

Mekân İçerisindeki Radyatörlerin Etrafındaki Engellere Göre Isıl Veriminin İncelenmesi

Ali KİBAR
Ali Rıza VEZİROĞLU

ÖZET

Bu çalışmada, panel radyatörün etrafında ve üzerinde bulunan niş, pencere tabanı ve duvar gibi cisimlerin radyatörün ısı verimine etkisi STAR CCM+ programı kullanılarak incelenmiş sonuçlar TS 2164 standartları ile karşılaştırılmıştır. Türkiye'deki konutların ısıtılmasında yaklaşık olarak %90 oranında klasik ısıtma yani panel radyatörle ısıtma sistemi kullanılmaktadır. Yalnız yapılan uygulamalar ele alındığında birçoğunun radyatörün mekân içindeki konumundan ya da radyatörün etrafına konulan veya yerleştirilen malzemelerden ötürü %20'ye varan kayıplar oluşmaktadır. Bu çalışmada 3x3,2x2.6 m ölçülerindeki bir mekânda radyatörün önünde ve üzerinde bulunan çeşitli boyut ve uzaklıktaki engellere göre oda bir saat süresince odadaki sıcaklık artış farklılıkları incelenmiştir. Daha sonra bu farklar kullanılarak farklı niş durumlarındaki verimler kıyaslanmıştır. Elde edilen verilere göre, radyatörün önü kapalı ve üzeri ızgaralı niş içerisinde bulunduğu durumda en düşük verimin meydana geldiği görülmüştür. En ideal durumun ise yaşam alanı olan <1,85 m için her tarafı açık radyatör olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Panel Radyatör, Niş, Isıl Verim, Mekân Isıtılması, CFD

1. GİRİŞ

Günümüzde enerji kaynakları ve enerji kaynaklarının kullanımı özellikle ülkemiz gibi enerji konusunda büyük oranda dışarıya bağımlı ülkeler için çok önem arz etmektedir. Yapılacak bazı ufak düzenlemelerle toplamda çok büyük enerji kazançları elde edilebilmektedir. Konut ve işyeri ısıtılması ülkemizde enerji kullanımının önemli bir bölümünü teşkil etmektedir. Bunun için de panel radyatörler çok fazla bir kullanım alanına sahiptir.

Panel radyatörler, estetik görünümü, yüksek ısı gücü, kolay montaj imkânı sağlayabilmesi, yerden montaja imkân vermesi, maliyet/ömür oranının yüksek olması gibi avantajları sayesinde diğer radyatörlere göre daha çok tercih edilmektedir [2]. Panel radyatörlerin verimini etkileyen yerleştirilme ve montaj şeklinin yanı sıra; etra-

Abstract:

In this study, the effect of the efficiency of the niches around the panel radiator, which is used for room heating, was investigated and compared with the TS 2164 standardization using STAR CCM+ software. The panel radiators are used about 90% for the room heating in Turkey. The location and also niches around the radiator affects the thermal efficiency the rate of 20%. The differences of the room temperatures are examined, according to the niches around the panel radiator, which is located inside the 3x3,2x2.6 m space for one hour. Then, this difference is compared with each other depends on the conditions of niches. When the panel radiator is located inside the niches (Front and over of it are closed and grilled respectively), the lowest thermal efficiency can be obtained. The most ideal situation for the thermal efficiency is that in the case of open radiator for living space (<1.85 m) in the room.

Key Words:

Panel Radiator, Niche, Thermal Efficiency, Indoor Heating, CFD

Makale

fına konulan nişler, çevresini kapatan cisimler önemli oranda etkilemektedir. Bu konuda Türk Standartları Enstitüsü'nün TS 1499 ve TS 2164/2 sayılı tavsiye ettiği veriler Şekil 1'de verilmiştir. Buna göre radyatörün arka tarafında duvar ile arasındaki mesafe en az 40mm ve alt tarafta taban ile arasındaki mesafe 100 olduğu durum, verimin %100 olduğu kabul edilmiş ve diğer durumların verimleri buna göre belirtilmiştir. Radyatörün kapatılması niş kullanılarak, pencere tablasıyla veya duvara gömülü olarak yerleştirilmesiyle oluşabilmektedir.

