

TS 825 BİNALARDA ISI YALITIM KURALLARI STANDARDI

Mak. Müh. Kaan ERTAŞ *

ÖZET

2000 yılına girerken yaşadığımız binalar nasıl olmalıdır?

Bu binalar maksimum konfor sağlayan, enerjiyi verimli kullanan, çevre ve hava kirliliği yaratmayan binalar olmalıdır. Bu şartlar, ısı yalıtımı, verimli ısıtma ve soğutma cihazları, ve otomatik kontrol ile sağlanabilir.

Gelişmiş ülkelerde etkin bir enerji tasarrufu için ısı yalıtımı birinci çare olarak görülmüştür. Bu nedenle ülkemizde de ısı yalıtımının önemi anlaşılmış ve TS 825 Binalarda Isı Yalıtımı Standardı tamamen revize edilerek günümüz koşullarına uygun hale getirilmiş ve yürürlüğe konulmuştur.

Ülkemiz enerji tüketiminin %27'si konutların ısıtılmasına harcanmaktadır. 1990 yılı için bunun parasal değeri 2,1 milyar USD dir. Bu rakam 2000 yılında 3,7 milyar USD, 2010 yılında ise 6,3 milyar USD olacaktır. Bu rakamlar, enerjisinin %61,5'ini (1996 istatistiklerine göre) ithal eden ülkemiz için çok yüküdür. Dolayısıyla bu değer azaltılması gerektiği şüphe götürmez bir gerçektir.

1- Giriş

14 Haziran 1999 tarihinde resmi gazetede yayınlanan TS 825 Binalarda Isı Yalıtım kuralları Standardı; 14 Haziran 2000 tarihinden itibaren ülkemizde inşa edilecek olan tüm ruhsatlı binalarda mecburi standart olarak uygulanacaktır.

2- Standardın amacı

- Ülkemizdeki binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarlarını sınırlayarak enerji tasarrufu sağlamak,
- Enerji ihtiyacının hesaplanması sırasında kullanılacak standart hesap metodunu ve değerini belirlemek,
- Enerji verimli konfor şartları yüksek binalar üretilmesini sağlamaktır.

3- Kapsam

- Yeni inşa edilecek binaların tümü,
- Mevcut binaların oturma alanının %15'i oranında ve üzerinde yapılacak tadilatlar da, tadil edilen kısmın ısı ihtiyacı hesaplama kuralları.

4- Eski TS 825 ile Yeni TS 825 in karşılaştırılması

4.1- Eski TS825 de;

- Üç Derece-Gün bölgesi var
- Bölgelere göre yapı bileşenlerinin ısı geçirme katsayıları sınırlandırılmıştır.
- Isı kaybı hesabı yapılmasına gerek yoktur.
- İç ısı kazançları ve güneş enerjisi kazançları dikkate alınmamıştır.

4.2- Yeni TS825'de

- Dört Derece-Gün bölgesi vardır.
- Binanın şekline (Atop/Vbrüt oranı) ve binanın bulunduğu Derece-Gün bölgesine göre binanın bir yılda kaybedeceği ısı miktarı s

* İZODER Tel: 0212 / 266 04 11 e-mail: izoder@superonline.com

5- TS 825 standardının diğer standartlarla karşılaştırılması

rılması.

	TÜRKİYE 1981	ALMANYA 1995	İNGİLTERE 1995	İSVİÇRE 1992	KUVEYT 1980
DUVAR	1,05-1,75	0,40-0,60	0,45-0,45	0,25-0,30	0,57-0,30
TAVAN	0,36-0,82	0,18-0,25	0,20-0,25	0,25-0,30	0,25-0,30
TABAN	0,65-1,25	0,35-0,45	0,35-0,45	0,25-0,30	0,25-0,30

Tablo2. Eski ve Yeni TS 825 Standardı arasındaki U katsayıları bakımından yapılan iyileştirmeler.

