

**ME401- Isıtma ve Havalandırma**  
**Bahar, 2017**

# **Bölüm 5**

# **ORTAM ISITICILARI**

**Ceyhun Yılmaz**  
**Afyon Kocatepe Üniversitesi**

**Teknoloji Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü**

# GİRİŞ

- Isıtma sistemlerinde ısıtılacak ortamlara gerektiği kadar ısıнын verilmesi ortam ısıtıcıları tarafından yapılır.
- Isıtıcı tasarımında göz önünde tutulması gereken en temel parametre, ısıtıcının verebileceği ısıyı maksimum düzeye çıkartabilmek amacıyla yapılacak düzenlemelerdir.
- Isı geçişi ile ilgili temel bilgiler göz önüne alındığında bu düzenlemeler; ısıtma yüzeyinin olabildiğince geniş tutulması, ısı iletim ve taşınım katsayılarını artırıcı önlemlerin alınması, ısıtıcı sıcaklığının uygulama yerine göre yüksek tutulması vb. şekilde olabilir. Isıtma sistemlerinde kullanılan ısıtıcılar; ısıtılacak ortamın özelliklerine göre farklılıklar gösterirler.
- Ortam ısıtıcıları şu şekilde gruplandırmak olanağı vardır:
- 1. Borulu ısıtıcılar: a) Düz borulu b) Kanatlı borulu. 2. Konvektörler: a) Doğal çekimli b) Üfleme (fanlı) 3. Radyatörler: Işınlı ısıtıcılar
- Yapılan bu gruplandırmada yer alan ısıtıcıların her biri kendi içerisinde; kullanılan malzeme, işlev, şekil ve yerleştirme durumlarına göre de alt gruplara ayrılabilir.

# 1 BORULU ISITICILAR

- **Düz Borulu Isıtıcılar:**
- Isıtıcı olarak sadece içerisinde ısıtıcı akışkanın geçtiği borular olup, ısıtıcıların en basit uygulama şeklidir. Yatırım bedelleri yüksek olmasına karşın, kolay uygulanabilme ve temizlenebilme üstünlükleri vardır. Uygulama alanları çoğunlukla seralardır. Genellikle ısıtıcı yüzey olarak kullanılan düz boruların anma (nominal) çapları 1" ile 4" arasında değişmektedir .
- Borulu ısıtıcıların birim uzunluk için ortama sağladıkları ısı akısı değerleri düşüktür. Bu nedenle ortam için gereken ısı yükünü karşılayabilmeleri için, göreceli olarak uzun boru boylarına gereksinim duyulur. Borulu bir ısıtıcıdan ortama yayılan ısı:

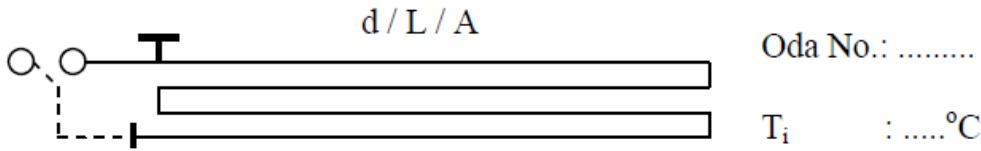
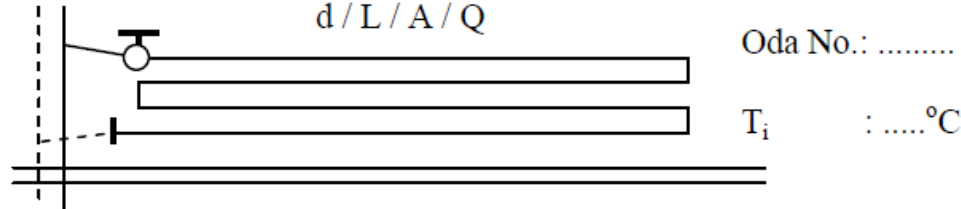
$$Q = UA(T_{ort} - T_i)$$

- Burada  $U$  borulu ısıtıcının toplam ısı geçirme katsayısı,  $A$  yüzey alanı,  $T_{ort}$  boru içerisindeki ortalama akışkan sıcaklığı [ $T_{ort}=(T_{giriş}+T_{çıkış})/2$ ] ve  $T_i$  ise ortam sıcaklığıdır.
- Serbest yatay boruda  $U$  değeri yaklaşık olarak 11,63 W/m<sup>2</sup>K değerindedir. Düşey borulardaki ısı yayılımı, aynı koşullar altında yatay borulardan %10 daha fazladır. Duvar veya tavana yakın olarak geçen borulu ısıtıcılar ise serbest yatay boruya göre %20 daha az ısı yayarlar.

- Ayrıca üst üste sıralanmış boru dizilerinin kullanıldığı durumlarda da yine tek borulu duruma göre ısı yayılımında düşme ortaya çıkar. Bu düşmelere ait faktörler:

İki boru için	0,95
Dört boru için	0,85
Altı boru için	0,75
Sekiz boru için	0,65

Şekil 5.1 Düz borulu ısıtıcının uygulama projesinde simgesel gösterimi .

Yatay Planda	
Kolon Şemasında	

Burada;

d; ısıtıcı boru dış çapını (mm),

L; ısıtıcı (grup) boyunu (m),

A; ısıtıcı yüzey alanını (m<sup>2</sup>),

Q; ısıtıcı gücünü (W) göstermektedir.

# Örnek

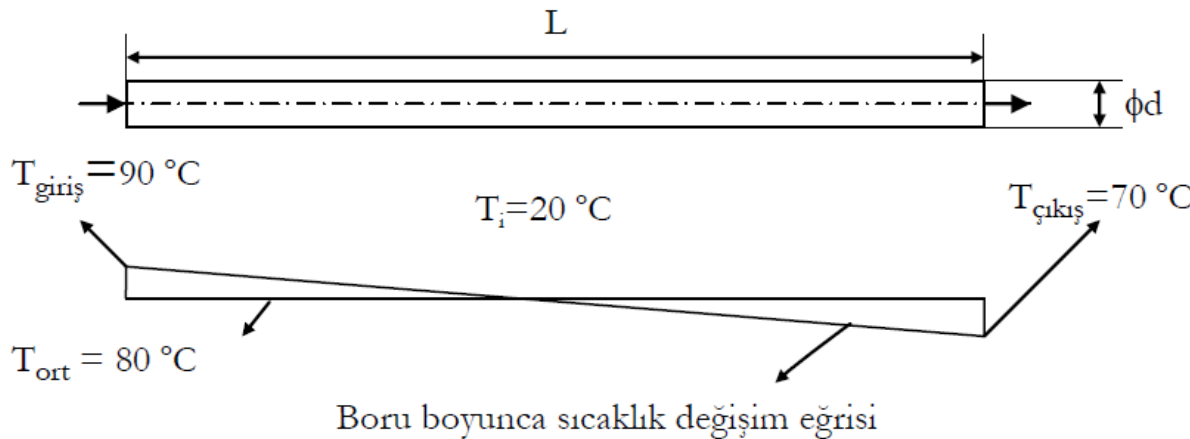
Uygulamada ortaya çıkabilecek boru boyları ile ilgili bir görüş edinmek üzere; ısı gereksinimi 4200 W olan bir ortamda, Şekil 5.2’de görülen bir düz borulu ısıtıcı uygulaması için gereken boru boyunu hesaplamak üzere (5.1) bağıntısından yola çıkılırsa;

