

ME401- Isıtma ve Havalandırma
Bahar, 2017

Bölüm 2
YAPI BİLEŞENLERİNDE ISI VE
BUHAR GEÇİŞİ

Ceyhun Yılmaz
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Teknoloji Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü

YAPI

- Yapıyı oluşturan duvar, pencere, kapı, döşeme ve tavan gibi elemanlara yapı bileşenleri adı verilir. Yapı bileşenleri; yapısı homojen kabul edilen bir tek malzemedен veya farklı özellikte homojen birkaç tabakadan oluşabilir.
- Bir yapı bileşeni olan duvar, delikli tuğla olabileceği gibi gaz betondan ya da bir başka malzemedен de oluşturulabilir. Ancak buradaki malzeme seçim özgürlüğü üst sistemlerin (diğer kriterlerin) emredici, sınırlayıcı ve belirleyici verileri ile aynı nitelikte değildir. Üst sistem verileri kesinlikle uyulması zorunlu verilerdir. Örneğin, iklim, yön, güneşin geliş açısı, zemin özellikleri, yapının yapılacağı yerin yapı kuralları, yönetmelikler ve gelenekler bu kapsamda ele alınabilir.
- Yapılarda kalorifer tesisat projesi, büyük ölçüde ısı gereksinimi hesaplarından oluşur. Isı gereksinimi hesaplarını yapabilmek için gerekli olan bilgiler mimari projeden alınır.
- **Isı gereksinimi hesapları**, yapıda ısıtılacak olan ortamları çevreleyen yüzeylerden dış ortama olan ısı kayıplarının belirlenmesi aşamalarından oluşur. Bu nedenle; ısıtma yapılacak ortamdan ısı kaybeden dış duvar, pencere, tavan ve döşeme gibi bileşenlerin, kalınlık, boyut, bileşim özellikleri gibi bilgilerinin mimari projede bulunması gerekmektedir.

YAPI BİLEŞENLERİNDE ISI GEÇİŞİ

- Yapı malzemeleri ve yapı bileşenlerini oluşturan tabakalar; kimyasal yapıları, yoğunluk, gözeneklilik, sıcaklık, nem gibi etkenlere bağlı olarak ısıyı farklı miktarlarda geçirirler.
- **Yapılardaki ısı geçişi ile ilgili bazı tanımlar şu şekilde yapılır:**
- **Isı İletim Katsayısı (λ veya k):** Homojen bir malzemenin birim alanından, sabit sıcaklıktaki düz yüzeylerine dik yönde, birim sıcaklık gradyanı ile birim zamanda geçen ısı miktarıdır. Birimi W/mK 'dir. Isı iletim katsayısının tersi, ısı iletim direnci ($1/\lambda$) olarak adlandırılır ve birimi mK/W şeklindedir.
- **Pratik Nem Oranı:** İçerisinde sürekli oturuş yapılarında, yapı malzemesinin içeriğinde inşaatın yapımından itibaren başlayan kuruma sonucu oluşan ve kararlı durumda kalan, pratikte altına inilemeyecek orandaki nem düzeyidir.
- **Isı İletim Katsayısı Hesap Değeri (λ_h):** Isı iletim katsayısının $10^\circ C$ sıcaklık ve pratik nem oranı için belirlenmiş olan değeridir. Isı gereksinimi hesaplarında bu değer kullanılır. Birimi W/mK 'dir.
- **Isıl İletkenlik (C):** Bir cismin yüzeyleri arasındaki birim sıcaklık farkı ile, birim alanından, birim zamanda geçen ısı olarak tanımlanır. Birimi m^2K/W 'dir. Isı, malzemedan sadece iletim ile geçiyorsa, malzemenin ısıl iletkenliği; ısı iletim katsayısının malzemenin kalınlığına bölünmesi ile elde edilir. Isı iletkenlik direnci; ısı iletkenliğinin tersi olup ($1/C$).

YAPI BİLEŞENLERİNDE ISI GEÇİŞİ

- **Isı Taşınım Katsayısı (α veya h):** Bir yüzey ve akışkan arasında, birim zamanda birim alan üzerinden, yüzey ve onunla temastaki akışkan arasındaki birim sıcaklık farkında geçen ısı miktarıdır. Birimi **W/m^2K** 'dir. Tersisi ısı taşınım direnci ($1/\alpha$) olarak adlandırılır ve birimi **m^2K/W** 'tir. Isı taşınım katsayısı akışkanın cinsine, akış şekline, hızına, yüzey pürüzlülüğüne vs. bağlıdır. Bu nedenle yapı bileşenlerinin iç ve dış tarafındaki ısı taşınım katsayılarının değerleri farklıdır.
- **Toplam Isı Geçirme Katsayısı (U):** Sürekli rejim halinde, bir engel ile birbirinden ayrılan iki farklı sıcaklıktaki akışkandan, sıcak olanından soğuk olanına, akışkanlar arasındaki birim sıcaklık farkı başına, birim alandan, birim zamanda geçen ısı miktarıdır. Birimi **W/m^2K** 'dir. n tabakalı bir yapı bileşeni için U değeri:

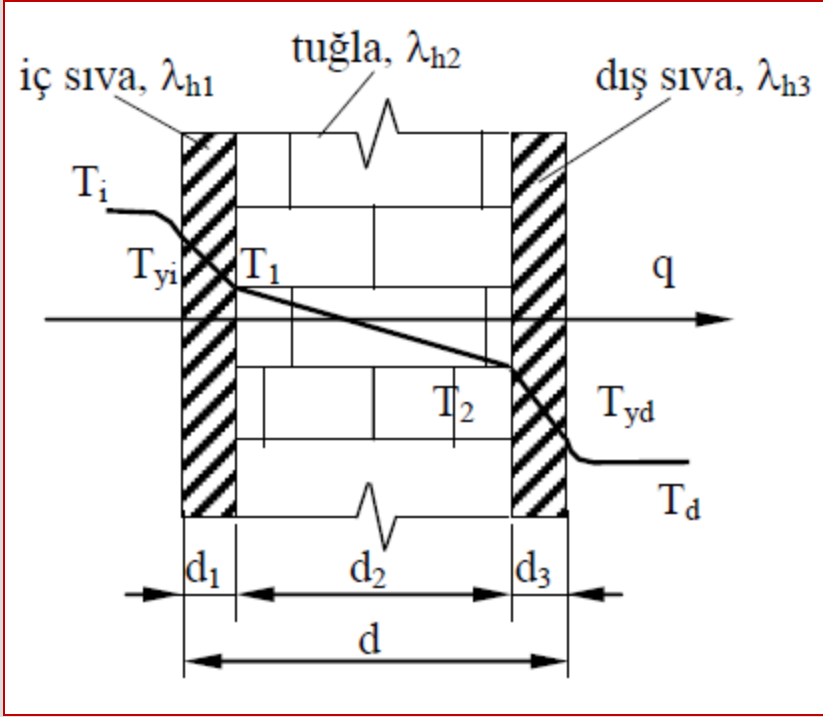
$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_d}}$$

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_d}$$

Toplam ısı geçirme katsayısının tersi, toplam ısı geçirme direnci ($1/U$) olarak adlandırılır.

$$U = U_1 \frac{A_1}{A} + U_2 \frac{A_2}{A} + \dots + U_n \frac{A_n}{A}$$

Duvarda Isı Geçişi Hesabı



Bir dış duvarda ısı geçişi

Kararlı durumda ısı geçişi, yapının düşük sıcaklıktaki tarafına doğru gerçekleşir. Şekildeki gibi d kalınlığındaki bir dış duvarın birim yüzeyinden geçen ısı akısı Fourier Kanunu'na göre:

$$q = -\lambda_h \frac{\Delta T}{d} \quad (\text{W} / \text{m}^2)$$

Şekle göre iç ortam ile iç sıva iç yüzeyi arasındaki ısı akısı:

Duvar boyunca genel ısı transferi denklemleri:

$$q = \alpha_1 (T_i - T_{yi})$$

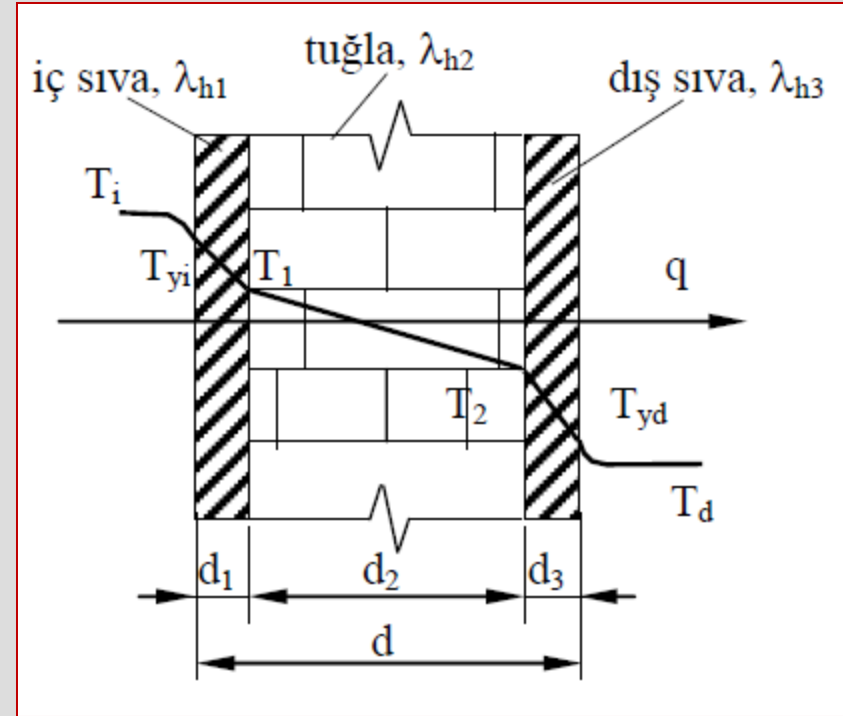
$$q = \frac{\lambda_{h1}}{d_1} (T_{yi} - T_1)$$

