

GÜNEŞLİ SU ISITICILARININ PROJELENDİRİLMESİ

Ümit Doğay ARINÇ
Yıldız Üniversitesi

ÖZ

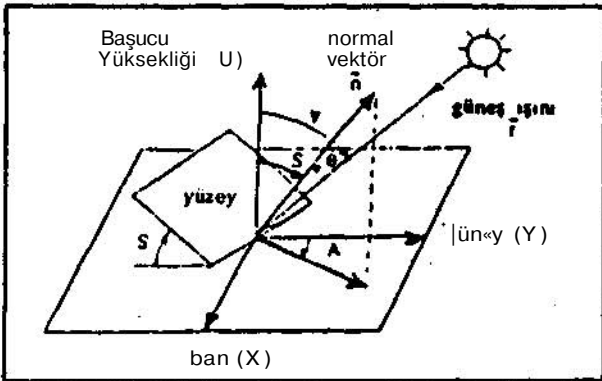
Türkiye'nin ortalama güneşlenme süresi 2640 h/yıl ve toplam güneş ışınımı yıllık ortalaması 290 W/m²'dir [1]. Bu kadar yüksek güneş enerjisi pounsiyeli ile yurdumuz Avrupa'nın en şanslı ülkesi durumundadır.

Güneş enerjisinden düşük sıcaklıkta yararlanma alanlarının başında güneşli su ısıtıcıları gelmekte ve bunu yüzme havuzu suyu ısıtılan takip etmektedir. Ortalama güneşlenme süresi 1500 h/yıl ve toplam güneş ışınımı yıllık ortalama 105 W/m² olan Kuzey Avrupa ülkelerinde güneşli su ısıtıcılarının kullanımı hızla özendirilmekte ve mali destek sağlanmaktadır [2].

Bu gibi teşviklerle yalnız Federal Almanya'da petrole dayalı enerji tüketiminde son beş yılda % 10'luk düşüş kaydedilmiştir [3].

1. DÜZ TOPLAYICI - GÜNEŞ IŞINI İLİŞKİSİ

Bir düz toplayıcı, bulunduğu yerin enlemine ve kullanılacağı mevsime göre en çok güneş ışınımı toplayacak şekilde yerleştirilmelidir. Şekil-1 'de bir düz toplayıcının yatay düzlem ve güneş ışını ile yaptığı açılar görülmektedir.



ŞEKİL 1. Bir düz toplayıcının yatay düzlem ve güneş ışınıyla yaptığı açılar [4].

Tam güneyde toplayıcı azimutu düzeltme faktörü $A=0^\circ$ $A_1 = 1,0$ 'dir. Toplayıcı azimut açısına ve enleme göre toplayıcı azimutu düzeltme faktörü (A_1) değerleri Tablo-1'den alınabilir.

Mevsime ve enleme göre en çok güneş ışınımı alan toplayıcı eğim açıları (S) Tablo-2'den alınabilir.

2. DÜZ TOPLAYICI VERİMİNİ ARTTIRAN FAKTÖRLER

Toplayıcıdan ısı taşıyıcı akışına geçen faydalı »i:

$$Q_N = Q_j \cdot k \cdot a \cdot \bar{A} \cdot h \cdot (M T_k - T_u) \cdot | - 1 \cdot e \cdot \sigma (T_k^4 - T_u^4) | \quad (1)$$

- | | |
|-----------|--|
| I | Absorber levha tarafından yutulan ışınım ısı |
| II | Toplayıcıdan çevreye konveksiyon ve iletim yoluyla oluşan ısı kaybı |
| III | Toplayıcıdan çevreye ışınım yoluyla oluşan ısı kaybı |
| Qj | Eğik konumdaki toplayıcı düzlemine gelen ortalama güneş ışınımı şiddeti W/m ² |
| Qj | (Tablo 3 ve Tablo 10'dan $Q_j = Q_1 \cdot t \cdot RW/m^2$ eşitliğiyle hesaplanır) |
| \bar{k} | Enerji kazancı katsayısı (Tablo 4'den) |
| a | Absorpsiyon katsayısı (Tablo 5'den) |

