

YAPI KABUĞU

Lisans-Yapı Fiziği 1

Prof.Dr. Gülay ZORER GEDİK
Yapı Fiziği Bilim Dalı

Yapı **kabuğunun** ısı geçişini etkileyen en önemli optik ve termofiziksel özellikleri ;

- Opak ve saydam bileşenlerin **toplam ısı geçirme katsayısı , (U)**
- Saydamlık oranı,
- opak bileşenin **zaman geciktirmesi / faz farkı,**
- opak bileşenin **genlik küçültme faktörü/ sönüm oranı,**
- Opak ve saydam bileşenlerin **güneş ışınlımına karşı yutuculuk, geçirgenlik (opak bileşen için geçersiz) ve yansıtıcılık katsayıları (a,t ve r)**

olarak sıralanabilir.

Toplam ısı geçirme katsayısı (U, W/m²K)

- *Opak ve saydam bileşenlerin oluşturduğu kabuğun ortalama ısı geçirme katsayısının düşmesi, ya da ısı geçirme direncinin artması kabuktan ısı akışını azaltır.*

Böylece içerideki hava sıcaklığı korunarak ısıtma ve soğutma enerjisinden tasarruf sağlanmış olur.

Toplam ısı geçirme katsayısı (U, ***W/m²K)*** **SABİT (SÜREKLİ REJİM)**

- Duvarın ısı depolama yeteneğinin göz önüne alınmadığı sürekli rejimde ısı geçişi aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

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

Burada U toplam ısı geçirme katsayısı olup aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_d}}$$

YAPI KABUĞU-CAM ALANLAR

SABİT (SÜREKLİ REJİM)

Yapı kabuğunda cam alanların artması ısı geçişini arttırırken dolu alanların ısı yalıtımını da önemsizleştirir. Cam iletim ve ısının geçmesi bakımından en kötü gereçtir. Çünkü hem yoğun hem de ince olarak kullanılır. Bu nedenle yapı kabuğunda ısı kaybı en fazla cam yüzeylerde olur.

Isı kaybı ve kazancında matematiksel olarak alan hesabı etkilidir. Cam ve dolu alanlardan oluşan bir cidarın toplam ısı kaybı ve kazancı her bir gereçten yüzeyi oranında geçen ısıların ortalaması olarak düşünülebilir.

Bir yapıda cam alanı yarıya indirdiğimizde cam yüzeylerden olan ısı geçişini de önemli ölçüde azalttığımızı düşünebiliriz. Ancak bu cam yüzeylerin iç yüzey sıcaklığını konfor açısından arttırdığımız anlamına gelmez.

YAPI KABUĞU-CAM ALANLAR

Pencere alanının içinde bulunduğu duvar alanına oranı ne olmalı ?

- görsel hoşnutluk: %30 optimum, %20 min.
- doğal aydınlatma: %20 min.
- güneş ışığı (aşırı ısınma) vb.: %40 max.
- ısı-enerji kayıpları: %50 max.

YAPI KABUĞU-CAM ALANLAR

Pencerelerde kullanılan camın,

- tek cam,
- çift cam,
- üçlü cam,
- yansıtmalı çift cam,
- yüksek yalıtımlı cam,

olmasına göre camlardan olan ısı kayıpları çok değişir.

YAPI KABUĞU-CAM ALANLAR

- Çizelge: Pencereelerde kullanılan çeşitli camların U (toplam ısı geçiş katsayısı) değerleri.

CAM ÜNİTESİ	Gün Işığı Geçirgenlik (EN 410) %	Güneş Enerjisi Toplam Geçirgenlik (EN 410)	Isı Geçirgenlik Değeri, U, W/m ² K			
			Ara Boşluk Genişliği ve Dolgusu			
			12 mm Hava	12 mm Argon	16 mm Hava	16 mm Argon
4 mm renksiz düzcamlar	89	0,85	5,7			
Normal çift cam	80	0,75	2,9	2,7	2,7	2,6
Low E çift cam	79	0,56	1,6	1,3	1,3	1,1

YAPI KABUĞU-CAM ALANLAR

Pencerelerden olan ısı kaybında doğramaların da rolü vardır.

