



bu bir MMO  
yayıdır

MMO, bu makaledeki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan ve basım hatalarından sorumlu değildir.

## Kat Isıtmasında Tasarım Kriterleri

**Burhan ÇUHADAROĞLU**  
Karadeniz Teknik Üni.  
Makina Müh. Böl.

# KAT ISITMASINDA TASARIM KRİTERLERİ

Burhan ÇUHADAROĞLU

## ÖZET

Ülkemizde; kat ısıtma sistemi genellikle, inşaatı büyük ölçüde tamamlanmış çok katlı yapılarda sonradan gündeme gelen bir konu olmaktadır. Bu durumda da, kat ısıtma tesisatı ile ilgili yanlış seçimler yapılmakta ve tesisatın işletilmesi aşamasında sorunlar yaşanmaktadır. Çok katlı yapılardaki kat ısıtma sistemi kullanıcıları, yetersiz ısınma, aşırı yakıt tüketimi ve gürültülü çalışma gibi yakınmalarda bulunmaktadır. Bu çalışmada; bir kat örneği için, farklı türden yapı bileşenleri kullanılarak ısı kaybı hesapları yapılmış ve kat ısıtma sistemi ile merkezi ısıtma sistemi arasındaki uygulama farklılıkları incelenmiştir. Kat ısıtma sisteminin gerektiği gibi uygulanmaması ile ortaya çıkan ısıl konforsuzluklar belirlenmiş ve bazı tasarım kriterleri önerilmiştir.

## GİRİŞ

Esas uygulama alanı villa tipi evler ve haftasonu evleri gibi sürekli ısıtma gereksiniminin olmadığı yapılar olan kat ısıtma sistemi, merkezi ısıtma sistemine göre daha bağımsız bir uygulama olarak görüldüğünden, çok katlı yapılarda da yaygın olarak kullanılmaktadır. Bilindiği gibi; yapıların mimari projeleri hazırlanırken, *Isıtma Tesisatı Öneri Projesi ve Raporu* gözönüne alınmalı ve yapının mimari projesi ısıtma tesisatının özelliklerine göre oluşturulmalıdır. Öneri Projesi ve Raporu'nda; yapının mimarisi ile ilgili olarak, yapıdaki en ekonomik duvar konstrüksiyonu, duvar kalınlığı, gerekli ısı yalıtımı, pencerelerin konstrüksiyon durumu, çatı konstrüksiyonu ve yalıtımı konularındaki öneriler bulunmalıdır [1]. Bu sayede; ekonomik, verimli ve konforlu çalışan bir ısıtma tesisatının kurulması amaçlanmaktadır. Ancak ülkemizde, kat ısıtma sistemleri için bu kural pek uygulanmamaktadır.

Kat ısıtma sisteminin, merkezi ısıtma sisteminden farklı işletme koşullarına sahip olması nedeniyle, yapı bileşenlerinin kat ısıtma sistemine göre oluşturulması büyük önem arz etmektedir. Uygulanacak olan ısıtma sistemi göz önüne alınmadan inşa edilen yapılarda, kat ısıtma tesisatı genellikle, ısıtma tesisatı hesap esaslarını göz önüne almayan tesisat malzemesi satıcılarının rutin önerileri ile kurulmaktadır. Uygulamanın yapıldığı katın alt ve üst katlarının ısıtma durumu, yapının yalıtım durumu ve özellikle kat ısıtma tesisatının işletme durumu göz önüne alınmayarak, yaklaşık hesap ile ısı kayıpları belirlenmektedir. Kat ısıtma sistemleri ile ısıtılan ve aynı yapıda bulunan daireler arasında bir ısıtma bütünlüğü olmadığı için, dairelerin ısıtılması eşzamanlı olmayabilir. Bu durumda; tavan, döşeme ve iç duvar tasarımı gereken şekilde (yalıtımlı) yapılmamış katlar arasında ısıl dengesizlikler doğmakta ve uygun şekilde tasarlanmamış kat ısıtma sistemi de verimsiz ve konforsuz olarak çalışmaktadır.

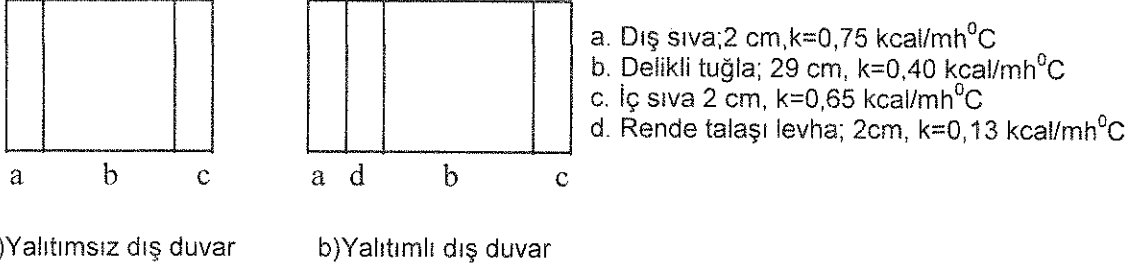
## UYGULAMA

### Yapı Bileşenleri

Ülkemizde kullanılan dış duvar ve pencerelerin ısı yalıtımı yönünden sahip olması gereken özellikleri 16 Ocak 1985 tarihli yönetmelik ile verilmiştir [2]. Yönetmelikte ülkemizdeki üç ayrı ısı bölgesindeki

dış duvar, açık geçitler üzerindeki döşeme ve tavan örnekleri seçenekli olarak yer almakta olup, her bir yapı bileşeni için, kullanılan yapı malzemesine göre standart kalınlıklar belirlenmiştir.

