

TÜRKİYE KOŞULLARINA UYGUN TÜPLÜ-DÜZ YÜZEYLİ KAPALI SİSTEM TİP BİR GÜNEŞ ENERJİLİ SU KOLEKTÖRÜNÜN GELİŞTİRİLMESİ

Turhan KOYUNCU^{1*}, Fuat LÜLE², Ali İhsan KAYA³

¹ Prof. Dr., Adıyaman Üniversitesi, Teknik Bilimler M.Y.O., Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Adıyaman. 02040, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2279-9899>

² Doç. Dr., Adıyaman Üniversitesi, Teknik Bilimler M.Y.O., Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Adıyaman. 02040, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9332-0761>

³ Dr. Öğr. Üyesi, Adıyaman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Adıyaman, 02040, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3040-5389>

ÖZET

Günümüzde sıcak su elde etmenin yollarından biri de güneş enerjisinden yararlanmaktır. Türkiye, güneş kuşağındaki konumu nedeniyle bu sınırsız enerjiyi en iyi şekilde değerlendirebilecek ülkelerden bir tanesidir. Küresel ısınma nedeniyle yeşil enerji kaynaklarından maksimum derecede faydalanabilmek için, söz konusu sıcak su elde etme yöntemlerinden olan sistemlerdeki kolektör verimliliğini artırmak amacıyla, yeni ve yaratıcı kolektör tasarımların üretilmesine yönelik araştırmalar önem taşımaktadır. Bu uygulamalı araştırmada; 304 krom malzemeden yapılmış ve Türkiye meteorolojik şartlarına uygun tüplü-düz yüzeysel kapalı sistem tip bir güneş kolektörü tasarlanmış ve üretilmiştir. Bu güneş kolektörü, termal verimi için EN (European Union Norms) 12975-2 (2003) normlarına göre test edilmiştir. Bu kolektör iş gören akışkan yardımıyla kapalı sistem olarak çalışabilen; soğuk havalarda asla donmayan; dört mevsim kullanılabilen; şehrin basınçlı su şebekesine direkt bağlanabilen; suyun kimyasal yapısına hiçbir olumsuz etkisi olmayan; kullanım süresince bakım gerektirmeyen; alüminyum ve bakır kolektörle kıyaslandığında daha ucuz, daha uzun ömürlü, yüksek verimli, üretimi ve montajı daha kolay olan bir kolektördür. Çalışma sonucunda, bu kolektörün son tüketici veriminin ortalama %40.59 olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Tüplü-düz yüzeysel, kapalı sistem, güneşli su kolektörü, tasarım, üretim, test

ABSTRACT

Making use of solar energy is one of the ways that hot water is obtained nowadays. Because of its position in the sun belt, Turkey is well-positioned to utilize this limitless energy. Research into producing novel and inventive designs for collectors in order to boost collector efficiency ought to proceed quickly because of global warming. In this experimental investigation; a tube-flat plate closed system type solar water collector that is constructed from 304 chromium material and appropriate for Turkey meteorological conditions has been designed and manufactured. This solar collector has also been tested according to EN (European Union Norms) 12975-2 (2003) for its thermal efficiency. This collector can be worked as a closed system with help of working fluid; it is never freeze during cold weathers; it can be used during all seasons and can be directly connected to the pressurized city water line system; it is not to give any negative effects on chemical compositions of the water; it is not to be needed any maintenance during lifetime and it have less price, more lifetime, high thermal efficiency, easier assembling and manufacturing when compared with aluminum and copper type collectors. As a result of the work, it was seen that the average end use thermal efficiency of this collector is 49.50%.

Keywords: Tube-flat plate, colsed system, solar water collector, design, manufacture, test.

1. Giriş

Sıcak su elde etme yöntemlerinden birisi olan güneş enerjisinden yararlanma günümüzde oldukça yaygındır. Ülkemiz, güneş kuşağı içerisinde yer almasından dolayı bu sonsuz enerjiyi

