

RADYATÖR ARKLARINA KONULAN YALITILMIŞ ISINIM  
KALKANININ RADYATÖR VERİMİNE ETKİSİ

Kemal ALTINIŞIK

E.Ü. Mühendislik Fakültesi, KAYSERİ

ÖZET

Bu çalışmada, radyatör arka yüzeyi ile, bu yüzeye karşı gelen soğuk iç yüzey arasındaki, sıcaklık farkı nedeniyle dışarıya transfer olan ısıyı önlemek suretiyle, radyatör veriminin net % 13 arttığı hesaplandı. Bu maksatla, radyatör arkalarına, önce radyasyon kalkanı koymadan ve daha sonra yalıtılmış radyasyon kalkanı koyarak radyatör verimi incelendi.

Uygulamada çok kullanılan 80/60'lık bir sistem dikkate alınarak, her durum için radyatör veriminin nümerik olarak ne kadar arttığı hesaplandı.

THE EFFECT OF THE INSULATED RADIATION SHIELD, WHICH IS  
INSERTED BETWEEN THE WALL AND THE RADIATOR, ON THE RADIATOR  
EFFICIENCY

SUMMARY

In this study, an increase of 13 % in radiator efficiency has been calculated when preventing the heat transfer occurring due to the temperature difference between the backsurface and the inner cold surface on the radiator, that is against the backsurface of radiator. For this purpose, firstly, without using the radiation shield secondly, by using un-insulated and insulated radiation shield on the back surface of radiator, the efficiency of radiator has been studied.

For a commonly used system of 80/60, the efficiencies of radiator have been calculated numerically.

1- GİRİŞ

1973 Ortadoğu savaşından sonra, dünyada enerji darboğazı meydana gelmiş ve buna bağlı olarak, bir çok ülkede olduğu gibi Türkiye'de de, enerji tasarrufu ön plâna geçmiştir. Türkiye'de tüketilen enerjinin üçte birinden daha fazlası ısıtma maksadıyla kullanıldığı düşünülürse, gerek daha önce yapılan, gerekse yapılmakta olan konutlarda, enerji ta-

sarrufu sağlayacak bir takım tedbirlerin alınması gerektiği ortaya çıkar.

Binalarda hesaplanan ısı yükünün yaklaşık % 35'ine yakın değeri, pencere ve kapılardan dışarı gitmektedir. Buna neden, pencere boyutlarının çok büyük olması, çerçeve ve kapıların sızmaya karşı yeterince iyi yapılmaması ve tek cam olması söylenebilir.

Bilindiği gibi, radyatör petekleri genellikle pencere altlarına yerleştirilir. Bu nedenle, duvar yüzeyine bakan radyatör yüzeyinden faydalanma çok az olmaktadır. Radyatörlerin dış duvarlara yerleştirilmesi halinde, radyatörlerin ısı etkisine, doğrudan maruz kalan duvarların ısı yönünden yeterli bir şekilde yalıtılması gerekir. Radyatörün duvara çok yakın konulması nedeniyle, radyatör ile duvar arasındaki konveksiyon da oldukça azalmaktadır.

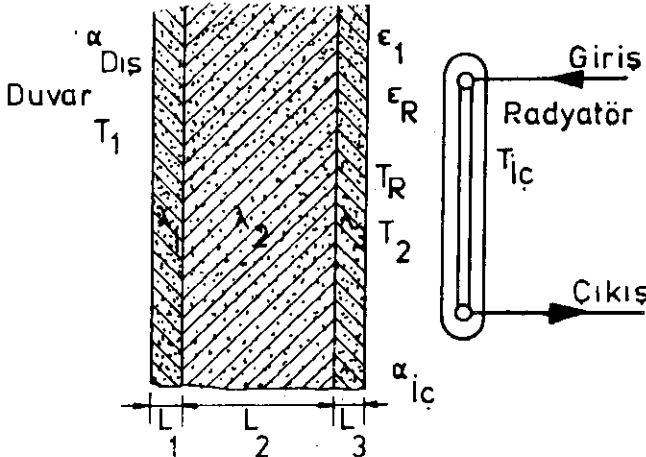
Radyatör verimini arttırmak ve dışarıya sızan ısıyı önlemek için radyatör peteklerinin arkalarına yalıtılmış radyasyon kalkanı yerleştirilebilir. Bu şekilde radyatör veriminde, net % 13-15 verim artışı sağlanır.