$$Q = UA(T_{\text{ort}} - T_i) = UA[(T_{\text{giriş}} + T_{\text{çıkış}})/2 - T_i]$$

$$\Rightarrow A = \frac{Q}{U(T_{\text{ort}} - T_i)} \Rightarrow A = \frac{4200}{11,63 \times (80 - 20)} \Rightarrow A = 6,19 \text{ m}^2$$

elde edilir. Isıtma yüzey alanı olarak hesaplanan bu değere sahip düz ısıtıcı borunun anma iç çapının 1” (25,4mm) olduğu göz önüne alındığında, gereken boru boyu;

$$L = A / (\pi d) \Rightarrow L = 6,19 / (\pi \times 25,4 \times 10^{-3}) \Rightarrow L = 77,57 \text{ m}$$



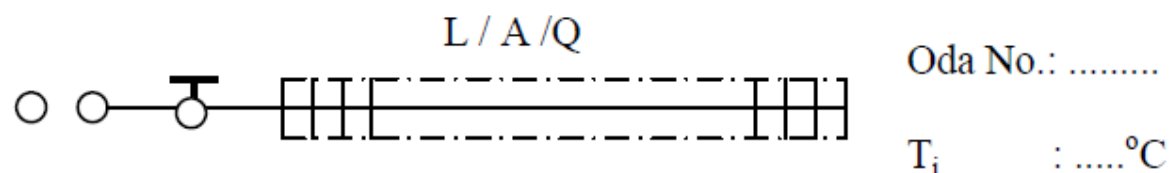
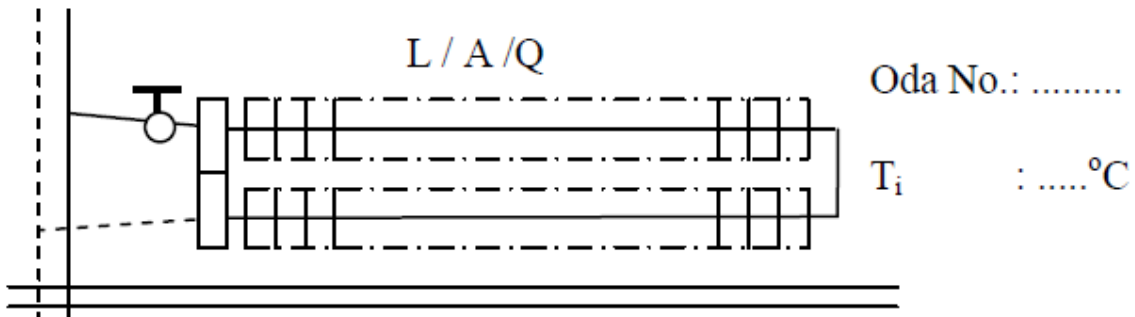
Şekil 5.2 Düz borulu bir ısıtıcıda sıcaklık dağılımı.

# 1.2 Kanatlı Borulu Isıtıcılar

- Düz borulu ısıtıcılarda hesaplama sonucunda ortaya çıkan uzun boru boylarının kısaltılması yönünde geliştirilmiş olan temel yöntem, birim uzunluktaki borunun ısıtma yüzey alanını büyütmektir.
- Bu amaçla düz dorulu ısıtıcılara kanat monte edilerek ya da borular doğrudan kanatlı olarak üretilerek, boru boylarında önemli ölçüde kısalma sağlanır.
- Kanatlı boru üretiminde özellikle kanatların boruya olan bağlantısının boşluksuz olmasına özen gösterilmelidir.
- Aynı şekilde uygun kanat şekillerinin seçilmesi hem kanadın ısıtma verimi, hem de boruların kolayca temizlenebilir olma özelliği bakımından çok önemlidir .
- **Kanatlı borulu ısıtıcılar üretim yöntemlerine göre üç grupta toplanabilirler:** 1. Geçme kanat montajlı. 2. Sarma kanat montajlı. 3. Borunun kendisinde kanat oluşturulmuş .
- Kalın cidarlı boruların haddelenmesi ile oluşturulan 3. gruptaki kanatlar yüksek verimleri nedeniyle daha çok tercih edilirler. Kanatlı borulu ısıtıcılarda boru malzemesi genellikle çelik, alüminyum ve bakırdır. Kanatlı borular genellikle fan-coil (fanlı-boru üzerinde kanat sarımlı) sistemlerinde, sıcak hava cihazlarında ve klima santrallerinde yüksek hava hızları altında kullanılır.

- Kanatlı borulu ısıtıcılarda normal çalışma koşulları altında kanat yüzeylerinde çeşitli nedenlerle ortaya çıkan kirlilik, ısı geçişine karşı bir direncin doğmasına neden olur.
- Kanatlı borulu ısıtıcılar için toplam ısı geçirme katsayısı değerleri, kirlilik faktörü olarak bilinen ve ısıtıcının çalışma süresine göre değişen bir faktöre bağlı olarak değişik değerler alır.
- Kanatlı boruların içerisinden su buharı veya sıcak suyun geçtiği, kanatlar üzerinden ise doğal akım halinde gazın (hava) geçtiği durum için toplam ısı geçirme katsayısı (U) değeri  $4,65 \div 11,63 \text{ W/m}^2\text{K}$  aralığında değişen değerler alır.
- Kanatlı borulu ısıtıcılar, uygulama projelerinde Şekil 5.3'de görüldüğü gibi çizilirler.

