

RADYATÖR ARKALARINA YERLEŞTİRİLEN YANSITICI YÜZEYLERİN RADYATÖR ETKİNLİĞİNE ETKİSİ

Mert TÜKEL
Müslüm ARICI
Mehmet Fatih BİNGÖLLÜ
Hasan KARABAY

ÖZET

Bu çalışmada yapılardaki radyatörlerin arkalarına yerleştirilen yansıtıcı yüzeylerin radyatör etkinliğine etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla farklı sıcaklıklardaki düşey iki paralel levha arasındaki akış ve ısı transferi sayısal olarak incelenmiştir. 40°C, 60°C ve 80°C sabit radyatör yüzey sıcaklıkları ve 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 ve 1 duvar neşretme katsayıları (ϵ) için hesaplamalar yapılarak radyatör arka yüzeyinden gerçekleşen toplam ısı transferi hesaplanmıştır. Bu çalışma sonucunda, radyatör arkasındaki enerji kayıplarını azaltmak için çeşitli kurum ve firmalarca önerilen, ısı iletim katsayısı düşük yalıtım levhalarının yüzeylerinin parlak (yansıtıcı) değil mat (siyah cisme yakın) olması gerektiği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yansıtıcı yüzey, radyatör etkinliği, enerji tasarrufu

ABSTRACT

In this study, in order to investigate the effect of heat reflector placed behind of radiators on the radiator efficiency, heat transfer and flow between two parallel vertically located plates are modeled. Simulations are run for the radiator surface temperatures of 40°C, 60°C and 80°C and the wall emissivity coefficient of 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1. Placing heat reflector behind radiators is recommended by several associations and companies to reduce energy losses from radiators. However, in this study It is concluded that by coating the surface of thermal insulation plates with high-emissivity materials instead of low-emissivity materials, the efficiency of radiators increases.

Key Words: Heat reflector, radiator efficiency, energy saving

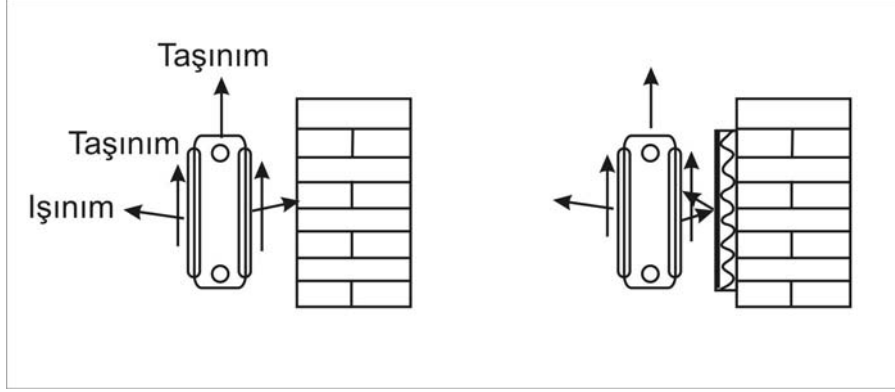
1. GİRİŞ

Meskenlerin ısıtılmasında en yaygın olarak kullanılan ısıtıcı elemanlar, radyatör olarak adlandırılan, içerisinden sıcak akışkanın dolaştırılarak ısıtmanın sağlandığı elemanlardır. Bu ısıtıcı elemandan odaya ısı geçişi doğal taşınım ve ışınım ile olmaktadır. Şekil 1’de konut ısıtılmasında kullanılan radyatör ve yerleşimi ile ilgili şematik bir resim gösterilmiştir. İçerisinden dolaştırılan sıcak suyun etkisi ile sıcaklığı yükselen radyatör yüzeyinden odaya ve odanın içerisindeki havaya ısı geçişi sırasıyla taşınım ve taşınım mekanizmaları ile sağlanır [1],[2]. Işınım ile ısı geçişi, Şekil 1’de görülen peteğin odayı gören yüzeyleri ile mahaldeki katı yüzeyler arasında gerçekleşir. Ayrıca sıcak yüzeylerin üzerindeki hava filminin ısınması ile meydana gelen yoğunluk farkından oluşan kaldırma kuvvetlerinin etkisi ile doğal taşınım gerçekleşerek radyatör yüzeyine yakın bölgede bir hava sirkülasyonu ile oda içerisindeki hava ısıtılır.

