

Güneş Pilleri ve Fanların Kullanılmasıyla Ev Radyatörlerinde Isı Transferini Arttırılması

Muhammet SARI; Naci Uğur KALA; Harun AYDIN; Ferhat ŞİMŞEK; Abdullah
KARKAŞ; Akın KULEİN

Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Makina Bölümü, Erzurum Teknik Üniversitesi

Özet:

Ev ısıtma sistemlerinde günümüz çağında genellikle kombi (Doğalgaz), kömür kazanları kullanılmaktadır. Her iki sistem yakıtla ısıtılan suyun kalorifer petekleri (Eşanjör) içerisinde dolanarak sahip olduğu ısını peteklere buradan da havaya vermesi sonucu ortamın ısınması sağlanmaktadır. Kalorifer petekleri üzerinde hava ile petek arasında doğal taşınım ile bir hava transferi olmaktadır. Genellikle, kalorifer petekleri gibi eşanjörlerde ısı transferinde zorlanmış taşınım yöntemi kullanıldığında, ısınan hava ortamdaki daha hızlı uzaklaştırılır ve ısı transferinde büyük rol oynayan Nusselt Sayısı artacaktır. Nusselt'in artması ısı transferinin artması demektir veya diğer bir deyişle kalorifer peteklerinin verimi artmış olacaktır. Bu projede, kalorifer peteği altına yerleştirilmiş fanlar sayesinde havanın ortamdaki daha hızlı uzaklaştırılmasını sağlanmıştır. Kullanılan fanlar bir akü ile beslenilmiş ve ayrıca akü ile fanlar arasındaki devre sayesinde fanlar sürekli değil belli süre aralıklarında çalıştırılmışlardır. Akü beslemesi ise güneş pilleri aracılığı ile yapılmıştır. Güneş pillerinin gün ışığından aldığı elektrik enerji aküye depolanacak geceleri de bu sayede fanlar çalıştırılabilecektir. Bu sayede kalorifer peteğinin bulunduğu ortamda ısı transferi daha etkili bir hale gelmesini sağlamayı amaçlanmıştır.

Bu projede, kalorifer peteklerinin mimaride daha kullanışlı ve pratik olabilmesi için tasarımda duvar içerisine gömülebilen bir tasarım ile daha estetik bir hale getirmeyi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Isı transferi; Eşanjör; Zorlanmış taşınım; Güneş enerjisi; Li-Ion pil;

Using Forced Convection to Increase Heat Transfer in Home Radiators with Solar Cells and Fans

Abstract:

Gas and coal boilers are generally used in home heating systems. In these systems, heated water by the fuel circulate in the radiator to warm up the air and works as an air conditioning system. In the mentioned system, the natural convection has a key role in heat transfer from the radiator to the system.

Moreover, when heat exchangers (like radiators) are used in heat transfer process, the heated air can be circulated in the ambient using forced convection and consequently the Nusselt number will increase, which means an increase in the efficiency and heat transfer.

In this project, the fans were placed under a sample radiator and so that the air is circulated faster in the environment. The used fans are powered by batteries and also the fans don't operate continuously but at a certain interval of time.

The battery supply is made by solar batteries. The fans will also be able to be operated on the nights when the electrical energy of the solar batteries has been stored in the accumulator and so it is aimed to make the heat transfer more effective where the heating process is made by radiators.

In this project, a convenient model has been presented in radiators design which can be evaluation in the architecture and design fields.

Key words: Heat transfer enhancement; Radiators; Forced convection; Solar energy; Li-Ion battery

Semboller	
A	Alan (m^2)
cp	Özgül ısı kapasitesi (J/ kg K)
FV	Fotovoltaik
G	Grashof sayısı
g	Yerçekimi (m/s^2)
h	Isı taşınım katsayısı (W/m^2K)
I	Akım (A)
\dot{m}	Kütleli debi (kg/s)
L_c	Geometrik Uzunluk (m)
Nu	Nusselt sayısı
P	Güç (W)
Pr	Prandtl sayısı
\dot{Q}	Isı transferi (W)
Ra_L	Rayleigh sayısı
Re	Reynolds sayısı
T	Sıcaklık (C°)
t	Zaman (s)
v	Hız (m/s)
V	Gerilim
ρ	Yoğunluk (kg/m^3)
ν	Kinematic viskozite (m^2/s)
İndisler	
ç	Çıkış
g	Giriş
h	Hava
w	Cidar
z	Zorlanmış taşınım

