



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2011, Volume: 6, Number: 3, Article Number: 1A0189

ENGINEERING SCIENCES

Received: May 2011

Accepted: July 2011

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

Onur Özsolak¹

Mehmet Esen²

Sutcu Imam University¹

Firat University²

onurozsolak@gmail.com

mesen@firat.edu.tr

Kahramanmaraş-Turkey

**DÜZLEMSEL YENİ TİP BİR BETON GÜNEŞ KOLLEKTÖRÜNÜN DENEYSSEL OLARAK
ARAŞTIRILMASI**

ÖZET

Bu çalışmada sıcak su elde etmede kullanmak için bir beton güneş kollektörü tasarlanıp imal edildi ve performansı deneysel olarak test edildi. Ayrıca metal boru ve yutucu plakadan oluşan bir düzlemsel güneş kollektörü imal edilip performans bakımından diğeriyle karşılaştırıldı. Bu kollektörler aynı çevre şartları altında farklı su giriş sıcaklığı ve debileri için test edildi ve performansları günlük verim değerleri şeklinde verildi. Her ne kadar beton güneş kollektörü düşük debilerde daha az verime sahip olduysa da maliyet bakımından diğerk metalik klasik kollektöre göre daha ekonomik oldu.

Anahtar Kelimeler: Güneş Kollektörü, Beton Güneş Kollektörü, Sıcak Su, Anlık Verim, Ekonomik Analiz

**EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF A NOVEL FLAT-PLATE CONCRETE-BASED SOLAR
COLLECTOR**

ABSTRACT

This study presents the development, manufacturing and testing performance of a solar concrete collector used for providing domestic hot water. In this study, a solar flat-plate concrete collector and a conventional (metallic) solar flat-plate collector were constructed, tested and compared with each one in performance. The collectors have been tested for several days at different water inlet temperature and flow rate under similar conditions, and the performance is evaluated on the basis of the daily efficiency. Although the solar flat-plate concrete collector was less efficient at low flow rate, it was likely more cost effective than other using metallic absorber plate and tubes.

Keywords: Solar Collector, Concrete Solar Collector, Hot Water, Instantaneous Efficiency, Economic Analysis

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Dünya enerji ihtiyacını karşılayan fosil esaslı rezervler çok hızlı bir şekilde azalmaktadır. Ayrıca fosil yakıtların kullanımı dünya ortalama sıcaklığını son bin yılın en yüksek değerlerine ulaştırmış, yoğun hava kirliliğinin yanı sıra milyarlarca dolar zarara yol açan sel, fırtına gibi doğal felaketlerin gözle görülür şekilde artmasına neden olmuştur. Bu nedenle insanoğlu temiz enerji kaynaklarına yönelmek zorundadır. Bu durumda kendini sınırsız tekrarlayan yenilenebilir ve hammadde bağımlısı olmayan enerji kaynakları (güneş, rüzgar, su ve biyokütle gibi) çok kısa bir süre içinde daha çok önem kazanacaktır. Örneğin dünya üzerine dakikada düşen güneş enerjisi tüm dünyanın yıllık tüketiminden daha fazladır. Ancak bu sınırsız enerjinin verimli kullanılması yönünde insanoğlunun katettiği mesafe henüz çok küçüktür.

Yenilenebilir olmayan fosil yakıtlar bakımından fakir bir ülke olan ülkemiz elektrik, doğal gaz, petrol ve yüksek kalitede kömür alımı için her yıl milyarlarca dolar ithalat yapmaktadır. En çok kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları hidrolik enerji ve küçük ölçekli su ısıtma amaçlı kullanılan güneş kolektörleridir. Ülkemizde kullanılan güneş kolektörlerinin çoğunluğu açık veya eşanjörlü kapalı devreli su ısıtma sistemleridir. Açık sistemli güneş kolektörleri özellikle kış aylarında donabilmektedirler. Ayrıca suyun kullanılması nedeniyle korozyon oluşmakta ve kolektörün verimi düşmektedir. Kapalı sistemlerde ise eşanjörden dolayı verim azalmaktadır. Ayrıca çatı üzerine kurulan bu klasik güneş kolektörleri hem maliyet açısından pahalıdır, hem de estetik açıdan kötü görüntü oluşturmaktadır. Halbuki son zamanlarda üzerinde yoğun çalışmalar yapılan düzlemsel beton güneş kolektörleri, genellikle bir üst örtü (cam) ve alt ısı yalıtımı gerektirmediğinden klasik düzlemsel sulu ve havalı güneş kolektörlerine göre daha ucuza mal olmakta, ayrıca bina çatı ve duvar elemanları içine yerleştirildiklerinden çevre açısından görüntü çirkinliğine sebep olmamaktadır.