	TÜRKİYE 1981	TÜRKİYE 1995	İYİLEŞTİRME ORANI
DUVAR	1,05-1,75	0,40-0,80	%62-64
TAVAN	0,36-0,82	0,25-0,50	%30-40
TABAN	0,65-1,25	0,40-0,80	%38-35

Tablo1. Yeni TS 825 Standardındaki ısı geçirenlik katsayılarının bazı ülkelerin katsayılarıyla karşılaştırılması.

	TÜRKİYE 1981	ALMANYA 1995	İNGİLTERE 1995	İSVİÇRE 1992	KUVEYT 1980
DUVAR	0,40-0,80	0,40-0,60	0,45-0,45	0,25-0,30	0,57-0,30
TAVAN	0,25-0,50	0,18-0,25	0,20-0,25	0,25-0,30	0,25-0,30
TABAN	0,40-0,80	0,35-0,45	0,35-0,45	0,25-0,30	0,25-0,30

nırlandırılmıştır.

ma yoluyla olan ısı kayıpları hesaplanmak

• Binayı oluşturan yapı bileşenlerinin ısı getadır.

çirme katsayılarında bazı istisnalar dışın -
da sınırlama yoktur, sadece bölgelere göre
yapı bileşenleri için tavsiye edilen ısı geniflandırması yapılmaktadır.
çirme katsayıları vardır.

• Binada ısı köprüsü olabilecek kolon, kiriş,
hatıl, lento gibi elemanların mutlaka yalıtıl-
ması şartı getirilmiştir.

• İç ısı kazançları ve pencerelerden kaynak-
lanan güneş enerjisi kazançları hesaplara
katılmıştır.

• Yapı bileşenlerinden iletim ve havalandırma

6- Isı Kaybı Hesap Metodu

1. Isıtılacak hacmi dış ortamdan ayıran sı -
nırlar belirlenir, bunlar;

- Duvar
- Tavan
- Taban

• Pencere ve Kapılar

2. Eğer binanın tamamı aynı sıcaklığa kadar

Formüller

ısıtılıyorsa veya ortamlar arasındaki sı -
camlık farkı 4 K'den küçük ise binanın ta -
mamı tek bölge olarak alınır, aksi takdirde

farklı ısıtma bölgelerinin sınırları belirlen -
melidir.

$$Q_{yil} = \sum Q_{ay} \quad (1)$$

3. Bu sınırları oluşturan yapı bileşenlerinin

$$Q_{ay} = [H(T_i) - T_d] h_{ay} (F_{ay} + g_{ay}) \cdot t \quad (2)$$

alanları, kalınlıkları ve bu yapı bileşenle -
rinde kullanılan malzeme tabakalarının ka
lınlıkları ve ısı iletim katsayıları belirlenir.
(Hesaplamalarda dıştan dışa ölçüler kul -
lanılır)

4. Binanın ısı kaybeden yüzeylerinin toplam
alanı hesaplanır

5. Isı kaybeden yüzeylerinin oluşturduğu
brüt hacim hesaplanır

6. Yapı bileşenlerinin ısı geçiş katsayıları
hesaplanır ve iç sıcaklık 19 C olmak üze -
re, dış sıcaklıklar ise aylara göre TS 825
Ek 3'den alınarak, binadan iletim yoluyla
kaybolan ısı miktarı hesaplanır

7. Havalandırma yoluyla kaybolan ısı miktarı
hesaplanır.

8. İç ısı kazançları hesaplanır

9. Pencerelerden olan güneş enerjisi ka -
zançları hesaplanır

10. Toplam kayıplardan toplam kazançlar ç
karılarak binanın bir yılda harcayacağı
ısı miktarı ($Q_{yıl}$) hesaplanır.

11. Binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı he -
sabında, oda yükseklikleri 2,60 m veya
daha az olan binalarda kullanım alanı
(A_N) ile 2,60 m'den yüksek olan binalarda
brüt hacim ($V_{brüt}$) ile ilişkili değerler kul
lanılacaktır.

12. Hesaplanan birim ısı kaybının (Q), bina
nın $A_{top}/V_{brüt}$ oranına göre TS 825 de be
lirlenen sınır değerinin altında olup olun
madığına bakılır.