Tek camlı metal doğramalarda ısı kaybı camda olduğu gibidir.

Ahşap doğramalarda ise doğrama/cam alanı oranına göre değişir. Ahşap pencerede doğrama alanı arttıkça ısı kaybı azalır.

Metal ve plastik doğramaları yalıtımlı kullanmak gerekir.

YAPI KABUĞU-CAM ALANLAR

Cam yüzeylerin küçültülmesi ısısal konfor açısından sorunu çözmez.

Soğuk havalarda camın iç yüzey sıcaklığının düşük olması ortalama ışınsal sıcaklık açısından konforsuzluk doğurur.

Tek cam pencerelerin önünde oturan kişi pencereye bakan tarafını sürekli soğuk hisseder, çünkü kişiden pencereye doğru ışınlam yolu ile ısı kaybı olur.

Yapılan araştırmalara göre, hacmin kuru termometre sıcaklığı ile iç yüzey sıcaklıkları ayrımı $\leq \pm 3^{\circ}\text{C}$ olduğu zaman ışınsal sıcaklık açısından konfor oluşur.

YAPI KABUĞU-CAM ALANLAR

Tek cam pencereler yerine arada uygun boşluk olan çift camın kullanılması ısı kaybını azalttığı gibi, camın iç yüzeyindeki sıcaklığı arttırdığı için pencere bölgesinde oturan kişiden ısıtım yoluyla ısı kaybını azaltır.

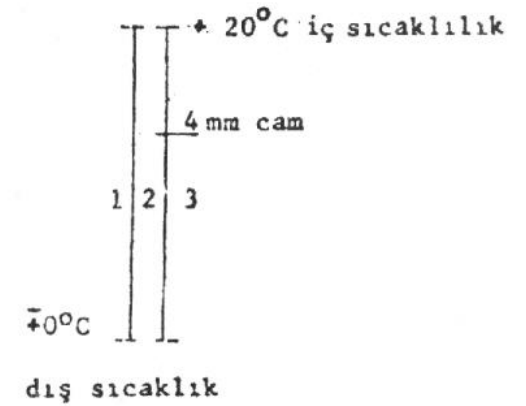
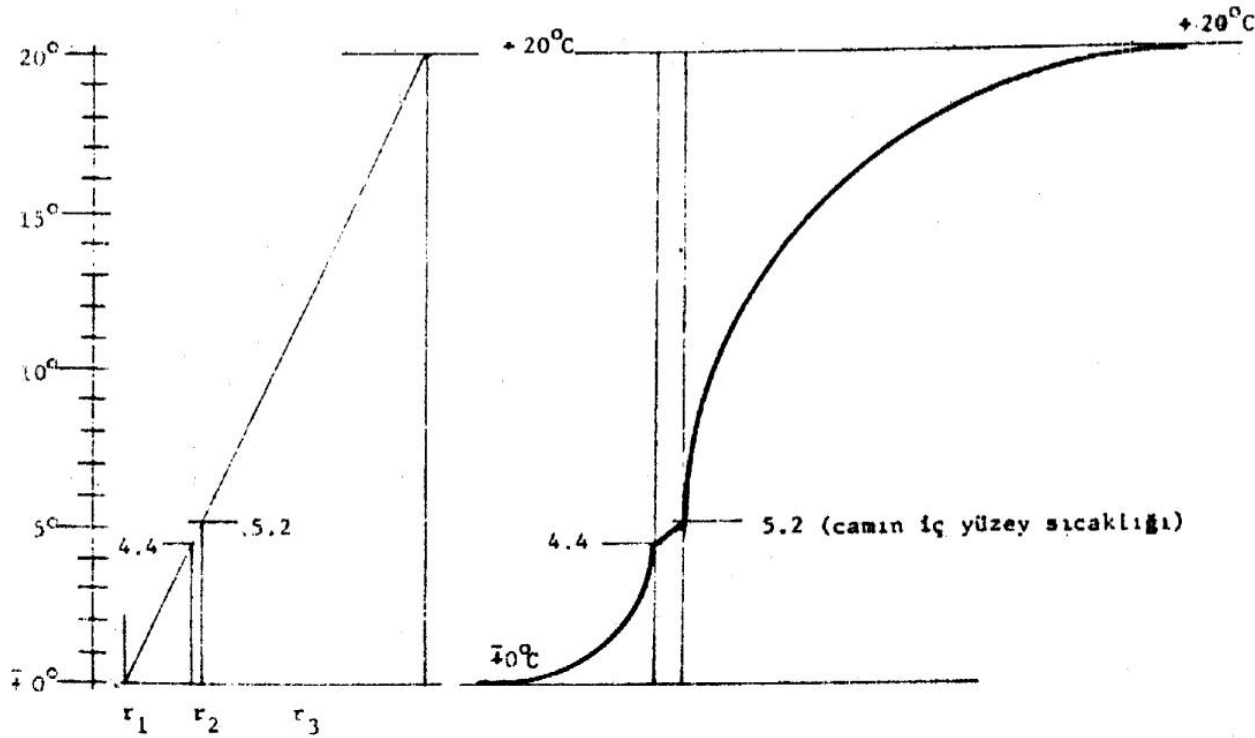
YAPI KABUĞU-CAM ALANLAR