Şekil 1’deki peteğin arka yüzeyi ile duvar arasında da yine benzer mekanizmalarla ısı transferi gerçekleşir. Fakat bu aralıkta radyatör yüzeyi ile duvar arasında gerçekleşen ışınımın etkisi ile dış duvar iç yüzey sıcaklığı yükselir ve dış duvardan bina dışına olan ısı kayıplarının artmasına sebep

olur. Bunu engellemek için çeşitli kurum ve firmalarca kullanıcılara radyatöre bakan yüzeyi parlak yansıtıcı bir yüzeye kaplanmış yalıtım levhalarının kullanılması tavsiye edilmektedir [3],[4],[5]. Bununla ilgili uyarılama Şekil 1'de gösterilmiştir.

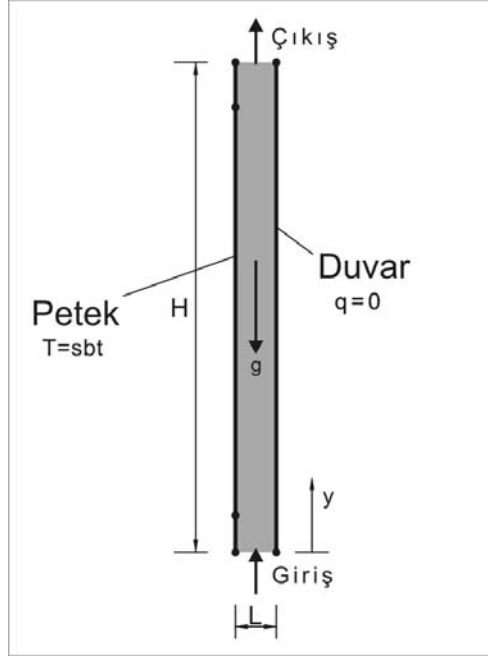
Bu çalışmada önerilen bu uygulamanın etkileri sayısal olarak incelenmiştir.



Şekil 1. Radyatörden Odaya Isı Transferi Mekanizmalarının Şematik Gösterimi

2. PROBLEMİN TANITIMI VE SAYISAL ÇÖZÜM METODU

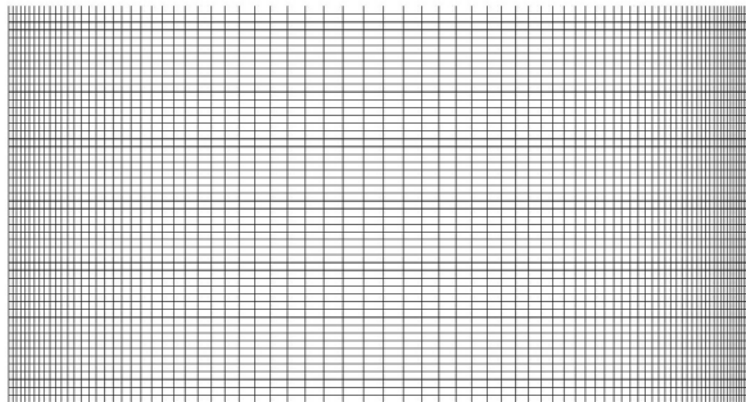
Bu çalışmada radyatör arkası ile yalıtım plakası arasındaki akış ve ısı transferini sayısal olarak modelleyebilmek için problem, Şekil 2'de gösterildiği gibi iki boyutlu hale dönüştürülerek basitleştirilmiştir. Bu amaçla şekilde görüldüğü gibi farklı sıcaklıklardaki düşey iki paralel levha arasındaki akış ve ısı transferi incelenmiştir. Isı transferi hesaplarına yansıtıcı plaka yüzeyinin neşretme katsayıları değiştirilerek ışınım ile olan ısı transferi de dâhil edilmiştir. Radyatör yüksekliği 500mm ve ara boşluk mesafesi 50mm olarak alınmıştır. Radyatör yüzeyleri 40°C, 60°C ve 80°C sabit sıcaklıkları için duvar tarafı adyabatik kabul edilerek hesaplamalar yapılmıştır. Ayrıca, duvarın neşretme katsayıları (ϵ) 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 ve 1 değerleri için hesaplamalar tekrarlanarak radyatör arka yüzeyinden gerçekleşen toplam ısı transferi hesaplanmıştır. Radyatör yüzeyi neşretme katsayısı 0.95 olarak sabit alınmıştır. Hava ideal gaz kabul edilmiş, diğer fiziksel özellikleri oda sıcaklığı için sabit alınmıştır. Şekil 2'de gösterilen geometri için hava giriş sıcaklığı 21°C sabit olarak alınmıştır.