$$q = \frac{\lambda_{h2}}{d_2} (T_1 - T_2)$$

$$q = \frac{\lambda_{h3}}{d_3} (T_2 - T_{yd})$$

$$q = \alpha_d (T_{yd} - T_d)$$

$$Q = UA(T_i - T_d)$$



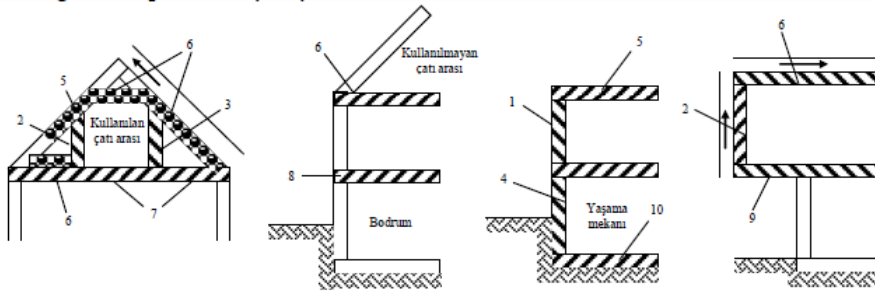
$$q \left[\frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_{h1}} + \frac{d_2}{\lambda_{h2}} + \frac{d_3}{\lambda_{h3}} + \frac{1}{\alpha_d} \right] = T_i - T_d$$

$$q = U(T_i - T_d)$$

olarak bir yapı bileşeninin birim alanından (1m²) geçen ısı akısı elde edilir.

Çeşitli yapı bileşenlerine ait toplam ısı geçirme katsayıları.

Pencere ve Kapı	Toplam ısı geçirme katsayısı (U) [W/m ² K]		
	Ahşap	Metal	PVC
Basit tek camlı pencere ve dış kapı	5,24	5,82	5,0
Özel birleştirilmiş çift camlı pencere ve dış kapı (İki cam arası 6mm)	3,26	3,96	3,02
Özel birleştirilmiş çift camlı pencere ve dış kapı (İki cam arası 9mm)	3,02	3,72	2,80
Özel birleştirilmiş çift camlı pencere ve dış kapı (İki cam arası 12mm)	2,80	3,61	2,67
Camsız dış kapı	3,49	-	-



Sıra No	Yapı Bileşeni Türü	Isı Taşınım Direnci [m^2K/W]	
		$1/\alpha_i$	$1/\alpha_d$
1	Dış duvar (Sıra no 2'de verilen dışındaki dış duvar)	0,13	0,04
2	Arkadan havalandırılan giydirme cephe ⁴⁾ dış duvarlar, ısı yalıtımı yapılmayan tavan arasını ayıran alçak duvarlar		0,08
3	Daireler arasındaki ayırıcı duvarlar, merdiven duvarı, farklı kullanım amaçlı çalışma odalarını ayıran duvarlar, sürekli olarak ısıtılmayan mekanlara bitişik bölme duvarı, ısı yalıtımlı tavan arası bitişik alçak duvar		4)
4	Tabana bitişik duvar		0
5	Bir yaşama mekânının dış hava ile sınırını oluşturan yatay ve eğimli, yukarıda yer alan (havalandırılmayan çatı) tavan veya çatı	0,13	0,04
6	Kullanılmayan bir tavan arası veya havalandırılan bir mekan altındaki tavan (Havalandırılan çatı kabuğu)		0,08
7	Daireler arası ayırıcı taban veya farklı kullanım amaçlı çalışma odalarını ayıran taban		
7.1	Aşağıdan yukarıya ısı akışı olması halinde	0,13	4)
7.2	Yukarıdan aşağıya ısı akışı olması halinde	0,17	
8	Bodrum tavanı		4)
9	Bir yaşama mekânının dış hava ile sınırını oluşturan çıkma tabanları	0,17	0,04
10	Altında bodrum olmayan bir yaşama mekânının zemine oturan tabanı		0

¹⁾ Basitleştirmek amacıyla bütün durumlarda $1/\alpha_i=0,13 m^2K/W$ ve 4 ve 10'uncu sıradaki durumlar hariç olmak üzere $1/\alpha_d=0,04 m^2K/W$ değerleri hesaplamalarda kullanılabilir.

