

GÜNEŞ IŞIĞININ GÜNEŞ HAVUZUNDA DEPOLANMASININ TEORİK OLARAK İNCELENMESİ

Sevinç MANTAR¹, Mehmet KARAKILÇIK²

¹ Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı, Adana
e-mail: sevincmantar0101@hotmail.com

² Çukurova Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Adana
e-mail: kilcik@cu.edu.tr

Alınış: 10 Ağustos 2009

Kabul Ediliş: 10 Ekim 2009

Özet: Güneş havuzları 1.5-3 m arasında değişen derinliklerde tuzlu su havuzlarıdır. Yapay güneş havuzları üç bölgeden oluşmaktadır. Bunlar; Üst konvektif, konveksiyonsuz ve alt konvektif bölgelerdir. Üst konvektif bölge, tatlı su tabakasının oluşmaktadır. Konveksiyonsuz bölge, aşağıya doğru artan yoğunluklarda tuzlu su içeren yalıtım bölgesidir. Alt konvektif bölge ise, en yoğun tuzlu su içeren ve güneş gelen ışığı soğuran ve ısı enerjisi olarak depolayan bölgedir. Üst bölgeye gelen güneş ışınlarının bir kısmı yüzeyden yansır, geri kalan kısmı havuz tabanına doğru ilerler. Bu sırada çeşitli dalga boylu ışınlar, farklı derinliklerde değişik oranlarda soğurular ve tabana %25-35 kadarı ulaşır. Havuzun tabanında bulunan depolama bölgesine giren güneş ışınları burada soğurulmakta ve depolanmaktadır. Güneş enerjisinin depolanmasında havuza yüzeyine gelen ve giren güneş ışını açıların bilinmesi önemlidir. Bu amaçla, (SGHS) Çukurova Üniversitesinde, Adana da 1,6 m çapında ve 2,0 m derinliğinde bir silindirik güneş havuzu sistemi inşa edilmiştir. Güneş havuzuna giren güneş ışınlarının, güneş havuzunda her tabaka da meydana gelen kırılma açıları belirlemek amacıyla bir teorik çalışma yapılmıştır. Elde edilen sonuçlarına göre, havuza giren güneş ışığının üst bölge için kırılma açı değerleri sırasıyla Q_i : 30°, 45°, 60° ve Q_k : 13.3°, 19.6°, 24.3°. Yalıtımlı bölge için Q_i : 13.3°, 19.6°, 24.3° ve Q_k : 9.02°, 13.22°, 16.24° olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Güneş Enerjisi, Güneş Havuzları, Enerji depolaması, Yenilenebilir Enerji Kaynakları.

Theoretical Investigation Storing of SolarLight in a Solar Pond

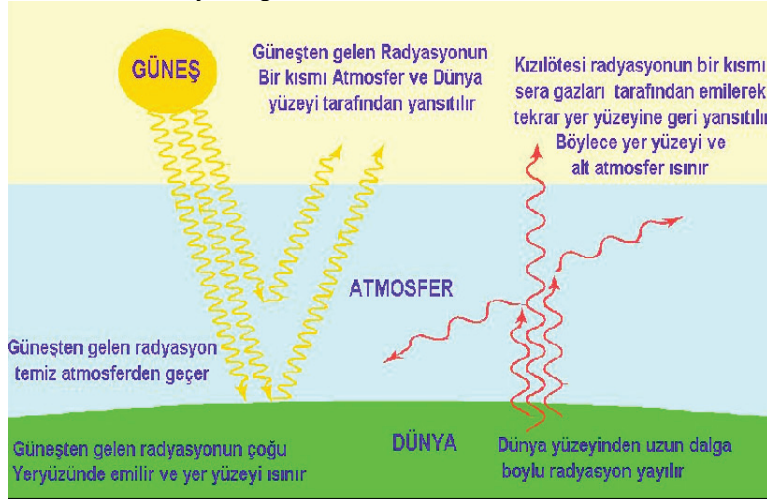
Abstract: Artificial solar ponds are saline water ponds that about 1.5-3 m depth contains salt water in increasing intensity. Solar ponds are generally comprise of three zones. These are upper convective, non convective and bottom convective zones. Upper convective zone is composed of fresh water. Non convective zone is insulated zone which contains different density salty water that increase in downward, and bottom convective zone is contain highly intensity solar water that storage and absorb solar energy. Incoming solar light a part of the solar pond surface is reflected from the upper convective surface, the remainder solar light goes to down to solar pond. This time various wave length of light absorption in the different rates at different depths and 25-35% of this light is reached in down. In this study, a cylindrical solar pond system (CSPS) with a radius of 1.6 m and a depth of 2.0 m was built in Çukurova University in Adana, Turkey. The Solar ponds entering of sun light that occurs in each layer to determine the refraction angles is a theoretical study. According to the analysis results, into stored of solar radiation, for upper convection zone entering light and angle of refraction values respectively Q_i : 30°, 45°, 60° and Q_k : 13.3°, 19.6°, 24.3°. For non convection zone entering light and angle of refraction values respectively found Q_i : 13.3°, 19.6°, 24.3° and Q_k : 9.02°, 13.22°, 16.24°.