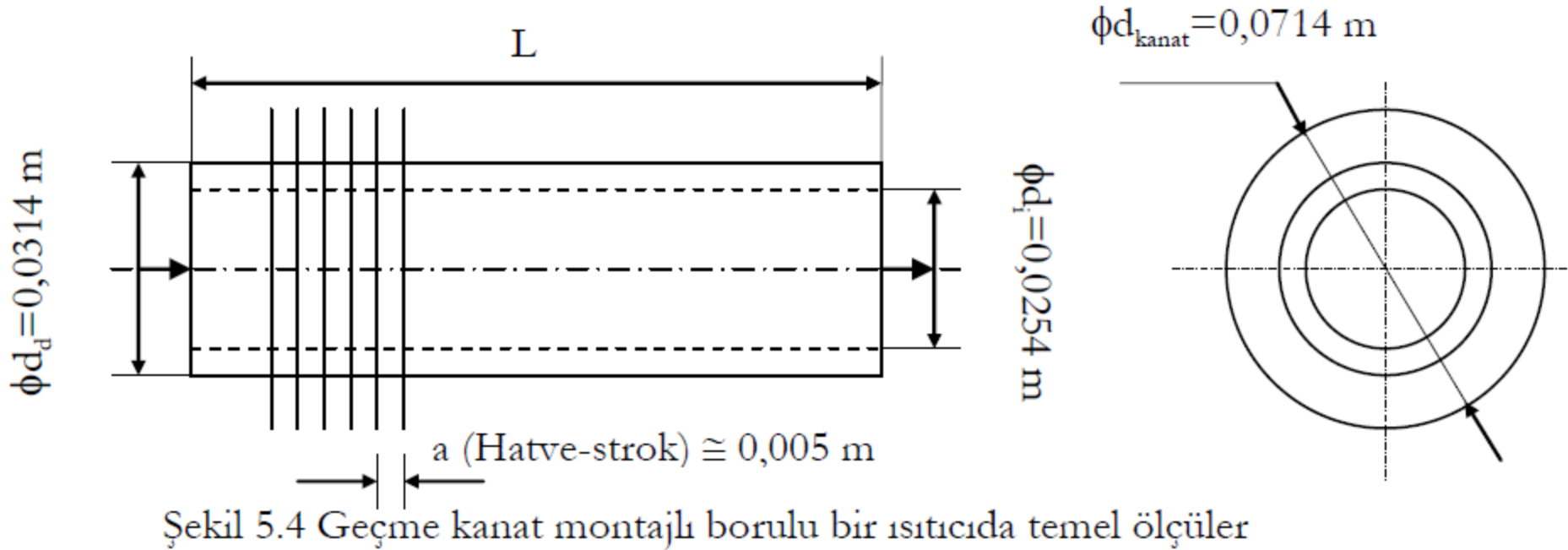
Şekil 5.3 Kanatlı borulu ısıtıcının uygulama projesinde simgesel gösterimi.

Yatay Planda	 <p>Oda No.: .....</p> <p><math>T_i</math> : .....°C</p>
Kolon Şemasında	 <p>Oda No.: .....</p> <p><math>T_i</math> : .....°C</p>
<p>Burada;</p> <p>L; kanatlı boru boyunu (m),</p> <p>A; kanatlı borunun ısıtma yüzey alanını (<math>m^2</math>),</p> <p>Q; kanatlı borunun ısıtma gücünü (W) göstermektedir.</p>	



## Örnek 2:

Kanatlı borulu ısıtıcılarda ısıtma yüzey alanı, kanatlı borunun üretim şekline göre değişik değerler alabilmektedir. L uzunlukta ve 1" iç anma çapında geçme kanat montajlı boru için Şekil 5.4'te verilmiş olan ölçülendirme esas alınarak, ısıtma yüzey alanı hesaplanırsa;



$$A = 2 \times (L / a) \times (\pi d_{\text{kanat}}^2 / 4 - \pi d_d^2 / 4) + \pi d_i \times L$$

Birim uzunlukta geçme kanat montajlı boru için ısıtma yüzey alanı ise;

$$A / L = 2 \times (\pi d_{\text{kanat}}^2 / 4 - \pi d_d^2 / 4) / a + \pi d_i$$

Sayısal değerlerin bu ifadede yerine yazılması ile;

$$\Rightarrow A/L = 2 \times (\pi \times 0,0714^2 / 4 - \pi \times 0,0314^2 / 4) / 0,005 + \pi \times 0,0254$$

$$\Rightarrow A/L = 1,37 \text{ m}^2/\text{m}$$

elde edilir. Düz borulu ısıtıcı ile ilgili olarak verilmiş olan Örnek 5.1'deki 4200 W ısı gereksinimi olan ortamda, toplam ısı geçirme katsayısı  $7 \text{ W/m}^2\text{K}$  olan geçme kanat montajlı borulu ısıtıcı kullanılması durumunda gereken boru boyunu hesaplamak üzere gerekli adımlar uygulanırsa;

$$Q = UA(T_{\text{ort}} - T_i) = UA[(T_{\text{giriş}} + T_{\text{çıkış}}) / 2 - T_i]$$

$$\Rightarrow A = \frac{Q}{U(T_{\text{ort}} - T_i)} \Rightarrow A = \frac{4200}{7 \times (80 - 20)} \Rightarrow A = 10 \text{ m}^2$$

ısıtma yüzey alanı elde edilir. Geçme kanat montajlı borulu ısıtıcı için  $A/L = 1,37 \text{ m}^2/\text{m}$  değeri göz önüne alındığında, gereken boru boyu;

$$L = A / 1,37 \Rightarrow L = 10 / 1,37 \Rightarrow L = 7,3 \text{ m}$$

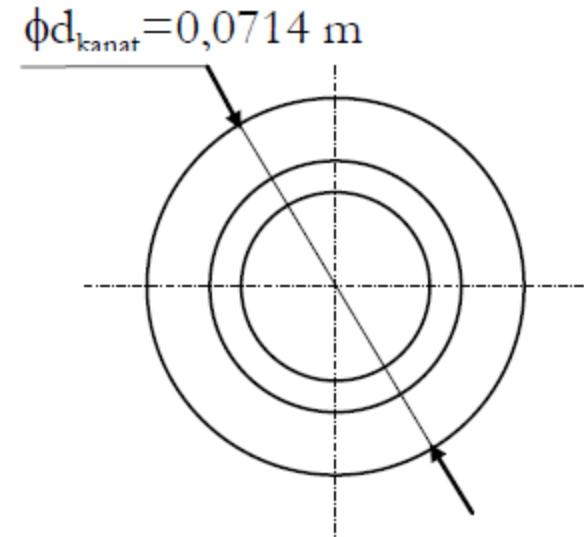
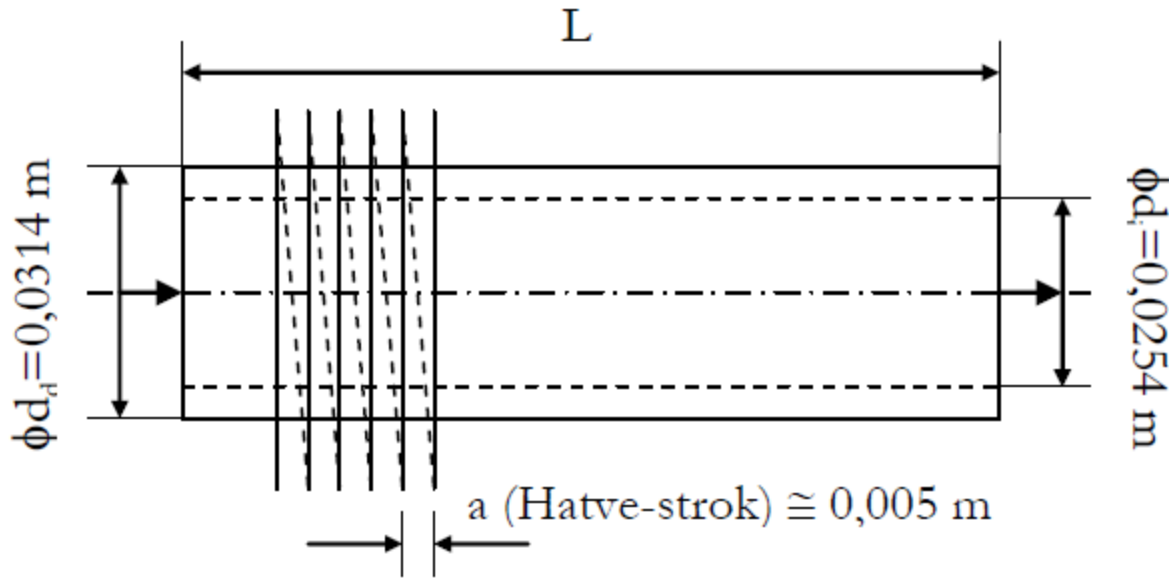
Görüldüğü gibi düz borulu ısıtıcı yerine geçme kanat montajlı borulu ısıtıcının kullanılması durumunda boru boyu yaklaşık onda biri değerine kadar düşmektedir.