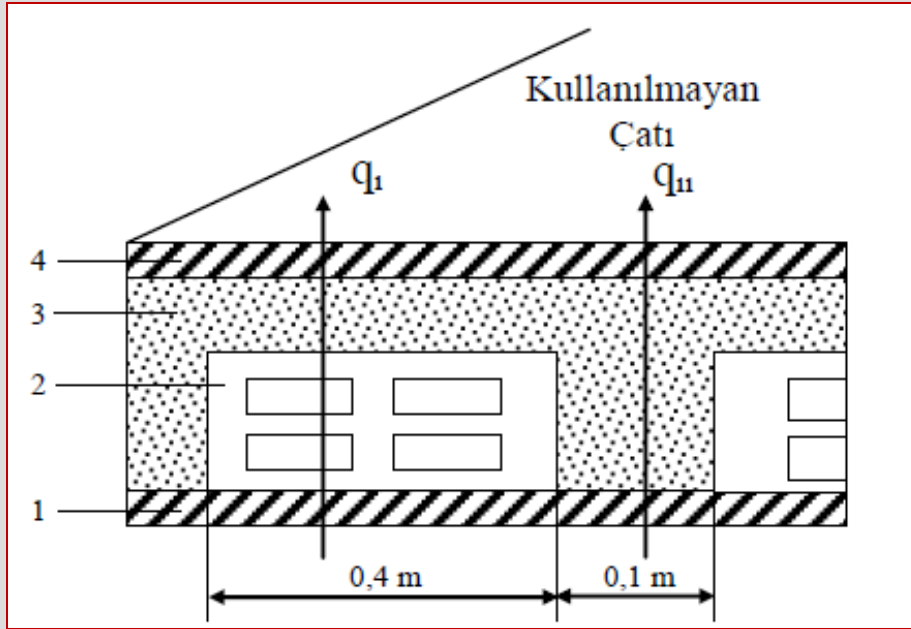
²⁾ Yapı bileşenlerinin yüzeylerinde meydana gelen yoğuşma denetimi için Bölüm 3.5.'e bakınız.

³⁾ Hava boşluklu sandviç duvarlarda Sıra No 1'de verilen değerler kullanılır.

⁴⁾ Yapı bileşeninin iç mekanda yer alması durumunda, hesaplamalarda iç ve dış yüzey ısı iletim direnç değerleri ayrı kabul edilmelidir.

Çeşitli yapı bileşenlerinin iç ve dış yüzey ısı taşınım dirençleri

Şekilde görülen asmolen tavan örneği için ortalama toplam ısı geçirme katsayısının hesaplanması.



Brikerler arası boşlukta donatılı betonun bulunması dolayısıyla, ısı geçişi iki ayrı yol boyunca olur ve bu nedenle verilen tavan örneği için toplam ısı geçirme katsayısı hesabında, her bir yola ait toplam ısı geçirme katsayılarının ağırlıklı ortalaması kullanılır.

$$U = U_I \frac{A_I}{A} + U_{II} \frac{A_{II}}{A}$$

<u>Malzeme</u>	<u>Kalınlık-d (m)</u>	<u>Isı iletim kats. hesap değ.-λ_b (W/mK)</u>
1. İç sıva (kireç-çimento harcı)	0,015	0,87
2. Briker (2 sıra boşluklu)	0,24	0,92
3. Donatılı beton	0,05	2,10
4. Çimento harçlı şap	0,02	1,40

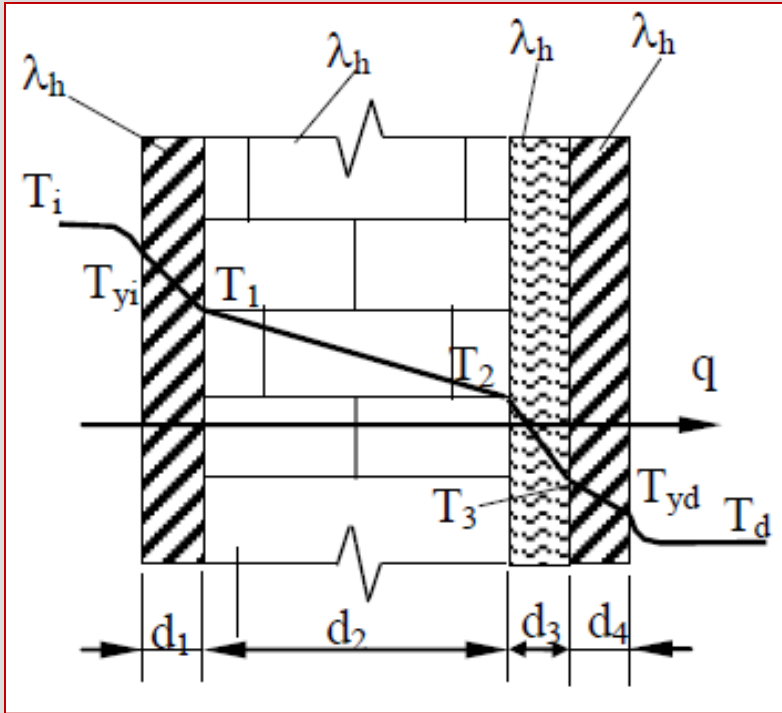
Al brikete ait birim alanı (0,4 m²/m) ve All donatılı betona ait birim alanı (0,1 m²/m) göstermektedir. Her bir yol için olan U değerleri

