

FARKLI TİPTE MODELLENMİŞ GÜNEŞ DUVARLARININ ISIL PERFORMANSININ SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ

Ayla DOĞAN
Tolga PIRASACI

ÖZET

Binaların ısıtma ihtiyacının karşılanmasında güneş enerjisi kullanımı, ısı depolama duvarı olarak bilinen Trombe duvar çalışmalarının başlamasıyla günümüzde oldukça yaygın hale gelmiştir. Bina cephelerine uygulanan klasik duvar tipi Trombe duvar olarak bilinen bir tür ısı depolama duvarıdır. Bu duvarın kullanım amacı, binaların ısıtma tesisatında tüketilen enerji masraflarını mümkün olduğunca azaltmaktır. Günümüzde bilinen Klasik Trombe duvar ile ilgili yapılan bazı çalışmalarda, duvar ve duvarın oluşturduğu sistemde ısıll kontrollerin sağlanmasının oldukça güç olduğu görülmüştür. Dolayısıyla, bu çalışmada Trombe duvar mantığı kullanılarak, ısıll kontrollerin sağlanabilmesine yönelik Trombe duvarla birlikte, modifiye edilmiş 4 farklı tip duvar sayısal olarak modellenmiş ve ısıll karşılaştırmaları yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Trombe Duvar, doğal konveksiyon, laminar akış

ABSTRACT

Nowadays, solar energy usage to meet the heating requirements of a building has become very common by recent studies over Trombe wall also known as heat storage wall. Trombe wall is known as heat storage wall is applied conventionally on facades. Intended use of this wall is to reduce energy costs of heating system as much as possible. On recent studies, researchers found out that it is quite difficult to perform thermal controls of the wall and its system. According to that, this study aims for numerical design and thermal comparison of 4 different types of Trombe wall which can allow the user to perform thermal controls.

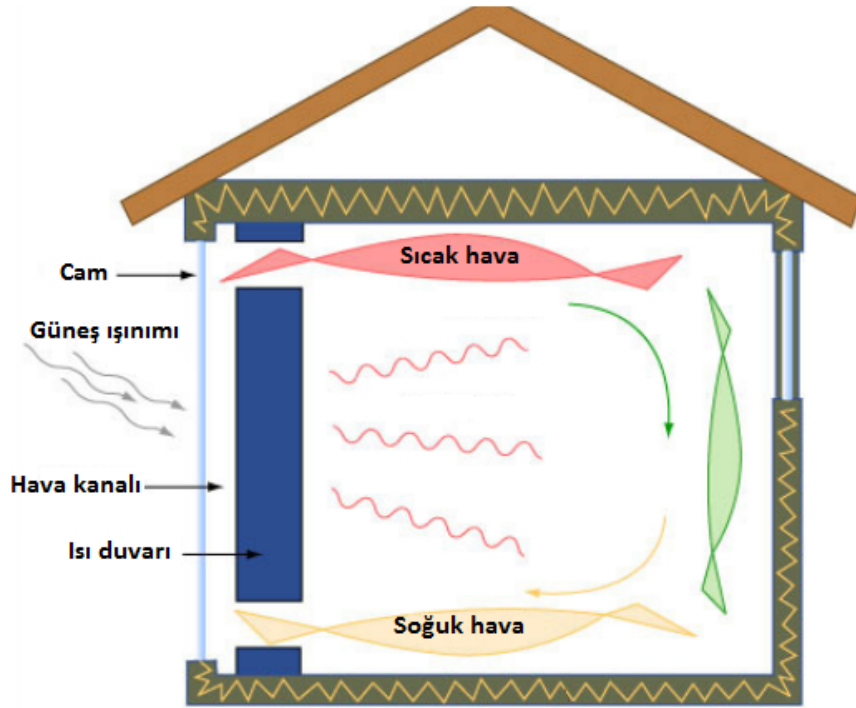
Key Words: Trombe wall, natural convection, laminar flow

1.GİRİŞ

Günümüzde güneş enerjisinden ısı enerjisi teminini ve çeşitli alanlarda kullanılması oldukça yaygın hale gelmiştir. Binaların ısıtılması ve soğutulması için gerekli olan enerji miktarı yaklaşık olarak toplam dünya enerji tüketiminin %30 unu teşkil etmektedir [1]. Bu büyük miktardaki enerji ihtiyacı binalarda pasif sistemler adı verilen ısıtma yöntemleri kullanılarak uygun koşullarda binaların ısıtma ihtiyacı karşılanabilir ve ısıtma için gerekli olan masraflar en aza indirgenebilir. Basit gibi görünen fakat muazzam enerji tasarrufu sağlanabilecek sistemler geliştirilebilir.

Güneş ışığı binaya çarptığı zaman, bina malzemeleri bu ışığı geçirir, yansıtır ya da güneş ışınımını absorbe eder. Oluşturulacak bir hava kanalı içerisinde ise, güneş tarafından üretilen ısının bir hava hareketine yol açacağı bellidir. Buradan yola çıkarak binaların ısıtılması, doğal bir kaynak olan güneş sayesinde yapılabilmektedir. Pasif ısıtma tekniklerinden biri de Trombe duvar kullanımınıdır.

Şekil 1’de Trombe duvar çalışma şekli gösterilmiştir. Trombe duvar bir kolektör sistemi olup, duvar ve duvardan belli bir mesafeye yerleştirilmiş cam yüzeyden oluşur. Duvarın dış yüzeyi güneye bakar ve güneş ışınlarını absorplayıcı olarak çalışır. Burada, camdan geçen ışınlar, Trombe duvar tarafından emilerek, enerji duvar içinde depolanır. Cam ile duvar arasında kalan hava ise ısınır ve doğal konveksiyon yoluyla üst havalandırmadan iç ortama iletilir. Bilindiği gibi ısınan hava genişir ve böylece sıcaklığı artarken yoğunluğu azalır. Dolayısı ile kanal içerisindeki hava, kaldırma kuvvetinin etkisiyle yükselir. Üst havalandırmadan oda içerisine girerek, sahip olduğu ısı enerjisini oda içerisine aktarır. Soğuk oda havası, Trombe duvarın alt kısmında bulunan hava deliğinden kanala çekilir. Hava, cam-duvar arasındaki kanalda ısınarak yükselir ve oda içerisine tekrar sirkülasyon yoluyla aktarılır. Kanalda doğal konveksiyonla (termo sirkülasyon) ısının taşınması, duvarın alt ve üst kısımlarına havalandırma deliklerinin açılmasıyla mümkün olmaktadır. Böylece kışın güneşli günlerde odaya ek bir ısı kazancı sağlanmış olur. Trombe duvar sistemlerinde, duvarın güneşe bakan dış yüzeyi koyu renkte olmalıdır.



