

Bina Cephelerinde Yalıtım Yerine Trombe Duvar Kullanımının İncelenmesi

Yrd. Doç. Dr. Ayla DOĞAN
Arş. Gör. Tolga PIRASACI

ÖZET

Bu çalışmada, pasif ısıtmada kullanılan, Trombe duvar ele alınarak, sistemin çalışma prensibi ve Trombe duvarın yapısı hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca bina cephelerinde yalıtım yapılması yerine, Trombe duvar kullanılmasının etkileri incelenmiştir. Bu amaçla 3 farklı tipte oda modellenerek sürekli, laminar akış şartlarında ve iki boyutlu sayısal çalışma yapılmıştır. Odanın tek cephesi hariç, diğer duvarlar sabit sıcaklıkta tutulmuştur. Güneş ışınımına maruz kalan duvar, önce Normal duvar sonra Yalıtımlı duvar ve Trombe duvar olarak ele alınmış ve sayısal çalışmalar yapılmıştır. Elde edilen sonuçlardan Trombe duvar kullanımının gerek odaya verilmesi gereken ısı miktarının azalmasında, gerekse oda sıcaklığının artmasında, Normal ve Yalıtımlı oda tiplerine göre çok daha avantajlı olduğu görülmüştür. Her bir oda için, farklı güneş akılarında yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlar, sıcaklık ve vektörel hız dağılımları olarak verilmiştir.

Anahtar kelimeler: Trombe Duvar, doğal konveksiyon, laminar akış

1. GİRİŞ

Güneş enerjisi, dünyadaki bütün hayatların bağlı olduğu doğal bir ısı kaynağıdır. Bazı doğal işlemlerin kontrolü yapılarak, binaların ısıtma ve soğutma ihtiyacı rahatlıkla karşılanabilir. Pasif güneş enerji sistemlerinde kullanılan bu işlemler, termal enerji akımları olup radyasyon, kondüksiyon ve doğal konveksiyondan oluşmaktadır. Güneş ışığı binaya çarptığı zaman, bina malzemeleri bu ışığı geçirir, yansıtır yada güneş ışınımını absorbe eder. Oluşturulacak bir hava kanalı içerisinde ise, güneş tarafından üretilen ısının bir hava hareketine yol açacağı bellidir. Burdan yola çıkarak binaların ısıtılması, doğal bir kaynak olan güneş sayesinde yapılabilir. Pasif ısıtma tekniklerinden biri de Trombe duvar kullanımındır.

Şekil 1’de Trombe duvar çalışma şekli gösterilmiştir. Trombe duvar bir kollektör sistemi olup, duvar ve duvardan belli bir mesafeye yerleştirilmiş cam yüzeyden oluşur. Duvarın dış yüzeyi güneşe 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 konvek-

Abstract:

In this study the Trombe wall system used in passive heating has been discussed and information has been provided on the working principle of the system and the structure of the Trombe wall. Furthermore, the effect of the use of Trombe wall instead of isolation in building facades has been examined. For this purpose, 3 types of rooms have been modelled and a two dimensional computational study has been performed under continuous, laminar flow conditions. All walls of the room except for one have been kept at a fixed temperature. The wall that has been subjected to solar radiation has been studied first as a Normal wall, then as a wall with Isolation and finally as a Trombe wall. The results obtained have demonstrated that the use of Trombe walls is much more advantageous in terms of reducing the quantity of heat that must be given into the room, and of increasing the temperature of the room. The results of the study performed under different solar fluxes have been provided in terms of temperature and vectoral velocity distributions.

Key Words:

Trombe wall, natural convection, laminar flow

Makale

siyon yoluyla üst delikten iç ortama iletilir. Bilindiği gibi ısınan hava genişler ve böylece sıcaklığı artarken yoğunluğu azalır. Dolayısı ile kanal içerisindeki hava, kaldırma kuvvetinin etkisiyle yükselir. Üst delikten oda içerisine girerek, sahip olduğu enerjisi buralara aktarır. Soğuk oda havası, Trombe duvarın alt kısmında bulunan hava deliğinden kanala çekilir, hava kanalında ısınarak yükselir ve oda içerisine tekrar sirkülasyon yoluyla aktarılır. Kanalda doğal konveksiyonla (termo sirkülasyon) ısının taşınması, duvarın alt ve üst kısımlarına hava 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.