Keywords: Solar Energy, Solar Ponds, Energy Storage, Renewable Energy Resources.

GİRİŞ

Artan nüfus ve gelişen sanayinin enerji gereksinimleri kısıtlı enerji kaynaklarıyla karşılanamamaktadır. Ayrıca, dünyada artan nüfuzdan ve sanayileşmeden kaynaklanan enerji gereksiniminden dolayı, enerji üretimi ve tüketimi arasındaki açık giderek artmaktadır. Bu nedenle ihtiyacı karşılamak için çeşitli enerji kaynakları kullanılmaktadır. Bu enerji kaynakları iki ayrı türe ayrılmaktadır. Bunlar; Birincil enerji kaynakları ve türetilmiş enerji kaynaklarıdır. Birincil enerji kaynaklarından birincisi, kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil yakıtlar ve nükleer enerjidir. Yani, yenilenemeyen enerji kaynaklarıdır. İkincisi ise, su, jeotermal, biokütle, rüzgar ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir ve temiz enerji kaynaklarıdır. Türetilmiş enerji kaynakları ise, birincil enerji kaynakları kullanılarak tüketime hazır hale getirilmiş olan elektrik ve ısı enerjisi gibi kaynaklardır.

Dünyamızda enerji ihtiyacı her yıl yaklaşık olarak %4-5 oranında artmaktadır. Buna karşılık bu ihtiyacı karşılamakta olan fosil yakıt rezervi ise çok daha hızlı bir şekilde tükenmektedir. Ayrıca Fosil yakıtlar içindeki karbon havadaki oksijen ile birleşerek CO₂ veya CO gazları ortaya çıkmaktadır. Yine yakıt içerisinde eser miktarda bulunan kurşun, kükürt gibi elementler yanma sıcaklığında oksijen ile birleşerek insan sağlığı açısından önemli tehdit oluşturan bileşikler (SO_x, PbO, NO_x) oluşturmaktadır ve bunlarda dünyaya sera etkisi yapmaktadır. Bu etki sonucunda küresel ısınma meydana gelmektedir.



Şekil 1. Güneşten gelen güneş ışınlarının dünya yüzeyinde yansımaları
(The Met Office; Hadley Center for Climate Prediction and Research)

