

# ENERJİ ETKİN TASARIM VE YENİLEME ÇALIŞMALARININ ÖRNEKLERLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Gülten MANİOĞLU

## ÖZET

Türkiye’de enerjinin önemli bir bölümü konfor gereksinimini sağlamak için binalarda harcadığından, binalarda ısısal konfor koşullarını sağlamak için kullanılan ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının azaltılması diğer bir deyişle konfor koşullarının ekonomik olarak sağlanması gerekmektedir. Bina veya bina grupları için yapılan enerji etkin tasarım veya yenileme çalışmaları, binaların pasif sistemler olarak performanslarının artmasını ve aktif sistemlerinin yükünün dolayısıyla enerji harcamalarının azaltılmasını olanaklı kılar. Diğer bir deyişle konfor koşullarını minimum enerji harcamasıyla sağlayan enerji etkin binalar, ısıtma ve soğutma enerjisi gereksinimini azaltacak ve ekonomik birer ürün olacaktır.

Binalarda enerji gereksinimi miktarlarını azaltmanın yolu enerji etkin dizayn parametreleridir. Binaların diğer binalara göre konumu, yönlendiriliş durumları, bina formu ve bina kabuğu binaların enerji etkin tasarımı veya yenilenmesinde başlıca önemli tasarım parametreleridir. Bu parametreler yardımı ile güneş ışınımı ve rüzgar gibi dış iklim elemanlarının tasarım üzerindeki etkilerini kontrol edebilmek ve iç konfor koşullarını minimum yapma enerji harcayarak sağlayabilmek mümkün olabilecektir. Sözü edilen tasarım parametrelerine ilişkin uygun değerlerin oluşturacağı kombinasyonlar, en az enerji harcayarak konforun sağlandığı binaları, diğer bir deyişle ekonomik ve konforlu binaları tanımlarlar.

Türkiye’de binaların ısıtma ve soğutma enerjisi gereksinimini azaltacak tasarım ve yenileme çalışmaları giderek önem kazanmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, enerji etkin tasarım ve yenileme çalışmalarında göz önünde bulundurulması gereken tasarım parametrelerinin öneminin, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Fiziksel Çevre Kontrolü Birimi bünyesinde yapılmış olan çeşitli çalışmalara ait örnekler yardımıyla ve bütüncül bir yaklaşımla ele alınması amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji etkin tasarım kriterleri, enerji etkin yenileme, ekonomi, ısısal konfor

## ABSTRACT

As a great portion of energy is consumed in existing buildings to achieve comfort conditions in Turkey, it can be said that it was necessary to provide comfort conditions in an economic way by minimizing heating and cooling energy consumption. Energy efficient design and retrofitting of buildings and buildings groups will result in an increased performance of its passive system which in turn will reduce the load of active systems. In other words, energy efficient buildings which provide comfort conditions with reduced energy demand will certainly be an economic product which will decrease the heating and cooling energy demand.

One of the way to decrease the amount of energy in buildings is minimizing the energy need of the building first by means of energy efficient design parameters. Distance between buildings, orientation of the buildings, building form, building envelope are the main design parameters affecting energy efficient design and retrofitting. By means of these parameters, it is possible to control the effects of outdoor design parameters (sun radiation and wind) affecting indoor comfort conditions provided by minimum energy consumption. Optimum combination of these parameters defines economic and comfortable buildings which provide climatic comfort with minimum energy consumption.

Energy efficient design and retrofitting studies reducing heating and cooling energy demand has become increasingly popular in Turkey. The aim of this study is to discuss in a holistic way, the importance of energy efficient design parameters considered in different studies realized within Environmental Control Unit in Faculty of Architecture of Istanbul Technical University.

**Key Words:** Energy efficient design parameters, energy efficient retrofit, economy, thermal comfort

## 1. GİRİŞ

1970'lerde yaşanan petrol krizi sonrası küresel anlamda enerji fiyatlarının standartlaştırılması ve enerji açısından başka ülkelere bağımlılığın azaltılmasını hedefleyen çalışmaları artırmış ve bu çalışmaların doğal bir sonucu olarak enerjinin verimli kullanılması gereksinimi ortaya çıkmıştır. 1990'larda hızla yükselen çevreye duyarlılık, çevre bilinci yardımı ve sadece bugünün ihtiyaçlarını değil gelecek nesillerin de ihtiyaçlarını göz önünde bulundurma bilinci ile birlikte fosil enerji kaynaklarının tüketiminin, küresel ölçekte olumsuz etkilere neden olduğu anlaşılmıştır. Bu süreçte enerjiyi etkin kullanmak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını desteklemek ve mevcut kaynakların ömrünü uzatmayı öngören politikaları desteklemek pek çok ülkenin temel stratejileri arasına girmiştir.

Ülkemizde enerji verimliliği çalışmaları 2000'li yıllarda ağırlık kazanmasına rağmen; kullanıcıların enerji korunumu bilincinin gelişmemiş olması, ilgili standart ve yönetmeliklerin uygulama ve içerik bakımından yetersizliği gibi nedenlerden dolayı enerji harcamaları azaltılamamıştır. Enerji kaynaklarının giderek azalmasına karşın nüfusun giderek artması ve teknolojik gelişmelere paralel olarak konfor gereksinimlerinin de artması enerji gereksiniminin de giderek artmasına neden olmaktadır. Birincil enerji kaynakları bakımından yeterli kapasitesi olmayan ülkemizde, tükettiğimiz enerjinin büyük bir bölümü ithal edilmekte ve enerji bakımından diğer ülkelere daha da bağımlı hale gelinmektedir. Aynı zamanda Türkiye'de enerjinin önemli bir bölümü konfor gereksinimini sağlamak amacıyla binalarda harcadığından, binalarda enerji etkinliği önemli bir sorundur. Bu nedenle, öncelikle binalarda ısısal konfor koşullarını sağlamak için kullanılan ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının azaltılması gerekmektedir. Binalarda tasarım ve kullanım süreçlerinde ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarını azaltabilmek;

- Tasarım aşamasında; iklimsel konforu minimum enerji harcayarak sağlayabilen tasarım kriterlerinin değerlerine ait doğru kararlar alınması,
- Kullanım aşamasında; binaların iklimsel konfor açısından istenen performansı gösterip göstermediğinin değerlendirilip, müdahale edilebilen tasarım kriterlerine ilişkin kararların yenilenmesi ile mümkündür.

Bina veya bina grupları için yapılan enerji etkin tasarım veya yenileme çalışmaları, binaların pasif sistemler olarak performanslarının artmasını ve aktif sistemlerinin yükünün dolayısıyla enerji harcamalarının azaltılmasını olanaklı kılar. Diğer bir deyişle konfor koşullarını minimum enerji harcamasıyla sağlayan enerji etkin binalar, ısıtma ve soğutma enerjisi gereksinimini azaltacak ve ekonomik birer ürün olacaktır.

## 2. ENERJİ ETKİN TASARIM VE YENİLEME ÇALIŞMALARININ ÖNEMİ

Binalarda ısıtma ve soğutma enerji harcamaları büyük bir yüzdeyi oluşturduğundan, binaların enerji etkin tasarlanmasının enerji harcamalarını azaltacağı çok açıktır. Kullanıcı sağlığı düşünüldüğünde, binalarda ısı yalıtımı kullanımı ile ısı kayıplarını azaltmanın en önemli nedenlerinden birisi de enerji kökenli hava kirliliğidir. Enerji tüketiminden kaynaklanan kirlilik, bölgesel ölçekte önemli sorunlara yol açmaktadır. Bu nedenle binalarda enerji etkinliğin yükseltilmesi için yoğun bir çaba gösterilmesi gerekmektedir.