Şekil 2. Bu Çalışmada İncelenen Radyatör-Duvar Sistemi

Bu çalışmada sonlu hacimler yöntemi esasına dayanan Star-CCM programı kullanılarak sayısal modelleme yapılmıştır. Zamandan bağımsız kabul edilerek yapılan çözümlerin yakınsamadığı görülmüş, bu sebeple çözümler zamana bağımlı olarak yapılmıştır. Şekil 3'te gösterildiği gibi modellemede 120000 hücreden oluşan bir ağ kullanılmıştır. Daha kaba ve daha ince ağlar kullanılarak ağ testleri yapılmış, bu testler esnasında radyatör yüzeyindeki toplam ısı transferi karşılaştırılmış ve Şekil 3'te gösterilen ağ yapısının çözümler için yeterli olduğu sonucuna varılmıştır. Şekilde görüldüğü gibi hücre büyüklükleri yatay doğrultuda cidarlara doğru sıklaştırılmıştır.

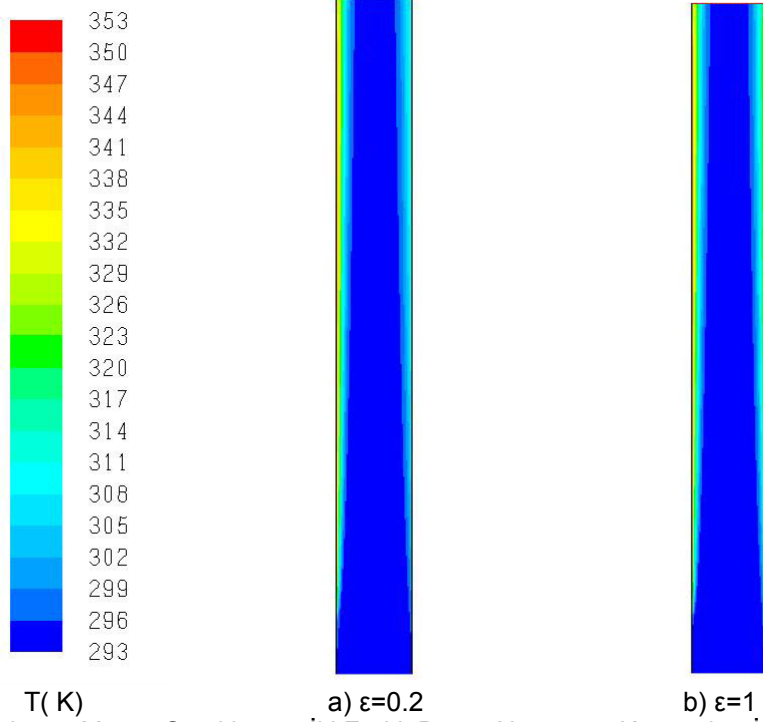
Momentum denklemi ikinci dereceden upwind, enerji denklemi birinci dereceden upwind yaklaşımları ile ayrıklaştırılmalar kullanılarak çözümler elde edilmiştir. Basınç ve hız denklemleri arasındaki ilişki SIMPLE algoritması ile sağlanmıştır. Akış laminer kabul edilmiştir. Paralel yüzeyler arasındaki havanın ışınım katılmadığı kabul edilerek ışınım hesaplamalarında Surface to Surface (S2S) ışınım modeli kullanılmıştır.