Şekil 1. Trombe duvarlı bir sistemde hava akışı

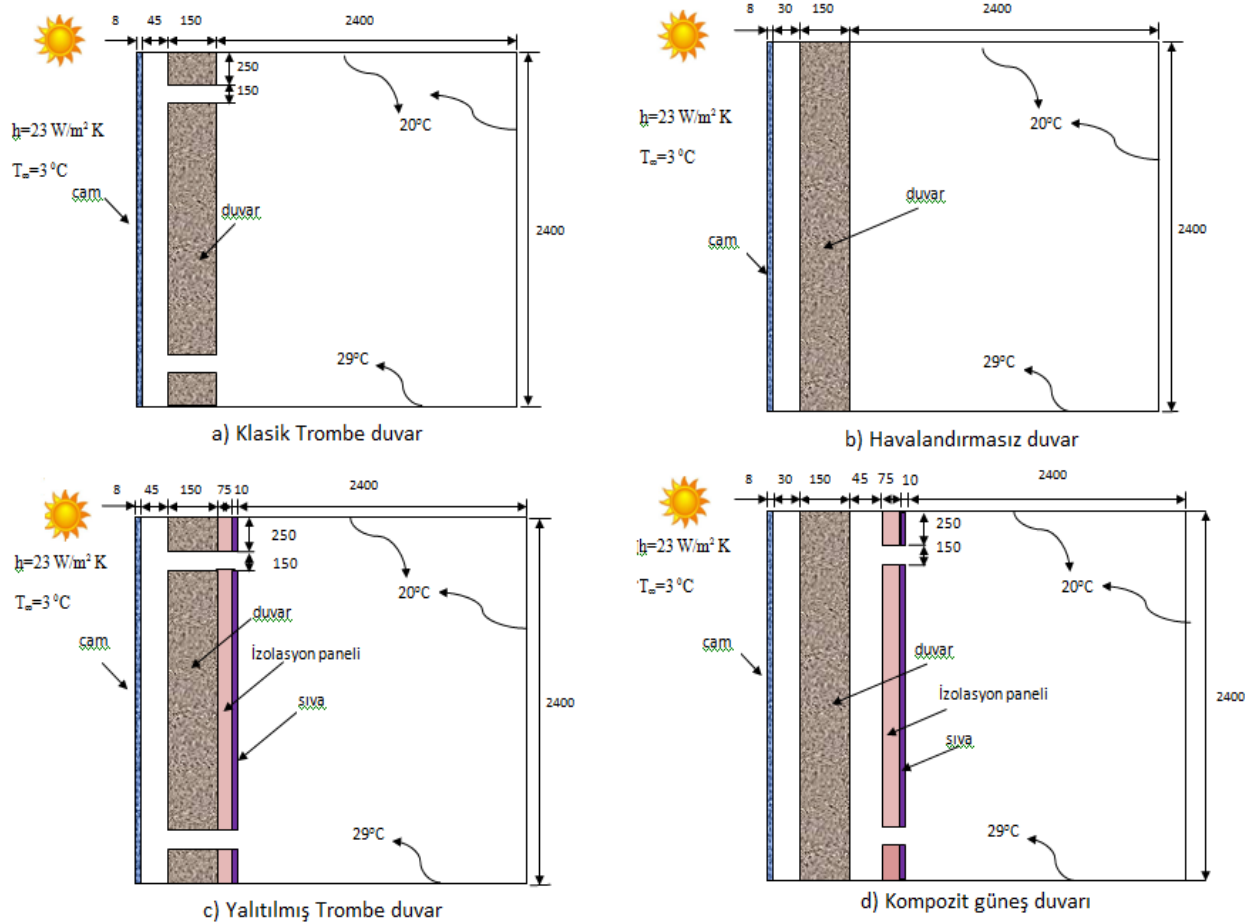
Trombe duvarla ilgili ilk çalışmalar güneş bacası olarak modellenen iki paralel levha arasında gerçekleşen doğal konveksiyonun incelenmesi ile başlamış, daha sonra Trombe duvar ve bitişiğindeki odayı içine alan tüm sistemdeki ısı transferinin incelenmesi ile devam etmiştir. Literatürde Trombe duvarla ilgili birçok çalışmaya rastlamak mümkündür. Fakat son yıllarda termal performansın artırılmasına yönelik optimum oda şartlarının sağlanması için gerekli olan koşulların belirlenmesi üzerine çalışmalar sınırlı sayıdadır. Zalewski ve arkadaşları [2], değişik iklim koşullarında, dört farklı tipte ısı depolama duvarı üzerinde hem sayısal hem de 3 yıllık verileri kullanarak deneysel çalışmalar yapmışlardır. Yedder ve Bilgen [3], Trombe duvarlı bir sistemin termal performansını, akışı laminer ve iki boyutlu kabul ederek, sayısal olarak incelemişlerdir. Onbaşıoğlu ve Eğrican [4], yapmış oldukları çalışmada, pasif ısıtım sistemlerinin termal performanslarını, hız, sıcaklık ve akı ölçümleri yaparak, ısı kazancına etkilerini deneysel olarak incelemişlerdir. Zamora ve Kaiser [5], çalışmalarında hem uniform sıcaklık şartlarını, hem de uniform ısı akışı koşullarını kullanarak iki duvar arasındaki doğal konveksiyonla ısı transferini ve duvarlar arasındaki optimum mesafeyi sayısal olarak modellemişlerdir.

Zalewski ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada [2] sadece duvarlar ele alınmış ve duvarlardaki ısı değişimleri incelenmiştir. Bu çalışmada ise Trombe duvar ile birlikte 3 farklı tipteki duvara bitişik

yerden ısıtılmalı bir oda ele alınarak, oda içerisindeki sıcaklık ve hava hızı değişimleri sayısal olarak incelenmiş ve ısı karşılaştırmaları yapılmıştır.

2.ÇALIŞMANIN KAPSAMI

Binaların ısıtılmasında güneş enerjisi kullanımı, Trombe duvar çalışmalarının başlamasıyla son yıllarda oldukça yaygın hale gelmiştir. Klasik Trombe duvar sistemi (Şekil 1), akşam saatlerinde veya güneş akısının (G.A.) düşük olduğu günlerde düşük termal direnci sebebiyle önemli ısı kayıplara neden olmaktadır. Güneş akısının fazla olduğu günlerde ise, aşırı ısınma sebebiyle termal kontrollerde sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu çalışmada bahsi geçen sıkıntıların üstesinden gelebilmek için tasarlanmış farklı tipteki güneş duvarlarına sahip odalar sayısal olarak modellenmiş ve ısı karşılaştırmalar yapılmıştır. Şekil 2 de Klasik Trombe duvar, havalandırmasız duvar, Yalıtılmış Trombe duvar ve Kompozit Trombe duvar olarak modellenmiş güneş duvarlı odaların boyutları, oda duvar sıcaklıkları ve dış ortam şartları verilmiştir. Odanın taban kısmında yerden ısıtma yapılmış olup, tavan ve sağ yan duvar sabit sıcaklıkta tutulmuştur. Trombe duvar kısmında ise duvara sabit ısı akısı ($100-400 \text{ W/m}^2$) uygulanmıştır.



Şekil 2. Farklı tipteki güneş duvarlı odaların görünümü (ölçüler mm)

Modellemede kullanılan malzemelerin fiziksel özellikleri Tablo 1 'de verilmiştir.

