

## EGE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ HASTANESİ GÜNEŞLİ SICAK SU SİSTEMİNİN BİLGİSAYARLI SİMULASYONU

H. Ahmet AKDENİZ<sup>(\*)</sup>

Necdet SUCU<sup>(\*\*)</sup>

### ÖZET

*Bu çalışmada, Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü tarafından geliştirilerek Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi hastanesi beşinci kısım binalarına uygulanan güneşli sıcak su sisteminin Bilgisayarlı simülasyonu için Basic programlama dilinde, bilgisayar programı hazırlanarak, alternatif sistem araştırılmıştır. Programın yardımı ile güneşli su ısıtma sistemlerinin verimliliği, aylık ve yıllık faydalı enerji verimliliği ; tek yada çift depo kullanımına göre , elde edilerek grafik ile gösterilmiştir.*

### 1. GİRİŞ

Çağımızda enerjinin temini insanlığın temel problemlerinden biri haline gelmiştir. Yirminci yüzyılda enerjinin kullanımı gelişmişliğin ölçüsü olarak kabul edilen dünyamızda, teknolojinin hızlı yükselişi ile enerji temini problemi paralellik arzemiştir. Geleneksel yakıtların kısa bir süre sonra tükenerek olması sebebiyle tasarruflu kullanmayı gerektirirken; diğer tarafta nükleer enerji, güneş enerjisi gibi yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının da en üst düzeyde kullanılması gerekmektedir (Atik, 1988:2).

Özellikle Ege ve Akdeniz bölgeleri başta olmak üzere bütün bölgelerimizde büyük bir güneş enerjisi potansiyelimiz mevcuttur, coğrafi konumu itibariyle Türkiyemiz dünyanın güneş kuşağı içinde yer almaktadır. Örneğin İzmir için son elli iki yıllık günlük güneşlenme süresi ortalaması 8.06 saattir (Türkiye İstatistik Yıllığı, 1994).

Sürekli nüfusun ve konut sayısının artışı, ülkemizin toplam enerji kullanımının 1993 itibariyle % 38 lik kısmının konutlarda gerçekleşmesine yol açmıştır. Bu önemli oranın artması ile ülkemizin petrol ve diğer ithal enerji kaynakları bağımlılığı daha da artma eğilimi gösterebilecektir. Diğer yandan petrol ürünleri ve fosil yakacakların çevre üzerinde olumsuz etkileri gün geçtikçe artmaktadır. Temiz, yenilenebilir ve maliyeti olmayan bir kaynak olarak güneş enerjisinin iklim şartlarının uygun olduğu Türkiyemizde bugünkünden daha fazla kullanılması ile bahsedilen ekonomik ve çevre sorunları üzerinde olumlu sonuçlar elde edilebilir.

(\*) Doç.Dr. D.E.Ü. İ.İ.B.F. Ekonometri Bölümü.

(\*\*) Öğr.Gör. D.E.Ü. M.Y.O. Matematik Bölümü

Güneş enerjisi sistemleri , ülkemizde konutlardaki kullanımı yalnızca sıcak su eldesi içindir, halbuki batı ülkelerindeki kullanımı; konutlarda hem sıcak su hem de konut ısıtmak için, aynı zamanda endüstriyel uygulamalarda yaygındır. Bu sistemlerin Türkiyemizde de kullanılabilirliğini araştırmak için uzun ve zaman gerektiren teknik hesaplamaların önceden titizlikle yapılması gerekmektedir (Söylemez, 1994 :173-185).

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi hastanesi güneşli sıcak su sisteminin tanıtılması

Güneş enerjisinin sıcak su ve diğer uygulamalarda kullanılabilmesi için, önce düz yüzeyli kollektörler vasıtasıyla toplanması gerekmektedir. Düz yüzeyli kollektörlerde  $0.3 \mu\text{m}$  ile  $3 \mu\text{m}$  arasındaki dalga boylarında yayılan güneş enerjisinin saydam bir örtüden geçmekte ve soğurucu levha tarafından emilmektedir (Atik, 1988 :8). Emilen güneş enerjisi, ısı aktarım düzenini meydana getiren borular aracılığı ile akışkan yada suyu ısıtmakta, ısınan su belli bir sistem aracılığı ile sıcak su tanklarında depolanmaktadır. Akışkan olarak suyun yada donma olayının görüldüğü soğuk iklim bölgelerinde donma noktası düşük akışkanın kullanıldığı farklı yapılarda güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemleri mevcuttur.