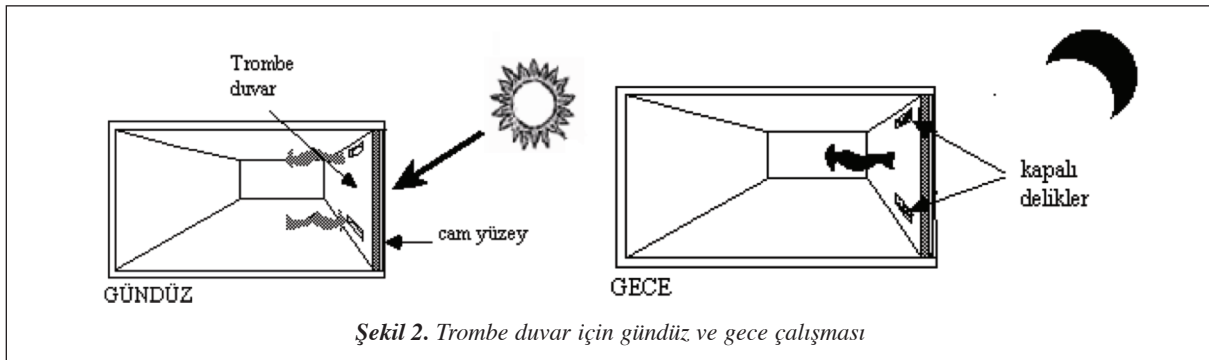
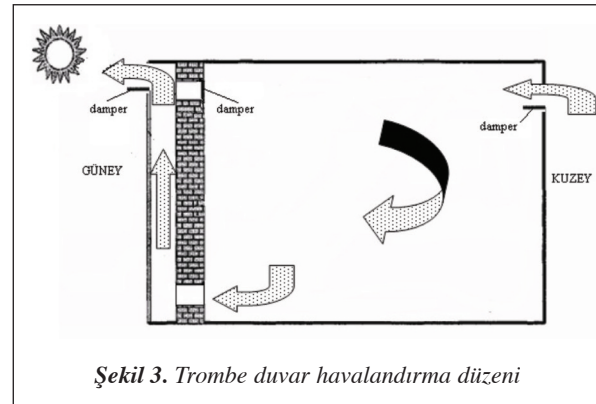
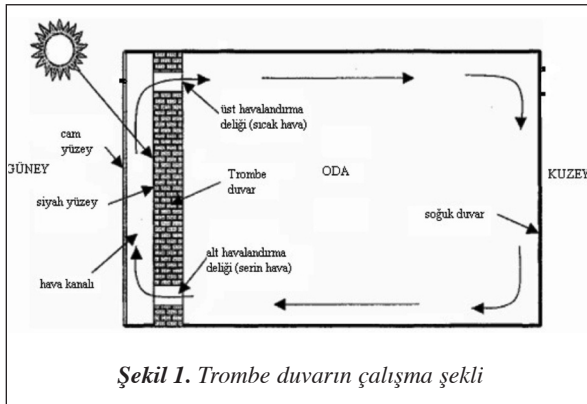
Şekil 2’de Trombe duvar için gündüz ve gece çalışması gösterilmiştir. Gündüz, alt ve üst hava kanalları hava sirkülasyonu için açık tutulur. Gece ise, havalandırma delikleri kapatılarak, depolanan güneş ısısı Trombe duvardan odaya kondüksiyon yoluyla iç ortamı konforlu hale getirmektedir. Bazı durumlarda kullanıcının isteğine göre, ısı geçişinin kontrolünün

yapılması gerekir. Bu kontroller, duvarla pencere arasına hareket edebilen izolasyon perde yerleştirilerek, gündüz gölgeleme amaçlı kullanılıp, gece ise ısı kayıplarının önlenmesi amaçlı kullanılabilir.