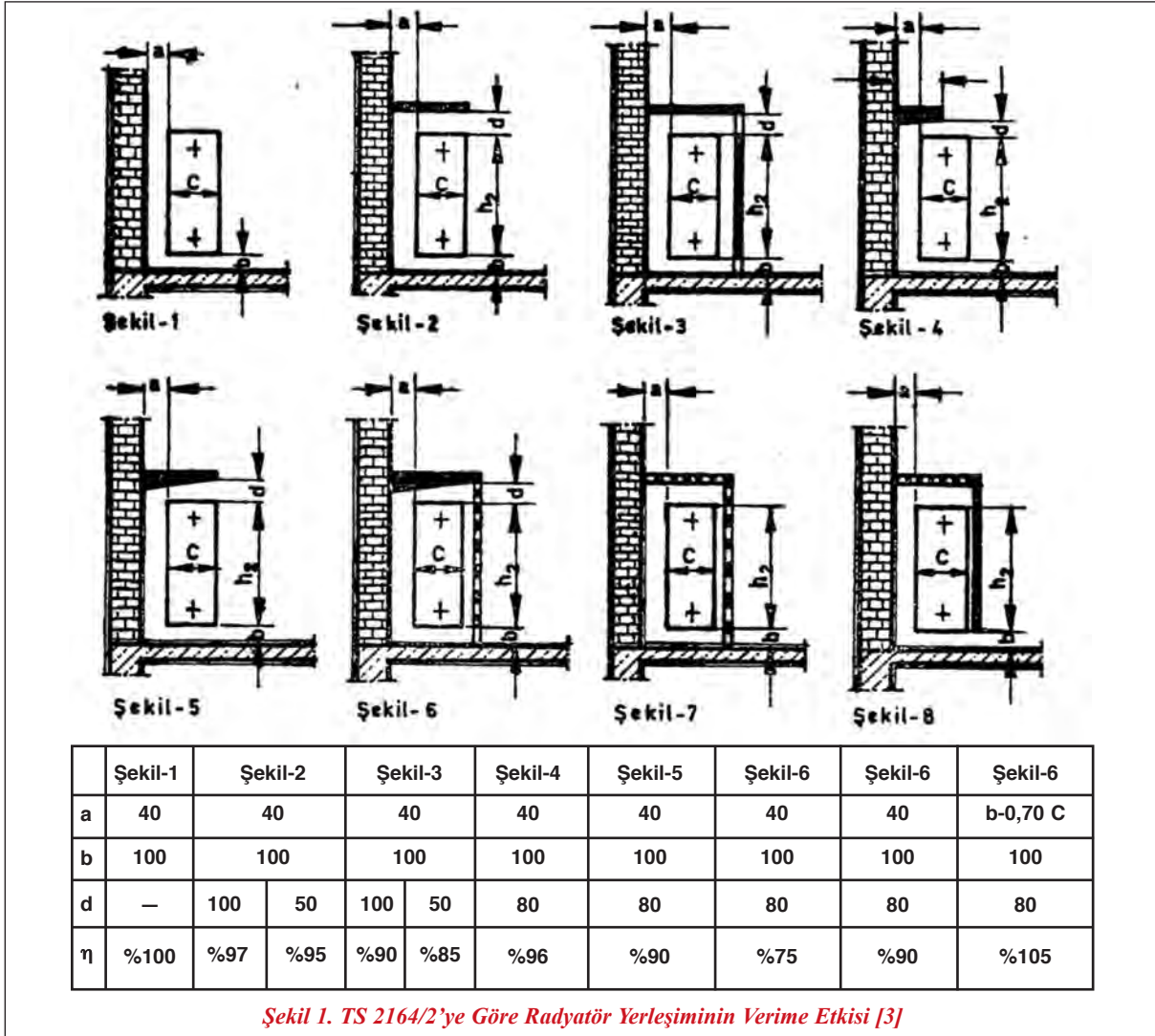
Radyatörlerin dizaynı [4], odaya yerleştiriliş şekilleri [5] bakımından birçok çalışma yapılmıştır fakat etrafına yerleştirilen cisimlerin ve nişlerin etkileri konusunda herhangi bir çalışmaya rastlanamamıştır.