Geri boşaltmalı güneşli sıcak su hazırlamalı sistem ; indirekt sistemlerin gerek maliyetlerinin yüksekliği gerekse karmaşık yapısı nedeni ile geri boşaltmalı sistem olarak adlandırılan bir sistem geliştirildi. Gece ve ışınımın yetersiz olduğu saatlarda akışkan kollektör kapalı devresinde bulunan geri boşaltma tankında depolanmakta, ışınımın normal olduğu anlarda kollektör devresi pompa tarafından doldurulmaktadır. Kapalı kollektör devresinde yalnızca suyun kullanılması nedeniyle antifirizli sistemlere göre ısı transferi daha iyi gerçekleşir (Atik, 1988: 12).

"Sistemde Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü tarafından geliştirilen, her birinin brüt alanı  $1.85 \text{ m}^2$  olan , net alanı ise  $1.72 \text{ m}^2$  olan 44 adet DKP tipi kollektör kullanılmıştır, kollektörler güneşe bakacak şekilde ve yatayla  $45^\circ$  derece açı yapacak konumda yerleştirilmişlerdir." (Atik, 1988 :14).

Sistem üzerinde kollektör dönüş hattında biri yedek iki adet kapalı devre sirkülasyon pompası , boyler içinde ısınan suyun sirkülasyonunu sağlamak için iki adet sirkülasyon pompası , boylerdeki ısınan suyun depolara boşaltılması için boyler depo hattı üzerinde boşaltım amaçlı iki adet sıcak su pompası kullanılmıştır.

Kollektör grup çıkış sıcaklığı, Kollektör grup giriş sıcaklığı, Boyler içindeki suyun sıcaklığı, Depo 1 ve Depo 2 sıcaklıkları, Şebeke suyu sıcaklığı ve Çevre sıcaklıklarını ölçümde "termometre ve bakır - konstantan duyar uç gereçleri kullanılmıştır. Moll Gorchinsky tipi yıldız piranometre ile gelen ışınımın şiddeti ölçülmektedir. Ölçümler güneye bakan ve yatayla 45 derecelik bir açı yapan düzlemde yapılmıştır. Günlük toplam ışınım planimetre adı verilen bir gereçle ölçülmüştür. Aynı ışınım şiddeti eğrisinden ölçüm alınan anlarda ki anlık ışınım şiddeti değerleri de okunmuştur. Okunan bu değerler mV cinsindedir. Bu değerler piranometrenin ortalama kalibrasyon faktörü değerine bölünerek ışınım şiddeti  $W/m^2$  olarak elde edilir." (Atik, 1988 :2).Elde edilen ışınım şiddeti değerleri güneye bakan ve yatayla 45° 'lik bir açı yapan bir düzlem için İzmirde İzmirin enlem derecesi olan 38° 27' içindir.

## 2.Güneşli Sıcak Su Sisteminin Simulasyonu

Yıllık faydalanılabilir güneş enerjisi kazancının tahminlenebilmeleri ve simulasyonu için aktif bilgisayar programları geliştirilmelidir. M.S. SÖYLEMEZ ekonomik fizibilite analizleri ve simulasyonlar için Fortran 77 dilinde etkileşimli programlar hazırlamıştır. Çalışmada bu bilgisayar programları ele alınarak , Basic programlama diline aktarılmış, gereken düzenlemeler yapılarak aktif program haline getirilmiştir (Sucu, 1996 :61).

Bu çalışmada da tek ve çift tank sistemlerinin bilgisayar simulasyonlarını hesaplayan bilgisayar programı SOLSIM'dir. Alternatif sistem, kollektör akışkanı toplama miktarı ve soğuk su arzının düzenlenmesinin sınanmasıdır (Söylemez, 1994 :173).