Şekil 3’te Trombe duvar havalandırma şekli gösterilmiştir. Cam üzerindeki dış damper açıldığında, baca etkisiyle sürüklenen hava, kuzey cephesinden alınan serin havayı içeri çekecek, böylece mekanın havalandırılması da sağlanmış olacaktır. Trombe duvar, özellikle güneşli fakat soğuk kış aylarının görüldüğü iklim koşulları için uygun bir sistemdir.

Trombe duvarla ilgili ilk çalışmalar iki kategoride incelenmeye başlanmıştır. Bunlardan birincisi, güneş bacası olarak modellenen iki paralel levha arasında gerçekleşen doğal konveksiyonun incelenmesi, diğeri ise, Trombe duvar ve bitişiğindeki odayı içine alan tüm sistemdeki ısı transferinin incelenmesidir.

İki paralel levha çalışmasında, sabit sıcaklıkta tutulan dikey plakalar arasındaki doğal konveksiyonla gerçekleşen ısı transferi Bodoia ve Osterle [1] tara-



findan incelenmiştir. Diğer bir çalışmada ise Aihara [2], dikey konumda iki paralel plaka arasındaki akışta, giriş sınır şartlarının doğal konveksiyona etkisini araştırmıştır. Yine bu konuda yapılan bir başka çalışma ise Aung et al. [3] tarafından, asimetrik plakalara sabit ısı akısı uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Farklı sıcaklıklara sahip plakalar kullanılarak gerçekleştirilen bir diğer çalışmada Rheault ve Bilgen [4] tarafından yapılmıştır. Yedder ve Bilgen [5], Trombe duvarlı bir sistemin termal performansını, akışı laminar ve iki boyutlu kabul ederek, sayısal olarak incelemiştir. Onbaşoğlu ve Eğrican [6], yapmış oldukları çalışmada, pasif ısıtma sistemlerinin termal performanslarını, hız, sıcaklık ve akı ölçümleri yaparak, ısı kazancına etkilerini deneysel olarak incelemiştir.

2. ÇALIŞMANIN KAPSAMI

Ülkemizdeki yapılarda kullanılan dış duvarlar genel olarak iç sıva, delikli tuğla ve dış sıvadan oluşmaktadır. Özellikle son yıllarda ısıtma giderlerindeki artışlar nedeniyle, insanlar bina dış cephelerini siding uygulamaları ile yalıtma yoluna giderek ısıtma giderlerini azaltmaya çalışmaktadırlar.

Bu çalışmada mevcut bina cephelerinin siding kaplama yapılması yerine, trombe duvarı haline getirilerek kullanılmasının ısısal açıdan etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla sayısal çalışmalar yapılmıştır. Şekil 4’de bir odanın Normal, Yalıtımlı ve Trombe duvarlı halleri için, oda boyutları, oda duvar sıcaklıkları, dış ortam sıcaklığı verilmiştir.

Çalışmada, Normal odanın (Şekil 4a.) bir duvarı, dış sıva + tuğla duvar + iç sıvadan oluşan, dış duvar ola-

rak modellenmiştir. Bu duvarın dış sıva sınırına güneş ışınımının geldiği ve bu sınırın dış ortam ile temas halinde olduğu kabul edilmiştir. Odanın diğer duvarları ise sabit sıcaklıktaki duvar sınır şartı olarak sayısal modelde ele alınmıştır.