(ot.Â) Absorpsiyon katsayısı ile gelen ışınımın yansımaya, absorpsiyon, konveksiyon, iletim ve ışınım yoluyla kayıp faktörü çarpımı (Tablo 6'dan)

k Toplayıcı toplam ısı transfer katsayısı W/m² K

T_k Toplayıcı çalışma sıcaklığı (40 - 80°C)

T_u Çevre sıcaklığı (Tablo 7'den °C)

e Emisivite (neşretme) katsayısı (Tablo 5'den)

σ Boltzman sabiti: $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$

(1) no.lu eşitlik sadeleştirilerek toplayıcı verimi:

$$\eta = \frac{Q_N}{Q_j} = (\bar{k} \cdot a \cdot \bar{A}) - \left(k \cdot \frac{T_k - T_u}{Q_j} \right) - \left(e \cdot \sigma \cdot \frac{T_k^4 - T_u^4}{Q_j} \right)$$

$$= (\bar{k} \cdot \alpha \cdot \bar{A}) - \left(\frac{T_k - T_u}{\rho_i} \right) |k + \epsilon \cdot \sigma (T_k^2 + T_u^2) (T_k + T_u)|$$

$$\bar{\eta} = \bar{\eta} k \cdot (a \cdot A) | - | k^* \cdot \left(\frac{T_k - T_u}{\rho_i} \right) | \quad (2)$$

bulunur. Düz toplayıcı verimini artıran faktörler önemine göre:

k^* Toplayıcıdan ışıınım, konveksiyon ve iletim yoluyla oluşan ısı kaybı faktörü (Tablo 6'dan),

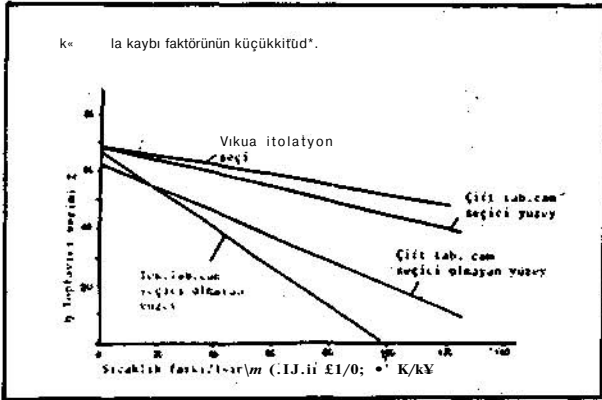
Q_i Toplayıcıya gelen ortalama güneş ışıını şiddetinin büyüklüğü,

$(\sigma \cdot \bar{A})$ Yutma katsayısı ile kayıp faktörü çarpımının büyüklüğü,

$(T_k - T_u)$ Toplayıcı çalışma sıcaklığı ile çevre sıcaklığı farkının büyüklüğü,

k Enerji kazancı katsayısının büyüklüğü,

k^* Isı kaybı faktörünün büyüklüğüdür.



ŞEKİL 2. Sıcaklık farkı / ışıınım şiddeti parametresi ile düz toplayıcı tipine bağlı olarak toplayıcı verimleri

Şekil-2'de sıcaklık farkı/ışıınım şiddeti parametresi ile düz toplayıcı tipine bağlı olarak toplayıcı veriminin bulunması görülmektedir. Burada da, seçici yüzeyli ve seçici olmayan yüzeyli düz toplayıcıların verimleri arasındaki fark açıkça görülmektedir.

ön projelendirmede kullanılmak üzere 55°C sıcaklığında su hazırlayan seçici yüzeyli düz toplayıcı verimleri mevsimlere göre Tablo-8'den alınabilir.

3. METEOROLOJİK VERİLER

Güneşli su ısıtıcılarının projelendirilmesinde en önemli veriler meteorolojik ölçümlere dayalı verilerdir.

