

YAPILARDA SICAK ETKİSİNİN GETİRDİĞİ PROBLEMLERİN ISI YALITIM ÜRÜNLERİ İLE ÇÖZÜMÜ*

Korhan İŞİKEL - Kemal BAYRAKTAR

ÖZET

Bilindiği gibi insanın iklimsel ihtiyaçları, yaşamını devam ettirebilmesi için sağlığında sürekliliğin sağlanması ve içindeki verimin artırılması için mutlaka karşılanması gereken biyolojik ihtiyaçları arasındadır. O nedenle, ölçüğü ve fonksiyonu ne olursa olsun, herhangi bir çevrede kullanıcıların iklimsel konfor ihtiyacı mutlaka sağlanmış olmalıdır. Çevrenin iklimsel performansının en iyi göstergesi ise, enerji harcamalarına karşılık o çevrede oluşan iklimsel koşullardan kullanıcıların ne derece hoşnut olduğudur.

Binaların istenilen iç iklimsel koşulları sağlayabilmesi için, tasarım aşamasında iç mekan konfor koşullarına etki edecek parametrelerin dikkate alınması gerekmektedir. Bu nedenle iç ortam sıcaklığını belirleyen ısı kayıp ve kazançlarını azaltacak önlemler, bina proje aşamasında göz önüne alınmalıdır.

Bu nedenle burada ısı kazançları tanımlanarak, etki eden parametrelerin en önemlilerinden yapı bileşenleri üzerinde durulmuştur.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Tüm dünyada insan nüfusu ve tüketimi hızla çoğalmakta, buna paralel olarak enerji ihtiyacı da artmaktadır. Çok miktarda enerji tüketimi nedeni ile kentsel hava kirliliği artmakta doğal enerji kaynakları azalmakta, enerji pahalılaşmaktadır.

Son senelerde yurtdışında büyük alışveriş merkezleri, ofis kompleksleri ve genel müdürlük yapıları gibi prestij binalar, inşaat teknolojisinin en yeni sistemleri kullanılarak inşaa edilmektedir. Çalışan insanların konforlarının temini ve üretkenliklerinin artırılması için bu tip yapılarda klima ve havalandırma yapılması mecburiyeti ortaya çıkmaktadır. Şüphesiz ki, herhangi bir ısıtma ve soğutma sistemi kullanılarak her tipteki binayı klimatize etmek mümkündür. İnsanların yaşadıkları hacimlerin ısıtılmasının, havalandırılmasının veya iklimlendirilmesinin amacı kişiler için uygun bir iç iklimin elde edilmesidir. Bu iklim "uygun bir hava kalitesi ve uygun bir ısı çevre" olarak tanımlanabilir.

Gelişme çabaları içinde olan ülkemizde ise durum batı ülkelerinden farklıdır. Çok hızlı bir nüfus artışı ve şehre göç mevcuttur. Bu nedenle konut açığını en kısa sürede ve en ekonomik yoldan karşılamayı amaçlayan aşırı ve genelde sağlıksız yapılaşmada ekonomiklik hiç bir zaman kullanıcıların iklimsel konfor koşullarından sağlıkları pahasına ödün vermeleri veya iklimsel konfor şartlarını sağlamak için gereğinden fazla harcama yapmaları - diğer bir deyişle ilk yatırım maliyeti düşük binalarda zorunlu olarak işletme maliyetinin yüksek olması- anlamına gelmemektedir.

Yaz aylarında sıcak havanın rahatsızlığını giderecek çareler bulmak ve bu dönemde geçici bir süre için dahi olsa, serin bir ortamda barınmak herkesin arzusudur. İlk bakışta, bu ihtiyacın giderilmesinin ancak klima kullanımı ile çözülebileceği ve birçoğunun bütçesini aşan bir yatırımı gerektirdiği için de, ar-zulansa dahi, mümkün olmadığı düşünülebilir. Bu kısmen doğru bir yorumdur. Çünkü ortamların sıcaklıklarını belirleyen denge, onların zaman içindeki ısı kazanç ve kayıplarından oluşur. Kışın ısıtılan ortamın yalıtım malzemesi kullanılarak sıcak tutulabildiği bilindiği halde, aynı malzemelerin yazın da sıcaklığı içeri girmesine mani olduğu fark edilmemiş olabilir.