$$\frac{1}{U_I} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_{h1}} + \frac{d_2}{\lambda_{h2}} + \frac{d_3}{\lambda_{h3}} + \frac{d_4}{\lambda_{h4}} + \frac{1}{\alpha_d}$$
$$\frac{1}{U_I} = 0,13 + \frac{0,015}{0,87} + \frac{0,24}{0,92} + \frac{0,05}{2,10} + \frac{0,02}{1,40} + 0,08 \Rightarrow U_I = 1,90 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$\frac{1}{U_{II}} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_{h1}} + \frac{d_3}{\lambda_{h3}} + \frac{d_4}{\lambda_{h4}} + \frac{1}{\alpha_d}$$
$$\frac{1}{U_{II}} = 0,13 + \frac{0,015}{0,87} + \frac{0,29}{2,10} + \frac{0,02}{1,40} + 0,08 \Rightarrow U_{II} = 2,63 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U = 1,90 \frac{0,4}{0,5} + 2,63 \frac{0,1}{0,5} \Rightarrow \boxed{U = 2,046 \text{ W/m}^2\text{K}}$$

Yüzey Sıcaklıklarının Hesaplanması



Diğer ara yüzey sıcaklıkları da (T_1 , T_2 vb.) benzer şekilde hesaplanır. İç yüzey sıcaklığının hesaplanması, yüzeyde yoğuşma olup olmayacağına belirlenmesi açısından önemlidir. Hava içerisinde bulunan su buharının bir yüzeyde yoğuşması, hava sıcaklığına ve hava içerisindeki bağıl nem değerine bağlıdır.