Q_{ay} : Aylık ısıtma enerjisi ihtiyacı

H : Binanın özgül ısı kaybı

T_i, T_d : Aylık ortalama iç ve dış sıcaklıklar

h_{ay} : Kazançlar için aylık ortalama kulla -
nım

faktörü

$F_{ay}, F_{g,ay}$: Aylık ortalama iç ve güneş enerjisi
kazançları

t : Zaman

Binanın Özgül Isı Kaybı (H)

$$H = H_i + H_h \quad (3)$$

İletim Yoluyla Gerçekleşen Isı Kaybı (H_h)

$$H_i = \sum (A \cdot U) + I \cdot U_i \quad (4)$$

Havalandırma Yoluyla Gerçekleşen Isı Kaybı
(H_h)

$$H_h = 0,33 \cdot n_h \cdot V_h \quad (5)$$

Aylık Ortalama İç Kazançlar ($F_{i,ay}$)

Konutlarda..... $F_{i,ay} = 5 \times A_N$

Ticari binalarda..... $F_{i,ay} = 10 \times A_N$

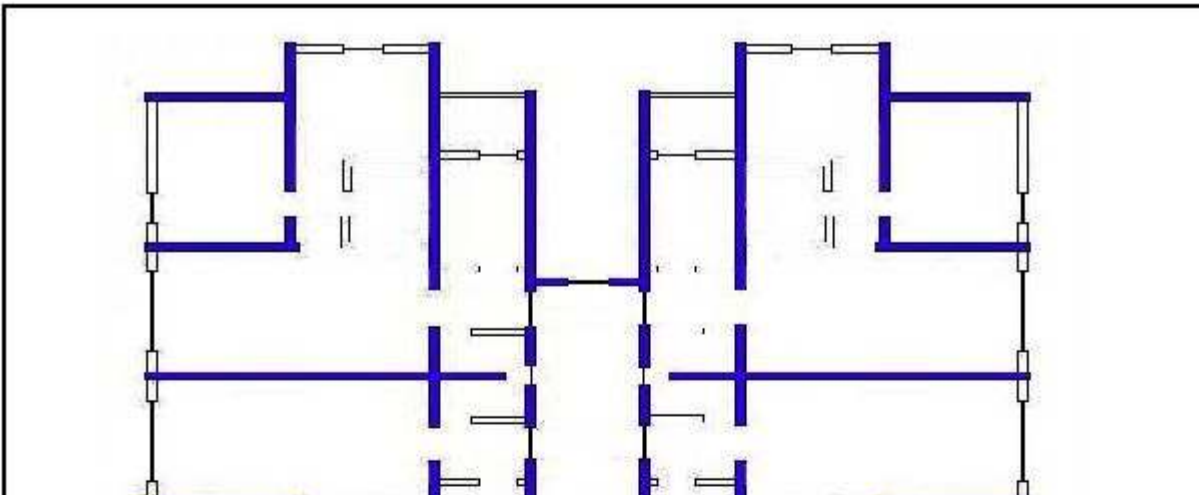
$$A_N = 0,32 \times V_{brüt} \quad (6)$$

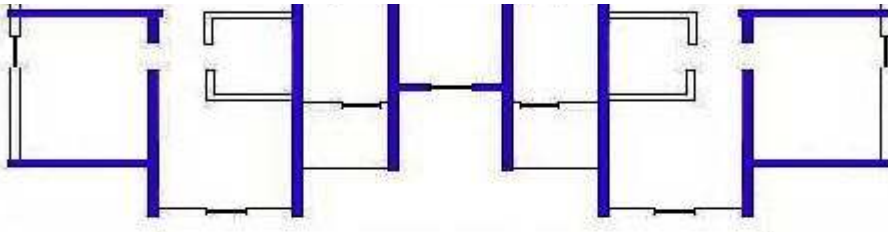
Aylık Ortalama Kazanç Kullanım Faktörü

$$f_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})} \quad (7)$$

$$KKO_{ay} = (F_{i,ay} + I_{g,ay}) H (T_i) - T_d \quad (8)$$

7- Isı Kaybı Hesaplarında Kullanılan





Şekil 1. Normal kat planı

Tablo1.