Radyatör üreticileri radyatör etrafındaki nişlerin verime etkisinin hesaplamalara katılmasında TS 2164'de verilmiş olan verilerin kullanılmasını tavsiye etmektedirler.

2. Modelleme ve Çözüm Yöntemi

Bu çalışmada radyatörlerin etrafına yerleştirilen nişlerin veya radyatörün etrafını ve üzerini kapatan cisimlerin radyatörün verimine etkisinin belirlenmesi için STAR CCM+ programı kullanılarak üç boyutlu olarak sayısal modelleme yapılmıştır.

Radyatörle yapılan ısıtmada ısı transferi büyük oranda taşınım ile olmakla birlikte bir miktar da ışınım ile gerçekleşmektedir [6]. Özellikle düşük radyatör sıcaklıklarında ışınım ile ısı transferi önemli oranda azalmaktadır.



Bu çalışmada, genişliği 3 m boyu 3,2 m ve yüksekliği 2,6 m olan üç boyutlu hacim modellenmiştir. Pencere boyutları genişliği 1,6 m ve yüksekliği 1,3 m olarak alınmıştır. Radyatör boyutları ise 1,6 m ve yüksekliği 0.6m olarak alınmış ve pencerenin altında pencereyi ortalayacak şekilde yerleştirilmiştir. Isı transferi sadece pencereden ve pencerenin bulunduğu duvardan olması sağlanmış, diğer bütün yüzeyler adyabatik olarak tanımlanmıştır. Ortama akışkan giriş ve çıkışı olmamaktadır. Doğal taşınım ideal gaz denklemi kullanılarak sıcaklıktaki değişime bağlı olarak meydana gelen akışkan yoğunluğundaki değişimle sağlanmıştır.

Ortamın mesh yapısı için Hexahedral mesh kullanılmıştır. Bir mesh yapısının bir kenarı 12 cm'dir. En düşük mesh yapısı 2 cm olarak alınmıştır. Radyatör çevresinde daha yoğun mesh yapısı kullanılmıştır. Toplam mesh elemanı sayısı yaklaşık olarak 45000'dir.