Güneşten gelen toplam ışınların % 46'sı atmosfer tarafından % 23'ü de bulutlar tarafından soğurulur, %23'ünü de bulutlar geri yansıtır ve %4'lük bir bölüm ise yer yüzeyinden geri yansımaktadır. Dünyaya gelen ışınların ancak %24'lük bir bölümü yeryüzüne ulaşır ve gezegenimizi ısıtır. Isınan yeryüzü uzun dalga boyunda olan enerjiyi geriye atmosfere yayar. Sera gazları (su buharı, karbon dioksit ve metan) yeryüzünden atmosfere geri yayılan ışınları soğurup tekrar atmosfere salarak sıcaklığın yükselmesine sebep olurlar. Aslında sera etkisi doğal bir süreç olup gezegenin sıcaklığının korunması için gereklidir. Ancak sanayi devrimi ile birlikte tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerdeki hızlanma, kömür ve petrol gibi fosil yakıtlarının fazlaca tüketilmesi ve sera gazları için alıcı ortam olan ormanların tahrip edilmeye başlanmasıyla bu gazlarının atmosferdeki konsantrasyonları zamanla artmıştır ve artmaya da devam etmektedir. Günümüzde artık fosil yakıtlar yerine kaynak sorunu olmayan, tükenmeyen ve çevreye zarar vermeyen alternatif enerji kaynaklarını kullanmak zorundayız. Bunlar; güneş, rüzgar, hidrojen, biokütle, jeotermal, dalga ve hidrolik enerjidir. Bu alternatif kaynakların en önemlilerinden biri olan güneş, kirlenmeyen, tükenmeyen, en temiz ve sonsuz bir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi, güneşten gelen ve hiçbir işletme masrafı olmayan bedava bir enerji kaynağıdır. Güneş havuzları, güneş enerjisinin doğrudan toplanıp, yine aynı ortamda depolandığı basit bir güneş enerjisi uygulamasıdır. Havuzdaki ısının dağılımı suya eklenen tuz konsantrasyonu ile düzenlenir, tuz konsantrasyonu en üstten alta doğru artar. Böylece en üstte soğuk su yüzeyi bulursa bile havuzun alt kısmında doymuş tuz konsantrasyonu bulunan bölgede sıcaklık yüksek olur. Havuzda oluşan tuz yoğunluk gradyenti depolama bölgesi ile yüzey arasında konveksiyonla ısı iletimini önler ve böylece depolama bölgesinde kaynama noktasına yaklaşan sıcaklıklara ulaşılabilir. Güneş havuzlarının uzun süreli enerji depolama özellikleri olmasından dolayı, yaz aylarında depolanan enerjiyi kış aylarına kadar saklayabilme özellikleri vardır. Bu da güneş havuzlarının önemini ve kullanılabilirliğini artırır (Tabor, 1981). Havuz üzerine gelen güneş enerjisinin yaklaşık olarak %16'sı

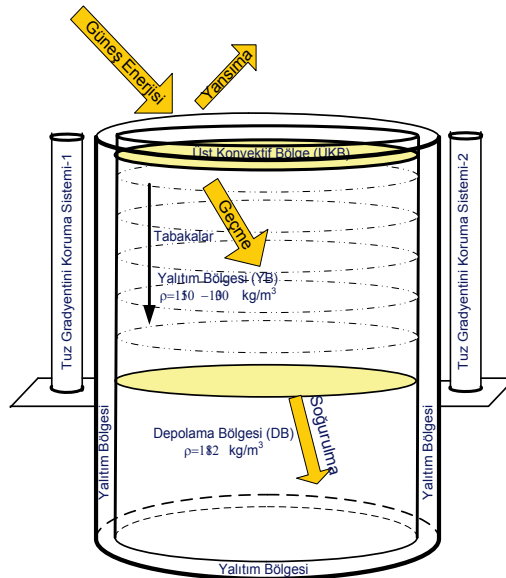
yansıma yoluyla, %21'i yüzeyden havaya konveksiyon ile, %22'si havuzdan suyun buharlaşmasıyla, %31'i gökyüzüne yaydığı uzun dalga boylu radyasyon ile, %3,7'si alt konveksiyonlu bölgeden yere olan ısı akışı ile kaybolur. Işınımın sadece %6,4'ü havuzda depolanır. Bunun dışında sadece AKB (depolama bölgesi) içinde depolanan güneş enerjisinin bir kısmı kullanılabilir enerji olarak havuzdan alınabilir (Subhakar ve Murthy,1993).