$$q = U(T_i - T_d) = \frac{T_i - T_{yi}}{1/\alpha_i}$$

$$T_{yi} = T_i - \frac{q}{\alpha_i}$$

$$T_{yi} = \left(1 - \frac{U}{\alpha_i}\right) T_i + \frac{UT_d}{\alpha_i}$$

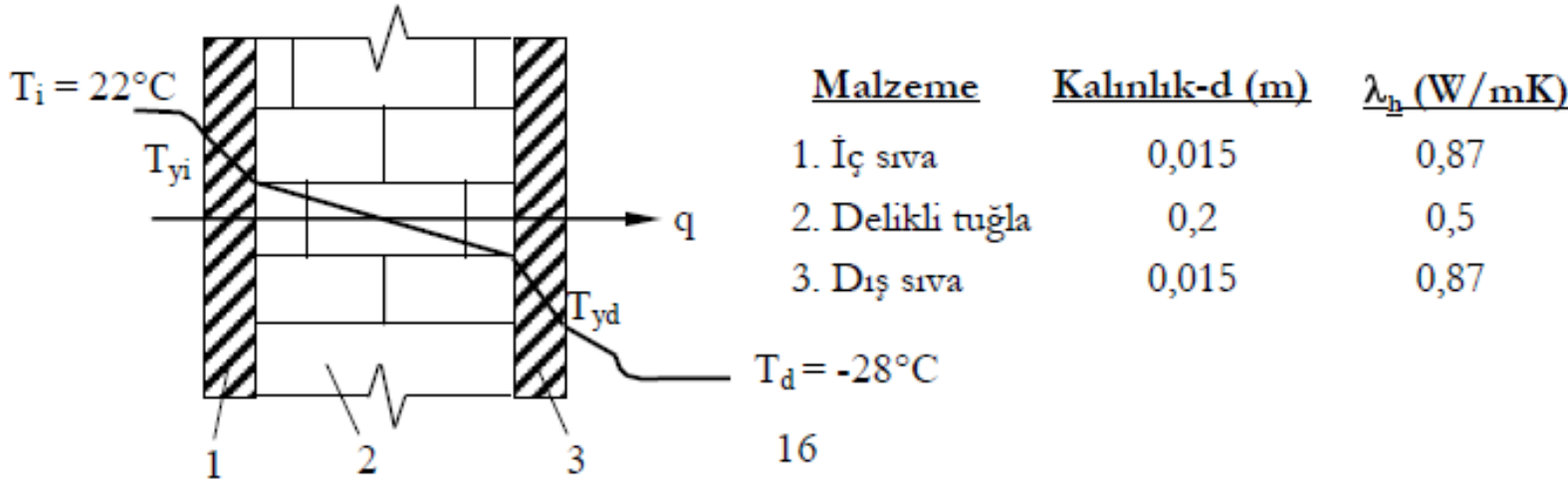
Hava sıcaklığı (T) °C	Bağıl nem için °C'de yoğuşma noktası sıcaklıkları (T _e) ¹⁾													
	%30	%35	%40	%45	%50	%55	%60	%65	%70	%75	%80	%85	%90	%95
30	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1
29	9,7	12,0	14,0	15,9	17,5	19,0	20,4	21,7	23,0	24,1	25,2	26,2	27,2	28,1
28	8,8	11,1	13,1	15,0	16,6	18,1	19,5	20,8	22,0	23,2	24,2	25,2	26,2	27,1
27	8,0	10,2	12,2	14,1	15,7	17,2	18,6	19,9	21,1	22,2	23,3	24,3	25,2	26,1
26	7,1	9,4	11,4	13,2	14,8	16,3	17,6	18,9	20,1	21,2	22,3	23,3	24,2	25,1
25	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18,0	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1
24	5,4	7,6	9,6	11,3	12,9	14,4	15,8	17,0	18,2	19,3	20,3	21,3	22,3	23,1
23	4,5	6,7	8,7	10,4	12,0	13,5	14,8	16,1	17,2	18,3	19,4	20,3	21,3	22,2
22	3,6	5,9	7,8	9,5	11,1	12,5	13,9	15,1	16,3	17,4	18,4	19,4	20,3	21,2
21	2,8	5,0	6,9	8,6	10,2	11,6	12,9	14,2	15,3	16,4	17,4	18,4	19,3	20,2
20	1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2
19	1,0	3,2	5,1	6,8	8,3	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5	16,4	17,3	18,2
18	0,2	2,3	4,2	5,9	7,4	8,8	10,1	11,3	12,5	13,5	14,5	15,4	16,3	17,2
17	-0,6	1,4	3,3	5,0	6,5	7,9	9,2	10,4	11,5	12,5	13,5	14,5	15,3	16,2
16	-1,4	0,5	2,4	4,1	5,6	7,0	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,5	14,4	15,2
15	-2,2	-0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2
14	-2,9	-1,0	0,6	2,3	3,7	5,1	6,4	7,5	8,6	9,6	10,6	11,5	12,4	13,2
13	-3,7	-1,9	-0,1	1,3	2,8	4,2	5,5	6,6	7,7	8,7	9,6	10,5	11,4	12,2
12	-4,5	-2,6	-1,0	0,4	1,9	3,2	4,5	5,7	6,7	7,7	8,7	9,6	10,4	11,2
11	-5,2	-3,4	-1,8	-0,4	1,0	2,3	3,5	4,7	5,8	6,7	7,7	8,6	9,4	10,2
10	-6,0	-4,2	-2,6	-1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2

¹⁾ Ara değerler için doğrusal oranlama (enterpolasyon) yapılmalıdır.

Yapı duvarlarında yoğuşmanın olması istenmeyen bir durumdur. Küf, koku ve yüzeyde bozulma gibi olumsuz etkileri vardır. Duvar iç yüzeylerinde yoğuşmanın önlenmesi için; yüzey sıcaklığının Çizelgede verilen sıcaklık değerine düşmeyecek şekilde, duvara uygun kalınlıkta yalıtım yapılmalıdır.

Şekilde görülen dış duvar örneği için

- Duvar iç yüzeyinde yoğuşma olup olmayacağını hesaplayınız.
- Yoğuşmanın başlayacağı dış ortam sıcaklığını hesaplayınız.
- Yoğuşma ortaya çıkmaması için dış sıva altına uygulanacak olan yalıtım kalınlığı en az ne kadar olmalıdır?



Duvar iç yüzeyinde yoğuşma olup olmayacağını belirlemek için duvar iç yüzey sıcaklığı hesaplanarak, hava sıcaklığı ve bağıl nem değerine göre Çizelgeden okunan yoğuşma noktası sıcaklık değerleriyle kıyaslanmalıdır. Bu amaçla duvar için toplam ısı geçirme katsayısı

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\alpha_i} + \frac{d_1}{\lambda_{h1}} + \frac{d_2}{\lambda_{h2}} + \frac{d_3}{\lambda_{h3}} + \frac{1}{\alpha_d} = 0,13 + \frac{0,015}{0,87} + \frac{0,2}{0,5} + \frac{0,015}{0,87} + 0,04$$
$$\Rightarrow U = 1,654 \text{ W/m}^2\text{K}$$

a)
a)

$$T_{yi} = \left(1 - \frac{U}{\alpha_i}\right) T_i + \frac{U T_d}{\alpha_i} = (1 - 0,13 \cdot 1,654) 22 + 0,13 \cdot 1,654 \cdot (-28) \Rightarrow T_{yi} = 11,25 \text{ }^\circ\text{C}$$

Hesaplanan bu değer; 22 °C hava sıcaklığı ve %60 bağıl nem değerine göre Çizelgeden okunan 13.9 °C değerinden düşük olduğu için, verilen koşullarda duvar iç yüzeyinde **yoğuşmanın ortaya çıkacağı** anlaşılır.

