

Farklı Bağlantı Şekillerinin Panel Radyatörlerin Verimleri Üzerine Etkisinin İncelenmesi

Gökhan ÖMEROĞLU*

Makine Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, Türkiye
gomeroglu@atauni.edu.tr

(Geliş/Received: 21/05/2019;

Kabul/Accepted: 29/08/2019)

Öz: Bina ısıtma sistemlerinin, gerek konfor standartlarının oluşturulması gerekse insanoğlunun sağlıklı yaşam ortamlarında yaşayabilmeleri için uygulanması günümüzde kaçınılmazdır. Bir binanın ısıtma ihtiyacı yaygın olarak fosil yakıtlar kullanılarak ısıtılan suyun mahal içerisine yerleştirilen radyatörlerde dolaştırılması ile çözümlenmektedir. Mühendisler ısıtılacak mahaller için radyatör boyutlarını ve boru çaplarını projelendirirken radyatörlere yapılacak bağlantı şekilleri üzerine bir belirleme yapmamaktadırlar. Bu durumda sistemi oluşturan kişilerin tercihleri veya tecrübeleri ile rastgele bağlantılar uygulanmaktadır. Enerjinin etkin ve verimli kullanılması açısından doğru projelendirme ve verimin artırılması günümüz dünyasında oldukça önemlidir. Bu nedenle bir mahal içerisine yerleştirilen bir radyatörün doğru olarak boyutlandırılması veya radyatöre doğru boru çapı ile suyun taşınması kadar suyun giriş ve çıkış yönünün de etkisi önemlidir. Bu çalışmada farklı boylarda modellenen panel radyatörler için 3 farklı bağlantı şeklinin etkisi hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) metodu kullanılarak incelenmiştir. Çalışmada radyatör boyunun artması ile panel veriminin bağlantı şekillerine göre azaldığı ve bağlantı şekillerinin verim üzerindeki etkisi gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: Panel radyatör, bağlantı şekilleri, verim, cfd analizi.

Investigation of the Effect of Different Connection Types on the Efficiency of Panel Radiators

Abstract: It is inevitable that building heating systems are used to create comfort standards and to live in healthy living environments of human beings. The heating requirement of a building is widely solved by circulating water heated by using fossil fuels in radiators placed in the space. Engineers do not make a determination on the connection types to be made to the radiators while projecting the radiator dimensions and pipe diameters for the spaces to be heated. In this case, random connections are applied with the preferences or experiences of the people who make up the system. In terms of efficient use of energy, increasing the right design and efficiency is very important in today's world. For this reason, the correct size of a radiator placed in a space or the diameter of the pipe towards the radiator as well as the transportation of water is also important. In this study, the effect of 3 different connection shapes for panel radiators modeled in different lengths were investigated by using computational fluid dynamics (CFD) method. In this study, it was shown that the efficiency of the panel decreases with the increase in radiator length and the effect of the connection shapes on the efficiency.

Key words: Panel Radiator, connection types, efficiency, cfd analysis.

1. Giriş

Bir sıcak su ısıtma sisteminin tasarımında, geleneksel olarak ısıtılacak mahaller için ısı kaybı hesabı yapılarak panel verimlerine göre radyatör seçimi yapılmaktadır. Dağıtım ve toplama kolon çapları boyutlandırılmakta ve kritik devredeki basınç düşümü, ısı yüklerine göre ve kabul edilen hız sınırları içerisinde hesaplanmaktadır. Son olarak, hesaplanan basınç düşümü de dikkate alınarak kritik devreye su basabilecek şekilde sirkülasyon pompası seçimi yapılmaktadır.

Panel radyatörler günümüzde gerek şık bir görünüme sahip olmaları gerekse yüksek verimleri açısından mahallerin ısıtılmasında sıkça tercih edilmektedirler. Panel radyatörler her bir tarafına istenildiğinde bağlantı yapılabilecek şekilde üretilmektedirler. Bu sayede ortamlara istenilen şekilde kolayca montaj edilebilmektedirler. Panel radyatörler genellikle ekonomik olması açısından sac (demir) malzemeden üretildikleri gibi yüksek verime sahip ancak daha pahalı alüminyum malzemeler kullanılarak da üretilmektedirler. Radyatörlerin tipleri belirlenirken etken parametre kanat sayısıdır. Birbirlerinden farklı ısıtma gücüne sahip radyatör tipleri genel olarak, P, PK, PKP, PKKP, PKKPKP olarak üretilmektedir. P (panel) ve K(kanat) sayısına bağlı olarak üretilen radyatörlerden yaygın olarak kullanılan tip PKKP'dir. [1]

Panel radyatörlerde dolaşan su iki farklı ısı transfer mekanizması ile mahale iletilmektedir. Radyatörde dolaşan su panel yüzeyinde hareket ettiğinden ısı radyasyon (ışınım) yolu ile öncelikle ortama aktarılmaktadır.