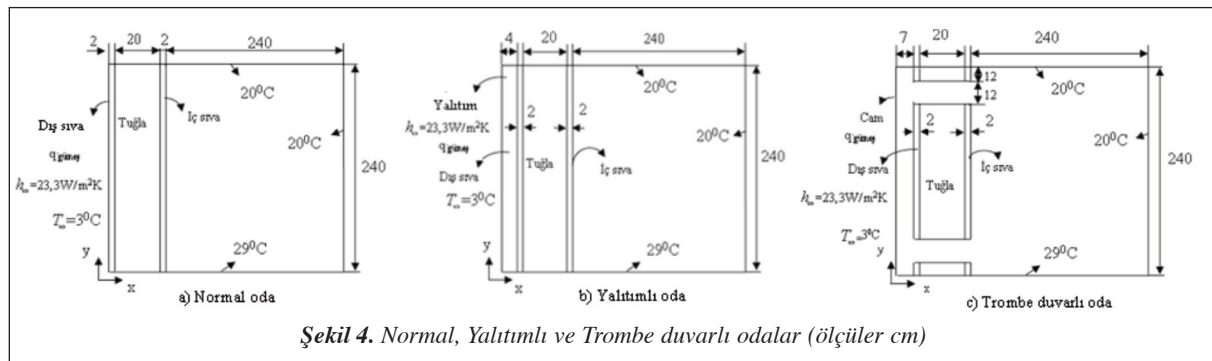
Yalıtımlı oda modelinin (Şekil 4b.) oluşturulmasında normal oda modelinden yararlanılmıştır. Bu modelde, normal oda dış duvarının üzeri 4 cm kalınlığındaki yalıtım malzemesi ile kaplanmıştır. Modelde, yalıtım dış sınırına güneş ışınımının geldiği ve bu sınırın dış ortam ile temas halinde olduğu kabul edilmiştir. Odanın diğer duvarları ise sabit sıcaklıktaki duvar sınır şartı olarak ele alınmıştır.

Trombe duvarlı oda modelinde (Şekil 4c.) ise, Normal oda modelindeki dış duvar üzerinde delikler açılmış ve oda dış cephesi cam örtü ile kapatılmıştır. Bu şekilde oda duvarı, Trombe duvar şekline getirilmiştir. Bu modelde güneş ışınımının dış duvar dış sınırına geldiği ve cam dış sınırının ise dış ortam ile temas halinde olduğu kabul edilmiştir. Odanın diğer duvarları ise sabit sıcaklıktaki duvar sınır şartı olarak ele alınmıştır.

3. SAYISAL ÇALIŞMA

Sayısal çalışmada FLUENT paket programı kullanılmıştır. Çözümler laminar akış şartlarında yapılmış, kaldırma kuvvetinin etkisi Boussinesq yaklaşımı kullanılarak dikkate alınmıştır. Bunun yanı sıra dış duvar içerisinde iletimle olan ısı transferi de çözüme dahil edilmiştir.

Çözümler aşağıda belirtilen sınır şartlarında yapılmıştır:



Makale

1. Dış ortam sıcaklığı, tesisat hesaplamalarında Antalya için kabul edilen 3°C olarak alınmıştır [7].
2. Dış ortam konveksiyon katsayısı olarak 23,3 W/m²K kabul edilmiştir [7] .
3. Odalardaki zemin sıcaklığı yerden ısıtma uygulamalarındaki maksimum sıcaklık olan 29 °C olarak kabul edilmiştir.
4. Oda yan duvarı ve tavan sıcaklığı 20 °C olarak kabul edilmiştir.

Çalışma sonucunda, yukarıda belirlenen sınır şartlarını sağlayan oda içi ortalama sıcaklık değeri ile oda tabanına verilmesi gereken ısı akısı miktarı belirlenmiştir. Çalışmada güneş ısı akısının 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400 W/m² değerleri için çözümler elde edilmiştir.

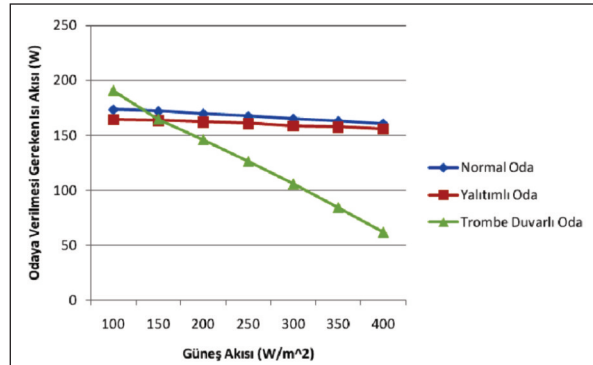
4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada Trombe duvar kullanımının yalıtım kullanımı ile karşılaştırılması amaçlanmıştır.