Binaların enerji etkin tasarlanabilmesinde en etkili yol, başlangıç aşamasında binaların enerji etkin pasif sistemler olarak tasarlanmasıdır. Tasarım aşamasında alınan doğru kararlarla kullanıcılara sağlıklı, sürdürülebilir ve konfor koşullarını minimum enerji harcamaları ile gerçekleştiren mekanlar sağlamak mümkündür. Ancak geçmişte inşa edilen ve bugünkü enerji korunumuna ilişkin standart ve yönetmeliklerin sınır değerlerini sağlayamayan pek çok bina mevcuttur. Enerji etkin tasarım kriterlerine ait doğru kararların alınmadığı ve bu nedenle önemli ölçüde ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları olan ve dolayısıyla çevre kirliliğini artıran bu binalarda ısıtma ve soğutma enerji harcamalarının azaltılması bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu tür binaların mevcut performansının değerlendirilerek gerekli düzenlemelerle enerji etkin hale dönüştürülmesi mümkündür. Binalarda yapılacak enerji etkin yenileme, binanın pasif sistem olarak performansının artmasını ve aktif sistemlerinin yükünün azaltılmasını olanaklı kılar. Böylece çok sayıda eski bina enerji etkin tasarım kriterleri esas alınarak yenilenmiş ve ısıtma ve soğutma enerjisi harcamaları azaltılmış olacaktır.

### 2.1. Enerji Etkin Tasarım ve Yenileme Çalışmalarını Etkileyen Parametreler

Binaların ısıtılması ve soğutulmasında kullanılan enerji miktarları toplam tüketilen enerjinin oldukça büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Gerek tasarım aşaması gerek de kullanım aşamasında binalara ait ısıtma ve soğutma enerji maliyetlerini minimuma indirmek, iç iklim elemanlarının dış iklim elemanlarının değerlerine bağlı olarak alacağı değerleri etkileyen, yapma çevre değişkenleri olarak nitelenen tasarım parametrelerinin performanslarına bağlıdır [1]. Isıtma ve soğutma enerjisi ekonomisinde etkili olan yapma çevre değişkenleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

Binanın yeri; yerey parçasının eğimi, konumu, bitki örtüsü ve baktığı yönün ifade edildiği, iklim kontrolünde ve hava kirliliğini önlemede etkili olan bir tasarım parametresidir. Aynı zamanda yapma ısıtma ve iklimlendirme ihtiyacının ve buna bağlı olarak enerji harcamalarının minimize edilmesi ve dolayısıyla hava kirliliğinin önlenmesini olanaklı kılar [2].

Binanın diğer binalara göre konumu ise; güneş ışınımı ve rüzgar gibi dış iklim elemanlarının tasarım üzerindeki etkilerini kontrol edebilen en önemli tasarım parametrelerinden biridir. Binayı etkileyen dış iklim elemanlarından güneş ışınımı ve hava hareketi hızı çevre binaların veya diğer engellerin ele alınan binadan uzaklığına, yüksekliğine ve bu binaya göre konumlandırılış durumuna bağlı olarak değişkenlik gösterir. Güneş ışınımından maksimum yararlanılmak istendiğinde, bina aralıkları komşu binaların ve diğer engellerin en uzun gölge boyuna eşit ya da bundan büyük olmalıdır [3].

Binanın boyutları ve biçim faktörü; binanın yatay ve düşey doğrultudaki boyutları ve binayı çevreleyen kabuk elemanının yüzey alanını ve dolayısıyla kabuk elemanından geçen ısı miktarını ve iç hava sıcaklığının değişimini etkileyen en önemli parametrelerden biridir. Kabuk iç yüzey sıcaklığı diğer yüzeylerin sıcaklığından farklı olduğu için, kabuk alanının değişimi, ortalama ışımsal sıcaklığın, kabuk elemanından geçen ısı miktarının ve dolayısıyla iç hava sıcaklığının değişimine yol açar.

Güneş ışınımından kazanılan ısı miktarı binanın dış duvarının baktığı yönün bir fonksiyonu olduğundan binanın yönlendiriliş durumu en önemli yapma çevre değişkenlerinden biridir. Binayı çevreleyen kabuk elemanlarından güneş ışınımı aracılığı ile kazanılan ısı miktarı, iklimsel konforu etkileyen iç hava sıcaklığı ve ortalama ışımsal sıcaklık gibi çevresel değişkenlerin değerlerinin değişiminde rol oynar. Buna göre farklı yönlerde bakan yüzeyleri etkileyen güneş ışınımı şiddeti de farklı olacaktır [4]. Bu nedenle bina içi hacimlerin güneş ışınımından kazandığı ısı miktarı bina dış kabuğunun baktığı yönün bir fonksiyonudur.

Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri kabuğun opak ve saydam bileşenlerinden geçen ısı miktarının ve hacimde gerçekleşen iç hava sıcaklığı ve iç yüzey sıcaklıklarının belirlenmesinde etkili olurlar. İç çevre iklimsel koşulları ve yapma ısıtma ve soğutma yükleri bina kabuğundan yitirilen ve kazanılan toplam ısı miktarlarına bağlı olarak değişim gösterir. Opak ve saydam bileşenlerden oluşan kabuk elemanlarının ısı geçişini etkileyen optik ve termofiziksel özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Opak ve saydam bileşenlerin toplam ısı geçirme katsayısı
- Opak bileşenlerin zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü
- Opak ve saydam bileşenlerin güneş ışınımına karşı yutuculuk geçirgenlik ve yansıtıcılık katsayıları
- Saydamlık oranı

### 3. ENERJİ ETKİN TASARIM VE YENİLEME ÇALIŞMALARI ÖRNEKLERİ

Türkiye’de binaların ısıtma ve soğutma enerjisi gereksinimini azaltacak tasarım ve yenileme çalışmaları giderek önem kazanmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, enerji etkin tasarım ve yenileme çalışmalarına ait İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Fiziksel Çevre Kontrolü Birimi bünyesinde yapılmış olan çeşitli çalışmalardan örnekler verilerek enerji etkin tasarım parametrelerinin öneminin bütüncül bir yaklaşımla ele alınması amaçlanmıştır. Çalışmada değerlendirilen örneklerin ilk ikisinde tasarım aşamasında, son örnekte de kullanım aşamasında enerji etkin tasarım parametreleri yardımı ile alınabilecek önlemlerden bahsedilmiştir. Bu çalışma aynı zamanda tasarım veya kullanım süreçleri boyunca her ölçekte binaya müdahale edilebileceğini gösteren örnekler içermesi açısından önem taşımaktadır.

#### 3.1. Bina Kabuğunun Enerji Etkin Tasarıma Etkileri Üzerine Örnek Bir Çalışma

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. Binalara ait işletme maliyetlerinin büyük bir bölümünü ısıtma sisteminin enerji maliyetleri oluşturmaktadır. Isıtma sistemine ait enerji maliyetlerini minimuma indirmek, ısıtma sisteminin işletme biçiminin, iklimsel konfor şartlarını minimum ısı kaybı ile sağlayabilen bina kabuğu ile birlikte kontrol altına alınması ile mümkündür. Ancak tasarım aşamasında olan bir proje için, bina kabuğuna ait ilk yatırım maliyetlerinin de kontrol edilmesi binanın ömrü boyunca aynı kabuk yolu ile sağlanabilecek ısı kayıp ve kazançlarının getireceği maliyetlerle birlikte bir karşılaştırma yapabilmeyi olanaklı kılar. Bu tür bir maliyet kontrolü yardımıyla iklimsel konfor koşullarını minimum ısı kaybı ile sağlayan bina kabuğu-ısıtma sisteminin işletme biçimi seçenekleri arasından, bina kabuğunun ilk yatırım maliyeti en düşük olanını seçmek mümkün olabilecektir. Bu şekilde hem yüklenicinin hem de kullanıcının ülke kaynaklarını en ekonomik bir biçimde kullanmaları sağlanabilecektir.

Bu çalışmada, ısıtma enerjisi ekonomisi ve yaşam dönemi maliyetleri açısından en uygun bina kabuğu ve işletme biçimlerinin belirlenmesi amacıyla bir yöntem önerilmiştir. Önerilen yöntemin uygulaması için sadece ısıtmanın istendiği dönemde kullanılan ve genellikle ısıtma sistemi kesintili çalıştırılan bina seçeneklerinden ilköğretim okulu örneği seçilmiştir. Uygulama çalışmasına ait veriler ve adımlar aşağıdaki gibi özetlenebilir [5][6].

