

EXPERIMENTALLY EXAMINING THE EFFECTS OF WATER DEPTH ON THE PERFORMANCE OF SOLAR STILL DISTILLER

Emin EL
Bitlis Eren Üniversitesi
eel@beu.edu.tr

Sinem KILIÇKAP
Amasya Üniversitesi
sinem.kilickap@amasya.edu.tr

Gülşah ÇAKMAK
Fırat Üniversitesi
gulcakmak@firat.edu.tr

Cengiz YILDIZ
Fırat Üniversitesi
cyildiz@firat.edu.tr

ABSTRACT: The solar still distillers are the most practical method in obtaining the clean water. In this study, the effects of water depth on the solar still distiller's performance were experimentally examined. For this purpose, sizing, designing and production of distiller were performed. In present study, the experiments were performed by adding 4, 6, 8, 10 and 12 cm depths of water into the distiller and the results are presented. As a result of the study, it was observed that the productivities of solar still distillers continuously increased in daytime, and peaked in evening hours, and that the productivity decreased as the water depth increased. As a result of performed measurements, the amounts of water obtained during daytime at water depths of 4, 6, 8, 10, and 12 cm were determined to be 2047, 1709, 1381, 1090, and 862 ml, respectively. The amounts of water obtained during nighttime were found to be 3974, 3385, 2762, 2249, and 1752 ml, respectively. Moreover, the maximum productivity values calculated were calculated to be 85.61% at 4cm depth, 73.54% 6cm depth, 59.27% 8cm depth, 50.32% 10cm depth, and 41.02 % 12cm depth.

Keywords: Solar energy, water, distillation, pool-type distiller, productivity

GÜNEŞ ENERJİLİ HAVUZ TIPI DAMITICILARDA SU DERİNLİĞİNİN DAMITICI PERFORMANSINA ETKİSİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

ÖZET: Güneş enerjili havuz tipi damıtıcı temiz su eldesinde kullanılabilir en pratik çözüm yoludur. Bu çalışmada güneş enerjili havuz tipi damıtıcıda bulunan suyun derinliğinin damıtıcı performansına etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Bu amaçla damıtıcı boyutlandırılması, tasarımı ve imalatı gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada tasarlanan damıtıcıya 4, 6, 8, 10 ve 12 cm yüksekliğinde su konularak deneyler yapılmış ve elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Çalışma sonucunda güneş enerjili havuz tipi damıtıcıların verimlerinin gün içerisinde sürekli arttığı akşam saatlerinde en yüksek değerlerine ulaştığı gözlemlenmiş, damıtıcıdaki su derinliği arttıkça verimin azaldığı tespit edilmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda gündüz üretilen su miktarı sırasıyla 4, 6, 8, 10, 12 cm derinliklerde 2047, 1709, 1381, 1090, 862 ml olduğu görülmüştür. Gece üretilen damıtık su miktarları ise sırasıyla 3974, 3385, 2762, 2249, 1752 ml olarak tespit edilmiştir. Ayrıca hesaplanan maksimum verim değerlerinin; 4 cm derinlikte % 85.61, 6 cm derinlikte % 73.54, 8 cm derinlikte % 59.27, 10 cm derinlikte % 50.32, 12 cm derinlikte % 41.02 olduğu görülmüştür.

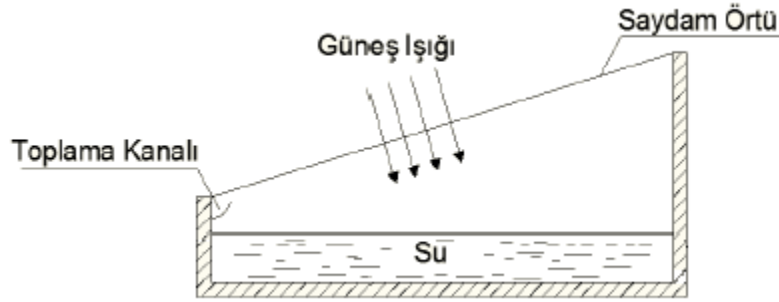
Anahtar Kelimeler: Güneş enerjisi, su, damıtma, havuz tipi damıtıcı, verim.

GİRİŞ

Nüfus artışı, sanayileşme ve etkin tarım faaliyetleri, dünyanın kısıtlı yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının tükenmesine yol açmakta ve çevre sorunlarını arttırmaktadır. İçme suyu eksikliği büyük bir sorun teşkil etmekte ve mevcut yeraltı suyu genellikle acı olup içme amaçları için olduğu gibi kullanılmamaktadır. Dünyada enerji ve su kaynaklarının giderek tükenmesi ve mevcut kaynaklarının kullanılamayacak duruma gelmesi, enerji ve su temini konusunu ön plana çıkarmaktadır.