Bu çalışmada; seçilen örnek bir yapı projesine çeşitli tipte yapı bileşenleri uygulanarak ısı hesapları yapılmıştır. Yapı bileşenleri yönetmelikteki ikinci ısı bölgesi örneklerinden seçilmiş olup, yaygın olarak kullanılan örnekler tercih edilmiştir. Dış duvar için yalıtımsız ve yalıtımlı olmak üzere iki ayrı örnek kullanılmıştır. Şekil 1'de bu çalışmada kullanılan dış duvar örnekleri ve ilgili fiziksel büyüklüklerin değerleri görülmektedir.



Şekil 1. Bu çalışmada uygulanan dış duvar örnekleri [2].

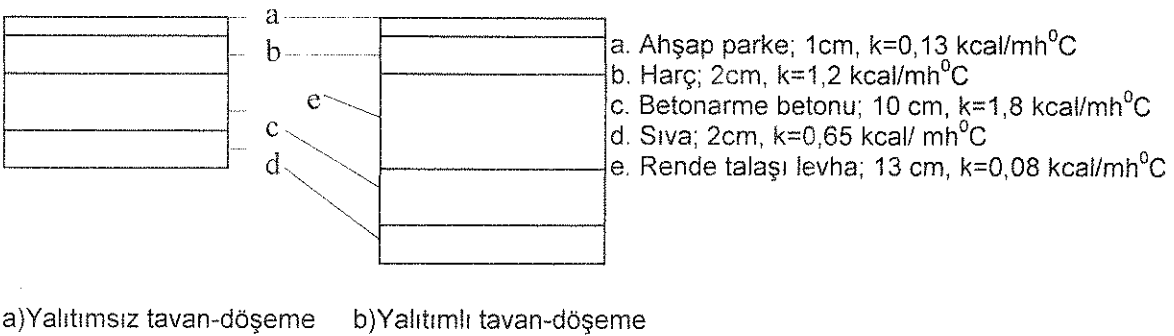
Şekil 1.a'da görülen yalıtımsız dış duvar için ısı geçirme katsayısı;

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{7} + \frac{0,02}{0,65} + \frac{0,29}{0,40} + \frac{0,02}{0,75} + \frac{1}{20} \Rightarrow K=1,025 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$$

Şekil 1.b'de görülen yalıtımlı dış duvar için ısı geçirme katsayısı;

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{7} + \frac{0,02}{0,65} + \frac{0,29}{0,40} + \frac{0,02}{0,13} + \frac{0,02}{0,75} + \frac{1}{20} \Rightarrow K=0,886 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$$

olarak gözönüne alınmıştır. Tavan ve döşeme örnekleri yalıtımlı ve yalıtımsız olmak üzere iki ayrı tip konstrüksiyon olarak seçilmiş ve uygulanmıştır. Şekil 2'de bu çalışmada uygulanan tavan-döşeme örneklerine ait konstrüksiyon detay şemaları görülmektedir.



Şekil 2. Bu çalışmada uygulanan döşeme örnekleri [2].

Şekil 2.a'da görülen yalıtımsız tavan için ısı geçirme katsayısı;

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{7} + \frac{0,02}{0,65} + \frac{0,10}{1,80} + \frac{0,02}{1,20} + \frac{0,01}{0,13} + \frac{1}{7} \Rightarrow K=2,148 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$$

benzer şekilde yalıtımsız döşeme için ısı geçirme katsayısı;

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{5} + \frac{0,02}{0,65} + \frac{0,10}{1,80} + \frac{0,02}{1,20} + \frac{0,01}{0,13} + \frac{1}{5} \Rightarrow K=1,724 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$$

olarak hesaplanır. Şekil 2.b'de görülen yalıtımlı tavan için ısı geçirme katsayısı;

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{7} + \frac{0,02}{0,65} + \frac{0,10}{1,80} + \frac{0,13}{0,08} + \frac{0,02}{1,20} + \frac{0,01}{0,13} + \frac{1}{7} \Rightarrow K=0,478 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$$

yalıtımlı döşeme için ısı geçirme katsayısı;

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{5} + \frac{0,02}{0,65} + \frac{0,10}{1,80} + \frac{0,13}{0,08} + \frac{0,02}{1,20} + \frac{0,01}{0,13} + \frac{1}{5} \Rightarrow K=0,454 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$$

olarak hesaplanır.

Pencere konstrüksiyonu olarak; ahşap kasalı tek camlı pencere ve son yıllarda yaygın olarak kullanıma giren plastik kasalı tek camlı pencere kullanılarak ısı hesapları yapılmıştır. Ahşap pencere için ısı geçirme katsayısı değeri  $K=4,5 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$  ve çerçevenin hava sızdırma derecesi  $a=3 \text{ m}^3/\text{mh}$  olarak alınmıştır. Plastik pencere için ise, ısı geçirme katsayısı değeri  $K=4,3 \text{ kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$  ve hava sızdırma derecesi  $a=0,2 \text{ m}^3/\text{mh}$  olarak alınmıştır [1].

