

GÜNEŞ ENERJİSİNİN ODAKLI KOLLEKTÖR İLE TOPLANIP YERALTINDA DEPOLAMA SİSTEMİ

Mehmet Ali ÇINAR
Mut-MERSİN mali_cinar@mynet.com

Hüseyin Toros
İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, Maslak İstanbul,
toros@itu.edu.tr

Özet

Yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisinin odaklı kollektör ile toplanarak depolanması, verimliliği yüksek yöntemlerden birisidir. Bu sistemde, gelen güneş enerjisi ısınım olarak çukur bir ayna ile bir noktaya odaklanıp oradan ısının depolanacağı yer altı rezervuarına aktarılması planlanmaktadır. Işınlardan rezervuardaki özel depolayıcıya transferiyle bu maddenin ısınması ve ısı enerjisi olarak depolanması düşünülmüştür. Isı deposunda biriken potansiyel enerjinin bir ısı pompası ve eşanjör vasıtasıyla suyun ısıtılması gibi değişik amaçlar için kullanılması mümkün olabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir enerji, Odaklı kollektör, Cam boru-kablo, Isı rezervuarı, Isı pompası

Giriş

Günümüz enerji kaynaklarının çoğunluğunun fosil yakıtlardan elde edilmesi, bu kaynağın da sonlu olması ayrıca çevreye zarar vermesi yenilenebilir enerji kaynakları üzerine ilginin ve çalışmaların artmasını sağlamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları başında ise güneş enerjisi gelmektedir. Güneş enerjisinin kesikli olması sebebiyle depolanarak ihtiyaç halinde kullanılması üzerine çalışmalar da artmaktadır (Kıhr ve Öztürk 1983; Çağlar ve Söğüt, 1993).

Avrupa ülkelerinden çoğunda güneş enerjisinden yararlanılarak yapılan sistemler, başta vergi indirimi olmak üzere değişik şekillerde devlet tarafından desteklenmektedir.

Elektrik enerjisinin tüketiminde konut ve işyerlerinin ısıtılması büyük oran teşkil etmektedir. Ancak bu çok pahalıya mal olmaktadır. Güneş enerjisinden ise insanoğlu eskiden beri faydalanmaktadır. Örneğin; güneş enerjisinin ısı etkisinden sıcak su elde edilip yemek pişirmek, çay demlemek, bulaşık, çamaşır ve banyo ihtiyaçlarını kurulum masrafı hariç bedava olan bu enerji ile karşılanmaktadır. Ayrıca güneş enerjisinden istifade ile yiyeceklerin kurutulması, konutların ısıtma veya soğutma uygulamaları sayılabilir.

Noktasal odaklı içbükey yoğunlaştırıcı güneş kolektörlerinde özgül yatırım maliyetleri çizgisel odaklımalılara oranla biraz daha yüksektir (Çolak ve Durmaz, 2005). Güneş enerjisi ile ilgili ekonomik analizler ve amortisman hesapları bu çalışmada verilmiştir.

Demirtaş ve arkadaşları tarafından güneş ışığından elde edilen enerjiyi, elektrik enerjisine çevirmek amacıyla yapılan bir çalışmada sistemin daha verimli olarak işleyebilmesi için mikro denetleyici kontrollü 2600 W gücünde bir DA/DA yükselten dönüştürücü tasarımı ve uygulaması yapılmıştır. Uygulamada, dönüştürücüde kullanılan maksimum güç takibi uygulamasının sistemi % 36 daha verimli çalıştırdığı ayrıca yapılan deneyler sırasında yükseltici dönüştürücünden % 92 verim elde edilmiştir (Demirtaş ve ark, 2008).

1. Türkiye'de Güneş Enerjisi Potansiyeli

Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğünün Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünde (DMİ) mevcut bulunan 1966-1982 yıllarında ölçülen güneşlenme süresi ve ışınım şiddeti verilerinden yararlanarak yapılan çalışmaya göre Türkiye'nin ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat, ortalama toplam ışınım şiddeti 1311 kWh/m²-yıl olarak hesaplanmıştır, (Tablo 1).