1. Giriş

Yenilenebilir enerji kaynakları ve yenilenebilir enerji sistemlerin kullanımı dünya çapında gitgide artmakta ve teknolojik gelişmelerle beraber artan bir ivme kazanmaktadır. Güneş enerjisi bir yenilenebilir enerji kaynağı olarak birçok alanda kullanılmakta ve daha verimli sistemler sunmak için birçok sayıda araştırmalar yapılmaktadır. Güneş enerjisi dönüşümü, birçok fotovoltaik kaynaktan oluşan bir yapı ile sağlanmaktadır. Fotovoltaik (FV) kaynaklar, ışığa maruz kaldıklarında, elektrolit içerisinde bir elektrokimyasal reaksiyon meydana getiren bir akım akmasına neden olurlar. FV güneş pillerinin elektriksel eşdeğer devre ve ilgili matematiksel modellerinin belirlenmesi yapılmıştır. Bu modellerde kullanılan parametreler, değişen güneş ışığı şiddeti ve ortam sıcaklıklarına bağlı olarak değiştiklerinden, modellemede bu durum dikkate alınmıştır. Ayrıca güneş ışığı şiddeti ve ortam sıcaklığındaki değişimlerin geliştirilen FV pili ve paneli modellerini nasıl etkiledikleri

ayrıntılı olarak incelenmiştir. (Altaş Mart 1998). FV pillerinin yapısal özellikleri ve karakteristikleri incelenmiştir. Bir FV güneş panelini oluşturan FV güneş pillerinin hangi malzemelerden nasıl üretildikleri, yük altında sıcaklık ve ışık şiddetine göre çıkış gerilim ve akımlarının nasıl değiştiği açıklanmıştır (Altaş Nisan 1998). Şahin ve arkadaşları güneş pilinin genel matematiksel modelini elde etmişler ve bu model Matlab/Simulink yazılımı ile görsel olarak programlanmıştır. Modellenen güneş pili için farklı sayıda seri ve paralel bağlı hücreler, farklı sıcaklık değerleri, farklı güneş soğrulma miktarları, farklı malzeme yapısı ve verime bağlı diğer parametrelere göre Akım-Gerilim (I-V) ve Güç-Gerilim (FV) karakteristik eğrileri elde edilmiş ve elde edilen benzetim sonuçları teorik sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Modellenen güneş piline farklı özellikteki doğrusal ve doğrusal olmayan yükler bağlanarak çıkış akımı, çıkış gerilimi ve güç değerlerinin değişimleri elde edilmiştir (Şahin 2013).

Bir çalışmada ev ısıtma sistemi adaptif olarak kontrol altına alınmıştır ve enerji yönetici sistemi kullanılmıştır. Bu sistem ile evin ısısal özellikleri öğrenilir ve ev sahiplerine maliyet ve karbon emisyonlarıyla ilgili genel bilgi sağlanır. Sözü geçen çalışmada İngiltere Hava ve Elektrik şebekesi verileri kullanılmış ve değerlendirilmiştir ve sonuç olarak maliyet ve karbon emisyonlarının büyük oranda azalması gösterilmiştir. (Rogers et al. 2011).

ABD'nin Seattle Washington kentinde kış ısıtma sezonunda ihtiyaç duyulan alan ısıtma enerjisi, 1987-2002 yılları arasında 15 yıllık bir süre boyunca izlenilmiştir. İki adet konut binası inşa edildi ve gelişmiş termal dirence sahip yalıtımlarla araştırmalar yapıldı. Alan koşullanması enerji ihtiyacı, ev sahiplerinin davranışından şiddetle etkilenir, ancak genellikle simülasyonlarda, ısıtma ve soğutma için gerekli enerjiyi tahmin etmek için ev sahiplerinin davranışlarını (ve de oturma süresini) göz ardına alıyorlar. Bu çalışmada, enerji ihtiyacını tahmin etmek için, ortalama olarak ev sahiplerinin davranışlarını yalıtım direnç ile hesaplamasını önermektedir. Analizlerin iç sıcaklığı, dış hava sıcaklığı, rüzgar hızı ve yalıtım açısından karakterize edilmesi biraz daha iyi bir gösterim sağlar, ancak genellikle mevcut durumdan daha fazla bilgi gerektirir (Emery et al. 2006).