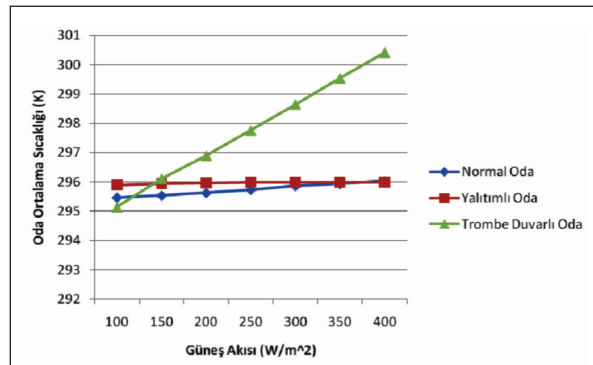
Şekil 5'te Normal, Yalıtımlı ve Trombe duvarlı oda için, güneş akısının değişimine karşı taban ısı akısının değişimi gösterilmiştir. Yalıtımlı ve Normal odalar karşılaştırıldığında Yalıtımlı odada, odaya verilmesi gereken ısı miktarının Normal odaya verilmesi gereken ısı miktarından daha düşük olduğu, bunun yanı sıra güneş akısının artmasına karşın, her iki durumda da odaya verilmesi gereken ısı akısının düştüğü görülmektedir. Ayrıca Normal odaya verilmesi gereken ısı akısındaki düşme miktarı Yalıtımlı odadan daha fazladır.

Trombe duvarlı oda için elde edilen ısı akısı miktarları incelendiğinde Güneş akısının 150 W/m² değerinden daha az olduğu durumlarda, odaya verilmesi gereken ısı akısı miktarının Yalıtımlı odaya verilmesi gereken ısı miktarından daha yüksek olduğu, güneş akısının artmasıyla odaya verilmesi gereken ısı akısının büyük oranda düştüğü görülmüştür. Şekil 6'de ise, yine üç oda tipi için oda ortalama sıcaklığının, güneş ısı akısına göre değişimi gösterilmiştir.

Burada, Oda Ortalama Sıcaklığının, Normal ve Yalıtımlı odada çok fazla bir artış göstermezken,



