



SOĞUK SU YÖNLENDİRME PLASTİĞİNİN TERMOSİFON PERFORMANSINA ETKİSİ

Aytaç Biçer^{1*}, Aydoğın Kaya²

¹ Türk Demirdöküm Fabrikaları A.Ş. , Bozüyük 11300, Bilecik, aytac.bicer@vaillant-group.com, ORCID: 0000-0003-2285-8385

² Türk Demirdöküm Fabrikaları A.Ş. , Bozüyük 11300, Bilecik, aydogan.kaya@vaillant-group.com, ORCID: 0000-0003-2120-0426

Geliş Tarihi: 05.08.2019

Kabul Tarihi: 15.09.2020

ÖZ

Dikey elektrikli su ısıtıcılarda kullanılan soğuk su yönlendirme plastiğinin ürün performansına etkisi incelenerek, performans testi ile doğrulanmıştır. Kesikli, eğimli, çapraz ve yarıklı şekilde isimlendirilen dört farklı soğuk su yönlendirme plastiği 65 litre termosifon kullanılarak 10 L/dk debi ile test edilmiştir. Soğuk su yönlendirme plastiği elektrikli termosifon içerisine dikey olarak montajlanmıştır. Yönlendirme plastikleri 3D yazıcı ile termal şok direnci yüksek plastikten üretilerek performans testi yapılmıştır. Yapılan testler sonucunda soğuk su yönlendirme plastiğinin elektrikli su ısıtıcısı ürünlerinin performansına etki ettiği görülmüştür. Test çalışmalarının sonucunda en iyi performans değerini çapraz soğuk su yönlendirme plastiği göstermiştir. Kesikli ve eğimli soğuk su yönlendirme plastiği yakın bir değere sahiptir.

Anahtar kelimeler: *Termosifon, Plastik, Isıtıcı, Performans, Isı*

THE EFFECT OF INLET PIPE ON PERFORMANCE OF VERTICAL ELECTRICAL STORAGE WATER HEATER

ABSTRACT

In this study, the effect of cold water diverter pipe on performance of vertical electrical storage water heater (ESWH) have been investigated experimentally that is verified with performance tests. For this purpose, four different inlet pipes which are called dotted line, slope, cross and slotted, were designed and tested in 65 liter ESWH with 10 l/min flow rate. Cold water pipe were assembled with vertical in ESWH. Cold water inlet pipe were produced in 3D printer by using high thermal shock resistance material and performance tests were conducted. According to the test results, it has been observed that cold water inlet pipe effect to performance of ESWH. The results show an excellent performance for the cross inlet pipe. Slope and cross cold water diverter pipe has a close effect to this value.

Keywords: *Storage, Plastic, Heater, Performance, Heat*

1. GİRİŞ

Günümüzde, sonlu fosil yakıt rezervleri hava kirliliği, ozon tabakası, olumsuz çevresel etkiler ve küresel ısınmaya sebep olmaktadır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler kendi enerjilerini üretmektedir. Olumsuz çevresel etkiler ülkeleri enerji üzerine uygulanabilir strateji yapmasına zorlamaktadır. Enerji kaynaklarını kontrol etmek ve yönetmek çok önemlidir. Bu kaynaklar ülke ekonomisini sürdürülebilir kalkınmayı ve ekonomik büyümeye sebep olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım ve az enerji tüketimine yönelik çalışmalar artmaktadır [1].

Son yüzyılda teknolojiye birçok gelişmeler olmuştur. Bu gelişmeler sonucunda elektrik ve enerji tüketimi artmaktadır. İnsanların ısınmak ve sıcak su ihtiyacını karşılamak için fosil yakıtlı ürünler veya elektrikli ısıtıcılar kullanılmaktadır. Güneş enerjili solar su ısıtıcıları yaygın olarak sıcak ülkelerde kullanılmaktadır [2]. Sıcaklığın yeterli olmadığı bölgelerde fosil yakıt ile çalışan kombi, şofben ve elektrikli termosifon ürünleri tercih edilmektedir. Özellikle gaz tüketiminin olmadığı bölgelerde tercih edilen termosifon ürünleri elektrik enerjisi tüketmektedir. Avrupa'da 2015 Eylül ayında devreye giren pr50440 ErP standardı gereği, belli bir enerji sınıfının altındaki termosifon ürünleri üretilmemektedir ve standart termosifon ürünlerinin performansının artırılması konusunda çalışmaları tetiklemektedir. Dünya üzerindeki birçok ülke de yaygın olarak termosifon kullanılmaktadır [3].