Diğer bir çalışmada, laminer zorlanmış taşınım ısı transferi için nano akışkan kullanılmıştır. Bu araştırmada, su-Al₂O₃ ve Etilen Glikol -Al₂O₃ karışımları için elde edilen sonuçlar, nanoparçacıkların dahil edilmesinin ısı transfer katsayısının artmasında

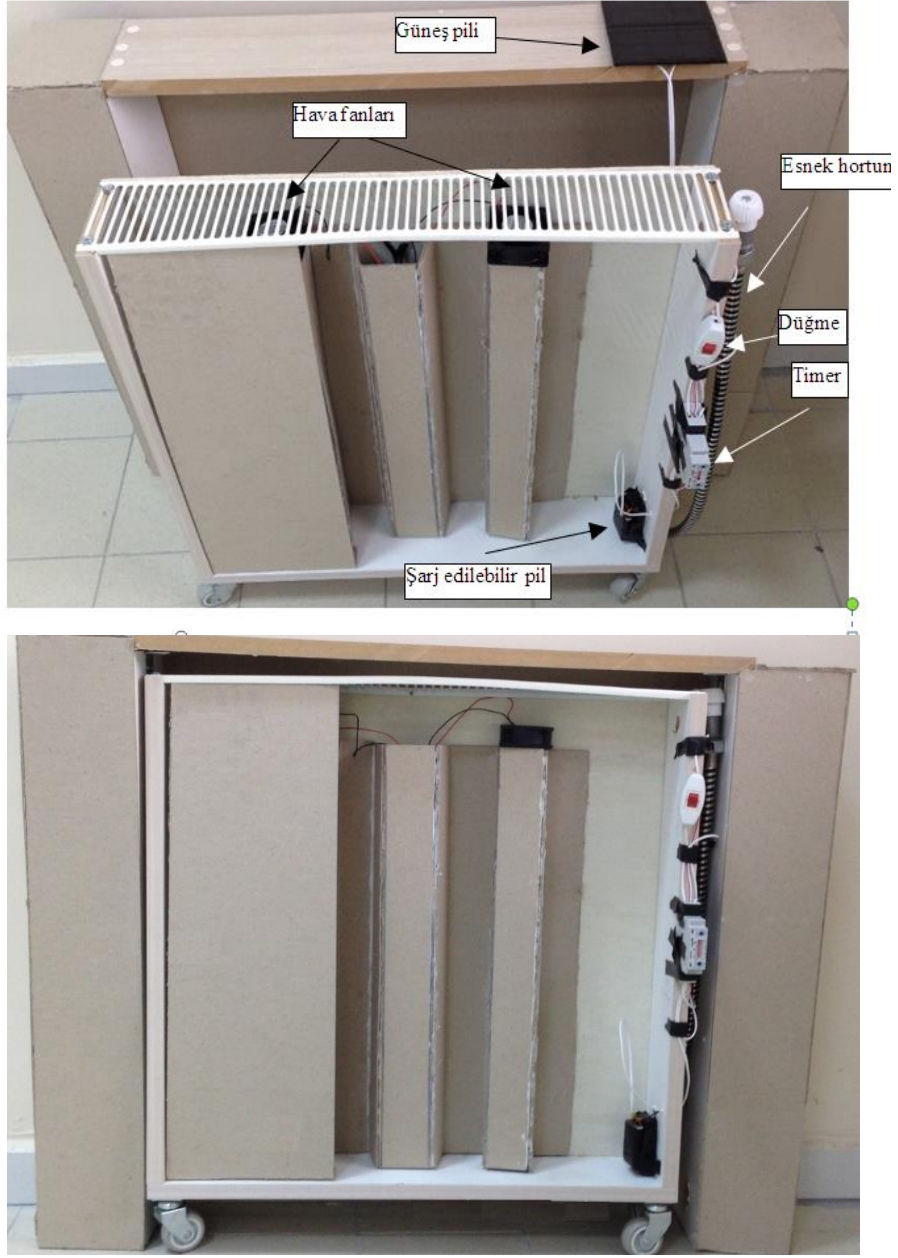
önemli bir rolü olduğunu tespit etmiştir. İncelenen karışımlar arasında, ısı transferini artması için, Etilen Glikol- Al_2O_3 nanoakışkanın, su- Al_2O_3 'ten daha iyi bir seçim olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, akış Reynolds sayısının artırılmasıyla ısı transferinin de arttığını gözlenmiştir ve analizlerde Nusselt sayısının hesaplanması için korelasyonlar kullanılmıştır. (Maiga et al. 2005).