### Isı Kaybı Hesapları

Kat için ısı kaybı hesapları, hem merkezi ısıtma sistemi için hem de kat ısıtma sistemi için yapılmıştır. Bilindiği gibi; merkezi ısıtma sistemi için yapılan ısı kaybı hesaplarında, yapının tamamında bir ısıtma bütünlüğünün olması nedeniyle; ara katların, tavan ve döşemesinden ısı kaybının olmadığı öngörülür ve sadece dış duvarlardan olan ısı kayıpları hesaplanır. Oysa ki; bireysel bir uygulama olan kat ısıtma sisteminde, katlar arasında bir ısıtma bütünlüğü olmadığı için, ısı kaybı hesaplarında tavan ve döşemeden olan ısı kayıpları da hesaplanmalı ve kat ısıtma sistemi bu ısı yüküne göre kurulmalıdır. Tavan ve döşemeden olan ısı kayıplarının göz önüne alınmaması durumunda, tavan ve döşeme tasarımı gerektiği gibi (yalıtımlı) yapılmamış katlar arasında ısı dengersizlikler doğar ve kat sahipleri, ısıtma giderleri açısından gereksiz ve haksız ek harcamalar yapmak zorunda kalırlar.

Bu çalışmada esas alınan yapı örneğine ait kat planı Şekil 3'te görülmektedir. Seçilen bu örnek proje, ülkemizde yaygın olarak uygulanmakta olan yapı projelerinin genel özelliklerini yansıtmaktadır. Altı katlı bir binanın (zemin kat dahil) ara bir katı (3.kat) olarak gözönüne alınan kat için yapılan ısı kaybı hesaplarında, Makina Mühendisleri Odası tarafından yayınlanmış olan, *Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları* [1] gözönünde bulundurulmuştur.

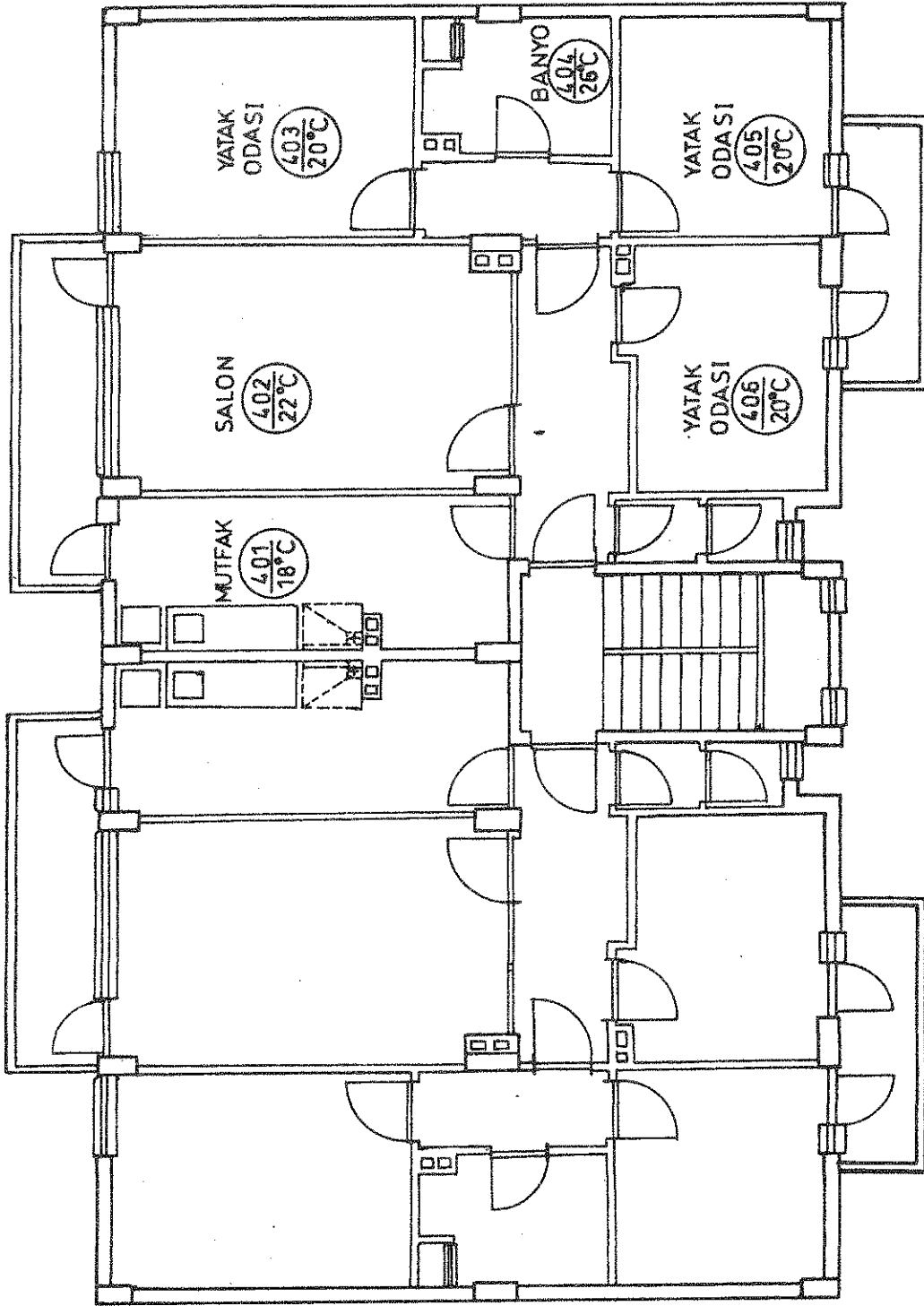
Yapı bileşenlerinden olan ısı kayıplarının hesaplanmasında; iletimsel yolla olan ısı kayıpları ve pencere, kapı gibi açılabilir bileşenlerden olan hava sızıntısı gözönüne alınmaktadır. İletimsel ısı kaybı;