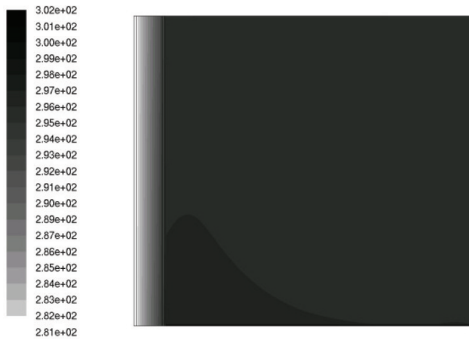
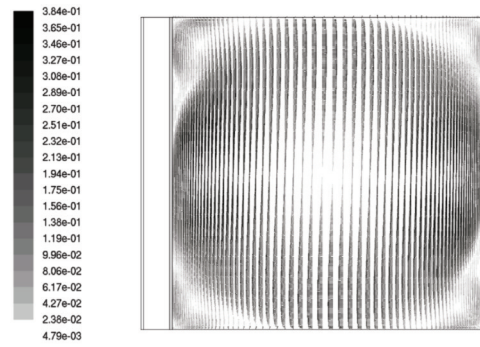
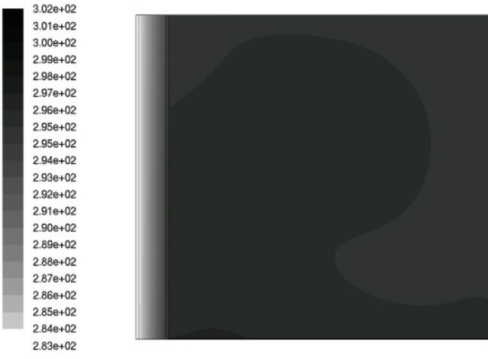
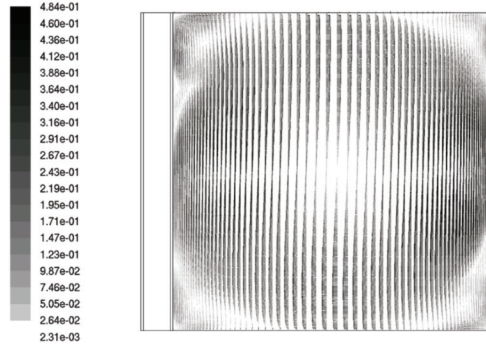
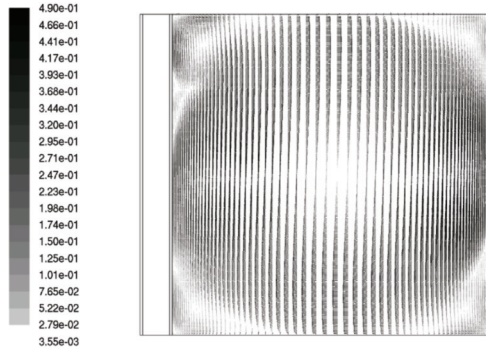
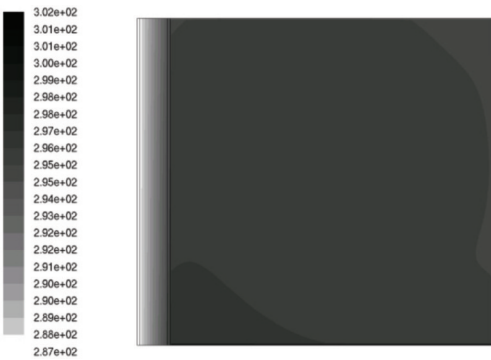
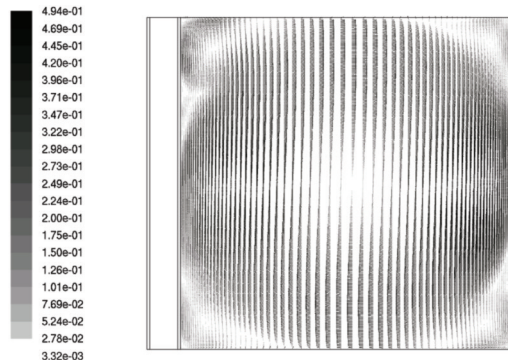
Şekil 5. Odaya verilmesi gereken ısı akısının Güneş akısı ile değişimi