## 2- RADYASYON KALKANI KULLANMADAN RADYASYON VE KONVEKSİYON İLE GEÇEN ISI

Genellikle soğuk yüzeylerin önüne konulan radyatörlerin arka yüzeylerinden, radyasyon ve tabii konveksiyon yoluyla geçen ısı miktarlarının hesabı, aşağıda verilen sonuç bağıntılar yardımıyla bulunabilir.

### 2.1. RADYASYON İLE GEÇEN ISI

Sıcaklıkları  $T_1$  ve  $T_2$ , emisyon katsayıları  $\epsilon_1$  ve  $\epsilon_2$  olan ve birbirlerine bakan iki levha yüzeyi dikkate alalım.



Şekil 1. Yalıtımsız halde ısı geçişi

Bu taktirde eğer  $T_1 > T_2$  ise,  $T_1$  sıcaklıktaki kaynaktan  $T_2$  sıcaklıktaki kaynağa radyasyon ile geçen ısı miktarı aşağıdaki bağıntı yardımıyla bulunabilir (2,3) .

$$\left(\frac{q}{A}\right)_R = \frac{(T_2^4 - T_1^4) \sigma}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} - 1} \quad (1)$$

Aynı ifade, radyatör ve duvar için yazılırsa;

Radyatör için	Duvar için
$\epsilon_R \left\{ \frac{1}{A_R F_R}, \frac{f_R}{\epsilon_R \cdot A_R} \right.$	$\epsilon_D \left\{ \frac{1}{A_D \cdot F_D}, \frac{f_D}{\epsilon_D \cdot A_D} \right.$
$T_R$	$T_R$

ve  $A_R = A_D = A$ ;  $F_R = F_D = 1$  yazılarak (2) ;

$$\left(\frac{q}{A}\right)_R = \frac{(T_R^4 - T_D^4) \sigma}{\frac{1}{\epsilon_D} + \frac{1}{\epsilon_R} - 1} \quad (2)$$

elde edilir.

## 2.2 TABİ KONVEKSİYON İLE GEÇEN ISI HESABI

Tabi konveksiyon ile geçen ısı miktarı,

$$\begin{aligned} q_{lk} &= \alpha' \Delta T \\ \alpha' &= 1.452 (\Delta T)^{0.25} \\ q_{lk} &= 1.452 (\Delta T)^{0.25} \cdot \Delta T \end{aligned} \quad (3)$$

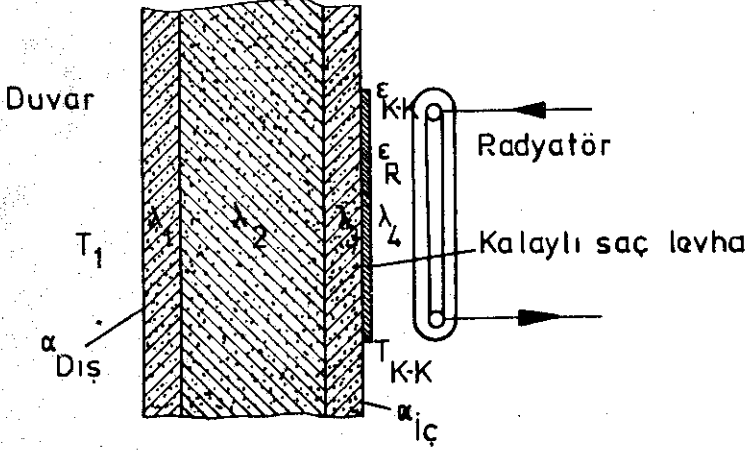
bağıntısıyla verilmektedir (2) . Burada  $\Delta T$ ; yüzey ile hava boşluğu ortalama sıcaklığı arasındaki farktır.