Tablo1. Çalışmada kullanılan malzemelerin fiziksel özellikleri [6].

	k (W/mK)	ρ (kg/m ³)	c_p (J/kgK)
izolasyon paneli	0.04	16	1210
sıva	0.22	1680	1085
duvar	1.4	2300	750
cam	1.4	2500	750

3.SAYISAL ÇALIŞMA

Sayısal çalışmada FLUENT paket programı kullanılmıştır. Çözümler laminar akış şartlarda, iki boyutlu olarak yapılmış, kaldırma kuvvetinin etkisi Boussinesq yaklaşımı kullanılarak dikkate alınmıştır. Çözümün yakınsaklığı kontrol edilmiştir. Bunun yanı sıra duvar içerisinde iletimle olan ısı transferi de çözüme dahil edilmiştir.

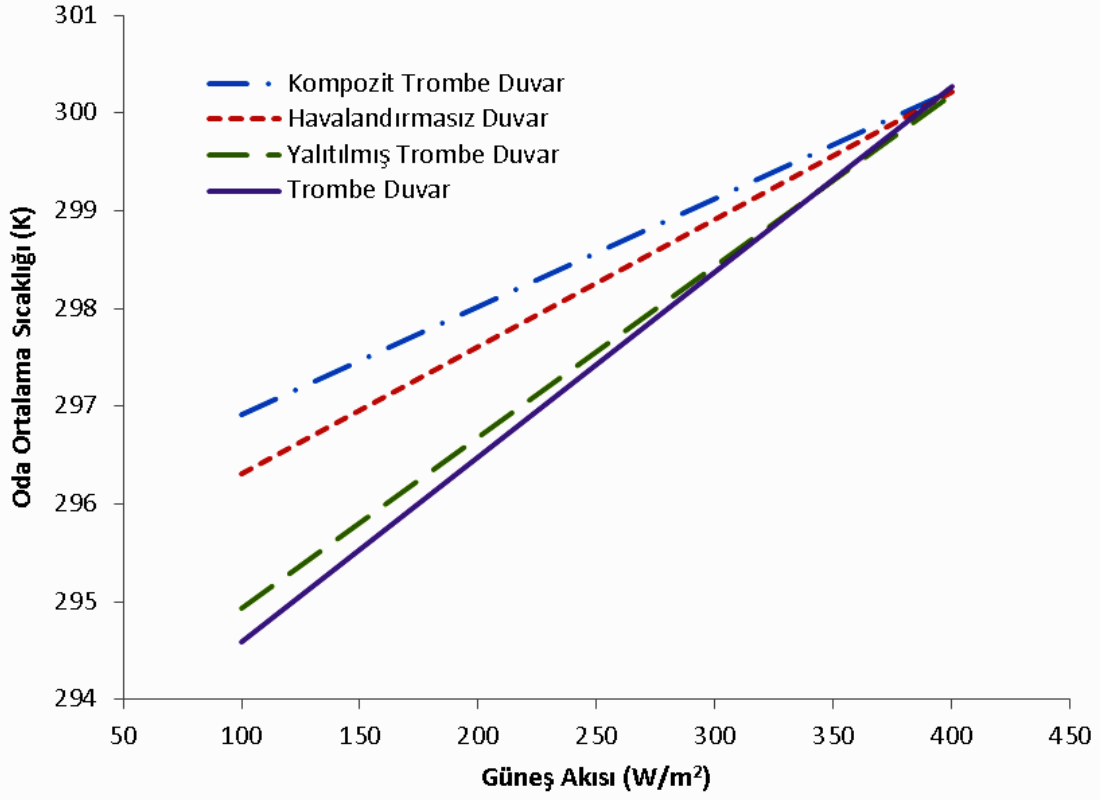
Çözümler aşağıda belirtilen sınır şartlarında yapılmıştır.

1. Dış ortam sıcaklığı, tesisat hesaplamalarında Antalya için kabul edilen 3°C olarak alınmıştır [6].
2. Dış ortam konveksiyon katsayısı 23,3 W/m² K olarak kabul edilmiştir [6] .
3. Odalardaki zemin sıcaklığı yerden ısıtma uygulamalarındaki en yüksek sıcaklık olan 29°C olarak kabul edilmiştir.
4. Oda yan duvarı ve tavan sıcaklığı 20°C olarak kabul edilmiştir.
5. Oda içerisine radyasyonla ısı transferi ihmal edilmiştir.
6. Güneş ısı akısının 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400 W/m² değerleri için çözümler elde edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Klasik duvar ile birlikte 3 farklı tipte duvar modellenerek bir oda içerisinde meydana gelen sıcaklık ve ısı yük değişimleri incelenmiştir.

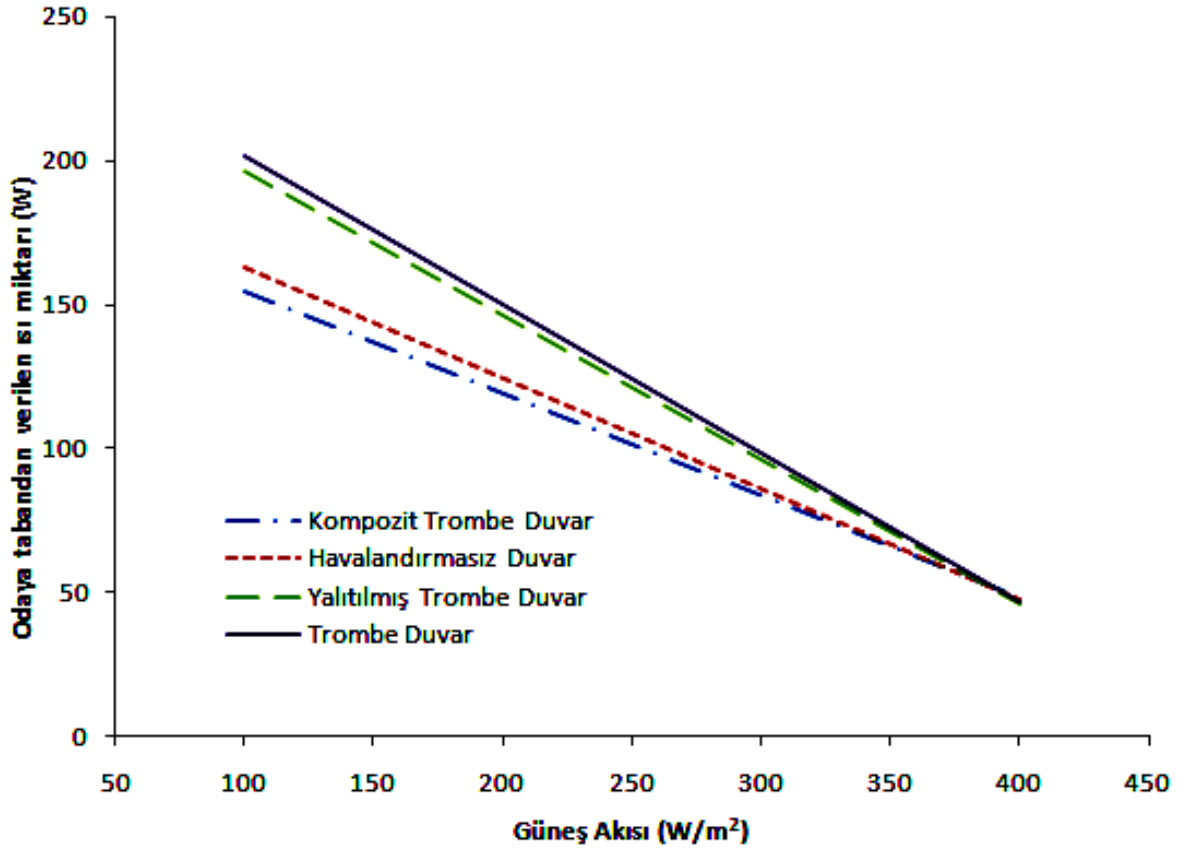
Şekil 3' de Klasik Trombe duvar, Havalandırmaz duvar, Yalıtılmış Trombe duvar ve Kompozit Trombe duvar için oda ortalama sıcaklığının güneş akısına göre değişimi gösterilmiştir.