Tablo-1 Türkiye'nin Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Potansiyeli
Kaynak: EİE Genel Müdürlüğü

AYLAR	AYLIK TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ		GÜNEŞLENME SÜRESİ(Saat/ay)
	(Kcal/cm ² -ay)	(kWh/m ² -ay)	
OCAK	4,45	51,75	103,0
ŞUBAT	5,44	63,27	115,0
MART	8,31	96,65	165,0
NİSAN	10,51	122,23	197,0
MAYIS	13,23	153,86	273,0
HAZİRAN	14,51	168,75	325,0
TEMMUZ	15,08	175,38	365,0
AĞUSTOS	13,62	158,40	343,0
EYLÜL	10,60	123,28	280,0
EKİM	7,73	89,90	214,0
KASIM	5,23	60,82	157,0
ARALIK	4,03	46,87	103,0
TOPLAM	112,74	1311	2640
ORTALAMA	308,0 cal/cm ² -gün	3,6 kWh/m ² -gün	7,2 saat/gün

Türkiye'nin güneş enerjisi bölgeden bölgeye de değişiklik göstermektedir. EİE verilerine göre sırasıyla Güney Doğu Anadolu Bölgesi ve Akdeniz Bölgesi en fazla, Karadeniz Bölgesi ise en az güneş enerjisine sahiptir, Tablo 2).

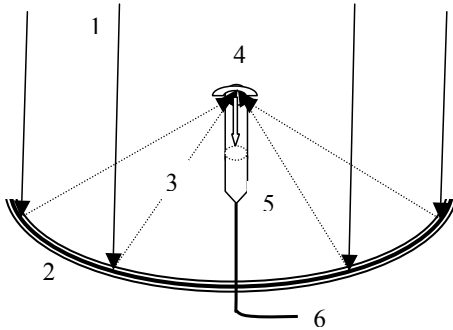
Tablo-2 Türkiye'nin Yıllık Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı
Kaynak: EİE Genel Müdürlüğü

BÖLGE	TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ (kWh/m ² -yıl)	GÜNEŞLENME SÜRESİ (Saat/yıl)
G.DOĞU ANADOLU	1460	2993
AKDENİZ	1390	2956
DOĞU ANADOLU	1365	2664
İÇ ANADOLU	1314	2628
EGE	1304	2738
MARMARA	1168	2409
KARADENİZ	1120	1971

2. a) Güneş Enerjisinin Toplanma Yöntemi

Güneş ışınımının bir merkeze odaklanarak oradan da ısı rezervuarına taşınması için güneş ışınımı izlemeli 3,6 m çapında bir çukur aynalı anten düşünülmüştür. Maliyeti azaltmak ve güneş ışınımından daha az seviyede yararlanmak isteniyorsa sabit antenler de düşünülebilir. Bu durumda sabit antenin yönü için yerleştiği noktada en yüksek güneş ışınımının geldiği yön ve doğrultu seçilmelidir. Tablo 1'den de görüleceği üzere 1 cm²'lik alana gelen günlük Türkiye ortalaması 308,0 kaloridir. Bu ise metre karede günlük ortalama 3.6 kWh'dir. 3,6 metre çapındaki bir dairenin alanı yaklaşık ~10 m² dir. Bu alana gelen günlük ortalama güneş enerjisi ise 36 kWh dir.

Sistem; Şekil 1'de görüldüğü üzere, odaklı bir kolektör gün boyu güneşi takip edecektir. Gelen güneş ışınimleri odaklanarak toplanacak, inceltici ve paraleleştirci mercek takımından geçtikten sonra cam boru kablo ile ısı deposuna nakledilecektir. Odaklı güneş ışınımı toplayıcıları güneş takipli olduğunda çok daha yüksek değerlerde enerji toplar (Öz, 1983).



Şekil 1. Güneş enerjisini odaklayarak toplayan anten (Çınar 1995).