Beton kolektörler, düzlemsel toplayıcıların malzeme yönünden değişik bir tipidir. Alışıl gelmiş düzlemsel toplayıcılarda güneş ışınımını yutan ve ısıyı borulardaki akışkana ileten alüminyum, bakır veya paslanmaz çelik gibi yutucu yüzey kullanırken, beton kolektörlerde ısı depolama kapasitesi yüksek beton yutucu yüzey olarak kullanılmaktadır. Beton kolektörler güneş enerjili pasif ısıtma ve iklimlendirme uygulamalarında genellikle duvar içerisine düşey veya düşeye yakın pozisyonda yerleştirilir. Yatay veya yataya yakın pozisyonda yerleştirilen aktif sistemler ise genellikle yüzme havuzu ısıtmada, evsel sıcak su elde etmede, kışın yol, köprü ve havaalanı gibi yerlerde buz veya kar eritmede kullanılmaktadır. 3-10 cm kalınlık aralığında teşkil edilen düzlemsel beton plakalar içerisine ısı transfer akışkanı olarak su veya havanın dolaştırıldığı boruların döşenmesi ile oluşturulan bu kolektörlerin küçük değerdeki beton ısı iletim katsayısı ve üst cam örtünün olmaması dolayısı ile nispeten düşük verimleri ucuz maliyetleri ile telafi edilmektedir. Hem direkt hem de yaygın güneş radyasyonunu kullanmaları, güneş izleme mekanizmasına ihtiyaçları olmamaları, konstrüksiyon ve bakım masraflarının düşük olması diğer avantajlarını oluşturmaktadır. Beton güneş kolektörleri evsel sıcak su temini ve konut ısıtmasını takviyede rahatlıkla kullanılabilirlerdir.

Beton güneş kolektörleri üzerine bazı çalışmalar yapılmıştır. Atagündüz [1 ve 2], Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü'nde imal edilen plastik ve çelik borulu beton güneş kolektörleri için TS-3680'e göre hazırlanan test standında verim testleri yapmış, beton kolektörlerinin verimlerinin normal kolektörlerle karşılaştırıldığında düşük olduğunu, fakat belirli sınırlar içinde

beton kolektörlerin ekonomik rekabet gücüne sahip olduğunu belirtmiştir. Turner [3], bir beton yüzeyin altına gömülen borularda akan suya faydalı ısı kazancını hesaplamak için basitleştirilmiş bir matematiksel model geliştirmiştir. Deneysel olmayan verileri rapor halinde sunmuştur. Nayak ve diğ. [4], evsel sıcak su sağlamak için kullanılan beton güneş kolektörlerinin performansını farklı akış hızları ve akışkan giriş sıcaklıkları ile değişik boru adımları için araştırmışlar ve toplayıcı alan metre karesi başına 0.02 l/s' lik akış hızında 6 cm'lik adım ile yapılan kolektörün en iyi performansı verdiğini bulmuşlardır. Al-Saad ve diğ. [5], kolektör boru malzemesi olarak galvanizli çelik borular, termo borular ve polivinil klorür borulardan imal edilen üç tip beton güneş kolektörünün performansını incelemiştir. Galvanizli çelik borulu beton güneş kolektörünün günlük verimini %40 metalik kolektörününkini ise %45 olarak bulmuşlardır. Chaurasia [6], ince beton kaplamalı plakalar ile onların yüzeyine gömülen alüminyum boruların ağından oluşturulan beton kaplamalı güneş kolektörünü birkaç yıl boyunca test etmiştir. Üstünde cam olmayan beton kolektörlerin veriminin daha az olmasına rağmen gün boyunca binanın çeşitli ihtiyaçlarını karşılamak için orta derecede sıcak su sağlayabileceğini bulmuş ve bu düşük maliyetli kolektörlerin bina çatısının tasarımında mimarlar tarafından çatı entegreli güneş kolektörleri olarak tasarlanmasını önermiştir. Jubran ve diğ. [7], çalışmalarında üç tip güneş enerjisi sisteminden biri güneş enerjisi kaynaklı hacim ısıtma ve evsel sıcak su sistemi, biri evsel sıcak su sistemi ve diğeri de güneş enerjili yüzme havuzu ısıtma sistemi olmak üzere üç sistemi klasik metalik güneş kolektörü ile nümerik çalışma sonunda ve maliyet yönünden karşılaştırmıştır. Klasik metal kolektörlere nazaran beton kolektörlerin daha uzun ömürlü ve daha yüksek enerji toplama kapasitelerine sahip olduklarını bulmuşlardır. Bopshetty ve diğ. [8], evsel sıcak su sağlamak için kullanılan beton güneş kolektörlerinin matematiksel modellemesini yaparak, akışkan giriş sıcaklığı, akışkan debisi ve kolektör boruları arası mesafesinin (adım) kolektör günlük verimine etkilerini araştırmışlardır. Veriminin akışkan giriş sıcaklığındaki artış ile lineer olarak azaldığını ve dolayısıyla faydalı ısı kazancının azaldığını bulmuşlar. Herhangi akışkan akış hızı ve giriş sıcaklığı için adımın azalmasının verimi yükselttiğini ayrıca sabit bir adım için herhangi bir giriş sıcaklığında çalışan kolektörün günlük veriminin akış hızındaki yükselme ile arttığını tespit etmişlerdir. Bilgen ve Richard [9], pasif güneş kolektörleri olarak yatay beton plaka sistemlerinde doğal konveksiyon, radyasyon ve iletimle ısı transferlerini deneysel olarak incelemişler ve plaka sistemindeki geçici ısı transferini incelemek üzere kurdukları matematiksel modelin, çeşitli şartlarda plakanın ısı davranışını önceden tespit etmek için yeterli olduğunu bulmuşlardır. Özsolak [10], yaptığı çalışmada evsel sıcak su elde etmede ve konut ısıtmaya takviyede kullanmak için bir beton güneş kolektörü tasarlayıp imal etmiş ve bu kolektörün performansını deneysel olarak metal boru ve yutucu plakadan oluşan bir düzlemsel güneş kolektörü ile karşılaştırmış, neticede beton güneş kolektörünün düşük debilerde daha az verime sahip olmasına rağmen maliyet bakımından diğer metalik klasik kolektöre göre daha ekonomik olduğunu belirlemiştir.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