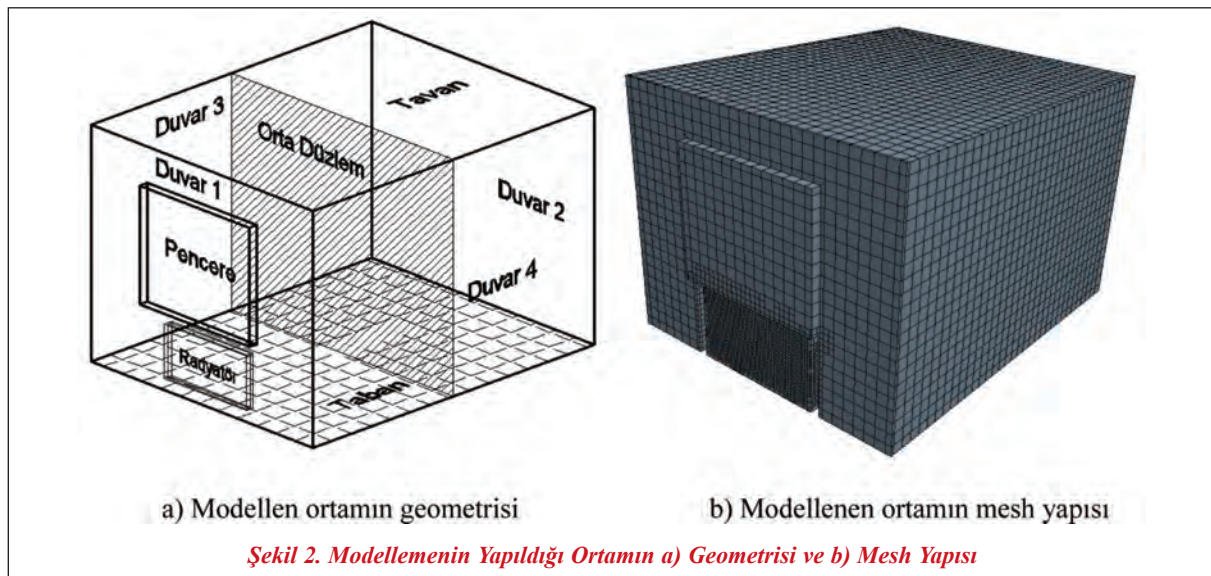
Çözüm için second order upwind yaklaşımı ve SIMPLE algoritması kullanılmıştır. Gazın doğal taşınımı için gerekli olan yoğunluktaki değişim ideal gaz denklemi kullanılarak sağlanmıştır. Hava dolaşımı türbülanslı olarak ele alınmış ve model olarak RNG k-ε türbülans modeli kullanılmıştır. Türbülanslı Prandtl Sayısı için varsayılan değer STAR CCM+ programı için 0.9'dur. Işınım ile ısı transferi için Participating Media Radiation(DOM), modeli kullanılmıştır.

Problemin çözümü için şu yaklaşımlar yapılmıştır.