1. Gelen güneş ışınimleri
2. Toplayıcı anten
3. Çukur ayna vasıtasıyla bir merkeze yansıtılan ışınlar
4. Işın odak merkezi ve yansıtma yüzeyi
5. İnceltici ve paraleleştirci mercek takımı
6. Güneş ışınlarının optik cam boru – kablo ile ısı deposuna taşınmasına

2. b) Güneş Enerjisinin, Örnek Bölge Çukurova İçin Yapılan Hesaplama Çalışmaları

Toros ve arkadaşları tarafından Çukurova için yapılan bir çalışmada değişik yüzeylere gelen güneş ışınım hesapları aşağıdaki formüllerle hesaplanmıştır.

Mevcut güneş zamanının hesaplanması, Saat açısının hesaplanması, Güneş yükseklik açısının hesaplanması, Güneş azimut açısı, Yüzey azimut açısı, Yüzey-Güneş azimut açısı, Açık gökyüzü güneş ışınımının profilinin hesaplanması, Düşey yüzeyler için güneş ışınımının hesaplanması, Yayılan (diffüz)güneş ışınımının hesaplanması, Yatay güneş ışınımının hesaplanması, Yansıyan güneş ışınımının hesaplanması (yatay ve düşey yüzeyler için), Farklı yönler için tasarım güneş ışınım değerinin hesaplanması. Yatay ve düşey yüzeye gelen ışınım hesaplamasında, yatay yüzeyde ölçülen güneş ışınım, I, atmosferin dış yüzeyine gelen ışınım, I_o, ACN, atmosfer açıklık katsayısı ve AST, yerel güneş zamanı olmak üzere;

$$AST= tst+4*(Lloc-Lstd)/60+E/60 \quad (1)$$

eşitliğiyle bulunmuştur. Burada, tst, normal saat, Lloc, boylam, Lstd, doğu boylamı ve E'de eşitlik zamanıdır. Eşitlik zamanı;

$$E=9.87*\sin(B*2)- 7.53*\cos(B)-1.5*\sin(B) \quad (2)$$

Eşitliğiyle hesaplanmış olup, B, atmosferin yutma katsayısı ise;

$$B=360*(N-81)/365 \quad (3)$$

N, hesaplamaya alınan yılın günüdür. Güneş ışınımı hesaplamalarında önemli bir parametre olan zenit açısı, Z

$$\cos(Z)= \sin(L) * \sin(D)+\cos(L)*\cos(D)*\cos(H) \quad (4)$$

denklemlerle elde edilmekte ayrıca bu eşitlikte L, enlemi, D, deklinasyon açısını, H, saat açısını ifade etmekte olup;

$$H=15*(12-AST) \quad (5)$$

Atmosfer dış yüzeyine gelen ışınımı $\cos(Z) < 0$ ise $I_o = 0$ 'dır. Eğer $\cos(Z) > 0$ ise

$$I_o = 1353*R*\cos(Z) \quad (6)$$

Bu denklemde R, güneş dünya uzaklık oranı olup aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$R=1.00011+0.34221*\cos(2*\pi*(N-1)/365)+0.00128*\sin(2*\pi*(N-1)/365)-0.000719*\cos(2*2*\pi*(N-1)/365) + 0.000077*(2*2*\pi*(N-1)/365) \quad (7)$$

Buna ilave olarak yükseklik açısı, AL

$$\sin(AL)= \cos(L) * \cos(D)*\cos(H)+\sin(L) * \sin(D) \quad (8)$$

Ayrıca azimut açısı, AZ

$$\cos(AZ) =(\sin(AL) * \sin(L)-\sin(D))/(\cos(AL)*\cos(L)) \quad (9)$$

yer güneş azimut açısı, GAMA

$$GAMA=AZ- TETA \quad (10)$$

TETA, duvar yönü açısını olmak üzere, W, yatay veya düşey yüzey den O güneş ışık açısı,

$$\cos(O)=\cos(AL)*\cos(GAMA)* \sin(W)+\sin(AL)*\cos(W) \quad (11)$$

Değişik yüzeylere gelen güneş ışınımı, I_{bn}

$$I_{bn} = ACN * (AA / \exp(BB / \sin(AL))) \quad (12)$$

Işığın duvar yüzeyine direkt etki etmesi durumunda yüzeye gelen enerji, I_b

$$I_b = I_{bn} * \cos(O) \quad (12)$$

Diğer durumlarda $I_b = 0$ olacaktır.