MATERYAL VE METOD

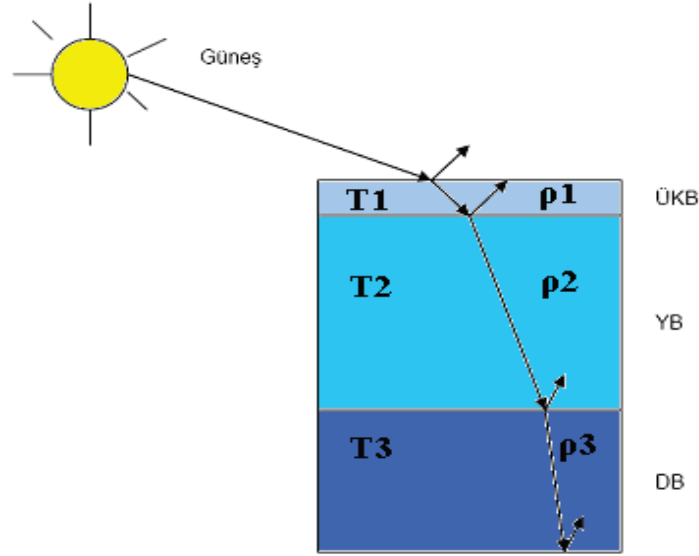
Bu çalışmada, Çukurova Üniversitesi Uzay Bilimleri ve Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (UZAYMER)'de inşa edilen ve güneş enerjisi ile çalışabilen yalıtımlı silindirik model bir güneş havuzu (SMGH) kullanılmıştır. SMGH yerden 130 cm yüksekte ve metal bir kaide üzerine yerleştirilmiştir. SMGH' un çapı 160 cm, derinliği 2 m ve dış kısmının (dış duvarları) 10 cm kalınlığında cam yünü (izocam) yalıtımlı bir model güneş havuzu kullanılması planlanmıştır ve güneş havuzu üzerine gelen güneş ışınlarının havuzun her tabakasında kırılması hesaplanmıştır. Böylece havuzda depolanan enerji miktarına göre de çeşitli modeller geliştirilmeye çalışılmıştır.



Şekil 2. Silindirik model güneş havuzu (SMGH)' dış görünümü.



Şekil 3. Silindirik model güneş havuzunun şematik görünüşü



Şekil 4. Güneş havuzunda güneş ışığının kırınımının her 3 tabaka için görünümü

Güneş havuzunun yüzeyine ulaşan güneş ışınının havuz içerisinde izleyeceği yol Şekil 4' de gösterilmiştir. Şekil 4' de görüldüğü gibi güneş ışığının bir miktarı havuzun yüzeyi tarafından yansıtılır kalanı havuzun üst konvektif bölgesinden (ÜKB) yalıtım bölgesine (YB) iletilir. Bir miktarı ÜKB tarafından soğurulur. Yalıtım bölgesine ulaşan güneş ışınının büyük bir kısmı depolama bölgesine (DB) iletilir. Bir miktarı YB tarafından soğurulur çok az bir miktarı ise YB den ÜKB ye yansıtılır. Güneş havuzunun yüzeyine gelen güneş enerjisinin büyük bir kısmı DB 'ne ulaşır ve burada soğularak depolanır. Çok az miktarı havuzun tabanı tarafından yansıtılır.

Güneş radyasyonunun havuz içerisinde soğurulması dalga boyuna bağlıdır. Güneş radyasyonunun suyun farklı derinliklerindeki dağılımı yaklaşık olarak aşağıdaki gibi verilmiştir.

$$I_x = I_s (1 - F_\delta) \exp(-\mu x) \quad (1)$$

Burada x ,

$$x = (x_1 - \delta) \sec \theta_k \quad (2)$$

ile belirtilmiştir. Snell Yasasına göre θ_k açısı, aşağıdaki eşitlikten bulunur.