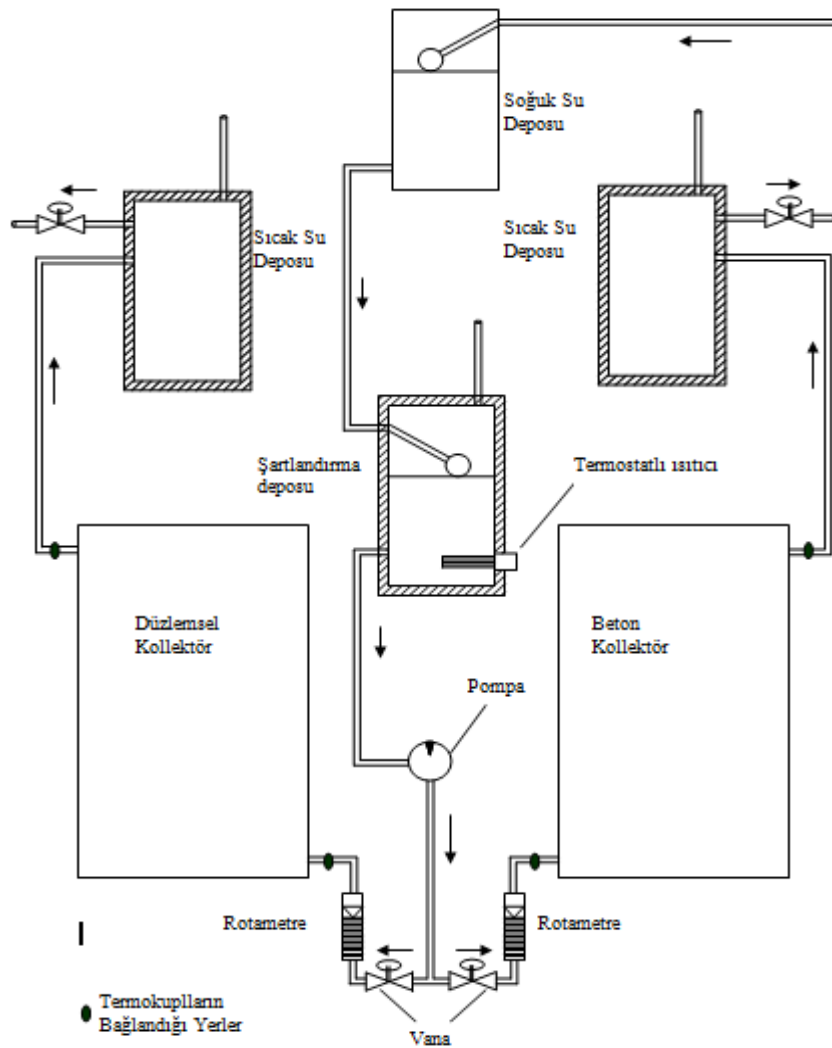
Yapılan bu çalışmada evsel sıcak su elde etmede kullanılacak üstü cam örtülü bir sulu beton güneş kolektörü ülkemiz pazarında mevcut ve kullanılan klasik metalik güneş kolektörlerinden biriyle aynı boyutlarda tasarlanıp imal edilmiş ve aynı yutucu yüzey alanına sahip klasik metalik düzlemsel sulu güneş kolektörü ile performans

karşılaştırması deneysel olarak incelenmiştir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL STUDY)

