

ENERJİ ETKİN BİNA TASARIMINDA ISITMA ENERJİSİ TÜKETİMİNİ AZALTMAYA YÖNELİK BİR İYİLEŞTİRME ÇALIŞMASI

Ayça GAZİOĞLU
Şule Filiz AKŞİT
Gülten MANİOĞLU

ÖZET

Bu çalışmada henüz inşa edilmemiş bir binanın, tasarım kararlarının daha enerji etkin bir hale dönüştürülmesi hedeflenmiştir. Böylece tasarım aşamasında, sadece binaya ilişkin tasarım değişkenlerinin değerlerini değiştirerek ısıtma enerjisi tüketimi azaltılabilecektir. Bu amaçla, yönetmeliklere uygun tasarım aşamasındaki bir bina referans olarak seçilmiş ve bir simülasyon programı ile ısıtmanın istendiği dönemdeki ısıtma enerjisi tüketimi hesaplanmıştır. Daha sonra, pasif tasarım değişkenlerine ilişkin farklı tasarım kararlarının alındığı ve ısıtma enerjisi tüketiminde azalma gerçekleştirecek farklı bina alternatifleri önerilmiş ve bu alternatifler ısıtma enerjisi tüketiminin önemli olduğu ılımlı-nemli, ılımlı-kuru ve soğuk iklim bölgelerini temsil eden İstanbul, Ankara ve Erzurum illerine uygulanmıştır. Geliştirilen alternatiflerin ısıtma enerjisi tüketimleri, mevcut proje ile karşılaştırılarak sağlanan iyileşme oranları hesaplanmış ve en az ısıtma enerjisi tüketimini gerçekleştiren alternatif belirlenmiştir. Buna göre, ısıtma enerjisi tüketiminin özellikle önemli olduğu iklim bölgelerinde, tasarım aşamasında yalnızca pasif tasarım değişkenlerine yönelik önlemler alınarak, ısıtmanın istendiği dönemde ısıtma enerjisi tüketiminde %20'lere varan iyileşme sağlanabildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Enerji etkinliği, Enerji etkin bina tasarımı, Pasif tasarım değişkenleri

ABSTRACT

The aim of this study is to transform design decisions of an unconstructed building more energy efficient. Thus, the heating energy consumption will be reduced in the design process only by changing the values of passive design parameters of building. For this purpose, an unconstructed building project, which is compatible with the current legislation, is chosen as a reference and its heating energy consumption is calculated with a simulation program. The next step of the study is to develop different building alternatives with different design decisions in order to reduce the heating energy consumption. These alternatives are tested for İstanbul, Ankara and Erzurum, which are representative cities for temperate-dry, temperate-humid and cold climate zones where the heating energy consumption is significantly important. By comparing the heating energy consumptions of these alternatives with the existing project's results, improvement ratios are expressed in percentage and the least energy-consuming alternative is determined. According to the results, it is possible to see that during the heating period, in climatic regions where the heating energy consumption is important, it is possible to accomplish 20% improvement in the heating energy consumption by only taking precautions about passive design parameters in the design process.

Key Words: Energy efficiency, Energy efficient building design, Passive design parameters

1. GİRİŞ

Avrupa’da başlayıp etkileri tüm dünyaya yayılan Sanayi Devrimi, beraberinde hızlı bir sanayileşme, kentleşme ve nüfus artışı getirmiştir. Bununla birlikte artan enerji ihtiyacı, bu ihtiyacı karşılayabilmek için doğal kaynakların bilinçsizce tüketilmesine, enerji üretim-tüketim süreçlerinde ortaya çıkan sera gazlarının (karbondioksit, metan, azot oksit ve ozon vb.) atmosferdeki yoğunluğunun artmasına ve sera etkisine sebep olmuştur. Atmosferdeki güvenli karbondioksit yoğunluğu sınırı 1980’lerin sonuna doğru aşılmıştır [1]. Sıcaklık ise 1860’lardan günümüze 2,2°C yükselmiştir. Bu ısınma çoğunlukla kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkmaktadır [2]. Bu nedenle fosil yakıtlardan uzaklaşarak, alternatif yakıt türlerine yönelmek, hem doğal kaynakların korunumu hem de küresel ısınma ve kirliliği önlemek açısından zorunlu hale gelmiştir.