Şekil 3. Ortalama oda sıcaklığının güneş akısına göre değişimi

Şekil 3 incelendiğinde tüm duvar tipleri için, oda içi ortalama sıcaklık değerlerinin güneş akısındaki artış ile birlikte arttığı görülmüştür. En fazla artış Trombe duvarlı odada olmakla birlikte düşük güneş akılarında en yüksek sıcaklık değeri Kompozit Trombe duvarlı odada elde edilmiştir. Yüksek güneş akılarında ise sıcaklık değeri hemen hemen aynı olmakla birlikte, Kompozit Trombe duvarlı oda ve Trombe duvarlı oda için elde edilen sıcaklık doğrularının eğimleri karşılaştırıldığında Kompozit Trombe duvarın yüksek güneş akılarında diğer duvarlara göre daha iyi bir sıcaklık kontrolü sağladığı (aşırı ısınmayı önlediği) kanaatine varılmıştır.

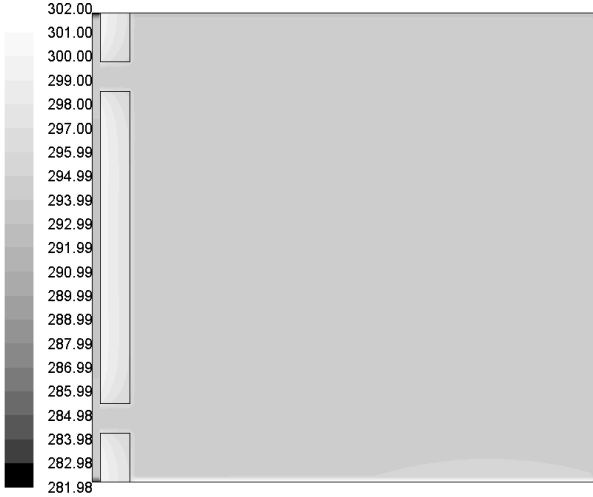
Şekil 4'de dört farklı tipteki duvar için, odaya tabana yerleştirilen ısıtma sistemi kullanılarak verilmesi gereken ısı miktarının güneş akısı ile değişimi gösterilmiştir.



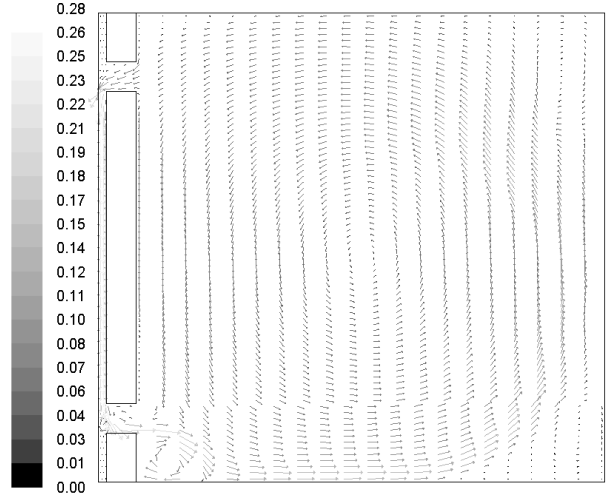
Şekil 4. Odaya verilmesi gereken ısı miktarı Güneş Akısı (G. A.) ile değişimi

Şekil 4 incelendiğinde tüm duvar tipleri için, odaya verilmesi gereken ısı miktarının güneş akısındaki artış ile birlikte azaldığı görülmüştür. Azalma miktarı en fazla Trombe duvarlı odada olmakla birlikte düşük güneş akılarında odaya verilmesi gereken en az ısı miktarı Kompozit Trombe duvarlı odada elde edilmiştir.

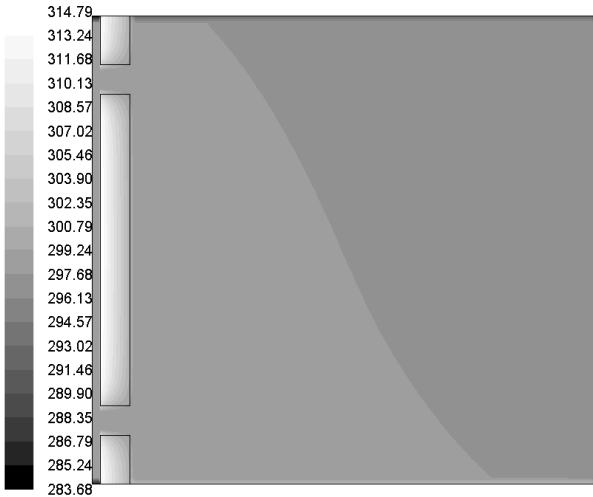
Oda sıcaklık değerindeki ve odaya verilmesi gereken ısı miktarındaki değişimlerin nedenlerini belirleyebilmek için, oda içerisindeki sıcaklık ve hız vektörleri dağılımlarının incelenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada her bir oda için farklı akılarda ($100-400 W/m^2$) sıcaklık kontur ve hız vektör dağılımları elde edilmiştir. Ancak tüm sayısal çalışmaların dağılımlarını burada göstermek mümkün olmadığından, her bir oda için örnek olması açısından birkaç farklı çalışma sunulmuştur. Sıcaklık kontur ve hız vektörü dağılımları, Klasik Trombe duvar için Şekil 5' de, Yalıtılmış Trombe duvar için Şekil 6' da, Havalandırmasız duvar için Şekil 7' de ve Kompozit Trombe duvar için Şekil 8' de gösterilmiştir.