Yoğuşmanın başlayacağı dış ortam sıcaklığını belirlemek üzere, (2.12) ifadesinden T_d çekilerek; $T_{yi} = 13,9$ °C değeri yerine yazılırsa **b)**

$$T_d = T_i - \left(\frac{T_i - T_{yi}}{1/\alpha_i} \right) \frac{1}{U} = 22 - \left(\frac{22 - 13,9}{0,13} \right) \frac{1}{1,654} \Rightarrow T_d = -15,67^\circ \text{C}$$

Yalıtım malzemesi olarak kullanılacak olan poliüretan sert köpük levhanın ısı iletim katsayısı hesap değeri 0,035 W/mK olduğundan, yalıtım durumunda iç ortam ile iç yüzey ve iç ortam ile dış yüzey arasında yazılan ısı akısı ifadelerinin eşitlenmesi

$$q = \frac{T_i - T_d}{\frac{1}{U} + \frac{d_{\text{yalıtım}}}{\lambda_{\text{yalıtım}}}} = \frac{T_i - T_{yi}}{1/\alpha_i} \Rightarrow \frac{22 - (-28)}{\frac{1}{1,654} + \frac{d_{\text{yalıtım}}}{0,035}} = \frac{22 - 13,9}{0,13}$$

$$\Rightarrow d_{\text{yalıtım}} = 0,0069 \text{ m} \Rightarrow d_{\text{yalıtım}} \cong 7 \text{ mm}$$

Belirlenen bu değer, dış duvar iç yüzeyinde yoğuşma ortaya çıkmaması için dış duvara uygulanması gereken yalıtımın minimum kalınlığıdır. Isı yalıtımı amacı ile uygulanacak aynı yalıtım malzemesinin kalınlığı bu değerden az olmamak kaydıyla ayrıca hesaplanmalıdır.

YAPI BİLEŞENLERİNDE BUHAR GEÇİŞİ

- Bir yapı bileşeninin iki yüzü arasında, sıcaklıkların ve bağıl nemin farklı olmasından kaynaklanan farklı buhar basınçları ortaya çıkar. Isıtma dönemine ait kış aylarında, genellikle iç ortamdaki buhar basıncı dış ortama göre daha yüksektir ve bu nedenle yapı bileşeni içerisinden dış ortama doğru bir su buharı akışı söz konusudur.
- Su buharının dış ortama yine su buharı olarak ulaşması durumunda yapı bileşeninin kullanım ömrü ve ısı performansından bir sorun ortaya çıkmaz.
- Ancak yapı bileşenini oluşturan malzemelerin su buharı geçişine karşı gösterdikleri direnç ve malzemelerin sırasına bağlı olarak, yapı bileşeni içerisinde su buharının yoğunlaşması olasılığı ortaya çıkar. Yapı bileşenlerinde yoğunlaşma olması istenmeyen bir durumdur.

Yapı bileşenlerinde buhar geçişi ile ilgili bazı tanımlar

- **Su Buharı Difüzyon Direnç Faktörü (μ):** Su buharı geçişine izin veren maddenin bir özelliğidir. Birimsizdir.
- **Toplam Su Buharı Geçiş Katsayısı (Δ):** Belirli iki paralel yüzey arasındaki bir cismin, birim alanı başına iki yüzey arasındaki buhar basıncı farkından geçen su buharı miktarıdır. Birimi $\text{kg/m}^2\text{sPa}$ 'dır.
- **Su Buharı Difüzyon Direnci ($1/\Delta$):** Toplam su buharı geçiş katsayısının tersi olarak tanımlanır. Buhar geçişine karşı olan direnci ifade etmekte olup, birimi $\text{m}^2\text{sPa/kg}$ 'dır.
- **Su Buharı Difüzyonu Eşdeğer Hava Tabakası Kalınlığı (S_d):** Yapı malzemesinin su buharı difüzyon direnç faktörüne (μ) ve kalınlığına (d) bağlı olarak $S = \mu d$ ve birimi m 'dir.

Buhar Geçişi Hesabı:

Şekildeki gibi dört ayrı tabakadan oluşmuş bir duvardan geçen su buharı miktarı Fick difüzyon kanunu yardımıyla hesaplanır.