Dış sıcaklığın $\pm 0^{\circ}\text{C}$, iç sıcaklığın $+20^{\circ}\text{C}$ olduğu koşullarda 4 mm camın iç yüzey sıcaklığı grafik yöntemle $+5^{\circ}\text{C}$ olarak hesaplanmaktadır.

İki tarafı sıvalı 20 cm kalınlığında dolu tuğla duvarın aynı sıcaklık koşullarında iç yüzey sıcaklığı $+14.6^{\circ}\text{C}$ olmaktadır. Cam yüzeyle karşılaştırıldığında cam yüzeyin sıcaklığının ne kadar düşük olduğu görülmektedir.

Yine aynı koşullarda camlar arasında 20 mm boşluk olan 4 mm'lik çift camda grafik yöntemle iç camın yüzey sıcaklığı hesaplandığında, tek cama göre 7°C artış göstermektedir.

YAPI KABUĞU-CAM ALANLAR



YAPI KABUĞU – DOLU ALANLAR

- Yapı kabuğunu oluşturan katmanların kalınlıkları ısı iletkenlikleri, özgül ısıları ve yoğunluklarına bağlı olan özellikleri kabuğun birim alanından geçen ısıyı etkiler.
- Bilindiği gibi soğuk hava koşullarında yapı içinden yapı dışına doğru (sıcaktan soğuğa doğru) ısı akışı dolayısıyla ısı kaybı söz konusudur. Bu ısı kaybının azaltılmasında en temel etmen yapı kabuğunun ısısal direncinin yüksek olmasıdır.

YAPI KABUĞU – DOLU ALANLAR

Yapı kabuğunun ısısal direnci, yapı kabuğunda kullanılan gereçlerin ısı iletkenlik katsayılarına ve kalınlıklarına bağılıdır. Isı iletkenlik katsayıları düşük kalınlıkları fazla olan öğelerin ısısal dirençleri yüksektir.

Yapı gereçlerinin ısı iletim katsayısı ise, malzemelerinin gözeneklilik durumuna, gözeneklerin büyüklüğü ile dağılım özelliğine ve nem miktarına yakından bağılıdır. Gözenekler içindeki havanın ısı iletim katsayısının çok küçük olmasından ötürü, gözenekli malzemelerin ısı yalıtım etkinliği fazladır. Gözenek sayısının artışı ısı yalıtım etkinliği ile doğru, yoğunlukla ters orantılıdır. Bundan dolayı gözenek sayısı arttıkça malzemenin yoğunluğu azalır, buna karşılık ısı yalıtım etkinliği artar.