3.1. Yatay Düzleme Gelen Toplam Güneş Işıını Ortalaması

$$Q_{\text{yatay}} \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{gün}}$$

Tablo-9'da bazı illerimiz için verilmiştir [6].

4. EĞİK KONUMDAKİ TOPLAYICI DÜZLEMİNE GELEN TOPLAM GÜNEŞ İŞİNİMİNİN BULUNMASI

$$Q_{\text{eğik}} = Q_{\text{yatay}} \cdot R \text{ kcal/m}^2 \text{ gün}$$

R = Dönüşüm Faktörü

$$= Q_{\text{eğik}} / Q_{\text{yatay}} = \cos(\alpha - \delta) / \cos \psi$$

R faktörleri; enleme, mevsime ve S toplayıcı eğim açısına bağlı olarak Tablo-10'dan alınır.

5. KULLANIM YERİNDEKİ SUYUN FAYDALI ISISI

$$Q_{\text{fay}} = Q_{\text{eğik}} \cdot \eta \cdot \text{topl.} \cdot \text{m}^2 \cdot 8 \text{ saat}$$

Q_{fay} toplayıcı dışında, boru donanımı ve depolamanın verimidir. Küçük tesisatlarda 0,40 - 0,66 büyük tesisatlarda 0,50 - 0,30 alınabilir, özetlenecek olursa:

$$Q_{\text{fay}} = Q_{\text{yatay}} \cdot R \cdot \eta \cdot \text{topl.} \cdot \text{m}^2 \cdot 8 \text{ saat}$$

6. SICAK SU İHTİYACI İÇİN GEREKLİ ISI MİKTARININ BULUNMASI

$$Q_{\text{gerekli}} = m \cdot c \cdot (T_w - T_s) \text{ kcal/gün}$$

m Hazırlanacak sıcak su miktarı kg/gün (Tablo-11'den lt/gün kişi)

c 1 kcal / kg°C

T_w Isıtılması istenilen su sıcaklığı °C

T_s Şebeke suyu sıcaklığı °C (Tablo 12'den)

Sular idaresi şebeke suyu sıcaklığı olarak 1,0 m derinlikteki toprak sıcaklığının alınabileceğini, ancak Haziran - Temmuz aylarında toprak sıcaklığından 5°C düşülmesini tavsiye etmektedir. Tablo-12'de bazı istasyonlar için 1,0 m derinlikteki toprak sıcaklıkları verilmiştir.

7. GEREKLİ TOPLAYICI YÜZEYİ HESABI

$$F_k = Q_{\text{gerekli}} / Q_{\text{faydalı}} \text{ m}^2 \text{ bulunur}$$

8. SICAK SU DEPOSU HACMİ HESABI

$$V = ft \cdot F_k \text{ m}^3$$

$$ft = 0,06 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \text{ topl.}$$

9. SİRKÜLASYON POMPASI DEBİSİ HESABI

$$G = \beta_2 \cdot F_k \text{ lt/dak.}$$

$$\beta_2 = 11 \text{ lt/dak m}^3 \text{ topl.}$$

10. BİR ÖRNEK

Antalya'da 50 yataklı yazlık bir otelin sıcak su ihtiyacını karşılayacak düz toplayıcı yüzeyini, depò hacmini ve sirkülasyon pompası debisini hesaplayınız. Düz toplayıcı tam güneğe yöneliktir. $\hat{A} = 0$, $A_u = 1$ fi.

Toplayıcının yatayla yapacağı açı ampirik olarak

$$S = \text{Enlem} - 20^\circ = 37^\circ - 20^\circ = 17^\circ \text{ bulunur.}$$