* Sorumlu yazar: gomeroglu@atauni.edu.tr. Yazarın ORCID Numarası: 0000-0001-7237-2311

Ayrıca taşınım ile de ortam içerisinde havanın ısıtılması da sıcak suyun ortama ısı transferi açısından bir başka yoldur. Ancak bu durumda taşınımın ve ışınımın daha efektif olarak gerçekleştirilmesi için radyatörlerin önüne veya üzerine ister dekoratif amaçlı olsun isterse yerleştirme açısından olsun eşyaların doğru bir şekilde yerleştirilmesi, radyatörlerin ön ve üst yüzeylerinin kapatılmaması gerekmektedir. [1]

Radyatörlerin mahallerde kullanılmasında etrafındaki engellerin ısıtma verimliliği açısından önemi üzerine yapılan çalışmada, %20'ye kadar ısı veriminin değiştiği ve eşyaların radyatörlere yerleştirilme mesafesi açısından en ideal durumun ise eşya yerleşiminin 1,85 metreden daha büyük mesafeler için her iki tarafı açık radyatörler olduğu tespit edilmiştir. [2]

Panel radyatörlerin doğru bir şekilde montajı ve kullanım şartları açısından yapılan çalışmada; radyatörlerin üzerinin kimyasal sıvılarla değil nemli bir bezle silinmesi, temizliğinin yılda en az bir defa yapılması, sistem içerisinde sıkışan havanın boşaltılması, verimli kullanılmaları açısından termostatik vana uygulanması ve radyatörlerin korozyona uğramaması için sıkça içerdiği suyun boşaltılmaması gerektiği vurgulanmıştır. [3]

Panel radyatörlerin mahallerde kullanımında verimliliğini düşüren başka bir etken ise radyatörün dış duvara kalan tarafından ısı kaybının gerçekleşmesidir. Radyatörün dış duvara bakan kısmı poliüretan yalıtım malzemesi ile kaplandığında yalıtımsız haline göre daha verimli hale geldiği gözlemlenmiştir. [4]

Tip-22-600x500 çelik panel radyatör modeli kullanılarak yapılan çalışmada panel radyatörün farklı bağlantı şekillerine göre termal verimi CFD analizi ile incelenmiştir. Ayrıca ısı taşınım katsayısında meydana gelen değişimin ısı güç üzerindeki etkisi de araştırılmıştır. *“Üstten girişi, çapraz tarafta alttan çıkışı olan bağlantı için, kütle debisi dağılımı ilk iki ve son üç dikey kanalda olması gereken akıştan daha fazla olduğu belirlenmiştir. Üstten girişi, aynı tarafta alttan çıkışı olan bağlantı için, kütle debisi dağılımı ilk dört dikey kanalda olması gereken akıştan daha fazla olduğu belirlenmiştir. Geri kalan dikey kanallarda, kütle debisi dağılımının neredeyse sıfıra eşit olduğu görülmektedir. Üstten girişi, çapraz tarafta alttan çıkışı olan bağlantı ve üstten girişi, aynı tarafta alttan çıkışı olan bağlantı için sayısal sonuçlar ve ticari katalog değerleri birbirine çok yakındır ve bu yüzden iki ana bağlantı yöntemi de bu panel radyatör için kullanılabilirliği gösterilmiştir.”* [5]