Sanayi Devriminden sonra hızlanan kentleşme ve nüfus artışı yapı sektörünü de etkilemiştir. Barınma gereksiniminin artması konut talebini yükseltmiş ve özellikle daha konforlu iç mekanlar sunan nitelikli konut ihtiyacı artmıştır. Bunun yarattığı enerji gereksinimi, yaşanan enerji sıkıntısı ve enerji üretiminin yüksek maliyeti, dünya genelinde enerji korunumunun gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Ülkemizde, tasarım aşamasında, enerji etkin bina tasarımı konusu yeterince ele alınmadığından, binaların büyük bir çoğunluğu üretim ve kullanım aşamalarında, gereğinden fazla kaynak ve enerji tüketerek çevreyi kirletmektedir. Kullanılan enerjinin büyük bir kısmı da yapma ısıtma ve soğutma sistemleri için harcanmaktadır. Ülkemizde, binalarda tüketilen enerjinin %80’i ısıtma amacıyla kullanılmaktadır [3]. Bu nedenle, sanayiden sonra en çok enerji tüketen sektör olan yapı sektöründe enerji tüketimini azaltmak enerji etkinliği açısından büyük önem taşımaktadır.

Görüldüğü gibi, yapı sektörünün küresel ısınmada ve enerji tüketimindeki payı büyüktür. Bu çalışmanın amacı da, mimar ve mühendislerin tasarım aşamasında binanın enerji tüketimine müdahale edebileceğini göstererek, çevreye duyarlı bir mimarlık bakış açısı geliştirilmesine, böylelikle enerji ihtiyaçlarını ve çevre kirliliğini azaltıp doğal kaynakların ve yok olan habitatların korunmasına yardımcı olmaktır.

2. ENERJİ ETKİN BİNA TASARIMINDA ETKİLİ OLAN DEĞİŞKENLER

Enerji etkinliği, enerji üretimi ve iletiminde etkinliğin yanı sıra, enerjinin kullanımında da etkinliği kapsamaktadır [4]. Ancak enerji verimliliğini sağlarken konfor koşullarından taviz vermemek çok önemlidir. Enerji etkin bina tasarımında pek çok değişken için en uygun değerlerin düşünülmesi gerekmektedir.

Binaların görevi, kullanıcıların biyolojik, psikolojik ve sosyo-kültürel ihtiyaçlarının tümünü en uygun düzeyde sağlayan bir yapma çevre oluşturmaktır. Kullanıcıların iklimsel ihtiyaçları da, insan sağlığı, konforu ve verimliliği için karşılanması gereken biyolojik ihtiyaçlar arasındadır [5]. Hem bu ihtiyaçların karşılanması hem de fizyolojik ve psikolojik açıdan kullanıcının çevresinden hoşnut olması için iklimsel konfor koşullarının bina içinde sağlanması gerekmektedir. Enerji etkin bina tasarımında, konfor koşullarının sağlanmasında etkili olan değişkenler; kullanıcıya, iklime ve binaya ilişkin değişkenler olmak üzere üç grupta incelenebilir.

2.1. Kullanıcıya İlişkin Değişkenler

Kullanıcıya ilişkin değişkenler kullanıcı niteliği ve durumuna ilişkin değişkenler ve fizyolojik değişkenler olarak sıralanabilir [6].

Kullanıcı niteliği ve durumuna ilişkin değişkenler, kullanıcıların metabolizma hızı (aktivite düzeyi), kullanıcıların giysi türü ve kullanıcıların mekandaki konum ve duruş şekli ile ilgili değerlerdir [5,7]. Fizyolojik değişkenler ise, ortalama vücut sıcaklığı, deri sıcaklığı, terleme miktarı ve kalp atışı gibi

objektif ve görülür terleme ve termal duygu (veya hissediş) gibi sübjektif değişkenler olarak ele alınmaktadır [8].

2.2. İklima İlişkin Değişkenler

İklima ilişkin değişkenleri, dış iklimsel değişkenler ve iç iklimsel değişkenler olarak iki grupta incelemek mümkündür.

Kullanıcı için iç iklimsel konfor koşullarını sağlarken, dış iklimsel koşullarla ilgili veriler derlenerek bina ve yerleşme ölçeğinde çeşitli önlemler alınmaktadır. Güneş ışınımı, dış hava sıcaklığı, dış hava nemliliği ve rüzgar gibi dış iklimsel değişkenlerin düzenli ölçümleri, T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaktadır [6]. İç iklimsel değişkenler ise iç hava sıcaklığı, iç yüzey sıcaklıkları, iç hava hareketi ve iç hava nemidir.