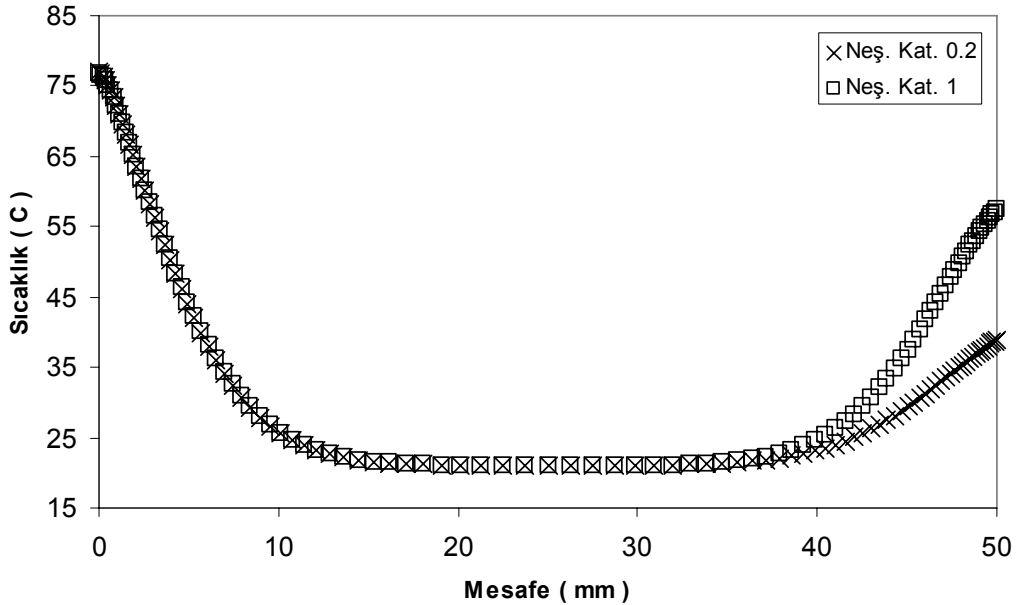
Şekil 3. Çözümde Kullanılan Ağ Yapısı

3. SAYISAL SONUÇLAR

Şekil 4'te radyatör yüzeyi ve dış duvar arasındaki havanın sıcaklık dağılımı gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi alt taraftan gelen soğuk akışkan, ara boşlukta kaldırma kuvvetlerinin etkisiyle yükselmekte ve cidarlara yaklaştıkça havanın sıcaklığının arttığı görülmektedir. Aynı zamanda ışınımın etkisiyle duvar tarafına geçen enerjiyle sıcaklığı yükselen arka duvardan da ortam havasına ısı geçişinin olduğu gözlenmektedir. Şekil 4'te düşük ve yüksek neşretme katsayıları için verilen sonuçlar karşılaştırıldığında $\varepsilon=1$ olduğunda duvar tarafındaki havanın daha sıcak olduğu görülmektedir. Aynı sonuç Şekil 5'te de görülebilir. Şekil 5'te $y=550\text{mm}$ yüksekliğindeki kesit boyunca sıcaklık değişimleri gösterilmiştir. Duvar yüzey sıcaklığının $\varepsilon=1$ için ciddi şekilde arttığı görülmektedir.

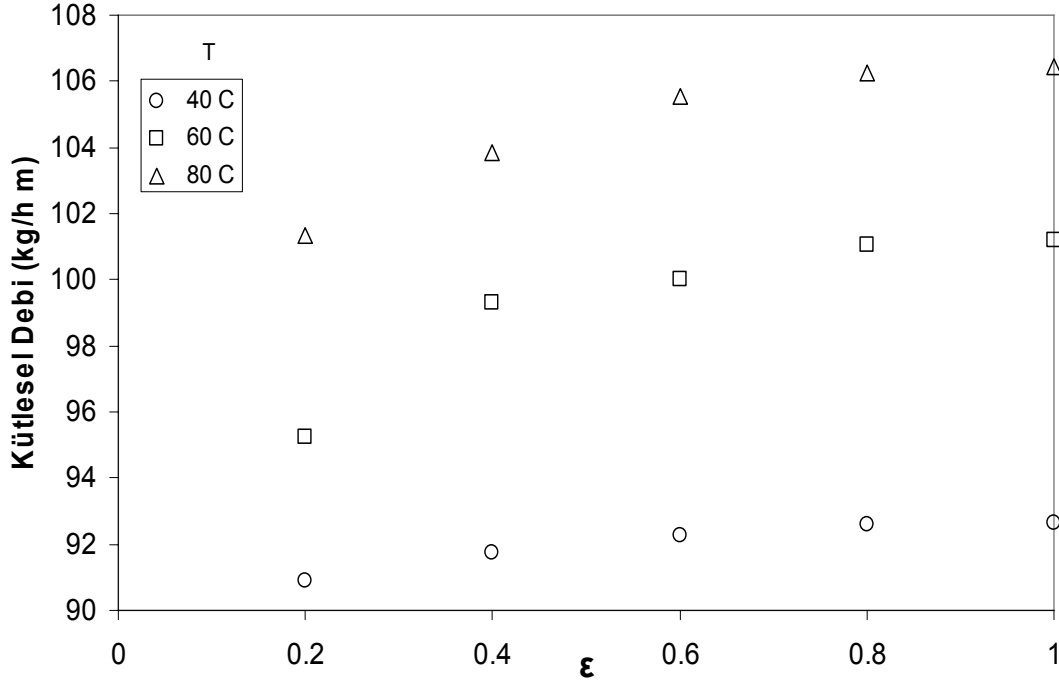


Şekil 4. 80°C Radyatör Yüzey Sıcaklığı ve İki Farklı Duvar Neşretme Katsayıları İçin Sıcaklık Dağılımı