Şekil 5.5'te verilen ölçülendirme esas alınarak, sarma kanat montajlı borulu ısıtıcı için ısıtma yüzey alanı hesabı yapılacak olursa

$$A = 2 \times (L/a) \times \pi d_{\text{kanat}} \times (d_{\text{kanat}} - d_d) / 2 + \pi d_i \times L$$

Birim uzunlukta geçme kanat montajlı boru için ısıtma yüzey alanı ise

$$A/L = [2 \times \pi d_{\text{kanat}} \times (d_{\text{kanat}} - d_d) / 2] / a + \pi d_i$$



Şekil 5.5 Sarma kanat montajlı borulu bir ısıtıcıda temel ölçüler.

**Sayısal değerlerin bu ifadede yerine yazılması ile**

$$\Rightarrow A/L = [2 \times \pi \times 0,0714 \times (0,0714 - 0,0314) / 2] / 0,005 + \pi \times 0,0254$$

$$\Rightarrow A/L = 1,87 \text{ m}^2/\text{m}$$

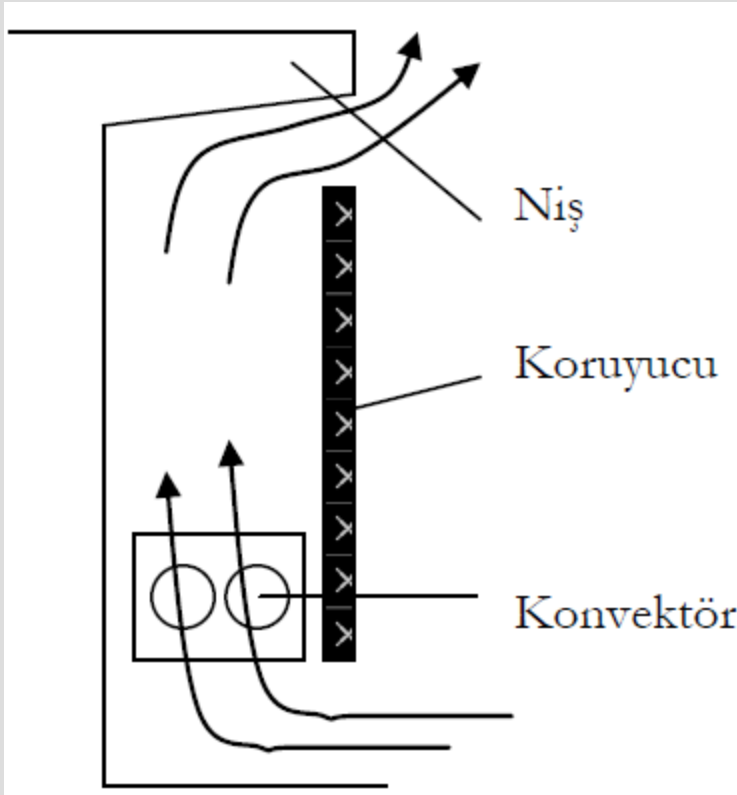
**Geçme kanat montajlı boru için yukarıda verilmiş olan örnekteki  $A=10 \text{ m}^2$  ısıtma yüzey alanı esas alındığında, gereken boru boyu**

$$L = A / 1,87 \Rightarrow L = 10 / 1,87 \Rightarrow L = 5,3 \text{ m}$$

**Bu değer; aynı koşullardaki geçme kanat montajlı borulu ısıtıcı için hesaplanmış olan 7,3 m uzunluktan yaklaşık %27 daha kısadır.**

## 5.2 KONVEKTÖRLER

- Esas olarak kanatlı borulu ısıtıcıların bir koruyucu içerisinde alınması suretiyle ortaya çıkan baca çekiş etkisinden yararlanılarak taşınım ile ısı geçişini sağlayan ısıtıcılardır. Tipik bir konvektör yerleşimi Şekil 5.6'da görülmektedir. Konvektörler doğal çekişli olabilecekleri gibi üfleme de olabilirler.

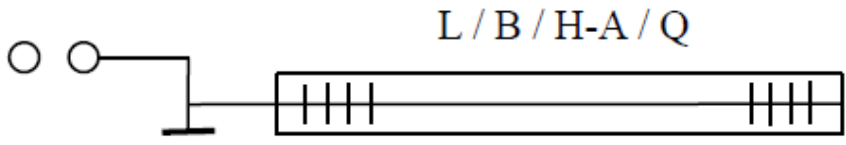
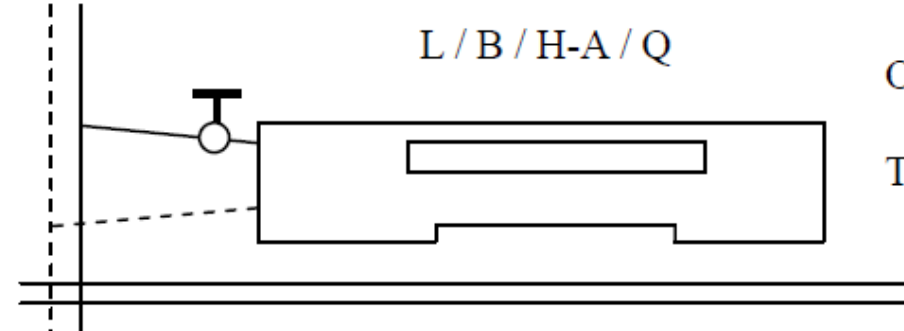


Doğal Çekişli konvektörlerde havanın yükselme hızı  $0.5 \div 1.0$  m/s aralığında olup iyi bir dolaşım sağlanır. Konvektörleri radyatörlerden ayıran ana özellik ısı geçişindeki farktır. Konvektörlerde ışınlama ısı geçişi çok az olup, baca etkisi nedeniyle hava hızlarına bağlı olarak ısı geçişi %95-98 oranında taşınım ile gerçekleşir. Üfleme konvektörlerde hava hareketini sağlamak üzere radyal fanlar kullanılır. Doğal çekişli konvektörlere göre verimleri daha yüksektir.