Ayrıca yapı malzemesi nemlenirse, yani gözeneklerdeki havanın yerini su alırsa ısı yalıtım etkinliği hızla azalır.

YAPI KABUĞU – DOLU ALANLAR

ISI YALITIM MALZEMELERİ

Isı yalıtımında genellikle;

Anorganik asıllı,

- camyünü, taşyünü, perlit vb.

Organik asıllı

- oluklu mukavva, pamuk keçesi, tahta lifli hafif levha vb.

Sentetik asıllı – Plastik köpükler

- ekspande polistren, poliüretan, ekstrude polistren vb.

Seçimlerinde dikkat edilmesi gereken özellikleri

- ısı iletiminin küçük olması,
- yangına ateşe dayanıklılık,
- kolay uygulanabilirlik,

olmalıdır.

ISI YALITIM MALZEMELERİ

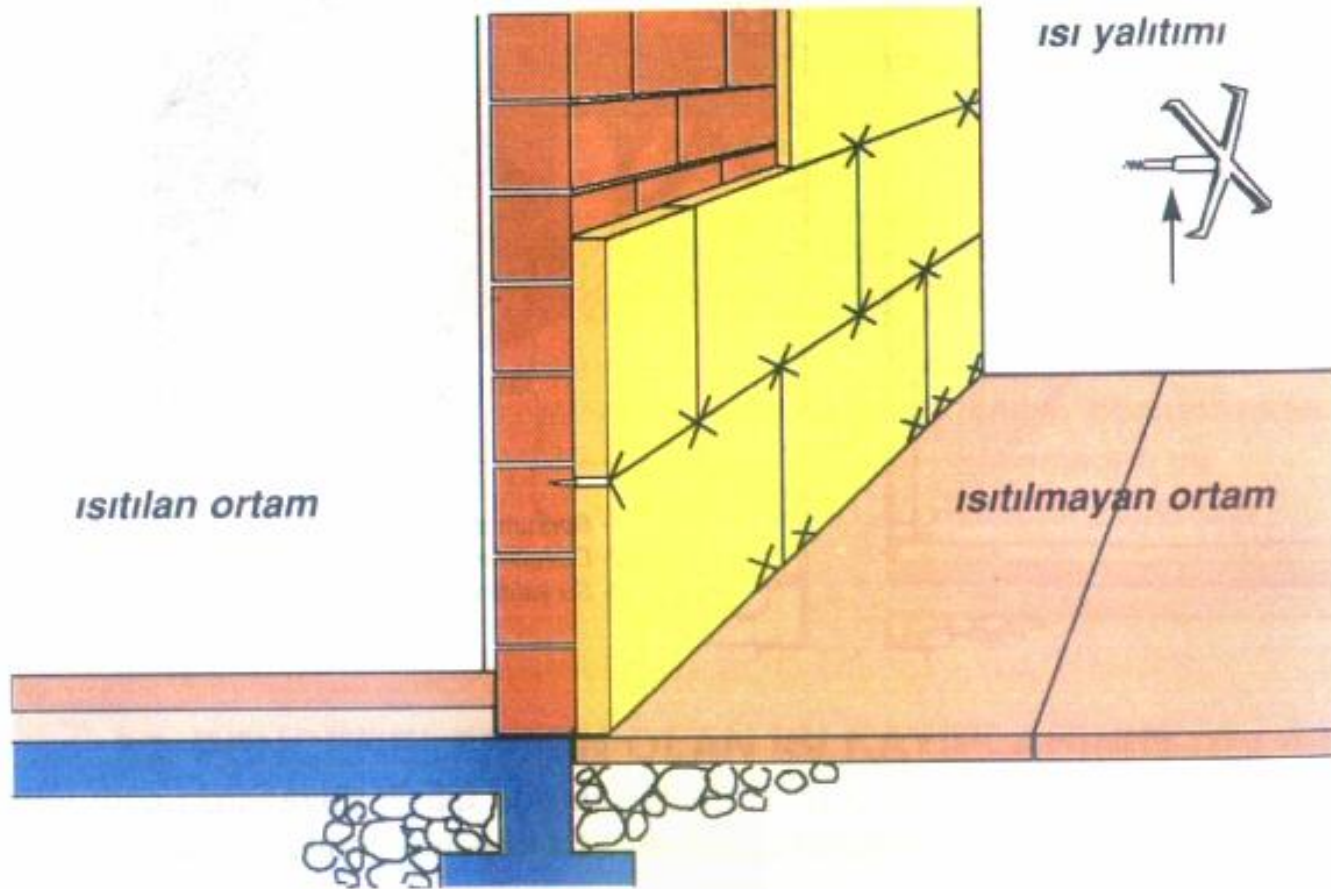
	Isı iletim katsayısı (kcal/mh°C)	Kullanma sıcaklık sınırı (°C)	Ateşe dayanıklılık
Cam yünü -sarı-	0.034	+250°C ye kadar	Dayanıklı
Taş yünü	0.034	+750°C ye kadar	Dayanıklı
Ekstrude polistren	0.024	-50/+75°C ye kadar	Yanar
Ekspande polistren	0.024-0.040	-180/+70°C ye kadar	Yanar
Poliüretan	0.022-0.024	-200/+100°C ye kadar	Yanar