Programın data bölümünde; İ. ATİK tarafından Ege üniversitesi tıp fakültesi hastanesi 5. kısım güneşli sıcak su sisteminin uzun süreli veriminin incelenmesi için 11.08.1987 ile 12.10.1987 tarihleri arasındaki toplam yirmibir gün süresinde elde ettiği veriler yazılmıştır. Bu sebeple elde edeceğimiz simulasyon değerleri ağustos, eylül, ekim ayları için olacaktır.

Çizelge 1 : Tarih 24.08.1987 değerleri

Güneşli Sistemin Bilgisayarlı Simülasyonu

1	2	3	4	5	6	7	8
8.51	35.1		27.0	1793.341	23.3	24.7	307
9.00	35.0		27.0	1793.493	23.3	25.0	361
10.00	36.2		27.0	1793.493	23.4	26.1	579
11.00	39.1		27.0	1793.493	23.4	28.1	783
11.15	40.8		27.1	1793.493	23.5	28.2	824
13.17	52.6	44.5	27.0	1793.493	23.5	28.2	988
13.27	48.7	44.5	27.0	1793.798	23.5	30.0	988
13.43	51.4	44.2	27.1	1793.798	23.5	30.2	1001
13.53	47.6	44.3	27.1	1794.102	23.5	30.2	988
14.09	50.3	44.1	27.1	1794.102	23.5	30.3	994
14.19	46.6	44.0	27.2	1794.405	23.6	30.3	981
14.35	49.3	43.8	27.1	1794.405	23.6	30.2	947
14.45	45.7	43.8	27.1	1794.707	23.6	30.2	940
15.01	48.4	43.5	27.2	1794.707	23.6	30.2	885
15.11	44.9	43.5	27.2	1795.008	23.6	30.2	879
15.27	47.6	43.4	27.3	1795.008	23.7	30.1	831
15.37	44.2	43.4	27.3	1795.309	23.7	30.1	790
15.53	46.9	43.2	27.3	1795.309	23.7	30.0	756
16.03	43.6	43.2	27.3	1795.611	23.7	30.0	736
16.19	46.4	43.0	27.3	1795.611	23.7	29.7	695
16.29	43.2	43.0	27.3	1795.914	23.7	29.6	654

1-Saat

2-Boyer sıcaklığı

3-Depo 1 sıcaklığı

4-Depo 2 sıcaklığı

5-Su sayacı

6-Şebeke suyu sıcaklığı

7-Çevre sıcaklığı

8-Işımın şiddeti

Çizelge 2: Günlük ortalama değerler

Tarih	1	2	3	4	5	6
11.08.1987	23.56	2830	45.52	42.49	20.44	34.5
12.08.1987	23.45	3007	47.01	41.97	20.61	35.2
13.08.1987	23.43	2747	45.94	42.37	20.24	32.6
14.08.1987	23.35	2220	47.30	42.52	20.73	30.0
19.08.1987	25.09	3037	47.15	42.94	23.55	30.4
20.08.1987	23.59	3013	46.70	43.51	23.54	31.1
24.08.1987	25.63	3030	47.33	43.71	23.55	30.2
25.08.1987	25.15	3025	46.87	42.76	23.60	32.2
26.08.1987	24.59	2100	45.74	43.61	23.67	30.8
15.09.1987	25.43	2781	46.98	43.78	23.93	33.9
16.09.1987	24.85	3071	47.01	43.83	23.88	37.2
17.09.1987	24.71	2773	46.65	43.84	23.90	32.7
18.09.1987	25.84	3030	46.92	43.91	23.68	30.2
21.09.1987	22.99	2767	46.60	42.56	23.32	30.8
22.09.1987	21.59	2766	47.10	43.72	23.47	30.3
23.09.1987	27.05	3291	47.18	43.76	23.36	27.2
24.09.1987	25.79	2164	46.98	43.64	22.92	24.5
07.10.1987	26.10	3047	45.45	41.21	20.28	23.8
08.10.1987	21.41	2759	44.84	41.09	20.26	25.3
09.10.1987	20.00	2752	46.00	40.98	20.06	26.3
12.10.1987	23.52	2754	45.63	40.78	20.13	25.4