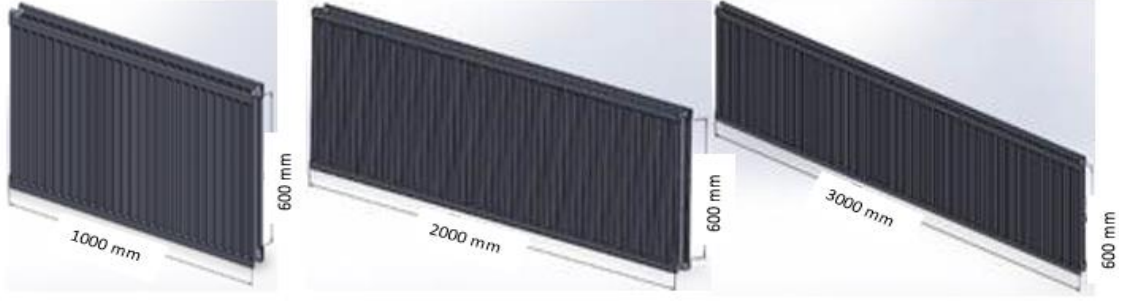
Paneller arasında yerleştirilen bir veya iki yüksek emisyonlu levha kullanılarak yapılan çalışmada radyatörlerin ısı verimlerinin klasik tiplere göre arttığı gözlemlenmiş ayrıca kullanılan bu levhaların ısı geçişini azaltan tozlanmaya karşı daha dirençli olduğu görülmüştür. [6]

Bu çalışmada ise bireysel veya merkezi ısıtma sistemlerinde en sık tercih edilen, genel olarak kullanılan mimari tiplerinde uygulama veya mahal büyüklükleri açısından yaygın olarak kullanılan; PKKP tipinde 600 mm yüksekliğinde ve 1-2-3m uzunluklarında olan panel radyatörler için 3 farklı bağlantı şekillerinin ısı verim üzerine etkisi hesaplamalı akışkanlar dinamiği (CFD) yöntemi ile incelenmiştir. Panel radyatörün boyu arttıkça bağlantı şeklinin öneminin arttığı belirlenmiştir.

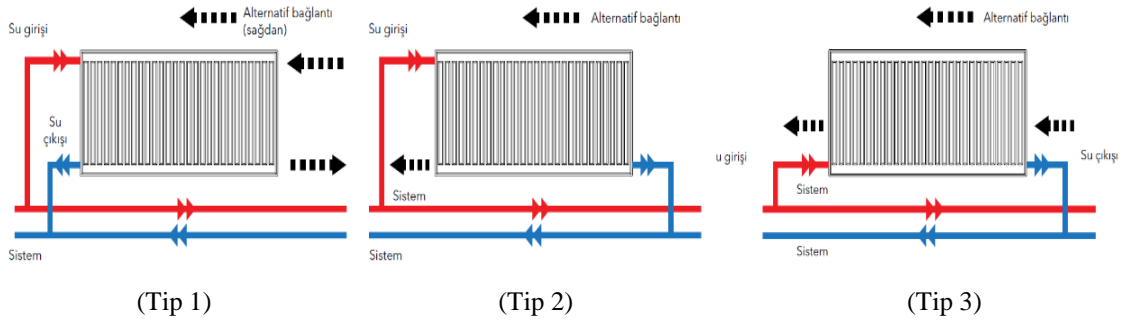
2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada Solidworks Flow Simulation [7] programı kullanılarak 2 boyutlu CFD analizi yapılmıştır. Genel olarak sıkça tercih edilen ısıtma parametreleri olan 70/55 su giriş/su çıkış derecelerinde, yerçekimi etkisi aktif edilerek 0,045 kg/s debi değerinde, hexahedral mesh yapısında minimum boşluk oranı 0,006 m ve kararlı hal çözümlemesi olacak şekilde analizler yapılmıştır. Ele alınan problem 2 boyutlu, akışkan laminar ve türbülanslı, ortam sıcaklığı 20°C alınarak analizler yapılmıştır. Radyatör boyutları 600/1000-2000 ve 3000 olarak alınmıştır.

Panel radyatörler için ekonomik ısıtma sağlamak için kombininin belli sıcaklık aralıklarında çalıştırılması tek başına yeterli değildir. Tesisat borularının radyatörlere bağlantı şeklinin önemli olduğu bilinmekte ancak bunun tesisatın yapısı ve radyatörün uzunluğu ile değişebileceği göz ardı edilmektedir. Yani, herhangi bir bağlantı şekli tüm radyatör boyları için en uygun tercih olmayabilmektedir. Çünkü tesisat boru çapları, radyatör kapasiteleri veya sirkülasyon pompası gücü gibi parametrelerin sistemde dolaşan suyun radyatörler içerisinde her noktaya ulaşabilmesini doğrudan etkilediği bilinmektedir [8]. Şekil 1'de modellenen radyatörler, Şekil 2'de ise olası panel bağlantıları şematik olarak gösterilmiştir. Mantıken panelin her noktasına suyun rahatlıkla dağılabilmesi için panelin her iki tarafından bağlantı yapılması doğru bir tercih gibi gözükmektedir. Ancak her bağlantı şeklinin radyatörün performans verimi üzerine etkisinin ayrı ayrı değerlendirilmesi gerekmektedir.