Yenilenebilir enerji; uygun teknolojilerin kullanılması halinde kirlenici etkisi olmayan, sürdürülebilir, yerli ve çevre dostu özellikleri ile öne çıkan bir enerji türü konumundadır. Enerji, insanlığın gelişiminde önemli bir unsur olmakla beraber bütünü yalnızca bir parçasıdır. Su ise kesintisiz karşılanması gereken yaşamsal bir maddedir. En hayati ihtiyacımız olan su, bütün toplumsal faaliyetlerimizi yürütmemiz açısından kritik bir öneme sahiptir.

Suyun arıtılması sürecinde birçok yöntem kullanılmakta olup, güneş enerjili havuz tipi damıtıcı temiz su eldesinde kullanılabilir en pratik çözüm yoludur. Bu yöntemde su güneş enerjisiyle buharlaştırıldıktan sonra yoğunlaştırılarak yabancı maddelerden arındırılmaktadır. Konvansiyonel bir güneş enerjili havuz tipi damıtıcıda saydam örtü, havuz, temiz su toplama kanalları gibi bölümler bulunmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Güneş Enerjili Havuz Tipi Damıtıcı

Güneş enerjili havuz tipi damıtıcı sistemlerinde güneş ışığı saydam örtüden geçerek absorbe edilir. Absorbe edilen güneş ışığı havuz tabanını ve içindeki suyu ısıtır ve ısınan su buhar haline geçer. Buharlaşan su içerisindeki yabancı maddeleri havuzda bırakır. Buhar kendisinden daha soğuk olan saydam örtüye temas ederek yoğunlaşır ve sıvı hale geçer. Saydam örtü üzerinde bulunan su damlaları eğim yardımıyla toplama kanalında toplanır ve toplama kanalı vasıtasıyla sistemden alınır. Bu sayede damıtık su üretimi gerçekleşmiş olur. Güneş enerjili havuz tipi damıtıcı sistemlerinde üretilen damıtık su miktarını ve sistem verimini etkileyen birçok etken bulunmaktadır. Damıtıcıda bulunan suyun derinliği de bu etkenlerden biridir. Son yıllarda damıtma sisteminin farklı tasarımı ve verimi artırma yöntemleri üzerine çalışmalar yapılmaktadır.

Nahar ve Gupta, 1989, yaptıkları çalışmada, örtü malzemesi ile absorban plaka arasında 25, 50 ve 150 mm boşluk bırakarak kolektörlerin verimini ölçmüşlerdir. 25, 50 ve 150 mm boşluk için kolektör verimlerinin sırasıyla %52.5, %57.8 ve %54.1 olduğunu bulmuşlardır (Nahar ve Gupta, 1989).

Das ve Chakraverty, 1991, çalışmalarında tek cam, çift cam ve polimetil metakrilat (PMMA) gibi üç farklı örtü malzemesi kullanarak kolektör üretmişlerdir. Yaptıkları testler sonucunda çift camlı, tek camlı ve PMMA örtü malzemeli kolektörlerin verimlerinin sırasıyla %46, %42 ve %36.5 olduğunu saptanmışlardır (Das ve Chakraverty, 1991).

Hamdan vd., 1999, tek, çift ve üç havuzlu damıtıcının performansını incelemişlerdir. Kullandıkları damıtıcı piramit şeklinde olup $0,95 \times 0,95 \text{ m}^2$ ve $950 \times 950 \times 150 \text{ mm}^3$ lük alt yüzeyi 1,25 mm siyah çelikten imal edilmiştir. Maksimum üretim 3 havuzluda 4.896 g/m^2 , çift havuzluda 4.610 g/m^2 ve tek havuzluda 3.693 g/m^2 olarak bulunmuştur. Maksimum etkinliği ise üçlü damıtıcıda %44, ikilide %42 ve teklide ise %32 olarak tespit etmişlerdir (Hamdan vd., 1999).

Mamlook vd., 2001, farklı güneş sistemleri uygulamalarının performanslarını birbirleriyle mukayese etmişlerdir. Güneş enerjili damıtma, güneş ile ısıtma, fotovoltaik ve güneşle elektrik üretimi ile ilgili bulanık mantık

metodolojilerinin kullanıldığı bir çalışma yapmışlardır. Kullanılan sistemler verimlerine ve maliyetlerine göre karşılaştırılmıştır. Maliyetlerine göre güneş enerjili damıtmanın en iyi yöntem olduğu tespit edilmiştir (Mamlook vd., 2001).