Şekil 5.6 Döşeme üstü konvektör uygulaması

- Konvektörler ısıtma kapasitelerine göre az yer kapladıklarından ve hızlı bir ısıtma yapabilmeleri nedeniyle tercih edilirler.
- Konvektörlerde temizlik çok önemlidir.
- Özellikle üfleme tiplerinin filtreleri çok çabuk kirlenir ve tıkanır.
- Bu nedenle okul gibi gerekli bakım ve temizliğin yapılamayacağı yerlerde, tozlu ortamlarda konvektör kullanılmamalıdır.
- Tavan yüksekliğinin 3,5 m'den fazla olduğu yerlerde ısıtıcı olarak radyatör kullanılması, ısının tavan bölgesinde birikmesi nedeniyle ekonomik ve konforlu olmaz.
- Fanlı konvektörler genellikle fabrika, depo, hangar, atölye gibi ortamların ısıtılmasında kullanılır.
- Uygulama projelerinde konvektörlere ait simgesel gösterim Şekil 5.7'de görüldüğü gibi olmalıdır.

## Şekil 5.7 Konvektörlerin uygulama projesindeki simgesel gösterimi

Yatay Planda	 <p>Oda No.: .....</p> <p><math>T_i</math> : .....°C</p>
Kolon Şemasında	 <p>Oda No.: .....</p> <p><math>T_i</math> : .....°C</p>
<p>Burada;</p> <p>L; konvektör boyunu (m),</p> <p>B; konvektör koruyucu genişliğini (mm),</p> <p>H; konvektör koruyucu yüksekliğini (mm),</p> <p>A; konvektör ısıtıcı elemanına ait ısıtma yüzey alanını (<math>m^2</math>),</p> <p>Q; kanatlı borunun ısıtma gücünü (W) göstermektedir.</p>	