$$Q_i = F.K.\Delta t. [1 + \Sigma(\%Z)] \quad (\text{kcal/h}) \quad (1)$$

ifadesi ile hesaplanmaktadır. Burada F; yapı bileşeninin alanı ( $\text{m}^2$ ), K ısı geçirme katsayısı ( $\text{kcal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$ ),  $\Delta t$ ; yapı bileşeninin iki tarafındaki sıcaklıkların farkı ( $^{\circ}\text{C}$ ) ve  $\Sigma(\%Z)$  değeri toplam zamları göstermektedir. Hava sızıntısı (enfiltrasyon) ısı kaybı ise;

$$Q_s = \Sigma a.L.R.H.\Delta t.Z_e \quad (\text{kcal/h}) \quad (2)$$

formülü ile hesaplanır. Burada a; sızdırganlık katsayısı ( $\text{m}^3/\text{mh}$ ), L; pencere veya kapının açılan kısımlarının metre olarak çevre uzunluğu, R; oda durumu katsayısı, H; bina durumu katsayısı,  $\Delta t$ ; iç ve dış sıcaklıklar farkı ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $Z_e$ ; her iki dış duvarında pencere olan odalar için değeri 1,2 ve diğer



ÖLÇEK: 1/86

Şekil 3. Kat planı

odalar için 1 olan katsayıdır. Bu çalışmada incelenen kat için  $R=0,9$  ,  $H=0,41$  ve dış ortam hesap sıcaklığı  $-3^{\circ}\text{C}$  alınmıştır [1].

Dış duvar ve tavan-döşeme örnekleri olarak; Şekil 1 ve Şekil 2 ile gösterilen yalıtımsız ve yalıtımlı uygulamalar kullanılmıştır. Kapı ve pencereler ise hem ahşap hem de plastik olarak öngörülmüştür. Bu yapı bileşenleri beş ayrı kombinasyon şeklinde bir araya getirilerek ısı kayıpları hesaplanmıştır. Bu kombinasyonların oluşturulmasında yaygın kullanım kriteri esas alınmıştır. Tablo 1'de bu çalışmada gözönüne alınan yapı bileşeni kombinasyonları için yapılmış olan kodlama görülmektedir. Kodlamada

kullanılan sembollerin birincisi dış duvarı, ikincisi tavan ve döşemeyi, üçüncüsü de kapı ve pencereyi karakterize etmektedir. **S** kodu; yapı bileşeninin yalıtımsız (sade) olduğu, **Y** kodu yapı bileşeninin yalıtımlı olduğu anlamındadır. Kapı ve pencereyi karakterize eden **A** kodu ahşap çerçeveli olduğunu, **P** kodu ise plastik çerçeveli olduğunu göstermektedir.

**Tablo 1.** Isı kaybı hesaplarında kullanılan yapı bileşenlerinin kombinasyonları.

KOD	DIŞ DUVAR	TAVAN - DÖŞEME	KAPI - PENCERE
SSA	Yalıtımsız (Şekil 1.a)	Yalıtımsız (Şekil 2.a)	Ahşap
SSP	Yalıtımsız (Şekil 1.a)	Yalıtımsız (Şekil 2.a)	Plastik
SYP	Yalıtımsız (Şekil 1.a)	Yalıtımlı (Şekil 2.b)	Plastik
YSP	Yalıtımlı (Şekil 1.b)	Yalıtımsız (Şekil 2.a)	Plastik
YYP	Yalıtımlı (Şekil 1.b)	Yalıtımlı (Şekil 2.b)	Plastik

Şekil 3'te mimari projesi görülen kat için, merkezi ısıtma sistemine göre yapılan (tavan ve döşemeden ısı kaybının olmadığı durumda) ısı kaybı hesapları ile elde edilen ısı ihtiyacı değerleri Tablo 2'de görülmektedir. Tavan ve döşemeden ısı kaybı olmadığı için, tavan ve döşeme konstrüksiyonunun ısı kaybı hesaplarına herhangi bir etkisi yoktur. Bu nedenle Tablo 2'de de görüldüğü gibi; yalıtımsız ve yalıtımlı tavan-döşeme uygulamalarını içeren SSP ve SYP kombinasyonları için ısı ihtiyaçları aynı değerdedir. Benzer şekilde YSP ve YYP kombinasyonları için de ısı ihtiyaçları aynı değerdedir.

**Tablo 2.** Örnek kat projesi için merkezi ısıtma sistemine göre mahal ısı ihtiyaçları (kcal/h).

MAHAL	SSA	SSP	SYP	YSP	YYP
401	821	614	614	569	569
402	1435	1172	1172	1157	1157
403	896	803	803	735	735
404	778	742	742	716	716
405	929	712	712	664	664
406	813	596	596	568	568
TOPLAM	5672	4639	4639	4409	4409

Tablo 3'te ise kat ısıtma sistemine göre hesaplanan ısı ihtiyaçları görülmektedir. Kat ısıtılmalı durumda tavan ve döşemeden ısı kaybının olduğu kabul edilmiş ve ısı kaybı hesapları buna göre yapılmıştır. Alt kat ve üst kata ait mahaller ısıtılmayan mahal gibi düşünülmüş ve hepsinin sıcaklık değeri dış ortam sıcaklığına bağlı olmak üzere, dışa kapı veya pencereli bir kısmı ısıtılmış mahallerle çevrili mahal olarak 6°C alınmıştır [1]. Tablo 3'teki değerlerin, Tablo 2'deki değerler ile karşılaştırılmasından görülmektedir ki; genel olarak, tavan ve döşemeden olan ısı kaybı, kat için olan ısı ihtiyacını oldukça artırmaktadır.