## 3. KALAYLI SAÇ LEVHA KOYULDUĞU ZAMAN RADYASYON VE KONVEKSİYON İLE GEÇEN ISI

### 3.1. RADYASYON İLE GEÇEN ISI HESABI

Şekil.2'de gösterildiği gibi radyatör arkasına parlak, kalaylı bir saç

levha yerleştirilsin. Radyasyon ile geçen ısı miktarı büyüklükleri, sıra ile radyatör kalaylı levha ve duvar için ayrı ayrı yazılırsa;



Şekil 2. Kalaylı sac levha halii

RADYATÖR İÇİN

KALAYLI KALKAN İÇİN

DUVAR İÇİN

$$\left. \frac{1}{A_R \cdot F_R} ; \frac{f_R}{\epsilon_R \cdot A_R} \right\} \epsilon_R \quad \left. \frac{f_{kk}}{\epsilon_{kk} \cdot A_{kk}} ; \frac{f_{kk}}{\epsilon_{kk}} \right\} \epsilon_{kk} \quad \left. \frac{1}{A_D \cdot F_{DK}} ; \frac{f_D}{\epsilon_D \cdot A_D} \right\} \epsilon_D$$

ve  $F_R = F_{DK} = 1$ ;  $A_R = A_{kk} = A_D = A$  kabulü yapılarak (2) ,

$$\left( \frac{q}{A} \right) = \frac{(T_R^4 - T_D^4) \sigma}{\frac{1}{\epsilon_R} + \frac{1}{\epsilon_D} + \frac{2}{\epsilon_{kk}} - 2} \quad (4)$$

bağıntısı elde edilir.

### 3.2. TABİİ KONVEKSİYON İLE GEÇEN ISI

Tabii konveksiyon ile geçen ısı (3) bağıntısıyla aynı olup,

$$q_{kk} = 1.452 (\Delta T)^{0.25} \cdot \Delta T \quad (5)$$

şeklinde dir. Burada fark,  $T_{kk}$  sıcaklığının farklı olmasıdır.

#### 4- YALITILMIŞ KROM-NİKEL HALİ

##### 4.1- RADYASYON İLE GEÇEN ISI

Radyasyon ile geçen ısı yukarıda hesaplandığı gibi olup, fark, levha yalıtıldığı zaman levhanın toplam ısı iletim katsayısının azalmasıdır. Büyüklükler sıra ile yazılırsa;

RADYATÖR İÇİN

$$\left. \frac{1}{A_R F_R} ; \frac{f_R}{\epsilon_R \cdot A_R} \right\} \begin{matrix} \epsilon_R \\ T_R \end{matrix}$$

YALITILMIŞ KROM-NİKEL LEVHA İÇİN

$$\left. \frac{f_{KN}}{\epsilon_{K-N} A_{K-N}} ; \frac{f_{K-N}}{\epsilon_{K-N}} \right\} \begin{matrix} \epsilon_{K-N} \\ T_{K-N} \end{matrix}$$

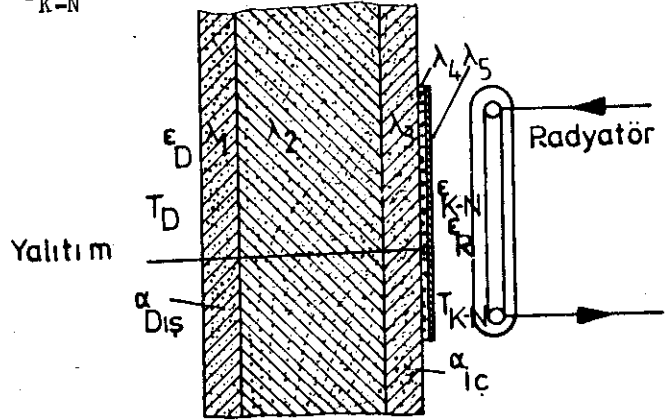
DUVAR İÇİN

$$\frac{1}{A_D F_{DK-N}} ; \frac{f_D}{\epsilon_D \cdot A_D}$$

ve yine  $A_R = A_{K-N} = A_D$  ve  $F_R = F_{DK-N} = 1$  kabulü ile

$$\left( \frac{q}{A} \right)_R = \frac{(T_R^4 - T_D^4) \sigma}{\frac{1}{\epsilon_R} + \frac{1}{\epsilon_D} + \frac{2}{\epsilon_{K-N}} - 2} \quad (6)$$

bağıntısı elde edilir.



Şekil 3. Yalıtılmış Krom Nikel Saç levha halı

##### 4.2- TABİİ KONVEKSİYON İLE GEÇEN ISI

Radyatör arkasından, tabii konveksiyon ile geçen ısı ise

$$q_{K-N} = 1,452 (\Delta T)^{0.25} \cdot \Delta T \quad (7)$$

bağıntısı yardımıyla verilmektedir. Burada sıcaklık farkı alınırken yalıtılmış Krom-Nikel levhanın yüzey sıcaklığı dikkate alınacaktır.