Yatay düzleme gelen toplam güne; ışınımı Tablo-9'dan $Q_t = 4817 \text{ kcal/m}^2$ gün alınır. Eğik toplayıcı düzlemi için dönüşüm faktörü 37° Enlem Haz. - Tem. - Ağus., ve $S = 15^\circ$ için (Tablo-10)'dan

$$R = \frac{1,056 - 1,060}{2} = 1,058 \text{ bulunur.}$$

Eğik toplayıcı düzlemine gelen toplam ışınım ortalaması

$$Q_{teğik} = 0 \cdot 1 \cdot 1 = 4817,1,058$$

$$= 5096 \text{ kcal/m}^2 \text{ gün}$$

$$Q_{fay} = 9 \cdot \text{ntop} \cdot \text{tj}_{topl} = 0,65$$

$$= 5096 \cdot 0,65 \cdot 0,50 \text{ (5'den } T_{J_m} = 0,50)$$

$$Q_{tey} = 1656 \text{ kcal/m}^2 \text{ gün bulunur.}$$

$$Q_{ger} = m \cdot c \cdot (T_w - T_s)$$

$$m = 50 \cdot 100 = 5000 \text{ kg/gün}$$

(Tablo 11'den 100 lt/gün, kişi)

$$T_w = 45^\circ \text{C}$$

$$T_s = 26,3 - 5 = 21,3^\circ \text{C (Tablo 12'den)}$$

$$Q_{gerekli} = 5000 \cdot 1 \cdot (45,0 - 21,3)$$

$$= 5000 \cdot 23,7$$

$$Q_{gerekli} = 118500 \text{ kcal/gün}$$

$$F_k = Q_{ger} / Q_{fay} = 118500 / 1656 = 71,56 \text{ m}^2$$

"X" firması kollektörünün faydalı alanı $1,6 \text{ m}^2$ olduğuna göre,

$$n = 71,56 / 1,6 = 44,72 = 45 \text{ adet "X" firması kollektörü yerleştirilir.}$$

$$F_k = 45 \cdot 1,6 = 72 \text{ m}^2$$

olur.

$$\text{Sıcak su deposu hacmi;}$$

$$V = 0,06 \cdot 72 = 4,32 \text{ m}^3$$

bulunur.

$$\text{Sirkülasyon Pompası Debisi;}$$

$$G = 1 \cdot 72 = 72 \text{ lt/dak. bulunur.}$$

Yaz sezonu dikkate alınarak hesaplanan kollektör yüzeyinin diğer sezonlarda ne kadar takviye enerji gerektireceği aşağıda gösterilmiştir.

Sıra	V- kcal/gün	Q _{tey} kcal/m ² (ün)	F _k	F _k , m ²	Güneşten yararlanma	Gnaki taktiyet «e4
Haz.Tem. Ağu.	118600	1656	71,56	72,00	%100	%0JW (Yok)
Ekim Mart	138000	350	384,28	72,00	% 18	% 82
Bütün yd	122500	761	160,97	72,00	% 45	% 55

Tablo 1. Enlem Derecesi ve Toplayıcı Azimutuna Göre A, Düzeltme Faktörleri

Erteni	36°	38"	40*	42°
*46°	0,97	0,96	0,84	0,92

Tablo 2. En Çok Güneş Işınımı Alan Toplayıcı Eğim Açılırları⁴

Enlem	Enlem	Bütün Yd
36	15°	33°
38	17°	34°
40	18,5°	36°
42	20°	38°

Ampirik olarak en uygun toplayıcı eğim açıları şöyle de alınabilir:

$$\text{Haziran, Temmuz, Ağustos için} \quad S = \text{Enlem} - 20^\circ$$

$$\text{Bütün yıl için} \quad S = \text{Enlem} - 0,9$$

Tablo 3. Bazı illerde Yatay Düzleme Gelen Toplam Güneş Işınımı Şiddeti Ortalaması (W/m^2)⁶

Mevsimi	Haziran • Temmuz	Ekim-Mart	YıU*
Adan*	386	231	306
Ankar	379	206	290
Antalya	381	238	308
Buna	341	176	253
Diyarbakır	416	236	323
Erzurum	376	222	299
İstanbul (Florya)	354	173	261
İzmir	373	210	290
Gaziantep	399	244	320
Kayseri	374	217	293
Konya	364	224	293
Trabzon	275	172	224