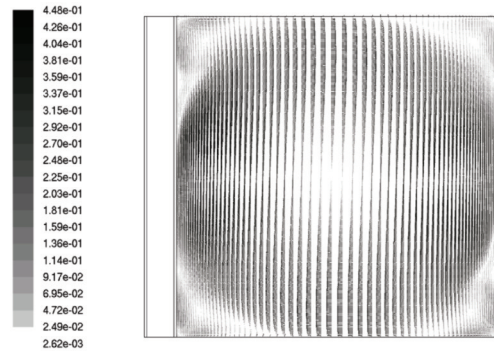
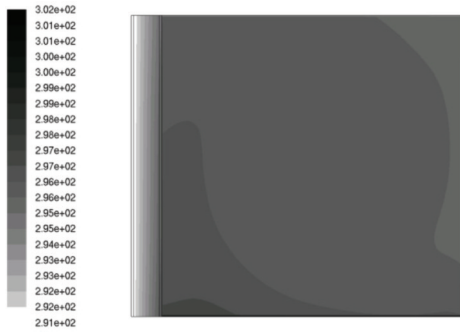
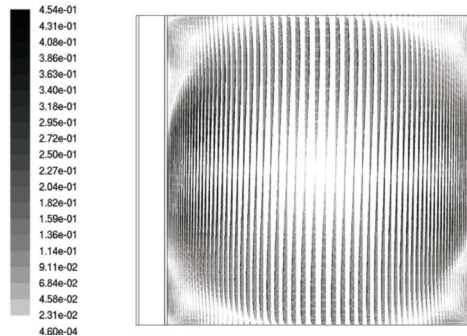
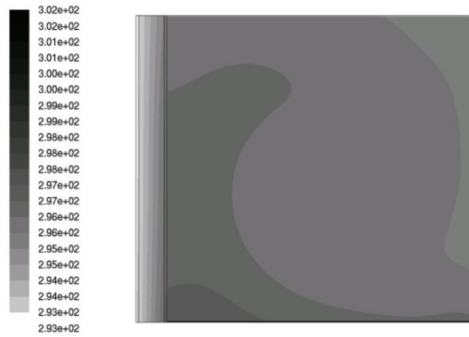
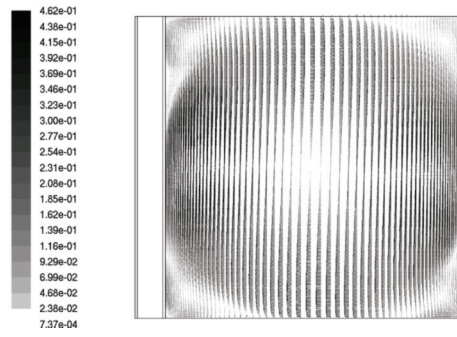
Şekil 6. Ortalama oda sıcaklığının Güneş akısına göre değişimi

Trombe duvar kullanımında sürekli arttığı görülmektedir. Gerek Odaya verilmesi gereken ısı akısı miktarındaki, gerekse oda ortalama sıcaklık değerlerindeki değişimlerin nedenlerini belirleyebilmek için, oda içerisindeki sıcaklık dağılımı ve hız dağılımlarının incelenmesi gerekmektedir.