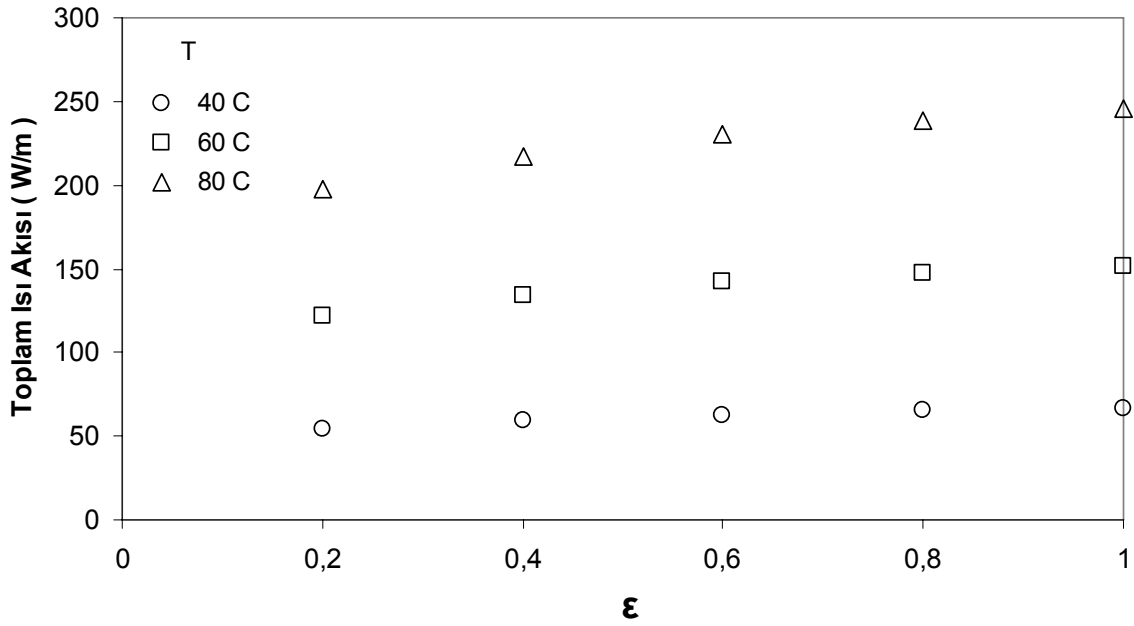
Şekil 5. 80°C Radyatör Yüzey Sıcaklığı ve Duvar Neşretme Katsayıları 0.2 ve 1 Olan Yüzeylerin $y=550\text{mm}$ 'deki Sıcaklık Dağılımları

Şekil 6'da iki yüzey arasındaki kütleli debinin radyatör yüzey sıcaklığı ve duvar yüzeyinin neşretme katsayısı ile değişimi gösterilmektedir. Kütleli debinin büyüklüğü oda içerisindeki havanın bu aralıktaki sirkülasyon büyüklüğünü yani radyatör yüzeyinin ısı etkinliğinin bir göstergesidir. Şekil 6'da artan radyatör yüzey sıcaklığıyla sirküle edilen hava miktarının arttığı görülmektedir. Ayrıca duvar yüzeyinin neşretme katsayısının da bu sirkülasyonun büyüklüğüne kayda değer ölçüde etkisi olduğu gösterilmiştir. Duvar yüzeyine neşretme katsayısı düşük parlak yüzeyler yerleştirildiği takdirde tüm yüzey sıcaklıkları için bu aralıkta sirküle eden hava miktarını kötüleştirdiği ortaya konmuştur. Yani radyatör arkasına yerleştirilen levhaların parlak değil neşretme katsayısı büyük mat cisimler olması gerektiği ortaya çıkmaktadır.



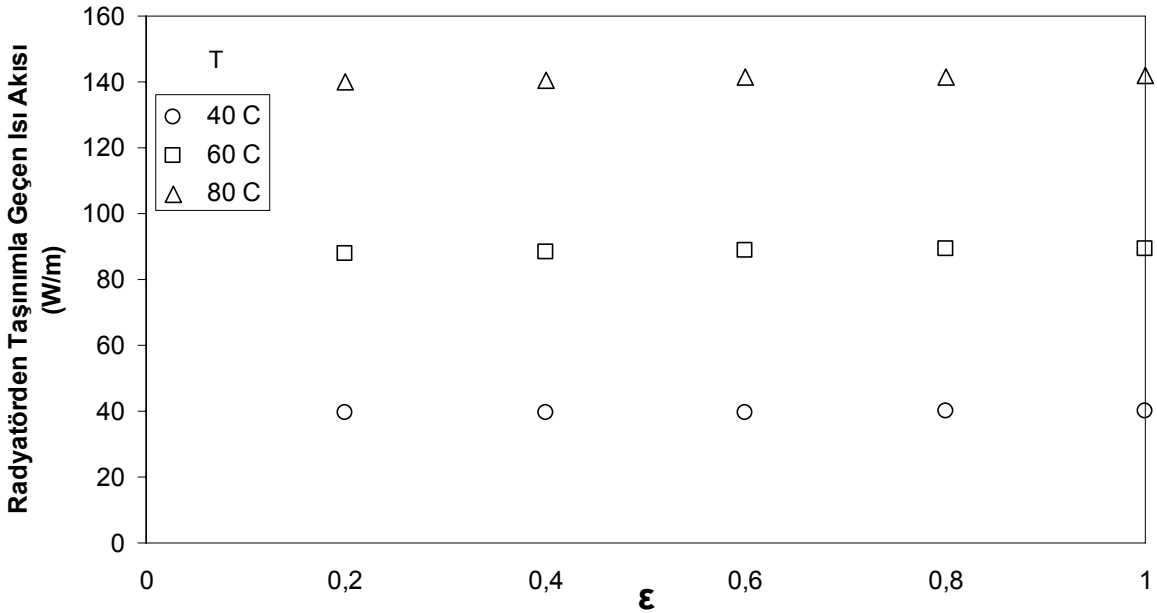
Şekil 6. Radyatör ve Duvar Arasında Sirküle Olan Havanın Kütleli Debinin Duvar Neşretme Katsayısı İle Değişimi