PROBLEMİN UYGULANMASI

2.1.1. RADYASYON İLE GEÇEN ISI HESABI

Veriler (1):

Dış sıvıya ait ısı iletim katsayısı	$\lambda = 0,87 \text{ w/m}^{20^{\circ}\text{C}}$	Dış sıva kalınlığı $L_1 = 0,02\text{m}$
İç sıvıya ait ısı iletim katsayısı	$\lambda = 0,69 \text{ w/m}^{20^{\circ}\text{C}}$	İç sıva kalınlığı $L_3 = 0,02\text{m}$
Tuğlaya ait ısı iletim katsayısı	$\lambda = 0,46 \text{ w/m}^{20^{\circ}\text{C}}$	Tuğla kalınlığı $L_2 = 0,2 \text{ m}$
Kalaylı kalkana ait ısı iletim katsayısı	$\lambda = 63,8 \text{ w/m}^{20^{\circ}\text{C}}$	Kalaylı kalkan $L_4 = 0,0005 \text{ m}$
Köpüğe ait ısı iletim katsayısı	$\lambda = 0,035 \text{ w/m}^{20^{\circ}\text{C}}$	Köpük $L = 0,01 \text{ m}$

Radyatörün emisivitesi :  $\epsilon_R = 0,85$

Duvara ait emisivitesi :  $\epsilon_D = 0,88$

Krom-Nikel'in emissivitesi:  $\epsilon_{K-N} = 0,039$

İç sıcaklık  $T_{ic} = 20^{\circ}\text{C}$

Dış sıcaklık  $T_D = -15^{\circ}\text{C}$

İç yüzey film katsayısı :  $\alpha_{ic} = 8,1 \text{ w/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Dış yüzey film katsayısı:  $\alpha_{dış} = 23,24 \text{ w/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Duvar ısı iletim katsayısının (K) hesabı (6) :

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_{ic}} + \frac{L_1}{\lambda_1} + \frac{L_2}{\lambda_2} + \frac{L_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_{dış}}$$

(8)

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{8,1} + \frac{0,02}{0,87} + \frac{0,2}{0,46} + \frac{0,02}{0,69} + \frac{1}{23,24}$$

$K = 1,531 \text{ w/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$  bulunur.

$$q = K\Delta T = K (T_{ic} - T_{dış})$$

(9)

bağıntısı yardımıyla geçen ısı

$$q = 1.531 (20 + 15) = 53.59 \text{ w/m}^2 \text{ h}$$

olarak bulunur. Aynı şekilde:

$$q = \alpha_{i\phi} (T_{i\phi} - T_2) \quad (10)$$

bağıntısından (6)

$$T_2 = - \frac{q}{\alpha_{i\phi}} + T_{i\phi}$$

$$T_2 = - \frac{53.59}{7} + 20$$

$$T_2 = 12.34^\circ\text{C} \text{ olarak bulunur.}$$

Bu değerler (2) bağıntısında yerine konursa radyasyon ile geçen ısı:

$$q'_R = \frac{5.75 [(3.3815)^4 - (2.855)^4]}{\frac{1}{0.85} + \frac{1}{0.88} - 1}$$

$$q'_R = 28136 \text{ w/m}^2 \text{ olarak elde edilir.}$$

### 2.2.1. TABİİ KONVEKSİYON İLE GEÇEN ISI

Radyatör ile duvar arasındaki sıcaklık, radyatör yüzey sıcaklığı ile duvar ( $T_2$ ) sıcaklığının ortalamasıdır. Yani;

$$T_m = \frac{T_R + T_2}{2} = \frac{65 - 12.34}{2} = 38.5^\circ\text{C}$$

$$T_m = 38.5^\circ\text{C}$$

Konveksiyon ile ısı transferi hesabı için (3) bağıntısı kullanılırsa;

$$\alpha' = 1.452 (\Delta T)^{0.25}$$

$$\Delta T = T_m - T_2 = 38.5 - 12 = 26.5^\circ\text{C}$$

$$\alpha' = 1.452 (26.5)^{0.25} = 3.3 \text{ w/m}^2\text{C}$$

$$q'_k = \alpha' \cdot \Delta T = 3.3 \cdot 26.5$$

$$q'_k = 87.45 \text{ w/m}^2$$

olarak hesaplanır. Buna göre toplam ısı:

$$q_T^i = q_R^i + q_K^i$$

$$q_T^i = 281.36 + 87.45 = 369 \text{ w/m}^2 \quad (11)$$

$$q_T^i = 369 \text{ w/m}^2 \text{ bulunur.}$$

### 3.1.1. RADYASYON İLE GEÇEN ISI HESABI

Kalaylı sağı levha üzerindeki sıcaklık ( $T_{kk}$ ) hesaplanabilmesi için, toplam ısı iletim katsayısının bilinmesi gerekir. İşlemler yapılırsa;