Termosifon, içine aldığı suyu istenilen sıcaklığa kadar ısıtan ve bu sıcaklıkta sabit kalmasını sağlayan bir elektrikli cihazdır. Depo içindeki suyun ısıtılması bütün elektrikli ısıtıcılarda olduğu gibi bir rezistans (ısıtıcı) ile yapılır. Termosifonların su depoları 20 ile 500 litre arasında çeşitli büyüklüklerde yapılır [4].

Termosifon ürünleri genellikle 60 ve 65 °C'de ayarlanarak kullanılmaktadır. Bu sıcaklıklarda daha fazla sıcak su temin edileceği algısı vardır. Termosifonların bir soğuk su girişi ve bir de sıcak su çıkışı vardır. Musluk açıldığında soğuk su girişinden termosifon içine su dolar. Termostatın düğmesi istenilen sıcaklığa kadar çevrilerek rezistansı devreye sokar. Ayarlanan ısı derecesine ulaştığında ise termostat rezistansa giden enerjii keser. Sıcak su çıkışından ise ısınmış su dışarı alınarak kullanılır [5]. Yüksek sıcaklığa ayarlanması durumunda soğuk su ile sıcak su karışımının azalmasıyla dengelenmektedir. Sıcak su çekilirken, soğuk su depolanarak karışımın azalması ile sonuçlanmaktadır [3].

Ürün içerisine giren soğuk su ile karışım probleminin çözülmesi için seri bağlanmış iki adet termosifon önerilmektedir [6]. Fakat Minguez [6]'in önermiş olduğu sistem estetik açıdan ve tek depo ısıtıcılı ürünün daha kompakt olmasından dolayı tercih edilmemiştir.

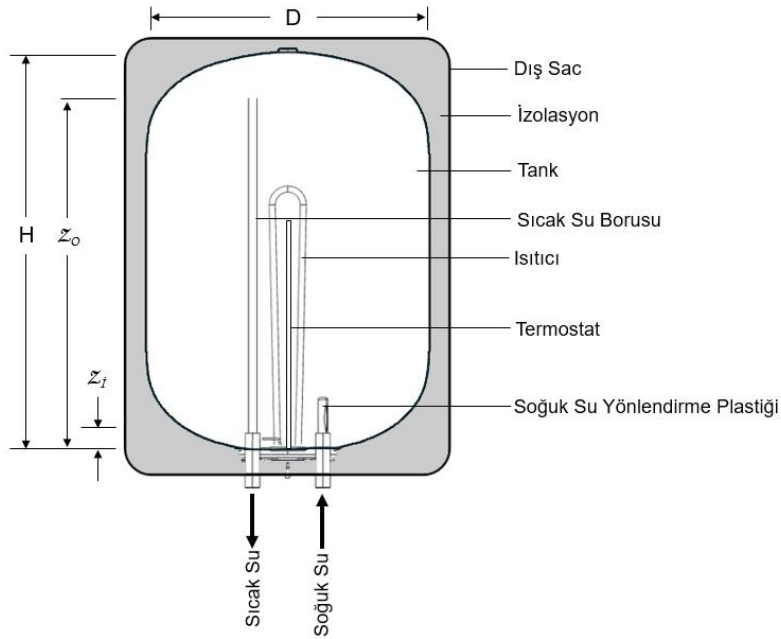
50 litre termosifonda ısıtıcı pozisyonun performans etkisi araştırılmıştır. Sezai ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 40 °C'lik 50 L sıcak su, 6 dakika boyunca duş almak için yeterlidir. Türk Standartlarına göre bir mutfak lavabosunda 5 dakika kullanım için 55 °C'lik sıcak su yeterlidir. Ancak, daha fazla miktarda sıcak su gerekiyorsa, ekstra ısıtıcının açılması gerekmektedir [7].