kullanmada iyi durumdadır. Ancak, kollektör üretiminde yeni ve özgün tasarımlar yapılarak kollektör verimlerinin yükseltilmesine yönelik çalışmalara da hızla devam edilmelidir. Çünkü son yıllarda; uzun ömürlü, yüksek verimli, bakım gerektirmeyen, suyun kimyasal yapısını bozmayan, çevre kirliliğine neden olmayan, çatı üzerine konulma mecburiyeti bulunmayan, en az 25 yıl ömrü olabilen ve direkt kullanılabilen kromdan imal edilmiş kollektörlerin tercih edildiği görülmektedir. Konuya ilişkin yapılan incelemede; ulusal patent havuzumuzda yer alan patentlerin daha çok, boyler diye tanımlanan eşanjör, sıcak su deposu, antifriz deposu, bağlantı elemanları ve bağlantı dirsekleri ile ilgili olduğu görülmüştür. Örneğin tekstil ve plastik esaslı kollektör paneli veya iç içe iki vakum tüplü panele ilişkin patentler TR200700279 (tarih: 2007-06-21) ve TR 200301617 (tarih: 2004-02-23) patent numaraları ile tanımlanmıştır. Tasarımı, imalatı ve denemesi yapılan ürüne en benzer ulusal patentler sırası ile: Ali Ongun, güneş enerjisi antifriz deposunda ve bağlantı elemanlarında yenilik, TR200904238, 2010-02-22; Adem Tektimor, Mehmet Ozalp, güneş enerji sistemlerinde kullanılan su deposu, TR200807024, 2009-01-21; Mehmet Ozalp, Adem Tektimor, güneş enerji sistemlerinde kullanılan PVC kollektör kasası, TR200807023, 2008-12-22 olup, patent isimlerinden de anlaşılacağı üzere depo, bağlantı elemanları ve PVC kasaya ilişkindir. Ülkemiz dışında kalan Avustralya, EAPO (Eurasian Patent Organization), Çin, Japonya, Arabpat, Kore gibi ülkelerde İngilizce yapılan patent taramalarında, konuya ilişkin 25 civarında patent alındığı görülmüştür. Çalışmamıza en yakın olabilecek patentler: Chevron Res (US), passive solar energy water preheat system using non-freezing heat transfer mediums, US4413615A, 1983-11-08; Altas Corp. (US), jacketed tank hermetic drain-back solar water heating system, WO8203677A1, 1981-04-13 olup, kollektörde ısınan ve donmaya karşı dirençli akışkan eşanjör biçimindeki depodan bir boru içerisinde kapalı sistem olarak ya doğal yolla dolaşmakta ya da bir pompa yardımı ile dolaştırılmaktadır. Sonuç olarak; çalışmamızda tasarımı, yapımı ve denemesi yapılan kollektörle kayda değer benzerlik gösteren patentlere de rastlanmamıştır. Bu tespit çalışmanın özgünlüğü açısından önemlidir. Kaldı ki, ısı transfer bilimi açısından kullanılacak farklı bir iş gören akışkanın ya da malzemenin veya geometrik şeklin bütün parametreleri etkileyeceği ve yeni bir verim ortaya çıkaracağı zaten öngörülebilir bir durumdur. Bu nedenle, yapılan çalışma ile elde edilen veriler ve ortaya çıkarılan ürün tamamen orijinaldir. Buna ek olarak; tasarımı, üretimi ve denemeleri yapılarak verimi belirlenen kollektör, ülkemiz yerel imalatçıları tarafından kolaylıkla üretilebilecek ve ithal edilen vakum tüplü kollektörlerin yerini alabilecek bir üründür.