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. Uygulama, Türkiye’nin ılımlı-nemli iklim bölgesini temsil eden; İstanbul’da normal bir bölgede ve eğimsiz bir arazide gerçekleştirilmiştir. İlköğretim okulu binasının, diğer binalar tarafından gölgelenmediği varsayılmıştır. Binaya ait tüm mekanlarda iç hava sıcaklığının eşit olduğu ve binanın tek zonlu olduğu varsayılarak binanın tüm hacmi ısı kayıpları ve iç hava sıcaklığı hesaplamalarında esas alınmıştır. Bina yüksekliği 6.80 m. ve döşeme alanı 2395 m<sup>2</sup> dir. Cephe opak bileşeninin güneş ışınımına karşı yutuculuk katsayısı  $a_0 = 0.70$  olarak alınmıştır. Mevcut ilköğretim okulu projesindeki saydamlık oranları; kuzey:

% 35, doğu: % 37, güney: % 42 ve batı: % 37 olarak hesaba katılmıştır. Hesaplamalarda ahşap özel birleştirilmiş çift cam ( $U_p = 3.25 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) kullanılmıştır. Opak bileşen için ısı geçirme katsayısı  $0.52 \text{ W/m}^2\text{K}$  olacak şekilde hesaplanmıştır. Opak bileşen alternatiflerine ait detaylar Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo 1.**  $U_o:0,52 \text{ W/m}^2\text{K}$  Sağlayan Opak Bileşen Alternatifleri

Opak bileşen	Malzeme	$\lambda$ W/mK	Kalınlık m
1	Çimento harçlı sıva	1,4	0,02
	Polistiren sert köpük	0,04	0,02
	Gazbeton	0,14	0,17
	Kireç harçlı sıva	0,87	0,02
2	Çimento harçlı sıva	1,4	0,02
	Polistiren sert köpük	0,04	0,05
	Düşey delikli tuğla duvar	0,46	0,22
	Kireç harçlı sıva	0,87	0,02
3	Çimento harçlı sıva	1,4	0,02
	Polistiren sert köpük	0,04	0,07
	Normal agregalı beton	2,1	0,1
	Kireç harçlı sıva	0,87	0,02
4	Çimento harçlı sıva	1,4	0,02
	Polistiren sert köpük	0,04	0,05
	Hafif agregalı beton	0,47	0,22
	Kireç harçlı sıva	0,87	0,02
5	Çimento harçlı sıva	1,4	0,02
	Polistiren sert köpük	0,04	0,03
	Gözenekli hafif tuğla duvar	0,33	0,32
	Kireç harçlı sıva	0,87	0,02

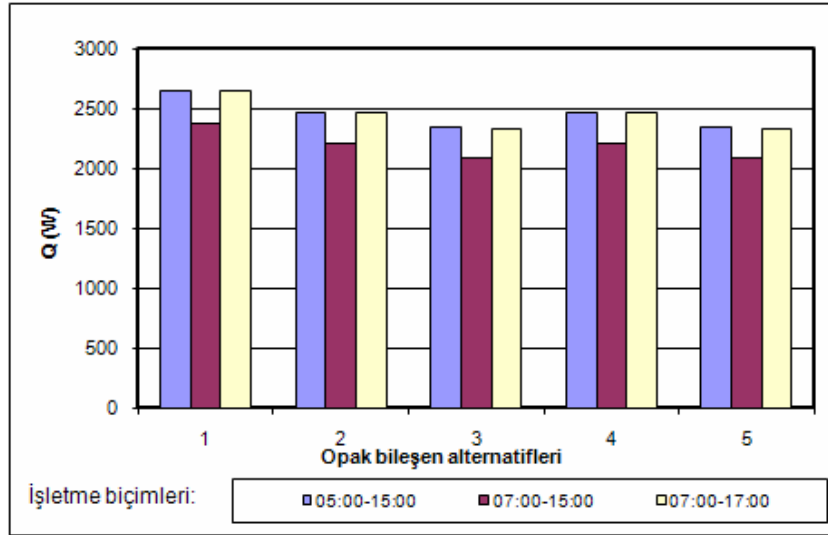
Bu uygulama çalışmasında binanın yalnızca düşey dış kabuk elemanları için farklı alternatifler üretilmiş, toprağa oturan döşeme ve tavan döşemesinin tüm hesaplarda aynı detaya sahip oldukları varsayılmıştır. İlköğretim binası ısıtma sistemi için; saat 05:00–15:00, 07:00–15:00 ve 07:00–17:00 arası çalışan işletme biçimleri öngörülmüştür.

İlköğretim okulu binasının bina kabuğuna ait iç yüzey sıcaklıklarının saatlik değerleri, önerilen tüm opak bileşen kabuk alternatifleri ve 3 ayrı işletme biçimi için hesaplanmıştır. Hesaplamalarda, istenen toplam ısı geçirme katsayısını 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 hesaplayabilen ISINEM adlı bir bilgisayar programı kullanılmıştır [7].

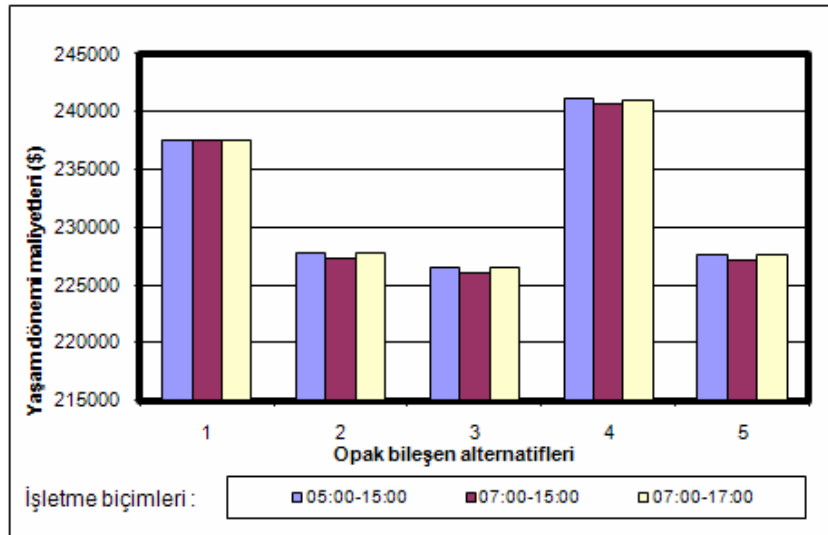
Yaşam dönemi maliyeti yaklaşımının hesaplanmasında; uygulamada kullanılan kabuk alternatiflerinin ilk yatırım maliyetleri ve yakıt maliyetlerinin parasal değerlerinde zaman bakımından oluşan farkları ortadan kaldırmak ve bu değerleri eşdeğer hale getirmek için, eşdeğerlik kavramına dayalı yöntemlerden, bugünkü değer yöntemi ve gelecekteki değer yöntemi kullanılmıştır. Yaşam Dönem Maliyeti hesaplamalarında kullanılan ilk yatırım maliyeti, bu çalışmada esas alınan bina kabuklarına ait ilk yatırım maliyetleri ile sınırlı olup, binanın diğer elemanlarına ait ilk yatırım maliyetleri sabit kabul edilmiştir. İlk yatırım maliyet hesaplamalarında Bayındırlık ve İskan Bakanlığının rayiç listeleri kullanılmıştır [8].

Yaşam dönem maliyetinin hesaplanmasında kullanılan işletme maliyetleri ise, ısıtma sisteminin enerji giderleri ile sınırlı olup, binanın diğer bakım onarım, yenileme ve işletme giderleri sabit kabul edilmiştir.

Isıtma sisteminin tükettiği yakıt miktarı, hesabın yapıldığı yöreye ait ısıtma süresinin hesaplanmasıyla belirlenmiştir. Bu hesaplamalar sonucu elde edilen değerler Petrol Ofisi, kalorifer yakıt fiyatları ile çarpılarak, İstanbul iline göre yıllık yakıt maliyetlerinin değişimi hesaplanmıştır [9]. Bu çalışmada kullanılan ekonomik değerlendirmede hesap dönemi olarak 20 sene öngörülmüş [10], eskalasyon oranı % 1.12 ve indirgeme oranı da %15 olarak kabul edilmiştir. İlköğretim okullarının gün içinde minimum 8 saat kullanıldığı esas alınarak, mekanda minimum 8 saat iç hava sıcaklığı konfor değerini (19°C) sağlayacak iç yüzey sıcaklıklarını gerçekleştirebilen işletme biçimi ve bina kabuğu seçenekleri belirlenmiştir. Bu seçeneklere ait hesaplanmış ısı kayıpları ve yaşam dönemi maliyetleri grafikleri Şekil 1 ve 2' de gösterilmiştir.