1-Günlük toplam ışınlım,MJ

2-Isıtılan su miktarı,dm<sup>3</sup>

3-Boylar sıcaklığı

4-Depo suyu sıcaklığı

5-Şebeke suyu sıcaklığı

6-Çevre sıcaklığı

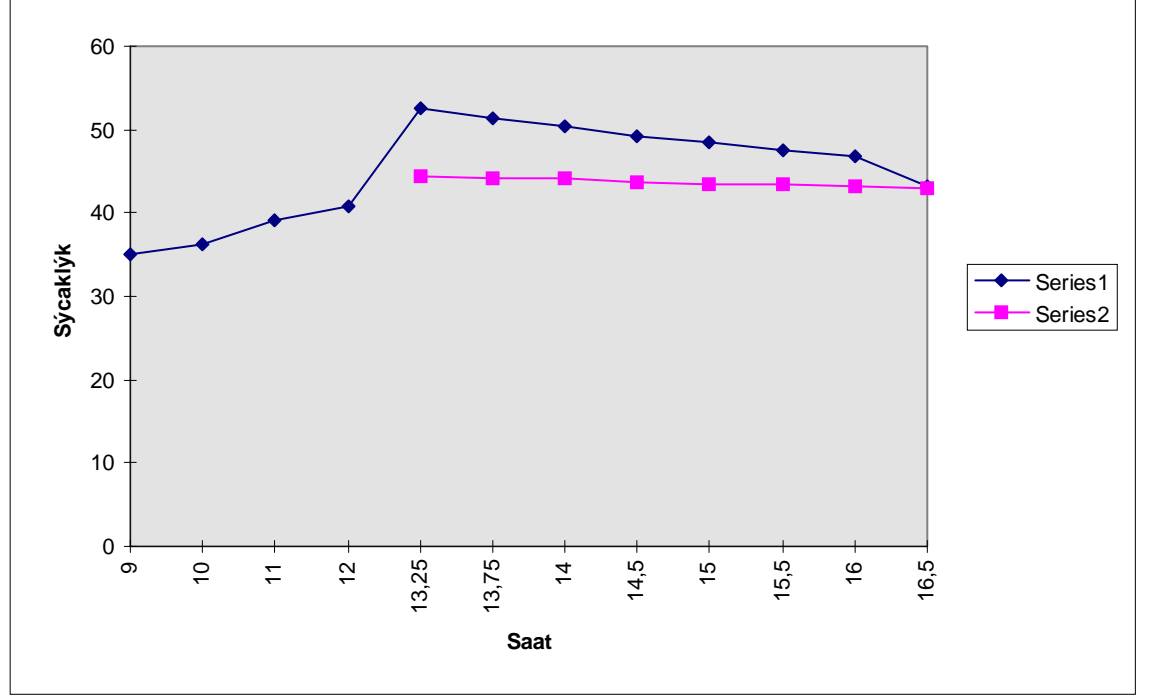
### 3.UYGULAMA

Geliştirilen bilgisayarlı simülasyon programında ilk olarak gözlem yapılan günlere ait saatlik radyasyonu, saatlik çevre sıcaklığını, gözlem yapılan gün sayısını, aylık yeryüzü yansıtma oranlarını, mahallin enlemi, kollektör eğimi okutturularak bilgisayar belleğine yerleştirilir. Ayrıca kollektör markası, kullanılan kollektör sayısı, m<sup>2</sup> 'ye düşen depo hacmi, kollektör akışkanını toplama miktarı, günlük sıcak su ihtiyacı gibi girdiler istenerek; endüstriyel proses yada ev tipi tercihinden sonra, sistemin başlangıç sıcaklığı, saniye türünden simülasyon aralığı istenerek; tek depolu yada iki paralel depolu olarak sistem tipi belirtilir ve hesaplamalara geçilir.

Kollektör ve sıcak su depoları için termodinamik kontrol değerleri, gerektiğinde yardımcı enerji değerleri kullanılarak program aracılığı ile aylık ve yıllık toplanan faydalı enerji hesaplanarak, ocak ayından itibaren ekranda görüntülenir. Bu hesaplamalar, bilgisayarın mikroişlemcisine ve ulaşım hızına göre değişen zaman diliminde bitmektedir. Uygulamalarımızda kullanılan 386 sx bilgisayarda bu süre 10-12 dakika arası olmuştur.