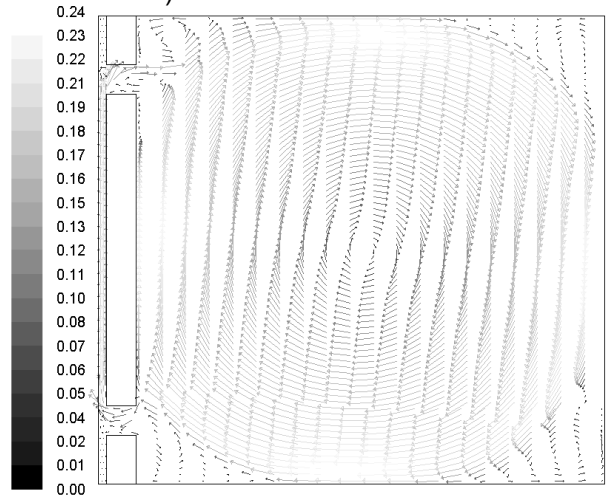
a) Oda sıcaklık dağılımı (G.A.=100 W/m²)



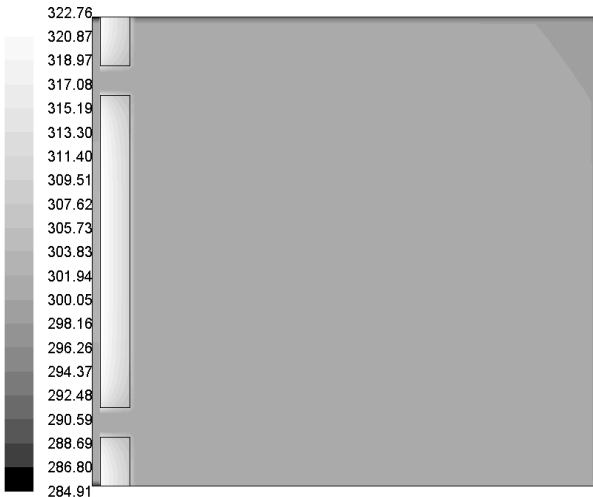
b) Oda içi hız vektörleri dağılımı(G.A.=100 W/m²)



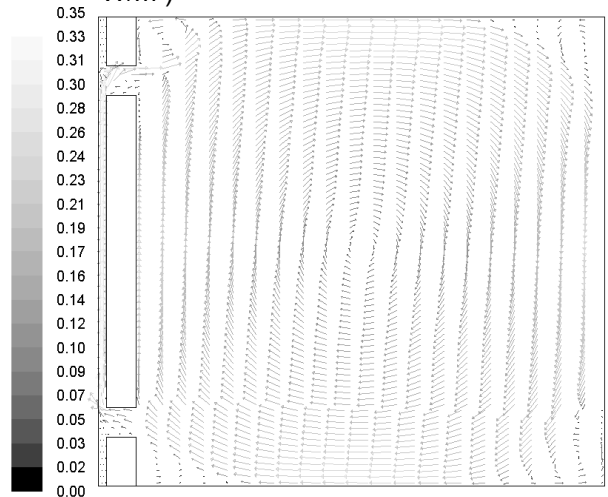
c) Oda sıcaklık dağılımı (G.A.=250 W/m²)



d) Oda içi hız vektörleri dağılımı(G.A.=250 W/m²)

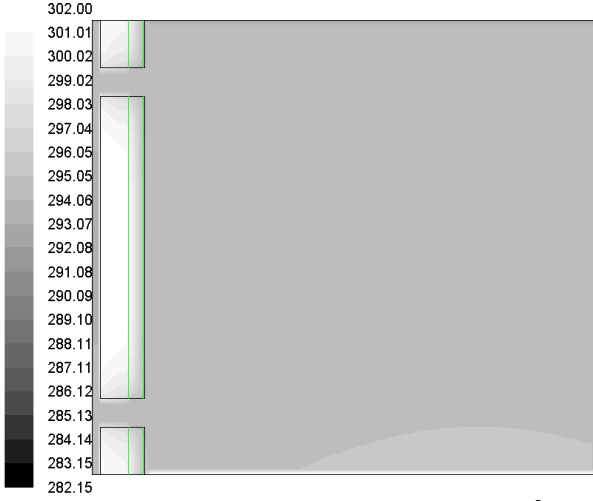


e) Oda sıcaklık dağılımı (G.A.=400 W/m²)

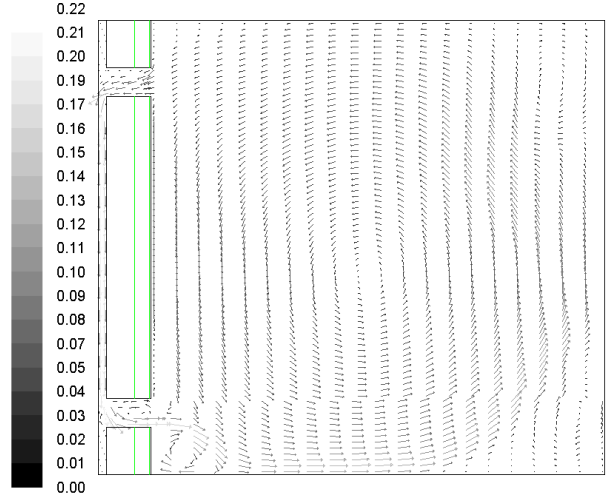


f) Oda içi hız vektörleri dağılımı(G.A.=400 W/m²)

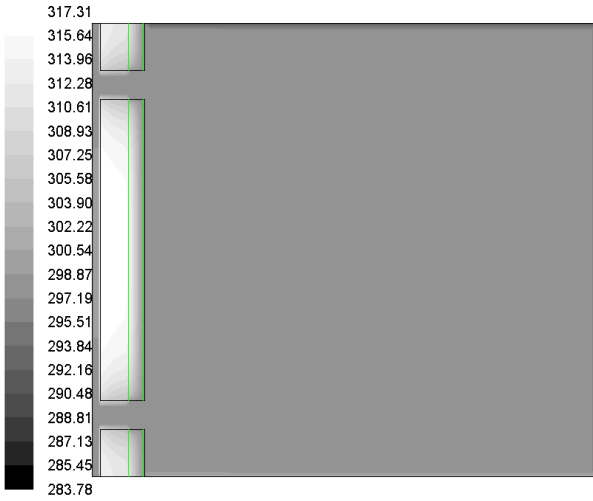
Şekil 5. Trombe duvarlı oda için sıcaklık ve hız vektörleri dağılımı



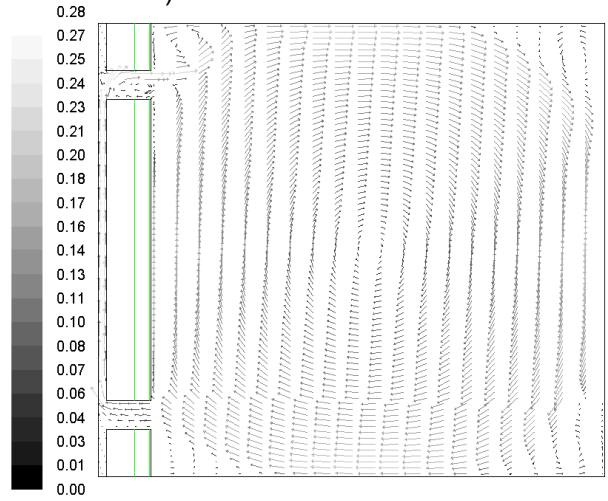
a) Oda sıcaklık dağılımı (G.A.=100 W/m²)