Şekil 1. Modellenen 1, 2 ve 3 metre panel radyatörler



Şekil 2. Radyatör bağlantı tipleri: tip 1: paralel, tip 2: çapraz ve tip 3: alt giriş-çıkış .[8]

Analizleri yapılacak panel radyatörlerin üzerindeki sıcaklık değerlerinin ortalaması ve içerdikleri su miktarlarına göre ısı hesaplamaları için (1) kullanılmıştır;

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t \quad (1)$$

Burada, m sıvı kütlesi olup yapılan modelin 1m boyutu için yaklaşık 7,5 litre su barındıracak şekilde modellenmiş ve suyun özgül ısı değeri ortalama 4186 J/kg°C olarak alınmıştır.

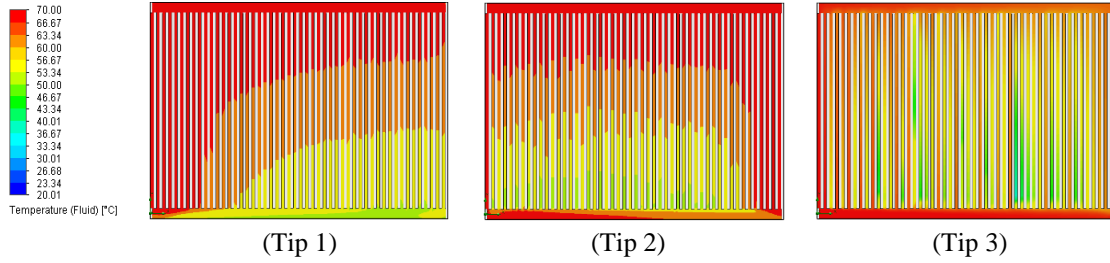
Tablo1. Farklı tip ve boyutlarda ki panel radyatörlerin ısı verimleri. [9]

ISIL VERİM TABLOSU (Watt)									
20°C		TYPE 11		TYPE 21		TYPE22		TYPE 33	
L (mm)	t1/ t2	H (mm)		H (mm)		H (mm)		H (mm)	
	(°C)	500	600	500	500	500	600	500	600
1000	90 / 70	892	1070	1296	1547	1808	2110	2366	2829
	75 / 65	701	841	1021	1217	1446	1688	1856	2214
	70 / 55	611	732	889	1059	1157	1350	1614	1921
	55 / 45	358	428	523	621	727	848	942	1113
2000	90 / 70	1783	2141	2592	3093	3615	4220	4731	5658
	75 / 65	1403	1682	2041	2434	2892	3376	3713	4427
	70 / 55	1221	1463	1778	2119	2314	2701	3228	3842
	55 / 45	717	856	1046	1243	1453	1696	1883	2226
3000	90 / 70	2675	3211	3888	4640	5423	6330	7097	8487
	75 / 65	2104	2523	3062	3,650	4338	5064	5569	6641
	70 / 55	1832	2195	2667	3178	3470	4051	4842	5763
	55 / 45	1075	1284	1568	1864	2180	2545	2825	3340

Yapılacak hesaplamalarda her bir radyatörün ortalama yüzey sıcaklığı ile ihtiva ettiği su hacmine göre sahip olduğu ısı kapasitesi tablo-1’de verilen verilerden TYPE-22, H=600 mm ve L=1000, 2000 ve 3000 mm değerlerinde ki ısı verimlere göre karşılaştırılarak her bir radyatör ve bağlantı şeklinin ortalama verimleri bulunmuştur. Daha sonra en iyi bağlantı şekli ve en kısa radyatör için bulunan verim değeri %100 alınarak diğer boylara ve bağlantı şekillerine göre verim farkları kıyaslanmıştır.