ISI YALITIMI

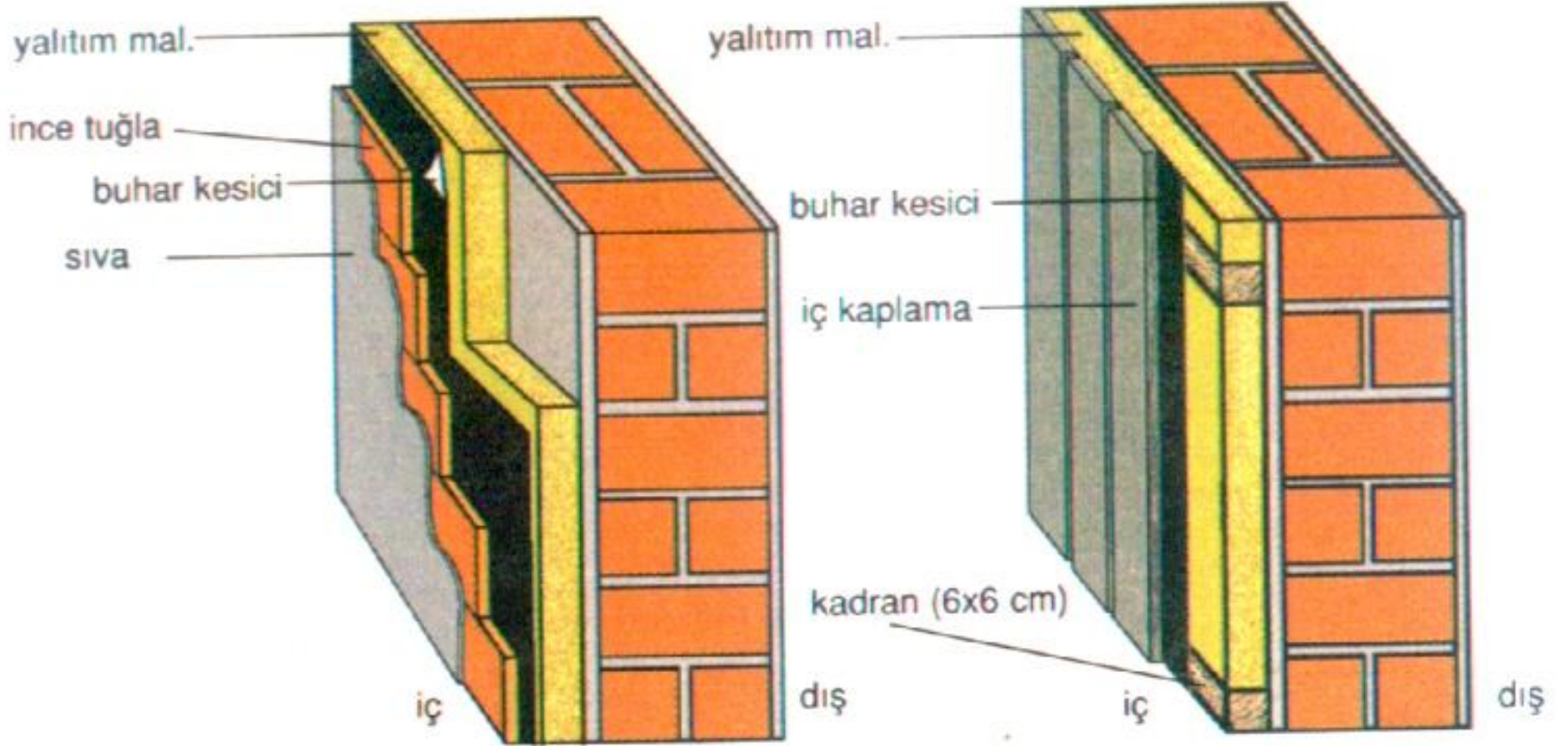
Dış duvarlarda ısı yalıtımı,

- dış taraftan,
 - iç taraftan,
 - duvarın ortasında,
- olmak üzere üç türlü uygulanır.

ISI YALITIMI



İÇERDEN YALITIM



DUVARIN ORTASINDA YALITIM



YAPI KABUĞUNDAN NEM GEÇİŞİ

Nem maddedir. Hava, her sıcaklıkta belli oranda su buharı taşır. Bu durum, havanın nemini ya da nemliliğini belirler.

Hava her sıcaklıkta belli oranda su buharı taşır. Havanın içinde taşıdığı su buharı, yani havanın nemliliği MUTLAK NEM ve BAĞIL NEM olarak, iki şekilde belirlenir.

MUTLAK NEM: Birim ağırlık ya da birim hacimdeki ve belli sıcaklıktaki havanın taşıdığı nem miktarıdır. gr/kg ya da gr/m³ cinsinden belirlenir.

Mutlak nem, maddesel bir büyüklüktür. Havanın taşıyabileceği nem miktarı, sıcaklığa bağlı olarak değişir. Hava yüksek sıcaklıkta daha çok nem taşıyabilir. Örneğin hamamlarada sıcaklık yüksektir, nem fazladır.