3.1. Deney Seti (Test Set)

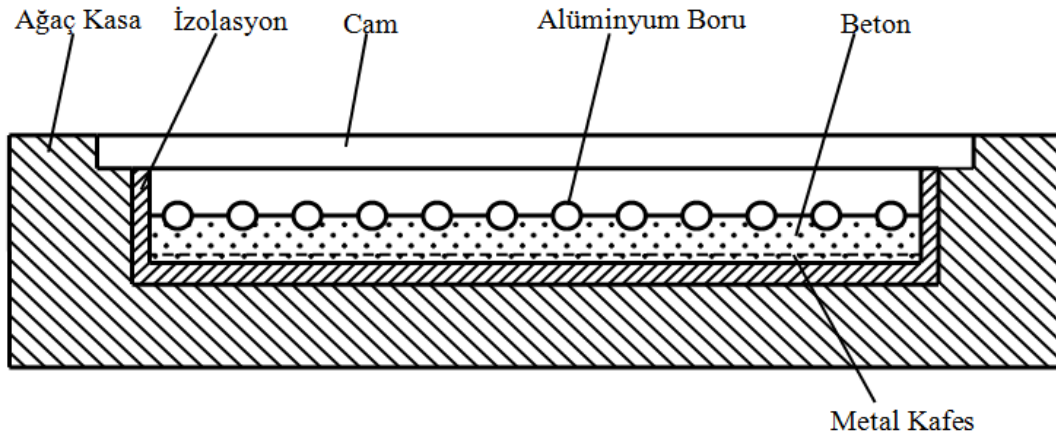
Deney seti Şekil 1'de görüldüğü gibi sirkülasyon pompası, iki tane sıcak su deposu, şartlandırma deposu, soğuk su deposu, bağlantı elemanları, düzlemsel klasik metalik güneş kollektörü ve beton güneş kollektörü ile ölçme elemanlarından oluşmaktadır. Metalik ve beton kollektörler güneşe yönelik olarak yatayla 38° açı yapacak şekilde kollektör standına yan yana yerleştirilmiştir. Kollektörlerin girişleri aynı hat ile şartlandırma deposuna bağlanmış ve bu hat üzerine bir pompa yerleştirilmiştir. Aynı boru hattı üzerinde metalik ve beton kollektöre giden soğuk suyun debisi rotametrelerle ölçülmüştür. Kollektörlere giden soğuk suyun debisini ayarlamak için rotametrelerin önlerine birer vana bırakılmıştır.



Şekil 1. Deney seti
(Figure 1. Test set)

Beton kollektör alüminyum borulu olarak imal edilmiş olup, alüminyum boru ağı dağıtım, toplama ve ara borulardan oluşmuştur. Dağıtım ve toplama borusu çapları 30 mm'dir. Ara borular 12 tane olup, çapları 16 mm ve borular arası mesafe 75 mm'dir. Beton kollektörün

ağaçtan yapılan kasanın taban ve yan yüzeyleri ısı iletim katsayısı 0.028 W/mK olan 3 cm kalınlığındaki strofor yalıtım malzemesiyle izole edilmiş ve kasanın tabanındaki yalıtımın üzerine ince elek teli serilerek beton plakanın mukavemeti arttırılmıştır. Daha sonra alüminyum borular kasaya yerleştirilmiştir. Beton kollektörün imalatında portland çimento kullanılmıştır. Su akış borularının yarısı betona gömülü olacak şekilde, beton kasanın içine dökülmüştür. Betonun kurumması için 20 gün beklendikten sonra beton plakanın üstü siyah mat kollektör boyasıyla boyanmış, beton plaka ile 4 cm boşluk kalacak şekilde üst taraf 955x1915x4 mm boyutlarında cam ile örtülmüş ve sızdırmazlığın sağlanması için kenarları silikon ile kapatılmıştır. Şekil 2'de beton kollektörün kesit görünüşü verilmiştir. 1.5 mm kalınlığındaki yutucu plakası ve 12 adet kollektör borusu yine alüminyum olan klasik metalik güneş kollektörünün diğer boyutları beton kollektörününkilerle aynıdır.



Şekil 2. Beton kollektör
(Figure 2. Concrete collector)

Deney setinde soğuk su, şartlandırma ve sıcak su depoları kullanılmıştır. Depolar 0,5 mm kalınlığında galvanizli sacdan imal edilmiştir. Soğuk su ve şartlandırma deposunda şamandıra kullanılmıştır. Ayrıca şartlandırma deposuna kollektörlere istenilen giriş sıcaklıklarında su gönderilebilmesi için termostatlı bir ısıtıcı yerleştirilmiştir. Sıcak su ve şartlandırma depoları, dış ortamla olan ısı kaybını en aza indirmek amacıyla 10 cm kalınlığında camyünü ile yalıtılmıştır. Depolar 60 lt kapasiteli yapılmıştır.

Kollektörler, depo ve yardımcı devre elemanları 1/2 inç çaplı plastik borular ile birbirine bağlanmıştır. Boruların montajı esnasında mümkün olduğu kadar dirsek ve aşağı doğru eğimlerden kaçınılmıştır. Isı kayıplarını en aza indirmek için borular yalıtılmıştır.

Sistemde kollektörlerin giriş ve çıkışlarına yerleştirilen bakır konstantan termoelemanların diğer uçları sıcaklıkları okumak için dijital bir multimetreye bağlanmıştır. Ayrıca çevre sıcaklığı termometre vasıtasıyla, eğik düzleme gelen güneş ışınımı miktarı ise yatayla 38° açı yapacak konumda yerleştirilmiş solarimetre yardımıyla ölçülmüştür.