**Şekil 1.** İstanbul İçin Isıtma Sisteminin İşletme Biçimine Bağlı Olarak Binada Minimum 8 Saat İklimsel Konfor Koşullarını Sağlayan Kabuk Seçeneklerine Ait Tüm Bina Dış Kabuğundan Kaybedilen Günlük Ortalama Saatlik Isı Miktarları



**Şekil 2.** İstanbul İçin Isıtma Sisteminin İşletme Biçimine Bağlı Olarak Yaşam Dönem Maliyetleri

Bu çalışmada, farklı bina kabuğu alternatifleri, ısıtma sisteminin farklı işletme biçimleri ile birlikte uygulanmış ve bu seçenekler için toplam ısı kayıpları ve yaşam dönemi maliyetleri elde edilmiştir. Örnek binada konfor sıcaklığını sağlayabilen bina kabuğu-ısıtma sisteminin işletme biçimi seçenekleri, minimum enerji harcaması kriteri esas alınarak belirlenmiş ve bu seçenekler arasından, minimum yaşam dönemi maliyetini sağlayan seçenekler en uygun seçenekler olarak tespit edilmiştir.



Örnek bina üzerinde bütün seçenekler iklimsel konfor koşullarını en az 8 saat sağlamaktadır. Önerilen bina kabuğu seçenekleri aynı ısı geçirme katsayısı değerlerine sahip olsalar bile farklı miktarda ısı kayıpları gerçekleşmektedir. Aynı sürede fakat farklı işletme biçimleriyle çalıştırılmış ısıtma sistemleri istenen konfor şartlarını farklı ısı kayıplarıyla sağlayabilmektedir.

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.

Bu çalışmada üç ve beş numaralı bina kabuğu alternatifleri, ısıtma sistemi saat 07:00-15:00 arasında çalıştırıldığında, iklimsel konfor koşullarını minimum enerji harcaması ile gerçekleştiren seçeneklerdir. Ancak bu seçeneklerin yaşam dönemi maliyetleri incelendiğinde üç numaralı seçeneğin daha uygun olduğu görülmektedir. Aynı şekilde, iki ve dört numaralı bina kabuğu alternatiflerinin aynı ısı kayıplarını gerçekleştirdikleri ancak dört numaralı alternatifin daha pahalı olduğu gözlemlenmektedir. Böylece, toplam maliyetleri ve enerji harcamalarını kontrol etmek sadece ısıtma sisteminin işletme biçimini binanın fonksiyonuna göre değil bina kabuğuna göre de seçilmesiyle mümkün olmaktadır. İklimsel konfor koşullarını minimum ısı kayıpları ile sağlayabilen seçenek en ekonomik seçenek olmayabilir. İlk yatırım ve işletme maliyetlerinin de hesaba katılarak bir ekonomik analizin yapılması gerekmektedir. Bina kabuğu ve işletme biçimi seçeneklerinden, iklimsel konfor koşullarını en düşük yaşam dönemi maliyeti ile gerçekleştirebilen seçenek en uygun seçenektir.

### 3.2. Bina Formunun Enerji Etkin Tasarıma Etkileri Üzerine Örnek Bir Çalışma

Aynı hacimli ancak farklı dış cephe alanına sahip birden fazla bina formu belirlemek mümkündür. Buna bağlı olarak farklı formlardaki binaların kabuğundan kaybedilen ısı miktarları da farklı olacaktır. Örneğin, dış konturların fazla girintili ve çıkıntılı olması bina dış yüzey alanını arttıracığından kompakt bir binaya göre ek ısı kayıpları oluşabilir. Bu noktada, binanın ısı kayıplarına karşı korunmuş hacmi ( $V$ ) ile toplam ısı kaybedilen bina kabuğu alanı ( $A$ ) arasındaki oranın ele alınması ve  $V/A$  ile  $Q$  (tüm bina kabuğundan kaybedilen ısı kaybı) arasındaki ilişkinin incelenmesi zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Diğer bir deyişle, aynı hacmi çevreleyen farklı bina formlarını tanımlamada  $V/A$  oranları esas alınmalı ve en az ısı kaybını gerçekleştiren kabuğu belirlerken  $V/A$  ile  $Q$  arasındaki bağıntı kurulmalıdır. Binanın ısı kaybeden alanlarının toplam ısı geçirme katsayısının üst sınır değerleri, toplam ısı kayıp alanı  $A$  ve ısı kayıplarına karşı korunmuş hacim  $V$  olmak üzere  $V/A$ 'nın fonksiyonu olarak ifade edilmektedir.

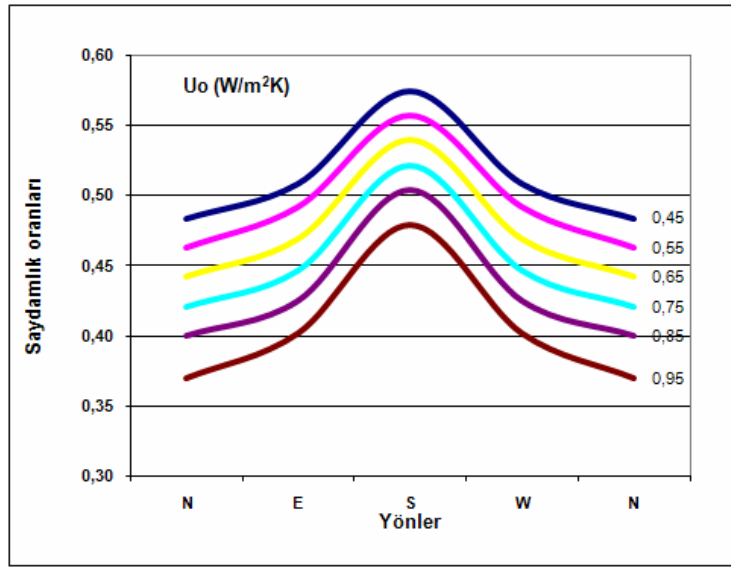
Binaların ısı kayıplarına neden olan tüm tasarım parametreleri ele alınarak, en az ısı kaybını, dolayısıyla en az enerji tüketimini gerçekleştiren binayı tanımlamada  $U_o$  ve  $V/A$  oranı arasındaki bağıntı kurulmalıdır. Böylece, binanın istenen toplam ısı geçirme katsayısı  $V/A$  oranına göre belirlenmiş olacaktır [11].

Bu çalışmada minimum ısıtma enerjisi harcayarak ısısal konfor koşullarını sağlayan referans bina formunu belirlemede kullanılan bir yöntem kullanılmıştır. Söz konusu yöntem enerji etkin bina tasarım sürecinde kullanılabilir tüm teknik bilgileri sağlamayı amaçlayan bir araştırma projesi esas alınarak geliştirilmiştir [12]. Önerilen yöntem ısısal konfor koşullarından ödün vermeden, ısıtma enerjisi harcamalarını azaltan bina formunu ve bu formu çevreleyen bina kabuğu termofiziksel özelliklerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Yöntem, Türkiye'nin enerji tasarrufu öncelikli olan iklim bölgeleri için uygulanmış ancak bu çalışmada sadece ılımlı-nemli iklim bölgesini temsil eden İstanbul şehri için yapılmış hesaplamalar sunulmuştur.

Önerilen yöntemde, İstanbul iline ait meteorolojik veriler; dış hava sıcaklığı ve güneş ışınımının birleşik etkisini ifade eden sol-air sıcaklıkların hesaplanabilmesi, bina kabuğunun ısısal performansının belirlenebilmesi ve ısıtma yüklerinin hesaplanması amacıyla ısıtmanın istendiği dönemi temsil eden 21

Ocak günü için derlenmiştir. İç hava sıcaklığı konfor değeri TS 825 [13] esas alınarak 19°C olarak kabul edilmiştir.