Garcia-Rodriguez, 2003, yapmış olduğu çalışmada milyonlarca insanın temiz ve güvenilir su kaynağına sahip olmadığını belirtmiştir. Pek çok kurak alanın kıyı şeridinde olduğu, buralarda deniz suyunu damıtma ve arıtma işleminin uygun bir alternatif olduğu anlatılmıştır. Bu işlemler için önemli bir enerji kaynağına gerek olduğunu belirterek, enerji kaynağı olarak güneş enerjisinin kullanılabileceğini önermiştir (Garcia-Rodriguez, 2003).

Jiang vd., 2009, direkt ısıtmalı güneş enerjili tuzlu damıtma sisteminin performansını incelemişlerdir. Deneysel sonuçlarının teorik analizlerle uyum içinde olduğunu saptamışlardır (Jiang vd., 2009).

Esfahani vd., 2010, taşınabilir bir güneş enerjili damıtıcının imalatı için girişimde bulunmuşlardır. Yaz ve kış sonuçları birbirleri arasında karşılaştırılarak, yaz mevsimindeki verimin kış mevsimindeki göre daha etkili olduğu sonucuna varmışlardır (Esfahani vd., 2010).

Bu çalışmada tasarlanan damıtıcıya 4, 6, 8, 10 ve 12 cm yüksekliğinde su konularak deneyler yapılmış ve elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

YÖNTEM

Bu çalışmada, güneş enerjili havuz tipi damıtıcı tasarlanmış ve imal edilmiştir. Tasarlanan deney düzeneği Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Isı Tekniği Laboratuvarı terasında tesisatı gölgelenmeye maruz kalmayacak şekilde güneşe dönük monte edilmiştir. Deneyler ağustos ayında Elazığ iklim koşullarında yapılmıştır.

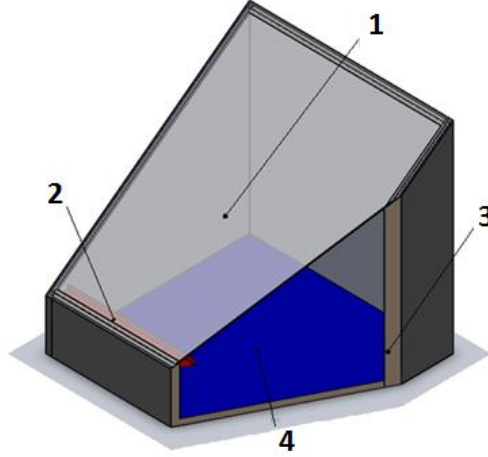


Şekil 2. Deneylerde Kullanılan Güneş Enerjili Havuz Tipi Damıtıcılar

Bu sistemde kullanılan güneş enerjili havuz tipi damıtıcı sistemi genel olarak damıtma havuzu, damıtık su toplama kabı, saydam örtü, yalıtım malzemesinden oluşmaktadır.

Damıtma havuzu; 1000x1000x250 mm ölçülerinde paslanmaz sac malzemeden imal edilmiştir. Taban alanı 1m², kapak eğim açısı 38°'dir. Taban ve iç kısımlar; epoksi astar ve siyah mat boya ile boyanmıştır. Kapaktan oluşabilecek sızıntıları önlemek amacıyla güneşe, ısıya ve neme dayanıklı olan sızdırmazlık elemanları kullanılmıştır. Damıtıcının üst yoğunlaşma örtüsünde yoğunlaşan suların aktarıldığı damıtık su toplama kanalı, eğimli yapısı sayesinde yoğunlaşan suların doğal akışla damıtıcının dışındaki bir depoda birikmesini sağlar. Damıtma havuzunun iç kısmına monte edilen damıtık su toplama kanalı paslanmaz malzemeden yapılmıştır. 7 derece eğimli 50 mm genişliğinde ve 25 mm yüksekliğinde olacak şekilde damıtıcının iç kısmı ile birleştirilmiştir. Güneş ışınımını geçiren ve üstten ısı kaybını önlemek için damıtıcıda kullanılan saydam örtü ayrıca yutucu yüzeyi yağmur, dolu veya toz gibi dış etkilerden korumaktadır. Sistemde bu amaçla saydam örtü olarak 4 mm

kalınlığında tek cam kullanılmıştır. Ayrıca damıtıcıda güneş ışınımı almayan alt, yan ve arka kısımlardan olan ısı kayıplarının azaltılması için 4 cm kalınlığında poliüretan malzeme kullanılmıştır.