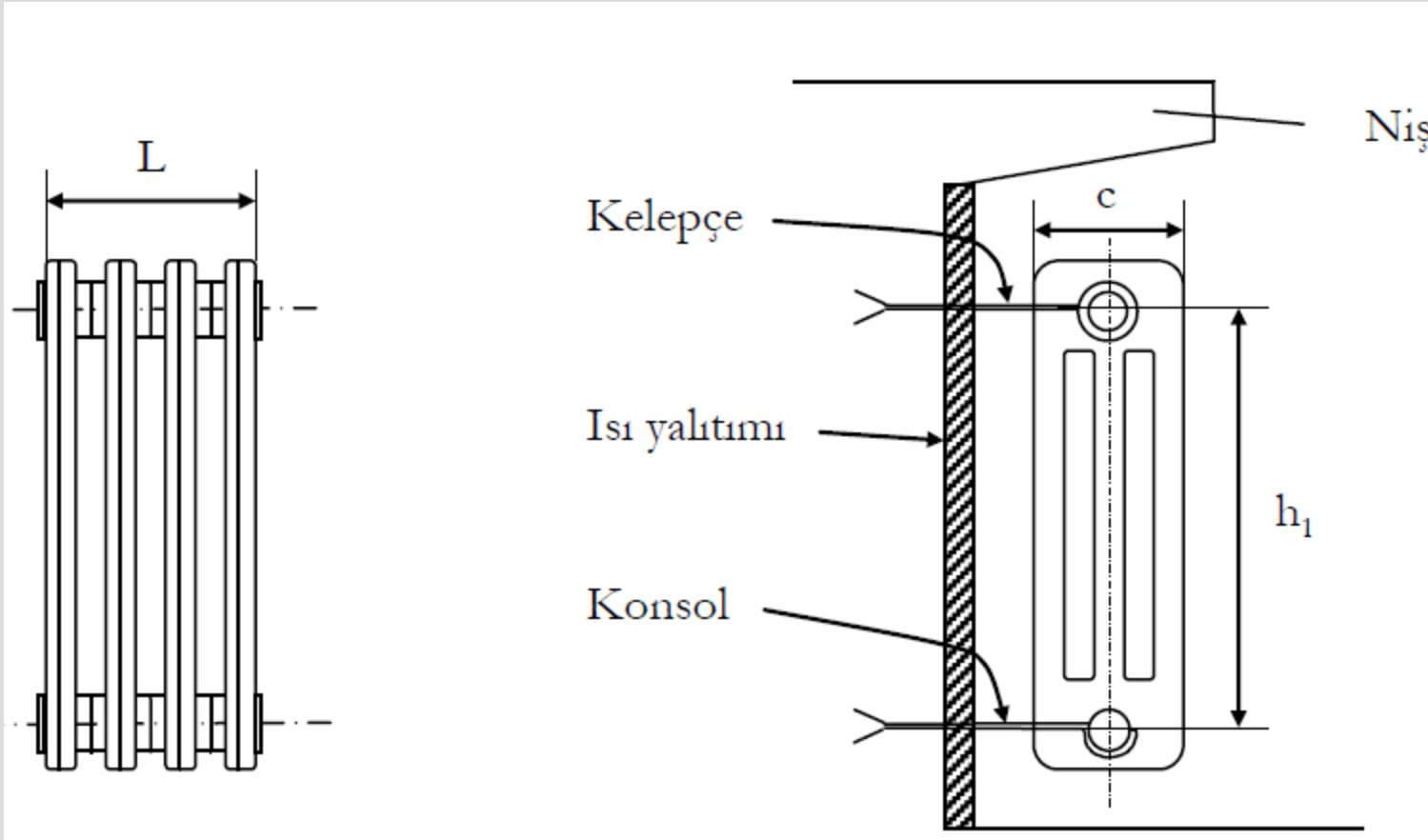
## 5.3 RADYATÖRLER

- Radyatörlerde ısının ortama geçmesi ışınım ve taşınım yoluyla olur. Radyatörler genellikle 90/70°C sıcaklık aralığında çalışırlar.
- Bu sıcaklık aralığında çalışan bir radyatörün ortalama yüzey sıcaklığı 80 °C olup, bu sıcaklıktaki ışınım oldukça azdır.
- Genel olarak radyatörlerde ısının %20-40 arasındaki kısmı ışınım ile yayılmakta olup, asıl önemli kısmı taşınım ile yayılır. Radyatörlerde ışınım ile olan ısı geçişini etkileyen faktörler; renk ve yüzey geometrisidir.
- Radyatörler genel olarak; Dökme demir radyatörler, Çelik radyatörler, Çelik borulu radyatörler, Alüminyum radyatörler, Sentetik radyatörler, olarak gruplandırılırlar.
- Dökme demir radyatörler lamelli grafit dökme demirden, döküm yolu ile olmak üzere perkolon, kolonlu, ridem ve seksiyonlu gibi tiplerde üretilirler.
- Çelik radyatörler ise uygun boyutlarda hazırlanmış levhaların preslenmek suretiyle uygun şekle getirildikten sonra birbirlerine kaynakla bağlanmaları ile üretilirler.
- Çelik borulu radyatörler ise kullanım amacına uygun çapta çelik boruların bir radyatör şekline getirilecek şekilde kaynakla birbirlerine bağlanması ile elde edilirler.



- Alüminyum radyatörler pres döküm yoluyla üretilirler. En önemli özellikleri; estetik görünümlü olmalarıdır. Göreceli olarak daha pahalıdırlar.
- Sentetik radyatörler ise; en fazla 80 °C sıcaklığa ve 2 bar işletme basıncına kadar dayanıklı olup, sıcaklıkla genleşmeleri oldukça fazladır. Fazla yaygın değildirler. Korozyona karşı dayanıklı olmaları nedeniyle özellikle kimya endüstrisinde tercih edilirler .
- Radyatör seçiminde etkili olan temel parametreler; fiyat, ömür, estetik ve güvenlik, montaj kolaylığı, kapladığı alan, ek aksesuar bedeli, ağırlık (taşıma açısından), renk, su hacmi, çabuk ısınıp soğuma, ısıtma yüzeyi, toz tutma ve temizlik, ısıtım/taşıma oranı, basınca dayanıklılık olarak sıralanabilir.

Radyatörlerin tespit ve ortamdaki yerlerine montaj edilmelerine ilişkin esaslar TS 1499 standardında verilmektedir. Buna göre bir radyatörün niş içerisine yerleştirilmesi Şekil 5.8’de görüldüğü gibi yapılmalıdır.



Şekil 5.8  
Radyatör  
yerleşimi ve  
temel ölçüler

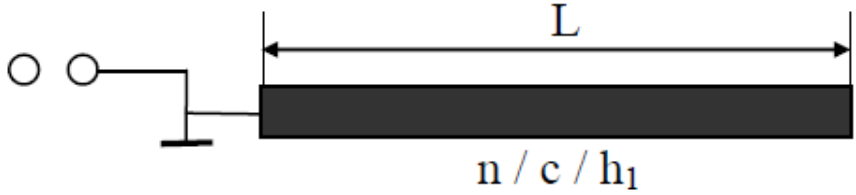
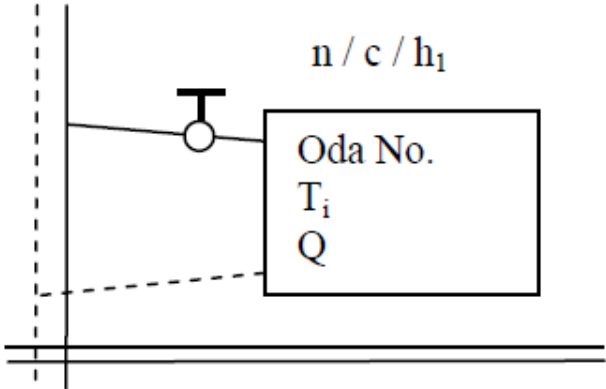
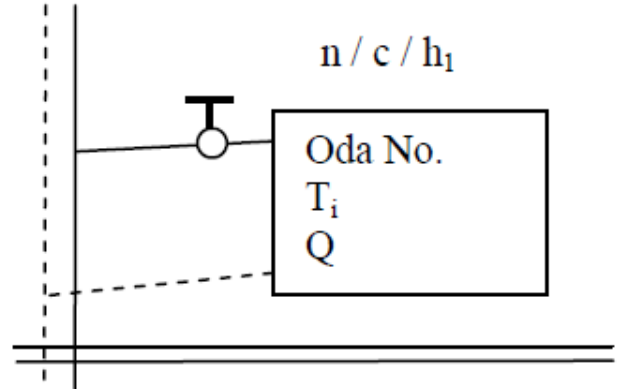
- Radyatörlerin ortam içerisinde yerleştirilebilecekleri en uygun yerler, hem mimari açıdan hem de teknik yönden pencere altındaki duvar (niş) önleridir. Radyatörlerin seçiminde ortamdaki niş boyutlarına uygun ölçülerde olmalarına dikkat edilmelidir.
- Radyatörler niş içerisine, altında en az 70 mm, üstünde ise en az 65 mm boşluk bırakılacak şekilde ve duvara olan uzaklık en az 40 mm olacak şekilde yerleştirilmelidir .
- Geniş ortamlarda birden fazla pencere varsa radyatörler her bir pencere altına eşit sayıda dilime sahip gruplar gelecek şekilde dağıtılmalıdır. Bir radyatör grubundaki dilim sayısı zorunluluk olmadıkça 30'u geçmemelidir.
- Eğer geçiyorsa iki grup radyatör kullanılması tercih edilmelidir. Isı gereksinimi küçük olan ortamlarda 2 dilimden az radyatör hesaplanmışsa, ortama radyatör yerleştirmemeye özen gösterilmeli ve ortamın ısı gereksinimi komşu ortamların ısı gereksinim değerine eklenmelidir.
- Banyo ve mutfak gibi hacimlerde bazen zorunlu olarak radyatörü yükseğe asmak gerekir. Bu gibi durumlarda taşınım ile olan ısı geçişindeki verim düşüklüğünü karşılamak üzere hesaplanan ısı gereksinimi %10 daha artırılır. Radyatör ve ısıtıcı kolon borusu arası uzaklık 2 m'den daha fazla olmamalıdır.
- Kolon borularının geçtiği yerlerde dönüş kolonu duvara daha yakın olmalı ve uygulama projesinde gidiş kolonu duvardan daha uzak olacak şekilde çizim yapılmalıdır.