İTÜ'nde tamamlanmış bir araştırma projesinde kullanılan kabuk yöntemi [7] esas alınarak; cephenin yutuculuk katsayısı, saydam bileşen türü, saydamlık oranı ve yöne bağlı olarak, opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısının enerji korunumu açısından birim alandan akan sınır ısı kayıp miktarını sağlayan izin verilebilir maksimum değerleri hesaplanmıştır. Bu yöntem kullanılarak gerçek gök koşullarında yapılan hesaplamalar, 21 Ocak günü için, bina kabuğu dış yüzeyinin yutuculuk katsayısının 0,70 olduğu, saydamlık oranının 0 ile 0,60 değerleri arasında olduğu ve pencerelerde  $U_p$ : 3,25 W/m<sup>2</sup>K olan, ahşap çift camlı doğrama kullanıldığı kabulleri esas alınarak yapılmıştır. Hesaplamalar sonucunda İstanbul için, opak bileşen ısı geçirme katsayısı ve yöne göre saydamlık oranı eğrileri Şekil 3. de derlenmiştir. Grafik yardımıyla minimum ısı kaybını gerçekleştiren, farklı yönlerde uygulanabilecek optimum ısı geçirme katsayısı ve saydamlık oranı kombinasyonlarını belirlemek mümkündür. Bu değerler bina formundan bağımsız elde edilmiştir. [12].



**Şekil 3.** Saydamlık Oranlarına Bağlı Olarak Isı Geçirme Katsayısı Değerlerinin Değişim Eğrileri

Isısal konfor koşullarının sağlanması için gerekli yapma ısıtma yüküne ihtiyacın azalması, ısıtmanın istendiği dönemde, tüm bina kabuğu aracılığıyla dış çevreye doğru olan toplam ısı kaybının azaltılmasıyla mümkündür. Bina formu, binanın güneş ışınımının ısıtıcı etkisinden ne oranda faydalandığını belirleyen en önemli parametredir. Bu nedenle minimum ısı kaybı sağlayan bina formunun belirlenebilmesi için farklı bina formlarını tanımlayan taban alanı ve A/V oranı aralıkları belirlenmelidir.

Gerçek atmosfer koşulları için, ısıtmanın istendiği dönemde bina içinde iç hava sıcaklığı konfor değeri ( $t_i$ ) sağlandığında, kabuk elemanının birim alanından kaybedilen günlük ortalama saatlik ısı miktarları ( $q$ ), opak bileşene ait toplam ısı geçirme katsayısı ( $U_o$ ), saydamlık oranı ( $x$ ), ve saydam bileşene ait toplam ısı geçirme katsayısı ( $U_c$ ) değerlerine bağlı olarak ve günlük ortalama sol-air sıcaklıkların ( $t_{eoo}$ ,  $t_{eco}$ ) dış dizayn sıcaklıkları olarak alındığı koşullarda aşağıdaki bağıntı aracılığıyla hesaplanabilir [12].

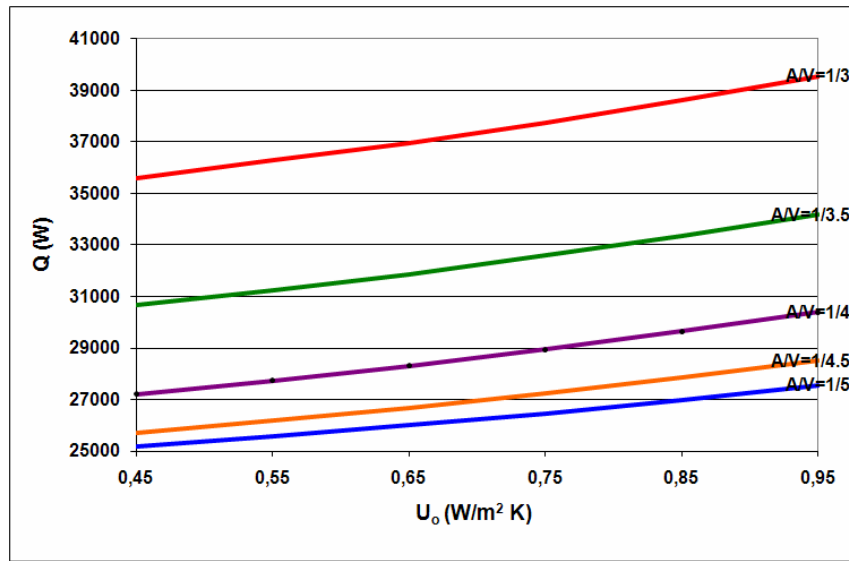
$$q = U_o (t_i - t_{eoo}) (1-x) + U_c (t_i - t_{eco}) x \quad (\text{W/m}^2) \quad (1)$$

Bu şekilde sistematik bir sırayla seçilmiş olan farklı A/V oranları için cepheden kaybedilen toplam ısı yüklerini hesaplamak mümkün olacaktır. Bu çalışmada önerilen yöntem İstanbul'da farklı bina formları için uygulanmıştır. Yöntemde önerilen binalar 5 katlı, taban alanı 400 m<sup>2</sup> olan, A/V oranları 0,5 aralıklarla değişen, kat yüksekliği 2,80 m. olan kırma çatılı binalardır. Opak bileşene ait toplam ısı geçirme katsayısı 0,45 ile 0,95 W/m<sup>2</sup>K arasında, 10'ar birim aralıklarla değişmektedir. Binaların uzun cepheleri kuzey-güney doğrultusunda olacak şekilde konumlandırılmıştır. Hesaplama sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. A/V oranları ve toplam ısı geçirme katsayılarına göre bina kabuğunda gerçekleşen toplam ısı kaybı hesaplamaları Şekil 4'de derlenmiştir.



**Tablo 2.** Toplam Isı Kayıpları Hesaplanmış Değerleri, Q (W)

U <sub>o</sub>	Toplam Isı Kayıpları, Q(W)				
	1/5	1/4.5	1/4	1/3.5	1/3
0,45	25172	25718	27211	30657	35600
0,55	25583	26184	27739	31254	36282
0,65	25992	26675	28306	31871	36952
0,75	26473	27240	28954	32585	37744
0,85	27002	27856	29659	33366	38615
0,95	27572	28506	30397	34197	39600

**Şekil 4.** A/V Oranlarıyla Temsil Edilen Farklı Bina Formlarına Ait Bina Kabuğunda Gerçekleşen Toplam Isı Kayıpları, Q(W)

Şekil 4’de ifade edilen tüm bina dış kabuğundan kaybedilen toplam ısı miktarları değişim eğrileri aracılığıyla, seçilen taban alanı için en az ısı kaybını sağlayan bina formu referans bina formu olarak kabul edilmiştir. Referans bina formunu tanımlayan V/A oranı da referans V/A oranı olarak ele alınmıştır. Uygulama sonucunda Şekil 4’de görüldüğü gibi A/V=1/5 olan bina formu referans bina formu olarak kabul edilmiştir.

Referans bina formunda gerçekleşen ısı kayıpları, diğer bina formlarında gerçekleşen ısı kayıplarına eşitlenerek bu değeri sağlayan opak bileşen için düzeltilmiş U<sub>o</sub> değerleri Tablo 3’de verilmiştir.

**Tablo 3.** Düzeltilmiş U<sub>o</sub> Değerleri (W/m<sup>2</sup>K)

U <sub>o</sub>	1/5	1/4.5	1/4	1/3.5	1/3
W/m <sup>2</sup> K		U <sub>o</sub> düzeltilmiş, (W/m <sup>2</sup> K)			
0,45		0,38	0,21	-	-
0,55	REFERAN S	0,46	0,31	-	-
0,65	A/V	0,57	0,4	0,11	-
0,75		0,66	0,5	0,21	-
0,85		0,75	0,59	0,3	-
0,95		0,85	0,68	0,41	0,11

Tablo 3’de görüldüğü gibi, bazı bina formları için  $U_0$  değerleri sağlanamamakta, elde edilen bazı düzeltilmiş  $U_0$  değerleri de uygulanamayacak kadar düşük değerler vermektedir. Bu durumda referans bina formuna yakın olan bina formlarının seçilmesi önerilebilir.

