tmmob
makina mühendisleri odası

BİNALARIN ISI YALITIMI

Ali İNCE
Miem Eğitmeni

ISI YALITIMI NEDİR

- Isıl konfor, bir insanın sağlıklı ve üretken olabileceği ısıl parametrelerin sağlanması olarak tanımlanmaktadır.
- İnsanların konforlu bir yaşam sürebilmeleri; 20-22°C sıcaklık ve yüzde 50 bağıl nem değerine sahip olan ortamlarda mümkün olabilir.
- Kış aylarında dış ortam sıcaklıkları 20°C'nin oldukça altında seyreder. Yaz aylarında ise hava sıcaklıkları 20°C'nin oldukça üstündedir.

ISI YALITIMI NEDİR

- Isı bir enerji türüdür ve Termodinamigin 2. Yasası geregi ısı; yüksek sıcaklıklı ortamdan düsük sıcaklıklı ortama transfer olur.
- Isıl konfor sağlanamadığında tüketilen yakıt binayı değil atmosferi ısıtmakta, dolayısıyla gereğinden fazla yakıt tüketilmektedir.
- Tüketilen yakıtın fazla olması binanın kullanım maliyetini yükseltirken aynı zamanda yakıtların atmosfere verdikleri zararlı gazlar dolayısıyla da çevre kirliliği artmaktadır.

ISI YALITIMI NEDİR

- Bu nedenle yapılarda; kısın enerji kayıpları, yazın ise istenmeyen enerji kazançları meydana gelir.

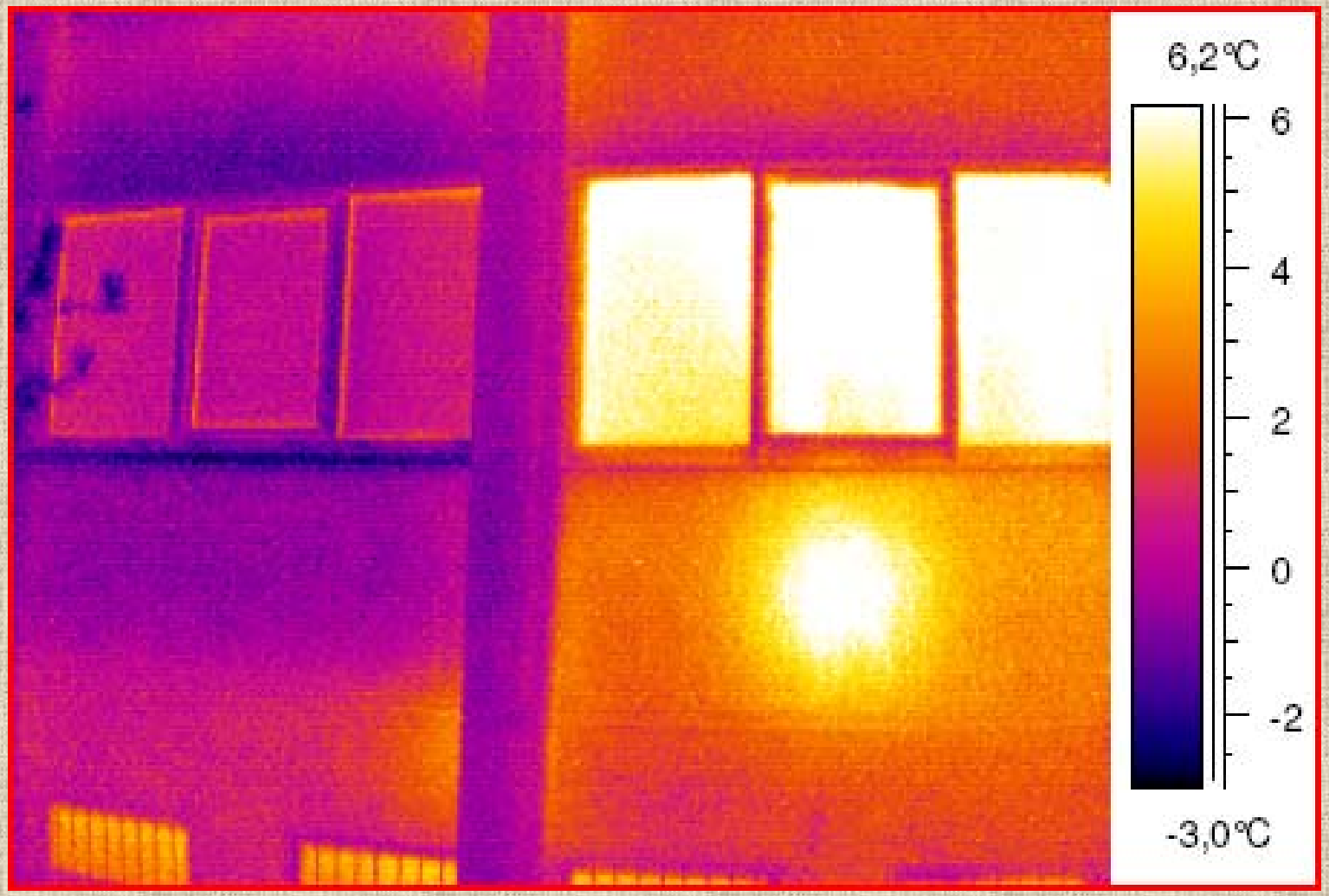
- Bina içerisinde istenen konfor ortamının saglanabilmesi için kıs mevsiminde kaybolan ısının bir ısıtma sistemiyle karsılanması ve yaz aylarında kazanılan ısının bir sogutma sistemiyle iç ortamdan atılması gerekir.

ISI YALITIMI NEDİR

- Gerek ısıtma gerek sogutma islemleri için enerji harcanır.
- Bir yapıda ısı kazanç ve kayıplarının sınırlandırılması; ısıtma ve sogutma amaçlı olarak tüketilmesi gereken enerji miktarının azaltılması anlamına gelir.
- Isıtma ve sogutma prosesleri; çoğunlukla sıcak veya soguk akıskanların ilgili tesisatlar aracılığıyla tasınmasını gerektirir.

ISI YALITIMI NEDİR

- Yapılarda ve tesisatlarda ısı kayıp ve kazançlarının sınırlandırılması için yapılan isleme **“ısı yalıtımı”** olarak tanımlayabiliriz.
- Teknik olarak, ısı yalıtımı, farklı sıcaklıktaki iki ortam arasında ısı geçisini azaltmak için uygulanır.


6,2°C
6
4
2
0
-2
-3,0°C

- Dört mevsimi yasayan ülkemizde, ısıtmanın yanı sıra sogutma ihtiyacı da gün geçtikçe artıyor.
- Konutlarda; kaybedilen veya kazanılan enerjinin büyüklügü, ısıtma veya sogutma amacı ile tüketilen enerji miktarını belirlediginden, enerji tasarrufu saglamak için yasadıgımız alanın ısı kaybı/kazancını azaltmak gerekir.
- Yapı bilesenleri üzerinden geçen ısıl enerji miktarını sınırlandırmak; bina kabugunda ısı yalıtımı yapılması, yalıtımlı dograma ve camların kullanımı ile mümkündür.

- İnsanların yasam kalitesinden ve konforundan ödün vermeden, enerji tasarrufu sağlamak için alınabilecek üç önlem vardır.
- Bunlar,
  - yüksek verimli cihazların kullanılması,
  - otomasyon sistemleri
  - ve ısı yalıtımıdır.
- Bu üç önlem arasında ilk sırayı ise ısı yalıtımı alır.
- Etkin bir ısı yalıtımının yapılmadıgı binalarda, enerji tüketimi çok fazladır.
- Hesaplamalar, etkin bir ısı yalıtımı ile yapılarda ortalama yüzde 50 enerji tasarruf edilebilecegini ortaya koyuyor.
- Enerjinin verimli kullanılmaması, çevre kirliligine neden olurken dogal yasamı da olumsuz etkiliyor.

- Dünyanın enerji ihtiyacının yüzde 60'ından fazlasının elde edildigi fosil yakıtlar, belki de nükleer enerjiden çok daha büyük bir tehlikeye davetiye çıkarıyor; küresel ısınma…

- Enerji ihtiyaçlarının artması ve verimli enerji kullanılmaması sonucunda; hava kirliligi artıyor.

- Hava kirliligindeki bu artıs kendisini küresel ısınma ve iklim degisikligiyle gösteriyor.

- Küresel ısınma tehdidi ve hava kirliligini azaltmak; günümüzün en önemli konularının başında geliyor.

- Kıs mevsiminde ısı kayıplarının, yaz mevsiminde ise ısı kazançlarının azaltılması ile elde edilecek yakıt tasarrufu, beraberinde atmosfere atılan sera gazlarında da bir düsüs sağlayacaktır.

- Kömür, petrol gibi yakıtlar bir yandan gözle görülür biçimde hava kirliligine yol açarken, diger yandan küresel ısınmaya ve buna bağlı olarak iklim değisikliklerine yol açıyor

- Enerjinin etkin kullanımını saglayacak ısı yalıtımı önlemleri, fosil yakıt tüketimini azaltarak,küresel ısınmaya yol açan sera gazı emisyonlarının azalmasında önemli bir rol oynayacaktır.

- Yanı sıra ısı yalıtımı, yaz aylarında sogutma için kullanılan ve ozon tabakasına zarar veren sogutucu gazlara duyulan ihtiyacı da azaltacaktır.

- Azalan enerji gereksinimi; elektrik ihtiyacını, dolayısıyla elektrik üretimini ve üretimde kullanılan fosil yakıt miktarını; böylelikle de gaz salınımını azaltmıs olacaktır.

- **Isı Yalıtımı Isıl Konfor Sağlar**
- Kapalı ortamlardaki ısıl kosullar, o ortamda yasayan insanların konforunu ve sağlığını doğrudan ilgilendirir.
- İnsanların çalısma verimlerini büyük ölçüde bulundukları ortamın sıcaklıgı belirler.
- Çalısma ortamının ısıl kosulları, insanların bedensel ve zihinsel üretim hızını doğrudan etkiler.
- Çok soğuk ya da çok sıcak ortamların çalısma verimini düsürdügü belirlenmistir. Yine çok soğuk ortamların yol açtıgı sağlık sorunları da is gücü kaybına ve buna bağlı sağlık harcamalarına neden olur.
- Ortam sıcaklığının is yerlerinde is kazalarına yol açtığı da belirlenmistir.

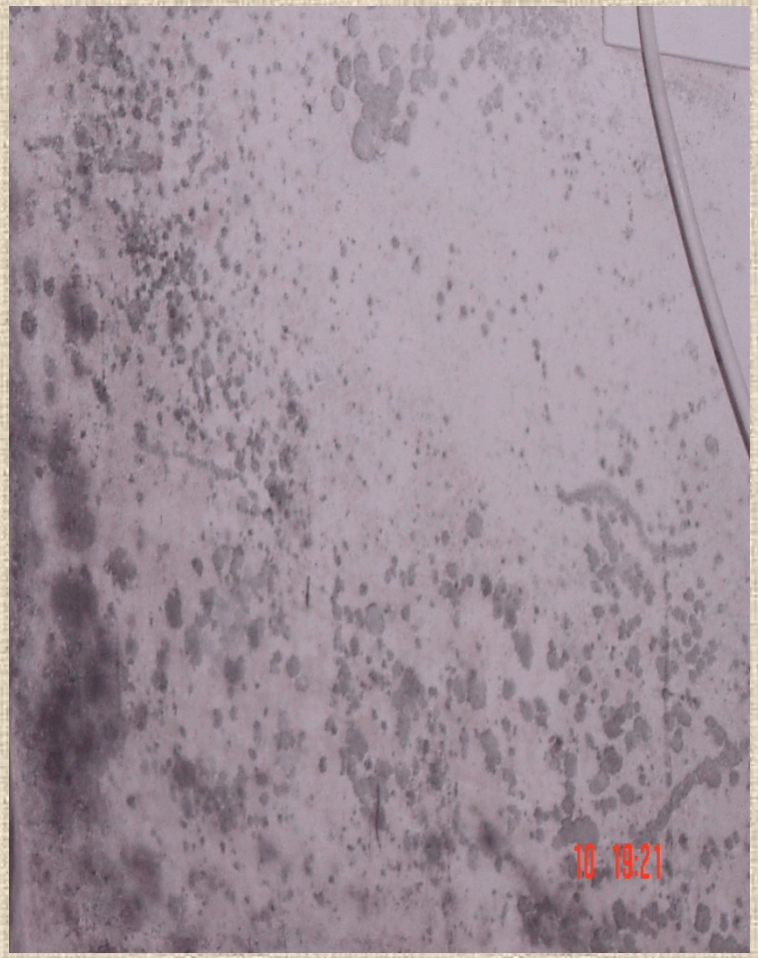
- Bunları engellemek için yapılarda ısıl konforu sağlamak gerekir.
- Isıl konforu sağlamak için ortam sıcaklığı ile duvar iç yüzey sıcaklığı arasındaki sıcaklık farkı düsürülmelidir.
- Bu fark ne kadar yüksek olursa konfor da o kadar düsük olacaktır.
- Konforlu bir mekân için bu farkın en fazla 3°C olması gerekir.
- İç yüzey sıcaklıklarının düsük olması durumunda, ısının ortam içinde soğuk yüzeylere doğru hareketi, istenmeyen hava akımları olusturur.
- Bu hava akımları da konforu azaltarak hastalıklara neden olur

t_i-t_{iy}	**Konfor Durumu**
2	Çok konforlu
3	Konforlu
4	Az konforlu
6	Konforsuz
8,5	Soğuk
>8,5	Çok soğuk

- İç ortamda üretilen su buharı, yapılara zarar veren bir potansiyele sahiptir.
- Su buharı; basınç farkı nedeniyle ısı akımı ile aynı yönde hareket ederek yapı elemanının gözeneklerinden geçer ve dıs ortama ulasmaya çalısır.
- Su buharının yapı elemanı içerisindeki bu geçisi sırasında,
- doyma veya daha düsük sıcaklıkta bir yüzeyle temas etmesi durumunda buharın bir kısmı yogusarak su haline geçer.
- Yapı elemanları içerisinde birikerek yapıya ve konforumuza zarar verir.
- Yoğusma iç yüzeyde veya yapı elemanları içine meydana gelebilir.
- Bu nedenle, yapı elemanları tasarlanırken mutlaka yogusma kontrolü yapılmalıdır.

- Bina kabuğu tasarımında; bağıl nem degerinin, kısa süreler için bile 0,8’den yüksek olması durumunda iç yüzeylerde küf olusumu riski vardır.
- Yüzeyde meydana gelen yoğusma, neme karsı hassas olan korunmamıs yapı malzemelerinde hasarlar olusmasına neden olabilir.
- Yüzeydeki nem miktarının fazla olması; telafisi olmayan, fiziksel değisikliklere (dökülme, kabarma vb.), kimyasal reaksiyonlara (paslanma vb.) ve biyolojik gelismelere (ahsabın çürümesi vb.) neden olarak konforumuzu bozar.
- Yapı elemanlarının ara yüzeylerinde meydana gelen yoğusma, yapımızın yük tasıyıcı kısımlarında bulunan demirlerin paslanmasına neden olduğu için, yapı ömrünü tehdit eden unsurlardan biridir.

- Yoğusma riskinin azaltılması veya ortadan kaldırılması için; yapı bilesenlerinin içinden birim zamanda geçen su buharı miktarı sınırlandırılmalı ya da yapı bileseninin tüm kesitindeki sıcaklık dağılımı doyma sıcaklığının üstünde olmalıdır.
- Yoğusmanın hiç olmaması için, yapı bileseni içindeki tüm sıcaklıkların, su buharının doyma sıcaklığından daha yüksek olması gerekir.
- Bu da yapı bileseninin dıs iklim kosullarından korunmasıyla, yani dıs cephe ısı yalıtım sistemleri ile sağlanır.
- Böylece yapı bilesenlerinin, ısı yalıtımının sıcak tarafında kalmaları saglanır ve yoğusma sıcaklığının üstünde tutulur.
- Dolayısı ile yoğusmanın zararlı etkilerinden korunulur


10 19:21

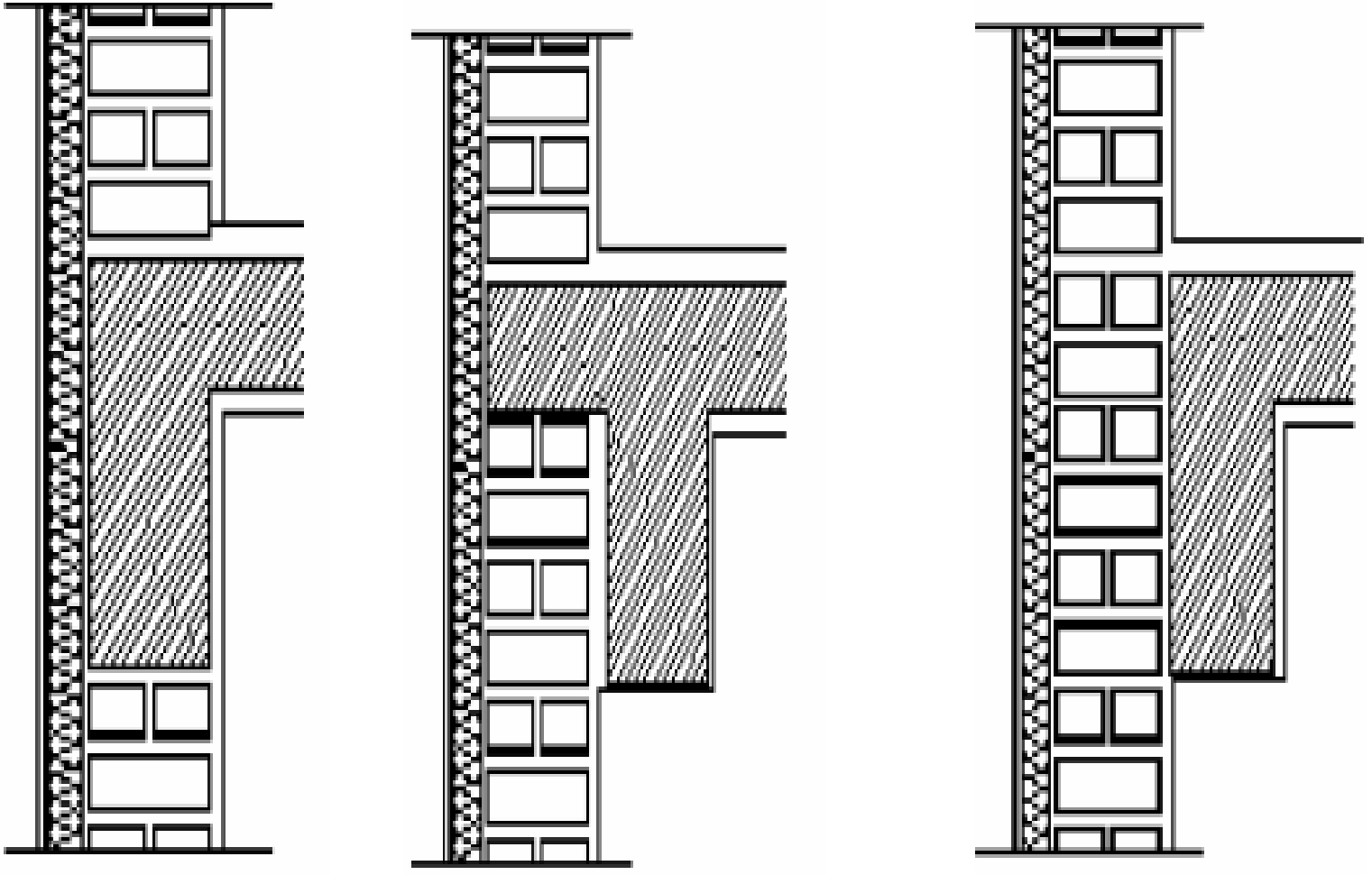
10 19:06

ISI YALITIM UYGULAMALARI

- Günümüzde Türkiye'de dış duvarlardaki yalıtım, ısı yalıtım malzemesinin konumuna göre 4 farklı sistemde uygulanmaktadır:
  - Duvarların Dış Yüzeyine Yapılan Isı Yalıtım Uygulamaları (Mantolama)
  - Duvarların İç Yüzeyine Yapılan Isı Yalıtım Uygulamaları
  - Çift Duvar Arası Isı Yalıtım Uygulamaları (Sandviç Duvar)
  - Havalandırmalı Dış Duvar Yalıtım Uygulamaları (Giydirme Cephe Sistemi)

DUVARLARIN DIŞ YÜZEYİNE YAPILAN ISI YALITIM UYGULAMALARI

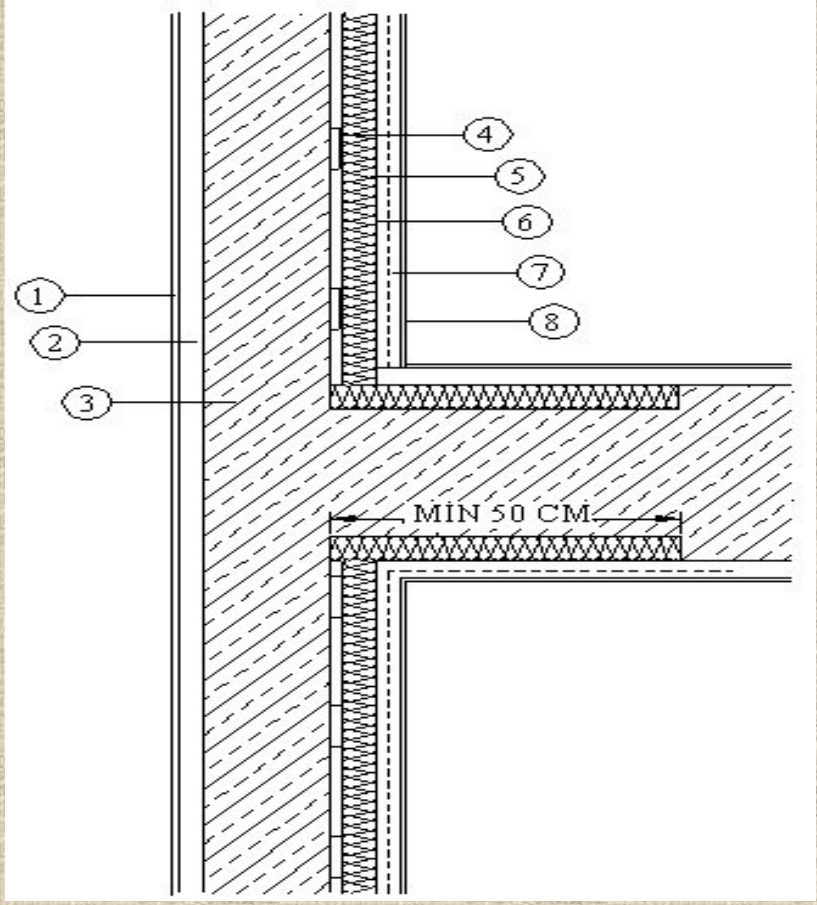
- Dışarıdan yapılan yalıtım, yapı fiziği yönünden en uygun sistem olarak kabul edilmektedir.
- Bu sistemde yalıtım binayı bir manto gibi sarmakta, ısı köprüsü oluşturmamaktadır.
- Böylece sıcaklık değişimlerinden meydana gelecek gerilme ve çatlaklar önlenmekte,havalandırma sayesinde konstrüksiyonun sürekli kuru kalması sağlanmaktadır
- Dışarıdan yalıtım sistemi, yeni yapılara uygulanabileceği gibi, mevcut binalara da kolayca uygulanabilmektedir.



DUVARLARIN İÇ YÜZEYİNE YAPILAN ISI YALITIM UYGULAMALARI

- Günümüzde konutlarda da sıklıkla uygulanan bu sistem; büro binaları, konser ve sinema salonları gibi kısa süreli kullanılan, sürekli bir ısıtma gerektirmeyen mekânlarda uygulandığında daha olumlu sonuçlar vermektedir.
- Bu sistemde duvarların ısı depolama yeteneği az, ancak ön ısınma süreleri kısadır.
- Uygulamalarda, döşemelerin,kolon, kiriş ve perdelerin dış duvara bağlandığı kısımlarda meydana gelen ısı köprülerini ortadan kaldıracak önlemlerin alınması gerekmektedir.
- Dıştan yalıtımlı duvarlarda görülen uygulama tekniğinin güçlüğü ve maliyet artışı gibi olumsuz özelliklere karşın, iç yüzeyden yalıtımlı duvarlarda uygulama kolaylığı ve maliyetin düşmesi olumlu özellikler arasında sayılmaktadır.

DUVARLARIN İÇ YÜZEYİNE YAPILAN ISI YALITIM UYGULAMALARI



1- Dıs cephe kaplaması
2- Sıva
3- Duvar
4- Yapıstırıcı
5- Isı yalıtım malzemesi
6- Buhar kesici ve/veya buhar dengeleyici (yoğusma kontrolüne göre)
7- Alçı sıva (sıva filesi ile) veya alçı plaka
8- iç kaplama

- Bu uygulamalarda, yapı bileseninin içerisinden geçen su buharının azaltılması için buhar difüzyon katsayıları, yüksek buhar dengeleyicileri kullanılabilir.
- İçten ısı yalıtımı uygulamaları ile iç yüzeyin sıcaklığı su buharının doyma sıcaklığının üzerinde tutularak küf, mantar, vb. olusumu engellenir.
- Ayrıca yapı bileseni içerisinden geçen su buharı miktarı sınırlandırılarak meydana gelebilecek yoğusma miktarının yapı malzemelerine zarar vermesi önlenir.

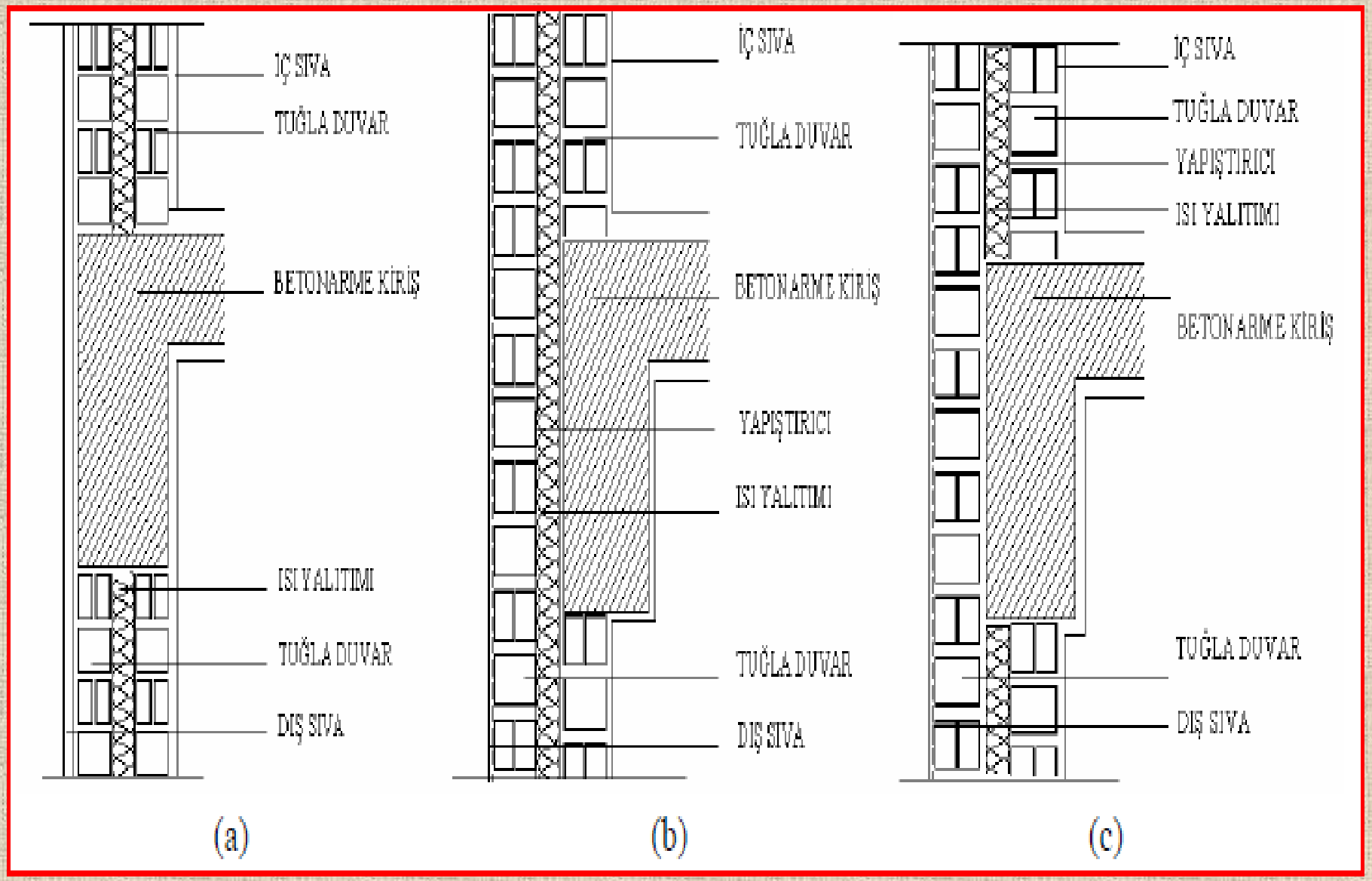
Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

- Duvarların içten yalıtılması, yoğusma riskinin yüksek olduğu uygulamalardır.
- Kullanılan ısı yalıtım malzemesinin su buharı difüzyon direnci ve kalınlığına göre TS 825'de verilen yöntemle yoğusma tahkiki yapılarak, buhar kesicinin sıcak tarafta kullanılıp kullanılmaması karar verilmelidir.
- Buhar kesicinin ek yerlerinde, geçirimsizlik sağlayan buhar kesici bantlar kullanılmalı ve buhar kesici katman tespit elemanları ile delinmemelidir.
- Isı yalıtım malzemesi sürekli olarak uygulanmalı, ısı köprüsü olusturacak profil vb.tespit elemanlarından kaçınılmalıdır.

- Kat dösemeleri ile birlesimlerde ısı köprülerini önleyecek sekilde ısı yalıtımı uygulanmalıdır.
- Duvar bünyesinde bulunan kolon, kiris hatıl vb. tüm ısı köprüleri öncelikle dıs yüzeyden, zorunlu kalınması durumunda tavan-döseme iç yüzeyine en az 50 cm dönülerek yalıtılmalıdır.
- Buhar kesici tabakalar tavan ve dösemelere döndürülmelidir.
- Mutfak ve banyo gibi yüksek buhar üretilen hacimli yerlerde kaynağa yakın noktada su buharının pasif bir baca veya mekanik havalandırma ile dısarı atılması sağlanmalıdır.

ÇİFT DUVAR ARASI ISI YALITIM UYGULAMALARI (SANDVİÇ DUVAR)

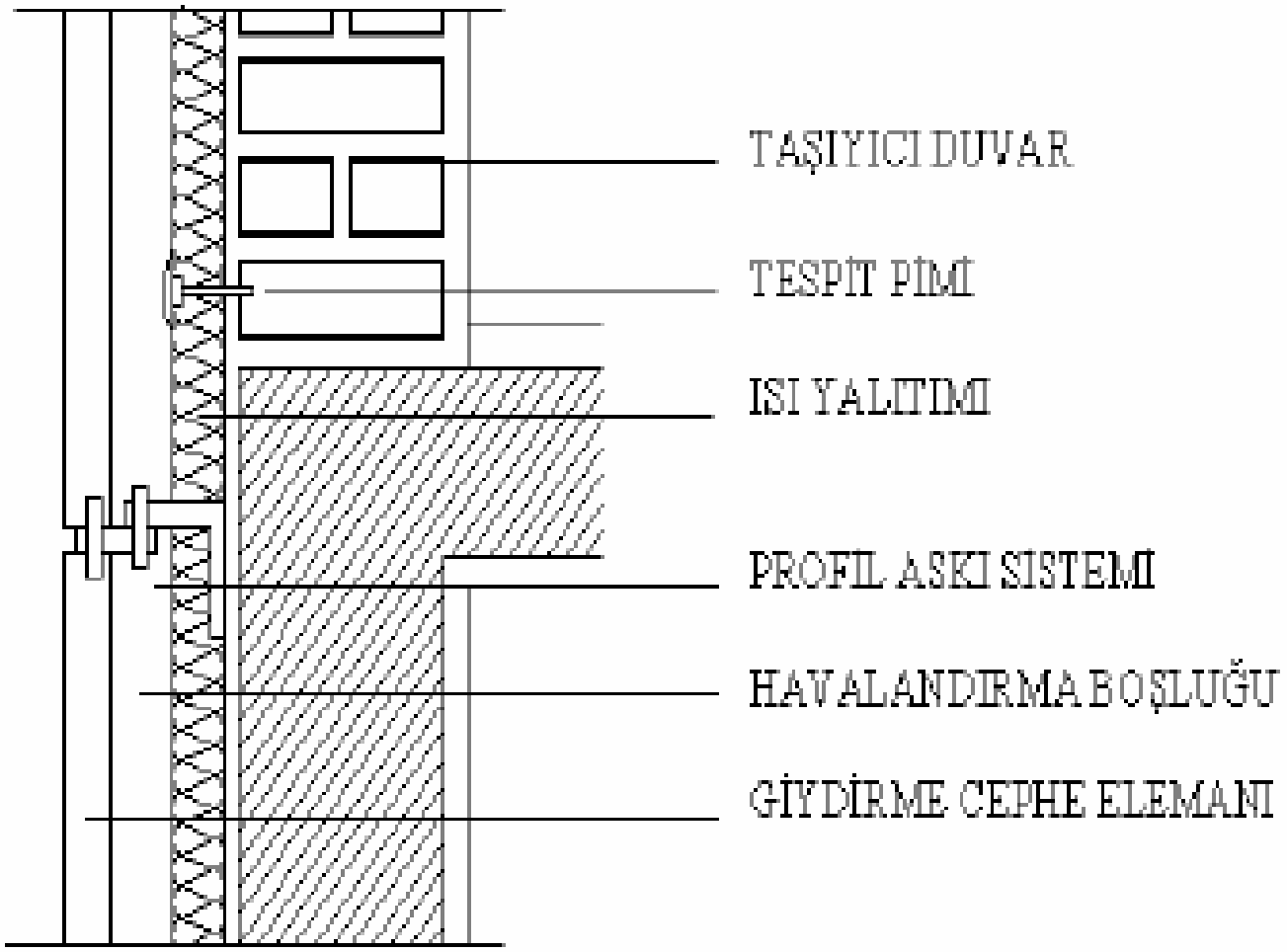
- İki duvar arasına sert köpük levhaların yerleştirilmesiyle oluşturulan, uygulaması en kolay yöntemdir.
- Duvar konstrüksiyonu farklı kalınlıkta ve taşıyıcılıkta olabilmektedir.
- Türkiye'deki çift duvar arası ısı yalıtım uygulamalarında, çoğunlukla betonarme yüzeyler yalıtılmamaktadır.
- Sandviç duvar olarak bilinen çift tabakalı duvarlar boşluksuz veya boşluklu olarak uygulanabilmektedir.


İÇ SIVA
TUĞLA DUVAR
BETONARME KİRİŞ
ISI YALITIMI
TUĞLA DUVAR
DIŞ SIVA
(a)
İÇ SIVA
TUĞLA DUVAR
BETONARME KİRİŞ
YAPIŞTIRICI
ISI YALITIMI
TUĞLA DUVAR
DIŞ SIVA
(b)
İÇ SIVA
TUĞLA DUVAR
YAPIŞTIRICI
ISI YALITIMI
BETONARME KİRİŞ
TUĞLA DUVAR
DIŞ SIVA
(c)

- Sandviç duvar uygulamalarında, iki farklı duvar katmanın deprem anında açılıp birbirlerinden ayrılmaması için sık aralıklarla tel veya metal kenetlerle birbirine bağlanması gerekmektedir.
- Ancak ülkemizde bu önlemin pek uygulanmadığı görülmüştür.
- Duvar kesitinde, dış duvar ile ısı yalıtım tabakası arasında yoğuşma olabilmektedir.
- Bu durum hem ısı yalıtım malzemesinin verimini düşürmekte hem de iç yüzeyde istenmeyen görüntülere sebep olabilmektedir.
- Detaylandırmada duvar kesitinden içeri sızabilecek yağmur suyunun ve oluşabilecek yoğuşma suyunun dışarı atılmasına imkân veren drenajlar oluşturulmalıdır.

Havalandırmalı Dış Duvar Yalıtım Uygulamaları (Giydirme Cephe Sistemi)

- Yapının mevcut duvarına uygulanan ısı yalıtım malzemesi ile kaplama malzeme arasında hava boşluğu bulunan sistemlerdir.
- Türkiye'de, özellikle büyük şehirlerimizde sayısı giderek artan ve büro yapısı dışında günümüzde konut olarak da tercih edilen yüksek yapılarda uygulanan bu sistemde, yapı elemanlarından kaynaklanan ısı kaybı; pencereler ile parapet bölgesini oluşturan duvar elemanlarında meydana gelmektedir.
- Yoğuşmanın engellenmesi için yalıtım tabakası ile cephe kaplaması arasında mutlaka havalandırma boşluğu bırakılmalıdır

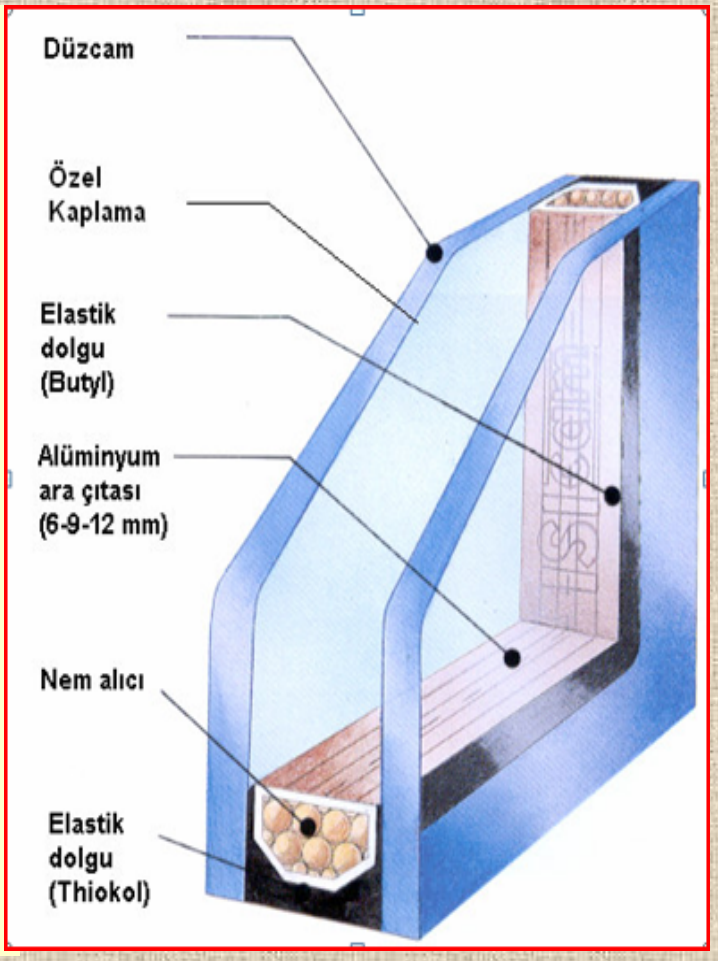

TAŞIYICI DUVAR
TESPİT PİMİ
ISI YALITIMI
PROFİL ASKI SİSTEMİ
HAVALANDIRMA BOŞLUĞU
GİYDİRME CEPHE ELEMANI

PENCERELER

- Binalardaki ısı kayıplarının yaklaşık % 30'u pencerelerden kaynaklanmaktadır.
- Pencerelerde tek cam yerine yalıtım camı kullanılması durumunda ısı kayıpları yarı yarıya azalmaktadır.
- Yalıtım camı ünitelerinde yalıtımı sağlayan iki cam plaka arasındaki hava boşluğudur.İki cam arasındaki boşluğa hava yerine argon vb.gazların doldurulması ünitenin ısı yalıtım özelliğini iyileştirmektedir.

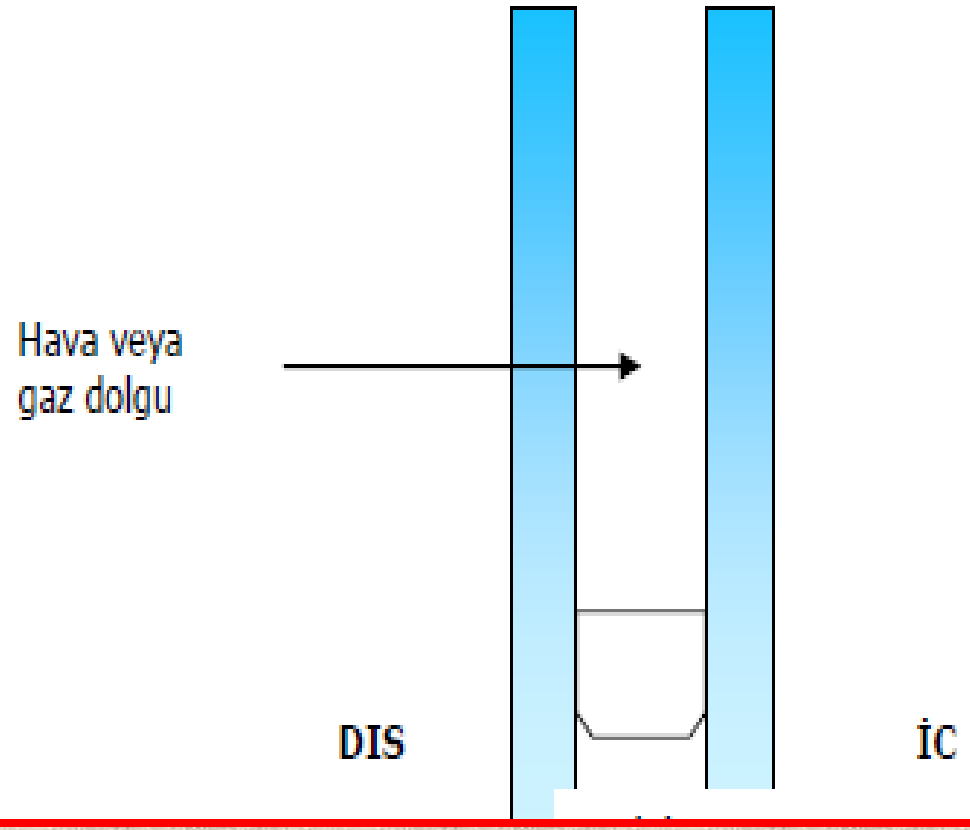
PENCERELER

- Daha etkin bir enerji tasarrufu sağlamak amacıyla cam teknolojisinde kaplamalı camlar geliştirilmiştir.
- Kaplamalı camlar, esas itibariyle cam yüzeyinin çok ince bir metal veya metal oksit tabakası ile kaplanmasını içermektedir.
- Tek camdan üç kat daha iyi ısı yalıtımı sağlayan ve görüntüde standart camdan farkı olmayan Low-E ısı kontrol kaplamalı yalıtım camı üniteleri ideal çözümü oluşturmaktadır.



Standart Yalıtım Camı Üniteleri ile Low-E Kaplamalı Yalıtım Camı Ünitelerinin Isı Geçirgenlik Değerlerinin Kıyaslanması :

1. Standart Yalıtım Camı Ünitesi



yalıtım camı ünitesi
ara boşluk genişliklerine
bağlı ısı geçirgenlik
katsayıları

6 mm hava dolgulu
U=3,3 W/m²K

9 mm hava dolgulu
U=3,1 W/m²K

12 mm hava dolgulu
U=2,8 W/m²K

16 mm hava dolgulu
U=2,7 W/m²K

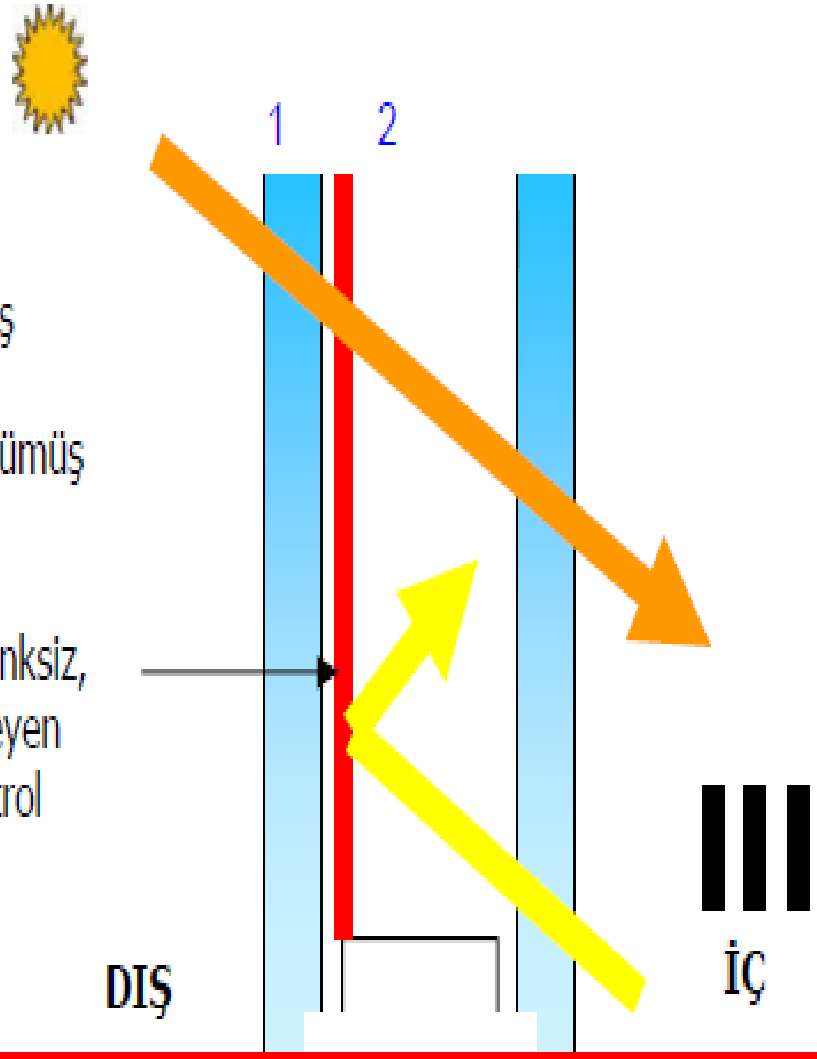
Low-E ısı kontrol kaplamalı yalıtım camı ünitesinde kaplama Türkiye genelinde kışları çok sert geçen yöreler dışında standart kullanımda ünitenin 2. yüzeyinde yer alır.

Oda içi nem oranına bağlı olarak kışın çok soğuk günlerinde oda içine bakan cam yüzeylerindeki terlemeleri ve pencere önlerindeki "soğuk bölge" olgusunu önler.

LOW-E ISI KONTROL KAPLAMALI YALITIM CAMI ÜNİTESİ

2. Low-E Isı Kontrol Kaplamalı Yalıtım Camı Ünitesi

Konutlar ve kış şartları için geliştirilmiş, gümüş esaslı, fabrika ortamında uygulanan, renksiz, gözle görülmeyen Low-E ısı kontrol kaplaması



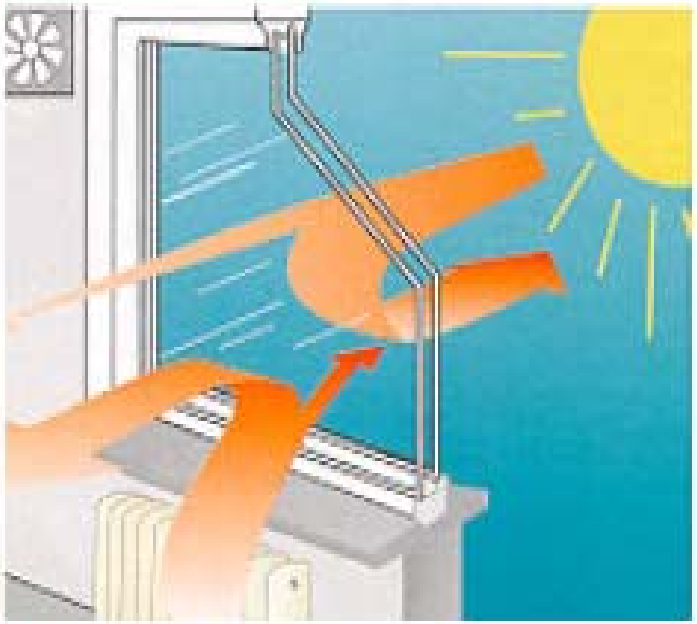
yalıtım camı ünitesi ara boşluk genişliklerine bağlı ısı geçirgenlik katsayıları

6 mm hava dolgulu
U=2,5 W/m²K

9 mm hava dolgulu
U=2,1 W/m²K

12 mm hava dolgulu
U=1,8 W/m²K

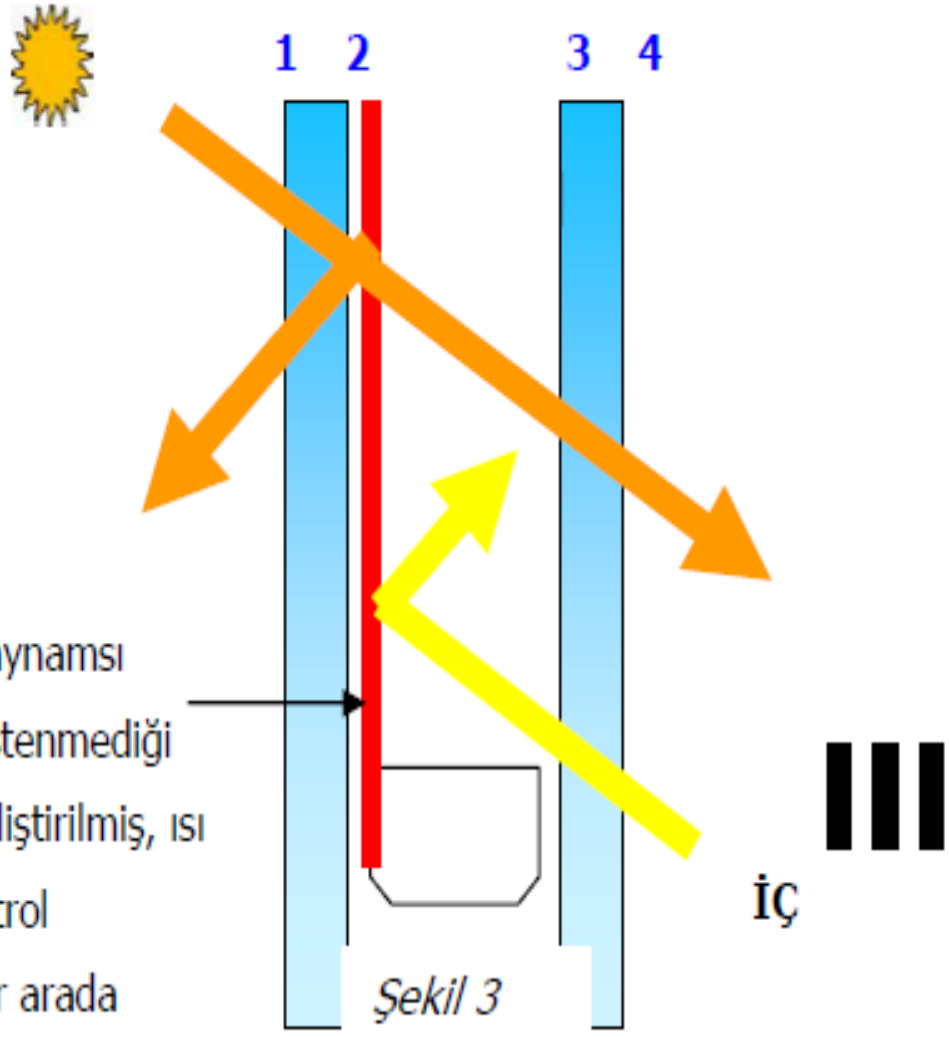
- Low-E ısı ve Güneş kaplamalı yalıtım camı üniteleri ışıktan ödün vermeden güneş kontrolü sağlar.
- Yazın pencere önlerindeki “sıcak” , kışın ise “soğuk” bölge olgusunu ve oda içi nem oranına bağlı olarak kışın çok soğuk günlerde oda içine bakan cam yüzeylerdeki terlemeyi önler.



Resim 2

LOW-E ISI ve GÜNEŞ KONTROL KAPLAMALI YALITIM CAMI ÜNİTESİ

3. Low-E Isı ve Güneş Kontrol Kaplamalı Yalıtım Camı Ünitesi



Şekil 3

Konutlar ve aynaması görüntünün istenmediği yerler için geliştirilmiş, ısı ve güneş kontrol özelliklerini bir arada barındıran kaplama

yalıtım camı ünitesi ara boşluk genişliklerine bağlı ısı geçirgenlik katsayıları

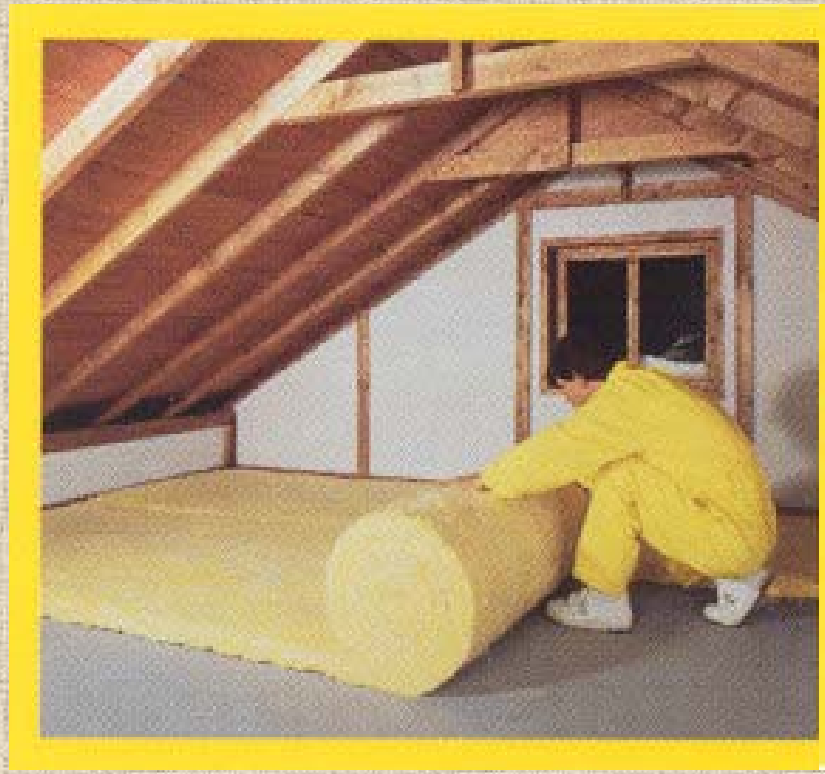
6 mm hava dolgulu
U=2,5 W/m²K

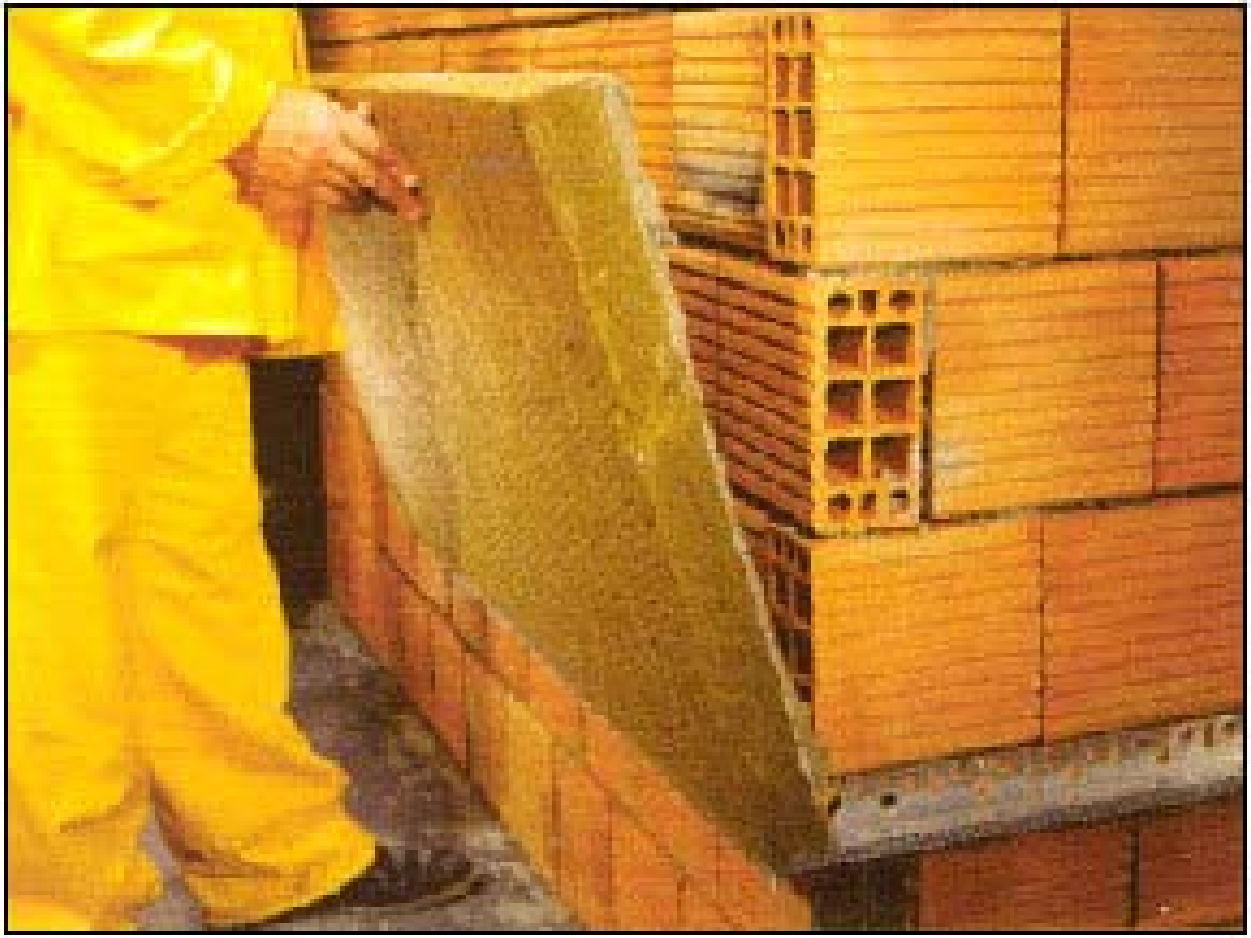
9 mm hava dolgulu
U=2,0 W/m²K

12 mm hava dolgulu
U=1,7 W/m²K

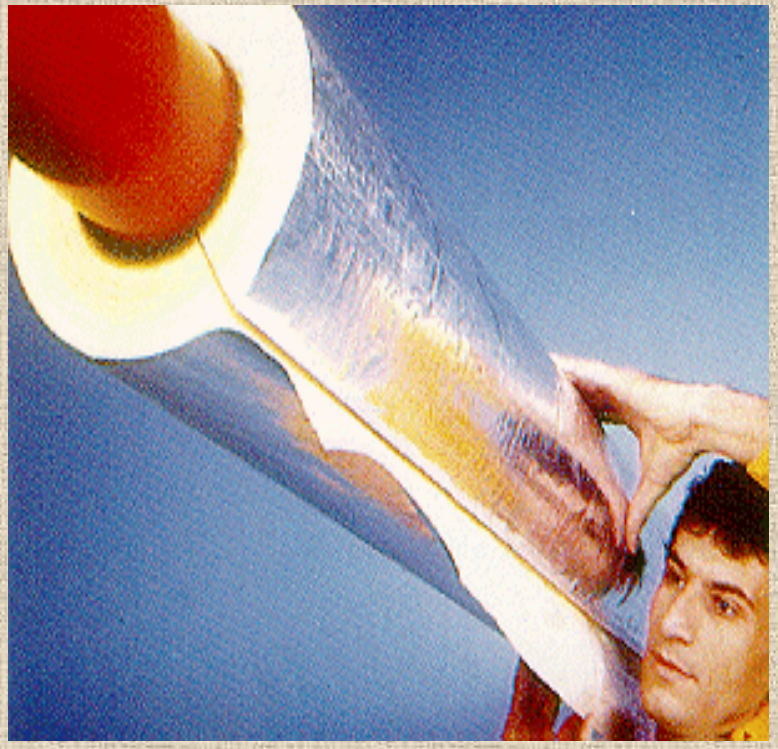
16 mm hava dolgulu
U=1,4 W/m²K

YALITIM UYGULAMA ÖRNEKLERİ





Tesisat Yalıtımı Uygulama Örnekleri



Isı Yalıtımı İlk Yatırım ve İsletme Maliyetlerini Azaltır

- Yukarıda ele aldığımız doğrudan yararlarının dısında ısı yalıtımının, dolaylı birçok faydası vardır.
- Isı yalıtımı yapılan yeni binalarda ısınma için daha az enerji gerekeceğinden, kazan büyüklüğü, radyatör sayısı ve kalorifer tesisatının diğer ekipmanları daha az kullanılır.
- Radyatör sayısının ve dilimlerinin azalması, odaların kullanım alanını da artıracaktır.
- Isı yalıtımının yaygınlaşması bu alanda yatırımları artıracak ve bu da issizliği azaltıcı bir gelisme olacaktır.
- Aynı zamanda tesisatlarda yapılan ısı yalıtımı, tesisatları korozyondan koruyarak ömrünü uzatacaktır.

Yalıtımlı ve yalıtımsız bir binanın mukayesesi

- İstanbul’da insa edilecek olan bir binanın yalıtılması ile isletme ve ilk yatırım maliyetlerinden elde edilebilecek parasal tasarrufu, bir örnekle anlatmak mümkün.
- Hesaplamalarda; taban alanı 200 m2 olan (her katında 90 m2’lik ikiser daireye sahip) 4 katlı bir apartman örnek alındı.
- Söz konusu binada; 264,4 m2’si betonarme kolon ve kiris, 297,4 m2’si tugla dolgu duvar olmak üzere, toplam 561,8 m2’ dıs duvar alanı mevcut.
- Kat yüksekligi 2,7 m olan binada, 86,2 m2 camlama bulunuyor.

- **Yalıtımsız durum (mevcut durum):**
- Yalıtımsız durumda binada herhangi bir ısı yalıtım malzemesi kullanılmamıstır.
- Dıs duvarlar 19 cm tugla üzerinde 2 cm iç ve dıs sıvaya sahiptir. Tavan ve tabanda da ısı yalıtımı bulunmuyor.
- **Yalıtımlı durum (TS 825'e uygun):**
- Yalıtımlı durumda ise binanın tavan, taban ve dıs duvarlarında; TS 825 "Binalarda Isı Yalıtımı
- Kuralları" na uygun olacak sekilde ısı yalıtım malzemelerinin
- kullanıldıgı varsayılmıstır.
- Tavanda 12 cm, tabanda 4 cm ve duvarlarda dıstan 4 cm ısı yalıtım malzemesi kullanılmıstır.

- Böylece binanın yalıtımsız ve yalıtımlı durumları arasında dogalgaz tasarrufu ve yalıtım maliyeti açısından bir karsılastırma yapmak mümkün olmaktadır.
- Karsılastırmada pencerelerin etkisi ele alınmamıstır.
- Her iki durumda da binanın pencerelerinin 12mm bosluklu yalıtım camı ünitesi ve plastik dogramalı oldugu kabul edilmistir.
- TS 825'e göre binada uygulanacak yalıtım kalınlıgı belirlenmis ve yapı elemanlarının detayları olusturulmustur.
- Binanın ısıtma yükü ise TS 2164'e göre hesaplanmıstır.

Sonuçlar

- Örnek binaya yapılan ısı yalıtımı uygulamasıyla; saglıklı ve konforlu yasam kosullarının olusturulması için gerekli yıllık ısıtma ihtiyacında yaklasık yüzde 60'lık azalma hesaplanmıstır.

- Yalıtımsız binanın toplam ısı kaybı 79 kW., buna karsılık yalıtımlı binada toplam ısı kaybı 32 kW olarak hesaplanmıstır.

- Yalıtım uygulamalarının toplam ısı kaybını azaltıcı etkisi; ekonomik olarak hem isletme, hem de ilk yatırım maliyetlerine tesir edecektir.

İlk yatırım maliyetleri açısından mukayese

- Toplam ısı kaybının düsük olması; kazan kapasitesinin küçülmesini, radyatör miktarının azalmasını ve ısıtma tesisatında kullanılan boruların çaplarının küçülmesini saglar. Bu durum ısıtma sistemi için gerekli olan ilk yatırım maliyetini düsürür.
- Yalıtımsız binada toplam ısı kaybına baglı olarak kullanılması gereken kazanın kapasitesi 82 kW iken, yalıtımlı binada 35 kW'lık bir kazan tüm ihtiyaçları karsılar.
- Kazanın maliyetini öncelikle kapasitesi belirler.
- Yalıtımsız binada tesis edilmesi gereken kazanın maliyeti 2.531 $ iken TS 825'e uygun yalıtımlı binada kazan maliyeti 893 $'dır.
- Bu çalısmada ele alınan binaya yalıtım uygulanması ile kazan maliyetinden edilen tasarruf 1.638 $'dır.

İlk yatırım maliyetleri açısından mukayese

- Benzer sekilde; ısıtma yükünün yalıtım uygulaması ile azalması, ısı transfer yüzeyi saglayan radyatörlerin de miktarını ve dolayısıyla maliyetlerini düsürür.
- Yalıtımsız binada kullanılması gereken radyatör maliyeti 1.250 $ iken TS 825'e uygun yalıtımlı binada radyatör maliyeti 534 $'dır.
- Yalıtım uygulanan binada, radyatör maliyetinden 716 $ tasarruf edilmistir.

- Yalıtımlı ve yalıtımsız bina ilk yatırım yönüyle ele alındığında; yalıtımsız binada ısıtma sistemi için 3.781 $ yatırım gerekirken, yalıtımlı binada sadece 1.427 $'lık bir yatırım yeterlidir.
- Yalıtım uygulaması ile ısıtma sisteminin kurulmasında 2.354 $ tasarruf elde edilir.
- Bu gider sadece bir defaya mahsustur.

İsletme Maliyetleri Açısından Mukayese

- Toplam ısı kaybının düsük olmasının bir baska getirisi de ısıtma için gereken yakıt miktarının azalması ve isletme maliyetlerinin düsmesidir.
- Yalıtımsız binada, ısıtma periyodu boyunca yıllık 4.683 $ degerinde 23.413,75 m3 dogalgaz yakılması gerekirken, yalıtımlı binada aynı zaman aralıgında 2.000 $ degerinde 9.993,67 m3 dogalgaz kullanılması yeterlidir.
- Dolayısıyla isletme maliyetleri ele alındıgında; yalıtım uygulaması ile yıllık 2.683 $ tasarruf yapılmaktadır.
- Yalıtım uygulamasının belirli bir maliyetinin olması kaçınılmazdır. Bu binanın yalıtımı 11.980 $ degerinde bir ilk yatırım maliyetine sahiptir.

İsletme Maliyetleri Açısından Mukayese

- Fakat ısıtma sisteminin ilk yatırım maliyetinden 2.354 $ tasarruf edilmesi ile yalıtım uygulamasının ilk yatırım maliyeti 9.626 $ olarak düsünülebilir.

- Söz konusu bu yatırım maliyeti, isletme maliyetlerinden elde edilen tasarruf göz önüne alındıgında (9.626 $ / 2.683 $) yalıtım uygulamasının, binanın 4. kullanım yılında kullanıcısına kâr ettiren bir yatırım oldugu ortaya çıkar.

İsletme Maliyetleri Açısından Mukayese

- Bu çalısmada binada yaz mevsiminde soğutma yapılmadığı göz önüne alınmıstır.
- Dolayısıyla, hem ısıtma hem de soğutma sistemlerinin ilk yatırım ve isletme maliyetlerinden önemli ölçüde tasarruf sağlayan yalıtım uygulamalarının, sadece ısıtmadaki etkisi ile yalıtım için yapılması gereken yatırımın 4 yılda kendini geri ödediği sonuç elde edilmistir.
- Soğutma sistemine de sahip olan binalarda sistem kendini çok daha kısa sürede geri ödeyecektir.
- Yalıtımsız binanın toplam ısı kaybı 79 kW, yalıtımlı binanın toplam ısı kaybı 32 kW olarak hesaplanmıstır.
- İlk yatırım ve isletme maliyetleri açısından iki yapı asağıda karsılastırılmıstır.

İsletme Maliyetleri Açısından Mukayese

- ***Kazan (Isıtma tertibatı) Maliyetleri***

  Yalıtımsız binadaki kazan maliyeti : 2.531 $

  Yalıtımlı binadaki kazan maliyeti : 893 $

  Kazan maliyetinden tasarruf : 1.638 $

- ***Radyatör Maliyetleri***

  Yalıtımsız binadaki radyatör maliyeti : 1.250 $

  Yalıtımlı binadaki radyatör maliyeti : 534 $

  Radyatör maliyetinden tasarruf : 716 $

İsletme Maliyetleri Açısından Mukayese

- ***Toplam Isıtma sistemi maliyeti***

Yalıtımsız binadaki sistem maliyeti	: 3.781 $
Yalıtımlı binadaki sistem maliyeti	: 1.427 $
Toplam sistem maliyetinden tasarruf	**: 2.354 $**

İsletme Maliyetleri Açısından Mukayese

- **İşletme maliyetleri açısından mukayese**
- ***Gerekli olan yıllık yakıt miktarı ve maliyeti***

  Yalıtımsız binadaki yakıt maliyeti (23.413,75 m3 dogalgaz) ; 4.683 $

  Yalıtımlı binadaki yakıt maliyeti (9.993,67 m3 dogalgaz) ; 2.000 $
- **İşletme maliyetinden tasarruf (13.420,08 m3 dogalgaz) ; 2.683 $**

İsletme Maliyetleri Açısından Mukayese

- Enflasyonun olmadıgı ve yakıt fiyatının hiç artmadıgı düsünülse dahi, geri ödeme süresi hesaplandıgında 3-4 yıl sonucuna ulasılır.
- Geri ödeme süresi; enflasyon oranının yüzde 5 olması durumunda; 2-3 yıl, yüzde 10 olması durumunda ise neredeyse 2 yıldır.

$$\frac{(\text{Yalitim maliyeti - Isitma sisteminden elde edilen tasarruf})}{\text{Isletme giderlerinde elde edilen tasarruf}} = \frac{11980 - 2354}{2683} = 3{,}5\ \text{yıl}$$

- Hesaplamada yapılan kabuller asagıda listelenmistir;
- 1 m3 dogalgaz fiyatı 0,2 $ olarak alınmıstır.
- Isıtma sisteminin merkezi sistem oldugu ve günde 14 saat çalıstırıldıgı varsayılmıstır.
- Dıs sıcaklık hesap degeri İstanbul için TS 2164 standardına göre –3 °C‘dir

TEŞEKKÜRLER