3.2. Deneysel Yöntem (Experimental Method)

Sisteme suyun verilmesiyle şebeke suyu soğuk su deposuna oradan da şartlandırma (sabit sıcaklık) deposuna gelir. Şartlandırma deposunda istenilen giriş su sıcaklığına kadar ısıtılan su pompa vasıtasıyla kollektörlere gönderilir. Kollektörlerde dolaştırılan su

kollektörlerden çıkan borular vasıtası ile sıcak su depolarına gelir. İşlem bu şekilde tekrarlanır. Ayrıca sıcak su depolarından ısınmış suyun boşaltılmasını sağlayacak kullanım suyu boru hattı mevcuttur.

Deneyler Fırat Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Makine Eğitimi Bölümü Atelyesi arkasında açık bir sahada 10.06.2004-30.06.2004 tarihleri arasında yapılmıştır. Deneylerde ölçülen değerler gündüz 09:00 ile 16:00 saatleri arasında alınmıştır. Deneye başlarken her sabah sistem şehir şebeke suyu ile doldurulmuş, deney için ölçümlere başlamadan önce ısı taşıyıcı akışkan (su) kollektörler içinde sabit debiyle bir süre dolaştırılmıştır. Deneylerde 0.01 kg/m².s, 0.02 kg/m².s ve 0.03 kg/m².s olmak üzere üç farklı debide çalışılmıştır. Gün boyunca sıcaklık ölçerden, rotametrelerden, termometreden ve solarimetreden ölçülen değerler okunmuştur. Üç farklı debi için deneyler farklı günlerde aynı şekilde tekrarlanmıştır. Güneş ışınımı, çevre sıcaklığı ve rüzgar hızı bakımından çok yakın değerlerin okunduğu günler için deney sonuçları karşılaştırma amacıyla Şekil 3-5’de gösterilmiştir.

Kollektörlerin anlık verimleri, kollektör ısı taşıyıcı akışkanının (suyun) almış olduğu ısının kollektör yüzeyine gelen güneş ışınımına oranı biçiminde hesaplanmıştır:

$$\eta = m.c_p.(T_{ac} - T_{ag})/A.I \quad (1)$$

Burada,

Q: Kollektörde dolaşan akışkanın (suyun) aldığı ısı (J/s)

m: Sistemde dolaşan akışkanın debisi (kg/sn)

C_p: Sistemde dolaşan akışkanın özgül ısısı (J/kg.K)

T_{ac}: Akışkanın kollektörden çıkış sıcaklığı (°C)

T_{ag}: Akışkanın kolektöre giriş sıcaklığı (°C)

I: Kollektör yüzeyine gelen anlık güneş ışınımı (W/m²)

η: Anlık verim

A: Kollektör net alanıdır (1.6 m²).

Tablo 1. Metalik kollektörün maliyet fiyatları
(Table 1. Flat-plate collector cost prices)

Malzeme	Miktar	Birim Fiyatı (TL)	Maliyeti (TL)
LM Çiftli Pro Etial 60	5.4 kg	5.00	27.00
Alüminyum Manifold 101 cm	1 kg	4.30	4.30
Alüminyum Kasa Renkli 10 cm Vidalı	2.1 kg	4.85	10.185
Alüminyum Çıta 573 cm	0.8 kg	4.85	3.88
Sac Galvaniz 0,35 mm KOF 200x10	1 Takım	8.25	8.25
Kollektör Camı 900x1900x4 mm	1 Adet	10.30	10.30
İzocam Şilte 5 cm	2 Adet	2.30	4.60
İzocam Levha 1200x600 3 cm 1	1m	0.625	0.625
Kollektör İşçiliği	1 Adet	3.50	3.50
Nakliye	1 km	2.25	2.25
Kollektör Boyası 17/1	1	0.75	0.75
Kollektör Cam Fitali Süngerli	5 Adet	0.35	1.75
Vida Matkap Uclu 3,9,13	50 Adet	0.0045	0.225
Silikon	1 Adet	0.15	0.15
		TOPLAM	78.515
		KDV(%8)	6.281
		GENEL TOPLAM	84.796

Tablo 1’de metalik kollektörde, Tablo 2’de ise beton kollektörde kullanılan malzeme ve işçilik fiyatları 2004 yılı değerleri ile

verilmiştir. Görüldüğü gibi beton kollektörün maliyeti metalik kollektörün maliyetinden %17.6 daha düşüktür.