Sıcaklık °C	Max. Nem değerleri gr/1m ³ hava
-20	1.1
0	5.0
10	9.4
20	17.2
30	30.2

YAPI KABUĞUNDAN NEM GEÇİŞİ

BAĞIL NEM: Belli bir sıcaklıktaki havanın içindeki su buharı miktarının, aynı sıcaklıkta, aynı ölçüdeki havada bulunabilecek en yüksek su buharı miktarına oranıdır. Bir oran olduğundan “%” ile gösterilir.

Örneğin 1 m³ hava, 20°C’de en çok 17.2 gr su taşıyabiliyor. Eğer 1 m³ havada 8.6 gr su varsa, bağıl nem %50’dir.

Bağıl nem=taşıdığı su buharı miktarı / max. su buharı miktarı

YAPI KABUĞUNDAN NEM GEÇİŞİ

	Sıcaklık	max. su.b.	Mevcut su b.	BN
1 m ³	0°C	5.0	5.0	%100
1 m ³	20°C	17.2	8.6	%50
1 m ³	20°C	17.2	17.2	%100
Sıcaklık yükseldikçe BN azalır, sıcaklık düştükçe BN artar.				
	0°C	5.0	5.0	%100
	20°C	17.2	5.0	%29

YAPI KABUĞUNDAN NEM GEÇİŞİ

Havanın belli bir sıcaklıktaki bağıl neminin %100 olduğu noktaya çiy noktası denir.