Şekil 7'de ise radyatör yüzeyinden gerçekleşen toplam ısı transferinin radyatör yüzey sıcaklığı ve duvar yüzeyi neşretme katsayılarıyla değişimi gösterilmiştir. Radyatör yüzeyinden toplam ısı transferinin duvar yüzeyi neşretme katsayısıyla ciddi oranda artırılabilirliği görülmektedir. Yani arka yüzeye yerleştirilen yalıtım levhalarının parlak seçilmesi toplam ısı transferinin kötüleştirdiği için hatalı bir uygulama olduğu ortaya çıkmaktadır.

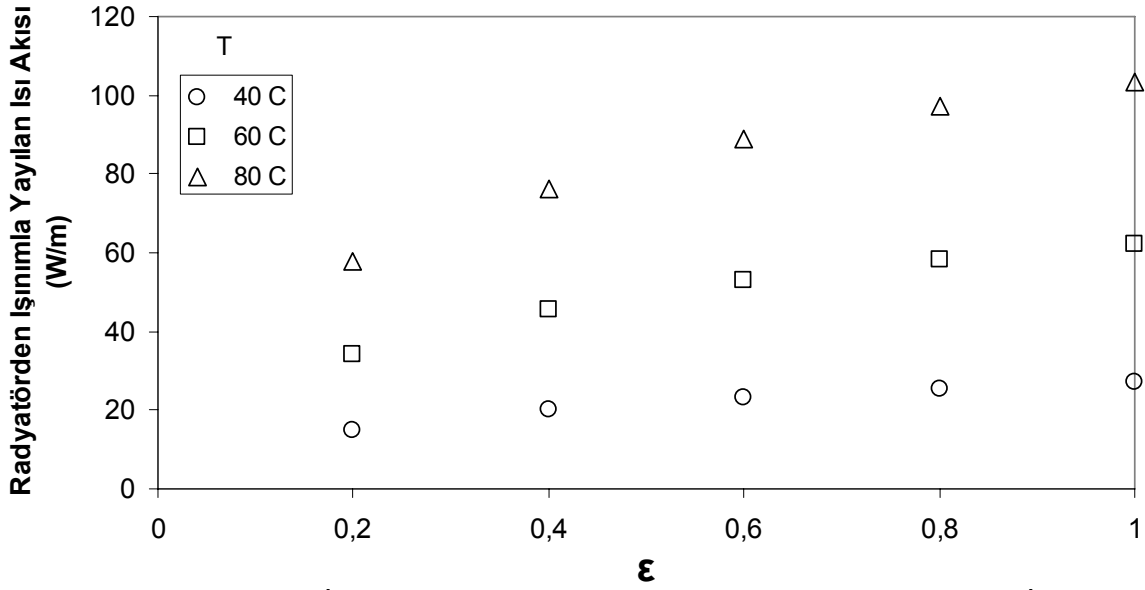


Şekil 7. Radyatörden Transfer Edilen Toplam Isı Miktarının Duvar Neşretme Katsayısı İle Değişimi

Şekil 8 ve Şekil 9'da radyatör yüzeyinde sırasıyla taşınım ve ışınım ile gerçekleşen ısı akılarının radyatör yüzey sıcaklığı ve duvar neşretme katsayısı ile değişimi gösterilmiştir. Şekil 8'de görüldüğü gibi radyatör yüzeyindeki taşınımın beklendiği üzere artan yüzey sıcaklığı ile arttığı fakat duvar neşretme katsayısından etkilenmediği görülmektedir. Şekil 9'da ise radyatör yüzeyinden gerçekleşen ışınımın hem radyatör yüzey sıcaklığı hem de duvar neşretme katsayısıyla ciddi şekilde arttığı görülmektedir.