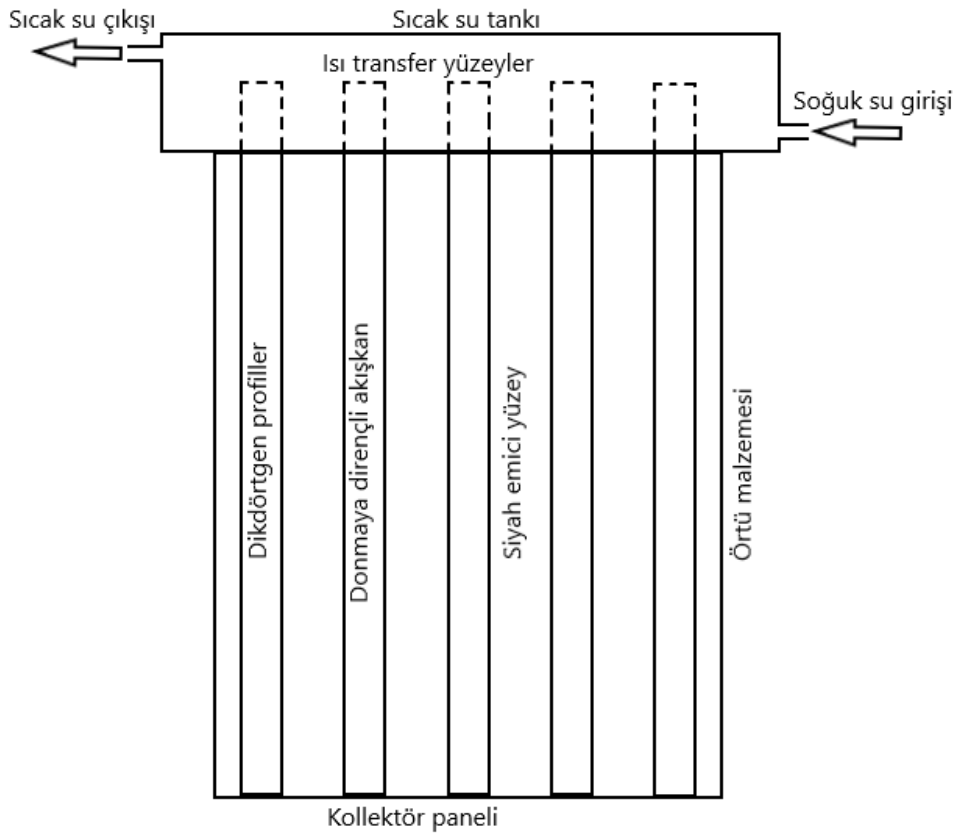
Önceki yıllarda yapmış olduğumuz çalışmalarda, ülkemizde, konutlar için ihtiyaç duyulan sıcak suyun ısıtılmasında güneş enerjili kollektörlerin kullanılmasının; odun, kömür, doğal gaz, petrol, LPG ve elektrik enerjisi gibi kaynakların kullanılmasına oranla yaklaşık 2-12 kat daha karlı olduğu saptanmıştır [1]. Ayrıca, kollektörlerin imalatında ise yaygın olarak, ısı iletim katsayılarının yüksek ve işlenmelerinin kolay olması nedeniyle alüminyum ve bakır malzemelerin kullanıldığı belirlenmiştir. Ancak, alüminyum ve bakır malzemelerin ısıdan dolayı korozyona uğraması ve çözülerek kullanım suyuna karışması nedeniyle, bu sakıncayı ortadan kaldırmak için krom malzemedan imal edilmiş doğal dolaşımli kapalı sistem eşanjörlerin kullanıldığı görülmüştür. Bu eşanjörlerin verimleri %29-33 aralığında olup, kollektör panelleri ile birlikte sistemin toplam verimi %18-22 gibi düşük değerlerde kalmaktadır [2,3]. Bunun yanı sıra, doğal dolaşımli kapalı sistem eşanjörlerin çalışması için, sıcak su deposunun kollektör panelinin yukarısında bulunma mecburiyeti bulunmaktadır. Bu durum, sıcak su depolarının ve ısı eşanjörlerinin çatı üzerine yerleştirilmelerinden dolayı güvenlik riski ve görüntü kirliliği oluşturmaktadır. Bu güvenlik riski önceki proje ya da makalelerimizde defalarca belirtilmiştir. Ülkemizde yaşanan 6 Şubat 2023 tarihli depremlerde, yapının ayakta kalmasına rağmen çatı üzerinden düşen kollektör paneli, depo ve eşanjörler

nedeniyle çok sayıda can kaybının, yaralanmanın ve araçların pert olmasının yaşandığı hem gözlemimiz ve hem de tanıklardan duyumumuzdur. Somut bir örnek verecek olursak, Adıyaman organize sanayi civarında bulunan büyük bir sitede yapıların ayakta kalmasına rağmen çatılardan düşen kollektör panel, depo ve eşanjörler nedeniyle büyük zararların oluştuğu görülmüştür. Bu nedenlerle bu uygulamalı araştırmada; Türkiye meteorolojik şartlarına uygun, içindeki özel iş gören akışkan sayesinde kapalı sistem olarak çalışan, soğuk havalarda donma olasılığı bulunmayan, dört mevsim kullanılabilen, şehrin basınçlı su şebekesine direkt bağlanabilen, çatı üzerine yerleştirilmesi gerekmeyen, suyun kimyasal yapısına hiçbir olumsuz etkisi olmayan, kullanım süresince bakım gerektirmeyen, daha ucuz, daha uzun ömürlü, yüksek verimli, alüminyum ve bakır kollektörle kıyaslandığında üretimi ve montajı daha kolay olan, 304 krom malzemedan üretilmiş, tüplü-düz yüzeyli kapalı sistem tip bir güneş kollektörü tasarlanmış, imal edilmiş ve ısıl verimi için EN (European Union Norms) 12975-2 (2003) normlarına göre test edilmiştir.