İklima ilişkin değişkenlerin değerleri, farklı iklim bölgelerinde ısıtmanın istendiği dönemin süresini de değiştirmektedir. Bu nedenle ısıtmanın istendiği süre her iklim bölgesi için farklı olacağından, binaların ısıtma enerjisi tüketimi de bu sürelerle bağlı olarak değişim gösterecektir. Isıtmanın istendiği süre, iç hava sıcaklığı veya dış hava sıcaklığına bağlı olarak iki farklı yöntemle belirlenebilir [9]. İç hava sıcaklığı konfor değeri binaya ait tasarım değişkenlerinin değerlerine bağlı olarak değişebileceğinden, dış hava sıcaklığı esas alınarak belirlenmiş ısıtma süreleri, binaların ısıtma enerjisi tüketimi hesaplarında kullanılabilir.

2.3. Binaya İlişkin Değişkenler

Kullanıcıların iklimsel konfor ihtiyaçlarını minimum enerjiyle karşılayabilecek iç iklim koşullarını sağlayan bina, iklimsel konfor ve enerji etkinliği açısından en uygun binadır. Bina, dış çevre iklim koşullarının etkisini hafifleterek bina içi çevreye aktarma görevini üstlenir [5]. Dış iklim koşullarına bağlı olarak, bina iç ikliminin oluşmasında; binanın bulunduğu yer, yönlendiriliş durumu, diğer binalara göre konumu, bina formu ve bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri gibi değişkenler doğrudan etkilidir [10].

Binanın bulunduğu yer ile ilgili yerey parçasının baktığı yön, eğimi, konumu ve örtüsü gibi değişkenler, yerel iklim koşulları ve konfor koşulları düşünülerek değerlendirildiğinde, yapma ısıtma ve iklimlendirme ihtiyacının ve dolayısıyla enerji tüketiminin en aza indirilmesi ve hava kirliliğinin önlenmesine imkan sağlamaktadır [11].

Enerji etkinliği açısından binanın yönlendiriliş durumu, güneş enerjisi kazancı, gün ışığından ve rüzgarın serinletici etkisinden yararlanma veya korunma ile ilgilidir. Güneş ışınımı ve rüzgarın özellikleri, binaların yönlendiriliş durumuna göre değişim göstermektedir.

Binalar, aralarındaki uzaklıklara (aralıklara), yüksekliklerine ve birbirlerine göre konumlarına bağlı olarak, birbirleri için güneş ışınımı ve rüzgar engeli haline gelebilirler [11]. Çevre binaların ve diğer engellerin, ele alınan binanın cepheleri üzerinde oluşturacağı gölgeli alanlarda direkt güneş ışınımından ısı kazancı söz konusu değildir. Bu alanlar yalnızca yaygın güneş ışınımından etkilenecek ve dolayısıyla binanın iç iklim elemanlarının değerleri, cepheleri hiç gölge almayan bir binaya oranla çok daha düşük olacaktır [5]. Bina aralıklarının hakim rüzgar doğrultusundaki değişimi, bina cephelerini etkileyen rüzgarın hızını da etkiler.

Bina formu; biçim faktörü, bina yüksekliği, çatı türü (düz, beşik, kırma), çatı eğimi ve cephe eğimi gibi geometrik değişkenler ile tanımlanabilir. Binanın yatay ve düşey doğrultudaki boyutları, bina kabuğunun yüzey alanını belirlemektedir. Taban alanları aynı ancak farklı formlara sahip binaların dış cephe alanları farklı olacağından, bu binaların yüzeylerinde gerçekleşecek olan ısı geçişleri de farklı olacaktır [10].

Bina kabuğu ise, binayı dış iklim koşullarından koruyarak iç ve dış ortamı birbirinden ayıran saydam ve opak bileşenlerden oluşur. Bir binanın çevresiyle yaptığı ısı alışverişinin neredeyse tamamı bina