Türkiye’nin ılımlı-nemli iklim bölgesi için yapılan bu çalışmada ısıl konfor koşullarının ısıtma enerjisi ekonomisiyle sağlanabilmesi için referans bina formunun belirlenebileceği bir yöntem geliştirilmiştir. Bu çalışma ile bina formu; biçim faktörü, bina yüksekliği, çatı türü gibi binaya ilişkin parametrelere bağlı olarak tanımlandığından, bu parametrelerin en az ısı kaybını sağlayacak şekilde ele alınması da olanaklı olmaktadır.

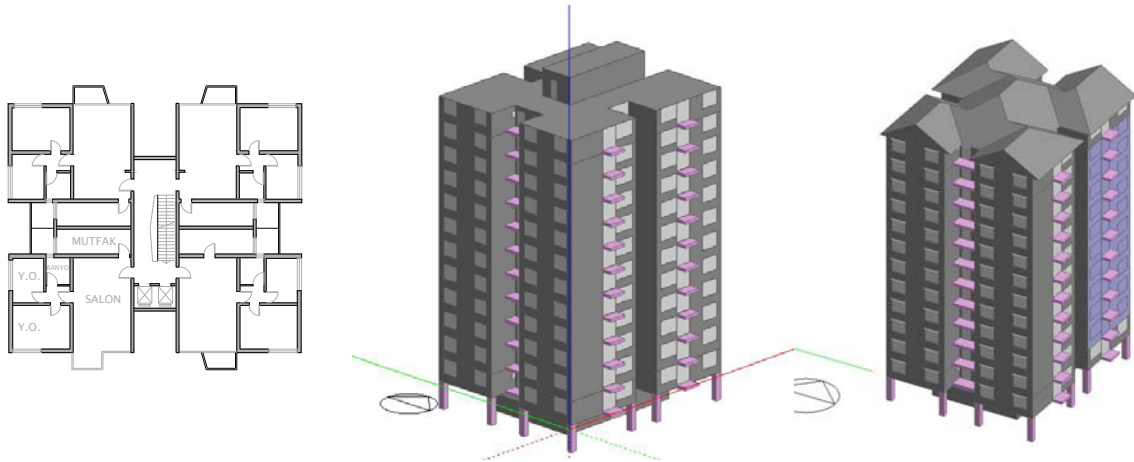
Önerilen yöntem, uygulama alanında, ön tasarım aşamasında farklı bina formlarının ısı korunumu açısından irdelenmesini olanaklı kılmaktadır. Ayrıca aynı hacme, fakat farklı dış yüzey alanına sahip birden fazla bina formu belirlemek olanaklıdır. Dolayısıyla, bu çalışma ile tasarımcıya bina formunu sınırlayıcı zorunluluklar getirmek yerine mimarın önerdiği bina formuna uygun olarak bina kabuğu toplam ısı geçirme katsayısı değerinin düzeltilmesi olanağı diğer bir deyişle tasarım esnekliği sağlanmaktadır.

### 3.3. Enerji Etkin Yenileme Önerisi Çalışması Üzerine Bir Örnek

Türkiye’de enerjinin önemli bir bölümü konfor gereksinimini sağlamak için konut binalarında harcadığından, öncelikle konut binalarında ısıl konfor koşullarını sağlamak için kullanılan ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarının azaltılması gerekmektedir. Özellikle eski binalarda önemli ölçüde ısıtma ve soğutma enerjisi gereksinimi olduğundan öncelikle eski konut binalarında ısıtma ve soğutma harcamalarının minimize edilmesi zorunludur. Bina kabuğu ısıtma ve soğutma yüklerinin minimize edilmesinde en etkili eleman olduğundan, kullanılmakta olan bir binanın kabuğunda yapılacak enerji etkin yenileme, binanın pasif sistem olarak performansının artmasını ve aktif sistemlerinin yükünün azaltılmasını olanaklı kılar. Bu nedenle Türkiye’de enerji etkin yenileme çalışmaları giderek önem kazanmaktadır. Bu çalışmada da 1962 yılında inşa edilmiş Ataköy 1. kısım toplu konutlarında seçilmiş bir konut binasının enerji etkin yenilenmesi ele alınmıştır [14].

Bu çalışmada; bina kabuğunun enerji etkin yenilenmesinde uygulanabilecek bazı iyileştirme alternatifleri geliştirilmiştir. Alternatiflerin enerji harcamalarına etkisinin analizinde Design Builder adlı, simülasyon motoru olarak bütünleşik bir simülasyon programı olan Energy Plus programını kullanan, kullanıcı kolaylığı için geliştirilmiş görsel bir ara yüz programından yararlanılmıştır [15]. Çalışmaya ait veriler ve adımlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Seçilen bina, ayrıık nizam, 12 katlı, teras çatılı, her katta 4 daireden oluşan bir bina. Bina zemin katta kolonlar üzerinde yükseltilmiştir. Binanın 4 ana cephesi 4 ana yöne göre yönelmiştir. Binanın toplam yüksekliği 33,8 m. ve toplam katlar alanı 380 m<sup>2</sup> dir (Şekil 5).



Şekil 5. Seçilen Binanın Planı ve Design Builder ile 3 Boyutlu Modellenmesi

İncelenen binanın yapım yılında (1957–62) bina kabuğu katmanları için hiçbir yalıtım malzemesi öngörülmemiştir. Kabuğa ait mevcut detaylar Tablo 4’de verilmiştir. Pencere tipi ahşap tek camlı  $(U_p: 5,1 \text{ W/m}^2\text{K})$  doğramadır.

**Tablo 4.** Mevcut Opak Bileşen Alternatifleri (Dıştan İçeri Doğru)

Opak bileşen	Malzeme	$\lambda$ W/(mK)	Kalınlık (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)
Dış duvarlar	Perlit sıva	0,08	0,02	U=1,23
	Tuğla	0,62	0,22	
	Alçı sıva	0,40	0,015	
Zemine oturan döşeme	Betonarme döşeme	2,5	0,15	U=3,06
	Yüksek yoğ. beton	2	0,03	
	Harç	0,88	0,03	
	Karo mozaik kaplama	1,3	0,01	
Altı açık döşeme	Perlit sıva	0,08	0,02	U=1,46
	Betonarme döşeme	2,5	0,03	
	Harç	0,88	0,03	
	Ahşap döşeme	0,14	0,01	
Teras çatı	Karo mozaik kaplama	1,3	0,01	U=3,40
	Harç	0,88	0,03	
	Yüksek yoğ. beton	2	0,03	
	Betonarme döşeme	2,5	0,15	
	Alçı sıva	0,40	0,015	

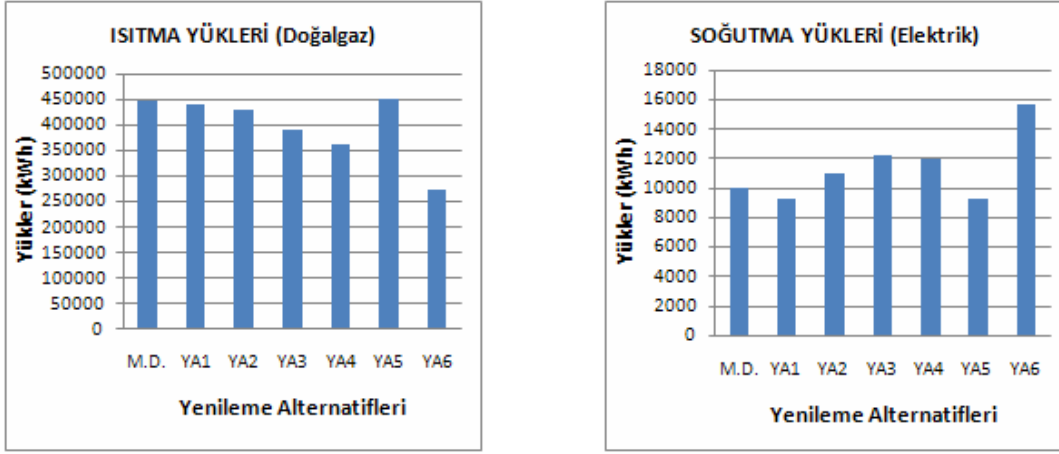
Mevcut binanın performansını değerlendirmek amacıyla, yıllık ısıtma ve soğutma yükleri, dinamik ısısal bir simülasyon programı olan Design Builder kullanılarak hesaplanmıştır. Modellemede binaya ait tüm mekanlarda iç hava sıcaklığının eşit olduğu ve binanın tek zonlu olduğu varsayılarak hesaplama yapılmıştır. Hesaplamalarda iç hava sıcaklığı konfor değeri ısıtma dönemi için 21°C, soğutma dönemi için de 26°C olarak alınmıştır. Simülasyonlarda İstanbul’a ait iklimsel IWEC (enerji hesaplamaları için uluslararası iklimsel veri) veri dosyaları ASHRAE İklim Dizayn Verilerinden alınarak kullanılmıştır.