I_{ct} , yayılan ışınımın sıfırdan büyük olması durumunda,

$$I_{ct} = CCC * Y * I_{bn} \quad (13)$$

Aksi durumda $I_{ct} = 0$ olacaktır.

Y , yayılan ışınım faktörü, $\cos(O)$ 'ün -0.2 den büyük olma durumuna bağlı olup

$$Y = 55 + 0.437 * \cos(O) + 0.313 * \cos(O) * \cos(O) \quad (14)$$

Denklemiyle elde edilmektedir. Yüzeydeki yayılan ışınım, I_{dh} ,

$$I_{dh} = CCC * I_{bn} \quad (15)$$

Yeryüzünden yansıyan güneş ışınımı I_r , ise

$$I_r = \rho_{hg} * I_{bn} * (CCC + \sin(AL)) * (1 - \cos(W)) / 2 \quad (16)$$

ρ_{hg} , yansıyan ışınımın gelene oranı olup yüzeyin topoğrafik şartlarına göre değişmektedir. Bu çalışmada 0.16 olarak alınmıştır.

Düşey yüzeye yansıyan ışınım, I_{rv} , I_r 'nin sıfırdan büyük olması durumunda,

$$I_{rv} = \rho_{hg} * I_{bn} * (CCC + \sin(AL)) / 2 \quad (17)$$

Yatay yüzeyden yayılan güneş ışınım I_{dh} , ve β yüzeyin yataydan olan eğimi olmak üzere eğimli yüzeyden yayılan güneş ışınımı I_d ,

$$I_d = I_{dh} * (1 + \cos(\beta)) / 2 \quad (18)$$

Yatay yüzeydeki toplam ışınım, I_{ty}

$$I_{ty} = I + I_{dh} \quad (19)$$

Son olarak asıl hedef olan düşey yüzeydeki toplan ışınım I_{td} ,

$$I_{td} = I_b * I_d + I_{rv} \quad (20)$$

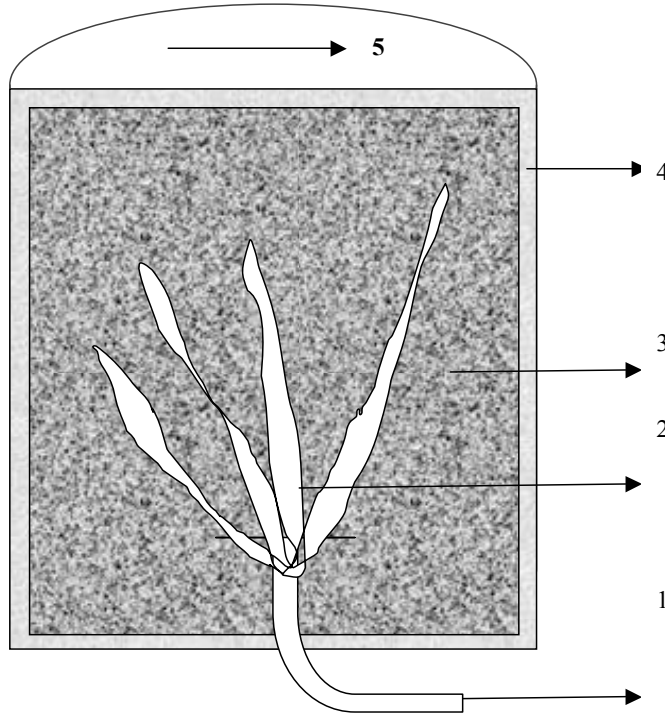
İfadesiyle elde edilir. Yukarıdaki eşitliklerde yatay yüzeyde ölçülen güneş ışınımı değerleri kullanılmıştır. Hesap sonuçlarından hem yatay yüzeye ve hemde düşey yüzeye gelen doğrudan veya dolaylı güneş ışınım değerleri bulunmuştur (Toros ve ark, 2005).