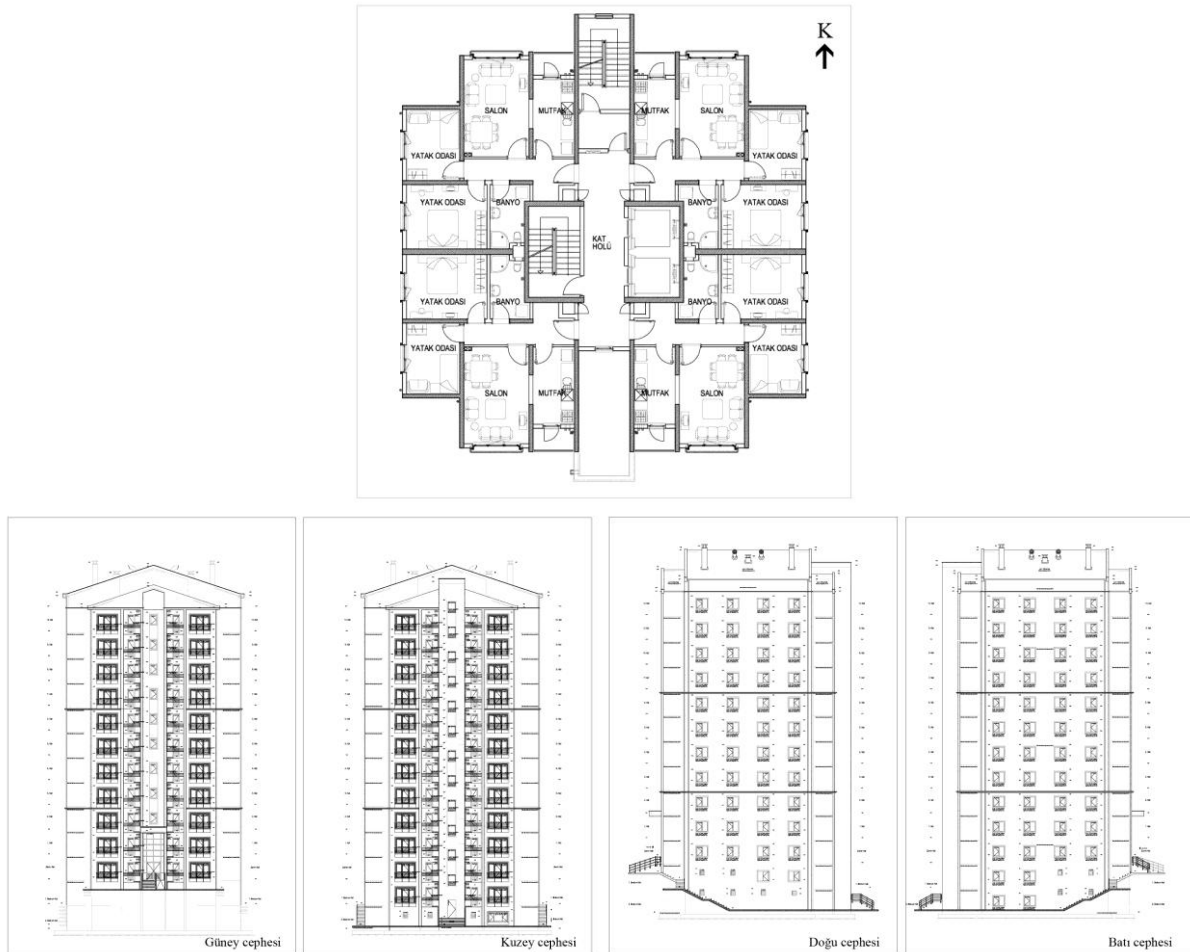
kabuğu yoluyla gerçekleşmektedir. Bina kabuğunun optik ve termofiziksel özellikleri, birim alandan dış hava sıcaklığı ve güneş ışınımı etkileri ile kazanılan ve kaybedilen ısı miktarını belirlemektedir. Kabuğun saydam ve opak yüzeylerinden geçen ısı miktarı, iç hava sıcaklığını ve iklimsel konforu, dolayısıyla da ısıtma ve iklimlendirme için harcanacak enerji miktarını etkilemektedir.

Bina kabuğunun optik özellikleri, güneş ışınımına karşı yutuculuk, yansıtıcılık ve geçirgenlik katsayıları; termofiziksel özellikleri ise, toplam ısı geçirme katsayısı (U), saydamlık oranı (SO), zaman geciktirmesi ve genlik küçültme faktörü olarak sıralanabilir [11].

Tasarım aşamasında bu değişkenlere yönelik alınan doğru kararlar, binalarda yapma sistemlerin yükünü, dolayısıyla enerji tüketimini azaltacaktır. Bu çalışmada da, tasarım aşamasında alınabilecek önlemlerle, binaların enerji tüketimini azaltmaya yönelik, örnek bir iyileştirme çalışması anlatılmaktadır.