	Birim Alandan Kaybolan Isı Miktarı (kWh/m ²)	Binanın Kaybettiği Toplam Isı Miktarı (kWh)	Binanın Harcayacağı Doğalgaz Miktarı (m ³)
Yeni TS 825'e göre yalıtım yapılması durumunda	65,65	74177	7732,39
Eski TS 825'e göre yalıtımlı durumda	114,82	129740	13524,41
Hiç Yalıtım yapılmaması durumunda	218,68	247087	25756,95

Tablo2.

	Yalıtım Malzemesi Maliyeti	Bir Yıllık Yakıt Maliyeti (Doğalgaz)
ESKİ TS 825'e	1438347415	1937108663
GÖRE YALITIMLI		
YENİ TS 825'e	3434991063	1169523988
GÖRE YALITIMLI		
YALITIMSIZ	0	3895738688

Aylık Ortalama Güneş Enerjisi Kazançları

$$F_{g,ay} = \sum r_{i,ay} \cdot g_{i,ay} \cdot l_{i,ay} \cdot A_i \quad (9)$$

$r_{i,ay}$: i yönünde saydam yüzeylerin aylık ortalama gölgelenme faktörü

$g_{i,ay}$: i yönünde saydam elemanların güneş enerjisi geçirme faktörü

$l_{i,ay}$: i yönünde dik yüzeylere gelen aylık ortalama güneş ışınımı şiddeti

A_i : i yönündeki toplam pencere alanı

Isıl Geçirgenlik Katsayısı -

sı (U)

$$U = \frac{1}{\frac{1}{a_i} + \frac{1}{a_d}} \quad (10)$$

U : Isıl geçirgenlik katsayısı
 $1/a_i$ iç yüzeyin yüzeysel ısı iletim direnci
 $1/a_d$ dış yüzeyin yüzeysel ısı iletim direnci

8- Örnek Bina Hesabı

Örnek binamızın katlarının kesit krokileri (üstten görünüş kat planı) Şekil 1de görülmektedir. Bina bir bodrum katı, bir zemin kat 3 tane de normal kat olmak üzere 5 katlıdır. Binada her katta 4 tane olmak üzere toplam 16 daire vardır. Binanın bulunduğu yer İstanbul

Güney = 28,21 m²

Kat yüksekliği = 2,8 m

Binadaki toplam pencere alanı = 122,835 m²

Binanın toplam dış duvar alanı (kolon ve kirişler dahil) = 1005 m²

Betonarme kolon ve kiriş alanları = 574 m²

Dolgu duvarların toplam alanı = 420,05 m²

Binanın brüt hacmi (Binanın ısı kaybeden yüzeylerinin oluşturduğu hacim) = 3531 m³

Şimdi de binayla ilgili yukarıdaki bilgileri kullanarak binanın "1-Yeni TS 825 standardına göre yalıtılmış durumda, 2-Eski TS 825 standardına göre yalıtılmış durumda, 3-Hiç

to dairesi vardır. Binanın bulunduğu yer istanbul ilidir.

Bu örnek bina projesinde; Yeni TS 825'e göre duvarlarda, 20 cm'lik gazbeton üzerine dış yüzeyde 4 cm ısı yalıtım malzemesi uygulanmıştır. Beton yüzeylerde (perde duvarlar) dıştan 4 cm kalınlığında ısı yalıtım malzemesi uygulanmıştır. Tabanda 6 cm ve çatıda 12 cm kalınlığında ısı yalıtım tabakası uygulanmıştır. Pencereleer; 12 mm aralıklı çift camlı PVC penceredir. Bina konut amaçlı olarak kullanılmaktadır, binada mekanik havalandırma tesisatı yoktur. Binanın taban alanı ve çatı alanı 312,2 m² olarak hesaplanmıştır. Her dairenin brüt alanı 78 m² dir.