- Radyatör gruplarını besleyen branşman boruları, radyatör musluğundan önce bir boru kelepçesiyle duvara tutturulmalıdır.
- Dökme demir veya çelikten dilimli ve çelik radyatör gruplarının yerlerine yerleştirilmesinde ve bağlantısında 25 dilime kadar 1 tane, daha fazla sayıda dilimli grup için 2 tane kelepçe kullanılmalıdır. Konsol sayısı yaklaşık olarak 75kg ağırlığa (su dahil) bir konsol düşecek şekilde hesaplanmalıdır.
- Pratik olarak; 15 dilime kadar 2 tane, 25 dilime kadar 3 tane ve 45 dilime kadar da 4 tane konsol kullanılır.
- Radyatörlerin tesisata bağlanması kural olarak aynı taraftır. Radyatöre su girişi üstten, çıkışı ise alttan yapılır. Radyatörlerin su girişine radyatör vanası, çıkışına ise radyatör dönüş vanası monte edilmelidir. Radyatör vanalarının reglaj (basınç dengeleme) özelliği vardır.
- Radyatör vanası ile reglaj ayarı; vana kapağının hemen altındaki anahtar ağzının çevrilmesi ile vana kovanının konumunu değiştirmek suretiyle yapılır. Vana kovanının konumu sabitlendiği zaman vana elle en açık duruma getirilse bile, vanadan geçebilecek su miktarı sınırlıdır. Isıtma sisteminin projelendirilmesi en ideal şekilde yapılmış olsa bile, sadece boru boyutları (çap, boy) ile istenilen yük dağılımını sağlamak olanaklı değildir. Sistemin hassas ayarı, ısıtıcı girişlerindeki vanalarda yapılacak reglaj ayarı ile gerçekleştirilir. Radyatör muslukları (vanaları) genel olarak radyatör köşe musluğu (vanası) düz musluk (vana) olarak ikiye ayrılır.
- Radyatör vanalarının köşe veya düz olarak seçilmeleri radyatörün ısıtıcı kolonlara olan bağlantı bölgesinin mimari özellikleri ile ilgilidir.

- Isı gereksinimi hesaplarının yapılmasından sonra yapıdaki ortamlarda kullanılacak radyatörlerin seçimi ve mimari proje üzerinde yerleştirilmesi yapılır.
- Radyatör ve üzerindeki elemanların seçimi Çizelge 5.1 doldurularak yapılır.
- Çizelgenin başlık kısmında yer alan kısımlara yapının adı, çizelgeye verilen sayfa numarası, ortamın bulunduğu kat numarası ve tarih yazılır. Çizelgenin ilk iki sütununa ortamın kod numarası ve adı yazılır.
- Daha sonraki sütunlara sırasıyla ortamın sıcaklık değeri, ortamın hacmi ve ortamın hesaplanan ısı gereksinimi yazılır. Radyatörlere ait sütunlardan ilkinde, radyatörün üretici firma katalogundan alınan ve bir radyatör dilimine ait ısı gücü değeri yazılır. İzleyen sütunlarda radyatör grubunun toplam ısıtma yüzey alanı ve toplam ısı gücü yazılır.
- Türü sütunlarındaki başlık kısmına, ortamda yer alan radyatör gruplarının türü ve genişlik/yükseklik ( $c/h_1$ ) değeri, bu başlık altındaki boşluklara da radyatör grubunu oluşturan dilimlerin sayısı ( $n$ ) yazılır.
- Grup sütununa ortamdaki radyatör grup sayısı (1 veya 2), konsol ve kelepçe sütunlarına da radyatör bağlantısında kullanılan ve yukarıda ifade edilen esaslar dahilinde hesaplanan konsol ve kelepçe sayıları yazılır.
- Musluk bölümüne radyatör ısı yüküne göre belirlenmiş olan giriş ve çıkış borusu çaplarına uygun radyatör musluk (radyatör vanası) sayısı (bir grup için 2 tane) yazılır. Rakor sütununa da benzer şekilde, radyatör dönüş bağlantısı üzerinde bulunan ve dönüş borusu çapına uygun çaptaki rakor sayısı (1 adet) yazılır.
- Radyatör ve elemanlarının seçimi çizelgesi her bir kat için ayrı ayrı (zemin, normal kat 1, normal kat 8 vb.) doldurulur.



**Uygulama projelerinde radyatörlere ait simgesel gösterim Şekil 5.9'daki gibi yapılmalıdır.**

Yatay Planda		L ölçüsü, grup boyuna uygun olarak ölçekli çizilmelidir
Kolon Şemasında	Sıcak su radyatörü	Buhar radyatörü
		

Burada;

n; radyatör grubundaki dilim sayısını,

c; radyatör diliminin genişliğini (mm),

$h_1$ ; radyatör yüksekliğini (mm),

$T_i$ ; oda sıcaklığını ( $^{\circ}\text{C}$ ),

Q; radyatör grubunun ısıtma gücünü (W) göstermektedir.

**Şekil 5.9 Radyatörlerin uygulama projesindeki simgesel gösterimi**

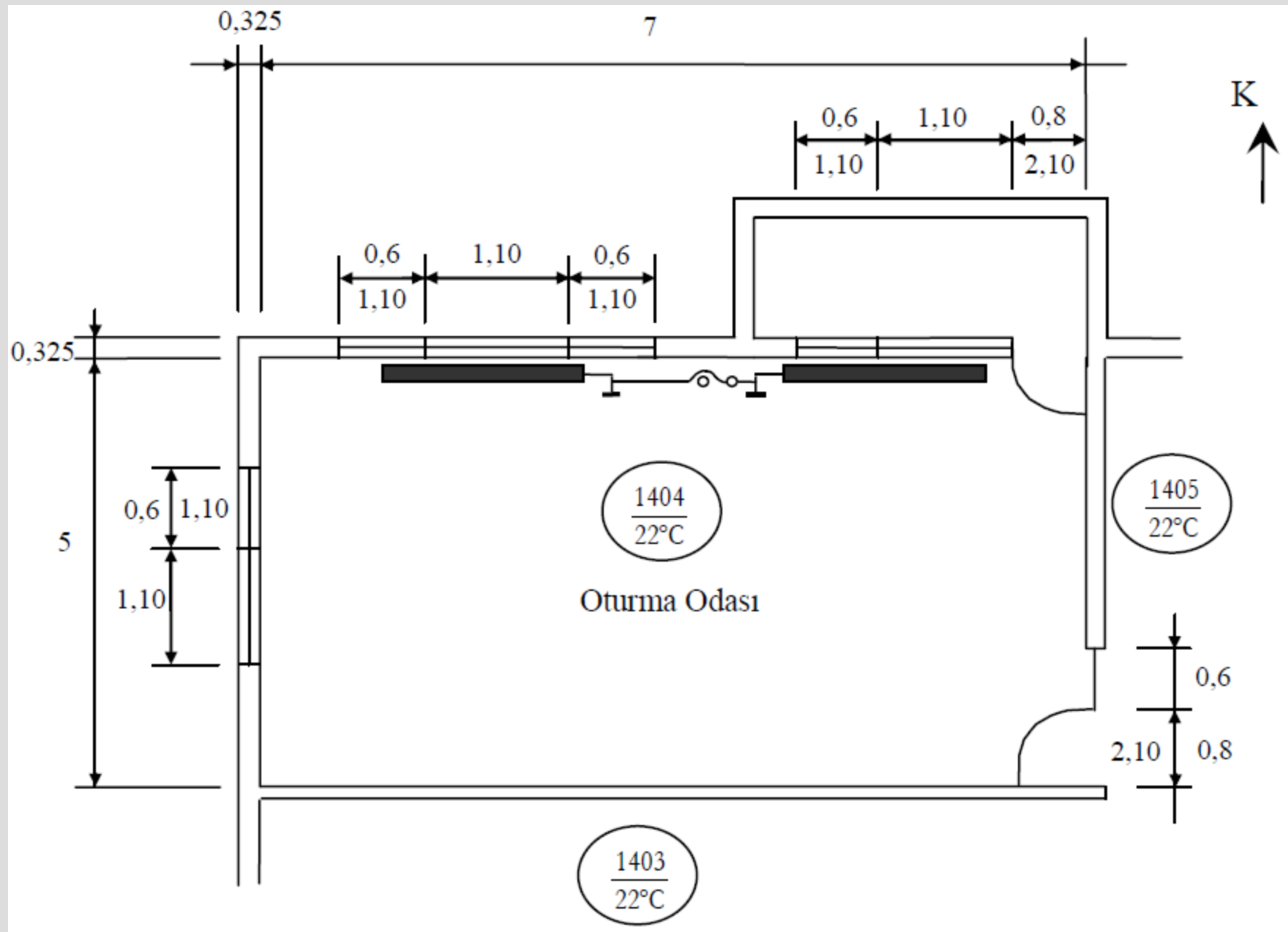
## Örnek 3:

Yatay kat planı şekilde görülen ve Örnek 4.3'te ısı gereksinimi hesaplanmış olan oturma odasında bulunan radyatörleri beslemekte olan kalorifer kazanından çıkan sıcak suyun sıcaklığı ( $T_k$ ), dış ortam sıcaklığına göre kazanda kontrol altına alınacaktır. Sıcak suyun kazandan çıkarken sahip olduğu sıcaklık değeri ( $T_k$ ), ısıtıcı kolonlarda ve diğer elemanlarda olan ısı kaçakları nedeniyle radyatörlere girerken 5 °C daha düşmektedir. Sıcak suyun radyatörlerde 20 °C soğuyacağını göz önüne alarak, suyun kazandan çıkış sıcaklığını ( $T_k$ ) dış ortam sıcaklığına bağlı olarak veren  $T_k = f(T_d)$  şeklindeki bir ifadenin elde edilmesi.

### Veriler:

- Kat yüksekliği 2,5m,
- $Z_{top} = \%17$ ,
- $R=0,9$ ,  $H=0,950$ ,
- Pencere ve balkon kapısı için  $U_p=2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $a=2$ ,
- Dış duvar için  $U_{DD} = 1,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,
- Radyatörler için  $U_{rad} = 8 \text{ W/m}^2\text{K}$  ve  $A_{rad} = 7 \text{ m}^2$





Ortam için ısı gereksinimine ait ifade;

$$Q_h = Q_i + Q_s = (1 + Z_{top}) \sum U.A.(T_i - T_d) + \sum (aL).R.H.(T_i - T_d).Z_e \quad (*)$$

Radyatörlerin ortama sağladığı toplam ısı akısı;

$$Q_{rad} = U_{rad} \cdot A_{rad} (T_{ort} - T_i) \quad (**)$$

olarak yazılır. Burada yer alan  $T_{ort}$  radyatör ortalama sıcaklığı yerine, kazan su çıkış sıcaklığı cinsinden değerinin yazılması ile elde edilen

$$T_{ort} = \frac{T_g + T_{\phi}}{2} = \frac{T_g + T_g - 20}{2} = T_g - 10 = T_k - 5 - 10 = T_k - 15$$

ifadesinin (\*\*) bağıntısında kullanılması ile

$$Q_{rad} = U_{rad} \cdot A_{rad} (T_k - T_i - 15)$$

(\*) ve (\*\*\*) bağıntılarının eşitlenmesi ve elde edilen eşitlikten  $T_k$  'nin çekilmesi ile

$$T_k = [(1 + Z_{top}) \sum U.A.(T_i - T_d) + \sum (aL).R.H.(T_i - T_d).Z_e] / U_{rad} \cdot A_{rad} + T_i + 15 \quad 26$$

Verilerin yerine yazılması ile:

$$T_k = [(1 + 0,17) \times (22 - T_d) \times \sum U.A + 0,9 \times 0,950 \times (22 - T_d) \times 1,2 \times \sum (aL)] / (8 \times 7) + 22 + 15$$

Bu ifade içerisinde yer alan her bir toplam terimini hesaplamak üzere bir tablo oluşturulursa (ölçüler ile ilgili detaylı hesaplar Örnek 4.3'te verilmiştir)

Yapı Bileşeni	Yön	U	A	UA	a	L	aL
Pencereler+balkon kapısı	K	2,6	6,08	15,81	2	16	32
Pencere	B	2,6	1,87	4,86	Kuzeye bakan pencereler esas alınmıştır		
Dış duvar	K	1,28	11,42	14,62	-	-	-
Dış duvar	B	1,28	10,63	13,61	-	-	-
$\Sigma$				<b>48,90</b>			<b>32</b>

$$\Rightarrow T_k = [1,17 \times (22 - T_d) \times 48,90 + 0,9 \times 0,950 \times (22 - T_d) \times 1,2 \times 32] / 56 + 37$$

$$\Rightarrow T_k = 72,37 - 1,61.T_d$$

## 5.4 IŐINIMLI ISITICILAR

- IŐinimli ısıtıcılar; sıcak sulu ve doğal gazlı ıŐinimli ısıtıcılar olarak ikiye ayrılabilir. IŐinimli ısıtıcılar genellikle tavan yüksekliği 6 m ve üzerinde olan kapalı ortamlarda, kısmen kapalı ortamlarda, fabrika alanı, kapalı spor salonu gibi büyük hacimlerde ve kısa süre için ısıtılması gereken ortamlarda kullanılırlar.
- Bu tür ısıtıcılarda ısı; gaz yanması sonucu ısınan ıŐinim panellerinden ıŐinimle yayılır. IŐinim halindeki ısı, geğtiği hava ortamından çok doğrudan ıŐarptıđı yüzeyi ısıttığından oldukça verimli bir ısıtma sağlanır. Isı daha sonra ısınan yüzeyden ortama taşınım ile geğer. Sonuç olarak ortamdaki düşey doğrultu boyunca düze yakın bir sıcaklık profili elde edilir. Bu yönü ile taşınım esaslı klasik ısıtma sistemlerine göre ıŐinimli ısıtıcılar ile %25÷%50 oranında enerji tasarrufu sağlanır.