3. ENERJİ ETKİN BİNA TASARIMINDA ISITMA ENERJİSİ TÜKETİMİNİ AZALTMAYA YÖNELİK BİR İYİLEŞTİRME ÇALIŞMASI

Isıtma enerjisi tüketimi incelenecek bina olarak, ılımlı-nemli iklim bölgesinde yer alan İstanbul'dan bir toplu konut projesinin, 2 bodrum, zemin, 10 normal kat ve toplam 46 daireden oluşan bir bloğu seçilmiştir. Bina, 20 m x 22 m ölçüleri ile kareye yakın girintili çıkıntılı bir formdadır ve 392 m² taban alanına sahiptir. Mevcut projenin normal kat planı ve cepheleri Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Mevcut proje normal kat planı ve cepheleri

Mevcut proje için ısıtma enerjisi hesaplamaları yapılırken, rüzgar almayan düz bir araziye yerleştiği ve diğer binalar veya engeller tarafından gölgelenmediği kabul edilmiştir.

Mevcut projenin performansını değerlendirmek amacıyla, yıllık ısıtma yükleri, dinamik termal bir simülasyon programı olan Design Builder kullanılarak hesaplanmıştır. Simülasyon motoru olarak bütünleşik bir simülasyon programı olan Energy Plus programını kullanan Design Builder, hazır veri şablonları, meteorolojik veri tabanı ve 3 boyutlu modelleme olanağı ile kullanıcı kolaylığı için geliştirilmiş bir görsel ara yüz programıdır.

Kullanıcı sayısı her daire için 2 olarak alınmıştır. Kullanıcıların aktivite düzeyi için ortalama bir değer olarak 110 W/kişi seçilmiştir. Isıtma enerjisi tüketimi hesaplanırken, bilgisayar, ofis ekipmanı, aydınlatma gibi gereçlerden sağlanan ısı kazançları hesaplara katılmamıştır. Projedeki tüm mekanlarda iç hava sıcaklığının eşit olduğu ve binanın tek zonlu olduğu varsayılarak hesaplama yapılmıştır. İç hava sıcaklığı konfor değeri 20°C alınmıştır.

Dış çevre iklim koşulları için mevcut projenin bulunduğu il olan İstanbul'a ait iklimsel IWEC (enerji hesaplamaları için uluslararası iklimsel veri) veri dosyaları, AHSRAE İklim Dizayn Verilerinden alınarak kullanılmıştır. "Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı" adlı Tübitak araştırmasına göre ısıtma süresinin başlangıç ve bitişini belirleyen dış hava sıcaklığı değeri İstanbul için 15°C'dir [11]. Buna bağlı olarak, ısıtma sistemlerinin çalıştırılmasının öngörüldüğü dönemin başlangıcı 1 Kasım, bitiş ise 11 Mayıs olarak alınmıştır.

Mevcut projede, bina kabuğunun opak bileşenin dış yüzeyinin koyu renkli ve yutuculuk katsayısının 0,7 olduğu kabul edilmiştir. Kuzey ve güney cephelerinde saydamlık oranı %20, doğu ve batı cephelerinde ise %10 alınmıştır.

Mevcut projeye ait saydam ve opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı değerleri ve katmanlaşma detayları, ısı yalıtım raporlarındaki bilgilere dayanarak ve TS 825 – Binalarda Isı Yalıtım Kuralları'na uygunluğu kontrol edilerek belirlenmiştir. Saydam bileşenin (doğrama ve camın) TS 825'te izin verilen en yüksek U değeri İstanbul için 2,4 W/m²K iken, mevcut projedeki değer 2,3 W/m²K, bu değeri sağlayacak doğramanın U değeri (U_d) 3,4 W/m²K, camın U değeri (U_c) ise 1,9 W/m²K'dir [12]. Opak bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı değerleri ve katmanlaşma detayları ise Tablo 1'deki gibidir.

Tablo 1. Mevcut Projeye Ait Opak Bileşenlerin Toplam Isı Geçirme Katsayısı Değerleri ve Katmanlaşma Detayları.