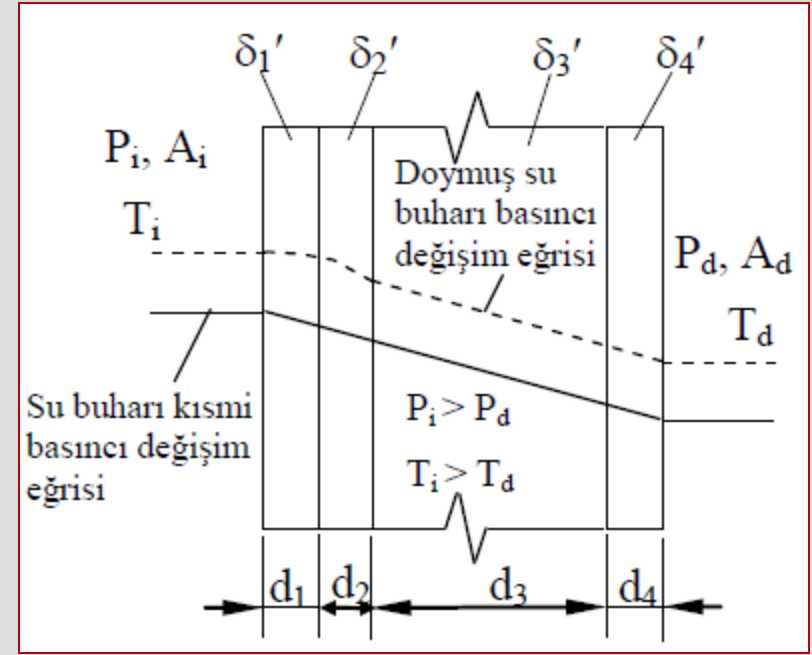
$$i = \frac{P_i - P_d}{1/\Delta}$$

$$\frac{1}{\Delta} = \frac{1}{\beta_i} + \frac{d_1}{\delta_1} + \frac{d_2}{\delta_2} + \frac{d_3}{\delta_3} + \frac{d_4}{\delta_4} + \frac{1}{\beta_2}$$

R_b su buharının gaz sabiti (J/kgK), T mutlak sıcaklık (K), δ su buharının havadaki difüzyon sayısı (m²/h), β kütle geçiş sayısı (m²/h) ve μ malzemenin su buharı difüzyon direnç faktörü olmak üzere β' buhar geçiş ve δ' buhar iletim sayıları:

$$\beta' = \frac{\beta}{R_b T}$$

$$\delta' = \frac{\delta}{\mu R_b T}$$



$$\frac{1}{\Delta} = \frac{d_1 \mu_1 R_b T_1}{\delta_1} + \frac{d_2 \mu_2 R_b T_2}{\delta_2} + \dots$$

$R_b T_i / \delta_i$ çarpanı sıcaklığa bağlı olarak az da olsa değişmekle birlikte, pratikte yaklaşık olarak $1,5 \times 10^6$ m.h.Pa/kg alınabilir.

Bu durumda n adet tabakadan oluşan bir yapı bileşeni için:

$$\frac{1}{\Delta} = 1,5 \times 10^6 (\mu_1 d_1 + \mu_2 d_2 + \dots + \mu_n d_n)$$

Havadaki su buharının kısmi basıncı bağlı nem ve doymuş su buharı basıncına bağlıdır.

$$P = \phi P_s$$

Burada ϕ bağıl nem ve P_s de Tablodan hava sıcaklığına göre okunan doymuş su buharı basıncıdır.

	Doymuş su buharı basıncı (Pa)									
Sıcaklık (°C)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	4244	4269	4294	4319	4344	4369	4394	4419	4445	4469
29	4006	4030	4053	4077	4101	4124	4148	4172	4196	4219
28	3781	3803	3826	3848	3871	3894	3916	3939	3961	3984
27	3566	3588	3609	3631	3652	3674	3695	3717	3793	3759
26	3362	3382	3403	3423	3443	3463	3484	3504	3525	3544
25	3169	2188	3208	3227	3246	3266	3284	3304	3324	3343
24	2985	3003	3021	3040	3059	3077	3095	3114	3132	3151
23	2810	2827	2845	2863	2880	2897	2915	2932	2950	2968
22	2645	2661	2678	2695	2711	2727	2744	2761	2777	2794
21	2487	2504	2518	2535	2551	2566	2582	2598	2613	2629

Özet

- Yapılar
- Yapı Bileşenlerinde Isı Geçişi
 - ✓ Duvarda Isı Geçişi Hesabı
 - ✓ Yüzey Sıcaklıklarının Hesaplanması
- Yapı Bileşenlerinde Buhar Geçişi
 - ✓ Buhar Geçişi Hesabı