Şekil 3. Güneş Enerjili Havuz Tipi Damıtıcı (1.Saydam örtü, 2.Damıtık su toplama kanalı, 3.Yalıtım, 4.Damıtma havuzu)

Sistemde ışınım şiddetinin ölçümünde Kipp and Zonen marka (CC12) piranometre kullanılmıştır. Kullanılan piranometre sistemin çalışma açısına uygun bir eğimle yerleştirilmiş ve 30 dakikalık zaman dilimleri arasında ölçümler yapılmıştır. Deneyle belirlenen noktaların sıcaklıklarını ölçebilmek amacıyla üniversal girişli, giriş ve çıkışları kullanıcı tarafından programlanabilen Elimko marka E 680 model 16 kanallı dijital termometre kullanılmıştır. Bu termometre sayesinde J, K, T, E, PT-100 ile sıcaklık ölçümü yapılabilmektedir. Bu çalışmada 0.5 mm tel çapında J tipi termokupullar kullanılmıştır.

Damıtma deneyleri sırasında hata oluşturan parametreler dikkate alınarak toplam hata miktarı belirlenmiştir. Herhangi bir parametredeki toplam hatanın belirlenmesi için sabit hataların, imalat hatalarının ve rasgele hataların dikkate alınmasıyla toplam hata değeri,

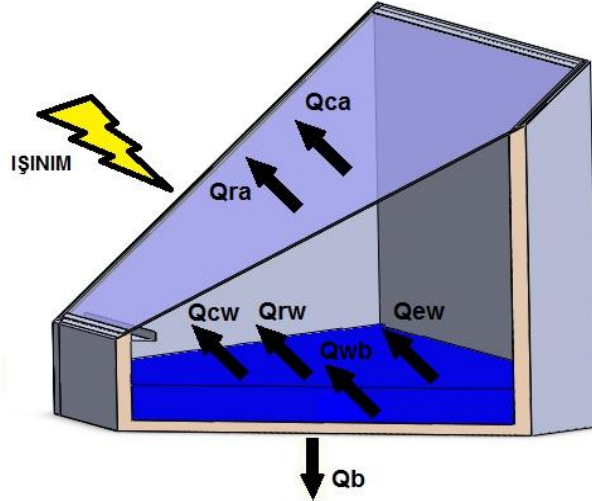
$$W_{th} = \left[(x_1)^2 + (x_2)^2 + \dots + (x_n)^2 \right]^{1/2} \quad (1)$$

denklemleri ile hesaplanmaktadır [10]. Bu denklem yardımıyla deneyler sırasında meydana gelen toplam hata miktarları hesaplanarak Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Damıtma Deneyleeri Sırasında Meydana Gelen Toplam Hata Miktarları

Hata Oluşturan Parametreler	Kullanılan denklemler	Toplam hata
Tabandaki sıcaklık ölçülmesinde yapılabilecek ortalama hata (W_{Tta})	$W_{Tta} = [(a_2)^2 + (b_2)^2 + (h_2)^2]^{1/2}$	$\pm 0.173^\circ\text{C}$
Havuzdaki sıcaklık ölçülmesinde yapılabilecek ortalama hata (W_{TH})	$W_{TH} = [(a_1)^2 + (b_1)^2 + (k_1)^2]^{1/2}$	$\pm 0.173^\circ\text{C}$
Cam altındaki sıcaklık ölçülmesinde yapılabilecek ortalama hata (W_{Tca})	$W_{Tca} = [(a_1)^2 + (b_1)^2 + (l_1)^2]^{1/2}$	$\pm 0.173^\circ\text{C}$
Cam üstündeki sıcaklık ölçülmesinde yapılabilecek ortalama hata (W_{Tcu})	$W_{Tcu} = [(a_1)^2 + (b_1)^2 + (m_1)^2]^{1/2}$	$\pm 0.173^\circ\text{C}$
İç buhardaki sıcaklık ölçülmesinde yapılabilecek ortalama hata (W_{Tb})	$W_{Tb} = [(a_1)^2 + (b_1)^2 + (n_1)^2]^{1/2}$	$\pm 0.173^\circ\text{C}$
Sağ duvardaki sıcaklık ölçülmesinde yapılabilecek ortalama hata (W_{Tsad})	$W_{Tsad} = [(a_1)^2 + (b_1)^2 + (o_1)^2]^{1/2}$	$\pm 0.173^\circ\text{C}$
Sol duvardaki sıcaklık ölçülmesinde yapılabilecek ortalama hata (W_{Tsod})	$W_{Tsod} = [(a_1)^2 + (b_1)^2 + (p_1)^2]^{1/2}$	$\pm 0.173^\circ\text{C}$
Ön duvardaki sıcaklık ölçülmesinde yapılabilecek ortalama hata (W_{Tod})	$W_{Tod} = [(a_1)^2 + (b_1)^2 + (r_1)^2]^{1/2}$	$\pm 0.173^\circ\text{C}$
Arka duvardaki sıcaklık ölçülmesinde yapılabilecek ortalama hata (W_{Tad})	$W_{Tad} = [(a_1)^2 + (b_1)^2 + (s_1)^2]^{1/2}$	$\pm 0.173^\circ\text{C}$
Çevre sıcaklık ölçülmesinde yapılabilecek ortalama hata ($W_{Tç}$)	$W_{Tç} = [(a_1)^2 + (b_1)^2 + (t_1)^2]^{1/2}$	$\pm 0.173^\circ\text{C}$
Periyodik olarak üretim miktarının ölçümünde yapılabilecek ortalama hata (W_m)	$W_m = [(a_2)^2 + (b_2)^2]^{1/2}$	± 0.1 dakika
Periyodik olarak sıcaklık değerlerinin okunmasında ortaya çıkabilecek toplam hata (W_{ts})	$W_{ts} = [(a_2)^2 + (c_2)^2]^{1/2}$	± 0.1 dakika
Periyodik olarak hava hızının ölçümünden yapılabilecek ortalama hata (W_{tv})	$W_{tv} = [(a_2)^2 + (d_2)^2]^{1/2}$	± 0.1 dakika
Periyodik olarak ışınım ölçümünden yapılabilecek ortalama hata (W_{t1})	$W_{t1} = [(a_2)^2 + (e_2)^2]^{1/2}$	± 0.1 dakika
Üretilen tatlı su miktarının ölçümünden kaynaklanan hatalar (W_m)	$W_m = [(a_3)^2 + (b_3)^2 + (c_3)^2]^{1/2}$	± 4.062 ml