3. Değerlendirme ve Tartışma

Şekil-3’te 1m uzunluğunda ki radyatörlerin 3 farklı bağlantı şekline göre sıcaklık dağılımları verilmiştir. Görüleceği üzere tip-1 ve tip-2 bağlantı şekillerinde ki sıcaklık dağılımları benzer çıkmış tip-3 te ise sıcaklık daha farklı bir dağılıma uğramıştır. Bölgesel olarak tip-1 ve tip-2 de suyun giriş tarafı ve çıkış tarafına doğru sıcaklıklar artarken çıkış bölgesinin zıt tarafında 25°C’ye kadar sıcaklık düşüşleri gözlemlenmiştir. Tip-3 bağlantı şeklinde ise su alt bölgeden girip alt bölgeden çıktığı için radyatörün sıcaklığı daha homojen olarak dağılmasına rağmen radyatörün orta ve üst kısmı bölgelerde 35°C’ye kadar sıcaklık düşüşleri olmuştur.



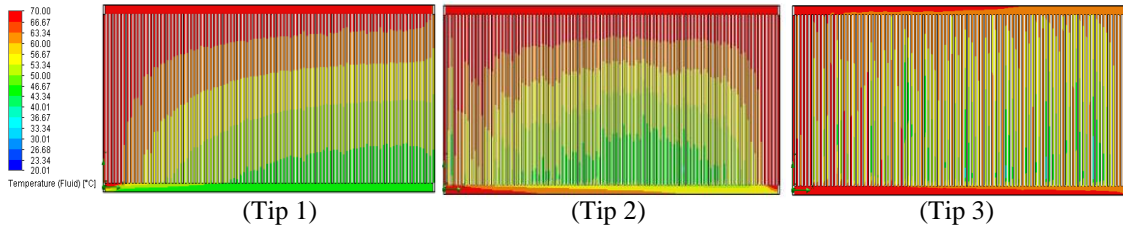
Şekil 3. 1m uzunluğunda radyatörler için 70/55 giriş-çıkış değerlerine göre sıcaklık dağılımları

Tablo-2 de sıcaklık dağılımlarının minimum, maksimum ve ortalama değerleri verilmektedir. Tablodan görüleceği üzere 3 tip bağlantı şekli için ortalama yüzey sıcaklıkları sırasıyla tip-1> tip-2>tip-3’tür.

Tablo 2. 1m uzunluğunda ki radyatör için farklı bağlantı tiplerine göre sıcaklık değerleri

Parametre	Tip-1	Tip-2	Tip-3
Akışkanın minimum sıcaklığı [°C]	47,73	45,91	35,79
Akışkanın maksimum sıcaklığı [°C]	70,00	70,00	70,00
Akışkanın ortalama sıcaklığı [°C]	63,06	62,60	60,29
Akışkanın hacmi (m ³)	0,007	0,007	0,007

Şekil-4’te 2m uzunluğunda ki radyatörlerin 3 farklı bağlantı şekline göre sıcaklık dağılımları verilmiştir. Görüleceği üzere tip-1 bağlantı şeklinde radyatörün sağ alt bölgesi ile sol üst bölgesi arasında farklı sıcaklık dağılımları oluşmuştur. 37°C’ye kadar bölgeler arası sıcaklık farkları meydana gelmiştir. Tip-2 bağlantı şeklinde sıcaklık dağılımı radyatörün geneline tip-1’e göre daha iyi yayılmasına karşın ortalama sıcaklık düşüşleri daha çok radyatörün alt-orta kısmında 35°C’ye kadar düştüğü gözlemlenmiştir. Tip-3 bağlantı şeklinde ise yine sıcaklık dağılımı tip-1 bağlantı şekline göre daha homojen olmasına karşın radyatörün orta-sağ bölgesinde sıcaklık değerlerinin 31°C’ye kadar düştüğü gözlemlenmiştir.



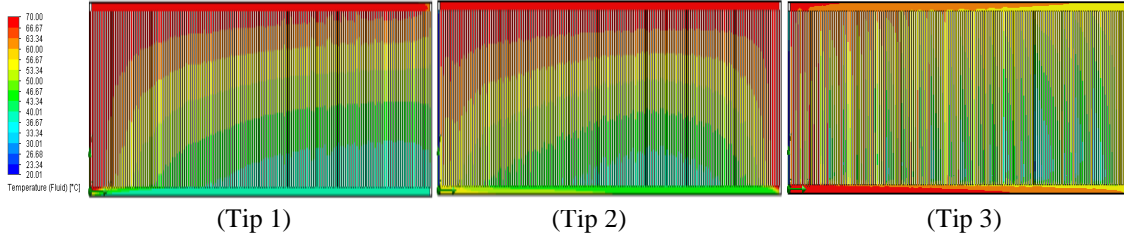
Şekil 4. 2 m uzunluğunda radyatörler için 70/55 giriş-çıkış değerlerine göre sıcaklık dağılımları

Tablo-3 de sıcaklık dağılımlarının minimum, maksimum ve ortalama değerleri verilmektedir. Tablodan görüleceği üzere 3 tip bağlantı şekli için ortalama yüzey sıcaklıkları sırasıyla tip-2> tip-3>tip-1'dir.