Tablo 2. Beton kollektörün maliyet fiyatları
(Table 2. Concrete collector cost prices)

Malzeme	Miktar	Birim Fiyatı (TL)	Maliyeti (TL)
Alüminyum Boru 16 mm çapında	3 kg	4.30	12.90
Alüminyum Manifold 101 cm	1 kg	4.30	4.30
Elenmiş Kum	0.016 m ³	25.00	0.40
Çakıl	0.05 m ³	15.00	0.75
Çimento	23 kg	0.11	2.53
Kollektör Camı	1 Adet	10.30	10.30
Kereste	0.06 m ³	150.00	9.00
Ağaç Tutkalı	1 Adet	1.00	1.00
Kollektör İşçiliği	1 Adet	3.50	3.50
Nakliye	1 km	2.25	2.25
Kollektör Boyası 17/1	1	0.75	0.75
Floormate 200 Yalıtım malzemesi	0.06 m ³	200.00	12.00
Silikon	1 Adet	1.00	1.00
İnce Elek Teli	1 Adet	1.00	1.00
Sarf Malzemesi	1	3.00	3.00
		TOPLAM	64.680
		KDV(%8)	5.174
		GENEL TOPLAM	69.854

4. BULGULAR VE TARTIŞMALAR (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

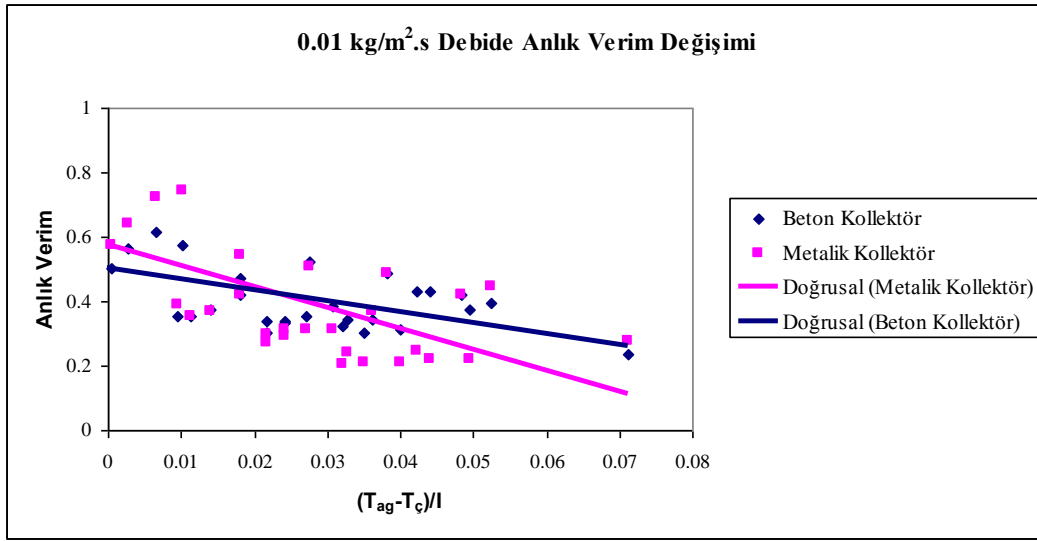
Karşılaştırma amacıyla çok yakın çevre şartları (güneş ışınımı, çevre hava sıcaklığı ve rüzgar hızı) değerlerine sahip günler için tespit edilen anlık kollektör verimlerinin beton ve metalik güneş kollektörü için $(T_{ag}-T_c)/I$ parametresine göre farklı akışkan debilerinde (0.01 kg/m².s, 0.02 kg/m².s ve 0.03 kg/m².s) değişimi sırasıyla Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5’de verilmiştir. Bu grafiklerde eğimi daha düşük olan eğriler beton kollektör içindir. T_c , çevre sıcaklığını göstermektedir.

Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5’e bakıldığında anlık verimlerin $(T_{ag}-T_c)/I$ parametresi büyüdükçe düştüğü görülebilir. Küçük $(T_{ag}-T_c)/I$ değerinde anlık verim yüksek ve daha büyük $(T_{ag}-T_c)/I$ değerlerinde ise anlık verim daha düşüktür. Bunun nedeni yüksek giriş sıcaklığında kollektörün anlık veriminin düşmesidir. Çünkü yüksek giriş sıcaklıklarında kollektörden çevreye olan ısı kaybı daha fazla olmaktadır. Dış hava sıcaklığı ile akışkan sıcaklığı farkı düşük olduğunda buna bağlı olarak $(T_{ag}-T_c)/I$ değeri de azalmaktadır. Şekillerden görüleceği üzere bu parametrenin azalması kollektör verimini artıran bir unsurdur. Böylece kollektör verimi yükselmekte, sıcaklık farkı büyüdükçe verim değeri düşmektedir. 0.03 kg/m².s debili kollektörlerin en yüksek anlık verime sahip olduğu görülmektedir. Örneğin $(T_{ag}-T_c)/I = 0.05$ olduğunda 50 °C akışkan giriş sıcaklığında 0.01 kg/m².s debili beton kollektörün anlık verimi 0.39, 0.02 kg/m².s debili beton kollektörün anlık verimi 0.42 ve 0.03 kg/m².s debili beton kollektörün anlık verimi 0.49 olmuştur. Al-Saad ve diğ.[5] tarafından beton güneş kollektörü üzerine yapılan benzer bir çalışmada ise $(T_{ag}-T_c)/I = 0.05$ değeri için, 0.011 kg/m².s debide kollektörün anlık verimi 0.35, 0.022 kg/m².s debide 0.45 ve 0.033 kg/m².s debide ise yaklaşık 0.52 olarak bulunmuştur.