Hegazy ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada soğuk su yönlendirme plastiği tasarımının termosifon performansına etkisi araştırılmıştır. 50 lt termosifon ürün içerisinde farklı tasarımlara sahip soğuk su plastikleri yatay olarak montajlanarak 5 ve 10 lt/dk debi ile test edilmiştir. Yapılan test sonucunda soğuk su yönlendirme plastiğinin termosifon performansına etki ettiği ve yarıkli soğuk su

yönlendirme plastiğinin en yüksek performansı sergilediği görülmüştür [8]. Yapılan bu çalışmada yaygın olarak kullanılan 65 litre kapasiteli termosifon üzerindeki soğuk su plastiği tasarımının dikey olarak montajlanarak etkisi araştırılmıştır.

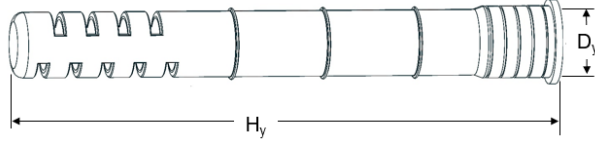
2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR ve DEĞERLENDİRME

Avrupa ve Türkiye’de kullanılan dikey termosifonlar farklı kapasitelerde yer almaktadır. En yaygın biçimde kullanılan termosifon kapasiteleri 50 L, 65 L, 80 L, 100 L ve 120 L’dir. Termosifon ürünlerinde soğuk su yönlendirme plastiğinin performansına etkisini görmek için 65 litre termosifon ürünü kullanılmıştır. Şekil 1’de şematik olarak termosifon yapısı gösterilmiştir. Termosifon tankının yüksekliği $H=60$ cm ve çapı $D=40$ cm’dir. Termosifon tankının iç yüzeyi emaye kaplı ve 1.8 mm kalınlığına sahip sac metalden yapılmaktadır. Sıcak su paslanmaz borusunun kazan içerisindeki yüksekliği $Z_0=58,4$ cm, tank üst bölgesinde $(H-Z_0)= 1,6$ cm boşluk kalmaktadır. Tank ile dış metal sac arasında 3-5 cm aralığında poliüretan ısı yalıtım malzemesi kullanılmıştır.



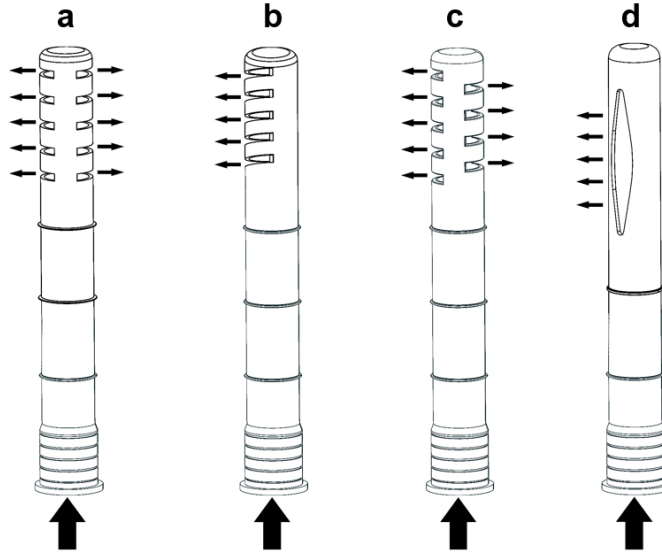
Şekil 1. Termosifon ürününün şematik olarak gösterimi.