Doyma noktasındaki havanın sıcaklığı düştüğünde ya da havadaki nem arttığında, havadaki su buharının suya dönüşmesine yoğunlaşma denir.

Bu nedenle gün boyunca en fazla BN, sıcaklığın en düşük olduğu sabah saatlerinde, en az BN, sıcaklığın en yüksek olduğu öğle saatlerindedir.

Sıcaklık azaldıkça BN artar. BN %100 olduğunda, hava, artık suyu, buhar halinde bulundurmaz. Yani su, gaz halinden sıvı hale dönüşür ve görünür duruma geçer.

Örneğin bir bardak çaya, 5 şeker atınca erir de, 8 şeker atınca erimez olur. Şeker dibe çöker. Yani çay şekere doyar. Benzer biçimde, BN=%100 olduğunda, hava o sıcaklık için doymuştur. Bu noktaya, DOYMA NOKTASI ya da ÇİĞ NOKTASI denir. Daha fazla su buharı taşıyamaz. Bu sınırı aşacak, herhangi bir sıcaklık düşmesi, belli miktar su buharının havadan ayrılmasına neden olur.

Havadan ayrılan su buharı, dış havada sis, katı cisimler üzerinde su yada buz (kırağı, çığ) olarak belirir. Bu olaya YOĞUŞMA denir.

YAPI KABUĞUNDAN NEM GEÇİŞİ

hava	sıcaklık	max su buharı	mevcut su buharı	BN
1 m ³	20°C	17.2 gr	10 gr	% 58
1 m ³	10°C	10 gr	10 gr	% 100
1 m ³	0°C	5 gr	10-5=5 gr su açığa çıkar.	

Yapıya döndüğümüzde yoğunlaşma iki şekilde olur.

1. GÖRÜNÜR YOĞUŞMA: Yüzeylerde olur. Yüzey sıcaklığı düşük ve buhar geçiriciliği (geçirgenliği) olmayan yüzeylerde, yoğunlaşma gözle görülür. Cam yüzeylerin buğulanması olayı. Aynı dış cıvarda bulunan cam buğulandığı halde, duvarda yoğunlaşma görülmeyebilir. Eğer duvar kireçle badalanmışsa yoğunlaşma olmaz. Çünkü, kireç buhar geçirgenliği yüksek bir malzemedir. Demek ki malzemelerin buhar geçirgenlikleri düşük ya da yüksek olabiliyor.

YAPI KABUĞUNDAN NEM GEÇİŞİ

Buhar geçirgenliği yüksek	Düşük
Kireç badana	Plastik badana
Duvar kağıdı	Yağlı boya
Ahşap	Fayans
	Cam
Yün giysiler	Naylon giysiler

Nemin yüksek olduğu hacimlerde, buhar geçirgenliği yüksek olan gereçler kullanılmalıdır. Mutfak banyo tavanlarının kireç olması olumludur.