BÖLÜM 2. ISI KAZANÇLARI

Yapı duvarları üzerinden oluşan ısı kayıp - kazancı ve ısı yalıtımının etkisi

En önemli konfor koşullarından biri olan iç ortam sıcaklığı; yapıyı çevreleyen duvarların, çevre sıcaklığı, güneş ışınımı, rüzgar hızı gibi dış atmosferik şartlarla etkileşimi sonucu değişmektedir. Bilindiği gibi iç ortam sıcaklığını belirleyen ve duvar üzerinden mevsimlere göre ısı kazancı veya ısı kaybı şeklinde bir ısı akımı söz konusu olmaktadır.

Isı kazancı, dış ortamdan daha düşük sıcaklıkta bulunan iç ortama (yapıya) doğru ısı transferidir. Isı kazançları

karmaşık ve gün uzunluğu boyunca sürekli farklı olarak değişen kısımlardan oluşmuştur. Bir yapının toplam ısı kazancı genel olarak şu kısımlardan meydana gelmektedir.

- Yapı elemanlarından (duvar, çatı, döşeme, pencere..) gelen ısı kazançları.

- İnsanlardan gelen ısı kazancı.
- Aydınlatma ve diğer elektrikli cihazlardan gelen ısı kazancı.

Bilindiği gibi, gün boyunca güneş ışınımı ve çevre sıcaklığının yapı üzerindeki etkisi sürekli değişmektedir. Bu nedenle yapının opak ve saydam elemanlarından gelen ısı kazancı zamana bağlı olarak sürekli değişmektedir. Yapının maksimum ısı kazancının ve zamanının saptanmasında opak ve saydam elemanlardan gelen ısı kazançları etkili olduklarından, yapı elemanları ısı kazancı hesaplarında dikkate alınması gereken en önemli kısımlardır.

Isı kazanç ifadelerinden bilindiği gibi, herhangi bir duvar için sabit yüzey alan ve sabit sıcaklık farkları düşünüldüğünde, ısı transferini azaltmak ancak ısıl direncin (R) büyütülmesiyle olabilmektedir. ısıl direncin büyütülmesi, yapı elemanlarının kalınlığının büyütülmesini ($s \rightarrow \infty$) veya ısı iletim katsayısının çok küçültülmesini ($\lambda \rightarrow 0$) gerektirmektedir. Yapı duvarlarının fazla kalın yapılması; binaya aşırı yük getireceği gibi depreme dayanıklılık ve işçilikten, malzeme maliyetine kadar artışın yanında, kapalı alanlarda daha az hacim anlamına geldiğinden günümüzde tercih edilmemektedir. Bu nedenle yapı duvarlarının mümkün mertebe ısı iletim katsayısı düşük malzemelerden seçilerek ısı iletim katsayısı çok düşük yalıtım malzemeleri (ısı iletim katsayısı genel olarak 0.06 kcal/ km²C'den küçük) ile takviye edilmesi gerekmektedir. ısıl direncin artışı oranında daha az ısı kayıp ve kazancı, dolayısıyla herhangi bir iklimlendirme cihazı kullanılmadığı durumda daha konforlu bir iklimlendirmeyi, herhangi bir ısıtma-soğutma cihazı kullanılması durumunda ise çok daha az enerji tüketimini yeterli kılacaktır. Düşük işletme maliyetleri yanında ihtiyaç duyulan soğutma yükünün yapıda ısı yalıtımı uygulaması ile azaltılması; daha küçük kapasiteli cihazların yerleştirilmesine ve ilk yatırım masraflarındaki azalmaya neden olarak ısı yalıtımının daha işin başında kendini amorti etmesini sağlayacaktır.

Buradan duvar seçiminin, buna bağlı olarak ısıl direnci azaltacak yalıtım şeklinin belirlenmesinin, enerji tasarrufu ve binaların kullanımı süresince işin ekonomikliği açısından ne kadar önemli olduğu göz ardı edilmemelidir.

İç-dış ortam arasında bir sınır oluşturan yapı dış duvarları, sürekli değişen dış iklimsel koşulların etkisi altında kalmaktadır. Dolayısıyla yapı içerisinde istenen iklimsel konfor, dış yapı elemanlarıyla doğrudan ilişkili olmaktadır. Özellikle yaz koşullarında, zamana göre sürekli değişen çevre havası sıcaklığı ve güneş ışınımı gibi dış etkilerin sonucu oluşan ısı kazançlarının üzerinde durulması oldukça önemlidir. Özellikle iç iklimsel konfor, bir iklimlendirme cihazı çalıştırılarak sağlanacaksa, binanın kullanım süreleri içerisinde daha az enerji harcanması için, ısı kazançlarının olabildiğince azaltılması yoluna gidilmelidir. Bunun için en uygun yol, yapıların dış yüzeyinin büyük bölümünü oluşturan yapı bileşenleri özelliklerinin bina proje aşamasında dikkate alınmasıyla olabilmektedir.

BÖLÜM 3. ISI KAYIP VE KAZANÇLARINA ETKİ EDEN PARAMETRELER

Isı kayıp ve kazançlarına etki eden, binanın bulunduğu bölgenin enlemi yüksekliği gibi coğrafik ve güneş ışınımı, çevre sıcaklığı, rüzgar hızı, havanın nemi gibi iklimsel özelliklerinden, yapının konumu, şekli, rengi, kullanılan yapı elemanları ve yatırım malzemelerinin fiziksel ve boyutsal özelliklerine kadar pek çok parametre bulunmaktadır.

Ayrıca X'nin artışı yapı elemanının ısıl direncini de azaltacağından toplam ısı geçiş katsayısı ve dolayısıyla ısı transferi artmaktadır. Yapının ısı kazançlarını artıran bu etken, soğutma yükünü ve dolayısıyla enerji tüketimini artırır.

Binalardaki ısı kayıp ve kazançlarının azaltılması genel olarak mimari projeye ve projede kullanılan yapı elemanlarının fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Bunlara ek olarak, yapı elemanının ısıl direncini artırmak için, ısı iletim katsayısı düşük, kalınlığı fazla ısı yalıtım malzemelerini kullanmak ısıl konfor açısından olumlu katkı sağlayacaktır.

İklim bölgelerine bağlı olmakla birlikte, ısı yalıtımsız normal duvarlar mevsim şartlarına göre çoğu kez ısı korunum açısından yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle özellikle yapı dış duvarların uygun bir yalıtımları malzemesiyle yalıtımları gerekmektedir.

BÖLÜM 4. ISI YALITIMI NİÇİN GEREKLİDİR?

Enerjinin en çok tüketildiği alanlardan biri de ısıtma-soğutma enerjisi olarak kullanıldığı yaşadığınız binalardır. Anlatılması gereken konular sadece ısı kayıpları ve yakıt tasarrufu ile sınırlı kalmamalıdır. İklimin genelde sıcak olduğu ülkemizde ısı izolasyonu çoğu kişilerce yalnız soğuğa karşı bir önlem olarak bilinmekte, sıcak iklimli yerlerde ısı yalıtımı ya gereksiz görülmekte ya da yeterince önem verilmemektedir. Oysa gerçekte durum tam tersidir. Yaz aylarında bunaltan sıcakların çaresinin daha güç olduğu, soğutmanın ısıtmaktan daha pahalı olduğu, sağlık konusunun ise önde geldiği unutulmamalıdır.

Binalarda çok defa yapı fiziğine uygun olarak ısı yalıtımı yapılmamaktadır. Isı yalıtımı kullanımı ileri ülkelere kıyasla ya miktar olarak oldukça azdır ya da yoktur. Isı yalıtımında amaç yapının en sıcak devrede en az ısı kazanırken, en soğuk devrede en az ısıyı kaybetmesidir.

Sıcak etkisinin neden olduğu bazı problemleri incelersek çatı plağında soğuk ve sıcak dönemlerde aynı fiziksel olaylar meydana gelir. Kabukta sıcak dönemde sıcaklık derecesi ve güneş etkisi ile dıştan içe ve dışa doğru, soğuk dönemde ise içten dışa doğru ısı ve su buharı akımları meydana gelir. Bunun sonucunda çatı kabuğu ve dolayısıyla yapı hasara uğrar.

Teras çatının dış ortam sıcaklık farklarındaki durumunu bina fiziği açısından incelemek yerinde olur. Yurdumuzun bazı bölgelerinde yazın teras çatı yüzeyindeki sıcaklığın $\sim 100^{\circ}\text{C}$ 'lere kadar yükselmesi, kışın ise $\sim 30^{\circ}\text{C}$ 'lere kadar düşmesi, senelik $100^{\circ}\text{C} \sim 130^{\circ}\text{C}$ 'lik sıcaklık farkını, gece ile gündüz arasında ise 80°C 'lik sıcaklık farklarını, hatta ani yağış halinde $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$ 'lik ani sıcaklık farklarını meydana getirmektedir. Beton ve betonarmenin beher metresinde 1°C 'lik sıcaklık farkı sebebiyle meydana gelen genleşme veya büzülme 0.010 mm 'dir.

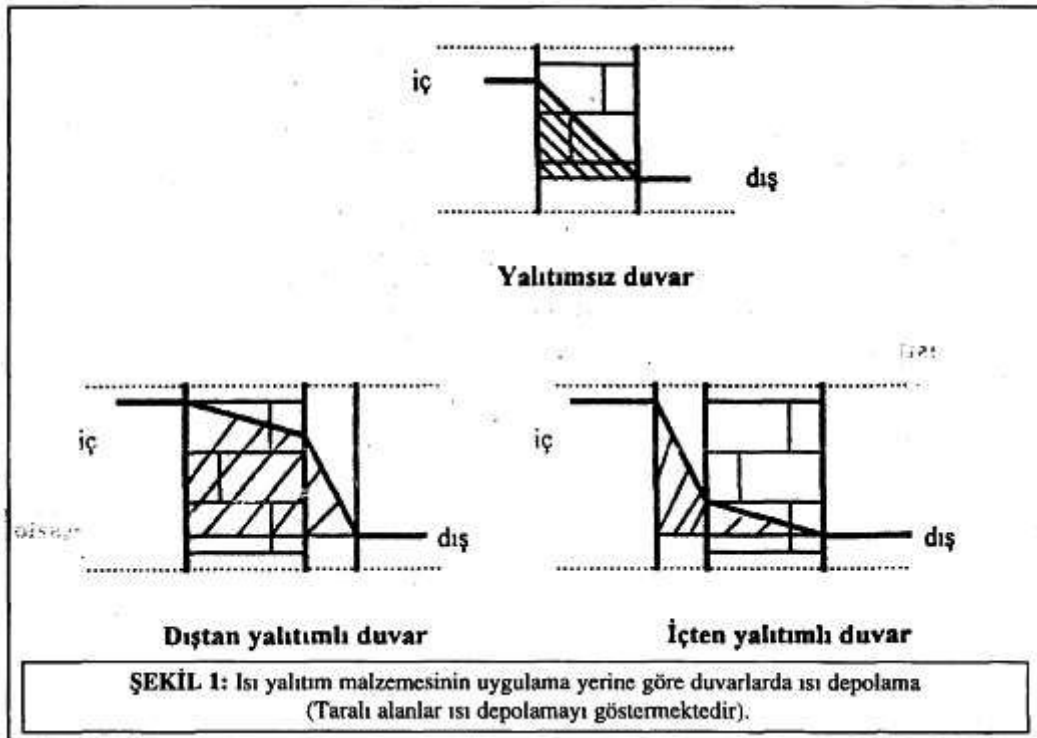
Sıcaklıkla boy değişimi ifadesi

$\Delta L = \alpha * L * \Delta T$: ısı genleşme katsayısı ($1/^{\circ}\text{C}$) olup, beton için ısı genleşme katsayısı $10\text{-}51/^{\circ}\text{C}$ 'dir.

Örnek olarak 10 m. boyundaki bir beton döşeme plağı 100°C 'lik sıcaklık farkına maruz kalması halinde 1 cm. genişleyecek ve büzülecektir. Sıcaklık değişimi cisimlerin bünyesinde gerilmeler yaratır. Isınma basınç, soğuma ise çekme gerilmesi olarak görünür. Teras çatılarda max. sıcaklık, yazın en sıcak günün sıcaklık değeri olarak alınmaz. Burada güneşin çatıda yaptığı ısıma yolu ile ısı depolama sonucu oluşan max. değer kabul edilir.

Aynı şekilde sıcaklık değişimi ile oluşacak kuvvet ve gerilmelerin hesaplanmasında ise

$\Delta L = F * L / A * E$ ifadesinden yararlanılır. (Betonun elastisite modülü 17.104 ton/m^2 'dir.)



	Isı Yalıtımlı	Isı Yalıtımsız
İlk Yatırım (Split Klima)	285 milyon TL	551 milyon TL
Kazanç	266 milyon TL	-
İşletme	2400 W	5500 W
Tasarruf	3100 W	-
Kazanç*	65 milyon TL	-
Toplam Kazanç	331 milyon TL	-

* 5 aylık dönemde günde 10 saat çalışma koşullarında
TABLO 1: Isı yalıtımsız ve Yalıtımlı Hallerin ekonomik kıyaslaması

Bu ifadeden yararlanarak; 25 m. boyundaki ve +10°C'de dökülen betonda 80°C'lik senelik sıcaklık farkı olduğunda ısınmadan dolayı meydana gelen basınç 136 ton/m² olarak hesaplanır. Bu kuvvet parapet duvarlarına, kolonlara, taşıyıcı kısımlara ve ankrajlara yüklenir. Önceden bu gerilmeler, hesaba katılmazsa veya gerekli izolasyonla koruyuculuk sağlanamazsa hasarların önüne geçmek mümkün olamaz. Aynı şekilde kışın da çekme gerilmesi 59.2 ton/m² olup, tüm bağlayıcı konstrüksiyonu etkileyerek duvar, parapet çatlakları oluşur.

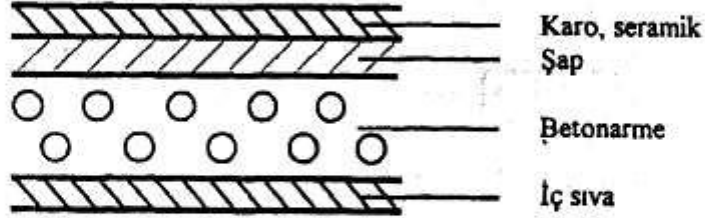
İşte bu nedendir ki; ısı izolasyon malzemesi kullanarak betonarme çatı plağının bu deformasyondan etkilenmesi önlenmektedir. Aksi halde; meyil betonunun çatlamasına, parapet duvarlarında iç ve dış çatlamalara, su izolasyonun yırtılmasına neden olarak; yağmur suların iç tabakalara sızmasına, sıva ve boya dökülmesine, leke ve akıntılar meydana gelmesine sebep olur. Teras çatılarda ısı izolasyonu yapmamızın son derece önemli bir sebebi de yoğunlaşma ve terleme olayıdır. Çok defa ısı izalasyonsuz teras çatı altındaki tavanın ıslanmasına, lekelenmesine, sıva ve boyanın dökülmesine neden olan yağmur suyu değil terleme suyudur. Bilhassa iç ortamdaki relatif rutubetin yüksek olduğu banyo, mutlak gibi hacimlerde dış sıcaklığın düşük olduğu mevsimlerde bu durum mutlaka ortaya çıkar.

Bütün bunların yanında ısıtma ve soğutmada enerji kaybını önleyerek enerji tasarrufu sağlamak, işletme maliyetlerini düşürmek için teras çatılara ısı izolasyonu yapmak büyük faydalar sağlayacaktır.

Isı yalıtımı

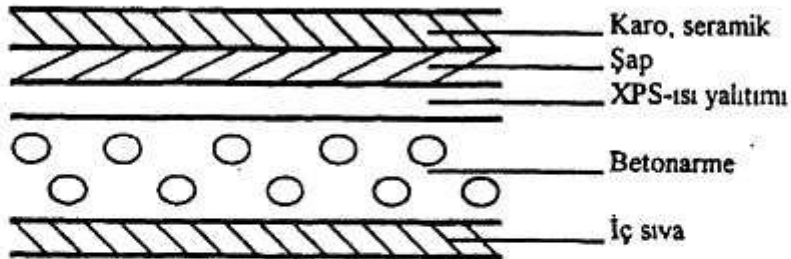
- Yazın aşırı sıcaktan kışın soğuktan rahatsız olmamak,
- Bina içinde ve duvar yüzeyinde ısıtma döneminde soğuk noktaları, soğutma döneminde sıcak noktaları önlemek, homojen bir sıcaklık ve konfor elde etmek,
- Binaların dış kabuğu ve yapı elemanlarını büyük ısısal gerilmelerin ve rutubetin tahribinden korumak (dış kabukta oluşan ısısal farklılıklar tonlarca yükü eşdeğer gerilmeler ve çatlamlar yapabilmektedir).
- Gerek soğutmada gerekse ısıtmada yakıt, enerji masraflarından ve işletme
- Isı yalıtımı ile bina ısı kazancı ve kaybı azalacağından, daha küçük kapasiteli ısıtma-soğutma cihazı ve armatürleri kullanacağından ilk yatırım maliyetini azaltmak.
- Doğal kaynakların tüketimini azaltarak gelecek nesillere de bırakabilmek için gereklidir.

Isı yalıtımsız teras çatı detayı:



Toplam ısı geçiş katsayısı, K: 2.83 W/m²K
ISI KAZANCI : 100 birim

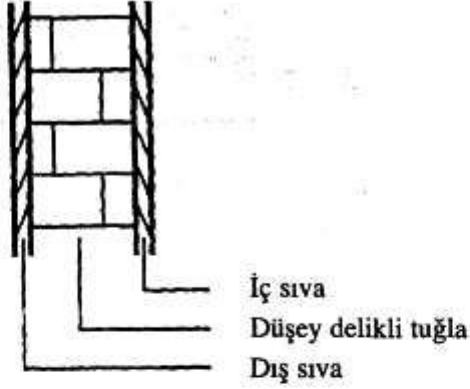
Isı yalıtımlı teras çatı detayı:



Toplam ısı geçiş katsayısı, K: 0.56 W/m²K
ISI KAZANCI : 19.8 birim

ŞEKİL 2: Isı yalıtımlı ve yalıtımsız durumlar için teras çatılarda

Isı yalıtımsız duvar detayı:



Toplam ısı geçiş katsayısı, K: 2.26 W/m²K
ISI KAZANCI : 100 birim

Isı yalıtımlı duvar detayı:



Toplam ısı geçiş katsayısı, K: 0.53 W/m²K
ISI KAZANCI : 23.5 birim

ŞEKİL 3: Isı yalıtımlı ve yalıtımsız durumlar için duvarlarda hesaplanan ısı kazançları

Duvarların dış yüzeyden yalıtımları halinde:

- Yaz döneminde dış duvarların güneş ışınımından fazla etkilenmemesi sonucu ısı depolanması azalmaktadır.
- Yalıtımın dış yüzeye yapılması nedeniyle mahal içerisinde hacim daralması olmamaktadır.
- Soğutma mevsiminde yapı içerisinde bir iklimlendirme cihazı çalıştırılması durumunda, soğutma yükünün bir kısmının dış duvarlarda depolanması sağlanmakta, cihazın devredışı bırakılması durumunda bile iç ortam lehine bir ısı akım olmaktadır.
- Yoğuşma yalıtım içerisinde gerçekleştiğinden, duvar iç yüzeylerinde yoğuşma ihtimali ortadan kalkabilmektedir. Genel olarak duvar iç yüzey sıcaklıkları düşük değerlerde seyrettiğinden, havadaki bağıl nemin arttığı durumlarda bile yoğuşma tehlikesi büyük oranda azalmaktadır.

- Dış duvarlardaki mevsimsel sıcaklık farkları nedeniyle meydana gelen ısı gerilmeler minimuma indiğinden; duvar bünyesindeki iç yapı bozulmaları ortadan kalkabilmektedir.

Duvarların içten yalıtımları halinde ise;

- Soğutma amaçlı bir iklimlendirme cihazı kullanılması durumunda, dış duvarlarda su depolaması çok az olduğundan, iç ortam sıcaklığının istenilen değerlere getirilmesi çok hızlı olmaktadır.

Sonuç olarak, yalıtım elemanlarının genel bir değerlendirilmesi yapılmak istenirse, şunları söylemek

mümkündür.

- Daha hafif konstrüksiyona sahip binalar yapmak ve bu suretle bina ilk yatırım maliyetlerini düşürmek söz konudur.
- Daha az ısı kazançları ile doğal iklimlendirme yapma imkanı vardır.
- Daha az ısı kazancı daha düşük ilk yatırım maliyet, daha az enerji tüketimi anlamına gelmektedir.
- Daha az enerji tüketimi, gittikçe artan enerji fiyatlarına karşı işletme masraflarına olumlu katkı demektir.
- Yapılarda ısı korunumu nedeniyle kalın duvarlara gerek olmadığından, kullanılabilir iç hacim artmaktadır.

Bir örnek

Isı kazançları ve soğutma yükü hesabı bir klima firmasının hazırladığı yazılımdan yararlanılarak, Şekil 2 ve Şekil 3'te belirtilen kesitlere sahip 40 m²'lik bir alan için 10°C'lik sıcaklık farkında Antalya şartları göz önüne alınarak yapılırsa; ekonomik bir şekilde ısı konforu sağlanacağı şüphesizdir. Bu hesaplamalarla ilgili detaylı bilgi aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Toplam alan : 40 m²

Dış duvar yüzey alanı : 44.4 m²

Pencere alanı : 9.8 m²

BÖLÜM 5.

SONUÇ

Türkiye'de üretilen enerjinin yaklaşık %35'i konut ve %34'ü sanayi tarafından tüketilmektedir. Konutlarımızda tüketilen bu enerjinin büyük kısmı ise ısıtma ve soğutma amaçlı olmaktadır. Kullandığımız binalar ise yazın büyük ısı kazançlarına maruz kalmaktadır. Gerek müteahhitler gerekse ev alan kişiler genellikle bu olayı göz ardı etmekte, işin sadece estetik yanına ağırlık vermektedirler. Durum böyle olunca özellikle inşaat sırasında uygun olmayan yapı malzemeleri seçimi ve yapılmayan basit uygulamalar ile binaların ömürleri boyunca; hem ev sahiplerine hem de daha fazla enerji tüketimi ile çevre üzerine olan olumsuz katkı artarak devam etmektedir.

Şekil 2'de belirtildiği üzere, referans alınan duvara sadece 3 cm kalınlığında Ekstrude Polistiren esaslı ısı yalıtım malzemesi takviyesinin ısı dirençte %320 katlık bir artışa neden olduğu, bunun da ısı kaybında ve buna paralel olarak enerji tüketiminde yaklaşık %76'lık bir tasarruf sağladığı görülmektedir. Dolayısıyla basit bir yalıtım elemanı ile, en kötü olasılıkla %50'ler civarında bir enerji tasarrufunun sağlanabileceği açıktır. Bu, enerjisi büyük oranda dışa bağımlı olan ülkemiz için de, kişiler için de küçümsenmeyecek bir rakamdır. Yalıtım için yapılan masraf ise bu tasarrufun yanında önemsiz kalmaktadır.

Yapı bileşenleri	Isı iletim katsayısı (W/mK)	Kalınlık (m)
İç sıva	0.870	0.020
Donatılı normal beton	2.090	0.150
XPS-ısı yalıtımı	0.035	0.050
Şap	1.400	0.050
Seramik, fayans	0.990	0.030

hesaplanan ısı kazançları.
TABLO 2: Teras çatı katmanları ve teknik özellikleri

Bu yapılar yazın büyük ısı kazançlarına, iklimlendirme cihazlarının kullanıldığı durumlarda ise iç hava sıcaklığının konfor koşullarının çok üzerine çıkmasına neden olmaktadır. Benzer şeyler kışın da ısı kayıpları açısından söylenebilmektedir. Binaların inşaat maliyetlerinin düşürülmesi bir avantaj gibi görülmüşse de gerçekte kullanım ömürleri boyunca, rahat bir iç ortamın sağlanabilmesi için yaz-kış harcanan enerji maliyeti, hem kişi hem de ülke ekonomisine büyük zararlar vermektedir. Özellikle son zamanlarda elektrik üretimine yönelik yeterli yeni yatırımların yapılamayışı nedeniyle, önümüzdeki dönemde başlayabilecek elektrik kısıtlamaları ve her geçen gün dövizle bağlı olarak artan petrol kökenli yakıtların tüketiminde, acilen tasarrufa gidilmesi zorunlu görülmektedir.

Yapı bileşenleri	Isı iletim katsayısı (W/mK)	Kalınlık (m)
İç sıva	0.870	0.020
Düşey delikli tuğla	0.810	0.190
XPS	0.035	0.030
Dış sıva	1.400	0.030

TABLO 3: Duvar katmanları ve teknik özellikleri

KAYNAKLAR

- (1) Dağsöz, A.K. Türkiye'de Derece -Gün Sayıları, Ulusal Enerji Tasarruf Politikası, Yapılarda Isı Yalıtımı, 1995
- (2) Yalçın M., Isı Yalıtımının Önemi, Isı Yalıtım Malzemeleri, TermoKlima, Ocak 1995
- (3) Oğulata T, Yapılarda Isı Kayıp ve Kazançlarının İncelenmesi, Yapı, Ekim 1995
- (4) Oğulata T., Oğulata N. Yapılarda Isıl Yalıtım ve Önemi, Yalıtım, Kasım-Aralık 1996
- (5) Aygün Z., Toplu Konutlarda İç İklim Koşulları ve Kullanıcı Konforu, Tesisat Dergisi, Sayı 13
- (6) Toksoy M., Isıl Konfor, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Şubat-Mart 1994
- (7) Işıkel K., Teknik Makaleler İZOCAM Yayınları,
- (8) Taschenbuch für Heizung + Klima Technik
- (9) Boz E., Büyük İş Merkezlerinde Klima Uygulaması, Yalıtım, Temmuz -Ağustos 1996
- (10) Carrier Isıtma ve Soğutma Yüklü Hesap Programı

*Bu makale TTMO III. Uluslararası Yapıda Tesisat Bilimi ve Teknolojisi sempozyumu '98 kitabından alınmıştır.