Dört farklı soğuk su plastiği dikey bir şekilde $D_b=15,6$ mm çapında ve $H_b= 10$ cm boyunda metal borunun içerisine montaj yapılmıştır. Bütün tasarımların çıkış su alt bölgesi ile kazanın alt bölgesi arasındaki mesafe $Z_t = 4$ cm’dir. Yönlendirme plastik tasarımlarının hepsinin iç çapı $D_y=1,34$ cm ve boyu $H_y= 13,5$ cm’dir (Şekil 2).



Şekil 2. Soğuk su yönlendirme plastiğinin şematik olarak gösterimi.

Dört farklı soğuk su yönlendirme plastiği tasarımları Şekil 3’de gösterilmiştir. Su yönlendirme plastikleri infoTron Dimension 1200es model 3D yazıcı ile oluşturulmuştur. Şekil 3a’da gösterilen kesikli su yönlendirme plastiği akış alanı 315,8 mm², şekil 3b’de eğimli su yönlendirme plastiği akış alanı 230,0 mm², şekil 3c’de çapraz su yönlendirme plastiği akış alanı 284,2 mm² ve şekil 3d’de yarıklı su yönlendirme plastiği akış alanı 197,4 mm²’dir.



Şekil 3. Test edilen soğuk su yönlendirme plastikleri tasarımı a) kesikli, b) eğimli, c) çapraz, d) yarıklı.

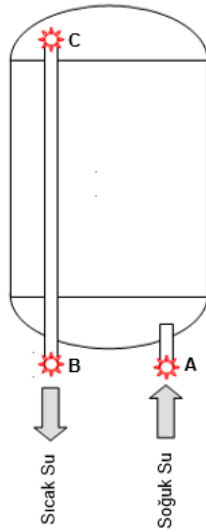
Bütün testler 1800 watt güc ve 384 mm yüksekliğine sahip paslanmaz ısıtıcı ile test edilmiştir. Termostat, kazanın alt bölgesine olan mesafesi bütün testlerde 425 mm’dir.

3. TEST PROSEDÜRÜ

3.1. Performans Testi

Çalışmalara başlamadan önce testin etkilenmemesi için bütün testler oda sıcaklığı 20 °C olarak hazırlanan laboratuvarında yapılmıştır. Bütün ölçümler Grantt 2020 marka dataloger ile yapılmıştır. 65 litre su deposuna sahip termosifon test standına asılarak A,B ve C noktasından ölçümler alınmıştır (Şekil 4). A noktasından giriş su sıcaklığı, B noktasından çıkış su sıcaklığı ve C noktası kazanın içerisindeki su sıcaklığını göstermektedir.

Performans testi için kazan içerisine 20 °C sıcaklık ve 10 lt/dk debi olacak şekilde çiller yardımı ile su doldurulmuştur. Kazan içerisindeki su sıcaklığı homojen bir şekilde 65 °C'ye ulaşıldıktan sonra 60 dakika sabit sıcaklıkta bekletilmiştir. Her bir tasarım için 10 lt/dk ile sıcak su çıkışı başlatılarak kazandan çıkan su sıcaklığının 20 °C'ye düşmesine kadar olan süre ölçülmüştür. Süre ile çıkan su debisi çarpılması durumunda her bir tasarım için çıkan su miktarı ölçülerek not edilmiştir.



Şekil 4. Kazan içerisinden ölçüm alınan noktalar.

3.2. 24 Saatlik Isı Kaybı Testi

24 saat ısı kayıp testleri her tip soğuk su yönlendirme plastiği ile yapılmıştır. TS standardına göre termosifon ürünü 20 °C' soğuk su doldurulur. Termosifonun elektrik tüketimi ve su sıcaklığı kararlı duruma ulaşıncaya kadar açık bırakılmıştır. Termostatın devre dışına alınmasında başlama ve bitişte t_1 (saat) sürede tüketilen E_1 enerjisi 48 saat olarak ölçülmüştür. Termostatın her devreye alınmasındaki su sıcaklığı θ_{Ei} ve termostatın her devre dışı bırakıldığındaki su sıcaklığı θ_{Ai} olarak ölçülmüştür. Yapılan deneylerin süresi D , ürün kapasitesi C_A , ortam sıcaklığı θ_{amb} ve 24 saatlik enerji tüketimi E olarak gösterilmiştir.