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{8.1} + \frac{0.02}{0.87} + \frac{0.2}{0.46} + \frac{0.002}{0.69} + \frac{1}{23.24}$$

$$K = 1.53 \text{ w/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$q = K (T_{iç} - T_{dış}) = 1.53 \cdot (20 + 15)$$

$$q = 53.55 \text{ w/m}^2$$

$$T_{kk} = \frac{-q}{\alpha_{iç}} + T_{iç} = -\frac{53.55}{7} + 20$$

$$T_{kk} = 12.35 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ elde edilir.}$$

Radyasyon ile geçen ısı için (4) bağıntısı kullanılırsa;

$$q_R'' = \frac{5.75 [(3.38)^4 - (2.855)^4]}{\frac{1}{0.85} + \frac{1}{0.88} + \frac{2}{0.06} - 2}$$

$$q_R'' = 10.95 \text{ w/m}^2 \text{ olarak bulunur.}$$

### 3.2.1. KONVEKSİYON İLE GEÇEN ISI

$$q_k'' = \alpha'' \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = T_m - T_{kk}$$

$$T_m = \frac{T_{kk} + T_R}{2} + \frac{12.35 + 65}{2} = 38.67 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 38.67 - 12.35$$

$$\Delta T = 26.32 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\alpha'' = 1.452 (26.32)^{0.25} = 3.28 \text{ w/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ yerine konursa}$$



$$q''_k = 3.28 \cdot 26.32$$

$$q''_k = 86.16 \text{ w/m}^2$$

bulunur.

Radyatör arkasına saç levha konulduğu zaman radyasyon ve konveksiyon ile geçen toplam ısı (11) bağıntısından;

$$q''_T = q''_R + q''_k$$

$$q''_T = 10.95 + 86.16$$

$q''_T = 97.11 \text{ w/m}^2$  olup, buna göre radyatörden elde edilen kazanç (2) :

$$\text{Kazanç} = \frac{q''_T - q''_T}{q''_T}$$

$$\text{Kazanç} = \frac{369 - 97.11}{369} = 0.74$$

Kazanç = 0.74 olarak bulunur.

#### 4.1.1. RADYASYON İLE GEÇEN ISI HESABI

Eğer radyatörün arka yüzeyinin karşı geldiği duvar yüzeyi, 8-10 mm kalınlıkta köpükle yalıtılıp üzeri 0.5 mm'lik Krom-Nikel saç ile kaplanırsa bu takdirde elde edilebilecek kazanç aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$q = K\Delta T = K(T_{iç} - T_{dış})$$

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{8,1} + \frac{0,02}{0,87} + \frac{0,2}{0,46} + \frac{0,02}{0,69} + \frac{0,010}{0,034} + \frac{0,0005}{63,8} + \frac{1}{23,24}$$

$$K = 1.055 \text{ w/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$q = 1.055 (20+15)$$

$$q = 36.92 \text{ w/m}^2$$

$$T_{K-N} = -\frac{q}{\alpha_{iç}} + T_{iç} = -\frac{36.92}{7} + 20$$

$T_{K-N} = 14.72 \text{ } ^\circ\text{C}$  bulunur.