YAPI KABUĞUNDAN NEM GEÇİŞİ

2. DUVAR KESİTİNDE GİZLİ YOĞUŞMA

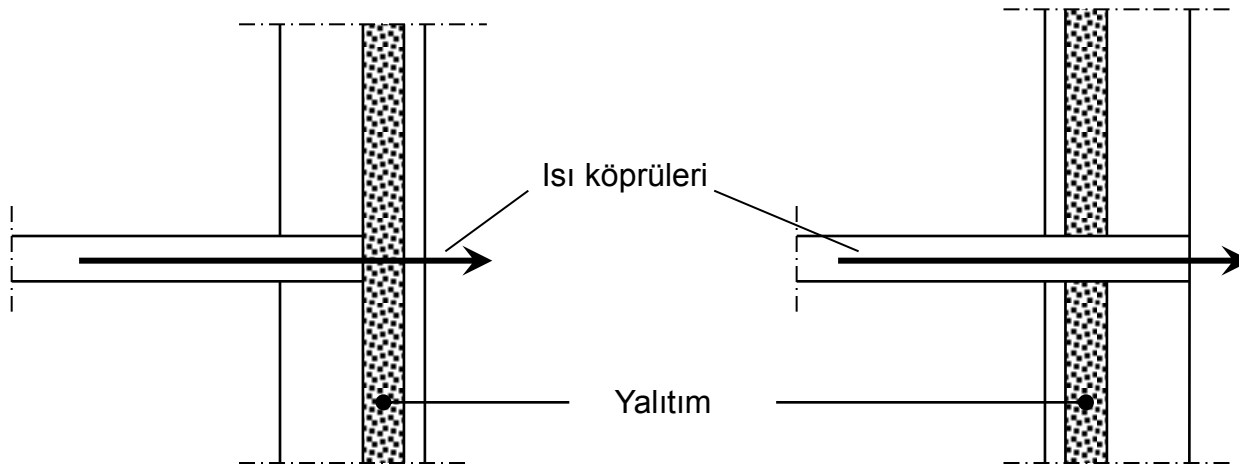
Yapı kabuğunun dolu alanlarının nemlenmesinin nedeni daha sıcak ortamdaki daha soğuk ortama doğru ısı geçişi sırasında bu geçişe paralel olarak su buharı geçişinde olmasıdır. Bu geçiş sırasında su buharı soğuk yüzeylerle karşılaştığında, doyma noktasının aşıldığı bölgelerde yoğunlaşır. Özellikle ısı yalıtım katmanlarında yoğunlaşma olursa bu katmanların ısı yalıtım etkinlikleri hızla azalır.

DIŞARDAN YALITIM

- Duvarın gövdesi ısınır. Isıtmaya ara verildiği dönemde duvar içeriye ısı vermeye devam eder.
- Isı köprüleri ortadan kalkar.
- Kesit içinde yoğuşma riski yoktur.

İÇERDEN YALITIM

- Duvar ısıtılmadığından ısıtma kesildiğinde yararlanma olmuyor.
- Döşemelerde yalıtım kesildiği için ısı köprüleri vardır.
- Kesit içinde yoğuşma riski vardır. İçerde buhar direnci yüksek buhar kesici görevini görececek yalıtım malzemeleri seçilmelidir.



YOĞUŞMANIN ÖNLENMESİ

1. Sıcak ortam havasının neminin azaltılması (havalandırma).
2. Katmanların uygun düzenlenmesi.
 - Buhar yalıtımı olan katmanları sıcak ortam yüzeyine yakın kullanmak.
 - Isı yalıtım özelliği olan katmanlar sıcak ortamdan olabildiğince uzak tutmak.
3. İç dış sıcaklık farkının fazla olmaması. Çok soğuk bölgelerde iç sıcaklığında biraz düşük tutulması.
4. Yapı kabuğunu dış kaplamanın altından havalandırmak.
5. Görünür yoğuşma olabilecek yüzeyleri havalandırmak ve ısıtmak.
6. Nemli hacimlerde nem çekici malzeme kullanmak.

KAYNAKLAR

- 1) Müjgan Şerefhanoglu, “Yapılarda ısısal konfor ve cam yüzeyler”, YÜ İst.1981.
- 2) Müjgan Şerefhanoglu , “Soğuk hava koşullarında yapıların dış duvarlarının iç yüzey sıcaklıklarının belirlenmesi ve ısısal konfor yönünden değerlendirilmesi”; YÜ İst.1983
- 3) Gülay Zorer , “Yapılarda ısısal tasarım ilkeleri” , YTÜ,1992.
- 4) Alpin Kemal Dağsöz, “Konutlarda Ekonomik Isınma”, 1999