Metalik kollektörün de yukarıda bahsedilen aynı parametreler için debisi yükseldikçe anlık verimi artmaktadır. Örneğin $(T_{ag}-T_c)/I = 0.05$ için, 50 °C akışkan giriş sıcaklığında 0.01 kg/m².s debili metalik

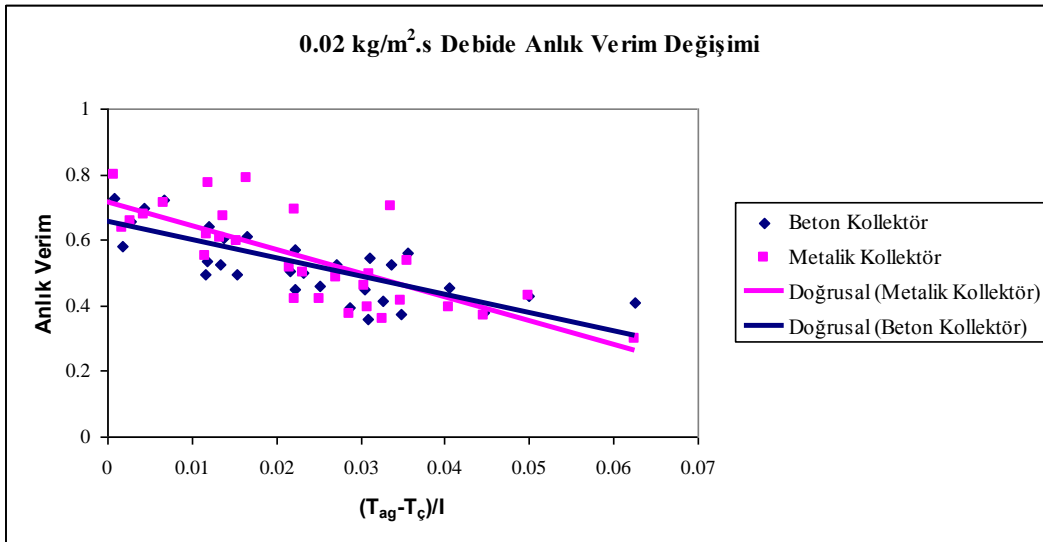
kollektörün anlık verimi 0.30, 0.02 kg/m².s debili metalik kollektörün anlık verimi 0.40 ve 0.03 kg/m².s debili metalik kollektörün anlık verimi 0.50 olmuştur.

Düşük akışkan giriş sıcaklıklarında metalik kollektörün anlık verimleri beton kollektörünkinden daha yüksektir. Ancak yüksek akışkan giriş sıcaklıklarında beton kollektörün anlık verimleri metalik kollektörünkinden daha iyidir. Bunun nedeni betonun yüksek ısı depolama kapasitesi olarak gösterilebilir. Debi artmasıyla her iki kollektör verimlerinde de bir yükselme olmuştur. Çünkü debi artırıldığında kollektör içindeki sıcaklık artışı azalmaktadır. Bu da kollektör yüzey sıcaklığının düşmesi ile sonuçlanır. Sonuç olarak çevreye ısı kaybı azalmakta ve verim yükselmektedir.



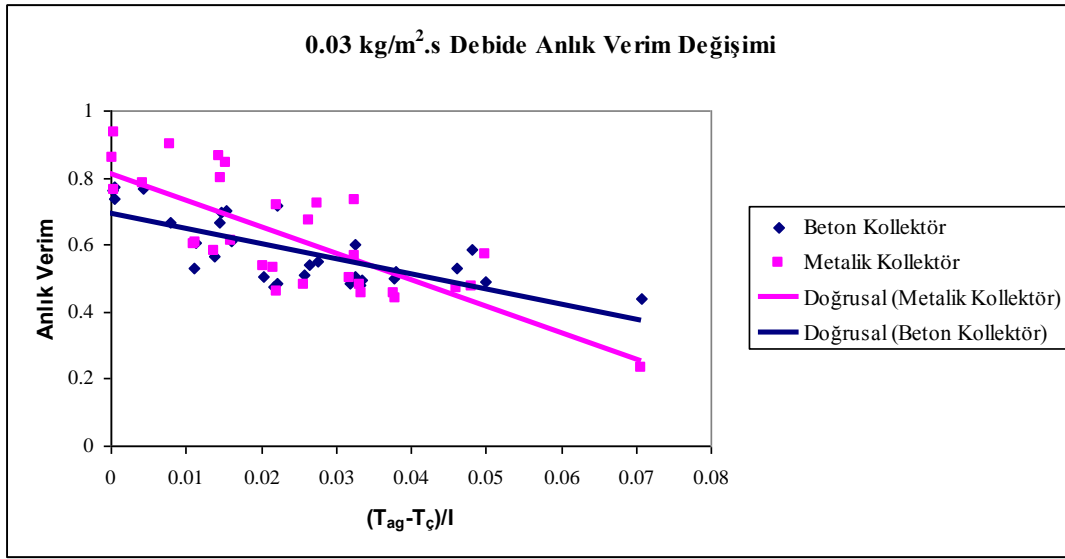
Şekil 3. 0.01 kg/m².s debide beton ve metalik kollektörün anlık verim değişimleri