24 saatlik enerji tüketimi E ,

$$E = \frac{E_1 \cdot 24}{t_1} \quad (1)$$

Ortalama su sıcaklığı θ_M ,

$$\theta_m = \frac{1}{D} \sum_i \frac{\theta_{Ai} + \theta_{Ei}}{2} (t_{Ai} - t_{Ei}) \quad (2)$$

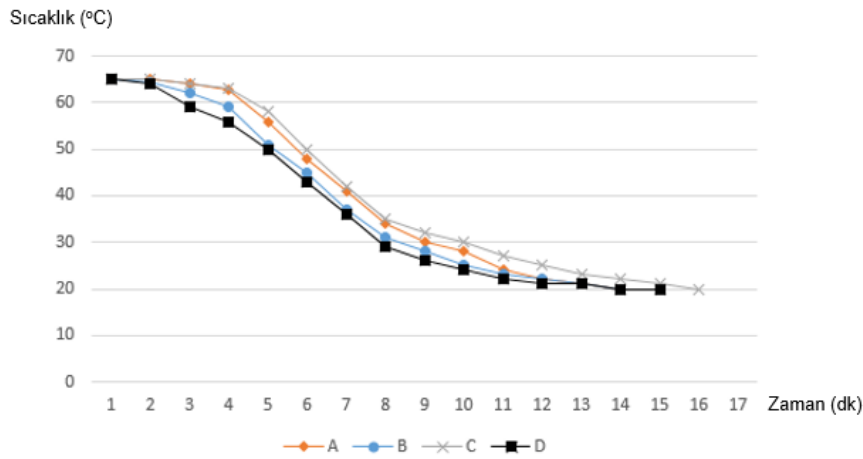
24 saatlik bekleme kaybı Q_{pr} ,

$$Q_{pr} = \frac{45}{\theta_M - \theta_{amb}} \cdot E + \frac{1,16 \cdot C_A \cdot (\theta_{A1} - \theta_{An})}{1000} \quad (3)$$

olarak ölçülmektedir. Q_{pr} değeri 24 saat 45K'lik sıcaklık artışına bağlı olarak ifade edilir [9].

4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Dört farklı tasarıma yapılan performans test sonucuna göre 65 °C'den kesikli su yönlendirme plastiği 810 saniyede, eğimli tasarım 834 saniye, çapraz tasarım 948 saniye ve yarıklı tasarım 774 saniyede 20 °C'ye ulaşmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Soğuk su yönlendirme plastiklerine ait performans test sonucu a) kesikli, b) eğimli, c) çapraz, d) yarıklı.

$\Delta T=45$ °C'ye göre alınan su miktarı en yüksek çapraz su yönlendirme plastik tasarımında 158 lt ölçülmüştür. Eğimli ve kesikli su yönlendirme plastik tasarımı yakın değerlerde sırasıyla 135 lt ve 130 lt ölçülmüştür. Yarıklı su yönlendirme plastik tasarımı ise 129 litre olarak ölçülmüştür (Tablo 1).

Çizelge 1. $\Delta T=45$ °C alınan su miktarı.

| TASARIM | $\Delta T=45$ °C SÜRE (sn) | DEBİ (lt/dk) | ALINAN SICAK SU MİKTARI (lt) |
|---------|----------------------------|--------------|------------------------------|
| Kesikli | 810 | 10 | 135 |
| Eğimli | 834 | 10 | 139 |
| Çapraz | 948 | 10 | 158 |
| Yarıklı | 774 | 10 | 129 |

24 saatlik ısı kaybı testi içerisinde her test 60 saat olarak yapılmıştır. Farklı soğuk su plastik tasarımına sahip 65 litre termosifon ürünü oda sıcaklığı 20 °C derece olan laboratuvarında test edilmiştir. 24 saatlik enerji tüketimi (1) nolu formüle göre en düşük çapraz plastik tasarımında 0.72 kW olarak ölçülmüştür (Tablo 2).