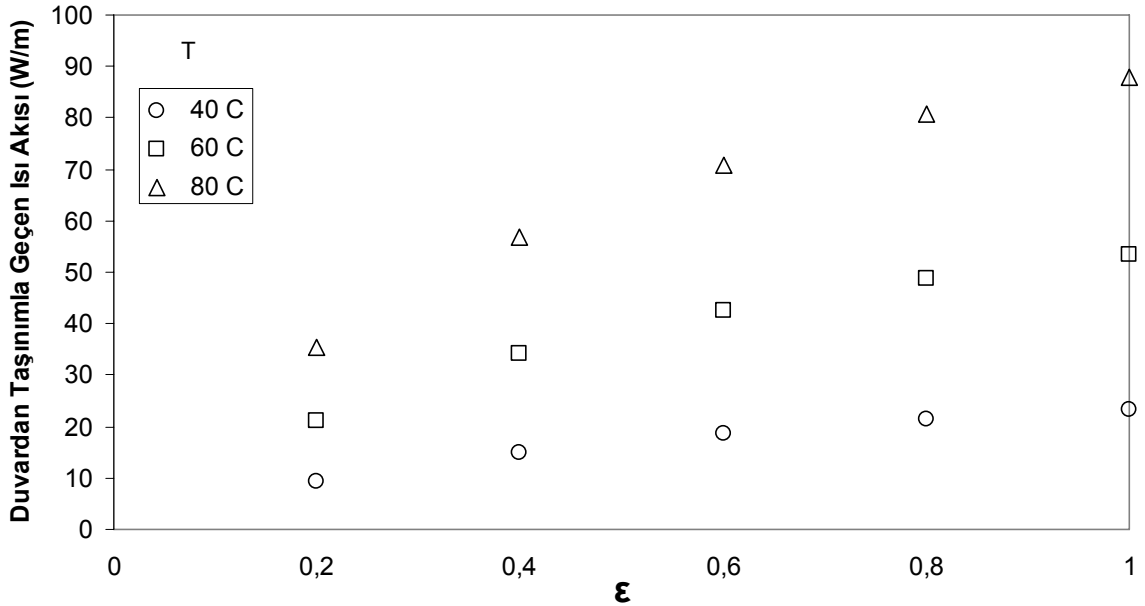


Şekil 8. Radyatörden Taşınım İle Transfer Edilen Isı Miktarının Duvar Neşretme Katsayısı İle Değişimi



Şekil 9. Radyatörden Işınım İle Transfer Edilen Isı Miktarının Duvar Neşretme Katsayısı İle Değişimi

Şekil 10'da duvara radyatör yüzeyinden ışınım ile ulaşan enerjinin duvar yüzeyinden ortam havasına taşınım ile geçmesinin radyatör yüzey sıcaklığı ve duvar neşretme katsayısı ile nasıl değiştiği gösterilmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi düşük neşretme katsayılı yüzeylerden ortam havasına geçen enerji miktarı ciddi şekilde azalmaktadır. Tam yansıtıcı bir yüzey için bu enerji geçişi yok edilerek radyatör veriminin düşmesine sebep olabileceği görülmektedir.



Şekil 10. Duvardan Taşınım İle Transfer Edilen Isı Miktarının Duvar Neşretme Katsayısı İle Değişimi

Tablo 1'de yukarıdaki grafiklerde verilen sayısal değerler sunulmuştur. Tablodaki değerler mukayese edilerek incelendiğinde, radyatör yüzey sıcaklığı ve duvar neşretme katsayısının artmasıyla ısı transferinin arttığı görülmektedir. Radyatör yüzeyindeki toplam ısı transferinin içindeki taşınımın payı %60 ile %70, ışınımın payı ise %40 ile %30 arasında olmaktadır. Işınımın payı artan yüzey parlaklık derecesiyle azalmaktadır. Bizim hesaplarımızdaki en yüksek yansıtma katsayısı 0.8 olmasına rağmen böyle bir yüzeyin toplam ısı transferine etkisi %30'lar mertebesinde. Daha parlak yüzey seçildiği takdirde toplam ısı transferi ciddi şekilde kötüleşecektir. Yüzeyin neşretme katsayısı arttıkça hem toplam ısı transferi hem de ışınımın toplam ısı transferindeki oranı artmaktadır.