**Tablo 3.** Örnek kat projesi için kat ısıtma sistemine göre mahal ısı ihtiyaçları (kcal/h).

MAHAL	SSA	SSP	SYP	YSP	YYP
401	1502	1296	778	1251	732
402	2799	2537	1501	2521	1486
403	1742	1649	1006	1581	939
404	1125	1089	1089	1063	1063
405	1469	1252	842	1204	794
406	1356	1139	727	1112	700
TOPLAM	9993	8962	5943	8732	5714

Aynı yapı bileşenlerinin kullanıldığı merkezi ısıtılmalı ve kat ısıtılmalı daire için ısı ihtiyacı değerlerindeki artış yüzdeleri Tablo 4'te görülmektedir. Tablodan da görüldüğü gibi en yüksek ısı ihtiyacı artışı; %98,05 ile yalıtımlı dış duvar, yalıtımsız tavan-döşeme ve plastik çerçeveli pencere (YSP) uygulamasında ortaya çıkmaktadır. En düşük ısı ihtiyacı artışı ise; %28,11 ile yalıtımsız dış duvar, yalıtımlı tavan-döşeme ve plastik çerçeveli pencere (SYP) kombinasyonunda görülmektedir.

**Tablo 4.** Kat ısıtılmalı sistemde, merkezi ısıtılmalı sisteme göre olan ısı ihtiyacı artışları.

	SSA	SSP	SYP	YSP	YYP
Merkezi Isıtılmalı (kcal/h)	5672	4639	4639	4409	4409
Kat Isıtılmalı (kcal/h)	9993	8962	5943	8732	5714
<b>Isı İhtiyacı Artışı (%)</b>	<b>76,18</b>	<b>93,19</b>	<b>28,11</b>	<b>98,05</b>	<b>29,60</b>

Tablo 4'ten görülmektedir ki; yalıtımsız tavan-döşeme (S) uygulaması ile birlikte uygulanan yalıtımsız (S) veya yalıtımlı (Y) dış duvar durumunda, merkezi ısıtılmalı sisteme göre, kat ısıtılmalı sistem için ısıtma giderleri yaklaşık olarak aynı oranda artmaktadır (SSP ve YSP kombinasyonları). Benzer şekilde; yalıtımlı tavan-döşeme (Y) uygulaması ile birlikte uygulanan yalıtımsız (S) veya yalıtımlı (Y) dış duvar durumunda da, merkezi ısıtılmalı sisteme göre, kat ısıtılmalı sistem için ısıtma giderleri yine aynı oranda artmaktadır (SYP ve YYP kombinasyonları). Bu durum; ısıtma sisteminin seçiminde, dış duvar konstrüksiyonunun herhangi bir rolünün olmadığını göstermektedir. Diğer bir deyişle; kat ısıtılmalı sistemde, merkezi ısıtılmalı sisteme göre olan ısıtma gideri artışında, dış duvarın yalıtımsız veya yalıtımlı olmasının fazla bir etkisi yoktur.

Kat için ısıtma giderlerinin artışında; tavan-döşeme konstrüksiyonunun oldukça etkili olduğu Tablo 4'ten görülmektedir. Örneğin; yalıtımsız dış duvar (S) ile birlikte uygulanan yalıtımsız tavan-döşeme (S) durumunda, merkezi ısıtılmalı sisteme göre, %93,19 olan ısı ihtiyacı artışı, yalıtımlı tavan-döşeme (Y) durumunda %28,11 değerine düşmektedir (SSP ve SYP kombinasyonları). Benzer şekilde; yalıtımlı dış duvar (Y) ile birlikte uygulanan yalıtımsız tavan-döşeme (S) durumunda, merkezi ısıtılmalı sisteme göre, %98,05 olan ısı ihtiyacı artışı, yalıtımlı tavan-döşeme (Y) durumunda %29,60 değerine düşmektedir (YSP ve YYP kombinasyonları). Bu karşılaştırmadan görülmektedir ki; yapı için ısıtma sisteminin seçiminde tavan-döşeme konstrüksiyonunun büyük önemi vardır. Yalıtımlı tavan-döşeme olarak projelendirilmiş kat için uygulanan kat ısıtma sisteminde, merkezi ısıtılmalı sisteme göre, ısıtma gideri yaklaşık %30 civarında artarken, yalıtımsız tavan-döşemeye sahip kat için uygulanan kat ısıtma sisteminde, merkezi ısıtılmalı sisteme göre, ısıtma gideri yaklaşık %100 civarında artmaktadır.

Yapıların projelendirilmesinde, ısıtma sisteminin mutlak surette göz önüne alınması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Merkezi ısıtma sisteminin öngörüldüğü yapılarda, tavan-döşeme konstrüksiyonu için ısı yalıtımı uygulamasına gerek yoktur. Ancak, kat kaloriferi uygulanacak olan yapılarda tavan-döşeme konstrüksiyonu mutlaka ısı yalıtımlı olmalıdır. Yapıda tavan ve döşemenin yalıtımlı olması ile ortaya çıkacak olan ek yapı maliyeti, yapının tamamına ekleneceği için yapıdaki kat maliyetleri de eşit oranda artarak daire sahiplerine yansiyacaktır. Ancak; ısı yalıtımlı tavan-döşeme uygulamasına sahip yapılarda kullanılacak olan kat kaloriferi, ısı yalıtımsız tavan-döşeme uygulamasına sahip yapılara göre daha düşük ilk yatırım maliyeti ve çok daha düşük bir ısıtma gideri göstereceği için, uzun vadede daha ekonomik olacaktır.