Tablo 2. E – 24 saatlik enerji tüketimi.

| TASARIM | E ₁ - Test süresince harcanan enerji (kw) | t ₁ - Test süresi (h) | E – 24 saatlik enerji tüketimi (kW) |
|---------|--|----------------------------------|-------------------------------------|
| Kesikli | 1.98 | 63 | 0.75 |
| Eğimli | 2.02 | 63 | 0.77 |
| Çapraz | 1.89 | 63 | 0.72 |
| Yarıklı | 2.11 | 63 | 0.80 |

24 saatlik ısı kaybı testi içerisinde her test 60 saat olarak yapılmıştır. 24 saatlik bekleme kaybı (1) ve (2) nolu formüle göre en düşük çapraz plastik tasarımında 0.80 kWh olarak ölçülmüştür (Tablo 3). Diğer tasarımların sonuçları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Q_{pr} – 24 saatlik bekleme kaybı.

| TASARIM | E – 24 saatlik enerji tüketimi (kW) | D – Testlerin Süresi (h) | θ _M – Ortalama su sıcaklığı (°C) | θ _{A1} – Başlangıç Sıcaklığı (°C) | θ _{An} – Bitiş Sıcaklığı (°C) | Q _{pr} – 24 saat bekleme kaybı (kWh) |
|---------|-------------------------------------|--------------------------|---|--|--|---|
| Kesikli | 0.75 | 60 | 63 | 67.3 | 66.7 | 0.84 |
| Eğimli | 0.77 | 59 | 63 | 66.9 | 66.1 | 0.85 |
| Çapraz | 0.72 | 60 | 63 | 67.0 | 66.4 | 0.80 |
| Yarıklı | 0.80 | 60 | 63 | 67.5 | 66.6 | 0.91 |

Sonuçlara göre soğuk su yönlendirme plastik tasarımı termosifon ürünlerinin performansını etkilemektedir. Çapraz şekilde tasarlanan soğuk su yönlendirme plastiği ΔT=45 °C sıcaklık artışında 158 lt sıcak su temin edildiğinden dolayı en yüksek performansa ve 0.72 kW ile en düşük enerji tüketimine sahip olduğu görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yapılmasında laboratuvar imkanlarından yararlanmamızda yardımcı olan Türk Demirdöküm Fabrikasına, çalışanlarından İlker Çekiç ve Yasemin Çoşkun’a teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- [1] Benli, H., (2015), Potential application of solar water heaters for hot water production in Turkey, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, pp. 99-109
- [2] L. J. Y. B. Wei H, (2014), Cost-benefit comparison between domestic solar water heater (DSHW) and building integrated photovoltaic (BIPV) systems for households in urban China, *Applied Energy*, cilt 126, pp. 47-55
- [3] Adel H.A. and Diab M.,(2002), Performance of an improved design for storage-type domestic electrical water-heaters,» *Applied Energy*, cilt 71, pp. 287-306
- [4] SA, H.,(1989), Sizing a storage type water heating system,» *ASHRAE Journal*, cilt 31, pp. 35-40,
- [5] MEGEP Elektrikli Su Isıtıcılar (522EE0099)
- [6] JM., (1987), International Journal of Energy Research,» 11:145
- [7] Sezai, L. A. U. A. H. H. I.(2005), Performance improvement by using dual heaters in a storage-type domestic electric water-heater, *Applied Energy*, no. 81, p. 291–305
- [8] Hegazy, A.A., (2007), Effect of inlet design on the performance of storage-type domestic electrical water heaters,» *Applied Energy*, no. 84, pp. 1338-1355
- [9] T. S. Enstitüsü,(2006), Evlerde kullanılan depolu elektrikli su ısıtıcıları performans ölçme metotları, Türk Standart Enstitüsü