Yükseklik = 11,16 m

Toplam Taban Alanı = 312,2 m²

Toplam Çatı Alanı = 312,2 m²

Binanın her yöndeki toplam pencere alanları:

Doğu = 33 m²

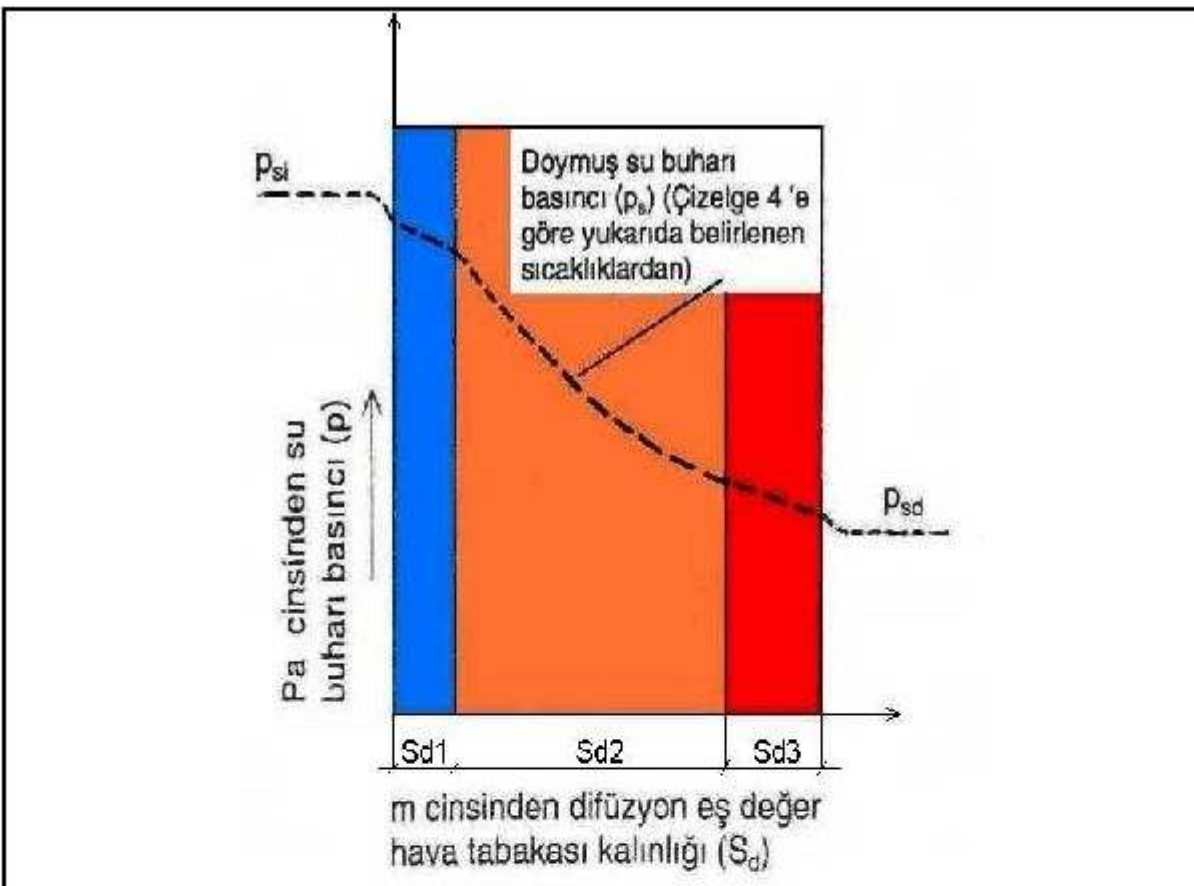
Batı = 33 m²

Kuzey = 28,62 m²

yalıtılmamış durumda" kaybedeceği ısı miktarını dolayısıyla harcayacağı yakıt miktarlarını hesaplayıp birbiriyle karşılaştıralım. Bu hesapları yapmak için İZODER'in hazırlattığı "TS 825 Isı İhtiyacı Hesaplamaları" isimli bilgisayar programı kullanılmıştır.