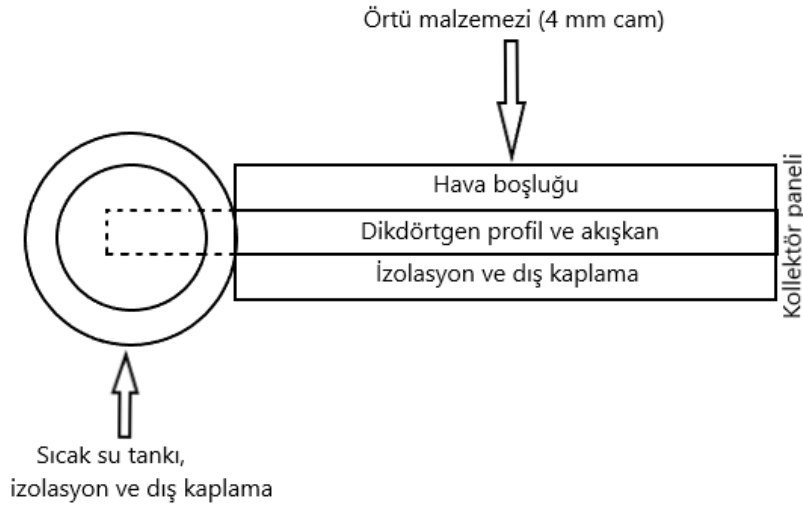
2. Materyal ve Metod

Tasarlanarak üretilen kollektörde, klasik düz düzey kollektör mantığı kullanılmıştır. Orijinal kolektörü üstten alta doğru sıralayacak olursak; 4 mm kalınlığında ve 900x1900 mm ölçülerinde normal cam; 50 mm hava boşluğu; yine 900x1900 mm ölçülerinde 0.40 ince sac levha; levha üzerine tam temaslı olarak kaynak edilerek yerleştirilmiş 5 adet 100x50 mm ölçülerinde, 2 mm kalınlığında ve 2100 mm uzunluğunda 304 krom dikdörtgen profiller; sac levha ve dikdörtgen profillerin siyah kollektör boyası ile boyanarak oluşturulmuş emici yüzey; sac levhanın altına, termal kondüktivitesinin yani ısı iletkenlik katsayısının düşük (0.035-0.040 W/mK), temininin ve işlenmesinin kolay ve maliyetinin uygun olması gibi avantajları nedeniyle izolasyon amaçlı yerleştirilmiş 50 mm kalınlığında ve 900x1900 mm ölçülerinde yüksek dansiteli yani yüksek yoğunluklu taş yünü; en alt yüzeye 0.30 mm ince sac; yanlara yine izolasyon amaçlı yerleştirilmiş taş yünü. 5 adet dikdörtgen profil, ısı taşıma amacı ile kullanılmış olup; her birinin 1900 mm uzunluğundaki kısmı kollektör paneli üzerinde uzanıp ısı toplamış ve 200 mm uzunluğundaki kısmı ise sıcak su deposunun içerisine sızdırmaz bir şekilde yerleştirilerek ısının taşınmasında kullanılmıştır. Cam örtü, görünür ışınların tamamı ile infrared ışınların da 3 m'den küçük dalga boyuna (yakın infrared) sahip olanları geçirmekte ve dalga boyu 3 m'den büyük olan infrared (uzak infrared) ışınları da absorbe edebilmektedir [4]. Paslanmaz 304 krom plaka absorbe edici yüzeyin absortivitesi 15 W/(m.K), izolasyon malzemesi olarak kullanılan taş yününün kondüktivitesi 0.04 W/(m.K)'dir [5]. Sıcak su deposu ise; 2 mm kalınlığında, yaklaşık 300 mm çapında, 1300 mm uzunluğunda 304 krom sacdan üretilerek, taş yünü ile sarılarak dış kısmına ince sac geçirilmiştir. Sıcak su deposunun kapasitesi 93,250 L'dir (Şekil 1). Depo dâhil kollektörün bütün donanımı en az 10 bar basınca dayanıklı olacak şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca, depo içerisinde bulunan suyun sıcaklığının 5...10°C ve dış çevre sıcaklığının -20 °C olması durumunda bile, en az 24 saat deponun donma olasılığı bulunmamaktadır. Bu sonuç, genel ısı transfer yöntemleri olan kondüksiyon, konveksiyon ve radyasyon ile ısı transfer eşitlikleri kullanılarak belirlenmiştir [6,7]. 200 mm'lik kısmı depo içerisine sızdırmaz şekilde uzanan dikdörtgen profiller, ısı taşıma akışkanı ya da iş gören akışkan ile doldurulmuştur. İş gören akışkan olarak; otomotiv sektöründe kullanılan, en az -20°C' ye kadar donmayan, parlama sıcaklığı 200°C'nin üzerinde olan, viskozitesi düşük ve akma noktası sıcaklıkları -20°C' nin altında olan antifriz kullanılmıştır. Bu akışkan, dikdörtgen profiller içerisine 9/10 (%90) ve 8/10 (%80) doldurularak önce ön denemeler yapılmış ve verim gözlemlenmiştir. Optimum yani ideal akışkan doluluk oranının 9/10 (%90) olduğu belirlenerek esas denemeler, %90 doluluk oranında yürütülmüştür.