Çalışmada yapılan ilk modellemede binanın mevcut durumu (MD) binanın ısısal davranışını izleyebilmek amacıyla modellenmiştir (Şekil 5). Sonraki adımlarda ise bina kabuğundan gerçekleşen enerji harcamalarını kontrol etmek ve mevcut binayı enerji korunumu açısından iyileştirmek amacıyla farklı yenileme alternatifleri önerilmiştir. Önerilen yenileme alternatiflerinin bazılarında (YA1, YA2, YA3) kullanılmak üzere, bileşen detaylarında TS 825 Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları Standardına göre, Türkiye’nin farklı bölgeleri için önerilen sınır U değerleri dikkate alınarak iyileştirme yapılmıştır. Bu amaçla dış duvarlar ve altı açık döşeme detayları için 4 cm., çatı detayı için 9 cm. ve zemine oturan döşeme detayı için de 6 cm. polistiren levha ( $\lambda: 0,04 \text{ W/mK}$ ) yalıtım malzemesi önerilmiştir. Önerilen yenileme alternatifleri her aşamada farklı bileşenlerin iyileştirilmesi ve bu durum karşısında binanın performansının adım adım değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmişlerdir. Buna göre;

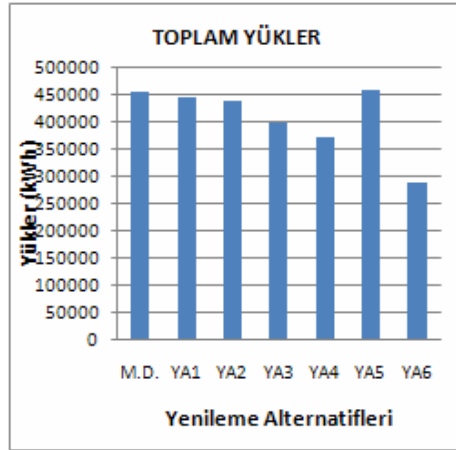
- Önerilen ilk yenileme alternatifinde (YA1), sadece çatı katmanında, 9 cm. polistiren yalıtım malzemesi eklenerek çatı bileşeninde iyileştirme yapılmış ve çatı kırma çatı olarak değiştirilmiştir.
- İkinci yenileme alternatifinde (YA2), sadece çatı katmanında 9 cm., altı açık döşemede 4cm. ve zemine oturan döşemede de 6 cm. polistiren yalıtım malzemesi eklenerek bina kabuğunda iyileştirme yapılmıştır. Bu alternatifte kuzey, doğu, güney ve batı cephelerinde hiçbir değişiklik yapılmamıştır.
- Üçüncü yenileme alternatifinde (YA3), sadece doğu, kuzey, batı ve güney cephelerine 4 cm. polistiren yalıtım malzemesi eklenerek bina kabuğunda iyileştirme yapılmıştır.
- Dördüncü yenileme alternatifi (YA4) mevcut ahşap tek camlı pencere doğramasının, PVC çift camlı (3mm./13mm hava:  $U_p: 3,0 \text{ W/mK}$ ) doğrama ile değiştirilmesidir.
- Beşinci yenileme alternatifi (YA5) soğutma yüklerini azaltmak amacıyla güney cephesine dış panjur şeklinde gölgeleme elemanı yerleştirilmesidir.

- Tüm önerilerin birleşik etkisini görebilmek için de tüm yenileme alternatiflerinin bir arada önerildiği bir hesaplama (YA6) daha yapılmıştır.

Isıtma ve soğutma yükü hesaplama sonuçları Şekil 6' ve Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 6. Yenileme Alternatifleri İçin Hesaplanmış Yıllık Isıtma ve Soğutma Yükleri Değerleri



Şekil 7. Yenileme Alternatifleri İçin Hesaplanmış Yıllık Toplam Yüklerin Değerleri

Günümüzde enerji kaynaklarının kıt olması ve buna bağlı enerji problemleri nedeni ile mevcut binaların enerji etkin yenilenmesi giderek artan bir önem kazanmaktadır. Türkiye'de ısıtma ve soğutma enerjisi gereksiniminin büyük bir bölümü mevcut binalarda olduğundan mevcut binalarda ısıtma ve soğutma enerjisi harcamalarını minimize etmek için yapılacak yenileme çalışmaları Türkiye'de enerji korunumunu sağlama açısından önemli bir ölçüdür.

Bu çalışmada İstanbul'da mevcut eski bir apartman bloğunun bina kabuğunu optimum bir şekilde yenileme açısından enerji etkin bina kabuğu alternatifleri geliştirilerek her alternatif için enerji yüklerinin hesaplanmasında, simülasyon motoru olarak bütünlük bir simülasyon programı olan EnergyPlus programını kullanan, DesignBuilder simülasyon programından yararlanılmıştır. Şekil 6 ve Şekil 7 de derlenen simülasyon sonuçları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Şekil 6 'dan görüldüğü gibi, yalıtımlı yüzey sayısı arttıkça binanın toplam ısıtma yükü de azalmıştır. Bununla beraber ısıtma yüklerinin en düşük olduğu seçenek, iyileştirilmiş pencere doğraması ve çift cam alternatifinin (YA4) uygulandığı seçenektir. Ancak, pencerelerde gölgeleme elemanları uygulaması (YA5) güneşin ısıtıcı etkisini engellediğinden ısıtma yüklerinin artmasına neden olmuştur. En düşük ısıtma yükü sağlayan YA6 seçeneği, YA1,YA2,YA3,YA4 ve YA5' in kombinasyonu olarak yapılan uygulamadır ve ısıtma yükünü % 61 oranında azaltmıştır.

Soğutma yükleri, düz çatı yerine kırma çatı uygulaması ve güney cephesinde gölgeleme elemanı uygulamasıyla %7 oranında azalmıştır. Bu oranın düşük olması, binanın cephelerindeki balkon döşemelerinin doğal birer saçak şeklinde çalışarak gölgeleme elemanı etkisi yaratmalarıyla açıklanabilir. YA2, YA3 ve YA4 seçeneklerinde, bina kabuğunun, yalıtım malzemesi ve PVC doğrama kullanımı ile sızdırmazlığı arttığından soğutma yüklerinin de arttığı görülmüştür. Özellikle tüm yenileme alternatiflerinin uygulandığı YA6 seçeneğinde soğutma yükleri % 57 artmıştır.

Yenileme alternatiflerinden YA2, YA3 ve YA4 daha yüksek soğutma yüküne neden olmuş ancak şekil 7'den görüldüğü gibi bu alternatifler toplam yükün azaltılmasını sağlamıştır. Isıtma ve soğutma yükünün toplamı değerlendirildiğinde YA6 nın en az yükü sağladığı görülmektedir.

Uygulanan çalışmada seçilen bina, formu nedeniyle dört ana yöne eşit cephe alanları ile yönlendirilmiş bir binadır. Farklı yönere bakan farklı cephe alanlarına sahip binalarda yapılacak enerji etkin yenileme çalışmaları sonucunda farklı ısıtma ve soğutma yükleri elde edileceği açıktır [13].

Bu çalışma mevcut binalarda bina kabuğunda yapılabilecek basit yenileme alternatifleri ile ısıtma ve soğutma gereksinimlerinin azaltılacağını göstermektedir. Bu çalışmada sınırlı sayıda alternatif ele alınmıştır. Alternatifler üretilirken kullanılan yapı malzemeleri de değiştirilerek farklı yalıtım malzemelerinin ısıtma ve soğutma yükleri üzerindeki etkisi de incelenmelidir. Aynı çalışma farklı iklim bölgelerinde de tekrarlanmalı ve bölgesel ihtiyaçlara göre çözümler üretilmelidir. Daha genel sonuçlara ulaşmak ve enerji harcamalarının azaltılmasında optimum alternatifleri sağlamak için çok sayıda alternatif geliştirilmeli ve analiz edilmelidir.