Güneş enerjili Havuz tipi damıtıcının ısıl analizi için, Şekil 4' te gösterilen klasik tip güneş enerjili bir damıtıcı sistem dikkate alınmıştır. Buna göre ısı geçiş miktarları hesaplanmıştır.



Şekil 4. Güneş Enerjili Damıtıcıda Isı Geçiş Durumları

Su yüzeyinden saydam örtüye ısı geçişi taşınım ve ışınlımla olmaktadır. Ayrıca su yüzeyinden buharlaşmaya bağlı olarak bir ısı geçişi vardır. Su yüzeyinden örtüye ışınlımla geçen ısı miktarı (Q_{rw}) aşağıdaki denklemle hesaplanabilir:

$$Q_{rw} = h_{rw} (T_w - T_g) \quad (2)$$

Bu denklemdeki h_{rw} su yüzeyinden örtüye ışınlım ile ısı geçiş katsayısı olarak tanımlanmakta olup,

$$h_{rw} = \epsilon_{\text{eff}} \sigma [(T_w + 273)^4 - (T_g + 273)^4] / (T_w - T_g) \quad (3)$$

şeklinde hesaplanır. Su yüzeyinden örtüye taşınım ile geçen ısı miktarı (Q_{cw});

$$Q_{cw} = h_{cw} (T_w - T_g) \quad (4)$$

denklemlerle hesaplanır. Bu denklemdeki h_{cw} su yüzeyinden örtüye taşınım ile ısı geçiş katsayısı olarak tanımlanmakta olup,

$$h_{cw} = 0.884 [(T_w - T_g) + (P_w - P_g) (T_w + 273) / (268.9 \times 10^3 - P_w)]^{1/3} \quad (5)$$

şeklinde hesaplanır. Su yüzeyinden buharlaşma ve yoğuşma ısı geçişi (Q_{ew}),

$$Q_{ew} = h_{ew} (T_w - T_g) \quad (6)$$

denklemlerle hesaplanır. Burada buharlaşma ile ısı transfer katsayısı h_{ew} ;

$$h_{ew} = 16.273 \times 10^{-3} h_{cw} (P_w - P_g) / (T_w - T_g) \quad (7)$$

şeklinde hesaplanır. Saydam örtüden dış ortama ısı geçişi taşınım ve ışınlım olmak üzere iki şekilde olmaktadır. Saydam örtüden dış ortama taşınım ile ısı geçiş miktarı (Q_{ca}),

$$Q_{ca} = h_{ca} (T_g - T_a) \quad (8)$$

denklemlerinden elde edilir. Saydam örtüden dış ortama ışınlım ile ısı geçiş miktarı (Q_{ra}),

$$Q_{ra} = h_{ra} (T_g - T_a) \quad (9)$$

şeklinde hesaplanır.