Radyasyon ile geçen ısı için (6) bağıntısı kullanılırsa;

$$q''_R = \frac{5.75 [(3.38)^4 - (2.88)^4]}{\frac{1}{0.85} + \frac{1}{0.88} + \frac{2}{0.039} - 2}$$

$$q''_R = 6.84 \text{ w/m}^2 \text{ olarak elde edilir.}$$

#### 4.2.1. KONVEKSİYON İLE GEÇEN ISI HESABI

$$T_m = \frac{T_{K-N} + T_R}{2} = \frac{14.72 + 65}{2} = 39.86$$

$$T_m = 39.86 \approx 40^\circ\text{C} \text{ alınabilir}$$

$$\Delta T = T_m - T_{K-N} = 46 - 14.72$$

$$\Delta T = 25.14^\circ\text{C}$$

$$\alpha'' = 1.452 (25.4)^{0.25} = 3.25 \text{ w/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$q''_k = \alpha'' \cdot \Delta T = 3.25 \cdot 25 = 81.28 \text{ w/m}^2$$

$$q''_k = q''_k + q''_R = 81.28 + 6.84 = 88.12 \text{ w/m}^2$$

$$q''_T = 88.12 \text{ w/m}^2 \text{ bulunur.}$$

Radyatör arkasına gelen duvar yüzeyinden, yalıtımlı ve yalıtımsız radyasyon kalkanı kullanılmasına göre elde edilebilecek kazancın karşılaştırılmasını yapmak için, sıra ile yalıtımlı durumun radyasyon kalkanı kullanmadan ve radyasyon kalkanı kullandıktan sonra geçen toplam ısı miktarı oranının teşkil edilmesi gerekir. Yani;

Radyasyon kalkanı kullanmadan:

$$\text{Kazanç} = \frac{q''_T - q''_T}{q''_T} \quad (13)$$

$$\text{Kazanç} = \frac{369 - 88.12}{369} = \% 76.2 \text{ bulunur.}$$

Kalaylı levhaya göre kazanç ise:

$$\text{Kazanç} = \frac{q_T'' - q_T'''}{q_T''} \quad (14)$$

$$\text{Kazanç} = \frac{97.11 - 88.12}{88.12} = \% 11 \text{ olarak hesaplanır.}$$

##### 5- SONUÇ

Radyatör arkalarına karşı gelen duvar yüzeyleri yalıtıldığı zaman dışarı sızan ısının ne kadarı faydalı gelebilir? Yani, kazanç ne olacaktır? Radyasyon kalkını koymadan yapılan deneyler göstermiştir ki, ölü yüzey olarak adlandırabileceğimiz radyatör arkalarından, gerek konveksiyon gerekse radyasyon ile kaybolan ısının % 80'e yakın bir kısmı, soğuk duvar cidarının ısıtılması için harcanmaktadır.

Radyatör arkasına parlatılmış bir kalaylı levha konulduğu zaman dışarıya sızan ısının takriben %74'ü faydalı hale gelmektedir, yani kazanç %74'dür. Eğer 10 mm kalınlıkta köpük üzerine parlak ve hafif dış bükey bir paslanmaz çelik koyulup, deneyler tekrar edilirse, bu takdirde kazanç, kalaylı levhaya göre % 11 yalıtımsız duruma göre ise % 76 olduğu görülür. Bundan şu söylenebilir; doğrudan radyatör arkasına köpüklü parlak saç levha koyma yerine, parlak kalaylı saç levha koymak yeterlidir. Çünkü, bu iki durum için kazanç sadece 0,11 olarak artmaktadır.

Deneyler yapılırken 80/60'lık bir sistem ve 200/1000'lik bir radyatör dikkate alındı. Yapılan ölçümlerde ortalama radyatör yüzey sıcaklığı 65°C olduğu gözlemlendi.

Kayıp enerji için harcanan döviz dikkate alınırrsa, imalatı son derece ucuz, uygulaması kolay ve enerji tasarrufu yukarıda hesaplandığı gibi oldukça yüksek olan, radyasyon kalkının, gerek yapılmakta olan binalara, gerekse yapılmış binalara kolayca uygulanabileceği söylenebilir.

KAYNAKLAR

- 1- Altınışık, K., Isıtma ve Havalandırma ders notları, Kayseri Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, 1983.
- 2- Kakaç. S., Örneklerle ısı Transferi, Ankara ODTÜ., 1972
- 3- Jennings, B.H., Environmental Engineering analysis and practice, Harper and Row, Publihers, New York, 1970.
- 4- Holman, S.P., Heat Transfer, Mc Graw-Hill, LTD. Tokyo, 1976
- 5- Kern, Q.D., Process heat transfer, McGraw-Hill Koga kusha, LTD., Tokyo, 1950
- 6- Krasnochekov, E.A., Sukomel, A.S., Problems in heat transfer, Mir Publishers, Moscow, 1977