$$\theta_k = \sin^{-1}(\sin \theta_z / n_{ts}) \quad (3)$$

Burada, I_x , x derinliğindeki ışın; I_s , yüzeye düşen ışının suya giren miktarı; F_δ , yüzeyde soğurulan güneş enerjisi kesridir ve ortalama değeri yaklaşık olarak 0.4 dür. μ , etkin soğurma katsayısı; x , havuzdaki yol uzunluğu; δ , F_δ faktörü ile verilen ve güneş radyasyonunun uzun dalga bölümününün soğurulduğu yüzey tabaka kalınlığıdır ve önerilen kalınlık yaklaşık olarak 0.06 m dir. θ , yatay bir yüzeyden yansıyan ışının yüzeyin normali ile yaptığı açıdır. θ_z yatay bir yüzeye gelen ışının yüzeyin normali ile yaptığı açıdır. n_{ts} tuzlu suyun kırılma indisidir (Hawladar ve Brinkworth, 1981). Suyun kırılma indisi $n_{su} = 1,33$ tür ve tuzlu su için aynı değer kabul edilebilir. Fakat bu çalışmamızda havuz üzerine gelen ışığın sadece kırılma açısına bağlı olarak depolanmadığı, bunun yanında sıcaklık ve yoğunluğa bağlı olarak kırılarak depolandığı varsayılarak bir teorik bir çalışma yapılmıştır. Her bölgedeki yoğunluklar dikkate alınarak ayrı ayrı hesaplama yapılmıştır. Aşağıdaki tablolarda depolama bölgesine ulaşan ışınlar hesaplanarak, her bir bölgedeki kırılma miktarları da bulunmuştur. Q_i güneş'ten gelen güneş ışının havuzun normali ile yaptığı açıdır. Q_k havuza giren güneş ışınının havuzda ki kırılma açısıdır. Ayrıca sistem 3 ayrı yoğunluk ve sıcaklık bölgesine sahiptir. T havuzun her bölgesindeki sıcaklığını ve ρ ise her bölgesindeki ayrı ayrı yoğunluklarını göstermektedir.

$$T_1 \rho_2 n_1 \sin \theta_i = T_2 \rho_1 n_2 \sin \theta_k \quad (4)$$

Tablo 1. Üst Konvektif Bölgeye Giren ve Kırılan Işın Değerleri

Q _i : Havuza giren Güneş ışığı (°)	Q _k : Havuzda kırılan Güneş ışığı (°)
30	13.3
45	19.6
60	24.3

Tablo 2. Konveksiyonsuz Bölgeye Giren ve Kırılan Işın Değerleri

Q _i : Havuza giren Güneş ışığı (°)	Q _k : Havuzda kırılan Güneş ışığı (°)
13.3	9.02
19.6	13.22
24.3	16.24

SONUÇLAR

Bu çalışmada, Adana ilinde bulunan güneş havuzu için, yatay düzleme gelen güneş ışınım değerleri kullanılmıştır. Havuza gelen ışığın sadece saf suyun meydana getirdiği kırılması göz önüne alınmayıp, ayrıca tuzlu su içinde meydana gelen kırılma da düşünülerek yoğunluk farkının sıcaklıkla olan ilişkisi de göz önüne tutularak teorik bir çalışma yapılmıştır. Her bölgeye ulaşan güneş ışınları miktarı ve buna bağlı olarak kırınım miktarı hesaplanmıştır. Güneş Havuzuna 60° ile giren bir güneş ışığı ancak depolama bölgesinde 16.24° ile ulaşabilirliği hesaplanmıştır. Böylece, güneş havuzuna giren ışığın her bölgede ayrı ayrı kırılarak depolandığı bulunmuştur. Buda depoda bulunan su yoğunluğunun ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Sonuç olarak depolama bölgesinde meydana gelecek ısıyı, güneş ışınımı hesabıyla önceden tahmin edebileceğiz.

KAYNAKLAR

- [1] Liu, B.Y.H. and Jordan, R.C., The long-term average performance of flat-plate solar energy collectors, *Solar Energy*, 7, 53, 1963.
- [2] Bozdemir S. and Kayali R. (1983) Mathematical modelling of a solar pond and comparison of experimental observations. *Doga Turk J. Phy.* 7, 3, 387–397.
- [3] Dinçer, I., Optimum tilt angle for solar collectors used in Cyprus, *Renewable Energy*, 6, 7, 813-819, 1995.
- [4] Karakılıçık, M., “Yalıtımlı Prototip Bir Güneş Havuzunun Performansının Saptanması”, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 1998.
- [5] Karakılıçık, M, Kıymaç, K., and Dinçer, I., (2006) Experimental and Theoretical Temperature Distributions in a Solar Pond. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 49, 5-6, 2006, 825-835.
- [6] Bozkurt, I., “Yalıtımlı ve Üstü Kapalı Silindirik model bir Güneş Havuzunun (SMGH) Performansının İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 2006.
- [7] Durmaz, A.F., Eğik yüzeylere gelen güneş ışınımının analizi ve cam yüzeylerden geçen güneş ışınımının tespiti, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa, 2007
- [8] The Met Office; Hadley Center for Climate Prediction and Research, (<http://www.metoffice.gov.uk/climatechange/science/>)