Emici yüzeyden havuz suyuna ısı geçiş miktarı (Q_{wb}),

$$Q_{wb}=h_w (T_b-T_w) \quad (10)$$

denklemleriyle hesaplanır.

Damıtıcı duvarlarından ve tabandan olan toplam ısı kaybı miktarı (Q_b),

$$Q_b=h_b (T_w-T_a) \quad (11)$$

denklemlerinden elde edilir.

Havuzun iç enerji değişim miktarı ise (Q_w) aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$Q_w=(mC)_w dT_w/dt \quad (12)$$

Yukarıdaki denklemler esas alınarak damıtıcının ısı denge durumu için cam yüzeyindeki, su kütledeki ve havuz çizgisindeki denge durumları ayrı ayrı incelenmelidir.

Cam yüzeyindeki denge durumu:

$$\alpha_g I+Q_{ew}+Q_{cw}+Q_{rw} = Q_{ca}+Q_{ra} \quad (13)$$

$$\alpha_g I+[(h_{rw}+h_{cw}+h_{ew}) (T_w-T_g)] = [(h_{ca}+h_{ra}) (T_g-T_a)] \quad (14)$$

denklemleriyle ifade edilir. Bu denklemlerde su yüzeyinden örtüye toplam ısı geçiş katsayıları aşağıdaki gibi kısaltılabilir:

$$h_{1w}=h_{rw}+h_{cw}+h_{ew} \quad (15)$$

cam yüzeyden çevreye olan toplam ısı geçiş katsayıları ise aşağıdaki gibi kısaltılırsa,

$$h_{1g}= h_{ca}+h_{ra} \quad (16)$$

denklemlerini elde ederiz. (1.14) ve (1.15) denklemlerini (1.16) denkleminde yerine yazılırsa,

$$\alpha_g I+[h_{1w} (T_w-T_g)] = [h_{1g} (T_g-T_a)] \quad (17)$$

denklemleri elde edilir. Su kütledeki ısı denge;

$$\alpha_w I + Q_{wb}= Q_w+ Q_{ew}+Q_{cw}+Q_{rw} \quad (18)$$

denklemleriyle gösterilir.

Havuz çizgisindeki ısı denge durumu ise aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\alpha_b I = Q_{wb}+Q_b \quad (19)$$

$$\alpha_b I = h_w(T_b-T_w)+h_b(T_b-T_a) \quad (20)$$

Saatlik olarak konvensiyonel damıtıcıda elde edilen damıtılmış su miktarı aşağıdaki denklemle hesaplanır:

$$m_{ew}=\frac{h_{ew}(T_w-T_g)3600}{L} \quad (21)$$

Sistem verimi ise;

$$\eta=\frac{m_{ew}.L}{I.A.3600} \quad (22)$$

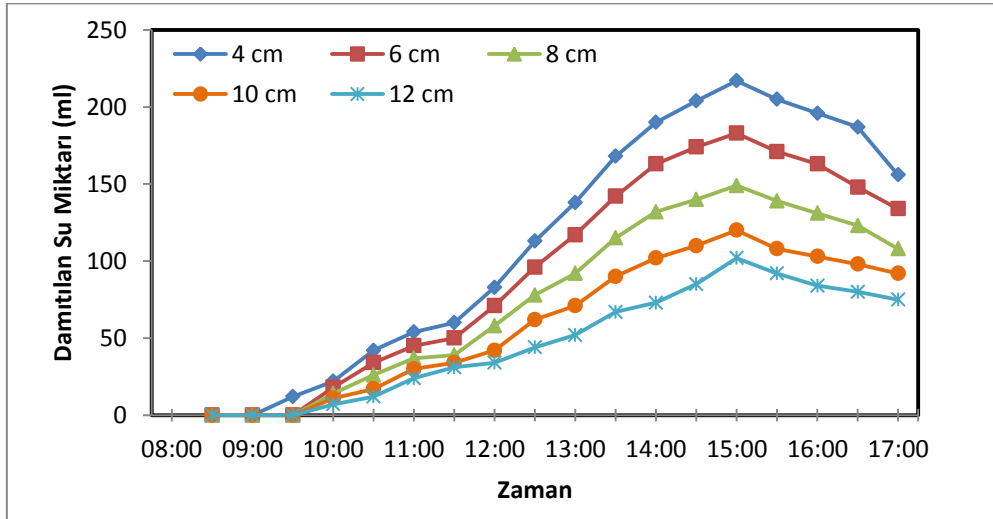
denklemlerinden elde edilir.