Kolektörün ısı taşıyıcı profil ve sıcak su deposu gibi tüm metal aksamalarının imalatında paslanmaz çelik olan krom 304 mat malzeme kullanılmıştır. Bu malzemenin kullanılması ile; bakır ve alüminyum gibi ısıya maruz kaldığında korozyona uğrama ve kullanım süyunda çözülme sorununun ortadan kalkmasının yanında, kollektörde daha da uzun ömürlü (en az 25 yıl) olacaktır. Böylece, tamamen ithalata dayalı vakum tüplü kollektörlerin yerine kendi kollektörlerimizin yaygınlaştırılmasına olanak sağlanmış ve ithalata giden dövizin cebimizde kalmasının yanında ihracatçı olma imkânına da kavuşmuş olacağız. Bu durum; enerjide %90'ın üzerinde dışa bağımlı ülkemizin enerji güvenliğine önemli katkı sunacağı gibi, ülkemiz insanın refah, yaşam kalitesi ve sosyal gelişimine de büyük destek vermiş olacaktır. Güneş enerjisinin temiz, bedava ve bol olması da çevre temizliği ve sağlığı açısından da önemli etki yapacaktır. Ayrıca, imalatta kullanılan ana materyal olan paslanmaz çelik, ham demirdeki karbon oranı %1'in altına düşürülerek elde edilen ve benzersiz bir dizi özellik gösteren malzeme türüdür.



(a)



(b)

Şekil 1. Kollektörün şematik olarak üstten (a) ve yandan (b) görünüşü.

Bu çelikler mükemmel korozyon dayanımları yanında, değişik mekanik özelliklere sahip türlerinin bulunması, düşük ve yüksek sıcaklıklarda kullanılabilmesi, şekil verme kolaylığı, estetik görünüşleri gibi özelliklere de sahiptirler. Paslanmaz çelikler, diğer çeliklere oranla fiyat bakımından daha pahalıdır, ancak bakımlarının ucuz ve kolay olması, uzun ömürlü olmaları, tümüyle geri kazanılabilmeleri ve çevre dostu bir malzeme olmaları gibi çok büyük avantajlar sağlamaktadır. Dolayısıyla parçanın tüm ömrü dikkate alınarak yapılacak fiyat analizlerinde, tasarımlarda paslanmaz çelik kullanımının daha ekonomik olduğu görülmektedir. Bu çelikler, bileşimlerinde en az %11 krom içeren bir çelik ailesidir. Manyetik olmayan bu çeliklerin temel bileşimi %18 krom ve %8 nikelidir. Toplam paslanmaz çelik üretimi içinde ostenitik çeliklerin tek başına payı %70'tir ve aralarında en çok kullanılanların teknik özellikleri Çizelge 1'de verilen 304 kalitedir [8]. Ayrıca krom 304 malzemenin fiziksel özellikleri ise çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Paslanmaz çelik krom 304'ün kimyasal bileşimi.

Kimyasal bileşim	En çok	En az
C	0.08	0
Cr	20	18
Ni	10.5	8

Çizelge 2. Paslanmaz çelik krom 304'ün fiziksel özellikleri.