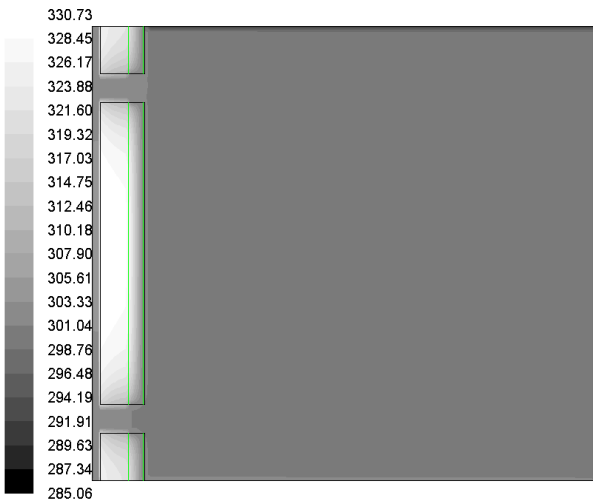
b) Oda içi hız vektörleri dağılımı(G.A.=100 W/m²)



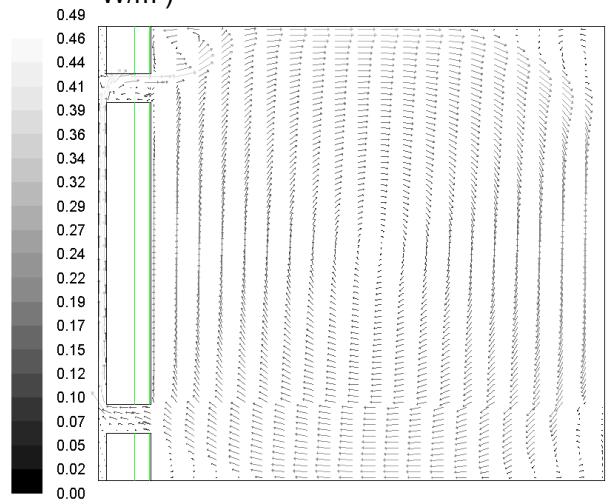
c) Oda sıcaklık dağılımı (G.A.=250 W/m²)



d) Oda içi hız vektörleri dağılımı(G.A.=250 W/m²)

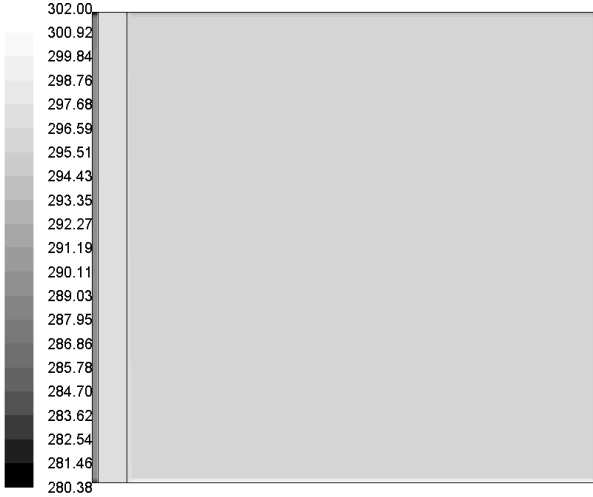


e) Oda sıcaklık dağılımı (G.A.=400 W/m²)

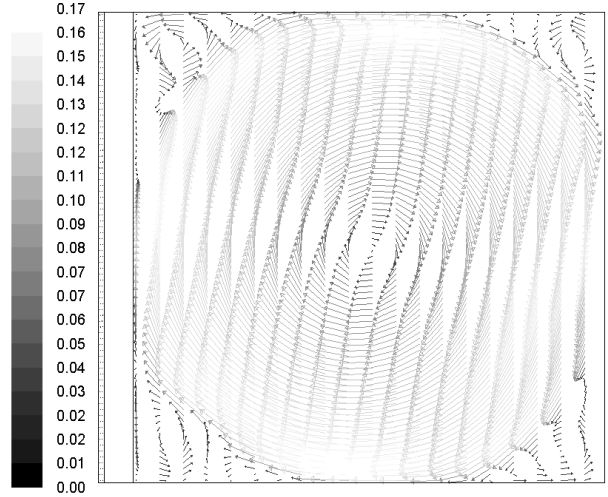


f) Oda içi hız vektörleri dağılımı(G.A.=400 W/m²)

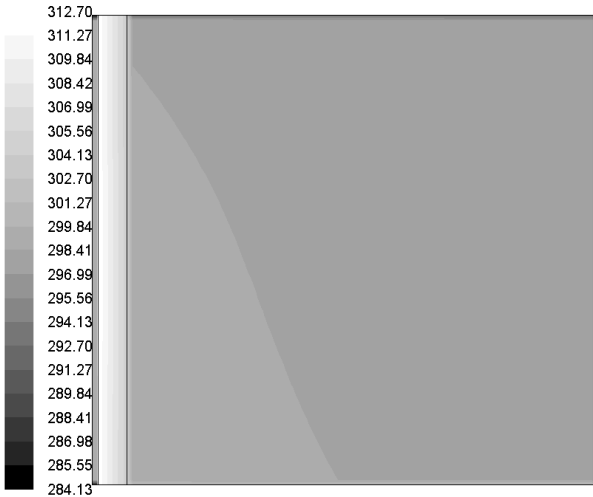
Şekil 6. Yalıtılmış Trombe duvarlı oda için sıcaklık ve hız vektörleri dağılımı



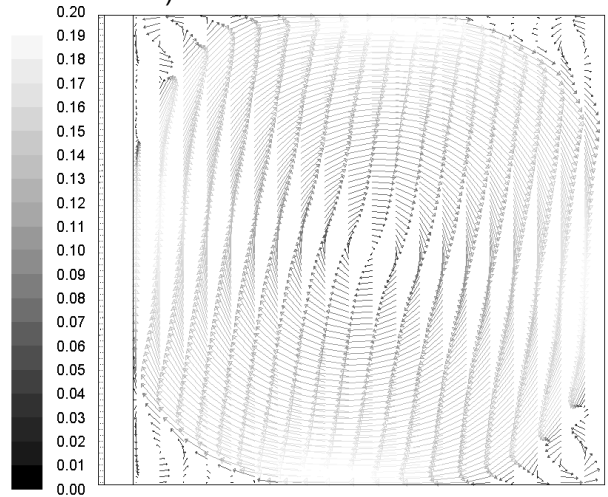
a) Oda sıcaklık dağılımı (G.A.=100 W/m²)



b) Oda içi hız vektörleri dağılımı(G.A.=100 W/m²)