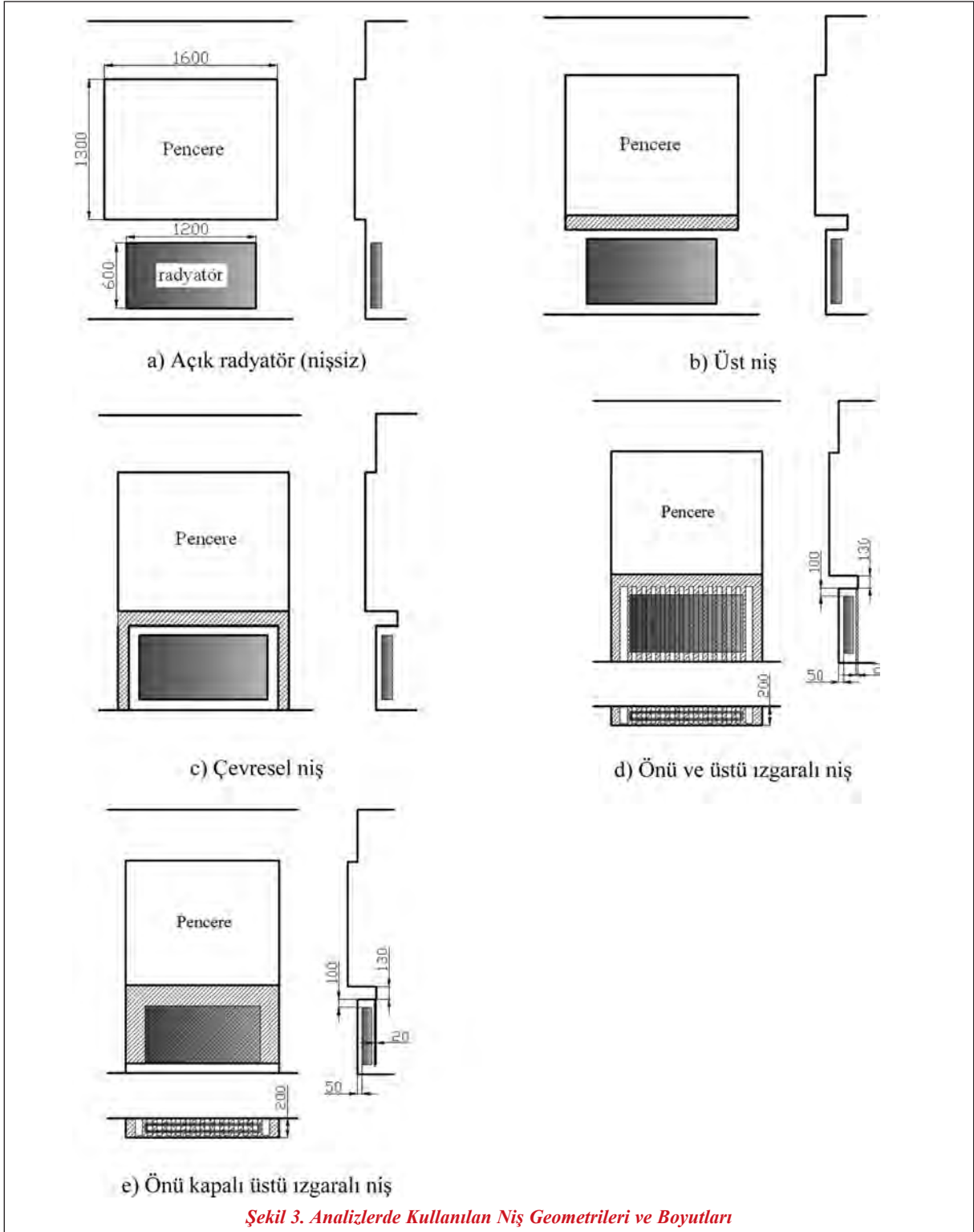
1. Problem üç boyutlu olarak ele alınmıştır.
2. Akış türbülanslı ve zamana bağlı olarak incelenmiştir.
3. Akışkan ideal gazdır.
4. Ortama herhangi bir akışkan giriş ve çıkışı olmamaktadır.
3. Geometrik Model ve Sınır Şartları

Şekil 2'de modellemenin yapıldığı ortamın a) geometrisi ve b) mesh yapısı verilmiştir. Problemin çözümü için pencere bulunan duvar hariç diğer bütün duvarlar duvar2, duvar3, duvar4, taban, tavan ve radyatörü çevreleyen niş adyabatik kabul edilmiştir. Pencerenin bulunduğu duvarın sıcaklığı (duvar 1); 12 °C, pencere 10 °C ve radyatör 50 °C olarak kabul edilmiştir. Analiz süresince bu sıcaklıklar sabit olarak kalmaktadır. Başlangıç şartları olarak ortamın sıcaklığı 15 °C ve basıncı 1 atm olarak alınmıştır. 1 saat sonunda odanın sıcaklığında meydana gelen artış kullanılarak verim hesabı yapılmıştır. Bunun için her bir analiz toplamda 3600 saniye sonra sonlandırılmıştır.

Şekil 3'te analizler için kullanılan 5 farklı durumun ön ve yan görünüşleri ve boyutları verilmiştir. Analizler için TS 2164/2'de verilmiş olan a) her tarafı açık radyatör, b) üst niş, d) önu ve üstü ızgaralı niş ve e) önu kapalı üstü ızgaralı niş durumları incelen-