#### **4.SONUÇ ve DEĞERLENDİRME**

İki tanklı, paralel bağlantılı su ısıtma sisteminin (DPP) depo1 sıcaklığının, 24 Ağustos 1987 günü 13.17 ile 16.29 saatleri arasındaki değişimini çizelge 1 'deki verileri kullanarak şekil 1 'de gösterelim. Uygulama günü için, belirtilen sürede 3.030 m<sup>3</sup> su kullanıldığı, ortalama boyler sıcaklığı 47.338 °C olduğu, şebeke suyu sıcaklığı 23.552 °C ve ortalama çevre sıcaklığı 29.20 °C olduğu elde edilen verilerdir. Kullanıma geçildikten sonraki saatlerde, boyler sıcaklığındaki düşme ve yükselmeler gözlenmektedir.



series 1: Boyler sıcaklığı

series 2 : Depo sıcaklığı

Şekil 1 Paralel bağlantılı iki tanklı sistemin, depo sıcaklığı ve boyler sıcaklığının 24 Ağustos günü uygulama süresince gösterimi

İki tanklı ve tek tanklı sıcak su ısıtma sistemlerinin, ev tipi ve endüstriyel tipi kullanımları için yıllık ve yaz aylarındaki ortalama güneş enerjisi katkılarını simulasyon programı yardımı ile kollektörün enleme göre üç farklı eğimi için çizelge 3'de verilen ortalama değerleri kullanılarak elde edilen çizelge 4 incelendiğinde tek tanklı sistemlerin, çift tanklı sistemlere nazaran termal performanslarının daha iyi olduğu gözlenmektedir.

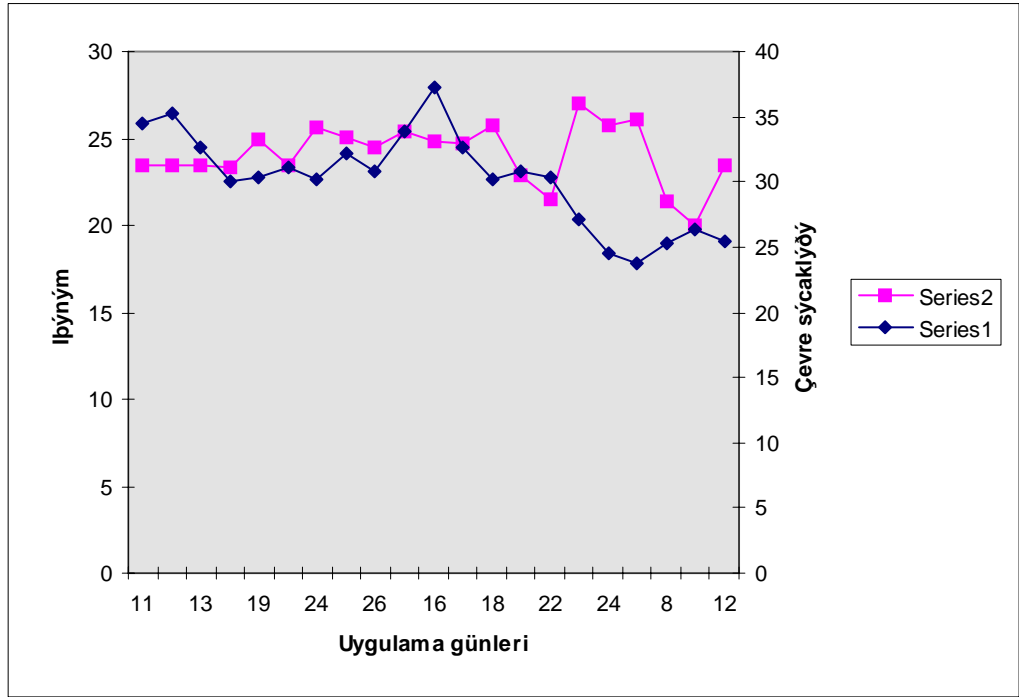
**Çizelge 3 : Güneşli sıcak su sisteminin simülasyon çıktısı**