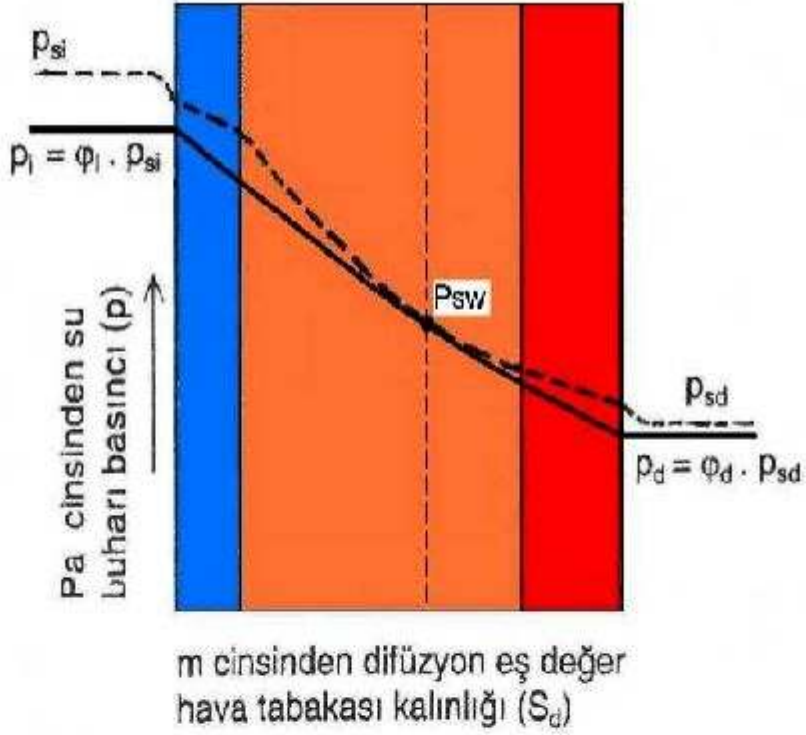
Yapılan hesaplar sonucunda yukarıda bahsedilen binanın üç farklı duruma göre bir yılda birim hacimden kaybedilen ısı miktarı, bir yılda binanın kaybettiği toplam ısı miktarı ve bir yılda binanın harcayacağı doğalgaz miktarları Tablo1 de verilmiştir.

Tablo 1'den de görüldüğü gibi bina; 1-Yeni TS 825 standardına uygun bir şekilde yalıtıldığında bir yılda harcayacağı doğalgaz miktarı 7732,39 m³ olmakta, 2-Eski TS 825 standardına uygun olarak yalıtıldığında 13524,41 m³ olmakta, 3-Hiç yalıtılmamış durumda ise 25756,95 m³ olmaktadır. Buradan anlaşılacağı üzere; bina tam yalıtımlı durumda(1) hiç yalıtım yapılmamış duruma(3) göre %70; Eski TS 825'e göre yalıtımlı duruma(2) göre %43 daha az yakıt (doğalgaz) tüketmektedir. Bunun yanısıra Tablo2'yi



Şekil 1.

Şekil 2.



Şekil 3.

Şekil 4.

inceleyecek olursak Yeni TS 825'e göre yalıtım yapılması durumunda yalıtım maliyeti (Şubat 2000 fiyatlarına göre) Eski TS 825'e göre yapılan yalıtım maliyetine göre 1.996.643.648 TL daha fazla, bir yıllık yakıt maliyeti ise 767.584.675 TL daha az olacaktır, bu maliyet artışı sadece yakıt maliyetindeki azalma dikkate alındığında bile $1.996.643.648/767.584.675 = 2,6$ yılda amorti edilmektedir. Ayrıca Isı kaybının azalması nedeniyle ısıtma sisteminde kullanılacak kazanın kapasitesi, radyatör alanları ve boru çaplarında azalma olacağından ısıtma sisteminin ilk yatırım maliyetinde de bir azalma sağlanacaktır. Isıtma sistemi ilk yatırım maliyetindeki azalma da dikkate alınırsa amortisman süresinin 1 yıla kadar düşeceği görülebilir. Böylece binalarda yapılacak ısı yalıtımının, binanın toplam ısıtma maliyetini ne mertebede azaltacağı sayısal değerlerle görülmektedir. Sonuç olarak, inşaat sırasında yalıtım uygulamasının getireceği ekstra maliyet ısıtma sisteminin ilk maliyetindeki azalma ve yıllık yakıt tüketimi maliyetindeki azalmayla karşılanacaktır. Yani bina en fazla iki ısıtma sezonunda yalıtım maliyetini kurtaracak ve daha sonraki sezonlarda kara geçecektir.