Özellikler	Değeri
Elastikiyet Modülü (GPa)	200
Özgül ağırlık (g/cm ³)	7.9
Isıl Genleşme Katsayısı (µm/m.K)	16.0

Özgül ısı (J/kg.K)	500
Isıl İletkenliği (W/m.K)	15
Manyetiklik	Manyetik değil

Bu kolektör şehrin su şebekesine direk bağlanabilecek nitelikte olup, konutlarda su şebekesi suyunun yetişebildiği her yükseklikteki kullanım yerine yerleştirilebilecek özelliktedir. Bu tasarımla; mevcut kolektörlerin önemli bir kısmında sistemin çalışması ve doğal akışın sağlanması için, sıcak su deposunun kullanım yerinden daha yüksekte bulundurulması mecburiyeti ortadan kaldırılmış ve özellikle konutlarda çatı üzerine yerleştirilmek zorunda olunan ve hem güvenlik açısından risk oluşturan ve hem de konutların estetik açıdan kötü görünmesine neden olan dezavantajların elimine edilmesi amaçlanmıştır.

Kolektör veriminin belirlenmesi için, bütün testler EN (Avrupa Birliği Normları) 12975-2 ve TS (Türk Standartları) 3680-2'ye göre yapılmıştır (EN and TS, 2003). Kolektör tam güneşe bakacak ve 30°'lik eğim açısına (yörenin konumu nedeniyle) sahip olacak biçimde yerleştirilmiştir. Denemelerde; güneş radyasyon intensitesini 0-1500 W/m² aralığında ve 0,1 W/m² hassasiyetinde ölçebilen piranometre, kolektöre giren ve çıkan suyun sıcaklığını belirlemede yine hassasiyeti 0,1 oC olan termometreler (tekerrürlü olarak) ve akışkan kütle akış kapları kullanılmıştır. Böylece; güneş radyasyonu, akışkanın kolektöre giriş ve çıkış sıcaklıkları, akışkan kütle akışı ölçülmüştür. Veriler her 15 dakikada bir kaydedilmiştir. Denemeler; 2022 yılının Ağustos-Eylül aylarında Adıyaman Üniversitesi kampüsündeki deneme platformunda yürütülmüştür (Adıyaman için Enlem = 37.46°, Boylam = 38.17° ve deneme yeri yüksekliği ≈ 669 m). Her deneme 2 gün ve her gün içinde de 5 saat sürmüştür (Saat 10:00'dan 15:00'a kadar). Kolektör direk olarak basınçlı şehir şebekesine bağlanmıştır. Böylece, kolektörün uygulamada mümkün olan en gerçekçi verim değerini elde edebilmek için şebeke suyu giriş sıcaklığında denemeler yürütülmüştür. Denemeler süresince, suyun giriş sıcaklığı yaklaşık 24-26 oC arasında değişmiştir. Akışkanın kütleli akışı 0.02 kg/(s.m²) olacak şekilde manuel olarak hassas küresel vanalarla ayarlanarak sabit tutulmuştur. Gün boyunca alınan verilerin ortalaması, o günün ortalaması ve tüm günlerin ortalaması da, o denemenin ortalama değeri olarak alınmıştır.

658

Kolektörün ısısal veriminin saptanmasına ilişkin olarak da şu yöntem izlenmiştir: Güneş kolektörleri yaklaşık olarak sabit koşullar altında çalışmaktadırlar. Bu koşullar altında ısısal verimleri, kolektör yüzeyine gelen güneş radyasyonundan optik ve termal kayıpların çıkarılarak elde edilen yararlı enerjinin yüzeye gelen toplam enerjiye oranlanması ile elde edilmektedir [9-11].

Elde edilen yararlı enerji aşağıdaki Eşitlik 1 ile bulunabilmektedir.

$$q_u = \dot{m}c_{p,f}(T_{f,0} - T_{f,i}) \quad (1)$$

Kolektör yüzeyine gelen güneş radyasyonu ve yararlı enerji ile gelen radyasyonun oranlanması ile bulunan verim Eşitlik 2 ve 3 yardımıyla elde edilebilmektedir.

$$q_s = I_R A_c \quad (2)$$

$$\eta = \frac{q_u}{q_s} \quad (3)$$

Ayrıca, Eşitlik (1) ve (2)'den faydalanılarak ısısal verim Eşitlik 4'deki biçimde düzenlenebilmektedir.

$$\eta = \frac{\dot{m}c_{p,f}(T_{f,0} - T_{f,i})}{I_R A_c} \quad (4)$$

Eşitlik 1, 2, 3 ve 4'de kullanılan sembollerin anlamları ve birimleri aşağıdadır.