## SONUÇ

Günümüzde enerji kaynaklarının kıt olması ve buna bağlı enerji problemleri nedeni ile binaların enerji etkin tasarlanması ve yenilenmesi giderek artan bir önem kazanmaktadır. Türkiye'de ısıtma ve soğutma enerjisi gereksiniminin büyük bir bölümü binalarda gerçekleştiğinden binalarda enerji harcamalarını minimize etmek için yapılacak tasarım ve yenileme çalışmaları Türkiye'de enerji korunumunu sağlama açısından önemli bir ölçüdür.

Türkiye'de enerji kayıplarının önemli bir bölümünün, standart ve yönetmeliklere uygun olmadan üretilen binalardan kaynaklandığı bilinmektedir. Bu nedenle yeni bir tasarım yaparken veya mevcut bir binanın iyileştirilmesi önerilirken binaların enerji etkin amaçlı olarak ele alınması enerji tasarrufunun sağlanmasında önemli bir etkidir. Bu çalışmada enerji etkin tasarım parametreleri dikkate alınarak gerçekleştirilen tasarım ve yenileme çalışması örnekleri ele alınarak bir değerlendirme yapılmıştır. Yapılan değerlendirmelerin sonucunda;

- Enerji etkin bir bina tasarımı amaçlandığında, farklı ölçeklerde (yerleşme ölçeği, bina ölçeği, hacim ölçeği, yapı elemanı ölçeği) önlemler alarak ısıtma ve soğutma yüklerini azaltmanın mümkün olabileceği,
- Enerji etkin tasarım kriterlerinin hem tasarım hem de kullanım sürecinde ele alınıp, bu değişkenlere ait doğru kararların alınmasıyla, binaların hem ekonomik hem de konforlu hale dönüştürülebileceği,
- Bina kabuğu termofiziksel özelliklerinin, birlikte çalıştığı aktif ısıtma sisteminin özelliklerine bağlı olarak farklı performans sergileyebileceği,
- Enerji etkin bina kabuğu seçeneklerinin ekonomik bir analiz sonrası, ilk yatırım ve işletme maliyetlerinin de göz önünde bulundurularak değerlendirilmesi gerektiği,

- Bina formuna bağlı olarak ısı kayıplarının azaltılmasına olanak sağlayan bina dış kabuğu toplam ısı geçirme katsayısının belirlenebileceği,
- Tasarım aşamasında farklı bina formlarının ısı korunumu açısından irdelenebileceği, aynı hacme, fakat farklı dış yüzey alanına sahip birden fazla bina formu arasından en ekonomik ve konforlu olanı belirlemenin mümkün olabileceği,
- Mevcut binalarda bina kabuğunda yapılabilecek basit yenileme alternatifleri ile ısıtma ve soğutma enerji harcamalarının azaltılabileceği

sonuçlarına varılmıştır. Daha genel sonuçlara ulaşmak ve enerji harcamalarının azaltılmasında optimum alternatifleri sağlamak için çok sayıda çalışma farklı alternatifler geliştirilerek tekrar edilmeli ve sonuçlar enerji etkinliği ve ekonomiklik bakımından analiz edilmelidir.

Bu bildiride, ekonomik ve konforlu binaların tasarımında ve mevcut binaların ekonomik ve konforlu hale dönüştürülerek yenilenmesinde enerji etkin tasarım parametrelerinin önemi çeşitli çalışmalar üzerinde tartışılmış ve konuya ilişkin sonuçlar açıklanmıştır. Özellikle yeni yapılacak binalarda enerji verimliliği konusunda ileriye dönük doğru kararlar almak açısından binaların enerji etkin sistemler olarak tasarlanması en etkili yollardan biridir. Ülkemizde, bina sektörünün enerji harcamalarında büyük bir yüzde teşkil ettiği düşünülecek olursa, binalarda enerji giderlerinin azaltılması ile sağlanabilecek kazanç ülke ekonomisine de kazanç sağlayacaktır. Çalışmalarda daha fazla parametreyi hesaba katabilmek ve daha gerçekçi sonuçlar elde edebilmek için, ekonomik analizlerin yapılabilmesi gerekmektedir. Bu analizleri yapabilmek ülkemizde yapı sektörüne ilişkin çeşitli maliyet kalemleri ile ilgili bir veri tabanı oluşturulması ile mümkündür.

## KAYNAKLAR

- [1] ZEREN, L., BERKÖZ, E. ve diğerleri, “Türkiye’de Yeni Yerleşmeler ve Binalarda Enerji Tasarrufu Amacıyla Bir Mevzuat Modeline İlişkin Çalışma”, İ.T.Ü. Çevre ve Şehircilik Uygulama-Araştırma Merkezi, İstanbul, 1987.
- [2] BERKÖZ, E., KÜÇÜKDOĞU, M., YILMAZ, Z. ve diğerleri, “Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı”, TÜBİTAK, İNTAG 201, İstanbul, 1995.
- [3] BAYAZIT, N., DÜLGEROĞLU, Y., YILMAZ, Z., “Toplu Konut Standartları-Mekan, Fiziksel Çevre, Bina Ekonomisi”, Toplu Konut Yapımcıları Derneği, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 1992
- [4] YILMAZ, Z., “Yeni Toplu Konutların Kullanıcı Konforu Açısından Isısal Performanslarının Değerlendirilmesi”, TÜBİTAK, mag-716,1988.
- [5] G. MANİOĞLU, “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.
- [6] MANİOĞLU, G., YILMAZ, Z., “Economic Evaluation of the Building Envelope and Operation Period of Heating System in Terms of Thermal Comfort”, Energy and Buildings, volume 38, pp.266-272, 2006.
- [7] YILMAZ, Z. “İklimsel Konfor Sağlanması ve Yoğuşma 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.
- [8] T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2001 Yılına Ait, İnşaat Birim Fiyatlarına Esas İşçilik-Araç ve Gereç Rayiç Listeleri, Yüksek Fen Kurulu Başkanlığı, Sayı:20.
- [9] Petrol Ofisi Anonim Ortaklığı (http:// www.pogas.com.tr )
- [10] Energy Information Association, Departement of Energy (http:// www.eia.doe.gov )
- [11] SELAMET, S., “Tüm Bina Kabuğundan Kaybedilen Isı Miktarının Bina Formuna Bağlı Olarak İrdelenmesi İçin Bir Model Önerisi”, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1995.
- [12] Isıtma Enerjisi Tasarrufu Açısından Bina Kabuğu Isı Yalıtım Değerinin Bina Formuna Bağlı Olarak Belirlenmesi, Proje no. 985, İ.T.Ü. Araştırma Fonu, Ocak 2000, İstanbul. ( Yürütücü: Prof.Dr. Zerrin Yılmaz, Araştırmacı: Gül Koçlar Oral, Gülten Manioğlu)
- [13] Türk Standardı TS 825, “Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları”, 1998.





- [14] MANİOĞLU, G., KOÇLAR ORAL G., “Konut Binalarının Enerji Etkin Yenilenmesine İlişkin Bir Çalışma”, Uluslararası Ekolojik Mimarlık ve Planlama Sempozyum, s.68, Ekim 2009.  
[15] DesignBuilder Software: DesignBuilder 1.2 User Manual, 2006.

## ÖZGEÇMİŞ

### Gülten MANİOĞLU

1968 yılı, İstanbul doğumludur. 1991 yılında İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi’nden mezun olmuştur. Aynı Üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü’nden, 1995 yılında “Yüksek Mimar”, 2002 yılında da “Doktor” ünvanını almıştır. İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Mimarlık Anabilim Dalı, Fiziksel Çevre Kontrolü çalışma grubunda 1993–2007 yılları arasında Araştırma Görevlisi, 2007 yılından beri de “Yardımcı Doçent” olarak görev yapmaktadır. Binalarda enerji korunumu, Enerji etkin bina tasarımı, Enerji maliyetleri, Ekolojik tasarım, Sürdürülebilir tasarım, İklimle dengeli tasarım, Pasif binalar, Geleneksel konutlarda enerji korunumu ve Binalarda su korunumu konularında çalışmaktadır.