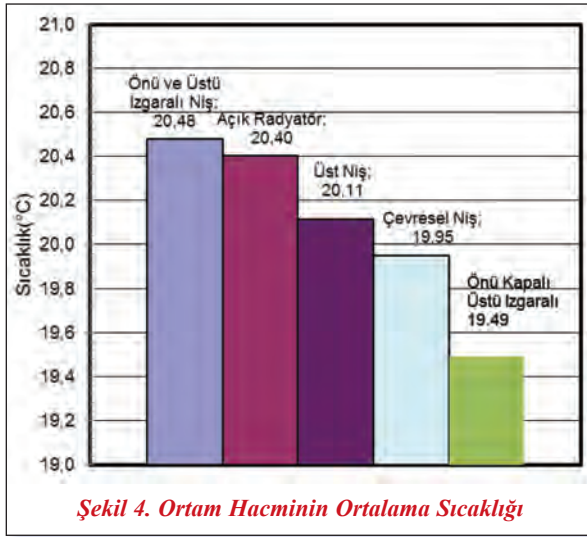
Makale



miş, ayrıca bunlara ek olarak TS 2164/2 standartlarında belirtilmemiş olan fakat yapılarda sıklıkla kullanılan radyatörün çevresinin kapalı olduğu c) çevresel niş durumu incelenmiştir.

4. Sonuçlar ve Tartışma

Şekil 4’de farklı şekillerdeki nişlerin odanın ortalama sıcaklığına etkisi verilmiştir. Burada verilen sıcaklıklar; başlangıçta 15 °C’de bulunan odanın, 1

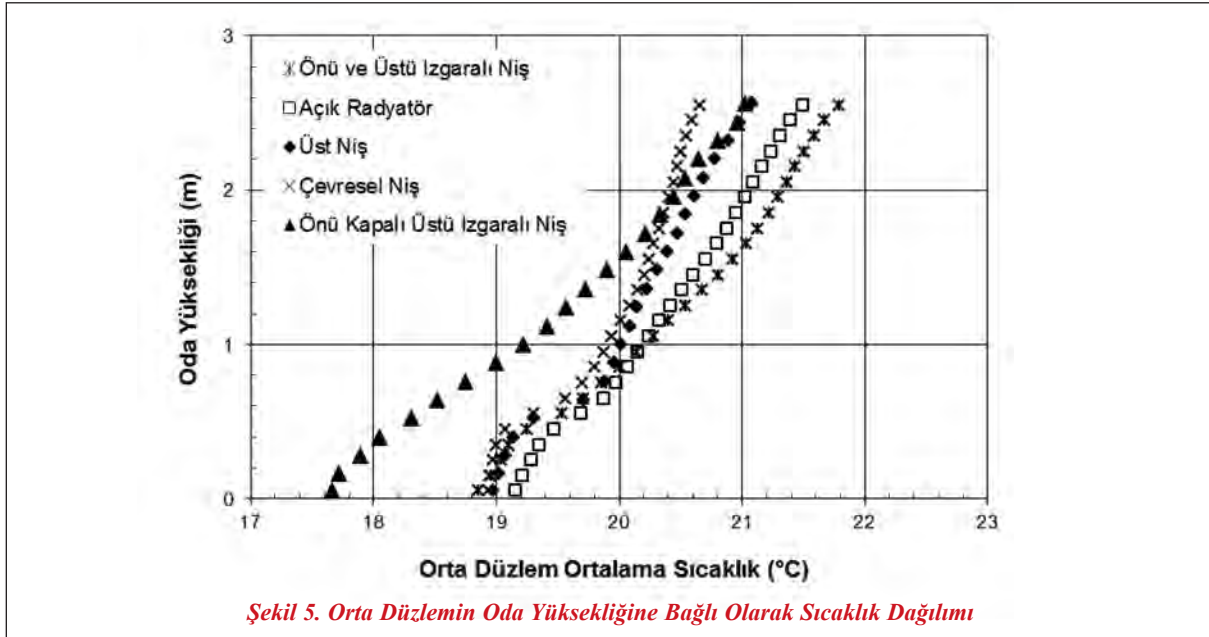


saat sonunda ulaştığı ortalama sıcaklıktır. Radyatörün etrafında bulunan nişler odanın ortalama sıcaklıklarını farklı oranlarda etkilemişlerdir. Yalnızca önü ve üstü ızgaralı niş içerisinde bulunan radyatörde, her tarafı açık radyatöre göre ortam sıcaklığında az bir artış olmaktadır. Üst niş ve çevresel niş de sırasıyla açık radyatörden daha düşük sıcaklıklarda ortamının sıcaklığına etki etmişlerdir. En düşük sıcaklık ise önü kapalı üstü ızgaralı niş kullanıldığında elde edilmiştir.