- A_c : Kolektör yüzey alanı, m²
 $c_{p,f}$: Akışkanın sabit basınçtaki özgül ısısı, J/(kg.K)
 I_R : Kolektör yüzeyine gelen güneş radyasyonu, W/m²
 \dot{m} : Akışkanın kütleli akışı, kg/s
 q_u : Yararlı ısısal güç, W
 q_s : Kolektör yüzeyine gelen yararlı güneş radyasyon gücü, W
 $T_{f,i}$: Akışkan giriş sıcaklığı, K
 $T_{f,0}$: Akışkan çıkış sıcaklığı, K
 η : Kolektör ısısal verimi, %

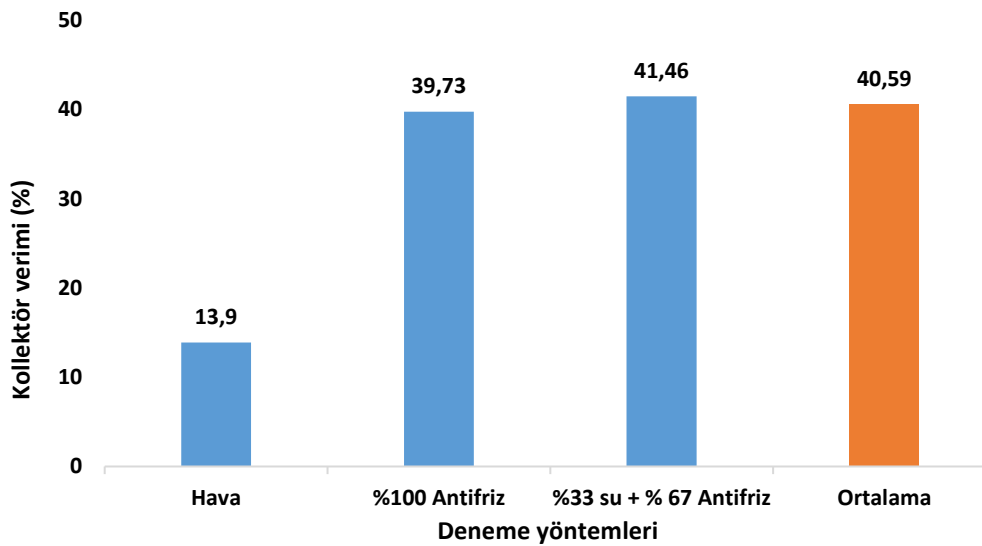
3. Sonuçlar ve Öneriler

Denemelerde; kollektör önce akışkansız yani profil içleri hava ile dolu olacak şekilde deneme yapılmış ve verimin % 13.90 olarak son derece yetersiz olduğu belirlenmiştir. Daha sonra kollektör; akıcı, saydam ve açık kırmızı olan uzun ömürlü (extended life coolant) antifriz ile % 90 doldurularak denemeye alınmış verimin % 39.73 olduğu belirlenmiştir. Sonraki denemede antifrizle 1/3 oranında su katılarak, yani % 33 su % 67 antifriz olacak şekilde tekrar profiller %90 doldurularak denemeler yürütülmüştür. Bu durumdaki verim ise % 41.46 olarak elde edilmiştir. Denemeler arasında verimde kayda değer bir değişim olmadığı görülmüş ve kollektörün depo çıkışı yani son tüketici veriminin ortalama % 40.59 olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 2).

Çalışmada kullanılan antifrizin yoğunluğu 1119 kg/m³, suyun doğal yoğunluğu ise 1000 kg/m³'tür. Normal koşullarda; ısı taşıyıcı dikdörtgen profiller içerisindeki antifrizin oranı arttıkça yani akışkan yoğunluğu arttıkça konveksiyon ısı taşınım katsayısı h (W/m².°C)'nin de artması nedeniyle verimin de artması beklenir. Ancak, çalışmamızda su oranı arttıkça çok az da olsa verim de bir miktar artmış olduğu görülmüştür. Bu durumun; yoğunluğu antifrizle göre daha az olan suyun oranının artması ile, akışkan karışımının (antifriz+su) profiller içerisinde daha iyi hareket etmesi ve ısının daha iyi taşınması sonucundan kaynaklanmış olabileceği değerlendirilmiştir.