### **Mahal Sıcaklığı Hesapları**

Yapılara uygulanan kat kaloriferi sistemlerindeki radyatör grupları pratikte, daire için merkezi ısıtma sistemine göre olan ısı yükü ve radyatör ihtiyacı göz önünde bulundurularak belirlenmektedir. Böylece oluşturulan kat ısıtma sistemi de gereken konfor koşullarını sağlamak konusunda yetersiz kalmaktadır.

Bu çalışmada ele alınan kat örneği için, merkezi ısıtma sistemine göre (tavan ve döşemeden ısı kaybının olmadığı durumda) yapılan ısı kaybı hesapları ile elde edilen ısı ihtiyaçları Tablo 2'de görülmektedir. Pratikte genel olarak; kat ısıtma sisteminin, merkezi ısıtma sistemi için olan ısı ihtiyaçlarının esas alınarak uygulanması nedeniyle, işletme koşullarındaki mahal sıcaklıkları proje değerlerinin altında kalmaktadır. Yapıda kullanılan yapı bileşenleri kombinasyonlarına göre farklı değerler alabilen mahal sıcaklıkları, merkezi ısıtma sisteminin verdiği ısı değerlerine göre mahalde ulaşılabilecek en yüksek sıcaklık olarak hesaplanmıştır. Buna göre merkezi ısıtılmalı sistemde, herhangi bir mahal için olan iletimsel ve hava sızıntısı ısı kaybı toplamı;

$$Q_h = Q_i + Q_s$$

olarak ifade edilir. Değerler yerine yazılırsa;

$$Q_h = \sum K_i \cdot A_i \cdot (T_m - T_{di}) + \sum (a \cdot L)_i \cdot R \cdot H \cdot (T_m - T_{di}) \cdot Z_e$$

elde edilir. Bu ifade açılırsa;

$$Q_h = T_m \cdot \sum K_i \cdot A_i - \sum K_i \cdot A_i \cdot T_{di} + T_m \cdot \sum (a \cdot L)_i \cdot R \cdot H \cdot Z_e - \sum (a \cdot L)_i \cdot R \cdot H \cdot T_{di} \cdot Z_e$$

Bu ifadeden  $T_m$  mahal sıcaklığı çekilirse;

$$T_m = \frac{Q_h + \sum K_i \cdot A_i \cdot T_{di} + \sum (a \cdot L)_i \cdot R \cdot H \cdot T_{di} \cdot Z_e}{\sum K_i \cdot A_i + \sum (a \cdot L)_i \cdot R \cdot H \cdot Z_e} \quad (^\circ\text{C}) \quad (3)$$

olarak mahal sıcaklığı ifadesi elde edilir. Bu ifadede yer alan toplamlar, mahali çevreleyen farklı yapı bileşenleri için olan değerlere (ısı geçirme katsayısı-K, yüzey alanı-A, fuga uzunluğu-L, dış sıcaklık- $T_d$  vb.) ait büyüklükler üzerinde yapılmaktadır.

Örneğin; Şekil 3'teki kat planında görülen 402 no'lu salon için, YSP uygulamasında (yalıtımlı dış duvar, yalıtımsız tavan-döşeme, plastik pencere) merkezi ısıtmalı sisteme göre olan ısı ihtiyacı  $Q_h=1157$  kcal/h olarak hesaplanmıştır (Tablo 2). Bu mahal için sıcaklık hesabında kullanılan diğer büyüklükler Tablo 5'te görülmektedir.

Tablo 5'teki toplam satırında verilen değerlerin ve bu mahal için merkezi ısıtmalı sisteme göre olan 1157 kcal/h'lik ısı ihtiyacının, (3) eşitliğinde kullanılması ile;

$$T_m = \frac{1157 + 1543,27 + 575,86}{162,39 + 32,76} \Rightarrow T_m = 16,79 \text{ } ^\circ\text{C}$$

olarak 402 no'lu salon için YSP uygulamasındaki mahal sıcaklığı hesaplanır. Görüldüğü gibi bu değer, merkezi ısıtma sistemi için projelendirilen mahalde  $22^\circ\text{C}$  olarak öngörülen proje sıcaklık değerinin altında kalmaktadır. Diğer bir deyişle; merkezi ısıtma sistemine göre olan ısı ihtiyacı değeri esas alınarak kurulan kat ısıtma sistemindeki radyatör grubunun, mahalde sağlayabileceği en yüksek sıcaklık  $22^\circ\text{C}$  yerine  $16,79^\circ\text{C}$  değerinde kalacaktır.