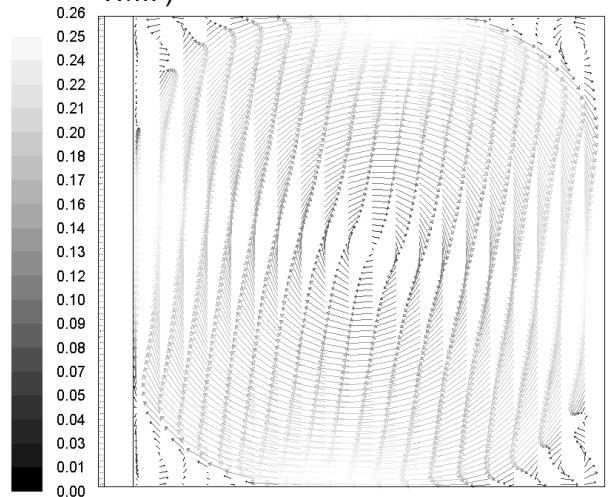
c) Oda sıcaklık dağılımı (G.A.=250 W/m²)



d) Oda içi hız vektörleri dağılımı(G.A.=250 W/m²)

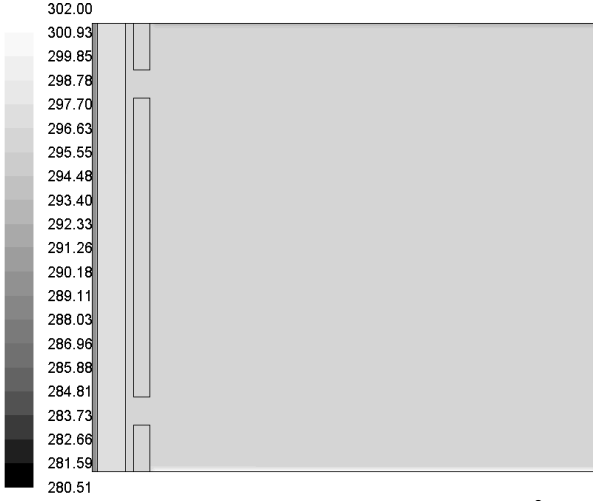


e) Oda sıcaklık dağılımı (G.A.=400 W/m²)

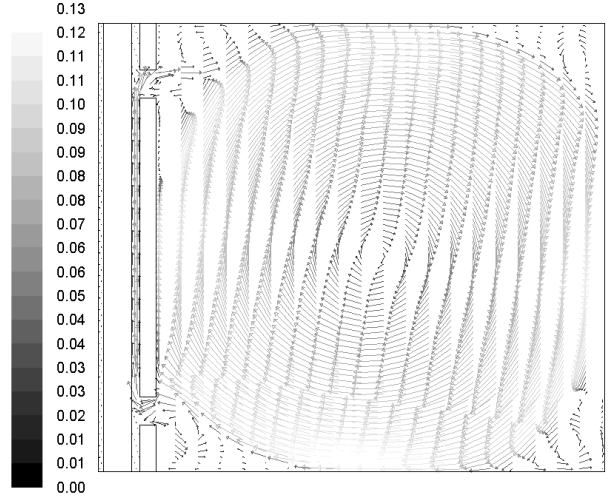


f) Oda içi hız vektörleri dağılımı(G.A.=400 W/m²)

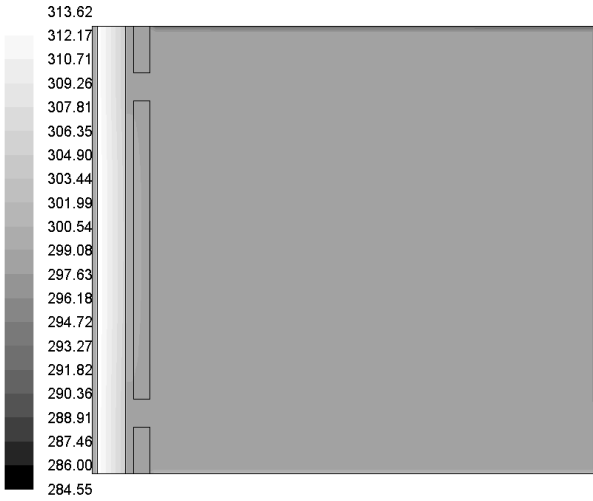
Şekil 7. Havalandırmaz duvarlı oda için sıcaklık ve hız vektörleri dağılımı



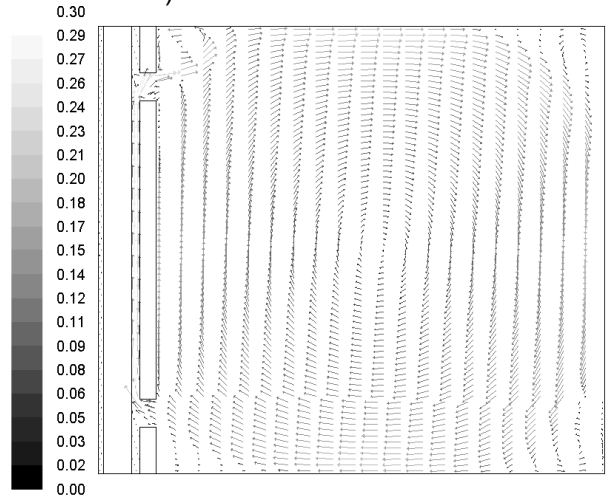
a) Oda sıcaklık dağılımı (G.A.=100 W/m²)



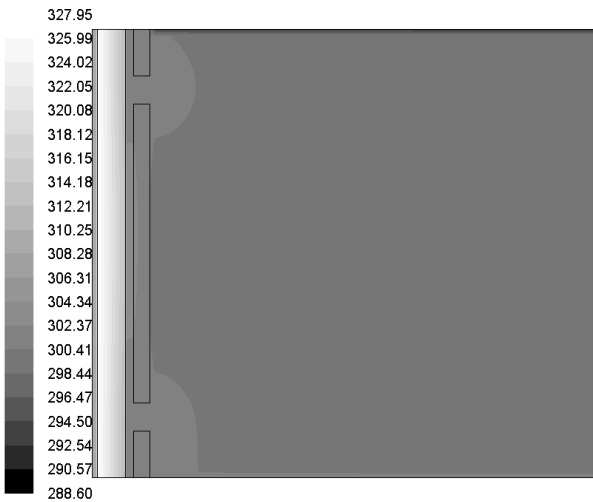
b) Oda içi hız vektörleri dağılımı(G.A.=100 W/m²)