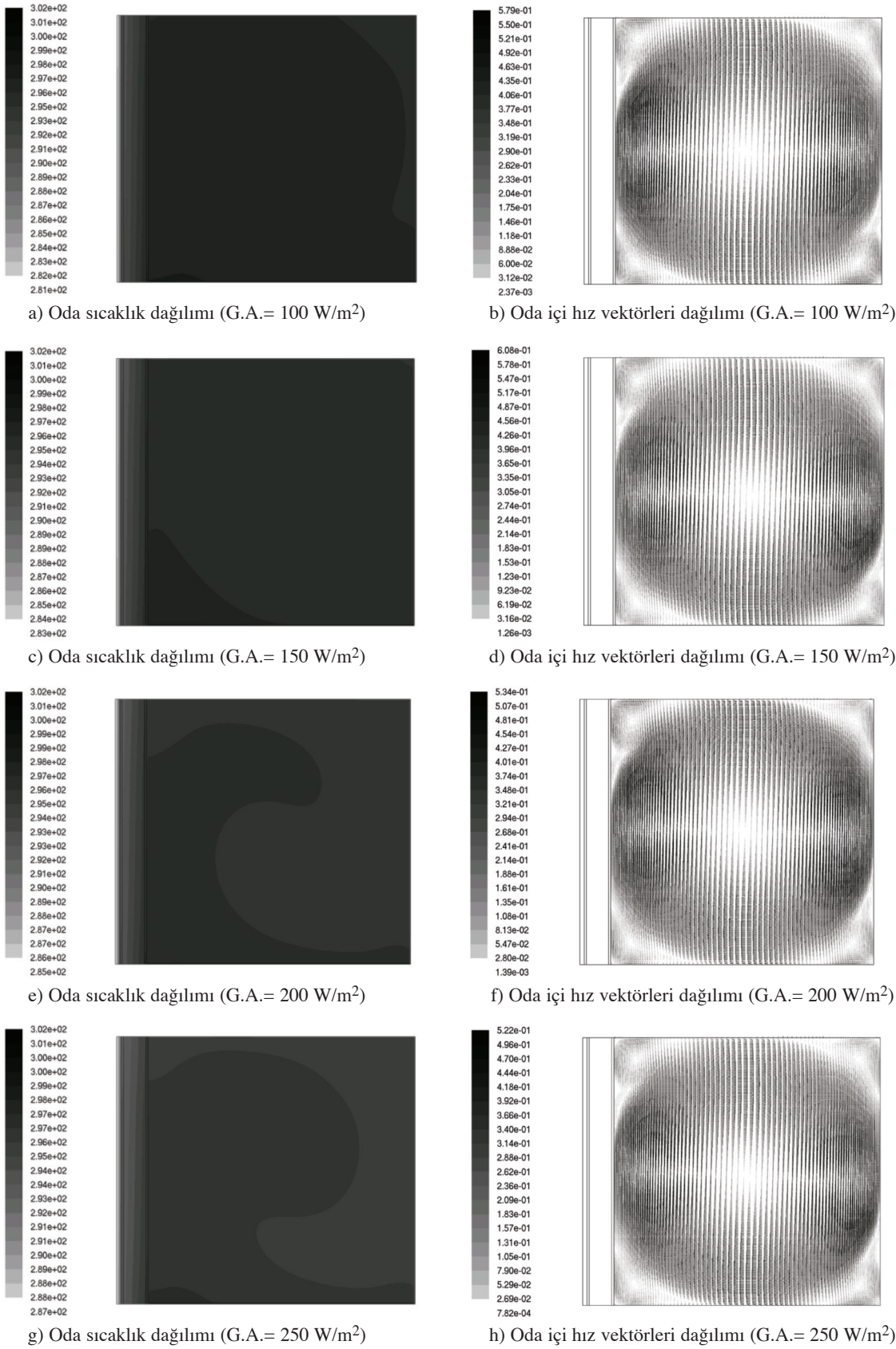
Sıcaklık ve hız vektörleri dağılımları Normal oda için Şekil 7'de, Yalıtılmış oda için Şekil 8'de, Trombe duvarlı oda için ise Şekil 9'da gösterilmiştir. Normal oda için verilen sıcaklık dağılımları incelendiğinde, Güneş Akısının (G.A.) artmasıyla, dış duvarın iç yüzey sıcaklığının da arttığı dikkati çekmektedir. Bunun sonucunda oda iç sıcaklığı yükselmektedir. Yalıtılmış odada ise güneş akısındaki artmaya karşın, dış duvar iç sıcaklığı, oda ortalama sıcaklığına yakın bir değerde sabit kalmaktadır. Yani yapılan yalıtım nedeniyle güneş akısının oda içerisindeki hava sıcaklığına etkisi olmamaktadır. Bir başka deyişle yalıtım güneş akısından faydalanmayı engellemektedir.

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.= 150 W/m²)d) Oda içi hız vektörleri dağılımı (G.A.= 150 W/m²)e) Oda sıcaklık dağılımı (G.A.= 200 W/m²)f) Oda içi hız vektörleri dağılımı (G.A.= 200 W/m²)g) Oda sıcaklık dağılımı (G.A.= 250 W/m²)h) Oda içi hız vektörleri dağılımı (G.A.= 250 W/m²)

Şekil 7. Normal oda için sıcaklık ve hız vektörleri dağılımları

i) Oda sıcaklık dağılımı (G.A.= 300 W/m²)j) Oda içi hız vektörleri dağılımı (G.A.= 300 W/m²)k) Oda sıcaklık dağılımı (G.A.= 350 W/m²)l) Oda içi hız vektörleri dağılımı (G.A.= 350 W/m²)m) Oda sıcaklık dağılımı (G.A.= 400 W/m²)n) Oda içi hız vektörleri dağılımı (G.A.= 400 W/m²)

Şekil 7. Normal oda için sıcaklık ve hız vektörleri dağılımları (Devam)



Şekil 8. Yalıtılmış oda için sıcaklık ve hız vektörleri dağılımları