BULGULAR

Güneş enerjili havuz tipi damıtıcı deneyleri Ağustos ayında Elazığ iklim koşullarında yapılmıştır. Deneyler sonucunda, içerisine sırasıyla 4, 6, 8, 10 ve 12 cm yüksekliğinde su konulan damıtıcıların ürettikleri damıtık su miktarları ve verimleri birbirleriyle karşılaştırılmıştır.

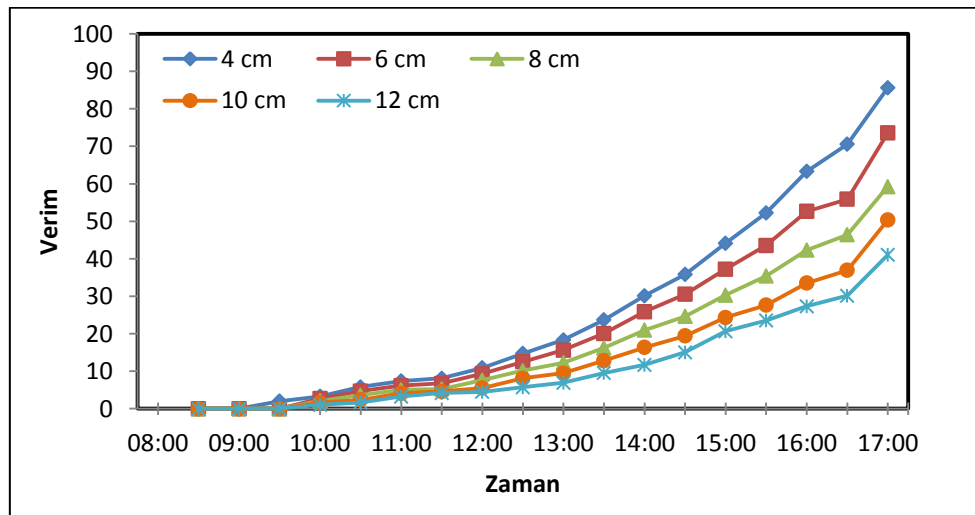
Yapılan deneyler sonucunda havuz tipi damıtıcıdaki su derinliğine bağlı olarak üretilen damıtık su miktarı Şekil 5’ te gösterilmiştir.

Deneylerde damıtılan su miktarları saat 15.00’ a kadar artmakta ve daha sonra düşmektedir. Su derinliği azaldıkça damıtılan su miktarının arttığı tespit edilmiştir.



Şekil 5. Havuz Tipi Damıtıcıda Su Derinliğine Bağlı Olarak Anlık Üretilen Damıtık Su Miktarları

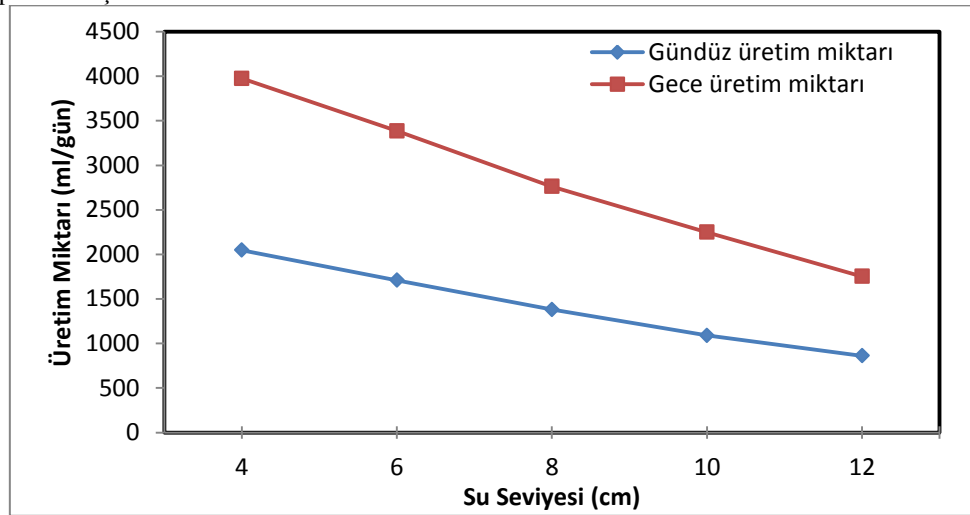
Şekil 6’ da ise havuz tipi damıtıcıdaki su derinliğine bağlı olarak verimdeki değişim gösterilmiştir. Su derinliğine bağlı olarak havuz tipi damıtıcıların verimlerinin gün içerisinde sürekli arttığı ve damıtıcıdaki su derinliği arttıkça verimin azaldığı tespit edilmiştir. Gün içerisinde yapılan ölçümler sonucunda hesaplanan maksimum verim değerlerinin; 4 cm derinlikte %85.61, 6 cm derinlikte %73.54, 8 cm derinlikte %59.27, 10 cm derinlikte %50.32 ve 12 cm derinlikte %41.02 olduğu belirlenmiştir.