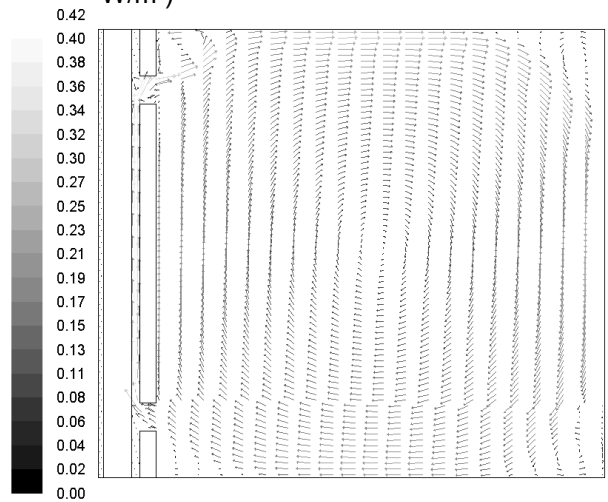
c) Oda sıcaklık dağılımı (G.A.=250 W/m²)



d) Oda içi hız vektörleri dağılımı(G.A.=250 W/m²)



e) Oda sıcaklık dağılımı (G.A.=400 W/m²)



f) Oda içi hız vektörleri dağılımı(G.A.=400 W/m²)

Şekil 8. Kompozit Trombe duvarlı oda için sıcaklık ve hız vektörleri dağılımı

Klasik Trombe duvarlı sistemde (Şekil 5), düşük güneş akılarında oda tabanında ısınan havanın üst havalandırmadan girerek cam ve duvarın olduğu kanalda soğuduğu ve alt havalandırmadan odaya döndüğü görülmektedir. Bu durum duvar sıcaklığının, cam-duvar arasındaki kanalda hareket eden hava sıcaklığından daha düşük olduğu durumda meydana gelmektedir. Bunun sonucunda oda sıcaklığı düşmekte dolayısıyla odaya tabandan verilmesi gereken ısı miktarı artmaktadır. Güneş akısının yükselmesi ile birlikte bu hareket tersine dönmekte ve düşük sıcaklıktaki oda havası alt havalandırmadan girerek cam ve duvarın oluşturduğu kanalda ısınarak yükselmekte ve üst havalandırmadan oda içerisine girmektedir. Dolayısıyla oda sıcaklığı artmakta ve verilmesi gereken ısı miktarı ise azalmaktadır.

Yalıtılmış Trombe duvarlı odada (Şekil 6) Trombe duvarlı odaya benzer dağılımlar elde edilmiştir. Burada da düşük güneş akıları için sıcak oda havası üst havalandırmadan girerek soğumuş ve odaya geri dönmüştür. Ancak duvar üzerine uygulanan yalıtımın da etkisi ile Trombe duvar üzerindeki iletim ile olan ısı transferi azalmış dolayısı ile Trombe duvarlı odaya göre bir miktar daha yüksek sıcaklık değerleri elde edilmiştir.

Havalandırmasız duvarlı oda da (Şekil 7) ise iletim yolu ile odaya ısı transferi olmuş, bunun sonucunda da düşük güneş akılarında bile bu duvar yüzeyinden geçen akışkanın sıcaklığı artmıştır. Dolayısıyla Trombe ve Yalıtılmış Trombe duvarlı odalara göre oda sıcaklığı çok daha yüksek, odaya verilmesi gereken miktarı ise çok daha düşük olmuştur.

Kompozit Trombe duvar kullanılması durumunda (Şekil 8) düşük ısılar da da alt havalandırmadan kanala giren oda havası kanal içerisinde ısınarak yükselmiş ve üst havalandırmadan oda içerisine girmiştir. Dolayısıyla bu duvarın kullanıldığı durumda düşük güneş akılarından da yararlanılmış ve diğer durumlara göre çok daha yüksek sıcaklık değerleri elde edilmiştir. Bu da odaya verilmesi gereken ısı miktarının düşük olmasına neden olmuştur.

SONUÇ

Bu çalışmada, Antalya iklim koşulları için, farklı tipte güneş duvarlarına sahip, yerden ısıtılmalı bir oda içerisinde ısı değişimleri ele alınarak, oda içerisindeki havanın sıcaklık ve hız dağılımları sayısal olarak incelenmiştir. Gerek yaz gerekse kış şartlarında, Klasik Trombe duvarlı sistemlerde karşılaşılan ısı kontrol zorlukları, farklı tipte güneş duvarları oluşturularak giderilmeye çalışılmaktadır. Bu konuyla ilgili çalışmalar birçok araştırmacı tarafından halen yapılmaktadır. Duvar tiplerine bağlı olarak değişik güneş akılarında oda içerisinde hava hareketi farklı davranışlar gösterebilmektedir. Bu yüzden bina tasarımcıları, farklı konfigürasyonlar çalışarak, binanın bulunduğu bölge ve binanın kullanım amacına göre optimum şartları belirleyebilir ve konfor şartlarındaki elverişsiz durumları ortadan kaldıracırlar. Ayrıca, güneş gibi hazırda var olan bir enerjiden faydalanarak duvar etkinlikleri belirlendiği gibi, binalarda tüketilen enerjinin belli bir bölümü bu tür farklı yapılandırmalarla minimuma indirilebilir.

KAYNAKLAR

[1] <http://www.caddet-ee.org/technologies/>

[2] ZALEVSKI, L., LASSUE S., DUTHOIT, B., BUTEZ M., Study Of Solar Walls-Validating a Simulation model, Building and Environment, 37, 109-121, 2002

[3] BEN YEDDER, R., AND BİLGİN, E., Natural Convection and Conduction in Trombe Wall Systems, Int. J. Heat Mass Transfer, 34, 2237-224, 1991

[4] ONBASIOĞLU, H., and EGRİCAN A, NİLUFER., Experimental Approach to the Thermal Response of Passive Systems, Energy Conversion and Management 43, 2053-2065, 2002

[5] ZAMORA, B., KAISER A, S., Optimum Wall-To-Wall Spacing in Solar Chimney Shaped Channels in Natural Convection by Numerical Investigation, Applied Thermal Engineering, 29, 762-769, 2009

[6] SİVRİOĞLU, M., PİRASACI, T., "Isıl Çevre Mühendisliği Esasları ve Uygulamaları", Alp Yayınevi, 2005

ÖZGEÇMİŞ

Ayla DOĞAN

21 Şubat 1970 yılında Erzurum'da doğdu. 1991 yılında Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü'nde lisans öğrenimini tamamladı. 1992 yılında Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Termodinamik Anabilim Dalı'na araştırma görevlisi olarak atandı. 1996 yılında Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisansını ve 2003 yılında Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora çalışmasını tamamladı. 2006 yılında Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim Dalı'na Yardımcı Doçent olarak atandı. Halen bu görevi sürdürmektedir.

Tolga PIRASACI

Tolga PIRASACI 17/10/1977 doğumludur.1994 yılında Gazi Üniversitesinde lisans öğrenimine başlamıştır. Gazi Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü'nden sırasıyla, 1999 yılında Mühendis, 2002 yılında Makine Yüksek Mühendisi, 2009 yılında Dr. unvanlarını alarak mezun olmuştur. 2000 yılında Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümünde çalışmaya başlamış 2011 yılında Öğr. Gör. unvanını almıştır. Tolga PIRASACI, halen bu görevini sürdürmektedir. Tolga PIRASACI'nın uzmanlaştığı alanlar arasında Isı Transferi, Mekanik Tesisat, Enerji Sistemleri, Yenilenebilir Enerji Kaynakları vb. konular bulunmaktadır.