çalışır.

9.2- Buharın Yoğuşması

Su buharının dış ortama gaz olarak ulaşması halinde yapı elemanının gerek kullanım ömrü ve gerekse ısı performans açısından bir problem yoktur. Ancak yapı elemanını oluşturan malzemelerin su buharı geçişine gösterdikleri direnç ve malzemelerin sırasına bağlı olarak, yapı elemanından geçerken, su buharının gaz halinden sıvı hale geçmesi, yani yoğuşması ihtimali mevcuttur.

9.3- Sonuç

Biriken su nedeniyle, yapı bileşenini oluşturan elemanların ısı iletim katsayılarının yükselmesi Su dolayısıyla elemanlarda korozyon, küflenme ve mantar oluşması Kolon ve kirişlerde bulunan taşıyıcı çeliklerin paslanması dolayısıyla mukavemetlerinin azalması

9.4- Yoğuşmanın Hesaplanması

Yoğuşma periyodu:

Dış ortam şartları ¹⁾ :-10°C, % 80 bağıl nem

9.1- Nedeni

Bir yapı elemanının iki yüzü arasında, sıcaklıkların ve bağıl nemin farklı olmasından kaynaklanan farklı buhar basınçları meydana gelir. Isıtma periyodu olan kış mevsimini dikkate aldığımızda, genellikle iç tarafta yüksek buhar basıncı vardır ve iç ortamda gaz halinde bulunan su buharı ısı akımı ile aynı yönde hareket ederek dış ortama ulaşmaya

İç ortam şartları : 20°C, % 50
bağıl nem
Süre : 1440 saat (60 gün)

Buharlaştırma periyodu:

a) Yaşam mekânı olmayan çatı odaları ve tavan araları altındaki tavanlar ve duvarlar.

Dış ortam şartları ¹⁾ : 12°C, % 70 bağıl nem

İç ortam şartları : 12°C, % 70 bağıl nem

Yoğuşma suyunun oluştuğu alandaki ortam şartları : 12°C, %100 bağıl nem
Süre : 2160 saat (90 gün)

b) Yaşam mekânlarını dış ortamdan ayıran çatılar

Dış ortam şartları : 12°C, %70 bağıl nem

Çatı yüzeyi sıcaklığı : 20°C

İç ortam şartları : 12°C, %70 bağıl nem

Yoğuşma suyunun oluştuğu alandaki ortam şartları

Sıcaklık : Dıştan içe doğru olan ısı değişimine göre

Bağıl nem : %100

Süre : 2160 saat (90 gün)

9.5- Buhar Difüzyonu Hesap Metodu:

- Yapı bileşenini oluşturan elemanların kesit kalınlıkları, ısı iletkenlik dirençleri ve su buharı difüzyon direnç katsayıları bulunur
- Yapı bileşeninin ısı geçirme katsayısı hesaplanır
- İç ve dış yüzeylerin ve ara yüzeylerin sı-