Önceki yıllara ilişkin yapılan çalışmalarda kollektör panel verimlerinin % 56-68 arasında değiştiği, kapalı sistem depo verimlerinin ise % 29-33 arasında olduğu ve panel+depo

çıkışı yani tüketici veriminin (end use or final output) % 18-22 arasında belirlenmiştir. Tasarımı, üretimi ve denemeleri gerçekleştirilen bu kollektörde tüketici veriminin % 40 ile mevcut sistemlerin iki katına eşit olması son derece önemli bir ilerlemedir. Yine yapılmış farklı çalışmalarda; tüplü vakumlu kolektör panellerinde verimin % 50-70 arasında (gross alanı ekleme ya da eklememeye göre), düz yüzeyli açık sistem çalışan panellerde verimin % 67-88 arasında olduğu belirlenmiştir. Bu panel verimlerinin % 29-33 olan eşanjör verimleri ile çarpılması sonucu elde edilen son kullanım verimlerinin % 30 civarında olduğu görülmüştür [6,7]. Ayrıca yapılan bir başka çalışmada; düz yüzeyli ve vakumlu-tüplü kollektör panellerinin verimleri farklı kimyasal akışkanlar ve su kullanılarak karşılaştırmalı olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda, suyun akışkan olarak kullanılması durumunda her iki kollektör panel veriminin ortalama değerinin yaklaşık % 50- 55 aralığında olduğu bulunmuştur [12]. Burada da; panel verimleri ile eşanjör verimlerinin çarpılması ile belirlenen son tüketici verimlerinin % 18 civarında olduğu ve kollektörümüzün sahip olduğu % 40 değerinin oldukça altında olduğu açıkça görülmektedir.



Şekil 2. Kollektörün farklı deneme yöntemlerine ilişkin verimleri.

Teşekkür

Bu çalışma; Adıyaman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (ADYÜ-BAP) tarafından TEBMYOMAP/2022-0001 no'lu "Türkiye Koşullarına Uygun Tüplü-Düz Yüzeyli Kapalı Sistem Tip Bir Güneş Enerjili Su Kolektörünün Geliştirilmesi" başlıklı proje kapsamında desteklenmiştir. ADYÜ-BAP birimine desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- [1] Koyuncu T., M. Ultanir. Türkiye'de sıcak su üretiminde kullanılan düz yüzeyli güneş kollektörlerinin ekonomik yönden irdelenmesi. In 17. Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, 179-189, Tokat, Türkiye; 1997.

- [2] Koyuncu, T., Lule F. Technical Features and Thermal Efficiencies of Various Flat Plate Solar Collectors. In International Proceedings of Chemical, Biological and Environmental Engineering IPCBEE, Barcelona, Spain; 2016.
- [3] Koyuncu, T. Thermal Efficiency Comparison of Flat Plate and Evacuated Tube Solar Water Collectors. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science), 2017; 13 (3): 133-139.
- [4] Riffat, S.B., P.S. Doherty, E.I. Abdel Aziz. Performance testing of different types of liquid flat plate collectors. International Journal of Energy Research 2000; 24: 1203-1215.
- [5] Anonim 2008 <http://www.izocam.com.tr/izocam//Urunler/Tasyunu/Dokme-Tasyunu.aspx>. Erişim tarihi: 4 Nisan 2008
- [6] Koyuncu, T. Fundamentals of Engineering Science and Technology. First ed. ISBN : 9781790208227, pp. 567, Columbia, SC: Amazon Press; 2018.
- [7] Koyuncu, T. Design of Energy Systems. First ed. ISBN: 9798696724775, pp. 664, Middletown, DE: Amazon Press; 2020
- [8] Aran, A. Temel, M.A. Paslanmaz Çelik Yassı Mamulleri Üretimi-Kullanımı-Standartları. 2nd Ed. ISBN 975-92326-0-X pp. 113 İstanbul, Sarıtaş Teknik Yayın; 2004
- [9] Duffie J.A., W.A. Beckman. Solar engineering of thermal process. New York: John Wiley & Sons Ltd; 1991
- [10] Bagach M.N., R. Tadili, A. S. Dahman, M. Boukallouch. Survey of thermal performances of a solar system used for the heating of agricultural greenhouses in Morocco. Renewable Energy 2000; 20: 415-433.
- [11] Tiwari R.C., A. Kumar, S.K. Gupta, G.D. Sootha. Thermal performance of flat-plate solar collectors manufactured in India. Energy Conver. Mgmt; 1991; 31: 309-313.
- [12] Lee, M., Shin, Y., Cho, H., 2020. Performance Evaluation of Flat Plate and Vacuum Tube Solar Collectors by Applying a MWCNT/Fe₃O₄ Binary Nanofluid. Energies 2020; 13: 1715, 1-17.