Deneysel bir çalışmada, dikdörtgen kesitli mikrokanalların tasarımı yapılmış, akışın karakterizasyonunu incelenmiş ve farklı koşullar altında ısı transferi analizleri sunulmuştur. Akış sürtünme katsayısı, doğrudan basınç düşüşü ile mikrokanalın içinde ölçülmüştür. 1 mm ile 100 μm arasında hidrolik çapının değiştirilmesiyle termal ve ısı transferi sonuçları elde edilmiştir (Mokrani et al. 2007).

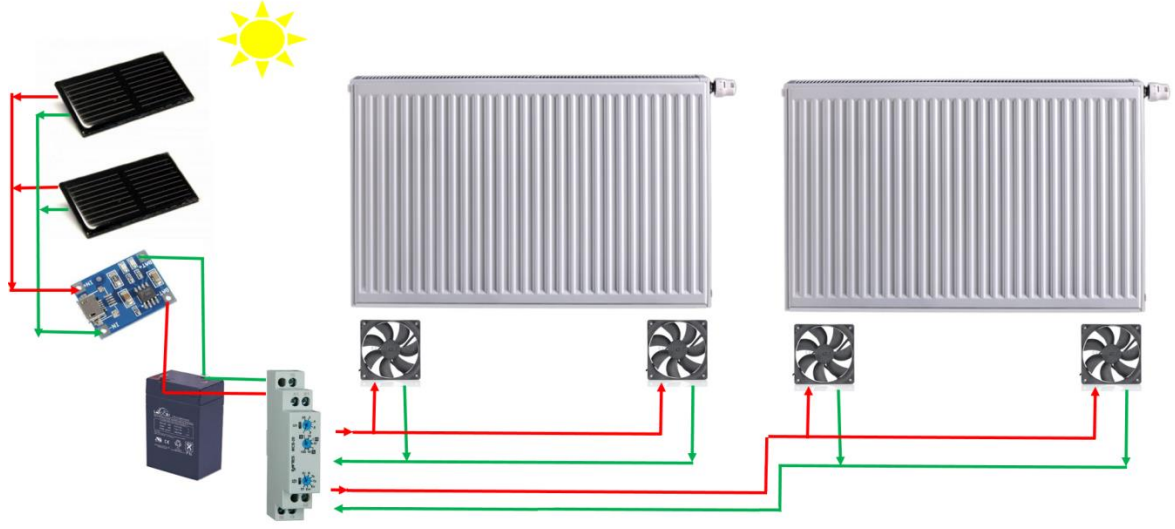
Bu çalışmada, güneş enerjisi kullanarak kaloriferlerde ısı transferini artırmak için zorlanmış taşınım sağlanmış, yeni sistemde değişiklikler incelenmiş doğal taşınım ile karşılaştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