Güneşli sıcak su sistem tipi	.....	DPP	
Kollektörün markası	.....	DEKA	
Sistem tipi	.....	Endüstriyel	
Planlanan kollektör sayısı	.....	44	
Mahallin enlemi	.....	38.5° Kuzey	
Kollektörün eğimi	.....	23.5 °	
Kollektör sıvısının absorbe değeri	.....	0.0005	
Minimum depo sıcaklığı	.....	30 °C	
Depo tankının hacmi	.....	75	
Günlük sıcak su ihtiyacı	.....	2800 Lt	
İstenen sıcaksu derecesi	.....	50	
Simülasyon süresi	.....	100	
AGUSTOS AYI GÜNES ENERJISI KATKISI	.....	0.5629	
EYLÜL AYI GÜNES ENERJISI KATKISI	.....	0.5737	
EKİM AYI GÜNES ENERJISI KATKISI	.....	0.4620	
YILLIK ORTALAMA GÜNES ENERJISI KATKISI	.....	0.2949	
Güneşli sıcaksu sistem tipi	.....	STS	
Mahallin enlemi	.....	38.5° Kuzey	
Kollektörün eğimi	.....	38.5 °	
Günlük sıcaksu ihtiyacı	.....	2800 Lt	
İstenen sıcaksu derecesi	.....	50	
AGUSTOS AYI GÜNES ENERJISI KATKISI	.....	0.5844	
EYLÜL AYI GÜNES ENERJISI KATKISI	.....	0.5944	
EKİM AYI GÜNES ENERJISI KATKISI	.....	0.4734	
YILLIK ORTALAMA GÜNES ENERJISI KATKISI	.....	0.3053	
Güneşli sıcaksu sistem tipi	.....	DPP	
Mahallin enlemi	.....	38.5° Kuzey	
Kollektörün eğimi	.....	38.5 °	
Günlük sıcaksu ihtiyacı	.....	2800 Lt	
İstenen sıcaksu derecesi	.....	50	
AGUSTOS AYI GÜNES ENERJISI KATKISI	.....	0.5643	
EYLÜL AYI GÜNES ENERJISI KATKISI	.....	0.5694	
EKİM AYI GÜNES ENERJISI KATKISI	.....	0.4564	
YILLIK ORTALAMA GÜNES ENERJISI KATKISI	.....	0.2938	
Güneşli sıcaksu sistem tipi	.....	STS	
Mahallin enlemi	.....	38.5° Kuzey	
Kollektörün eğimi	.....	53.5 °	
Günlük sıcaksu ihtiyacı	.....	2800 Lt	
İstenen sıcaksu derecesi	.....	50	
AGUSTOS AYI GÜNES ENERJISI KATKISI	.....	0.5780	
EYLÜL AYI GÜNES ENERJISI KATKISI	.....	0.5863	
EKİM AYI GÜNES ENERJISI KATKISI	.....	0.4643	
YILLIK ORTALAMA GÜNES ENERJISI KATKISI	.....	0.3012	
Güneşli sıcaksu sistem tipi	.....	DPP	
Mahallin enlemi	.....	38.5° Kuzey	
Kollektörün eğimi	.....	53.5 °	
Kollektör sıvısının absorbe değeri	.....	0.0020	
Minimum depo sıcaklığı	.....	30 °C	
Depo tankının hacmi	.....	75	
Günlük sıcaksu ihtiyacı	.....	2800 Lt	
İstenen sıcaksu derecesi	.....	50	
Simülasyon süresi	.....	100	
AGUSTOS AYI GÜNES ENERJISI KATKISI	.....	0.5583	
EYLÜL AYI GÜNES ENERJISI KATKISI	.....	0.5618	
EKİM AYI GÜNES ENERJISI KATKISI	.....	0.4480	
YILLIK ORTALAMA GÜNES ENERJISI KATKISI	.....	0.2900	



Çizelge 4. Farklı kullanım durumları için güneşli su ısıtma sistemlerinin, kolektör eğiminin üç farklı durumu için , termal performansı.

