksimum sıcaklık değerleri

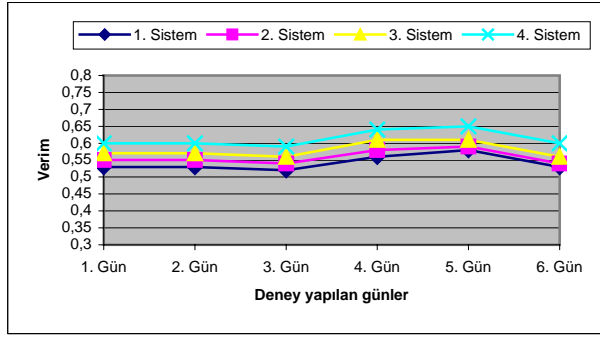
Deney yapılan günler	1. sistem (°C)	2. sistem (°C)	3. sistem (°C)	4. sistem (°C)
23.07.2001	62,6	64,1	65,8	68,7
24.07.2001	60,6	62,2	63,7	66,7
26.07.2001	60,7	62,3	63,8	66,6
30.07.2001	46,5	47,8	49,3	51,0
31.07.2001	59,1	60,4	62,0	65,1
01.08.2001	59,9	60,9	62,5	66,0

7. SONUÇ VE TARTIŞMA

Yapılan hesaplamalarda 1. sistemin verimi % 55, 2. sistemin verimi % 56, 3. sistemin verimi % 58 ve 4. sistemin verimi ise % 62 olarak bulunmuştur. Çizelge 6.'da sistemlerin deney yapılan günlere ait verim değerleri ve Şekil 4. 'de ise deney yapılan günlere göre sistemlerin verim grafiği verilmiştir.

Çizelge 6. Sistemlerin deney yapılan günlere ait verim değerleri

Tarih	Verim Değerleri			
	1. Sistem	2. Sistem	3. Sistem	4. Sistem
23.07.2001	0,53	0,55	0,57	0,60
24.07.2001	0,53	0,55	0,57	0,60
26.07.2001	0,52	0,54	0,56	0,59
30.07.2001	0,56	0,58	0,61	0,64
31.07.2001	0,58	0,59	0,61	0,65
01.08.2001	0,53	0,54	0,56	0,60



Şekil 4. Deneysel verim grafikleri

Sonuç olarak sistemlerin performansları incelendiğinde 4. sistemin 3. sisteme göre % 4, 2. sisteme göre % 6 ve 1. sisteme göre % 7 daha iyi verim gösterdiği görülmüştür. Bu verilere göre güneş enerjili dolaylı sıcak su hazırlama sistemlerinde kanatçık kullanmanın verim açısından daha iyi olduğu söylenebilir.

Kanat etkenliğinin kanat malzemesinin özelliklerine, kanatçık biçimine, yüksekliğine ve kanatçık malzemesinin ısı iletim katsayısına bağlı olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

8. SEMBOLLER

- I_{DIR}** Direkt radyasyon, (W/m²gün)
S Deneysel yapıldığı 09:00 ile 17:00 saatleri arasında yatay yüzeye gelen radyasyon değeri, (W/m² 8h)
I_{DİF} Difüz radyasyon, (W/m²gün)
ε Bulanıklık faktörü
φ Deneysel yapıldığı gün için ortalama yatay yüzey radyasyon değeri, (W/m²gün)
v Deneysel yapılan ayın ortalama atmosfer öncesi radyasyon değeri, (W/m²gün)
r_a Eğik düzlem çevresinin toplam güneş radyasyonu için yansıtma katsayısı ≈ 0,2 ‘dir.
β Işın toplayıcının yatayla yaptığı açı, (25°)
δ Deklinasyon açısı
n Hesap yapılan gün, (takvimde 1 Ocak’tan itibaren kaçınıcı gün ise...)
m Suyun kütleli debisi (kg/gün)
c Suyun özgül ısısı, (4,187 kJ/kg K)
ΔT Sıcaklık farkı, (t_{son} - t_{ilk}), (K)
Q Depolanan toplam enerji miktarı, (J)
F_k Toplayıcı yüzey alanı, (m²)
I_{TOP} Toplayıcı yüzeyine gelen toplam güneş ışımından elde edilen enerji, (W/m² gün)

- w** Kanatçık boyu, (m)
L Kanatçık yüksekliği, (m)
t Kanatçık kalınlığı, (m)

9. KAYNAKLAR

- Doğan, M., Sanayileşme ve Çevre Sorunları, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi, Kayseri, Bildiriler Kitabı, 245-250, 2001.
- Küçükaramıklı, E., Sürdürülebilir Enerji Teknolojilerindeki Gelişmeler ve Türkiye’deki Uygulamaları Konferansı, İstanbul, 9-10, 1999.
- Schubert, R., C., Ryan, L., D., Fundamentals of Solar Heating, Prentice-Hall International, United States of America, 1981.
- Çakmanus, İ., Türkiye’nin Enerji Problemleri ve Çözüm Önerileri, Mühendis ve Makine, Sayı 492, 29-34, 2001.
- Çıtroğlu, A., “Güneş Enerjisinden Yararlanarak Elektrik Üretimi”, Mühendis ve Makine, sayı 485, 32-37, 2000.
- Uyarel, A. Y., Öz, E. S., Güneş Enerjisi ve Uygulamaları, Emel Matbaacılık, Ankara, 1987.
- Campbell, S., Build Your Own Solar Water Heater, Garden way Publishing, United States of America, 1981.
- Kurtbaş, İ., “Kapalı Devre Güneş Enerjisi Sistemlerinde Kullanılabilen Arafaz Elemanlarının Araştırılması”. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2000.
- Kreider, J., F., The Solar Heating Design Process Active and Passive Systems, Robinson, J., Halston, J., T., McGraw-Hill Book Company, The United States of America, 1982.
- Shariah, A.,M., Lo, F., The Optimization of Tank Volume to Collector Area Ratio For Thermosyphon Solar Water Heater, Renewable Energy, Volume:7, 289-300, 1996.
- Ankara Kalaba Meteoroloji Genel Müdürlüğü, “2001 Yılına Ait Yıllık Güneşlenme, Sıcaklık ve Güneş Işınımı Verileri”, Ankara, 2001.
- Bayram, A., “Farklı Yapım Özelliklerine Sahip Doğal Dolaşımli Güneşli Su Isıtma Sistemlerinin Deneysel Karşılaştırılması”. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2001.
- Reddy, T., A., The Design and Sizing of Active Solar Thermal Systems, Oxford University Press, New York, 1987.
- Aktaş, M., “Güneş Enerjili Tabii Sirkülasyonlu Endirekt Sıcak Su Hazırlama Sistemlerinde Kanatçık Optimizasyonu”. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2003.
- Shariah, A., Al-Akhras, M., A., I.A. Al-Omari, I., A., Optimizing The Tilt Angle of Solar Collectors, Renewable Energy, Volume : 26, 587-598, 2002.