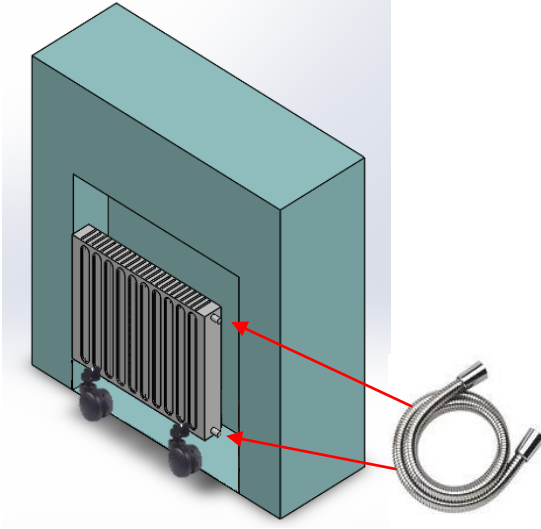
Güneş enerjisini kullanarak bir kaloriferde ısı transferini artırmak için zorlanmış taşınım önerilmiş, doğal taşınım ile karşılaştırılmak amacıyla sistemin modeli yapılmış ve gerçek bir konut peteğinde analizler yapılmıştır. Ahşaptan yapılan modelde sistemin tümü ve çalışma prensibi gösterilmiştir ve kullanılan cihaz ve detaylar şekilde sunulmuştur. Şekilde görüldüğü gibi, mimarlık bakımından yeni bir tasarım ortaya konulmuş ve yaz dönemi için, duvara yerleştirile bilen bir petek yapılmıştır. Tasarlanan kalorifer peteği için 2 adet 3watt elektronik fanları yerleştirildi ve fanların güç kaynağı olarak şarj edilebilir Li-Ion piller kullanıldı. Piller ile fanlar arasındaki devre sayesinde fanların sürekli değil bazı zaman aralıklarında çalışması sağlandı. Bunun için zaman aralıkları ve fan çalışma süresini kontrol altına almak için 'Timer' kullanılmıştır. Ayrıca, pillerin şarj etme akımı temin etmek için 2 (paralel olarak birleşmiş) güneş pilinden yararlanıldı ve bu şekilde, kalorifer peteklerinden ortama geçen ısı transferi miktarı artırılarak ortamın daha kısa sürede ısıtılması bilimsel eşitlikler ile incelenmiştir. Deney düzeneğinin şematik görünüşü şekil 2 de gösterilmiştir. Bu çalışmada, kaloriferin hareketli olduğu için tekerlekler kullanılmış, giriş ve çıkış su borular ise esnek hortumlardan yapılmıştır (şekil 3). Bu araştırmada, gerçek verileri elde etmek için T-tipi



Şekil 1. Tasarlanmış kaloriferin modeli - soğuk mevsimde duvardan çıkarılmış hali (üst), kullanılmadığı halde duvarda yerleştirilmiş hali (alt)



Şekil 2. Deney düzeneğinin şematik görünüşü



Şekil 3. Analizlerin yapıldığı peteğin tasarımı



Şekil 4. Kullanılan thermocoupler ve ölçüm cihazı

3. Analizler

Deneylet sırasında, ısı aktarım hızının kararlı bir durumda olduğu kabul edilmiştir ve hesaplamalar hem doğal taşınım hem de zorlanmış taşınım için yapılmıştır. Zorlanmış taşınım ısı transferi için:

$$(1) \dot{Q}_z = \dot{m}_h c_p (T_g - T_ç)$$

Kütlesel debi formülü için:

$$(2) \dot{m} = \rho v A$$

Deney düzeneği için boyutsuz sayılar (Reynolds ve Nusselt) aşığıdaki gibi ifade edilir:

$$(3) Nu = \frac{h L_c}{k}$$

Sıvı ısı iletkenliği (k), yerel ortalama sıvı sıcaklığından elde edilir; $T_{ort} = (T_g + T_ç)/2$

$$(4) Re = \frac{\rho v L_c}{\mu}$$

Boş boru için, Nusselt sayısı Colburn korelasyonundan bu şekilde ifade edilebilir: (Jun-Dar et al. 1991)

$$(5) Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^{1/3} \quad (10^4 \leq Re)$$

Doğal taşınım için Grashof sayısı:

$$(6) Gr = \frac{g B (T_w - T_\infty) L^3}{\nu_h^2}$$

Burada B hacimsel genleşme katsayısıdır ve hava ideal bir gaz farz edilirse $B=1/T$ ve L geometrik uzunluk -kalorifer için bu mesafe iki yüzey arası uzunluğu olarak hesaba alınmıştır (çengel 2011), T_{∞} ise yüzeyden yeterince uzak hava sıcaklığıdır:

Rayleigh sayısı ise Prandtl ve Grashof sayılarından elde edilir:

$$(7) Ra_L = Gr \times Pr$$

Düşey plaka için Nu sayısı

$$(8) Nu = \left(0.825 + \frac{0.387 Ra_L^{\frac{1}{6}}}{\left[1 + \left(\frac{0.492}{Pr} \right)^{\frac{9}{16}} \right]^{\frac{8}{27}}} \right)^2$$

Kanatçıklı yüzeyler için:

$$(9) Ra_s = \frac{g\beta(T_s - T_{\infty})S^3}{\nu^2} Pr$$

$$(10) S_{opt} = 2.714 \left(\frac{S^3 L}{Ra_s} \right)^{0.25}$$

$$(11) Nu = \frac{h S_{opt}}{\nu} = 1.307$$

Şarj edilebilir piller için şarj süresi “Şarj Süresi = pilin Ah sayısı / şarj akımı” şeklinde yazılabilir:

$$(12) t = Ah / I$$

Fan gücü sağlanan elektrik akım ve hava hızından hesaplanabilir:

$$(13) P = (\rho v A) \frac{v^2}{2}$$

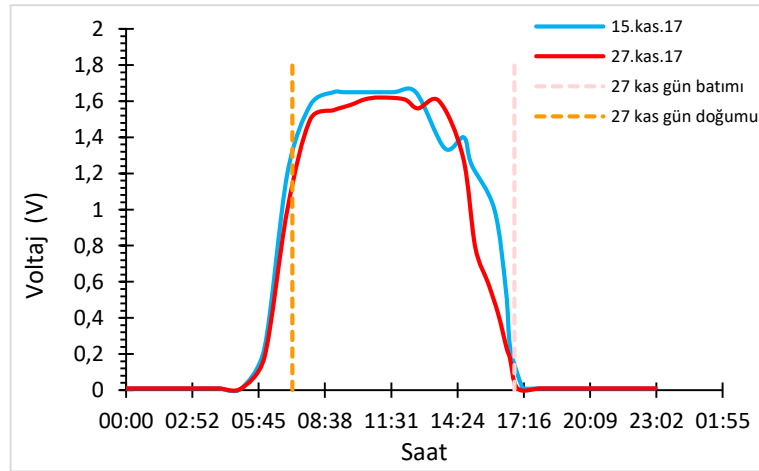
Ayrıca

$$(14) P = VI$$

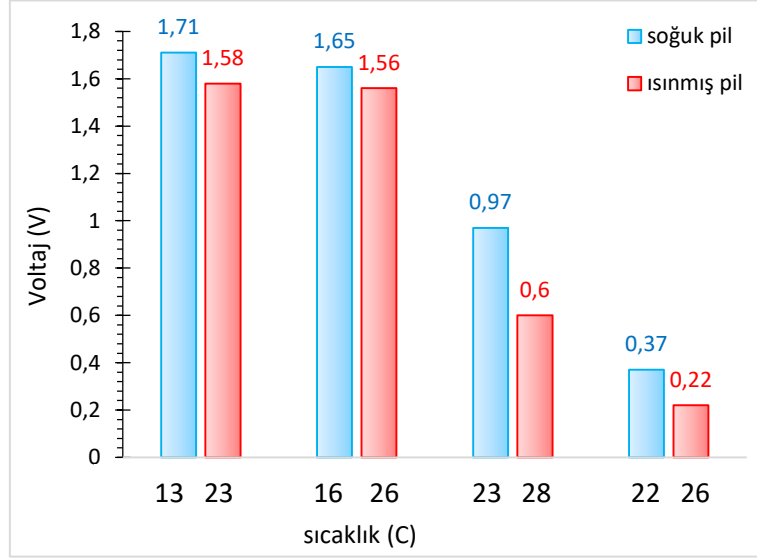
İfadesi ile elde edilir.