**Tablo 5.** YSP uygulamasında 402 no'lu salon için mahal sıcaklığı hesabında kullanılan değerler.

Yapı Bileşeni	K kcal/m <sup>2</sup> h <sup>0</sup> C	A m <sup>2</sup>	T <sub>d</sub> °C	K.A kcal/h <sup>0</sup> C	K.A.T <sub>d</sub> kcal/h	a m <sup>3</sup> /mh	L m	(a.L).R.H.Z <sub>e</sub> kcal/h <sup>0</sup> C	(a.L).R.H.Z <sub>e</sub> .T <sub>d</sub> kcal/h
Pencere	4,3	3,3	-3	14,19	-42,57	0,2	3,6	0,265	-0,797
Balkon Kapısı	4,3	1,84	-3	7,912	-23,74	0,2	5,4	0,399	-1,196
Dış Duvar	1,025	3,77	-3	3,864	-11,59	-	-	-	-
İç Duvar	1,216	11,61	20	14,12	282,4	-	-	-	-
İç Duvar	1,216	3,78	18	4,60	82,8	-	-	-	-
İç Duvar	1,216	15,39	18	18,71	336,9	-	-	-	-
İç Duvar	1,216	4,08	18	4,961	89,30	-	-	-	-
İç Pencere	4,5	2,63	18	11,84	213,0	-	-	-	-
İç Kapı	4,5	2,2	18	9,9	178,2	15	5,8	32,10	577,85
Tavan	2,148	18,81	6	40,40	242,4	-	-	-	-
Döşeme	1,724	18,81	6	32,43	194,6	-	-	-	-
<b>TOPLAM</b>	-	-	-	<b>162,39</b>	<b>1543,27</b>	-	-	<b>32,76</b>	<b>575,86</b>



Benzer şekilde; Şekil 3'te görülen diğer mahallerde, yapı bileşenlerinin durumuna göre ulaşılabilecek en yüksek sıcaklık değerleri de hesaplanmış ve Tablo 6'da topluca verilmiştir. Tabloda görülen ortalama sıcaklıkların hesaplanmasında;

$$T_{ort} = \frac{\sum(\text{Mahal Hacmi} \times \text{Sıcaklık})}{\sum(\text{Mahal Hacmi})} \quad (^\circ\text{C}) \quad (4)$$

ifadesi kullanılmıştır. Ortalama sıcaklık değerleri ile; farklı kombinasyonların uygulandığı kat için, konfor sıcaklığı açısından daha kolay bir kıyaslama yapılması mümkündür.

**Tablo 6.** Örnek proje için kat ısıtma sisteminde ulaşılabilecek en yüksek sıcaklıklar ( $^\circ\text{C}$ ).

MAHAL	PROJE SICAKLIK DEĞERİ	SSA	SSP	SYP	YSP	YYP
401	18	12,65	11,99	16,82	11,69	16,62
402	22	17,09	16,81	21,07	16,79	21,05
403	20	15,04	14,87	19,17	14,67	19,02
404	26	22,92	22,86	22,78	22,78	22,86
405	20	15,91	15,53	18,95	15,41	18,88
406	20	16,14	15,79	18,95	15,73	18,91
<b>ORTALAMA</b>	<b>20,59</b>	<b>15,98</b>	<b>15,64</b>	<b>19,46</b>	<b>15,51</b>	<b>19,36</b>

Tablo 6'dan da görüldüğü gibi; ortalama proje sıcaklık değeri olan  $20,59^\circ\text{C}$  değerine en yakın sıcaklık  $19,46^\circ\text{C}$  ile SYP uygulamasında ortaya çıkmaktadır. En düşük sıcaklık ise  $15,51^\circ\text{C}$  ile YSP uygulamasında görülmektedir. Tablo 6'nın genel olarak incelenmesinden de görüleceği gibi, tavan ve döşemenin yalıtımsız olduğu uygulamalarda mahal sıcaklıkları, konfor sıcaklığının yaklaşık  $5^\circ\text{C}$  altına düşmektedir (SSA, SSP ve YSP uygulamaları). Tavan ve döşemenin yalıtımlı olması durumunda ise mahal sıcaklıkları konfor sıcaklığına çok yaklaşmaktadır (SYP ve YYP uygulamaları). Bu karşılaştırma göstermektedir ki; tavan-döşeme uygulamasının yalıtımsız olduğu yapılarda kat kaloriferi uygulamasında, alt ve üst katlara olan ısı kaybının kesinlikle göz önüne alınması gerekmektedir. Yapıda eğer yönetmeliğe uygun yalıtımlı tavan-döşeme uygulaması varsa, ısı kaybı hesaplarında alt ve üst katlara olan ısı kaybının göz önüne alınmasına gerek yoktur.

## SONUÇ

Bireysel bir uygulama olan kat ısıtma sisteminin işletilmesinde tamamen kullanıcının kontrolünde olan bir ısıtma söz konusudur. Kat kaloriferi kullanıcısı, kendi günlük yaşamına uygun zamanlarda ısıtma yapabilir veya uzun süreli olarak kat ısıtma sistemini çalıştırmayabilir. Ayrıca, kattaki değişik mahallerin ortam sıcaklıklarını istediği gibi kontrol ederek daha ekonomik bir ısıtma yapmak isteyebilir. Kat ısıtma sisteminde ortaya çıkan bu tür işletme koşulları, yapı ve kat ısıtma sistemi ile ilgili bazı yeni yasal düzenlemelerin yapılmasını ve yeni kriterlerin göz önüne alınmasını gerektirmektedir. Bunlar şöylece sıralanabilir:

- Kat ısıtma sistemi uygulanacak olan yapılarda, tavan ve döşeme konstrüksiyonu mutlak surette yalıtımlı olmalıdır. Isıtma giderlerinin hukuki açıdan sorun yaratmayacak şekilde daire sahiplerine yansıtılması, diğer bir deyişle; kat ısıtma sistemi sahibinin sadece kendi dairesini ısıtacak kadar para harcaması ancak yalıtımlı tavan ve döşeme uygulaması ile sağlanabilir. Ayrıca; tavan ve döşemenin yalıtımlı olması ile, kat ısıtma sistemi daha ekonomik çalışacağı için ülke ekonomisine de dolaylı olarak katkı sağlanacaktır. Ülkemizde kat ısıtma sistemlerinin uygulanması konusunda yasal bir boşluk olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda hazırlanacak uygun bir yönetmelik ile, standart yalıtımlı tavan ve döşeme konstrüksiyon örnekleri oluşturulmalı ve uygulanmaları zorunlu hale getirilmelidir.