saplanır

- X-ekseni difüzyon eşdeğeri hava tabakasını (Sd), y-ekseni su buharı basıncını (Ps) göstermek üzere iki eksenli bir grafik çizilir (Şekil1.)
- Hesaplanan Sd ve Ps ler grafikte işaretlenerek bulunan noktalar eğrilerle birleştirilir.
- Bulunan eğri, doymuş su buharı eğrisi adını alır. (Şekil1)
- İç ve dış ortamlardaki su buharının kısmi basıncı hesaplanarak grafiğe işlenir ve bu iki nokta bir doğruyla birleştirilir (Şekil2.)
- Çizilen doğrunun doymuş su buharı eğrisini kesip kesmediğine bakılır. (Şekil2.)
- Doğru eğriyi kesmiyorsa, yapı bileşeninde yoğuşma olmuyor anlamına gelir.
- Doğru eğriyi kesiyorsa, yapı bileşeninde yoğuşma olduğu anlaşılır.(Şekil2.)
- Grafik üzerinde eğriyi kesen doğru, kaydırılarak doymuş buhar eğrisine teğet bir eğri haline getirilir. (Şekil3.)
- Teğet noktadan geçen düzlem yoğuşma suyunun oluştuğu düzlemdir. (şekil3.)
- Grafikten okunan değerler kullanılarak yoğuşma düzleminde yoğuşma periyodu boyunca oluşan suyun miktarı hesaplanır
- Hesaplanan miktarın TS 825 de belirtilen sınırların altında olup olmadığı kontrol edilir.
- Bu miktar sınırların altında ise Buharlaştırma periyodu boyunca bu suyun buharlaşıp buharlaşmaması kontrol edilir. (Şekil4.)

çaklıkları hesaplanır

- Bu sıcaklıklara karşılık gelen doymuş su buharı basınçları bulunur
- yapı bileşenini oluşturan malzemelerin difüzyon dengi hava tabakası kalınlıkları he-

Şekil3.'de odadan yapı bileşenine, yoğu -
şma suyu düzlemine kadar difüzyon akış
yoğunluğu (i) aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$i_i = \frac{P_i - P_{sw}}{1/l_i^3}$$

Şekil3. 'de yoğuşma suyu düzleminden, açık havaya kadar olan difüzyon akış yo -
ğunluğu (i_d) aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$i_d = \frac{P_{sw} - P_d}{1/l_d^3}$$

Şekil 3.'de düzlemdeki yoğuşma süresi boyunca oluşan yoğuşma suyunun kütlesi aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$W_T = t_T \cdot (i_i - i_d)$$

Şekil 4.'de yoğuşma suyu düzleminden içeriye kadar difüzyon akış yoğunluğu (i) aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$i_i = \frac{P_{sw} - P_i}{1/l_i^3}$$

Şekil 4.'de yoğuşma suyu düzleminden, açık havaya kadar olan difüzyon akış yo -
ğunluğu (i_d) aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$i_d = \frac{P_{sw} - P_d}{1/l_d^3}$$

Şekil 4.'de düzlemdeki yoğuşma süresi boyunca buharlaşarak atılan yoğuşma su -
yunun kütlesi aşağıdaki gibi hesaplanır:

9.6- Yoğuşma suyu miktarının sınırlandırılması (sınır şartları):

A) Yoğuşma esnasında ilgili yapı bileşe -
ninin içinde toplanan su miktarının, buhar -
laşma süresi boyunca buharlaşarak tekrar
çevredeki atmosfere verilebilmesi sağlanma
lıdır. ($W_T < W_V$)

B) Tavan, duvar ve yapı bileşenlerinde oluşan yoğuşma suyu kütlesinin miktarı toplam olarak $1,0 \text{ kg/m}^2$ 'yi aşmamalıdır. Bu şart aşağıdaki C) ve D) maddeleri için ge -
çerli değildir.

$$(W_T < 1 \text{ kg/m}^2)$$

C) Yoğuşma suyu kılcal olay dolayısıyla suyu absorbe edemeyen yapı malzemesi ta -
bakalarının birbirlerine temas ettikleri yüzey -
lerde oluşuyor ise, bu durumda suyun akma
veya damlamasını önlemek amacıyla müsa -
ade edilen yoğuşma suyu kütlesinin miktarı
 $0,5 \text{ kg/m}^2$ 'yi aşmamalıdır.

D) Ahşap malzemelerdeki nem muhteva -
sının kütle cinsinden ifade edildiği durumda,
ahşap malzemenin kütlesinin nem nedeniyle
 $\%5$ 'den daha fazla artmasına izin verilmez,
işlenmiş ahşap ürünlerinde (sunta vb.) ise
 $\%3$ 'ten daha fazla artmamalıdır.

$$W_v = t_T \cdot (i_i + i_d)$$