Şekil 5'te orta düzlemdeki sıcaklık dağılımının ortamın yüksekliğine göre dağılımı verilmiştir. Günlük

yaşamın sürdürüldüğü ev odalarında yaşam alanı 1,85 m yüksekliğin altında olmaktadır. Bu yüksekliğin üzerindeki sıcaklığın direk olarak ortamda bulunan birisine etkisi yoktur. Günlük olarak en fazla bulunduğumuz ortamın yüksekliği ise, koltukta veya sandalyede oturur durumda yaklaşık olarak 1,3 m civarında olmaktadır. Bu yüzden odanın tam ortasında bulunan birisine etki eden sıcaklık, yaşam seviyesinde en fazla her tarafı açık radyatörde olmaktadır. Önü ve üstü ızgaralı niş içerisinde bulunan radyatör ise daha çok yaşam bölgesi dışındaki odanın yüksek kısımlarının sıcaklığını arttırmaktadır. Önü kapalı üstü ızgaralı niş içerisinde bulunan radyatör ise yaşam alanını en az ısıtan durum olmaktadır. TS 1499 ve TS 2164/2'e göre önü kapalı ve üstü ızgaralı nişin içerisinde bulunan radyatörün veriminin %105 olduğu belirtilerek, radyatör yerleşimi açısından en ideal kullanım olduğu verilmiştir. Hâlbuki yapılan analiz sonucunda aslında yaşam alanı açısından en verimsiz radyatör yerleşiminin, önü kapalı üstü ızgaralı niş içerisinde bulunduğu durum olduğu anlaşılmaktadır. En verimli durum ise yaşam alanı baz alındığında her tarafı açık radyatörün, odanın bütün hacmi açısından ele alındığında ise önü ve üstü ızgaralı niş içerisinde bulunan radyatör durumunda olmaktadır.

Verim hesabı için TS 2164/2'de olduğu gibi etrafı



Makale

açık radyatör verimi %100 olarak kabul edilerek diğer şartların verimleri buna bağlı olarak hesaplanmıştır. Verimin hesaplanması için (1) kullanılmıştır.

$$\% \eta = 100 \times \frac{T_{\text{niş}} - T_{\text{başlangıç}}}{T_{\text{radyatör}} - T_{\text{başlangıç}}} \quad (1)$$

burada, $T_{\text{niş}}$ ve $T_{\text{radyatör}}$ sırasıyla hesabı yapılacak olan sistem için ve etrafı açık olan radyatör sistemini için odanın bir saat sonunda ulaştığı ortalama sıcaklıktır. $T_{\text{başlangıç}}$ ise odanın başlangıç sıcaklığıdır. Hesaplamalarda bu değer 15°C olarak alınmıştır. Tablo 1’de sırasıyla odanın toplam hacmi, orta düzlemin tamamı ve orta düzlemin yaşam alanı olan 1.85 m’ye kadar olan kısım ile TS 2164/2 kullanılarak radyatör verimi birbirleriyle kıyaslanmıştır. Odanın bütün hacmi ve orta düzlem kullanılarak elde edilen verimin yaklaşık olarak aynı çıktığı görülmektedir. Orta düzlem için yalnızca yaşam alanı ele alındığında ise, verimin bütün düzlem yüksekliği boyunca ele alındığı durumdan farklı değerler elde edilmektedir. Buna göre, önü ve üstü ızgaralı niş ve önü kapalı üstü ızgaralı niş durumlarında verim biraz düşmüş, üst niş ve çevresel niş durumlarında ise biraz yükselmiştir. Analiz sonucunda elde edilen sonuçlar TS 2164/2 ile kıyaslandığında büyük oranda farklılıklar elde edilmiştir. Önü ve üstü ızgaralı niş durumu için TS standardı %90 verim elde edileceğini belirtmesine rağmen, analiz sonucunda %100’e yakın bir sonuç elde edilmiştir. Yalnızca üst niş durumu TS standardı ile verilen %95 verimle yaklaşık aynı oranda bulunmuş-