(Figure 3. Instantaneous efficiency changes of the collector of concrete and flat-plate for 0.01 kg/m².s mass flow rate)



Şekil 4. 0.02 kg/m².s debide beton ve metalik kollektörlerin anlık verim değişimleri

(Figure 4. Instantaneous efficiency changes of the collector of concrete and flat-plate for 0.02 kg/m².s mass flow rate)



Şekil 5. 0.03 kg/m².s debide beton ve metalik kolektörlerin anlık verim değişimleri

(Figure 5. Instantaneous efficiency changes of the collector of concrete and flat-plate for 0.03 kg/m².s mass flow rate)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND SUGGESTIONS)

Düzlemsel beton güneş kolektörü ve klasik düzlemsel metalik güneş kolektörü, performanslarını karşılaştırmak için deneysel olarak incelenmiştir. Deneysel sonuçlardan elde edilen sonuçlar aşağıda özet halinde verilmiştir.

Debi artışıyla beton ve metalik kolektörün verimlerinde artış olmuştur. Yaklaşık 50 °C akışkan giriş sıcaklığında 0.03 kg/m².s debiyle yapılan deneyde beton kolektörün günlük ortalama anlık verimi %50 ve aynı şartlardaki metalik kolektörün verimi ise %55 bulunmuştur. Beton güneş kolektörlerinin verimleri metalik kolektörlere göre nispeten düşük olmasına rağmen maliyetleri metalik kolektörlerden daha uygundur. Yaklaşık olarak beton kolektörün maliyeti metalik kolektörün maliyetinden %17.6 daha düşük olmuştur. Klasik metalik kolektörlerin rüzgarlı havalarda çatıdan düşme tehlikesi arzemesi, montajları sırasında taşıyıcı standların emniyetine önem verilmemesi, kötü görünüm arzermeleri gibi dezavantajları düşünülecek olursa, beton kolektörler gelecekte cazip olabilecektir. Ayrıca çatı inşası sırasında çatıya entegre edilebilmesi söz konusu olduğunda, maliyeti de oldukça düşecektir. Beton kolektörlerin kullanım (işletim) süreleri klasik metalik kolektörlerle karşılaştırılmayacak kadar uzundur. Mimari açıdan da üstünlük sağlayacağı açıktır. İleriki çalışmalar için farklı akış yolu (boru) malzemeleri ve farklı akış düzenleriyle beton güneş kolektörleri tasarlanıp, araştırılabilir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Atagündüz, G., (1990). Ege üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Beton Kolektörleri ve Testleri. Türkiye 5.Enerji Kongresi, Ankara, ss:717-731.
2. Atagündüz, G., (1990). Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Beton Kolektörlerinin Normal Kolektörlerle Karşılaştırılması ve Maliyet Analizi. Türkiye 5.Enerji Kongresi, Ankara, ss:701-715.
3. Turner, R.H., (1986). Concrete slabs as summer solar collectors. Proc. Int. Heat Transfer Conf., San Francisco, CA, pp:683-689.

4. Nayak, J.K., Sukhatme, S.P., Limaye, R.G., and Bopshetty, S.V., (1989). Performance studies on solar concrete collectors. *Solar Energy*, Vol:42, No:1, pp:45-56.
5. Al-Saad, M.A., Jubran, B.A., and Abu-Faris, N.A., (1994). Development and testing of concrete solar collectors. *Int. J. Solar Energy*, 16, pp:27-40.
6. Chaurasia, P.B.L., (2000). Solar water heaters based on concrete collectors. *Energy*, Vol:25, pp:703-716.
7. Jubran, B.A., Al-Saad, M.A., and Abu-Faris, N.A., (1994). Computational evaluation of solar heating systems using concrete solar collectors. *Energy Conversion and Management*, 35 (12), pp:1143-1155.
8. Bopshetty, S.V., Nayak, J.K., and Sukhatme, S.P., (1992). Performance analysis of a solar concrete collector. *Energy Convers Mgmt.*, Vol:33, No:11, pp:1007-1016.
9. Bilgen, E. and Richard, M.A., (2002). Horizontal concrete slabs as passive solar collectors. *Solar Energy*, Vol:72, No:5, pp:405-413
10. Özsolak, O., (2005). Düzlemsel Yeni Tip Bir Beton Güneş Kollektörleri Sisteminin Deneysel Olarak Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Elazığ: Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.