	Tek tanklı sistem		İki tanklı, paralel sistem	
	<u>yaz ort.</u>	<u>yıllık ort.</u>	<u>yaz ort.</u>	<u>yıllık ort.</u>
$\beta = 23.5$				
endüstriyel	0.5538	0.3065	0.5329	0.2949
$\beta = 38.5$				
endüstriyel	0.5507	0.3053	0.5300	0.2938
$\beta = 53.5$				
endüstriyel	0.5429	0.3012	0.5227	0.2900



Şekil 2. Uygulama süresince günlük ortalama çevre sıcaklığı ve günlük toplam ışınımın değişimleri

series 1: Çevre sıcaklığı (40 C) series 2: Günlük toplam ışınım (30 MJ)

İ. ATIK 'in uygulama yaptığı günlerin ortalamalarını içeren çizelge 2 'den faydalanarak, günlük ortalama çevre sıcaklığı ile günlük toplam ışınımı, gözlem günlerine göre dağılımını gösteren grafiği elde edelim. Çizilen şekil 3 'de gösterildiği gibi günlük toplam ışınımın , günlük ortalama çevre sıcaklığı ile çok fazla ilgisi yoktur, eylül ve ekim aylarında olduğu gibi zıd durumda olabilirler, çünkü kollektör yüzeyine etkileyen diğer çevre faktörleri "rüzgar vb." olmaktadır.

Endüstriyel sistemde , sıcak su gece ve kullanıma geçilinceye kadar boylerde korunmaktadır, kullanıma geçildikten sonraki saatlerde boyler sıcaklığında düşme ve yükselmeler gözlenmektedir; gün sonuna doğru boyler sıcaklığı ile depo sıcaklığı yaklaşık aynı dereceye gelmektedir. Hem endüstriyel , hem de ev tipi kullanımlarda , çizelge 4 incelendiğinde eğimin enleme eşit olduğu durum için tek tanklı sistemin yaz ortalaması 0.5507 ve iki tanklı paralel sistemin yaz ortalaması 0.5300 elde edilmekte; tek tanklı sistemlerin çift tanklı sistemlere nazaran termal performanslarının daha iyi olduğu gözlenmektedir.

#### **ABSTRACK**

Nowadays it is essential to use some other new sources of energy such as solar energy to produce energy. Although the climate of Türkiye is better than the European countries the solar energy is used less in our country.

In this study; Basic programmes have been developed to get the numeric values of the productivity of heating system with solar energy. By comparing the graphics , the results shows the possibility of comparison between the classic energies and the accomodition around İzmir and industrial types of usage .

Preparing the programmes for computerized simulation the alternative system research has been suggested. By means of this programme the useful efficient of energy monthly or annually, according to the number of collectors, differences of types, the usage of one or two tanks, the different absorbing values of collector liquid , and the difference of hugeness of a tank for a collector. It has been produced and shown by a grafic.

#### **KAYNAKÇA**

- ATIK İ. (1988), Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi hastanesi 5. kısım güneşli sıcak su sisteminin uzun süreli veriminin incelenmesi , Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü, İzmir.
- DUFFIE A.J.and Beckman W.A. (1980), *Solar Engineering of Thermal Processes*, John and Sons Wiley, Newyork.
- SÖYLEMEZ M.S. (1988), Computer Simulation and Economic Feasibility of Active Solar Aided Heating Systems, M.S. Thesis, Gaziantep.
- SÖYLEMEZ M.S. (1994), "Güneş enerjisi sistemlerinin ekonomik fizibilitesi ve optimizasyonu", "Güneş Enerjisi Uygulamaları - Gelişmeleri Sempozyumu bildiriler kitabı 12-15 Mayıs 1994", TMMOB Makina Mühendisleri Odası Denizli şubesi Muğla ili temsilciliği , pp. 173-185.
- SUCU N. (1996), Güneşli Su Isıtma Sistemlerinin Bilgisayarlı Simulasyonu Ekonomik Fizibilitesi ve Optimizasyonu , Yüksek lisans tezi , Dokuz Eylül Üniversitesi Sos. B. Enstitüsü, İzmir.
- Türkiye İstatistik Yıllığı (1994), T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü.