

Isıtma Sisteminin İşletme Biçiminin Bina Kabuğuna Bağlı Olarak Isıtma Enerjisi Ekonomisi Açısından Belirlenmesi

Gülten MANİOĞLU*

Özet

Bu çalışmanın amacı iklimsel konfor ve enerji ekonomisi açısından, bina kabuğunun diğer yapma çevre değişkenlerinin yanısıra ısıtma sisteminin işletme şeklinin de gözönünde tutularak belirlenmesini sağlamaktır. Çalışmada, iklimsel konfor şartlarını istenen sürede sağlayabilen en uygun bina kabuğu-işletme biçimi seçeneğinin belirlenmesinde kullanılacak bir yaklaşım geliştirilmiştir. Bu amaçla, kesintili çalışmanın uygulandığı ve yılın, ısıtmanın istendiği döneminde ve günün belirli saatlerinde kullanılan bir ilköğretim okulu binası için farklı kabuk ve işletme biçimi alternatifleri önerilmiştir. Yüzey sıcaklıklarının maksimum sürede minimum ısı kaybı ile sağlandığı kombinasyon en uygun seçenek olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: İklimsel konfor, ısıtma sistemi işletme biçimi, enerjisi ekonomisi, bina kabuğu, ısı kayıpları

1. Giriş

Birincil enerji kaynakları bakımından yeterli kapasitesi olmayan ülkemizde, tükettiğimiz enerjinin büyük bir bölümü ithal edilmekte ve enerji bakımından diğer ülkelere daha da bağımlı hale gelmektedir. Binaların ısıtılmasında kullanılan enerji miktarı ise toplam tüketilen enerjinin oldukça büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Ayrıca yapma ısıtma sistemlerinden kaynaklanan çevre kirliliği ve bu kirliliği gidermek için önerilen önlemlerin yapılması da, yapma çevredeki iklimsel konforun sağlanmasında minimum enerji harcamasını gerektirmektedir. Dolayısıyla iklimsel konforu etkileyen yapma çevre değişkenlerinin ve yapma ısıtma sistemlerinin enerji ekonomisi sağlayacak şekilde kontrol altına alınması gerekmektedir.

Bina kabuğu, dış çevredeki iklimsel koşulların etkilerini kontrol altına alarak yapma çevreye aktarılmasında rol oynayan en önemli yapma çevre değişkenlerinden biridir. Yapma ısıtma sisteminin işletme biçiminin etkisini de, çeşitli termofiziksel özelliklerin etkisiyle yapma çevreye aktaran da yine kabuk elemanıdır.

Isıtma sisteminin işletme biçiminin, yapı elemanının ısı depolama kapasitesiyle ilişkisi vardır. Isıtma sırasında yapı elemanı bir miktar ısıyı depolamaktadır. Isı depolama niteliği, malzemenin yoğunluğu ile özgül ısısına bağlı olarak değişmektedir. Isıtma sisteminde kesinti yapıldığı zaman, bina kabuğunun sahip olduğu ısı geçirenlik direncine göre depolanan ısıdan ne kadar süre yararlanabileceği enerji ekonomisi açısından

* Arş. Gör., İTÜ Mimarlık Fakültesi

deki bir ısı dalgasının, duvarın iç yüzeyine ulaşması için gereken zaman aralığı olarak nitelendirilen zaman gecikmesinin, en iyi sonucu verecek şekilde kabuk tasarımı sürecinde ayarlanabilmesi, buna bağlı olarak da ısıtma sisteminin işletme biçimlerinin seçilmesi enerji korunumuna büyük katkıda bulunacaktır. Dolayısıyla, ısıtma sistemi ne ait enerji harcamalarını minimuma indirmek, ısıtma sisteminin işletme biçiminin, iklimsel konfor şartlarını minimum ısı kaybı ile sağlayabilen bina kabuğu ile birlikte kontrol altına alınması ile mümkündür [1].

Bina ölçeğinde, iklimsel konfor koşullarının minimum enerji harcaması ile sağlanabilmesi, dış iklim elemanlarının etkilerinin, bina kabuğunu aşarken ve aşıttan sonra kontrol altına alınmasında rol oynayan tasarım parametrelerinin performanslarına bağlıdır. Bu tasarım parametreleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Binanın yeri,
- Binanın diğer binalara göre konumu,
- Binanın boyutları ve biçim faktörü,
- Binanın yönlendirilişi,
- Bina kabuğunun optik ve termofiziksel,
- Isıtma sisteminin işletme biçimi.

Isıtma sisteminin işletme biçimi; hacmi çevreyen bina kabuğunun termofiziksel özelliklerine bağlı olarak iç yüzey sıcaklıklarının ve dolayısıyla hacimdeki iç hava sıcaklığının değişimine yol açtığından, en önemli yapma çevre değişkenlerinden biridir. Pasif sistemlerle tasarlanmış bir bina iç çevrede istenen iç iklimsel koşulları sağlamıyorsa, kullanıcının iklimsel konfor durumunda bulundurulabilmesi için yapma ısıtmaya ihtiyaç duyulur. Yapma ısıtma sistemleri hizmet ettikleri binanın fonksiyonuna ve gün içindeki kullanım süresine bağlı olarak zaman zaman durdurulabilirler veya sürekli çalıştırılıp belirli saatlerde ya da saat aralıklarında çalıştırılırlar. Sistemin farklı saatlerde çalıştırılması, farklı fonksiyonlara sahip binalarda bina kabuğunun ısı depolama özelliğine de bağlı olarak farklı ek enerji ihtiyaçlarına yol açmaktadır. Buna göre, ek bir yapma ısıtma sistemine gereksinim duyulduğunda, ısıtma sisteminin işletme şekli, iklimsel konfor ve enerji tasarrufu üzerinde

özellikle de bina kabuğunun termofiziksel özelliklerine bağlı olarak belirlenmelidir.

2. Isıtma sisteminin işletme biçiminin bina kabuğuna bağlı olarak ısıtma enerjisi ekonomisi açısından belirlenmesi

Önerilen yöntemin amacı; binada ek bir yapma ısıtma sistemi olduğu koşullarda, bu sistemin işletme biçiminin de gözönünde tutulmasını sağlamak ve dolayısıyla kabuğun ısı performansını diğer yapma çevre değişkenlerinin yanısıra ısıtma sisteminin işletme şekline bağlı olarak da değerlendirmektir[2].

2.1. İç ve dış iklim koşullarının belirlenmesi

Kapalı bir hacimde ısıtma sisteminin işletme şeklinin sonucu olarak ortaya çıkan iç yüzey ve iç hava sıcaklıkları iklimsel konforu etkileyen en önemli değişkenlerdir. Bu nedenle, insanla çevre yüzeyler arasında radyasyon yoluyla oluşan ısı transferi miktarını belirleyen çevre yüzeylerin sıcaklıklarının birleşik etkisini ifade eden ortalama ışınımsal sıcaklık günlük ortalama değeri ile iç hava sıcaklığı arasındaki fark belirli değerleri aşmış durumda insan ile iç yüzeyler arasındaki ısı alışverişini rahatsız edici boyutlara ulaşacaktır. İç hava sıcaklığı (t_i) ile ortalama ışınımsal sıcaklık arasındaki sınır fark değerinin (e), bu farkın ortaya çıkmasında etkili olan kabuk iç yüzeyi ile iç hava sıcaklığı arasındaki farka eşit olarak alınabileceği varsayılarak; kabuk iç yüzeyinin iklimsel konfor açısından izin verilebilir sınır değeri ;

$$t_{iyo} = t_i \pm e \quad (1)$$

bağıntısıyla hesaplanabilir.

t_{iyo} : Kabuk elemanı iç yüzey sıcaklığı günlük ortalama

masının iklimsel konfor açısından izin verilebilir

limit değeri, °C

t_i : İç hava sıcaklığının (kuru termometre sıcaklığı)

konfor değeri, °C

e : $\pm 3^\circ\text{C}$

Isıtmanın istendiği dönemde kabuk elemanından ısı akışı bina içi çevreden bina dışı çevreye doğru olacağından kabuk elemanı iç yüzey sıcak

lığının günlük ortalamasının ısısal konfor açısından izin verilebilir sınır değeri

$$t_{iyo} = t_i - e \quad (2)$$

bağıntısıyla hesaplanır [3]

iklimsel koşulları sağlayamıyorsa, kullanıcının iklimsel konfor durumunda bulundurulabilmesi için yapma ısıtmaya ihtiyaç duyulur. İklimsel konfor koşullarının oluşumunda etkili olan en önemli yapma çevre değişkenlerinden biri olan bina

Isı kayıplarının hesaplanabilmesi ve binaya ait kabuk elemanlarının iç yüzey sıcaklıklarının ve buna bağlı olarak da iç hava sıcaklıklarının ısıtma sisteminin işletme şekline bağlı olarak hesaplanabilmesi için, binanın bulunduğu iklim bölgesine ait güneş ışınımı, dış hava sıcaklığı ve toprak sıcaklığı v.b. gibi dış çevreye ait iklimsel verilere gereksinim vardır. Ayrıca bu hesapların binanın fonksiyonu ve meteorolojik verilere bağlı olarak yılın, ısıtmanın istendiği dönem ve ısıtmanın istenmediği dönemlerden hangisi için yapıla çağına da karar verilmiş olması gerekir. Tüm hesaplamalar ele alınan dönemin karakteristik gününe ilişkin meteorolojik veriler kullanılarak yapılmalıdır.

2.2. Bina kabuğu yolu ile gerçekleşen ısı kayıplarının kontrolünde etkili olan yapma çevre değişkenlerinin değerlerinin belirlenmesi

Binaya ait yapma çevre değişkenleri iç çevre iklimsel konfor koşullarının gerçekleşmesinde doğrudan etkili olup, bu değişkenlerin doğru değerlendirilmesi binanın pasif olarak optimum çalışmasını ve dolayısıyla aktif sistemlere olan gereksiniminin azalmasını, diğer bir deyişle ısıtma enerjisi tasarrufunu sağlar. Sözkonusu binaya ilişkin, binanın yeri, diğer binalara göre konumu, boyutları ve biçim faktörü, yönlendiriliş durumu ve bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri gibi yapma çevre değişkenlerine ait değerler, ısıtma sisteminin de etkisiyle kabuktan geçen ısı miktarının ve hacimde gerçekleşen iç hava sıcaklığı ve iç yüzey sıcaklıklarının belirlenmesinde etkili olurlar. Bu nedenle bu değişkenlerin değerlerine ait doğru kararlar proje aşamasında alınmış olmalıdır.

Pasif sistemlerle tasarlanmış bir bina, eğer iklimsel konfor koşullarının gerçekleşmesini maksimum düzeyde olanaklı kılıyorsa, pasif ısıtma açısından istenen performansı gösteriyor demektir. Ancak pasif ısıtma sistemi iç çevrede istenen iç

kabuğunun performansı kullanılan işletme biçimi ile doğrudan ilgilidir. Kabuktan geçen ısı miktarına bağlı olarak iç hava sıcaklığının oluşumunu da etkileyen iç yüzey sıcaklıkları, ısı geçişi ve ısı depolama özelliklerine bağlı olduğu kadar, bu kabuğun çevrelediği hacim için önerilen yapma ısıtma sistemlerinin işletme şekline de bağlıdır. Özellikle ısıtma sisteminin kesintili kullanıldığı binalarda kabuğun ısı performansını değerlendirirken işletme şekli de gözönüne alınmalı ve kabuğun katmanlaşma detayı mutlaka işletme biçimine bağlı olarak seçilmelidir.

2.3. Sınır U değerini sağlayabilen bina kabuğu alternatiflerinin belirlenmesi

Ele alınan binayı çevreleyen opak bileşene ait toplam ısı geçirme katsayısı sınır değeri; daha önce yapılan araştırmalarda elde edilmiş, yön, saydamlık oranı, pencere cinsi ve yüzeylerin güneş ışınımına karşı yutuculuk katsayıları gözönünde bulundurularak geliştirilmiş grafikler kullanılarak belirlenebilir[4].

Bilindiği gibi aynı toplam ısı geçirme katsayısını sağlayan ve diğer termofiziksel özellikleri birbirinden farklı opak kabuk seçenekleri üretmek olanaklıdır. Farklı bina kabuğu alternatifleri aynı ısı geçirme katsayısı değerine sahip olsalar bile, ısı depolama ve zaman geciktirme açısından farklı performans sergileyebileceklerdir. Bu durumda, sınır U değerini sağlayabilen pek çok alternatif arasından, ısı depolama kapasitesi ve zaman geciktirme değeri, kullanılan binanın fonksiyonuna ve kullanım süresine en uygun olan bina kabuğu alternatifi seçilebilir.

2.4. Binanın fonksiyonuna bağlı olarak binaya ilişkin kullanım süresinin ve ısıtma sisteminin işletme şeklinin belirlenmesi

Pasif sistemlerle tasarlanmış bir binada, iç çevrede istenen iç iklimsel koşullar sağlanamıyorsa, kullanıcının iklimsel konfor durumunda bulunabilmesi için yapma ısıtmaya ihtiyaç duyulur. Kabuktan geçen ısı miktarına bağlı olarak iç ha

va sıcaklığının oluşumunu da etkileyen iç yüzey sıcaklıkları, ısı geçişi ve ısı depolama özelliklerine bağlı olduğu kadar, bu kabuğun çevrelediği hacim için önerilen yapma ısıtma sistemlerinin işletme şekline de bağlıdır. Özellikle ısıtma sisteminin kesintili kullanıldığı binalarda kabuğun ısı performansını değerlendirilirken, binanın kullanıldığı süre ve buna bağlı olarak ısıtma sisteminin işletme şekli de gözönüne alınmalı ve kabu

Ek bir yapma ısıtma sistemi olduğu koşullarda opak bileşenin iç yüzey sıcaklıklarının günlük değişimi, yapı malzemelerinin ısı depolama kapasitelerini de hesaba katabilmek için zamana bağlı rejimde ısı geçişi kurallarına uygun olarak hesaplanmalıdır. Bu çalışmada opak bileşenin iç yüzey sıcaklığının herhangi bir andaki değerinin, ısı geçişini etkileyen tüm yapma çevre de

ğün katmanlaşma detayı mutlaka işletme biçimi ne bağlı olarak seçilmelidir. Bugüne kadar belirlenmiş olan bazı standart işletme biçimleri, her bina tipi ve her kabuk seçeneğinde farklı bir performans göstereceğinden, her bina tipine göre en uygun kabuk ve işletme biçimi kombinasyonunu belirlemek olanaklıdır.

2.5. Binada ek bir yapma ısıtma sistemi olduğu koşullarda hacmi çevreleyen elemanların iç yüzey sıcaklıklarının ve tüm bina kabuğundan kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarlarının hesaplanması

Dış hava sıcaklığı ve güneş ışınımının sahip oldukları büyüklüklere bağlı olarak, yılın belli dönemlerinde hacim içersinde iklimsel konforun sağlanabilmesi için ek yapma enerji sistemlerine gereksinim duyulmaktadır. Bu koşullarda, kabuk elemanları aracılığı ile hacmin kazandığı veya yitirdiği ısı miktarları, harcanacak yapma enerji miktarını etkileyecektir. Bunun yanısıra, iç hava sıcaklığı bir yapma ısıtma sistemi ile sabit olarak tutulsa bile, kabuğun ısı geçişini etkileyen özelliklerine bağlı olarak kabuk iç yüzey sıcaklığı değiştiği için, hacim içindeki yüzey sıcaklıklarının alanla ağırlıklı ortalaması olarak tanımlanan ortalama ışımsal sıcaklık da değişim gösterecektir. Kabuk elemanlarından geçen ısı miktarı ve bu ısı miktarına bağlı olarak değişen kabuk iç yüzey sıcaklığı, hacim içersinde herhangi bir ek yapma ısıtma sistemi olduğunda, sistemin yükünü ve ortalama ışımsal sıcaklığın değişimini, dolayısıyla yılın her döneminde iklimsel konforu ve yılın belli dönemlerinde enerji harcamalarını etkileyen en önemli faktörlerdir [5]. Bu nedenle kabuğu meydana getiren opak ve saydam bileşenlerin iç yüzey sıcaklıklarının ve tüm bina kabuğu aracılığıyla dış çevreye doğru olan toplam ısı kaybının hesaplanması, kabuğun performansını değerlendirmek açısından önemlidir.

- işkenlerine bağlı olarak hesaplanması için, sonlu farklar yaklaşımı öngörülmüştür[5],[6],[7].
- Sonlu farklar yaklaşımı ile opak bileşen içersinde ele alınan belirli aralıklarla iç yüzey sıcaklığının günlük değişimi, bileşenin ısı geçişini doğrudan etkileyen özelliklere ve zamana bağlı olarak hesaplanabilmektedir. Cam ve doğrama türüne bağlı olarak saydam bileşenlerin iç yüzey sıcaklıkları ise konu ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalardan yararlanılarak hesaplanabilir [5].

- Isı geçişinin zamana bağlı incelenmesi durumunda, gerçek atmosfer koşulları için, ısıtmanın istendiği dönemde kabuk elemanının birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları ise, aşağıdaki bağıntı aracılığıyla hesaplanabilir.

$$q = a_i(t_{oi} - t_i) + a_s(t_{ci} - t_i) \quad (3)$$

- q : Kabuk elemanının birim alanından kaybedilen saatlik ısı miktarları, W/m^2 .

- a_i : İç yüzeysel iletim katsayısı, $W/m^2 \cdot ^\circ C$.

- t_i : İç hava sıcaklığı konfor değeri, $^\circ C$.

- t_{oi} : Ele alınan saatte opak bileşenin iç yüzey sıcaklığı, $^\circ C$.

- x : Saydamlık oranı.

- t_{ci} : Saydam bileşenin iç yüzey sıcaklığı, $^\circ C$.

- Günlük ortalama saatlik ısı kaybı ise 24 saatlik ısı kaybı değerlerinin aritmetik ortalaması olup (q_0) aşağıdaki bağıntı ile hesaplanabilir.

$$q_a = \frac{\sum_{i=1}^{24} q_i}{24} \quad (4)$$

10
2005

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 85,

Tüm bina dış kabuğundan kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları, bir önceki adımda hesaplanan birim alandan kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı kayıplarının aynı yöne bakan tüm kabuk alanı ile çarpılması ve her bir cephe için bu çarpımların yapılması sonucu elde edilen ısı kaybı miktarlarının toplanması sonucu elde edilebilir.

2.6. Bina kabuğu-işletme biçimi kombinasyonlarının iç yüzey sıcaklıkları ve toplam ısı kayıpları açısından değerlendirilmesi

2.5 Bölümünde anlatılan hesaplama yöntemi ile;

- dir.
• Tüm mekanlarda iç hava sıcaklığının eşit olduğu varsayılan binaya ait ara katların ve iç bölme duvarlarının tümü kaldırılarak, binanın tüm hacmi ısı kayıpları ve iç hava sıcaklığı hesaplamalarında esas alınmıştır. Dolayısıyla binanın tek bir hacimden oluştuğu kabul edilmiştir.
• Cephe opak bileşeninin güneş ışınımına karşı yutuculuk katsayısı $a_0 = 0.70$ olarak alınarak, cephe dış yüzeyinin koyu renkli olduğu varsayılmıştır.
• Mevcut ilköğretim okulu projesindeki saydamlık aşağıdaki gibidir.

"mekanın kullanım saatleri boyunca, istenen sürede iç yüzey sıcaklıkları konfor değerlerini minimum ısı kaybı ile gerçekleştiren bina kabuğu-ısıtma sistemi işletme biçimi seçeneği, iklimsel konfor ve enerji ekonomisi açısından en uygun seçenektir" kriteri esas alınarak değerlendirme yapmak ve en uygun kabuk ve işletme biçimi bileşenini önermek olanaklıdır.

3. Uygulama

Bu makalenin dayandırıldığı çalışma Türkiye'nin beş iklim bölgesini temsil eden Ankara, İstanbul, Antalya, Diyarbakır ve Erzurum'da farklı ısı geçirme katsayıları için uygulanmış ancak bu makalede örnek olarak İstanbul için ısı geçirme katsayısı $0.45 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ ($0.52 \text{ W/m}^2\text{C}$) olduğunda elde edilen değerlendirmeler kullanılmıştır [2]. Çalışmada, ısıtma enerjisi ekonomisi açısından en uygun bina kabuğu ve işletme biçimlerinin belirlenmesi amacıyla önerilen yöntemin uygulaması için ısıtmanın istenmediği dönemde enerji harcaması gerektirmeyen ve sadece ısıtmanın istendiği dönemde kullanılan ve genellikle ısıtma sistemi kesintili çalıştırılan bina seçeneklerinden ilköğretim okulu örneği seçilmiştir. Uygulama çalışma sınıfı adımları aşağıda özetlenmiştir.

- Uygulamada ısıtmanın istendiği dönemi meteorolojik açıdan karakterize eden 21 Ocak günü dizayn günü olarak seçilmiştir ve iç hava sıcaklığı konfor değeri 19°C olarak alınmıştır [8].
- Uygulama, İstanbul'da normal bir bölgede ve eğimsiz bir arazide gerçekleştirilmiştir. İlköğretim okulu binasının, diğer binalar tarafından gölgelenmediği varsayılmıştır.
- Bina yüksekliği 6.80 m ve döşeme alanı 2395 m^2

Kuzey: % 35, Doğu: % 37, Güney: % 42, Batı: % 37

- Saydam bileşen olarak tüm hesaplarda ahşap özel birleştirilmiş çift cam kullanılmış ve pencerenin toplam ısı geçirme katsayısı $k_c = 3.25 \text{ W/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ olarak alınmıştır.
- Opak bileşen için ısı geçirme katsayısı sınırı değeri $U: 0.52 \text{ W/m}^2\text{C}$ olarak alınmış ve bu değeri gerçekleştirebilen, opak bileşen ana malzemeleri yapım sektöründe yaygın olarak kullanılan gazbeton, düşey delikli ve dolu tuğla duvar, hafif ve normal agregalı beton duvar elemanlarından oluşmuş opak bileşen alternatifleri üretilmiştir. İlköğretim okuluna ait opak bileşen katmanlaşma seçenekleri Tablo 1'de derlenmiştir.
- Bu uygulama çalışmasında binanın yalnızca düşey dış kabuk elemanları için farklı alternatifler üretilmiş, toprağa oturan döşeme ve tavan döşemesinin tüm hesaplarda aynı detaya sahip oldukları varsayılmıştır.
- İlköğretim binasında eğitimin sabah 8:00'de başladığı ve en az 8 saat sürdüğü gözönünde bulundurularak, mevcut bazı işletme biçimleriyle birlikte ısıtma sistemi işletme biçimi için aşağıdaki seçenekler öngörülmüştür.
 1. işletme biçimi : 05:00-15:00,
 2. işletme biçimi : 07:00-13:00,
 3. işletme biçimi : 07:00-15:00,
 4. işletme biçimi : 07:00-17:00
- İlköğretim okulu binasının dört ana yöne bakan dış kabuk elemanlarının iç yüzey sıcaklıkları, nın saatlik değerleri, önerilen tüm opak bileşen kabuk alternatifleri ve 3 ayrı işletme biçimi için hesaplanmıştır. Hesaplama işlemlerinin kısa sürede yapılması için ISINEM adlı bir bilgisayar

Tablo 1. U: 0.52 W/m²C değerini sağlayan opak bileşen katmanlaşma alternatifleri

Kabuk No	Malzeme	Yoğunluk ρ kg/m ³	Özgül ısı c kJ/kg ^o C	Isı iletkenlik hesap değeri λ W/m ^o C	Malzemenin kalınlığı d m
1	Çimento harçlı sıva	2000	1.05	1.4	0.02
	Polistiren sert köpük	40	1.21	0.04	0.02
	Gazbeton 1	400	1.05	0.14	0.17
	Kireç harçlı sıva	1800	1.05	0.87	0.02
2	Çimento harçlı sıva	2000	1.05	1.4	0.02
	Polistiren sert köpük	40	1.21	0.04	0.05
	Düşey delikli tuğla duvar	1000	0.92	0.46	0.22
	Kireç harçlı sıva	1800	1.05	0.87	0.02
3	Çimento harçlı sıva	2000	1.05	1.4	0.02
	Polistiren sert köpük	40	1.21	0.04	0.05
	Hafif agregalı beton	1200	1	0.47	0.22
	Kireç harçlı sıva	1800	1.05	0.87	0.02
4	Çimento harçlı sıva	2000	1.05	1.4	0.02
	Polistiren sert köpük	40	1.21	0.04	0.05



programından yararlanılmıştır [5]. Bu program yardımıyla, istenen toplam ısı geçirme katsayı sınırı gerçekleştiren opak kabuk bileşenlerinin ısı geçişini doğrudan etkileyen özelliklerine bağlı olarak bileşen içindeki sıcaklığın zamana bağlı değişimi ve bileşenin iç yüzey sıcaklığı ve zamana bağlı ısı geçişine göre kaybedilen veya kazanılan ısı miktarları hesaplanmaktadır.

- İlköğretim okulunda önerilen işletme biçimi ve bina kabuğu seçenekleri ile meydana gelen iç yüzey sıcaklıkları değişim grafikleri çizilmiştir. Bu makalede örnek olarak, 1 numaralı bina kabuğunun önerilen tüm işletme biçimleri ile gerçekleştirdiği iç yüzey sıcaklığı değerlerinin yönlerine göre değişim grafikleri Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'de gösterilmiştir.
- Önerilen tüm kabuk ve işletme biçimi seçeneklerinin, ilköğretim okulunda gün içinde iç hava sıcaklığı konfor değerini (19°C) kaç saat sağlayabildiği Şekil 5'de gösterilmiştir.
- İlköğretim okullarının gün içinde minimum 8 saat kullanıldığı esas alınarak; mekanda iç hava sıcaklığı konfor değerini (19°C) en az 8 saat sağlayabilen iç yüzey sıcaklıklarını (16°C) gerçekleştirebilen işletme biçimi ve bina kabuğu seçeneklerine ait hesaplanmış ısı kayıpları grafikleri Şekil 6'de gösterilmiştir.

3. Sonuçlar ve Tartışma

12
2005

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ, Sayı 85,

da buna bağlı olarak en az 8 saat sağlanması gerekmektedir. 2 numaralı işletme biçimi (07:00-13:00) bu koşulları sağlayamadığından (Şekil 5) değerlendirme aşamasında elenmiştir. Ancak 1,3 ve 4 numaralı işletme biçimlerinde iç yüzey sıcaklığı sınır değeri sağlanmış olsa bile, istenen konfor koşullarını sabah saat 8'den itibaren sağlayabilen işletme biçimleri 3 ve 4 numaralı işletme biçimleri olmuştur (Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4).

Hacimde iklimsel konfor koşullarını sağlayabilen kabuk ve ısıtma sistemi işletme biçimi seçeneklerinden birinin tercihinde, işletme biçiminin çalıştırılma süresi gözönünde bulundurularak en ekonomik olan işletme biçimi seçilmelidir. Bu durumda örnek binada 3 ve 4 numaralı işletme biçimlerinden 3 numaralı işletme biçimi daha ekonomik olarak değerlendirilmiştir.

Konfor koşullarını sağlayabilen tüm bina kabuğu seçenekleri aynı ısı geçirme katsayısı değerlerine sahip olsalar bile; malzemelerin farklı fiziksel

Bu çalışmada, farklı bina kabuğu alternatifleri, ısıtma sisteminin farklı işletme biçimleri ile birlikte uygulanmış ve bu seçenekler için iç yüzey sıcaklıkları değişimleri ve toplam ısı kayıpları elde edilmiştir. Örnek binada konfor sıcaklığını, gün içinde binanın fonksiyonuna bağlı olarak, istenen zaman diliminde minimum 8 saat sağlayabilen bina kabuğu-ısıtma sisteminin işletme biçimi seçenekleri arasında, minimum ısı kayıplarını gerçekleştiren seçenekler en uygun seçenekler olarak tespit edilmiştir.

Gün içinde belirli saatlerde kullanılan, buna bağlı olarak ısıtma sistemi kesintili çalıştırılan binalarda işletme biçimlerinin tespiti doğrudan binanın fonksiyonu ile ilgilidir. Kabul edilmiş standart işletme biçimleri (10 saat, 14 saat, 24 saat) her bina türü ve her iklim bölgesi için çözüm getirmeyip, gereksiz enerji harcamalarına ve dolayısıyla maliyet artışlarına sebep olmaktadır. Binanın kullanım saatlerine bağlı olarak önerilebilecek olan ısıtma sisteminin, kaç saat ve günün hangi zaman diliminde çalıştırılacağı göz önünde bulundurulmalıdır.

Örnek bina üzerinde bütün seçenekler iç yüzey sıcaklığı sınır değerini (16°C) sağlamaktadır. Ancak ilköğretim okulunda kullanım süresi gün içinde en az 8 saat olup, iklimsel konfor koşullarının

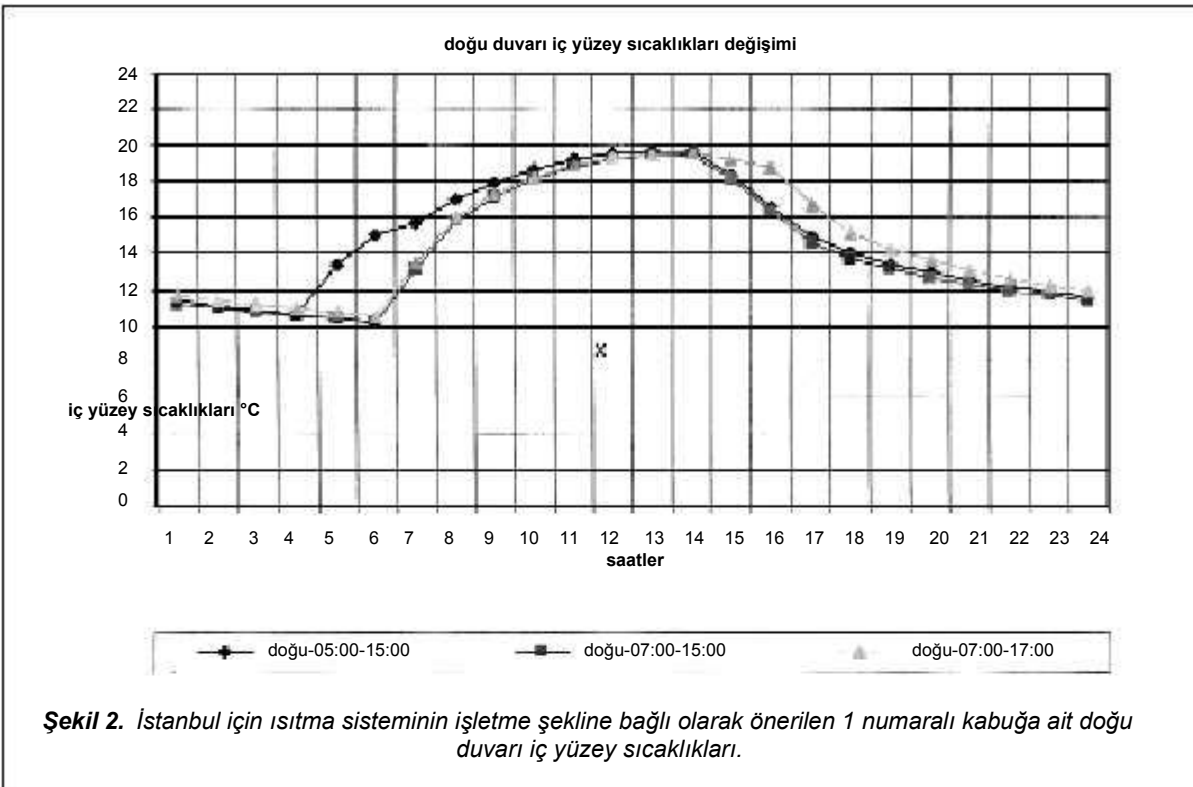
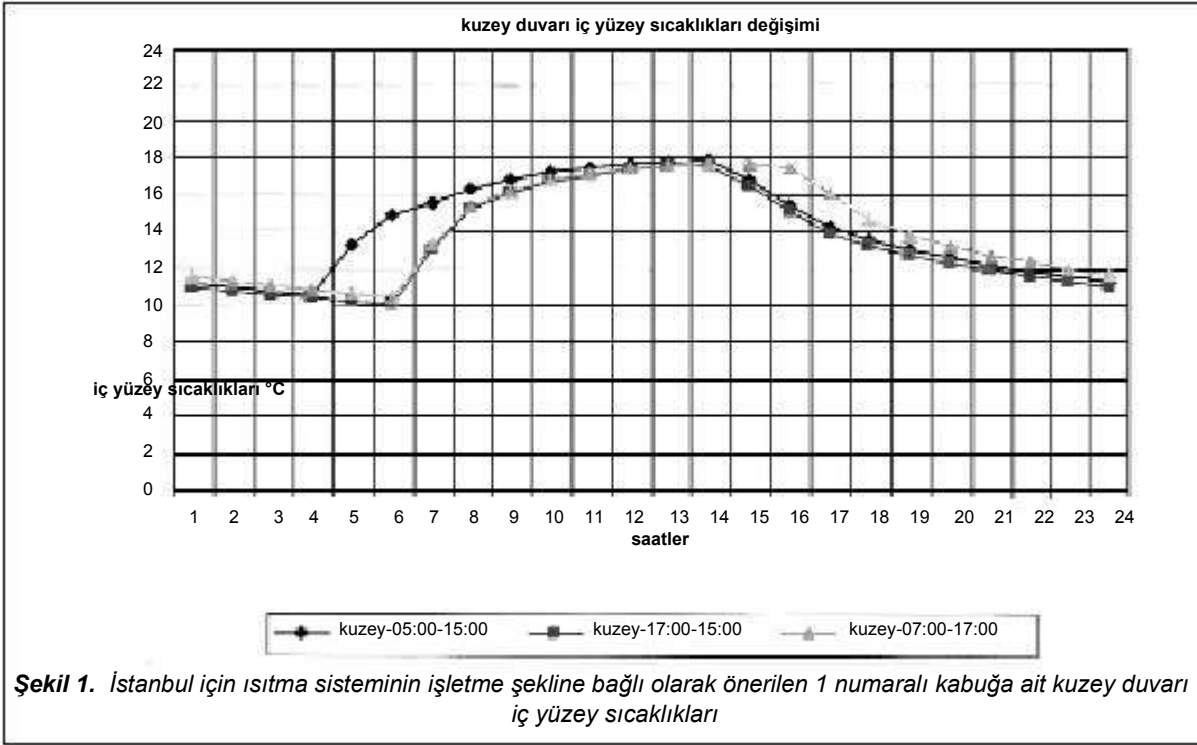
bu durumda değerlendirme yapılırken binanın fonksiyonuna bağlı olarak, kullanım saatlerinde konfor koşullarını sağlayabilen seçeneklerden minimum ısı kayıplarını sağlayan seçenekler tercih edilmelidir. Bu kriterler gözönünde bulundurulduğunda örnek binada, 4 numaralı bina kabuğu, ısıtma sistemi saat 07:00-15:00 arasında çalıştırıldığında, iklimsel konfor koşullarını minimum enerji harcaması ile gerçekleştiren seçenektir (Şekil 6).

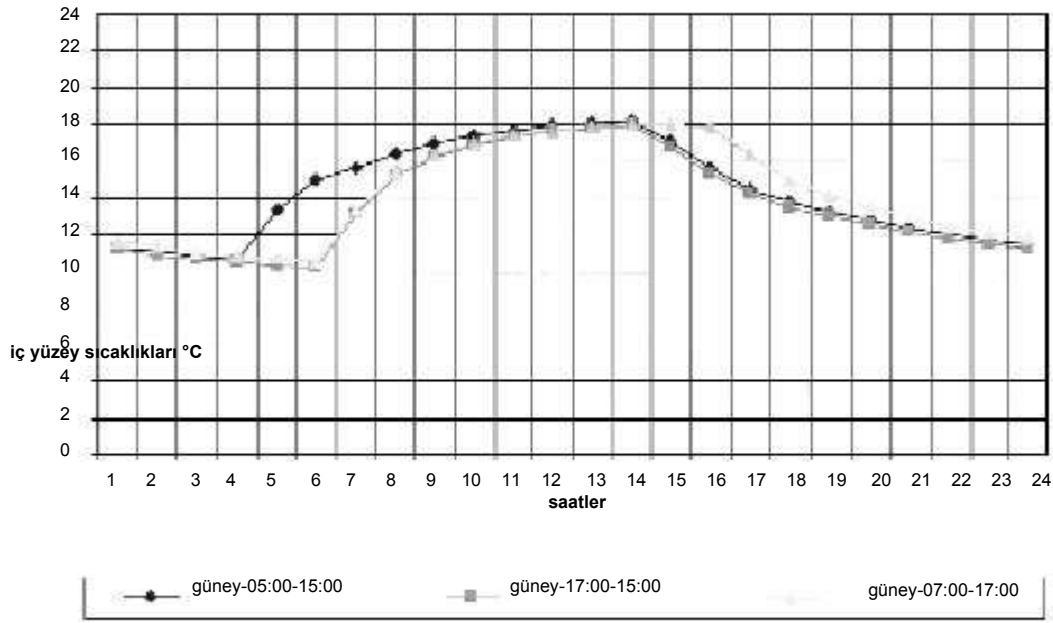
Enerji harcamalarının kontrolü, sadece ısı geçirme katsayılarının bazı sınır değerlere göre saptanmasıyla değil, işletme biçimlerinin bina fonksiyonuna ve kullanım saatlerine göre doğru bir şekilde seçimi ile birlikte olanaklıdır.

Yaklaşım, iklimsel konfor koşullarının, binanın sadece kullanım aşamasında değil tasarım sürecinden itibaren en ekonomik bir biçimde sağlanmasını amaçlamaktadır. İklimsel konfor koşullarını gün içinde istenen sürede minimum ısı kaybı

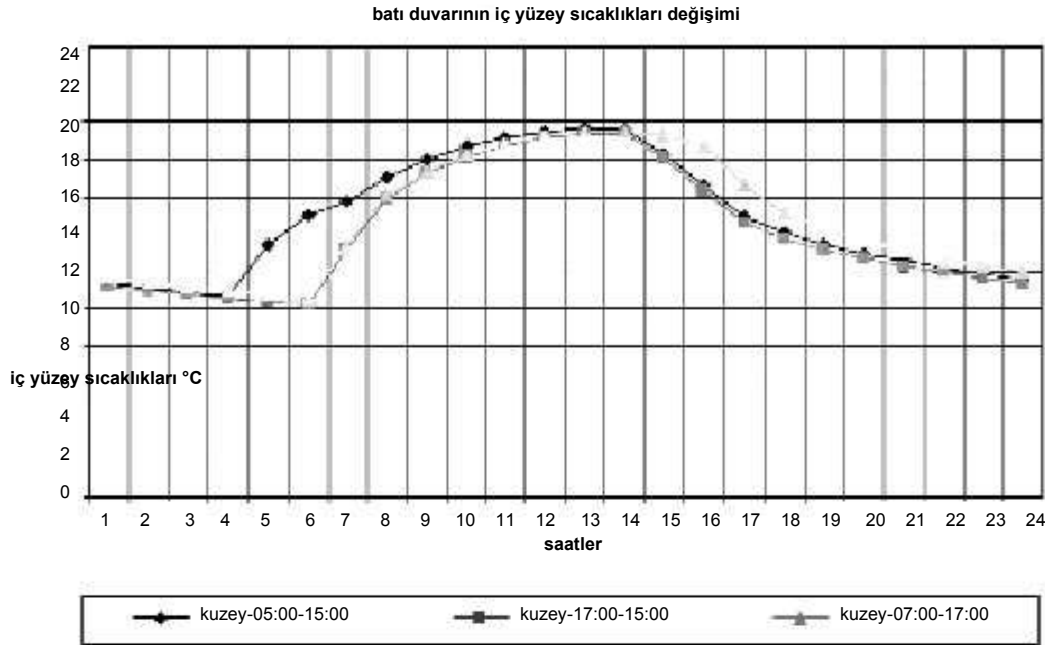
ne sahip olsalar bile, malzemelerin farklı ısıtma özellikleri göstermeleri ve işletme şeklinin farklılığı nedeniyle, farklı miktarda ısı kayıpları gerçekleşmektedir. Aynı sürede fakat farklı işletme biçimleriyle çalıştırılmış ısıtma sistemleri istenen konfor şartlarını farklı ısı kayıplarıyla sağla-

mları gün içinde istenen sürede minimum ısı kayıpları ile gerçekleştirebilen kabuk ve işletme biçimi seçenekleri esas alınarak, tasarım aşamasında bu seçeneğe ait kabuk uygulandığında, kullanım aşamasında enerji harcamaları azalacak ve milli gelire katkıda bulunulacaktır. Bu çalışmada ör-



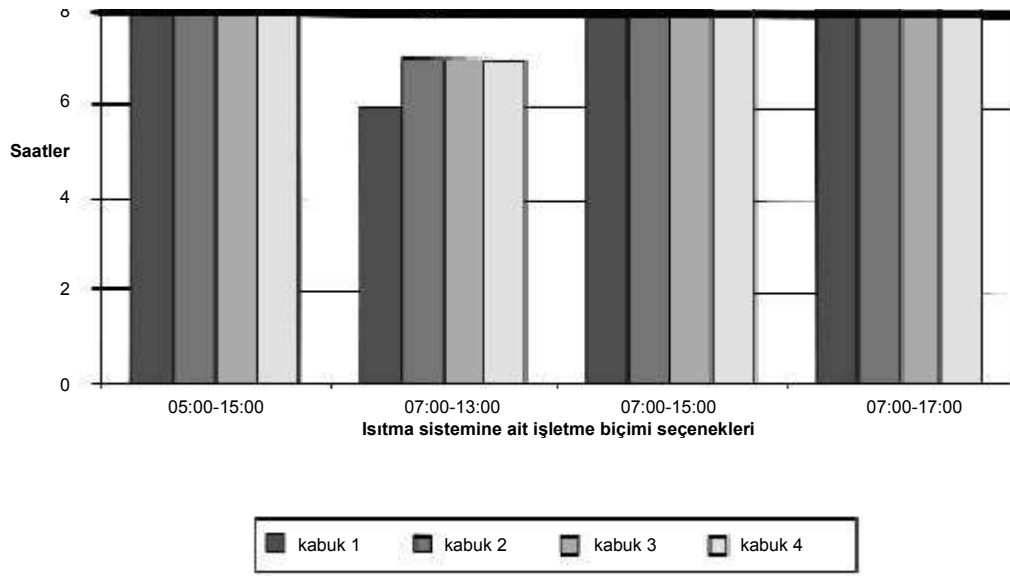


Şekil 3. İstanbul için ısıtma sisteminin işletme şekline bağlı olarak önerilen 1 numaralı kabuğa ait güney duvarı iç yüzey sıcaklıkları.

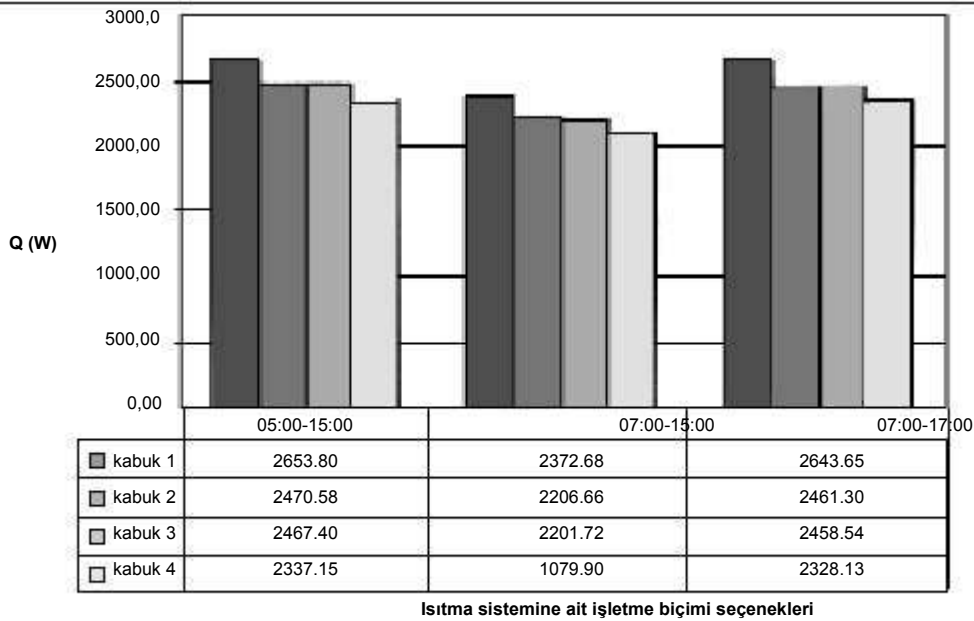


Şekil 4. İstanbul için ısıtma sisteminin işletme şekline bağlı olarak önerilen 1 numaralı kabuğa ait batı duvarı iç yüzey sıcaklıkları.





Şekil 5. İstanbul'da iç hava sıcaklığı konfor değerini (19°C) minimum 8 saat sağlayabilen iç yüzey sıcaklıklarını gerçekleştirebilen işletme biçimi ve bina kabuğu seçenekleri.



Şekil 6. İstanbul için ısıtma sisteminin işletme şekline bağlı olarak önerilen kabuk seçeneklerine ait tüm bina dış kabuğundan kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları

nek olarak Türkiye'nin ılımlı-nemli iklim bölgesinde, İstanbul iline ait veriler kullanılmıştır. Bu uygulama için yapılmış olan tüm varsayımlar diğer iklim bölgelerine ait iklimsel koşullar ve tasarım parametreleri gözönünde bulundurularak değiştirilebilir. Böylece yaklaşım, iklimsel konfor ve enerji ekonomisi bakımından, her bölge ve bina tipinde en uygun bina kabuğu ve işletme biçimi seçeneğini bulabilmek için uygulanabilir. Mümkün olan tüm kombinasyonlar deneyerek ve hesaplamalar artırılarak en uygun mimari çözüm elde edilebilir.

- tecture, Londra, Elsevier Co..
- [4] BERKÖZ, E., KÜÇÜKDOĞU, M., YILMAZ, Z. ve diğerleri, 1995. Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı, TÜBİTAK, İNTAG 201, İstanbul.
- [5] Z. YILMAZ, İklimsel Konfor Sağlanması ve Yönetimi Kontrolünde Optimum Performans Gösteren Yapı Kabuğunun Hacim Konumuna ve Boyutlarına Bağlı Olarak Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 1983.
- [6] HOLMAN, J.P., 1976. Heat Transfer, 4. Ed., New York, McGraw Hill Book Co.

3. Kaynaklar

- [1] MANİOĞLU, G. İklimsel Konfor ve Enerji Ekonomisi Açısından Isıtma Sisteminin İşletme Şekline Bağlı Olarak Bina Kabuğunun Isıl Performansının Değerlendirilmesi, Y. Lisans Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul, s.1,1995.
- [2] MANİOĞLU, G., Isıtma Enerjisi Ekonomisi ve Yaşam Dönemi Maliyeti Açısından Uygun Bina Kabuğu ve İşletme Biçimi Seçeneğinin Belirlenmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım, Doktora Tezi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 2002.
- [3] GIOVANI, B., 1969. Man, Climate and Architecture -
- [7] YILMAZ, Z., 1987. Evaluation of Built Environment From the Thermal Comfort View Point, ASHRAE Transactions, Volum 93, Part1.
- [8] ANON., Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, Türk Standartları 825, TSE, Ankara,1998.