tur. TS standardında önü kapalı üstü ızgaralı niş durumu için, açık radyatöre oranla %5 fazla verim elde edilebileceği belirtilmesine rağmen, yapılan analiz sonucunda en verimsiz (yaklaşık %20 oranında verim kaybı) durumun önü kapalı üstü ızgaralı niş durumunun olduğu görülmüştür.

5. Değerlendirme

Bu çalışmada, 15 °C başlangıç sıcaklığındaki bir kapalı iç mekânın, farklı şekillerdeki nişler içerisinde bulunan panel radyatörle ısıtılmasında, radyatörün ısı verimi STAR CCM+ programı kullanılarak incelenmiştir. Elde edilen verilere göre yaşam alanı olan 1,85 m’nin altındaki hacimde, en ideal ısıtma sisteminin panel radyatörün her tarafı açık olarak kullanıldığı durum olduğu tespit edilmiştir. Önü ve üstü ızgaralı niş kullanıldığında ise verimde çok az bir artış gözlenmiş fakat bu artışın daha çok yaşam alanı dışında kalan 1,85 m’den daha yukarıda bulunan hacimde gerçekleştiği elde edilmiştir. TS 2164/2’de en yüksek verim olarak gösterilen önü kapalı üstü ızgaralı niş içerisinde bulunan radyatör durumunda ise verimin en düşük seviyelerde olduğu elde edilmiştir. Sonuç olarak panel radyatör ısıtma sistemlerinde en yüksek verimin elde edilebilmesi için, radyatörün her tarafının açık olması gerektiği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

[1] Myhren, J. A., & Holmberg, S. (2009). Design considerations with ventilation-radiators:

Tablo 1. Radyatörle Odanın Isıtılmasında Farklı Şekillerdeki Nişlerin Verimleri (Odanın Ortalama Sıcaklığına Göre)

	Açık radyatör	Önü ve üstü ızgaralı niş	Üst niş	Çevresel niş	Önü kapalı üstü ızgaralı niş
Bütün hacim	%100	%101.73	%94.93	%91.87	%83.75
Orta düzlem	%100	%101.4	%94.63	%91.67	%83.15
Orta düzlem yaşam alanı (<1.85m)	%100	%99.65	%95.97	%93.96	%79.82
TS 2164/2	%100	%90	%95	Belirtilmemiş	%105

- Comparisons to traditional two-panel radiators. *Energy and buildings*,41(1), 92-100.
- [2] <http://www.demirdokum.com.tr/?tuketici-des-tek=sikca-sorulan-sorular&s=55>
- [3] TS 2164 Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları, Ekim 1983
- [4] Beck, S. M. B., Grinsted, S. C., Blakey, S. G., & Worden, K. (2004). A novel design for panel radiators. *Applied thermal engineering*, 24(8), 1291-1300.
- [5] Sevilgen, G., & Kilic, M. (2011). Numerical analysis of air flow, heat transfer, moisture transport and thermal comfort in a room heated by two-panel radiators. *Energy and Buildings*, 43(1), 137-146.
- [6] Ploskić, A., & Holmberg, S. (2011). Low-temperature baseboard heaters with integrated air supply—An analytical and numerical investigation. *Building and Environment*, 46(1), 176-186.