Tablo 3. 2m uzunluğunda ki radyatör için farklı bağlantı tiplerine göre sıcaklık değerleri

Parametre	Tip-1	Tip-2	Tip-3
Akışkanın minimum sıcaklığı [°C]	33,48	35,13	39,10
Akışkanın maksimum sıcaklığı [°C]	70,00	70,00	70,01
Akışkanın ortalama sıcaklığı [°C]	57,70	59,00	58,54
Akışkanın hacmi (m ³)	0,015	0,015	0,015

Şekil-5'te 3m uzunluğunda ki radyatörlerin 3 farklı bağlantı şekline göre sıcaklık dağılımları verilmiştir. Görüleceği üzere tip-1 bağlantı şeklinde neredeyse radyatörün sadece üst ve giriş bölgesinde sıcaklığın sadece yoğunlaştığı ve aşağı doğru sıcaklığın hızlı bir şekilde düştüğü gözlemlenmiştir. 42°C'ye kadar bölgeler arası sıcaklık farkları meydana gelmiştir. Tip-2 bağlantı şeklinde sıcaklık dağılımı radyatörün geneline tip-1'e göre daha iyi yayılmasına karşın sıcaklık düşüşleri daha çok radyatörün alt-orta bölgesinin çok düşük bir kısmında ortam sıcaklığı olan 20°C'ye kadar düştüğü gözlemlenmiştir. Tip-3 bağlantı şeklinde ise yine sıcaklık dağılımı tip-1 bağlantı şekline göre daha homojen olmasına karşın radyatörün alt-sağ bölgesinin bazı kısımlarında sıcaklık değerlerinin ortam sıcaklığına kadar düştüğü yani o belirtilen bölgelerde suyun neredeyse hiç dolaşım yapmadığı gözlemlenmiştir.



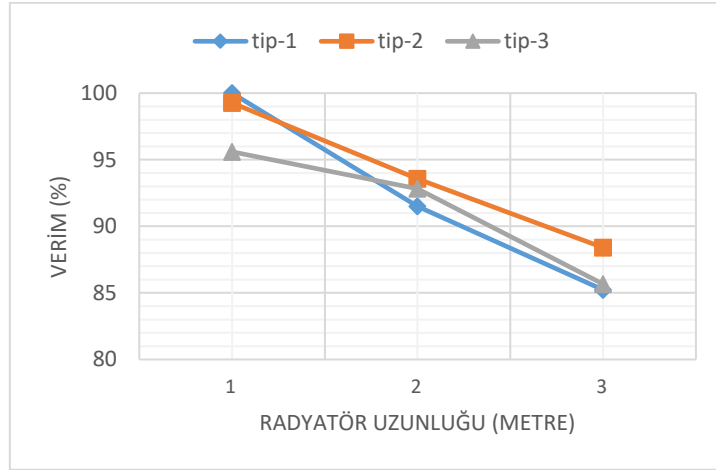
Şekil 5. 3 m uzunluğunda radyatörler için 70/55 giriş-çıkış değerlerine göre sıcaklık dağılımları

Tablo-4 de sıcaklık dağılımlarının minimum, maksimum ve ortalama değerleri verilmektedir. Tablodan görüleceği üzere 3 tip bağlantı şekli için ortalama yüzey sıcaklıkları sırasıyla tip-2> tip-3>tip-1'dir.