4. Araştırma bulguları

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar diyagramlar ve tablolar halinde sunulmuştur. Şekil 5'te, bir gün içinde güneş pilinin voltaj değişimi gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi, 15 Kasım 2017 tarihinde yapılan deneylerde gün doğumunda voltaj değeri maksimum noktasına ulaşmış ve daha sonra gün batımına saatine yaklaştıkça voltaj değeri düşmüştür. İkinci eğri ise 27 Kasım 2017 tarihine alınmış ve önceki değer ile karşılaştırılmıştır. Şekil 6'da, ortam sıcaklığının etkisi güneş piller üzerine bir diyagram halinde sunulmuştur. Aynı ışığı alan pil performansı, farklı sıcaklıklarda ölçülmüş ve pillerin soğuk havada daha yüksek performansı diyagram üzerinde gösterilmiştir. Bir sonuç olarak, kış mevsiminde güneş pilinin dış havasında konulması sistemin daha verimli çalışmasına neden olacaktır.



Şekil 5. Gün içinde kullanılan güneş pilin voltaj değerinin değişimi

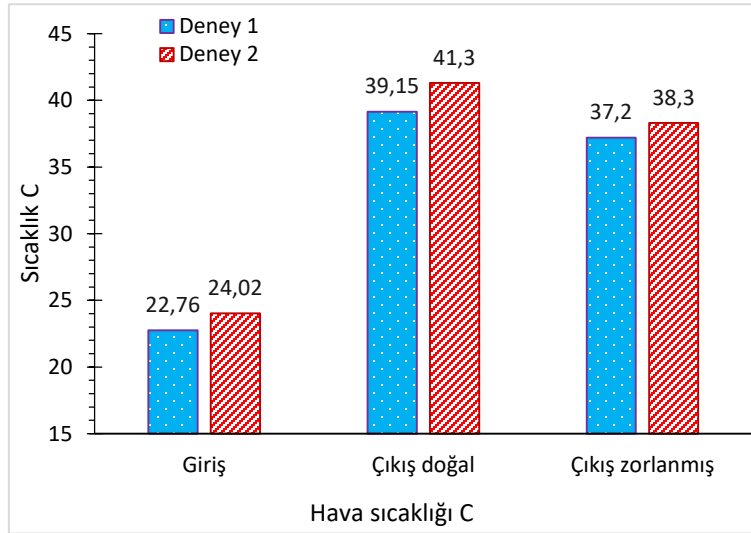


Şekil 6. Soğuk ve sıcak ortamın güneş pilin voltaj değerleri üzerine etkisi

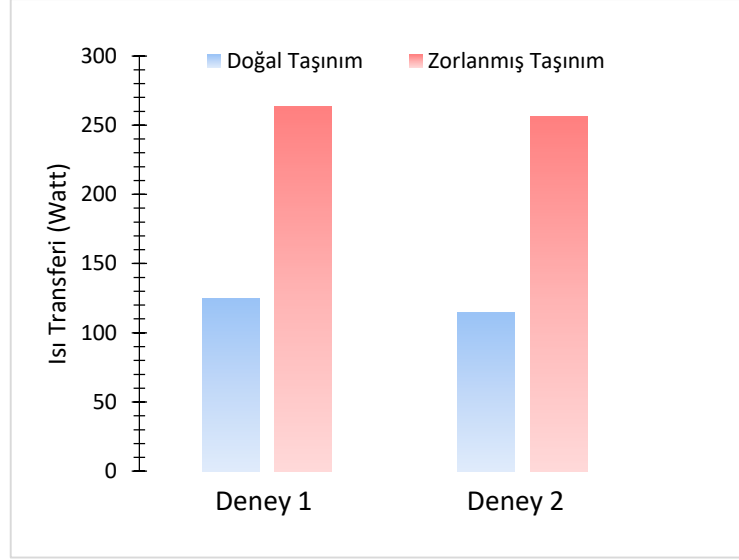
Tablo 1'de incelenmiş olan kaloriferde yüzey alan sıcaklığı hava giriş (alt kısmı), hava çıkışı (kaloriferin üst kısmı) ve ortalama hava sıcaklıklarının değerleri gösterilmiştir. Analizlerin daha dikkatli olması için 2 kez ölçüler alınmış ve birinci deney ve ikinci deney başlıkları altında sunulmuştur. Şekil 6'da sıcaklıklar farkını daha detaylı bir şekilde incelemek için, 2 deney sırasında elde edilen hava giriş ve çıkış sıcaklıkları karşılaştırılmıştır. Bu diyagramda görüldüğü gibi fanların çalışması sırasında (zorlanmış taşınım) çıkış sıcaklıklar önemli bir derecede düşmüş ancak ısı transferi ise şekil 7de görüldüğü gibi zorlanmış taşınım da önemli bir miktarda artış gözlenmiştir. Deney 1 de ısı transferi %111 ve deney 2 de %123 artışı gözlenmiştir.