Tablo 4. Avrupa Ortalama Enleminde iki Tabaka Camlı Örtülü Toplayıcıda k Enerji Kazancı Katsayısı⁵

Toplayıcı eğim açısı	30°	70°
Haziran - Temmuz • Ağustos	0,95	0,75
Ekim-Mart	0,75	0,88
Bütün yd	0,86	0,83

Tablo 5. Bazı Absorber (Yutucu) Plakların Yutma (a) ve Neşretme (e) Katsayıları ile (a/e) oranları⁶

Sr	Yatımı Plaka Kaptan»	a	e	a/e
1	Akma «emir iterine falmaMI nikel, (ahaanti rnklti iterine ilikti karan	0*4	0j07	13,47
2	Alüminyum iktrine bak» oka»	0*3	0.11	8.45
3	Parlatüm* nikel çerine nk d kana	0*1	0.41	8.27
4	Caırmaüü uç üzerine nikel kana	0,89	0,12	1.41
5	Paataama*. çei jin 425 °C de Sodyum dtkromat eriyil tae daldırıp b*â dakika bckttamaâyile yapılan kaplama	0*0	0,15	6*0
5a	Emaye iterine kalay okât	0*2	0.47	5,41»
6	Bakır iterine bakrokâl	0.39	0.47	5*3
7	Nikel iterin* bakmkâl	0*1	0,17	4.76
8	Atümlayım iterin* kurşun tank kriaulleii	0*9	0*0	4,45
9	Saç iterine liyah emaye boya	0*7	0*7	1*0*
10	Saç Uttân* katran boyaa	0* ^{<}	0.46	1*0
11	Saç iterin* lı kana boyaa	0*5	0*6	1*0

(•) TÜBİTAK-MAE

Tablo 6. A T / Çj = 60 m² K/kW olan bir yerde Toplayıcı Tipine Bağlı Olarak (a. Â), k* t) değerleri⁵

Toplaya	««. Â)	k _p		AT/O, *K/kW	1
		W/m ² K	Udlm ² h ² C		
Tek tabaka cara öltiâliMçtd yitey*	0,70-0.76	»* .7 *	4 *-6 *	«0	0*7
Çift takaka cam örUltfçeçil yiteyâi	0,60-0.70	3* -4*	X*-3vt	«0	0*a
Çift tabaka om örtUHI*trçld yu«y«	0*0-0.70	2* -3*	»7*† *	«0	0*7
Vakaca yaâtuak atçMyiteyl	0,70	1*	1.3	-0	0*0

Tablo 7. Çevre Sıcaklığı °C (1962 -1980) Ortalaması

$$t_u = \frac{t_7 + t_{,4} + 2 t_a}{5} \text{ } ^\circ\text{C}^s$$

tataayomı	Karina • T*mmux • Afuatoa	Ekim-Mart	Bütün Yıl
ftıluf	M*	18.4	18.7
Ankara	224	4*	İM
Antalya	274	13*	18.7
Bura	23^	8*	14.4
Diyarbakır	» 4	7*	15*
Enunua	17*	24	6*
tat. (Florya)	22.4	8*	13*
İzmir	26*	124	17*
Oubırttp	26*	74	14*
Kayati	21.4	3*	10*
Konya	21*	4*	U*
Tntaon	21*	10,4	14*

Tablo 8. 55°Clik Su Hazırlayan Seçici Yüzeyle Toplayıcıların Verimleri

Mevsimler	Tek tabaka cama açıld yüzeyle yutucu İnhan	Çift tabaka camlı feçci yüzeyle yutucu leolah
Haziran. Tem muz - Aiuttot	0*5	0*0
Ekim-Mut	0*5	0*5
BÜUnYU	0,40	0,45