Tablo 4. 3m uzunluğunda ki radyatör için farklı bağlantı tiplerine göre sıcaklık değerleri

Parametre	Tip-1	Tip-2	Tip-3
Akışkanın minimum sıcaklığı [°C]	28,73	20,14	20,19
Akışkanın maksimum sıcaklığı [°C]	70,00	70,00	70,00
Akışkanın ortalama sıcaklığı [°C]	53,75	55,75	54,02
Akışkanın hacmi (m ³)	0,022	0,022	0,022

Şekil-6'da radyatör boyuna ve bağlantı şekillerine göre ortalama yüzey sıcaklığı en fazla olan radyatör boyu ve bağlantı şekli referans alınarak yapılan grafik verilmiştir. Grafik incelendiğinde panel radyatörler içerisinde sıcaklık dağılımının uzunluk arttıkça azaldığı (verimin azaldığı) ve bağlantı şekillerinin öneminin radyatör uzunluğu arttıkça daha belirgin olarak değiştiği görülmektedir. Grafik oluşturulurken en iyi performansa sahip radyatörün verimi %100 kabul edilip diğer uzunluk ve bağlantı şekilleri ile kıyaslanması yapılmıştır. Şekil de en iyi performansa sahip radyatörün 1 m uzunluğunda üst-alt bağlantıya sahip radyatör olduğu görülürken, ek kötü performans 3 m uzunluğunda yine üst-alt bağlantıya sahip radyatörde olduğu görülecektir. Bu durum, radyatör uzunluğunun 1 m den daha fazla artması durumunda üst-alt (tip-1) bağlantı şeklinin diğer bağlantı şekillerine göre uygun bir bağlantı şekli olmadığı sonucunu doğurmaktadır. Uzunluk artması sonucu en performanslı bağlantı türü çapraz (tip-2) olmaktadır.



Şekil 6. Bağlantı şekillerinin farklı boyutlarda ki radyatörlerin verimleri üzerindeki etkisi

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, 20 °C ortam sıcaklığındaki bir mahalde, 70/55 gidiş-dönüş sıcaklığında, 3 farklı bağlantı şekli ve 3 farklı boydaki panel radyatörler için sıcaklık dağılımları Solidworks Flow Simulation programı kullanılarak incelenmiştir. Elde edilen sıcaklık değerlerinin dağılımları ve ortalama sıcaklık değerleri incelendiğinde;

- Mahaller için cihaz seçimi yapılırken radyatör boyu arttıkça verimin düştüğü, radyatörün yüzeyinde daha çok ısınmayan bölgeler oluştuğu gözlemlenmiştir. Bu bakımdan bir mahale radyatörler yerleştirilirken mümkün olduğunca tek parça uzun tip kullanmak yerine ısı yükünün bölünerek birkaç adet radyatör yerleştirilmesinin daha uygun olduğu görülmüştür.
- Panel radyatörlerde giriş-çıkış bağlantı şekillerinin önemi uzunluğa göre artmaktadır.
- 1m uzunluğunda ki radyatörde bağlantı şeklinin etkisi neredeyse fark etmez iken 3m uzunluğunda ki radyatörde ortalama yüzey sıcaklığı 2°C kadar değişmektedir. Yani birden çok radyatör bulunan ve tip-2'ye göre bağlantısı yapılan mahallerin aynı çalışma ve ortam koşullarında tip-1 ve tip-3 e göre daha verimli ısıtılacağı aşikârdır.

Radyatör bağlantı şekillerinden tip-2 (çapraz) bağlantı şeklinin özellikle radyatör boyu arttıkça diğer bağlantı şekillerine göre daha verimli olduğu sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

- [1] <http://www.iyiradyator.com/index.asp?Sayfa=Radyator,Nedir>
- [2] Kibar A, VEZİROĞLU A.R. Mekan İçerisindeki Radyatörlerin Etrafındaki Engellere Göre Isıl Veriminin İncelenmesi. Tesisat Mühendisliği;136: Temmuz/Ağustos 2013.
- [3] DAŞDEMİR A. Panel Tip Radyatörlerin Montajı ve Kullanımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar. Tesisat Mühendisliği; 146: Mart/Nisan 2015.
- [4] YILMAZ E. Exterior surface insulated panel radiator and energy efficiency analysis. International Advanced Researches and Engineering Journal; 01: December,2017.
- [5] AYDAR E, EKMEKÇİ İ. Thermal Efficiency Estimation Of The Panel Type Radiators With Cfd Analysis. Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi; 32, 2: 63-71, 2012.
- [6] Beck S, M. B., Grinsted S.C, Blakey S.G, et al. A novel design for panel radiators. Applied Thermal Engineering; 24: 1291-1300, 2004.
- [7] <https://www.solidworks.com/tr/product/solidworks-flow-simulation>
- [8] Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Esasları Kitabı. TMMOB, Makina Mühendisleri Odası, 259-100.
- [9] Kalde Radyatör Kataloğu. 2014 TR.