Şekil 6. Havuz Tipi Damıtıcıda Su Derinliğine Bağlı Olarak Anlık Verim Değerleri

Şekil 7’ de su seviyesinin günlük üretilen damıtık su miktarı üzerindeki etkisi gösterilmiştir. Havuz tipi damıtıcıda gündüz üretilen su miktarı sırasıyla 4, 6, 8, 10, 12 cm derinliklerde 2047, 1709, 1381, 1090, 862 ml

olarak tespit edilmiştir. Gece üretilen damıtık su miktarları ise sırasıyla 3974, 3385, 2762, 2249 ve 1752 ml olarak tespit edilmiştir.



Şekil 7. Su Seviyesinin Damıtılmış Su Miktarı Üzerindeki Etkisi

SONUÇ

Bu çalışmada; güneş enerjili havuz tipi damıtıcı tasarlanmış ve içerisine sırasıyla 4, 6, 8, 10 ve 12 cm yüksekliğinde su konulan damıtıcıların ürettikleri damıtık su miktarları ve verimleri tespit edilmiştir. Yapılan deneyler sonucundaki verilerin değerlendirilmesiyle elde edilen sonuçlar aşağıdaki maddelerle özetlenmiştir.

- Deneylerde üretilen damıtılan su miktarları 9.00 - 15.00 saatleri arasında artmakta olduğu ve daha sonra düştüğü gözlemlenmiştir.
- Su seviyesi 4 cm olan havuz tipi damıtıcıda buharlaşmanın diğer damıtıcılara göre daha erken başladığı ve dolayısıyla damıtık su üretiminin de daha erken saatlerde başladığı gözlemlenmiştir.
- Damıtma havuzundaki su derinliği azaldıkça damıtıcıya gelen enerjinin büyük bir kısmının suyun buharlaşması için harcadığı gözlemlenmiş ve damıtılan su miktarının arttığı tespit edilmiştir.
- Havuz tipi damıtıcıdaki su derinliğine bağlı olarak verim de değişmiştir. Su derinliğine bağlı olarak havuz tipi damıtıcıların verimlerinin gün içerisinde sürekli arttığı ve damıtıcıdaki su derinliği arttıkça verimin azaldığı tespit edilmiştir. Gün içerisinde yapılan ölçümler sonucunda hesaplanan maksimum verim değerlerinin; 4 cm derinlikte %85.61, 6 cm derinlikte %73.54, 8 cm derinlikte %59.27, 10 cm derinlikte %50.32 ve 12 cm derinlikte ise %41.02 olduğu belirlenmiştir.
- Su seviyesinin günlük üretilen damıtık su miktarı üzerindeki etkisi gösterilmiştir. Havuz tipi damıtıcıda gündüz üretilen su miktarı sırasıyla 4, 6, 8, 10, 12 cm derinliklerde 2047, 1709, 1381, 1090, 862 ml olarak tespit edilmiştir. Gece üretilen damıtık su miktarları ise sırasıyla 3974, 3385, 2762, 2249, 1752 ml olarak tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Das, S. K. and Chakraverty, A. (1991). Performance of a Solar Collector with Different Glazing Materials and Their Degradation under the Condition Prevailing in a Solar Collector, *Energy Conversion and Management*, 31, 205-307.
- Esfahani J.A., Rahbar N. and Lavvaf M. (2010). Utilization of thermoelectric cooling in a portable active solar still An experimental study on winter days, *Desalination*, 269, (1-3): 198-205.
- Garcia-Rodriguez, L. (2003). Renewable Energy Applications in Desalination: State of The Art, *Solar Energy*, Vol. 75, pp. 381-393.
- Hamdan, M. A., Musa, A. M. and Jubran, B. A. (1999). Performance of solar stil under Jordanian climate, *Energy Conversion & Management* 40, 495-503
- Jiang, J., Tian, H., Cui, M. and Liu, L. (2009). Proof-of-concept study of an integrated solar desalination system, *Renewable Energy*, 34: 2798-2802.
- Mamlook, R., Akash, B. A. and Nijmeh, S. (2001). Fuzzy Sets Programming to Perform Evaluation of Solar Systems in Jordan, *Energy Conversion and Management*, 42, 1717-1726.
- Nahar, N. M. and Gupta, j. P. (1989). Studies on Gap Spacing Between Absorber and Cover Glazing in Flat Plate Solar Collectors, *Int. J. Energy Res*, 13, 727-732.