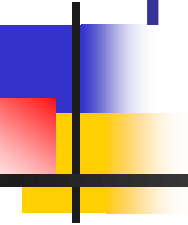


Binalarda Isı Yalıtımının Gelişimi ve TS 825 Standardı



Toplantıyı Düzenleyen:
Polistiren Üreticileri Derneği

Konuşmacı: Prof. Dr. Şükran Dilmaç

Binada Isı Yalıtımı Yetersiz Olursa (kış mevsiminde)

- Isıl konfor sağlanamadığı için, sürekli üşüyen kullanıcıların sağlığı bozulur ve üretkenlikleri düşer.
- Duvar vb. yapı elemanlarının iç yüzey sıcaklıkları düştüğü için iç yüzeylerde ıslanma, küf ve mantar oluşur.
- Tüketilen yakıt binadan çok, atmosferi ısıtır. Dolayısıyla gereğinden çok fazla yakıt tüketilir. (Ülkemizde uluslararası düzeyin 2-3 katı).

Binada Isı Yalıtımı Yetersiz Olursa (kış mevsiminde)

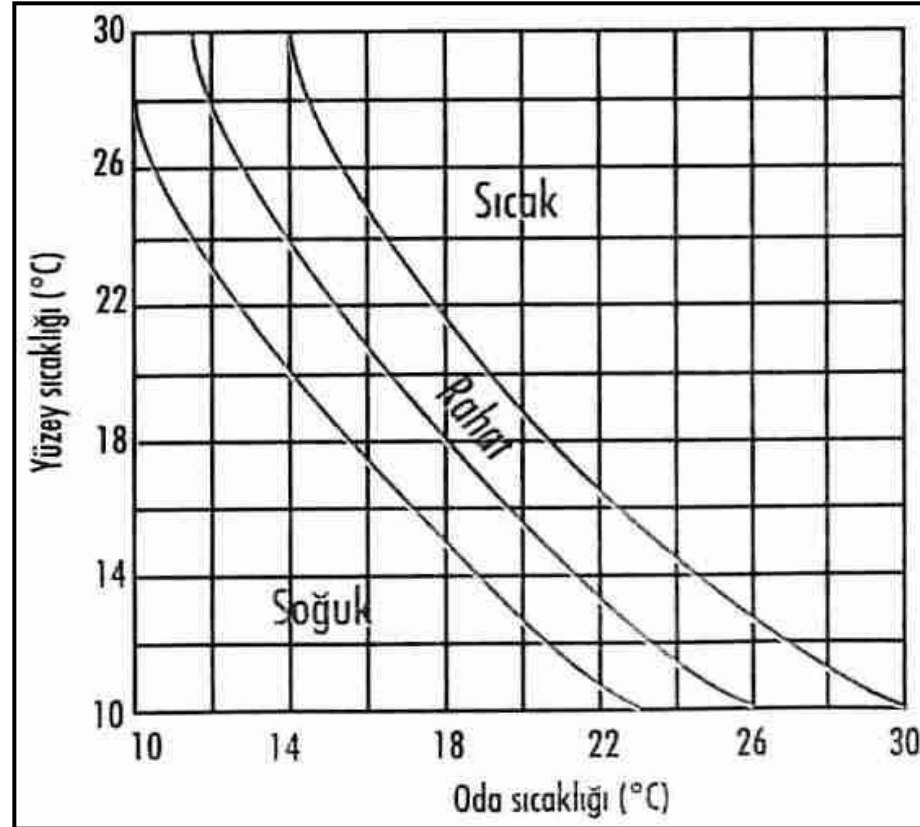
Tüketilen fazla yakıttan dolayı bina sakinlerinin bütçesi zorlanır,

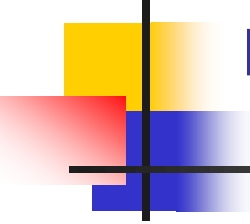
İthal yakıttan dolayı devlet bütçesi zorlanır,

Yakıtların atmosfere verdikleri zararlı gazlar (CO_2 , kükürt ve azot oksitler vb.) sebebiyle çevre kirliliği (küresel ısınma) artar.

Binalarda Isı Yalıtımı Yetersizliğinin Olumsuz Etkileri

İç yüzey sıcaklığı ile iç ortam konfor sıcaklığının değışimi

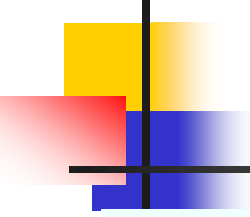




Binalarda Isı Yalıtımı Yetersizliğinin Olumsuz Etkileri

İç yüzey sıcaklığı düştükçe, ortam sıcaklığını arttırmak için daha fazla yakıt tüketilmesi gerekecektir. Ayrıca artan ortam sıcaklığı, iç ve dış sıcaklık farkını büyüteceğinden ısı kaybını arttıracak ve yakıt tüketiminin daha da artmasına sebep olacaktır.

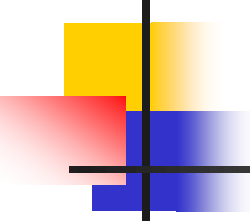
Yakıt tüketimini ve yakıt faturasını sürekli arttıran bu olumsuzlukların çözümü ısı yalıtımıdır. Isı yalıtımı iç yüzey sıcaklıklarını arttıracığından, daha düşük ortam sıcaklıklarında ısı konfor sağlayacak ve ısı kaybını da azaltacaktır.



Binalarda Isı Yalıtımı Yetersizliğinin Olumsuz Etkileri

Isı yalıtımının yetersiz olduğu veya hiç bulunmadığı binalarda hasarlar: Bu binalarda iç ortamdaki su buharı yapı elemanını geçerken yoğunlaşmakta ve iç yüzeyde hasar oluşturmaktadır. Bu hasarın dışardan yağmur suyunun girmesinden kaynaklandığı sanılarak, dış tarafa bitümlü vb malzeme ile su yalıtımı uygulanırsa, hasar daha da artar.

Yapılması gereken duvar iç yüzey ve kesit sıcaklıklarının arttırılması ve bunun için de ısı yalıtımı uygulanmasıdır. Isı yalıtımı, doğru teknik, doğru malzeme ve doğru uygulama ile yapılmalıdır. Aksi takdirde istenilen sonucun alınması mümkün değildir.



Binalarda Isı Yalıtımı Yetersizliğinin Olumsuz Etkileri

HASAR RESİMLERİ



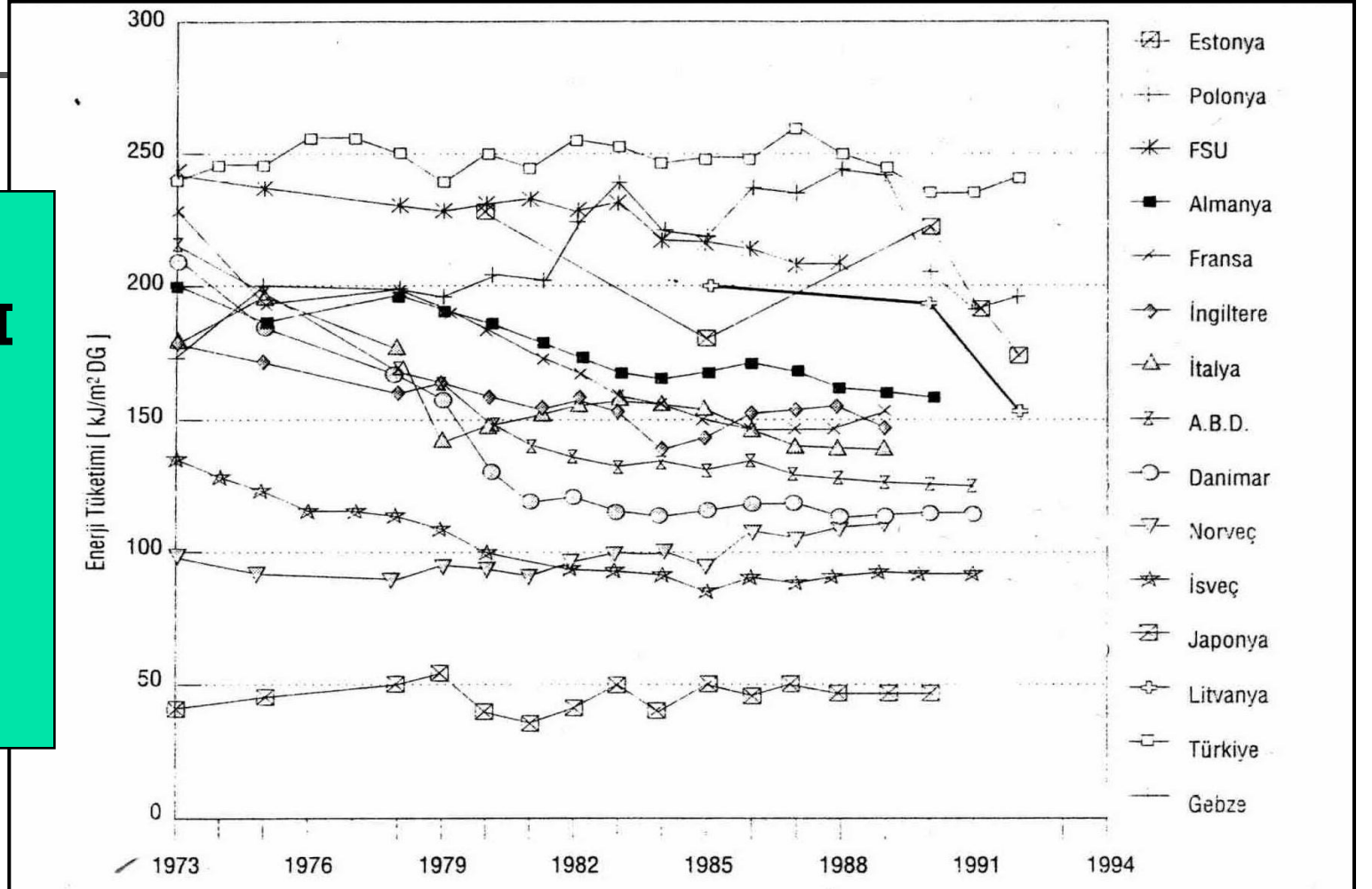
Binalarda Isı Yalıtımı Yetersizliğinin Olumsuz Etkileri

HASAR RESİMLERİ



Binalarda Isı Yalıtımı Yetersizliğinin Olumsuz Etkileri

**ANKET
SONUÇLARI
65 – 842
kj/m²DG
ortalama:
323**



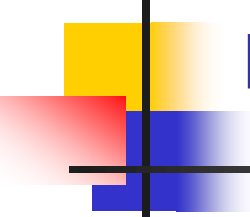
SONUÇ

YALITIMSIZ BİNADA:

- KONFORSUZLUĞA RAĞMEN ÇOK YÜKSEK YAKIT FATURASI,
- ENERJİ VE DÖVİZ SIKINTISI VE
- ÇEVRE KİRLİLİĞİ

YALITIMLI BİNADA:

- YÜKSEK ISIL KONFOR İLE DÜŞÜK YAKIT FATURASI,
- ENERJİ VE DÖVİZ VERİMLİLİĞİ VE
- ÇEVRENİN KORUNMASI



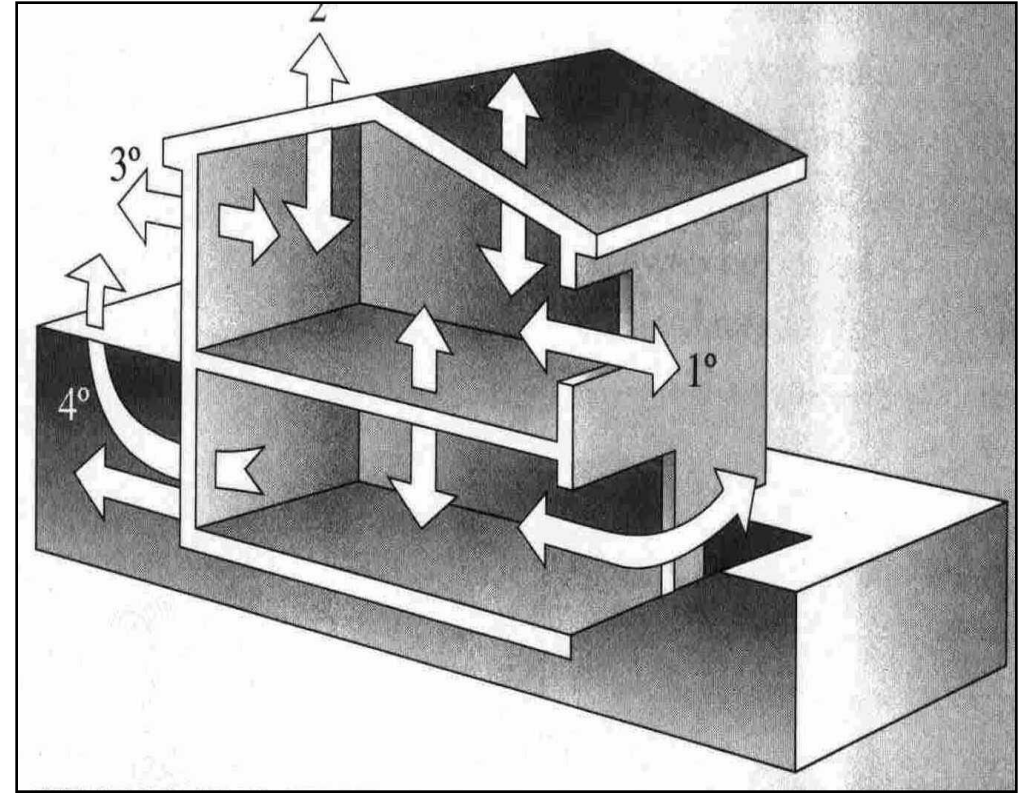
Bir binada ısı kayıpları

Bir binada ısı kaybının meydana geldiği yerler;

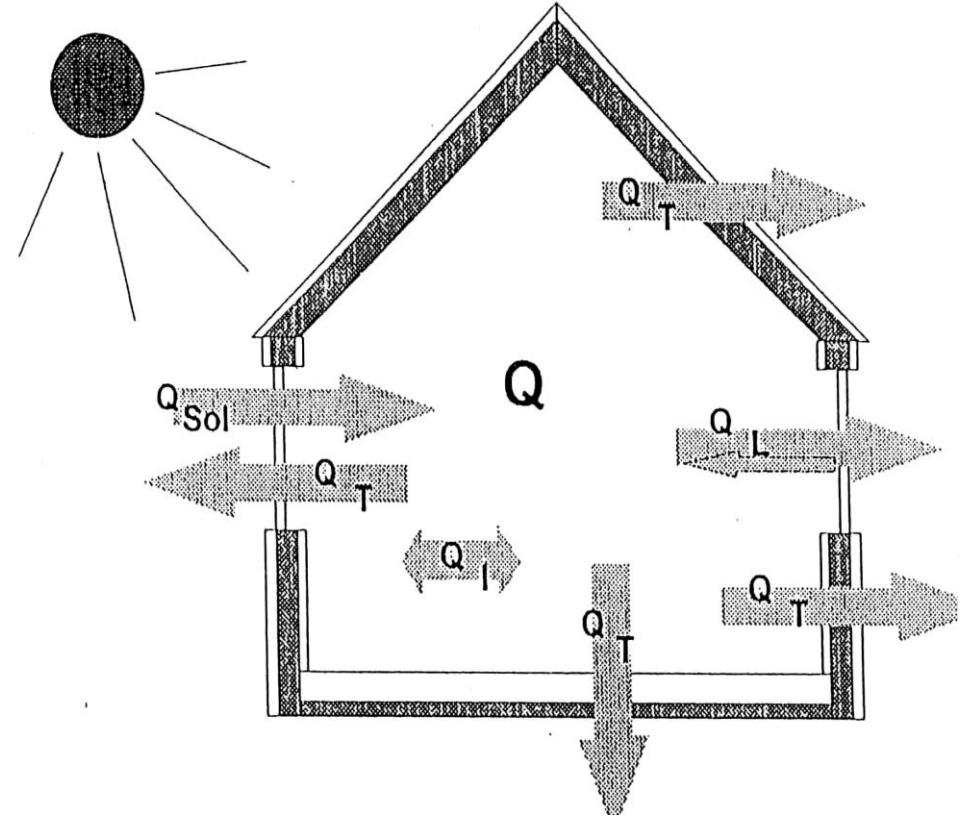
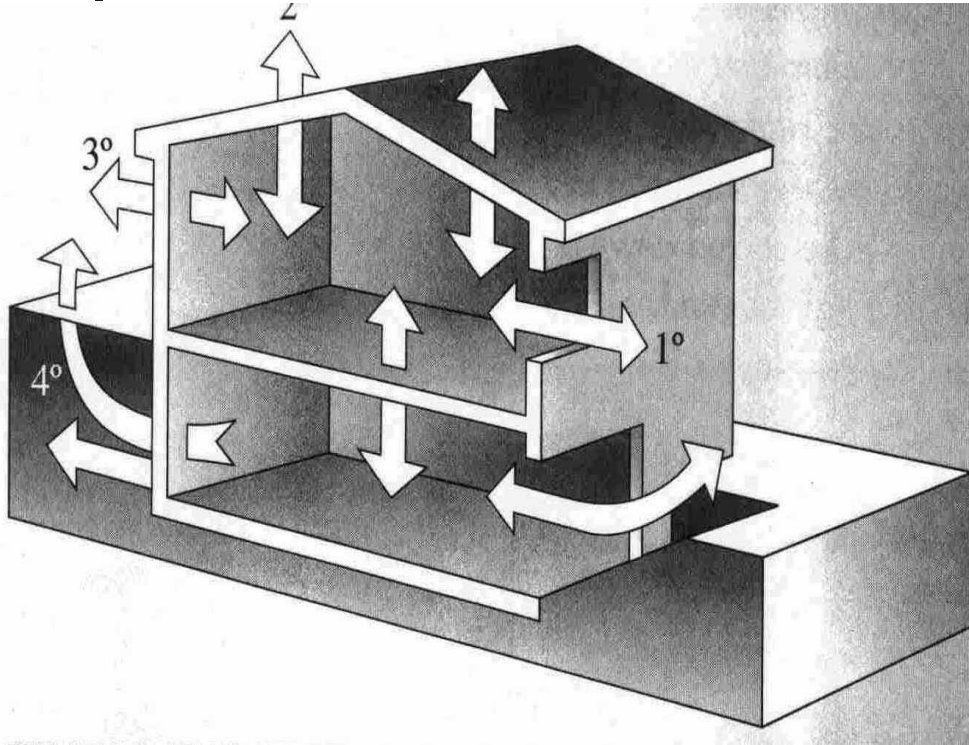
- Yapı elemanlarının kendisi
- Isı köprüleri
- Pencere ve kapılarda meydana gelen hava kaçakları
- Havalandırma

Yapı elemanlarının kendisi

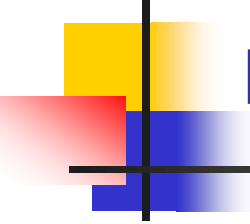
Farklı sıcaklıklardaki iç ve dış ortamı ayıran yapı elemanlarından (dış duvar, pencere, çatı, zemin vb.) ısı kaybı meydana gelir.



Bir binada ısı kayıpları



Bir binadaki yapı elemanlarının kendisinden gerçekleşen ısı kayıpları

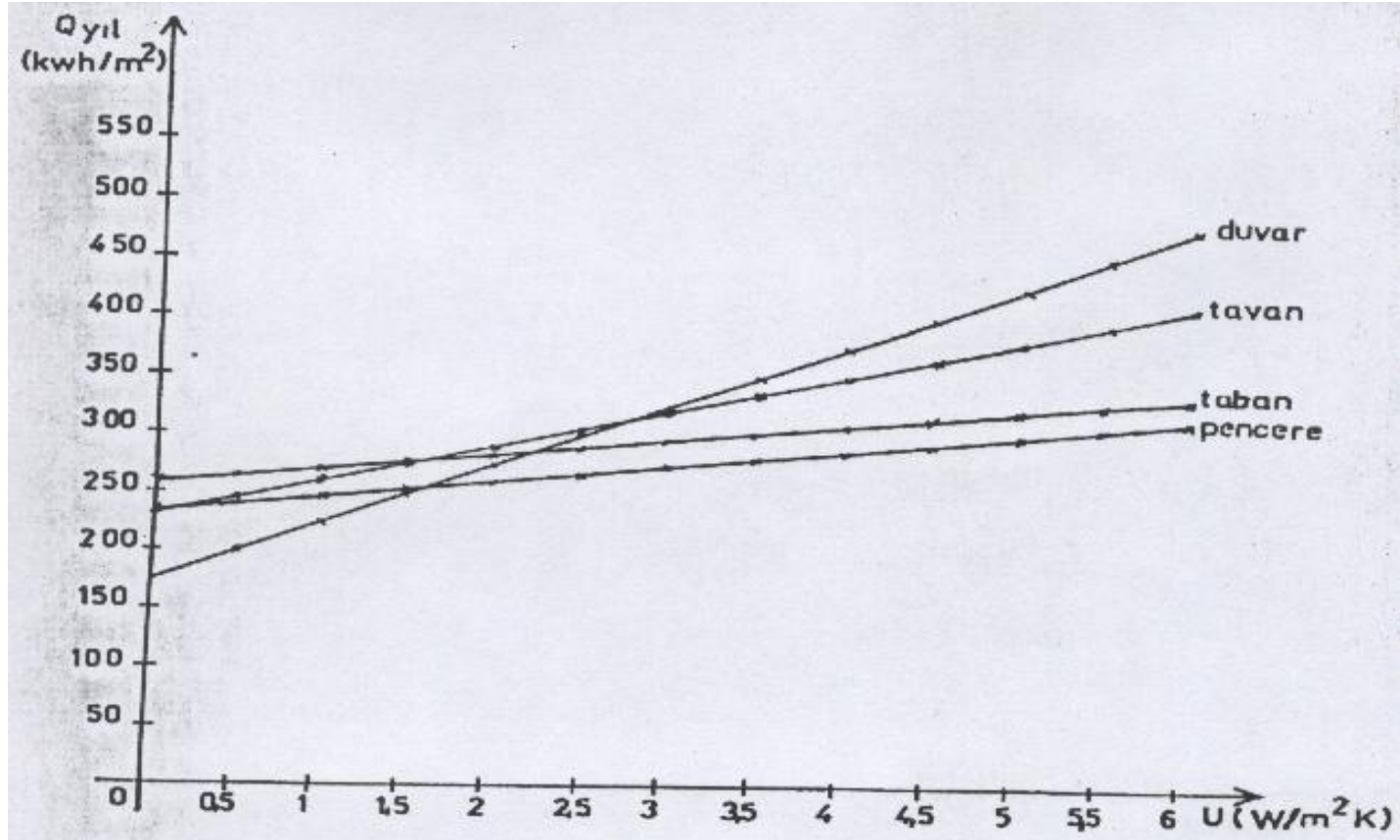


Bir binada ısı kayıpları

Yapı elemanının kendisinden gerçekleşen ısı kaybını gösteren büyüklük **U-değeri**'dir. Bu değer ne kadar küçülürse, ısı kaybı o kadar azalır. Betonarme elemanlarda U-değeri $3.00 \text{ W/m}^2\text{K}$ mertebelerinde iken, duvarlarda ısı yalıtım uygulanarak bu değer $0.50 \text{ W/m}^2\text{K}$ mertebesine çekilebilir. Böylece birim alandan gerçekleşecek ısı kaybı altıda birine indirilebilir. Yapı elemanlarının U-değerinin azalması ile binanın ısıtma enerjisi ihtiyacı da önemli ölçüde azalacaktır.

Bir binada ısı kayıpları

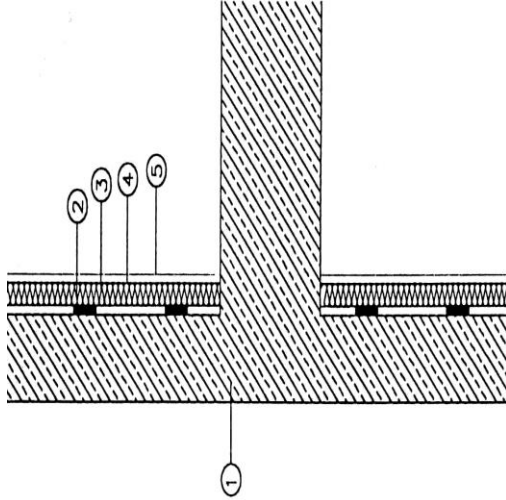
Yapı elemanlarının U-değeri ile ısıtma enerjisi ihtiyacının değişimi



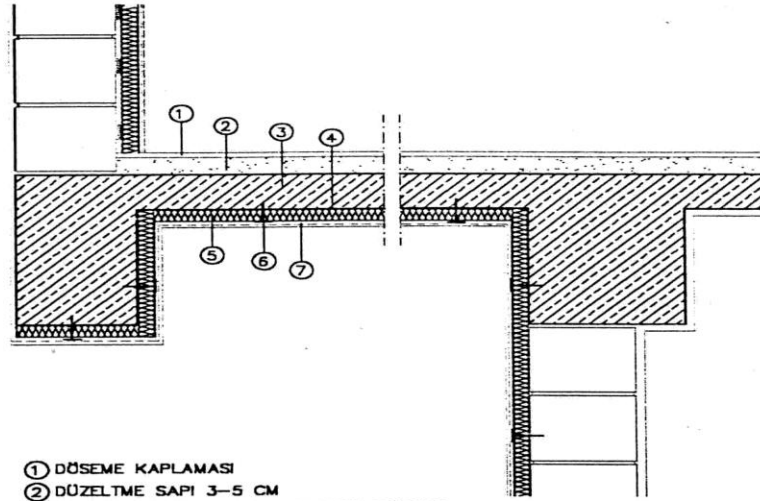
Isı köprüleri

- Isı köprüleri, binanın ortalama U-değerinden (ısı kaybından) büyük ölçüde yüksek U-değerlerine (ısı kaybına) sahip sınırlı alanlardaki bölgeler.
- Yalıtımlı duvarlar arasındaki betonarme elemanlar, ısı köprüleri için temel örneklerdir.

Bir binada ısı kayıpları

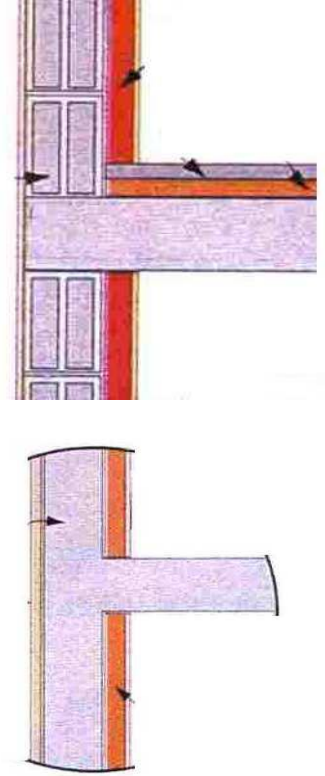


plân



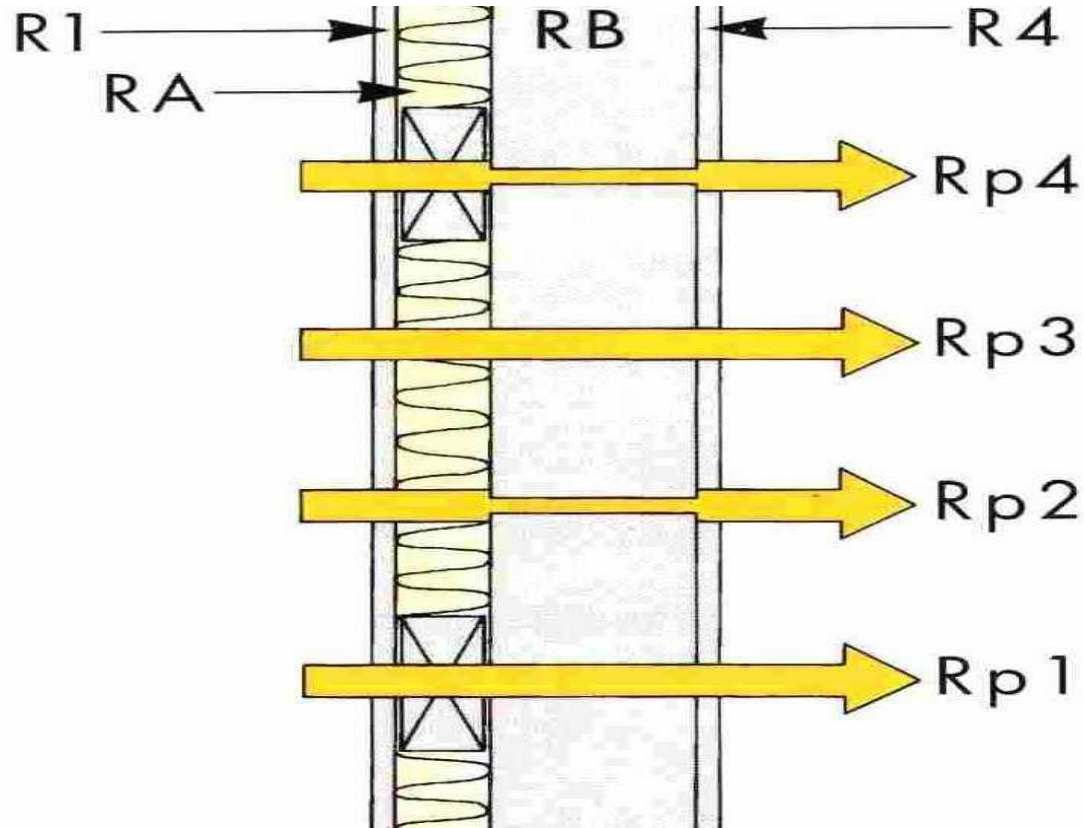
- ① DÖŞEME KAPLAMASI
- ② DÜZELTME SAPI 3-5 CM
- ③ BETONARME PLAK VEYA ASMOLEN DÖŞEME
- ④ YAPISTIRICI
- ⑤ ISI YALITIMI
- ⑥ DÜBEL
- ⑦ FILE TAŞIYICILI INCE SIVA VEYA RABİTZE TELLİ NORMAL SIVA

kesitler



Isı köprüsü örnekleri

Bir binada ısı kayıpları

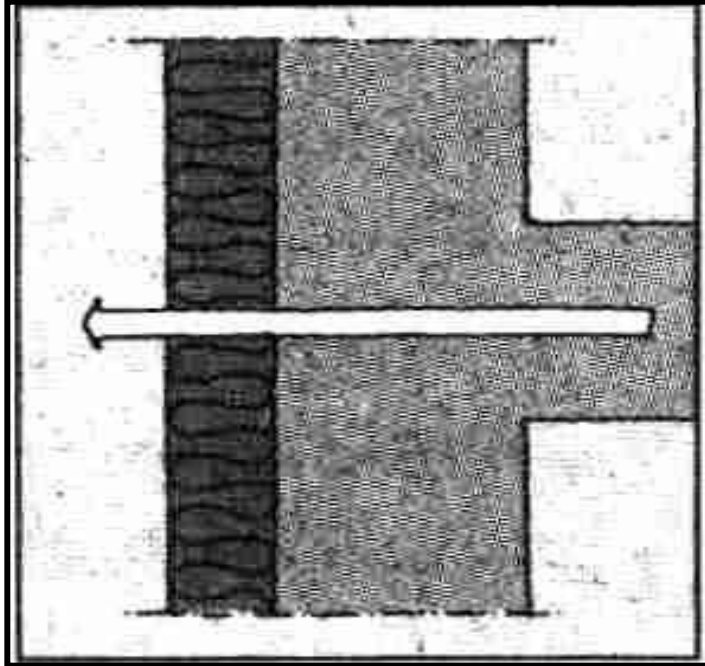


Isı köprüsü örnekleri

Bir binada ısı kayıpları

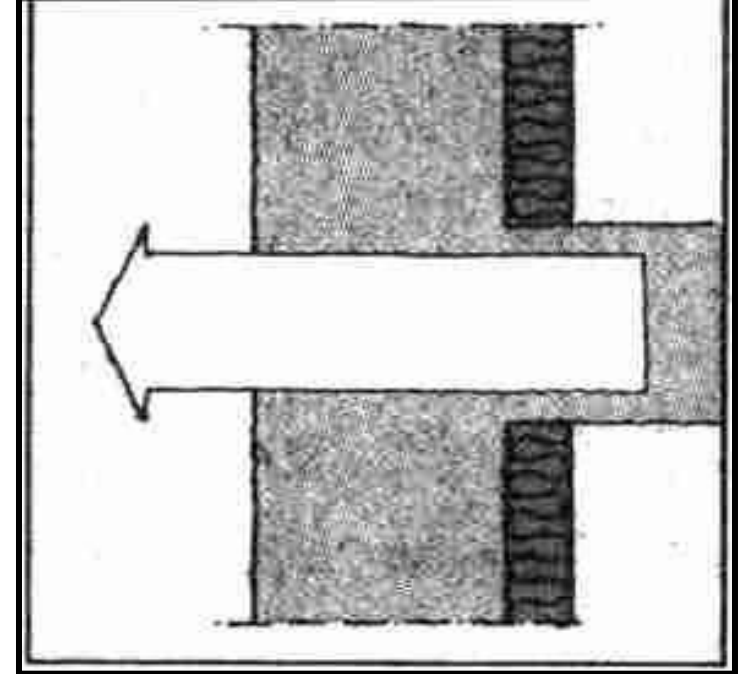
Dış

İç

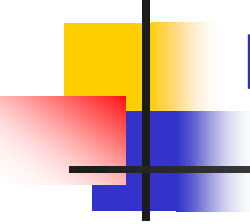


Dış

İç



Beyaz ok ısı kaybının büyüklüğünü temsil etmektedir.



Bir binada ısı kayıpları

Isı köprülerinin ayrıca yalıtılması anlamlı değildir. Isı yalıtımının istenilen faydayı sağlaması için ısı yalıtımının, duvar ve betonarme elemanları birlikte kaplaması ve kesintisiz bir şekilde uygulanması gerekir.

Pencere ve kapılarda meydana gelen hava kaçakları

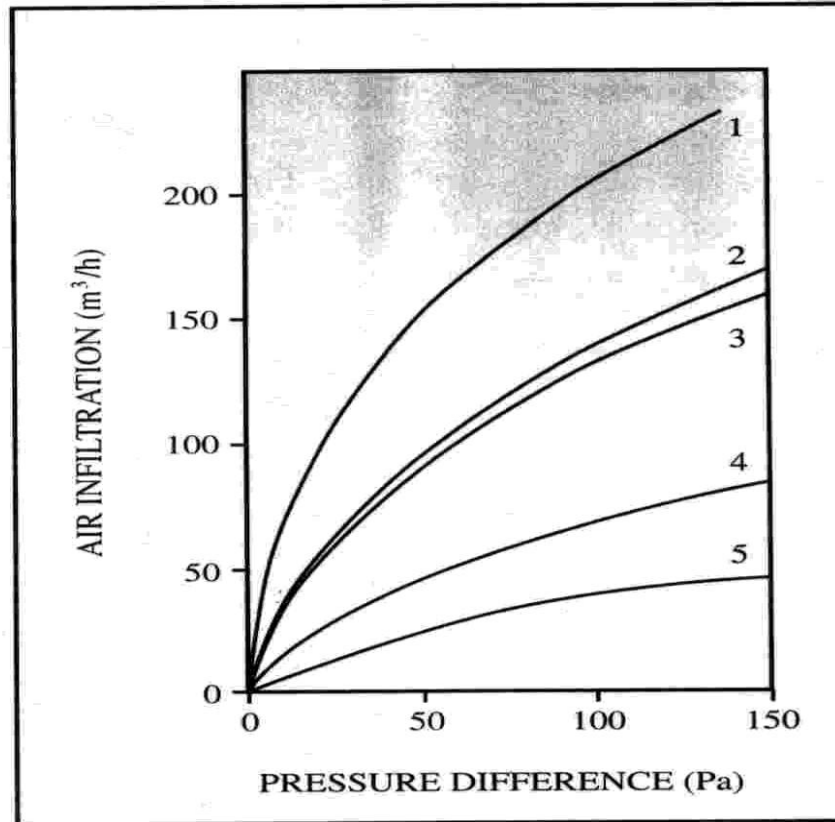
Pencere ve kapılarda kasa ve duvar arasında, veya açılır kanat ile kasa arasında kalan açıklıklardan kontrolsüz olarak meydana gelen ve istenmeyen hava değişimleri sonucu oluşan ısı kayıplarıdır.

Havalandırma kayıpları

Kapalı bir ortamda, insanlardan kaynaklanan CO₂, sigara dumanı vb kirleticilerden dolayı, ortam havasının saatte bir defa değişmesi gerekir. Bu sebeple kontrollü bir şekilde doğal (pencerelerden) veya mekanik olarak (havalandırma sistemi ile) ortam havasının değiştirilmesi de, ısı kayıplarına sebep olur.

Bir binada ısı kayıpları

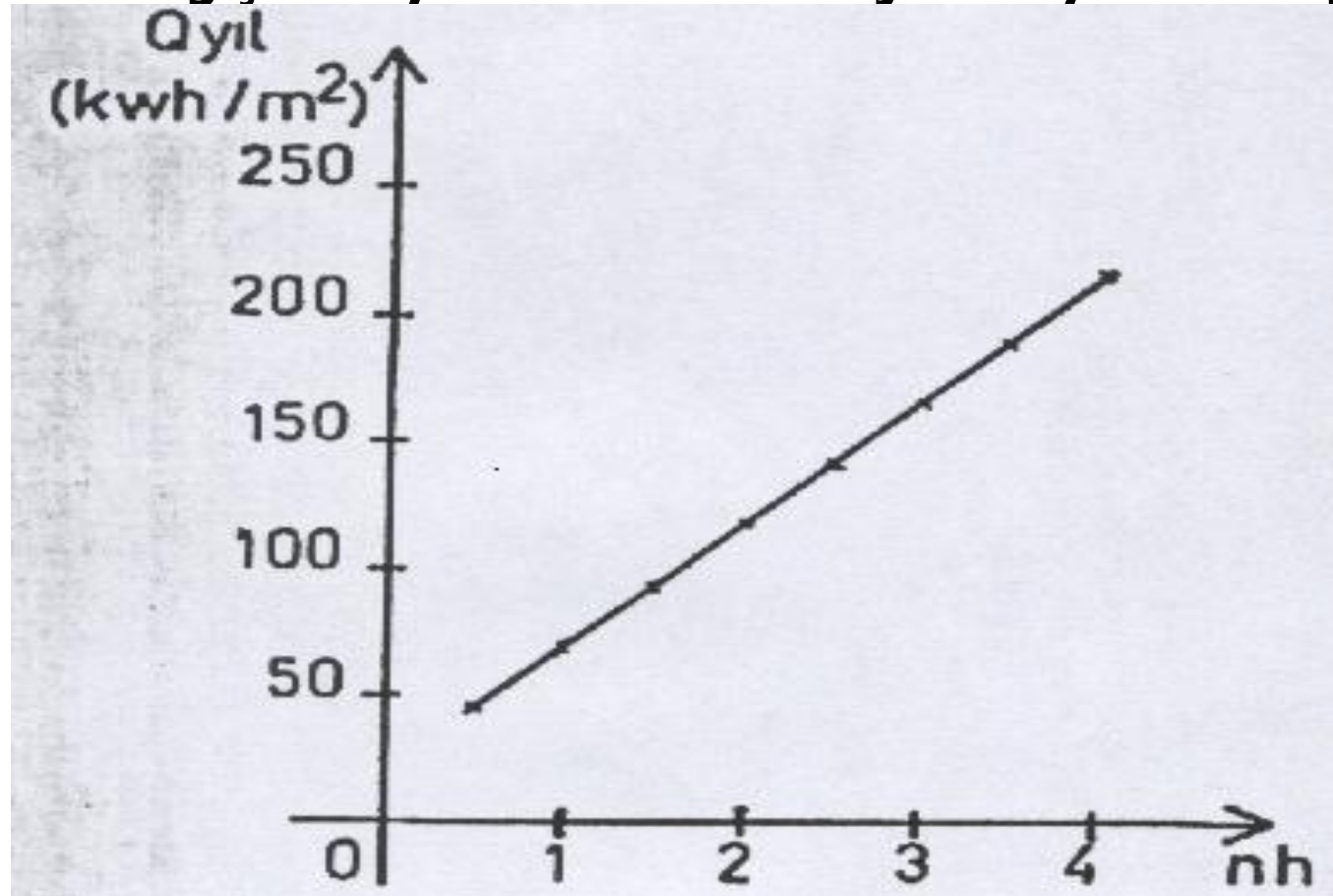
- 1.- SIMPLE CONSTRUCTION
- 2.- AS IN 1 + TIGHT DOORS
- 3.- AS IN 2 + TIGHT ELECTRIC ENTRANCE CABLING
- 4.- AS IN 3 + TIGHT WINDOW FRAME
- 5.- AS IN 4 + TRIPLE - GASKET ON WINDOWS



AIR INFILTRATION MEASURED IN BUILDINGS WITH DIFFERENT CONSTRUCTION STRATEGIES

Bir binada ısı kayıpları

Hava değişim sayısı ile ısıtma enerjisi ihtiyacının değişimi



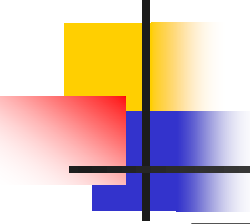
Binalarda Isı Yalıtımının Gelişimi

- Binalarda ısıl konfor amacı ile tüketilen enerji karşılığında, **ülkenin kalkınmasına direkt bir katkı sağlanmaz.** Isıtma/soğutma amaçlı enerji tüketiminde, ısıl konfordan taviz vermeden **sağlanabilecek büyük bir tasarruf potansiyeli mevcuttur.** Tüm dünyada, enerji verimliliğinin en gözde uygulama alanı binalar olmuştur. **Enerji verimliliğinde üç temel kavram vardır:**
 - Daha az enerji tüketimi
 - Daha az çevre kirliliği
 - Daha düşük maliyet
- **Binalarda enerji verimliliği $\equiv$ yeterli ısı, ışık ve havalandırma konforunun minimum enerji tüketimi, minimum çevre kirliliği ve minimum maliyetle sağlanmasıdır.**
- **Binalarda enerji verimliliğinin sağlanması için atılacak ilk adım,** binanın kullanım ömrü boyunca özelliklerini yitirmeyecek şekilde, **doğru ısı yalıtım tekniklerinin, doğru malzeme ve detaylarla, ve doğru bir işçilikle uygulanmasıdır.**



Binalarda Isı Yalıtımının Gelişimi

- Mimar, tasarımının ilk aşamasından itibaren binanın enerji verimliliğini etkileyecek yapısal kararları doğru almak zorundadır. Sonuç, mimarın başarısı kadar, kullanıcıların sağlığını, verimini, bütçesini ve ülke ekonomisini de yakından ilgilendirmektedir.
- Sanayileşmiş ve zengin ülkelerin tümünde, 1973-74 yıllarındaki ilk petrol krizini takiben uygulanan kısa vadeli tedbirlerin arkasından, binalarda ısı yalıtımı alanında yürütülen araştırmalarla sağlanan teknik bilgi zenginliğinin yanında gerçekleştirilen hukuki düzenlemelerle, konfor şartlarından taviz vermeden, binaların enerji tüketimlerinde çok büyük azalmalar elde edilmiştir.



Binalarda Isı Yalıtımının Gelişimi

- Alman Yönetmeliği (eski)

$$Q_{\text{yıl}} = 54.0 \text{ kWh/m}^2$$

$$Q_{\text{yıl}} = 70.2 \text{ kWh/m}^2$$

$$Q_{\text{yıl}} = 97.3 \text{ kWh/m}^2$$

$$Q_{\text{yıl}} = 100.0 \text{ kWh/m}^2$$

- TS 825 (son)

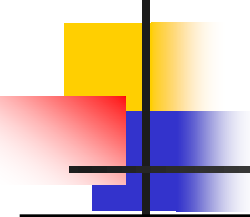
$$Q_{\text{yıl}} = 27-104 \text{ kWh/m}^2$$

$$Q_{\text{yıl}} = 41-129 \text{ kWh/m}^2$$

$$Q_{\text{yıl}} = 64-171 \text{ kWh/m}^2$$

$$Q_{\text{yıl}} = 66-175 \text{ kWh/m}^2$$

$Q_{\text{yıl}}$: Bir binanın yıllık toplam ısıtma enerjisi ihtiyacı
Tablodaki karşılaştırmalı değerler aynı $A/V_{\text{brüt}}$ için seçilmiş değerlerdir.
 $A/V_{\text{brüt}} \leq 0.2; \quad 0.5; \quad 1.0; \quad \geq 1.05$



Binalarda Isı Yalıtımının Gelişimi

- Türkiye, ilk yıllardaki kısa vadeli tedbirler aşamasında, uluslararası gelişmeleri takip etmiştir. Fakat daha sonraki uzun vadeli ve sonuca götürücü gelişmeleri ve uygulamaları takip edememiş ve **bugün ülkemizdeki bir binanın ısınma amaçlı enerji tüketimi, aynı iklim şartları ve birim alan başına karşılaştırıldığında, İngiltere, Almanya, Fransa, İsveç gibi daha zengin ülkelerden 3 veya 4 kat daha fazla olmaktadır.**
- Ülkemizin ısınma amaçlı enerji tüketiminde mevcut tasarruf potansiyelini, enerji verimliliği sağlayacak tedbirlerle değerlendirebilirsek
 - **12 milyon TEP/yıl enerji tasarrufu**
 - **6 milyar ABD\$/yıl parasal tasarruf**
 - **40 milyon ton /yıl CO₂ emisyonunda azalma elde edilebilecektir.**

TS 825'in Revizyonu

- Türkiye'nin oldukça gerisinde kaldığı uluslararası gelişmelere yaklaşabilmesi ve bu alanda imza koyduğu uluslararası çevre antlaşmalarının yükümlülüklerini yerine getirebilmesi amacı ile, “**TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları**” standardının revizyonu, ilgili uluslararası yönetmeliklerle uyum içinde kalacak şekilde gerçekleştirilmiştir.
- Hesaplar mümkün olduğunca basit tutulmuş, ısı kaybı ile ilgili sınırlamalar eski standarda göre önemli ölçüde iyileştirilmekle beraber, yukarıda belirtilen ülkelerdeki sınırlamaların düzeyine çekilememiş; ancak binalardaki ısınma amaçlı enerji ihtiyacına bakış ve hesaplama tekniği açısından bir paralellik sağlanmıştır.
- TS 825'in revizyonunda esas alınan uluslararası standartlar:
 - ISO 9164; ■ EN 832

TS 825'in Binaların Isınma Amaçlı Enerji İhtiyacına Bakış Açısı

- Standardda bina bir bütün olarak ele alınmaktadır ve yıllık toplam ısıtma enerjisi ihtiyacı ($Q_{yıl}$) sınırlandırılmaktadır. $Q_{yıl}$ ise, binanın toplam ısı kaybından hareketle ve binanın enerji kazançları da dikkate alınarak hesaplanmaktadır.
- Eski standard yalnızca yapı elemanının U-değerini sınırlıyor ve (meselâ) duvarın U-değerini, tüm cepheyi temsil ediyormuş gibi kabul ediyordu. Bu durumda, cephedeki yalıtımsız betonarme elemanlardan kaynaklanan fazladan ısı kayıpları ihmal edilmiş oluyordu. Zaten çok yüksek olan sınır değerlere ilave olarak, ısı kaybının önemli bir bölümü de ihmal edilince; yalıtımsız binalar standarda uygun çıktığı gibi; yalıtım malzemesi ile yapı malzemesi kavramları birbirine karışıyordu.

TS 825'in Binaların Isınma Amaçlı Enerji İhtiyacına Bakış Açısı

Isı köprülerinin dikkate alınmayışı ve yüksek ısı kayıplarına izin verilmesinin sonuçları:

- Enerji tüketimi çok yüksek binalar
- Köşelerde ve kolon-duvar birleşimlerinde küf ve mantar oluşumu veya terleme sonucu sağlıklı binalar
- Yüksek yakıt tüketimi ve yüksek yakıt faturasına rağmen yetersiz ısı konforu sebebiyle sağlıklı ve verimsiz kullanıcılar.



TS 825'in Binaların Isınma Amaçlı Enerji İhtiyacına Bakış Açısı

- Standardın yeni durumunda, duvar-kolon-kiriş-döşeme birleşimlerinde ısı yalıtım malzemesinin kesilmesinden kaynaklanan ısı köprüleri de dikkate alınmaktadır.
- Isı köprüleri, binanın ortalama U-değerinden (iletimle ısı kaybından) büyük ölçüde yüksek U-değerlerine (ısı kaybına) sahip sınırlı alanlardaki bölgeler.
- Yalıtımlı duvarlar arasındaki yalıtımsız betonarme elemanlar, ısı köprüleri için temel örneklerdir.

TS 825'in Binaların Isınma Amaçlı Enerji İhtiyacına Bakış Açısı

- Yeni TS 825'de ısı köprülerinden kaynaklanan ilave ısı kayıpları da hesaplara katıldığı için; mimarın hatalı yalıtım sistemi seçmesi halinde toplam ısı kaybı artacağından, standardın verdiği sınır değerleri elde etmek zorlaşacaktır. Bu durumda mimar, ya bu sistemi kullanmaktan vazgeçecek veya bu farkı kapatabilmek için yalıtım kalınlığını arttıracaktır.
- **Yani standard mimara, tasarımında ve seçimlerinde mesleğini kısıtlayıcı hiç bir sınırlama getirmemektedir. Ancak, her yanlış, hesaplara binanın ısıtma enerjisi ihtiyacını arttırıcı bir terim olarak girmekte; her olumlu seçimi ise, bu ihtiyacı azaltıcı bir terim olarak hesaplarda görülmektedir.**

TS 825'in Binaların Isınma Amaçlı Enerji İhtiyacına Bakış Açısı

- Eski standard, hava kaçakları ve havalandırma ile gerçekleşen ısı kayıplarını dikkate almıyordu.

- Yeni standard, hem hava kaçakları ve hem de havalandırma ile ısı kayıplarını dikkate almaktadır.
- Kullanılan çerçeve sisteminin kalite belgesi olmaması halinde, hesaplanan ısı kayıpları önemli miktarda yükselmektedir.

TS 825'in Binaların Isınma Amaçlı Enerji İhtiyacına Bakış Açısı

KAZANÇLAR

- Etkin bir yalıtım düzeyi ile ısı kaybı önemli ölçüde azaltılmış binalarda, **İÇ KAZANÇLAR VE GÜNEŞ ENERJİSİ KAZANÇLARI**, binanın ısıtma enerjisi ihtiyacının önemli bir kesrini karşılarlar. Yeni TS 825, hesaplarda kazançları da dikkate almaktadır.
- **İÇ KAZANÇLAR:** Isıtma sisteminin haricinde, ısı üreten elemanlardan (insanlar, elektrikli aletler vb.) elde edilen ısı enerjisi
- **GÜNEŞ ENERJİSİ KAZANÇLARI:** Saydam elemanlardan iç mekâna ulaşan direkt güneş ışınlarından elde edilen ısı enerjisi

TS 825'in Binaların Isınma Amaçlı Enerji İhtiyacına Bakış Açısı

Isı kaybı, gece ve gündüz arasındaki büyük sıcaklık farklarının etkisinde meydana gelmektedir. Halbuki standartlardaki hesaplar, sabit sıcaklık farkları için yapılmaktadır. Eski standardda olduğu gibi, iklim verilerinin tüm sezonu temsilen **ortalama tek bir değer ile belirtilmesi**, sonuçların gerçek değerlerden **büyük sapmalar göstermesine** sebep olmaktadır. Bundan kaçınmak için, ısıtma sezonunun **küçük dilimlere ayrılması** (gün veya ay) ve iklim verilerinin **bu dilimlere ait ortalama değerler** olarak girilmesi gerçeğe daha yakın değerlerin elde edilmesini sağlayacaktır.

TS 825'in Binaların Isınma Amaçlı Enerji İhtiyacına Bakış Açısı

- Yeni TS 825'de bir binanın yıllık ısınma enerjisi ihtiyacı, aylık değerlerin ayrı ayrı hesaplanıp, bunların toplanması ile bulunmaktadır.

TS 825'in Binaların Isınma Amaçlı Enerji İhtiyacına Bakış Açısı

TS 825'in amacı, tasarımın ilk safhasından itibaren mimarın, binanın enerji verimliliğini arttıracak ve böylece yakıt tüketimini azaltacak proje seçeneklerini araştırması ve standarda uygun seçeneği bulabilmesidir. Dolayısı ile mimar, projesindeki enerji verimliliğini etkileyecek parametrelerdeki her değişimin binanın ısıtma enerjisi ihtiyacını ne şekilde etkilediğini tekrar, tekrar hesaplamalıdır. Bu işlemin kâğıt üzerinde yapılması nerede ise mümkün değildir. Bu anlamda tanımlanan hesap metodunun, bilgisayar programına dönüştürülmesi yeni TS 825 standardının özünde vardır. **ANCAK SÖZ KONUSU PROGRAMLAR, HESAP METODUNUN MANTIĞINA, ÖZÜNE VE KURALLARINA KESİNLİKLE TERS DÜŞMEMELİDİR.** Aksi takdirde standarda “uygun olmayan” projeler “uygundur” gibi değerlendirilebilir.

TS 825'in Binaların Isınma Amaçlı Enerji İhtiyacına Bakış Açısı

- Yeni TS 825 standardına göre, mimarın, binasının enerji ihtiyacını azaltmak için müdahale edebileceği parametreler :

- Yapı elemanlarının U-değerini küçültmek (ısı yalıtımı, çift cam, kuzey cephelerinde low-e kaplamalı cam)
- Isı köprüleri oluşturmamak (ısı yalıtım sistemini değiştirmek)
- Sızdırmazlık sağlamak (TSE belgeli çerçeveler, açılır kanatlarda sızdırmazlık sağlayan profiller, çerçeve duvar arasında sızdırmazlık sağlayan köpükler)
- Binanın tüm cephelerinin dengeli güneş alması (güney-kuzey doğrultusundan kaçınmak)
- Güneye bakan pencere alanını arttırıp, kuzeye bakan pencere alanını azaltmak. Bu uygulamada güney pencereleri uygun konstrüktif detaylarla yaz güneşinden korunmalıdır. Aksi takdirde kış aylarında yakıt tasarrufu sağlansa bile, yaz aylarında aşırı ısınma meydana gelir. Güney cephelerinde güneş kontrol camlarının kullanılması düşünülebilir.

TS 825'in Binaların Isınma Amaçlı Enerji İhtiyacına Bakış Açısı

- Standardda, binanın yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının ($Q_{yıl}$ değerinin) müsaade edilebilir üst sınır değerleri verilerek, enerji tüketimi ve çevre kirliliği sınırlanmaktadır.
- Aynı faydayı ($\equiv$ aynı $Q_{yıl}$ değerini), daha düşük maliyetle sağlamak ise, standardda özel olarak belirtilmemekle birlikte, ilgili kişilerin kendiliğinden yöneleceğinin düşünüldüğü, diğer bir hedef olmaktadır.

TS 825'in Binaların Isınma Amaçlı Enerji İhtiyacına Bakış Açısı

- Yeni TS 825'e göre **eleman kesitlerinin** ve **hesap sonuçlarının** standard Tablolar halinde verilmesi ve uygulama detaylarının çizilmesi gerekmektedir.

ÇİZELGE 2 - Binanın Özgöl Isı Kaybı

Binadaki yapı elemanları		Yapı elemanı kalınlığı d (m)	Isıl iletkenlik hesap değeri λ_h (W/mK)	$d/\lambda, 1/\alpha$ (m ² K/W)	Isı iletkenlik kat sayısı U (W/m ² K)	Isı kaybedilen yüzey A (m ²)	Isı kaybı A x U W/K
Duvar yüzeyleri	1/ α_i			0,130			
	Sıva	0,020	0,870	0,023			
	Yatay delikli tuğla	0,190	0,450	0,42			
	Isı yalıtım malzemesi ¹⁾	0,060	0,040	1,500			
	Sıva	0,005	0,870	-			
Toplam				2,11	0,47	189	88,83
Taban/Döşeme	1/ α_i			0,130			
	PVC yer döşemesi ²⁾	-	-	-			
	Şap	0,030	1,400	0,021			
	Isı yalıtım malzemesi ³⁾	0,080	0,040	2,000			
	Tesviye şapı	0,020	1,400	0,014			
	Hafif beton	0,100	1,100	0,090			
	Blokaj	0,150	1,74	0,086			
Toplam				2,34	0,43x0,5	90	19,35
Tavan	1/ α_i			0,130			
	Sıva	0,020	0,870	0,023			
	Betonarme	0,15	1,30	0,115			
	Isı yalıtım malzemesi ⁴⁾	0,120	0,04	3,000			
	1/ α_d			0			
Toplam				3,27	0,30x0,8	90	21,6
Pencere					2,8	20	56
Yapı elemanlarından iletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı toplamı =							185,78

- 1) EK 5, Çizelge 6 'den alınacaktır.
2) EK 5 Sıra no 4.1 'den alınmıştır.
3) EK 5 Sıra no 7.1.6 'den alınmıştır.
4) EK 5 Sıra no 10 'dan alınmıştır.
5) Çok küçük bir değer olduğundan hesaba katılmadı.
6) EK 5 Sıra no 4.6 'dan alınmıştır.
7) EK 5 Sıra no 5.3.1 'den alınmıştır.
8) EK 5 Sıra no 5.1 'den alınmıştır.
9) EK 5 Sıra no 5.2.1 'den alınmıştır.

$$\Sigma AU = U_{dA_d} + U_p A_p + 0,8 U_T A_T + 0,5 U_{A_i} + U_{dA_d}$$

$$\Sigma AU = 185,78 \text{ W/K}$$

$$\text{Özgöl ısı kaybı ; } H = H_i + H_h$$

$$\text{İletim yoluyla gerçekleşen ısı kaybı ; } H_i = \Sigma AU + 1 U_p$$

$$\text{Havalandırma yoluyla gerçekleşen ısı kaybı}$$

$$H_h = 0,33 \cdot n_h \cdot V_h = 0,33 \times 396 = 130,68 \text{ W/K}$$

$$H = H_i + H_h = 185,78 + 130,68 = 316,46 \text{ W/K}$$

ÇİZELGE 3 - Yıllık Isıtma Enerjisi İhtiyacı

Aylar	Isı kaybı			Isı kazançları			KKO	Kazanç kullanım faktörü	Isıtma enerjisi ihtiyacı
	Özgül ısı kaybı	Sıcaklık farkı	Isı kayıpları	İç ısı kazancı	Güneş enerjisi kazancı	Toplam			
	$H=H_i+H_n$ (W/K)	T_i-T_d (K, °C)	$H(T_i-T_d)$ (W)	ϕ_i (W)	ϕ_g (W)	$\phi_T = \phi_i + \phi_g$ (W)			
Ocak	316,46	17,7	5601	792	402	1194	0,21	0,99	11453892
Şubat		17	5380		493	1285	0,24	0,98	10680854
Mart		14	4430		601	1393	0,31	0,96	8016330
Nisan		9,2	2911		606	1398	0,48	0,88	4356530
Mayıs		4,9	1551		716	1508	0,97	0,64	1518601
Haziran		0,9	285		753	1545	5,42	-	0
Temmuz		T_d yüksek	-		733	1525	-	-	0
Ağustos		T_d yüksek	-		693	1485	-	-	0
Eylül		2,5	791		595	1387	1,75	0,44	468426
Ekim		7,7	2437		494	1286	0,53	0,85	3483389
Kasım		12,5	3956		379	1171	0,30	0,96	7340129
Aralık		16,4	5190		353	1145	0,22	0,99	10514318

$$Q_{ay} = [H(T_i - T_d) - \eta(\phi_{i,ay} + \phi_{g,ay})] \cdot t \text{ (J)} \quad (1 \text{ kJ} = 0,278 \times 10^{-3} \text{ kWh})$$

$$Q_{yıl} = \sum Q_{ay} = 57832249$$

$$\text{Toplam ısı kaybı} \quad Q_{yıl} = 0,278 \times 10^{-3} \times 57832249 \text{ (kJ)} = 16077 \text{ kWh}$$

$$\text{Konutlar için iç ısı kazancı} \quad \phi_{i,ay} \leq 5 \cdot A_n \text{ (W)}$$

$$\text{Güneş enerjisi kazancı} \quad \phi_{g,ay} = \sum \eta_{i,ay} \times g_{i,ay} \times I_{i,ay} \times A_i$$

$$\text{Kazanç kayıp oranı} \quad KKO_{ay} = (\phi_{i,ay} + \phi_{g,ay}) / H(T_{i,ay} - T_{d,ay})$$

$$\text{Kazanç kullanım faktörü} \quad \eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$$

Ömek binadaki kullanım alanı A_n başına düşen yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacı;

$$Q = Q_{yıl}/A_n = 101,5 \text{ kWh/m}^2 \quad A_n = 0,32 V_{brüt} = 158,4 \text{ m}^2$$

$A_{lop}/V_{brüt} = 0,79$ oranı 3. bölge için EK 1'den alınan $Q' = 87,29 A/V + 50,18$ formülünde yerine konulduğunda ömek bina için olması gereken en büyük ısı kaybı $Q' = 103,3 \text{ kWh/m}^2$ bulunur ve hesaplanan Q ile karşılaştırılarak projenin ısı kaybı açısından uygunluğu tanımlanır.

Örnekte $Q < Q'$ ($101,5 < 103,3$) olduğundan bu bina için hesaplanan yıllık ısıtma enerjisi ihtiyacının olması gereken en büyük değerin altında olduğu görülmektedir. O halde bu proje, bu standardda verilen hesap metoduna göre uygundur.

TS 825'in Binaların Isınma Amaçlı Enerji İhtiyacına Bakış Açısı

- TS 825'in hazırlanmasındaki uzun vadeli diğer bir beklenti ise, burada tanımlanan hesap metoduna göre, standardın sınırlamalarından daha düşük enerji tüketen binalara sertifika verilmesi ve bu sertifikalara dayanarak da, bazı teşviklerin (su-elektrik-gaz ücretlerinin düşük alınması veya açma ücreti alınmaması gibi) uygulanmasıdır.

Ada/Parsel
 Binanın tanımı
 Cadde ve bina numarası
 Semt/ilçe/il
 Kullanılacak yakıt türü

Birim hacim veya birim alan başına tüketilecek yakıt miktarı $[kg, m^3]$
 $860 \times Q_{yt} / (\text{Yakıtın kalorifik değeri} \times \text{Sistem verimi}) [Kcal / (kg, m^3)] = \dots\dots\dots [kg \text{ veya } m^3] \text{ yakıt}$

Önemli Not : Buradaki hesaplama sonucu elde edilen yakıt miktarı, binanın TS 825'deki tabullerine göre yalıtılması sonucu elde edilmektedir. Yerleşim birimlerindeki iklimsel koşullara göre değişiklik gösterebilecek olan bu değer her zaman gerçek tüketimi vermeyecebilir.

Binanın enerji verimliliği indeksi

Not : $Q_{yil} \leq 0.99 \times Q'$	ise C tipi bina
$Q_{yil} \leq 0.90 \times Q'$	ise B tipi bina
$Q_{yil} \leq 0.80 \times Q'$	ise A tipi bina bölümü işaretlenmelidir.

1/1

TS 825 Standardında Açıklanan Hesap Metodu

$$Q_{yıl} = \sum Q_{ay}$$

$Q_{yıl}$ ve Q_{ay} :Yıllık ve aylık binanın toplam ısınma enerjisi ihtiyacı (Joule)

$$Q_{ay} = [H(T_{iç} - T_{dış,ay}) - \eta_{ay}(\phi_i + \phi_{g,ay})] * t$$

H:Binanın özgül ısı kaybı (W/K); **T_{iç}**:İç hava sıcaklığı; **T_{dış,ay}**:Aylık ortalama dışa hava sıcaklığı (K,°C); **φ_i**:İç kazanlar (W); **φ_{g,ay}**:Aylık ortalama güneş enerjisi kazancı (W); **η_{ay}**:Aylık ortalama kazanç kullanım faktörü (-<1); **t**:saniye olarak bir ay (60x60x24x30 saniye)

TS 825 Standardında Açıklanan Hesap Metodu

$$H = H_i + H_h; \quad H_i = \Sigma AU + \ell U_\ell; \quad H_h = 0.33 n_h V_h$$

$$U_\ell = b U_{IK} + \xi; \quad V_h = 0.8 V_{brüt}$$

H_i:İletimle özgül ısı kaybı (W/K); **H_h**:Havalandırma ile özgül ısı kaybı (W/K);
A:Yapı elemanının alanı (m²); **U**:Yapı elemanının U-değeri (W/m²K); **ℓ**:Isı köprüsünün uzunluğu (m); **U_ℓ**:Isı köprüsünün doğrusal U-değeri (W/mK); **b**:Isı köprüsünün genişliği (m); **U_{IK}**:Isı köprüsünün U-değeri; **n_h**:hava değişim sayısı (h⁻¹); **V_h**:Havalandırılan hacim (m³); **V_{brüt}**:Dış ölçülerle binanın hacmi (m³)

TS 825 Standardında Açıklanan Hesap Metodu

$$\Sigma AU = A_D U_D + A_P U_P + 0.8 A_{\text{Ç}} U_{\text{Ç}} + 0.5 A_Z U_Z + A_d U_d + 0.5 A_{\text{dsic}} U_{\text{dsic}}$$

Çatı eğer teras çatı ise "0.8" katsayısı "1" olarak alınır

İndisler:

D: Duvar, **p**: Pencere; **ç**: Çatı; **z**: Zemin; **d**: Dışa açık döşeme;
dsic: Düşük sıcaklıktaki mekânları ayıran eleman

TS 825 Standardında Açıklanan Hesap Metodu

KAZANÇLAR – GÜNEŞ ENERJİSİ

$$\begin{aligned}\phi_{g,ay} &= \sum r_{i,ay} * g_{i,ay} * I_{i,ay} * A_i = \sum r_i * g_i * I_{i,ay} * A_i \\ &= (r_k * g_k * I_{k,ay} * A_k) + (r_{g*}, g_{g*} * I_{g,ay} * A_g) + \\ &\quad (r_d * g_d * I_{d,ay} * A_d) + (r_b * g_b * I_{b,ay} * A_b)\end{aligned}$$

A_i : i yönüne bakan pencere alanı,

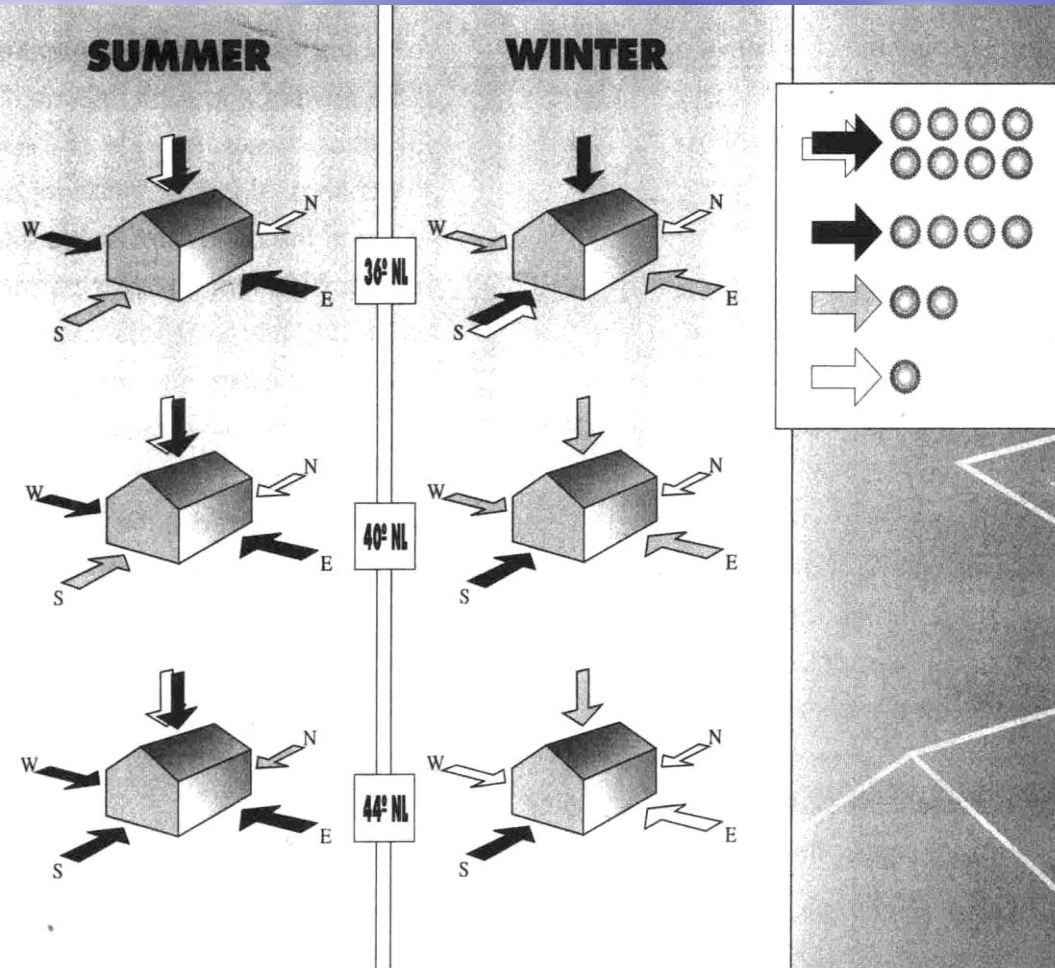
$I_{i,ay}$: i yönüne bakan pencereye düşen aylık ortalama güneş
ışınım şiddeti

$g_{i,ay}$: i yönüne bakan pencerenin güneş enerjisi geçirme faktörü

$r_{i,ay}$: i yönüne bakan pencerenin (aylık ortalama) gölgeleme
faktörü

(r , $g_{\perp}$ ve I değerleri Tablodan alınır). $g_i = 0.80 * g_{\perp}$

TS 825 Standardında Açıklanan Hesap Metodu



	WINDOW ORIENTATION					
	HORIZONTAL	SOUTH	SE / SW	E / W	NE / NW	NORTH
JANUARY	7,20	16,63	11,97	5,18	1,29	1,20
FEBRUARY	11,14	16,59	13,11	7,29	2,29	1,65
MARCH	15,59	14,12	13,44	9,80	4,30	2,28
APRIL	19,63	9,97	12,23	11,37	6,67	3,12
MAY	22,10	7,26	10,89	11,96	8,29	4,14
JUNE	22,87	6,34	10,27	12,24	9,12	4,93
JULY	21,91	7,08	10,68	11,86	8,37	4,30
AUGUST	19,28	9,61	11,86	11,12	6,69	3,28
SEPTEMBER	15,06	13,71	12,91	9,38	4,24	2,36
OCTOBER	10,91	15,97	12,59	7,08	2,30	1,69
NOVEMBER	7,20	16,28	11,74	5,14	1,34	1,24
DECEMBER	5,75	15,12	11,26	4,38	1,05	1,00

 VERTICAL ORIENTATION RECEIVES THE HIGHEST SOLAR GAIN ON THIS PARTICULAR MONTH

RELATIVE VALUES OF AVAILABLE SOLAR GAIN
THROUGH A SIMPLE GLASS WINDOW, PLACED AT 40°
LATITUDE AND ORIENTED AS MENTIONED

TS 825 Standardında Açıklanan Hesap Metodu

KAZANÇLAR

$$\eta_{ay} = 1 - e^{(-1/KKO_{ay})}$$

$$KKO_{ay} = (\phi_i + \phi_{g,ay}) / H (T_i - T_{d,ay})$$

TS 825 Standardında Açıklanan Hesap Metodu

$$Q_{ay} = [H(T_{iç} - T_{dış,ay}) - \eta_{ay}(\phi_i + \phi_{g,ay})] * t$$

TS 825 Standardında Açıklanan Hesap Metodu

- YOĞUŞMA TAHKİKİ

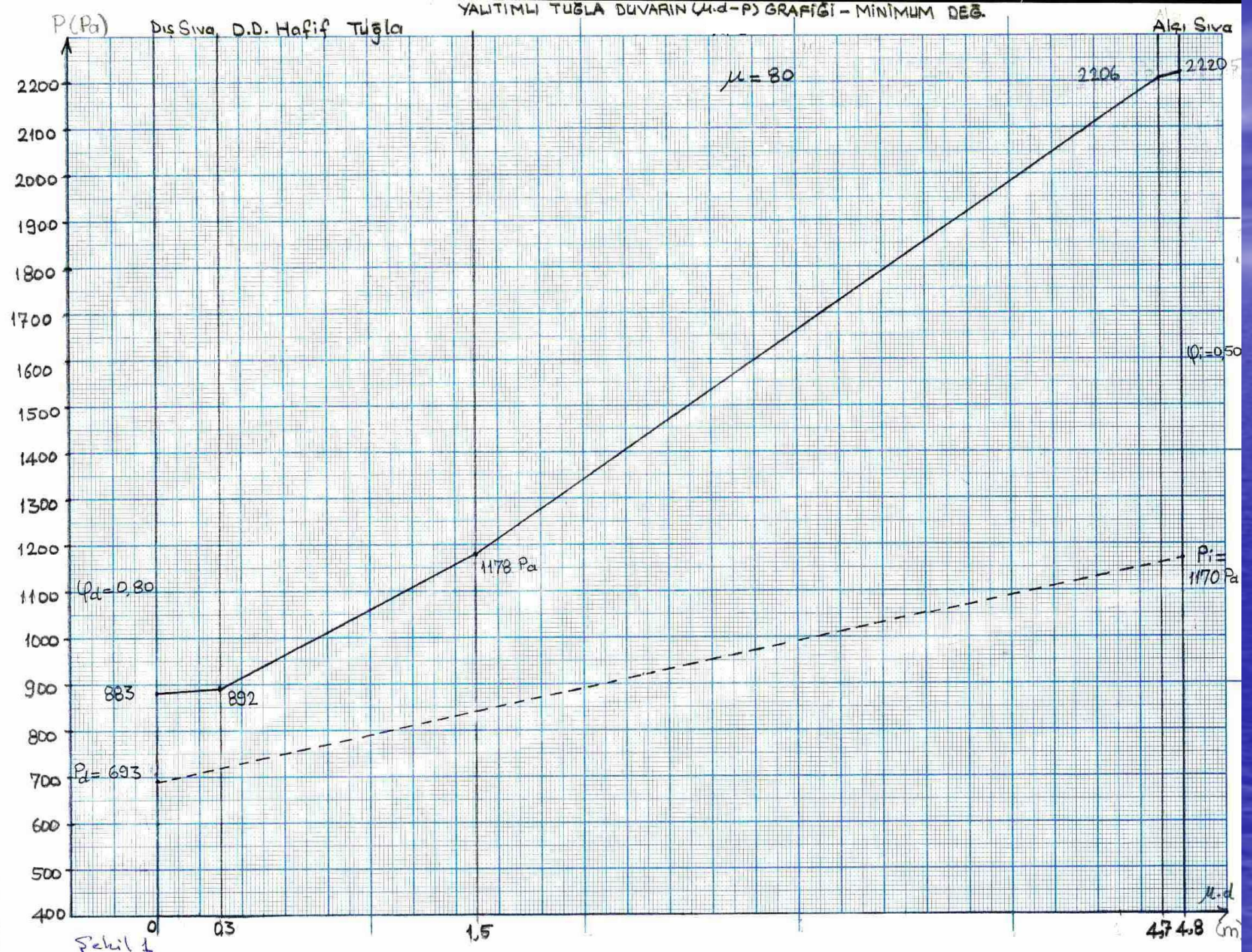
Bir yapı elemanının ısıl açıdan yeterliliğini devam ettirebilmesi için kesit içinde yoğuşma olmaması gerekir. Çünkü malzeme içinde suyun bulunması, o malzemenin ısıl iletkenliğinin artmasına sebep olur.

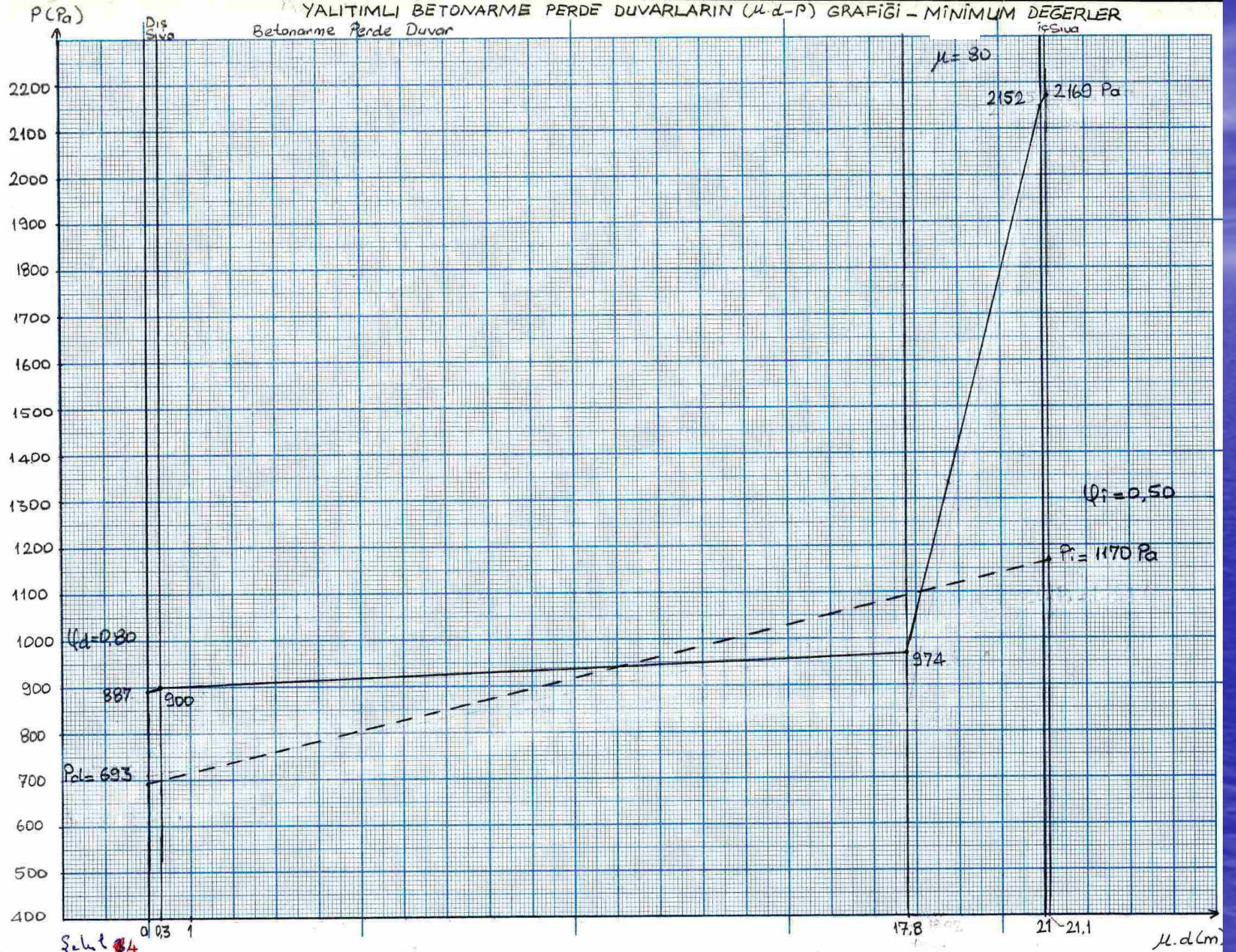
Yapı elemanlarında kesit içinde yoğuşma olup olmadığını tahkik etmek için kullanılan metot aşağıda açıklanmıştır:

TS 825 Standardında Açıklanan Hesap Metodu

YOĞUŞMA TAHKİKİ

- U-değeri hesaplanır.
- $q = U \cdot \Delta T$ hesaplanır.
- Kesit sıcaklıkları hesaplanır. $[T_n = T_{n-1} - (q \cdot R_{n-1})]$
 $R_{n-1} = d_{n-1} / \lambda_{n-1}$ veya $= 1 / \alpha_{iç}$ veya $= 1 / \alpha_{dış}$
- Kesit sıcaklıklarına karşılık gelen doymuş buhar basınçları Tablodan belirlenir.
- Kesitteki malzemelerin μ değerleri Tablodan alınır.
- Katmanların μd çarpımları hesaplanır.
- Duvar tabakaları μd -basınç grafiğine işlenir.
- Her tabaka için bulunan doymuş buhar basınçları grafikte işaretlenerek, birleştirilir.
- İç ve dış yüzeylerdeki gerçek basınçlar hesaplanır ve grafikte işaretlenerek, arası bir doğru ile birleştirilir.
- Gerçek basınç doğrusu ile doymuş buhar basınç eğrisinin kesişme durumuna bakılır. Kesişirse, yoğuşma vardır, kesişmez ise yoğuşma yoktur.





Standard ve Yönetmelikteki Önemli Eksiklikler

- λ_{hesap} değerlerinin verildiği EK 5 ikna edici değil
 - λ (EPS, XPS, PU, vd.)
 - μ (XPS)
- Kesitte yoğunlaşma tahkiki yapılması isteniyor ama yoğunlaşmaya izin veriliyor ve yoğunlaşma sonucu malzemelerin λ_{hesap} değerlerindeki artışın nasıl hesaplanacağı belirtilmiyor. Yoğunlaşma tahkikinin çok fazla bir anlamı kalmıyor.

Standardın Uygulanmasındaki Hatalar

- Standard ve yönetmeliğe göre Q değerlerinin hesaplanıp, standard bir gösterimle projeye eklenmesi gerektiği halde, bu raporlar hazırlanmamaktadır.
- Bunun yerine, ruhsat almasına gerek olmayan binalar için tavsiye kapsamında verilen Tablodaki U-değerlerine göre belirlenen tahmini yalıtım kalınlıkları ile standarda uygun proje yapıldığı iddia edilmektedir.
- Sadece, ruhsat almasına bile gerek olmayan binalar için öngörülen Tablonun bütün binalara uygulanması standarda aykırıdır.

Standardın Uygulanmasındaki Hatalar

Ülkemizde kullanılan bilgisayar programlarının önemli bir bölümünde Standarda aykırı olarak **ISI KÖPRÜLERİ** ile ilgili hesaplar yapılmamaktadır. **ISI KÖPRÜLERİ İLE İLGİLİ HESAPLARIN YAPILMASI STANDARDA GÖRE ŞARTTIR.**

Standardın Uygulanmasındaki Hatalar

- Standard, kullanılan çerçeve sisteminin kalite belgesi olup olmamasında göre HAVA DEĞİŞİM SAYISININ “1” veya “2” olarak alınmasını şart koşturmaktadır. Hesaplarda bu şart dikkate alınmamaktadır.

Standardın Uygulanmasındaki Hatalar

Kesit içinde yoğuşma olup olmadığı hesaplarla kontrol edilmelidir. Yoğuşma olduğu tespit edilmedikçe, rutubet kesici kullanılmasından kaçınılmalıdır. Eğer hesap ve grafik sonucu yoğuşma meydana geldiği tespit edilirse, RUTUBET KESİCİ KULLANMAK YERİNE, KATMANLARIN YERİ DEĞİŞTİRİLEREK YOĞUŞMANIN ÖNLENMESİ TERCİH EDİLMELİDİR.

Standardın Uygulanmasındaki Hatalar

Yoğuşma olmadığı sürece, yapı elemanının buhar direnci düşük olmalıdır. Elemanın buhar direnci yükseldikçe, içerdeki bağıl nem yükselecek:

- EĞER YETERLİ HAVALANDIRMA SAĞLANAMAZ İSE, KÜF VE MANTAR OLUŞABİLECEK
- VEYA NORMALDEN DAHA FAZLA HAVALANDIRMA GEREKECEĞİ İÇİN HAVALANDIRMA İLE ISI KAYBI, DOLAYISIYLA YAKIT TÜKETİMİM ARTACAKTIR.

Standardın Uygulanmasındaki Hatalar

Binanın ısı kaybı hesaplanırken ısıtılan hacimler bir bütün olarak düşünülmeli ve bu hacimleri sınırlayan bütün elemanlar dikkate alınmalıdır:

- Rüzgârlık oluşturulduğu zaman, yalıtılması ve ısı kaybı hesaplarında dikkate alınması gereken duvar, rüzgârlık hacminin dış duvarı değil; rüzgârlık hacmi ile ısıtılan hacmi ayıran duvardır.
- Isıtılan hacim ile, ısıtılmayan hacimleri ayıran tüm yapı elemanları da ısı kaybeden yüzeyler olarak dikkate alınmalıdır.