Tablo 1. Hesaplanan Değerler

Radyatör Yüzey Sıcaklığı (°C)	Yayınım Katsayısı (ε)	Kütleli Debi (kg/m s)	Radyatörden Geçen Isı Miktarı (W/m ²)			Duvardan Taşınım ile Geçen Isı Miktarı (W/m ²)
			Taşınım	Işınım	Toplam	
40	0.2	0.025247	39.526	15.045	54.571	9.264
	0.4	0.025488	39.667	19.934	59.601	14.893
	0.6	0.025634	39.537	22.997	62.534	18.514
	0.8	0.025717	39.839	25.496	65.335	21.289
	1	0.025641	39.835	27.178	67.013	23.242
60	0.2	0.026461	87.676	34.293	121.969	21.031
	0.4	0.027586	88.523	45.612	134.135	34.028
	0.6	0.027782	88.765	53.118	141.883	42.641
	0.8	0.028072	89.071	58.443	147.514	48.770
	1	0.028110	89.201	62.350	151.551	53.277
80	0.2	0.028150	139.961	57.651	197.612	35.265
	0.4	0.028843	140.616	76.364	216.980	56.755
	0.6	0.029323	141.227	88.718	229.945	70.930
	0.8	0.029519	141.593	97.286	238.879	80.805
	1	0.029573	141.850	103.549	245.399	88.028

4. SONUÇ

Bu çalışmada radyatör arkasına yerleştirilmesi önerilen yansıtıcı yüzeylerin ısıtma etkinliğine olan etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, yüzey sıcaklığı sabit tutulan bir radyatörün arka yüzeyi ile radyatör arkasına yerleştirilen farklı neşretme katsayısına sahip malzemeyle kaplanmış yalıtım elemanı arasındaki akış ve ısı geçişi modellenmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar ışığında;

- Radyatör yüzey sıcaklığının ve duvarın neşretme katsayısının artmasıyla havaya geçen ısı miktarı artmaktadır.
- Radyatör yüzeyi ve duvar yüzeyi arasında ışınım ile enerji geçişi toplam ısı transferinin %40'ı mertebelerine ulaşmaktadır.
- Duvar yüzeyi neşretme katsayısının artmasıyla radyatör etkinliğinin yükseldiği gösterilmiştir. Hesaplarımızda, en küçük neşretme katsayısı 0.2 alınmıştır. Yüzeyin yansıtma katsayısının 0.2'den 1'e çıkarılması ile yaklaşık %23 daha fazla enerjinin ortam havasına aktarılabileceği gösterilmiştir.

Sonuç olarak bu çalışmada, radyatör arkasındaki enerji kayıplarını azaltmak için çeşitli kurum ve firmalarca önerilen, ısı iletim katsayısı düşük yansıtıcı yüzeyli ısı yalıtım levhalarının radyatör yüzeyindeki toplam ısı transferini azalttığı gösterilmiştir. Bundan dolayı radyatör arkası yalıtımı için, mevcut yalıtım plakalarının yansıtıcı yüzeyler yerine, neşretme katsayıları yüksek siyah cisim özelliklerine yakın yüzeyler ile kaplanması gerektiği ortaya konmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] Incropera F. P., DeWitt, D. P., "Isı ve Kütle Geçişinin Temelleri", Literatür Yayıncılık, 2006.
- [2] Martynenko, O. G., Khramtsov, P. P., "Free-Convective Heat Transfer", Springer, 2005.
- [3] Günlük Yaşantımızda Enerji Verimliliği ve Tasarrufu Kılavuzu, <http://www.mmo.org.tr/>
- [4] Isısan Çalışmaları No.265, "Isıtma Tesisatı", Isısan, 2000.
- [5] Elektrik İşleri Etüt İdaresi Binalarda Isınmada Yapılan Enerji Tasarrufu, <http://www.eie.gov.tr/>.

ÖZGEÇMİŞ**Mert TÜKEL**

1981 İstanbul doğumludur. 2002 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. 2008 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. Aynı üniversitede Yüksek Lisans eğitimini sürdürmektedir.

Müslüm ARICI

1980 Şanlıurfa doğumludur. 2000 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. Aynı üniversiteden 2004 yılında Yüksek Mühendis ünvanı almıştır. 2001 yılından beri Kocaeli Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü Termodinamik ve Isı Tekniği Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği konusunda çalışmaktadır.

Mehmet Fatih BİNGÖLLÜ

1985 İstanbul doğumludur. 2004 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde halen lisans eğitimini sürdürmektedir. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği konusunda çalışmaktadır.

Hasan KARABAY

1965 Eskişehir doğumludur, 1987 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünden lisans, yine aynı üniversite de 1990 yılında yüksek lisansını tamamlamıştır. Doktorasını 1998 yılında İngiltere Bath Üniversitesinde yapmıştır. Halen Kocaeli üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde öğretim üyesi olarak çalışmaktadır. Evli ve iki çocukludur.