Tablo 1. Termokupllerden elde edilen ortalama sıcaklıklar

		Birinci deney	İkinci deney
Doğal taşınım	T hava	22,76	24,02
	T yüzey alan	39,90	40,13
	T çıkış hava	39,15	41,30
Zorlanmış taşınım	T hava	22,76	24,02
	T yüzey alan	39,90	40,13
	T çıkış hava	37,20	38,30



Şekil 6. Yapılan 2 deneyde kalorifer hava giriş ve çıkış sıcaklıklarının değişimi



Şekil 7. Isı transferinin değişimi

Sonuçlar

Bir ısı eşanjörü olarak, kaloriferde enerji analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Bu çalışmada elde edilen bazı önemli bulgular maddeler halinde sıralanmış ve özetlenmiştir:

- 1- Bir mimari tasarımı olarak, duvar içerisine gömülebilen kalorifer petekleri tasarlanmış ve önerilmiştir.
- 2- Soğuk havanın güneş piller üzerine olumlu etkisi diyagramlar üzerinde gösterilmiştir.
- 3- kalorifer petekleri için güneş enerjisi kullanılmış hava fanları ile zorlanmış taşınım ısı transferi sağlanmıştır.
- 4- Yapılan deneylerde ısı transferinin arttığı gözlenmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma Erzurum Teknik Üniversitesinde yapılmıştır, değerli fikirlerinden yararlanmış olduğumuz hocalardan, deney modelinin kurulmasında destekleri ile karşılayan mühendislik ve mimarlık fakültesine sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

Kaynaklar

- Altaş, İ. H. (1998). Fotovoltaj güneş pilleri: yapısal özellikleri ve karakteristikleri. *Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e*, 47, 66-71.
- Altaş, İ. H. (1998). Fotovoltaj Güneş Pilleri: Eşdeğer Devre Modelleri ve Güneş ışığı ile Sıcaklığın Etkileri. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Cengel, Y. A., Ghajar, A. J. (2011). *Heat and mass transfer (a practical approach, SI version)*.
- Emery, A. F., Kippenhan, C. J. (2006). A long term study of residential home heating consumption and the effect of occupant behavior on homes in the Pacific Northwest constructed according to improved thermal standards. *Energy*, 31(5), 677-693.
- Jun-Dar, C., Shou-Shing, H. (1991). Assessment study of longitudinal rectangular plate inserts as tubeside heat transfer augmentative devices. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 34(10), 2545-2553.
- Maiga, S. E. B., Palm, S. J., Nguyen, C. T., Roy, G., Galanis, N. (2005). Heat transfer enhancement by using nanofluids in forced convection flows. *International journal of heat and fluid flow*, 26(4), 530-546.
- Mokrani, O., Bourouga, B., Castelain, C., Peerhossaini, H. (2009). Fluid flow and convective heat transfer in flat microchannels. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 52(5), 1337-1352.
- Rogers, A., Maleki, S., Ghosh, S., Jennings, N. R. (2011). Adaptive home heating control through Gaussian process prediction and mathematical programming.
- Şahin, M. E., Okumuş, H. İ. (2013). Güneş Pili Modülünün Matlab/Simulink ile Modellenmesi ve Simülasyonu (Modeling and Simulation of Solar Cell Module in Matlab/Simulink). *EMO Bilimsel Dergi*, 3(5), 17-25.