Tablo 9. Yatay Düzleme Gelen Toplam Güneş Şımmı «yatay^{k<<1/°2} «ün Ortalama Değerleri (1962-1980)

tataayomı	Enltmi	Haz. Tem. Aju».	Ekim-Mart	Bütün Yıl
Adan	36*59'	4890	2108	3255
Ankara	39*57'	4793	1867	3085
Antalya	36° 53'	4817	2163	3279
Buna	40° 11'	4313	1598	2696
Diyarbakır	37° 55'	5267	2142	3432
Erzurum	39*55'	4757	2020	3178
İsMFBrya)	40° 59'	4480	1570	2774
Gaziantep	37*05'	5053	2218	3407
İzmir	38° 24'	4717	1912	3089
Kayati	38° 43'	4733	1972	3116
Konya	37° 52'	4613	2038	3122
Trabzon	41° 00'	3477	2560	2385

Tablo 10. Enleme, Mevsime ve Toplayıcı Eğim Açısına Göre R Faktörleri⁶

Enlemi	Mevsimi	ψ (°)	S			
			15°	30°	45°	60°
36°	Haz.- Ağus.	1942	1,056	1,039	0,952	0.800
	Bütün yıl	36,00	1,151	1,229	U 2 1	1.129
38°	Haz.- Ağus.	20,00	1,060	1,059	0,964	0.815
	Bütün yıl	38fio	U 6 8	1,257	1^60	1.177
40°	Haz.- Ağus.	22.34	1,075	1,077	lfiOb	0,465
	Bütün yıl	40.00	1.183	1,286	1,301	1,227
42°	H«z..AJu«.	24^8	1,083	1P92	1,026	0.391
	Bütün yıl	42j00	1499	1,316	1.344	1,280

Tablo 11. Sıcak Su İhtiyacı⁴

I. Konutlarda	
a. Fikir ailelerde	40 • 60 lt/gün kişi başına
b. Orta hâin ailelerde	60 • 100 K/gün kişi başına
c. Zengin ailelerde	100 • 150 lt/gün kişi başına
II. Otel • Pansiyon w Misafirhanelerde	
a. Ortalama değer	100 lt/gün kişi başına
b. Lüks oteller için	200 k/gün kişi başına
III. Atölye w Endüstri Tesitlerinde	
a. Ortalama değer	50 lt/gün kişi başına
b. Lavabolarda	30 lt/gün kişi başına
c. Kürettt duşlarda	80 lt/gün kişi başına
d. Açık duşlarda	50 lt /gün kişi başına

Tablo 12. 1,0 m Derinlikteki Toprak Sıcaklıkları
(1962 • 1980) Ortalamaları °C

istasyonu	Haziran - Temmuz Ağustos*	Ekim - Mart	Bütün Yıl
Adını	26,7	17,9	21,2
Atkura	20,6	11,0	14*
Antalya	26,3	17,4	20,5
Bum	23,7	12,3	16,5
Diyarbakır	24,9	15,2	18,7
Eizurum	14,5	5,3	83
t* (Florya)	21,3	13,1	160
İzmir	29,0	16,2	20^
Gaziantep	23,2	13,5	163
Kayseri	20,3	10,6	14,3
Konya	19,8	10,3	14,1
Trabzon	20,2	13 fi	15,6

(•) $T_{şeb} = T_{top.} - 5^{\circ}C$ alınacaktır.

11. KAYNAKLAR

1. EİEİ, "Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli", Ankara, 1983.
2. Beba, A. ve Yener, C, "Güneş Enerjisi Sistemleri ve Isıtma-
da Uygulanması", Segem Yayın No. 73, Ankara, 1980.
3. DGS, 5. "Internationales Sonnenforum", Berlin, 1984.
4. Anıç, OD., "Güneşli Su Isıtıcılarının Yakıt Ekonomisine
Katkısı ve Güneşli Sera Isıtılan Konusunda Bir Araştırma"
Doçentlik Tezi, İstanbul, 1979.

5. Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung, Ther-
misehe Nutzung der Sonnenenergie, Wien, 1977.
6. Anıç, ÜJD., "Güneş Enerjisinden Termik Yararlanma",
(Basılmamış kitap).

fiu bildiri 4. Türkiye Enerji Kongresi'nde sunulmuştur.