- Tavan ve döşemenin yalıtımsız olduğu yapılarda, alt ve üst kata olan ısı kayıplarının mutlaka göz önüne alınması ve ısı kaybı hesaplarının bu temelde yapılması gerekmektedir. Isıtılmayan hacim

olarak öngörülen alt kat ve üst kata ait proje hesap sıcaklık değerleri için yeni bir düzenleme yapılmalıdır. Alt kat ve üst katın ısıtma durumuna (kat ısıtmalı, sobalı gibi), dış ortam sıcaklığına ve mimari duruma bağlı olarak kat ısıtmalı sistem için yeni ısıtılmayan hacim sıcaklık verileri belirlenmeli ve yönetmeliğe dahil edilmelidir.

- Kat ısıtma sistemlerinin; merkezi ısıtma sisteminden farklı olarak, alt ve üst kattaki ısıtma durumuna bağlı olarak çok değişken bir ısı yükünü karşılaması gerektiği anlaşılmaktadır. Bu çalışmada gözönüne alınan örnek uygulamada; yalıtımlı tavan ve döşeme durumunda, 6°C olarak alınan alt ve üst kat sıcaklıkları için, alt kat ve üst kata ısı kaybının olmadığı duruma göre (ısıtılan kat ile aynı sıcaklıkta bulunan alt ve üst kat durumu) ısı yükünün %30 civarında arttığı hesaplanmıştır. Yalıtımsız tavan ve döşeme durumunda ise ısı yükündeki artış %100 civarındadır. Kat kaloriferi kazanlarının tasarımında ve kat ısıtma sisteminin kurulmasında, ısı kapasitesindeki bu değişim göz önünde bulundurulmalıdır.

- Kat ısıtma sisteminde ortaya çıkan işletme koşullarının, sistemin ekonomik ve konforlu olarak çalışmasını etkilememesi için, kat kaloriferi kazanlarının daha da geliştirilmesi gerekmektedir. Kat kaloriferi kazan ünitesinin yakıt ve elektrik tasarrufunu göz önüne alınacak şekilde tasarlanması ve sistemin otomatik kontrol elemanları ile donatılması, ilk yatırım maliyetini artırıcı olmakla birlikte tesisatın işletilmesinde sağlayacağı tasarruf nedeniyle daha ekonomik olacaktır. Ülkemizde, sıvı yakıtlı kat kaloriferi kazan üniteleri ile ilgili bilinen tek standart, Türk Standartları Enstitüsü tarafından hazırlanmış olan *TS 9876-Kazanlar-Kat Kaloriferi İçin-Sıvı Yakıtlı* [3] olup, kazan ünitelerinde kullanılacak elemanlar, malzeme ve imal usulü yönünden uyulması gereken temel esasları vermektedir. Ülkemizde, kat kaloriferi kazan üniteleri ile ilgili kapsamlı ve enerji tasarrufunu ön plana çıkaran, yeni teknolojik gelişmeleri de içeren bir standart eksikliği olduğu görülmektedir. Hızla gelişen teknolojinin getirmekte olduğu yeniliklerin sürekli olarak uygulanmakta olduğu gerçeği göz önüne alınacak olursa, standart oluşturma konusunda da zorlukların ortaya çıkması doğaldır. Ancak; gelişmiş ülkelerdeki mevcut durum, ülkemiz koşulları ve teknolojik gelişmeler esas alınarak kat kaloriferi kazan ünitesi tasarımında da belirli esasların oluşturulması ve uygulanması olanaklıdır.

## KAYNAKLAR

- [1] T.M.M.O.B. Makina Mühendisleri Odası, Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları, Yayın No:84, İstanbul 1992.
- [2] Bazı Belediyelerin İmar Yönetmeliklerinde Değişiklik Yapılması ve Bu Yönetmeliklere Yeni Maddeler Eklenmesi Hakkında Yönetmelik, T.C. Resmi Gazete, Sayı:18637, 16 Ocak 1985.
- [3] Türk Standartları Enstitüsü, *Kazanlar-Kat Kaloriferi İçin-Sıvı Yakıtlı*, TS 9876, Şubat 1992.

## ÖZGEÇMİŞ

1961 Trabzon doğumludur. 1978 yılında Trabzon Affan Kitapçıoğlu Lisesini, 1983 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Fakültesini bitirmiştir. 1991 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi'nden Doktor ünvanını almıştır. 1992 yılından beri Karadeniz Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim Dalı'nda Yardımcı Doçent olarak görev yapmaktadır. Araştırma konuları; "Sayısal Akışkanlar Dinamiği", "Hava Kirliliği" ve "Tesisat" üzerinde yoğunlaşmıştır. Makina Mühendisleri Odası, World User Association in Applied Computational Fluid Dynamics ve Tesisat Mühendisleri Derneği üyesidir. Evlidir.