3. Isı Enerjisinin Rezervuarı

Sistemin en önemli bölümlerinden birisini ısının yeraltında depolanması oluşturmaktadır. Günümüzde birçok firında ısı depolamak için tuz kullanılmaktadır. Tuz doğada bol, ucuz bulunabilmenin yanında ısı tutma kapasitesi yüksek bir maddedir. Kolektör alanı, depo ölçüleri ve depolayıcı madde miktarları ayarlanarak haftalarca iyi yalıtımlı binaların ısıtılması için ısı enerjisi alınabilecek bu güneş enerjisi rezervuarı ev, iş yeri vs. ler için uyarlanarak imal edilip kullanılabilir.

Sistem için verilen örneğe göre: alanı $\sim 10 \text{ m}^2$ olan bir odaklı kolektörün yıllık ortalama bazda günlük olarak, toplayacağı enerji 36 Kw'dır. Bunun yıllık toplamı ise $\sim 13000 \text{ Kw}$ 'dır. Sistemin ana hedefi bina ısıtmasıdır ve ortalama 130 gün ısıtılması gerektiği varsayımı ile, yıl boyunca topladığı enerjiden bir ısıtma gününe düşen enerji miktarı 100 Kw olacaktır. Ancak rezervuarda, transfer ve eşanjördeki kayıplar nedeni ile bu rakam biraz düşük olabilecektir.

Güneş enerjisi önce tamamen ısıya dönüşerek bakır tel gibi ısı iletkenliği yüksek malzemeler kanalıyla tuz gibi ısı tutma kapasitesi yüksek olan bir madde ile dolu olan depoda termal enerji olarak birikecektir. Bakır teller iletkenliği yüksek olduğu için ısının depolayıcı madde içine hızlı dağılımına yardımcı olacaktır.



Şekil 2. Güneş enerjisini yer altında depolayan yalıtılmış depo görünümü.

1. Yoğunlaştırılmış güneş ışınımını taşıyan cam boru kablo
2. Işınımın ısıya dönüşerek depo içinde hızlı yayılımını sağlayan bakır saçaklar
3. Isı depolayan madde (tuz)
4. Isı deposunun yalıtımı.
5. Üst toprak.

4. Sonuç ve Öneriler

Artan enerji ihtiyacı, artan fiyatlar ve hava kalitesinin önem kazanması sonucunda yenilenebilir enerji kaynaklarından daha fazla faydalanmak için çalışmalar hız kazanmıştır. Bu çalışmada güneş ışınımının doğrudan ısıya dönüştürülmesi ve toprak altında depolanması düşünülmüştür.

Bu çalışmanın enerji endüstrisi tarafından uygulanarak topluma kazandırılması gerekmekte ve böyle bir sistem de toplum tarafından beklenmektedir.

Sistemin üretim maliyetinin düşük olması için seri ve çok sayıda üretim yapılmalıdır.

Kaynaklar :

1. Çağlar N., - Söğüt A.S., 1993.Yıllık Güneşlenme Miktar Tablosu, I. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu Sf: 19.
2. Çınar M. A., 1995. Solar Heater with Termal Energy Reservoir, The Second International Conference on New Energy Systems and Conversions, pp 457,461, İstanbul – TURKEY
3. Çolak L ve Durmaz A., 2005. Güneş kollektörü uygulamaları ile ilgili, ekonomik analizler, VII. Ulusal tesisat mühendisliği kongresi, 23-25 Kasım, İzmir.
4. EİE Genel Müdürlüğü yayınları 2005.
5. Demirtaş M., Sefa İ, Irmak E ve Çolak İ. 2008. Güneş Enerjili Sistemler İçin Mikrodenetleyici Tabanlı Da/Da Yükselten Dönüştürücü, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 23, No 3, 719-728.
6. Kühr A., ve Öztürk A., 1983. Güneş Enerjili Sıcak Su Sistemleri, Güneş Enerjisi Sf:233.
7. Öz E. S., 1983. Odaklı Güneş Kollektörleri, Güneş Enerjisi ile Sıcak Su Hazırlama Sf: 26.
8. Toros H., Şahin A.D., Deniz A., Şaylan L. ve Şen O, 2005. Çukurova Bölgesinde Isıtma/Soğutma İçin Bina Yönlerinin Belirlenmesi, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi YEKSEM2005, 19-21 Ekim 2005.