		Malzeme	Kalınlık (m)	Mevcut proje U (W/m ² K)	TS 825'te izin verilen Maksimum U (W/m ² K)
Tavan		Alçı siva	0,005	U _T = 0,39	U _T = 0,40
		Betonarme	0,2		
		MW taş yünü	0,08		
Taban		Mermer	0,02	U _t = 0,57	U _t = 0,60
		Çimento harcı	0,02		
		XPS	0,035		
		Betonarme	0,7		
		Çimento harcı	0,05		
		Bitümlü örtü	-		
		Çimento harcı	0,1		
Duvar	Perde duvar	Çimento harcı	0,007	U _D = 0,57	U _D = 0,60
		EPS	0,06		
		Betonarme	0,2		
	Tuğla duvar	Çimento harcı	0,007	U _D = 0,60	U _D = 0,60
		EPS	0,035		
		Çimento harcı	0,012		
		Tuğla (düşey delikli)	0,19		
		Kireç harçlı siva	0,028		
		Alçı siva	0,005		

Mevcut proje için ısıtma enerjisi tüketimi hesaplanırken, yapma ısıtma sistemi için doğalgaz yakıtlı kaskad sistem öngörülmüştür. Buna göre, ısıtma için %90 verimle çalışan, doğalgaz yakıtlı ve sıcak sulu radyatörlü merkezi sistem seçilmiştir. Bu sistem kullanım saatleri olarak kabul edilen sabah saat 05.00 – 09.00 ve 17.00 – 24.00 saatleri arası konfor sıcaklığı değeri olarak belirlenen 20°C için, 09.00 – 07.00 ve 24.00 – 05.00 arası ise 15°C için çalıştırılmıştır. Mekanik havalandırma kullanılmamış, doğal havalandırmadan yararlanılmıştır. Nem kontrolü hesaplara dahil edilmemiştir. Bodrum katlarında ve çatı katında ısıtma ve soğutma yapılmadığı, ancak doğal havalandırma yapıldığı varsayılmıştır.

Tüm bu bilgiler ışığında, Design Builder'da mevcut proje için ısıtma enerjisi tüketimi hesaplanmış ve 1 Kasım – 11 Mayıs tarihleri arasındaki ısıtma enerjisi tüketimi toplamda 58756 kWh olarak belirlenmiştir.

3.1. Enerji Etkin Tasarım Değişkenleri Yardımıyla Mevcut Proje İçin İyileştirme Alternatifleri Geliştirilmesi

Mevcut projenin ısıtmanın istendiği dönemde harcadığı ısıtma enerjisi miktarı hesaplandıktan sonra, bu miktarı en aza indirmek amacıyla bazı tasarım değişkenlerine ilişkin iyileştirme alternatifleri geliştirilmiştir. Bu değişkenlerin enerji tüketimi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla, yapma ısıtma sistemine ilişkin veriler her alternatif için aynı alınmıştır.

Mevcut projenin farklı dış iklim koşullarındaki performansını görebilmek için, ısıtma enerjisi tüketiminin önemli olduğu ılımlı-kuru iklim bölgesini temsilen Ankara ve soğuk iklim bölgesini temsilen Erzurum illeri seçilmiştir. “Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı” adlı Tübitak araştırmasına göre ısıtma süresinin başlangıç ve bitişini belirleyen dış hava sıcaklığı değeri Ankara için 13°C, Erzurum için ise 12°C'dir [11]. Buna bağlı olarak her il için ısıtmanın istendiği dönem süreleri ise Tablo 2'deki gibi belirlenmiştir.

Tablo 2. İstanbul, Ankara ve Erzurum İçin Isıtmanın İstendiği Dönem Süreleri [11].

İL	Isıtmanın istendiği dönemin başlangıç ve bitiş tarihleri	Isıtmanın istendiği gün sayısı
İstanbul	1 Kasım – 11 Mayıs	192
Ankara	11 Ekim – 21 Mayıs	223
Erzurum	21 Eylül – 11 Haziran	264

- **Bina formuna ilişkin iyileştirme alternatiflerinin belirlenmesi**

Simülasyonlarda bina formunun ısıtma enerjisi tüketimi üzerindeki etkisini değerlendirebilmek amacıyla, henüz tasarım aşamasında denenebilecek, yaklaşık aynı taban alanına sahip çeşitli bina formu alternatifleri geliştirilmiştir. Bu alternatifler Tablo 3'te görülmektedir.

Tablo 3. Bina formu alternatifleri.

	Mevcut proje	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3	Alternatif 4
Alan (m ²)	392	400	400	400	400

- **Saydamlık oranına ilişkin iyileştirme alternatiflerinin belirlenmesi**

İstanbul, Ankara ve Erzurum için, önerilen tüm formlarda, doğu ve batı cephelerinde %10'luk saydamlık oranı sabit tutularak, kuzey ve güney cephelerinde belirlenen saydamlık oranı alternatifleri Tablo 4'teki gibidir.

Tablo 4. Saydamlık oranı alternatifleri.

	Saydamlık Oranı (SO)					
	%10			%20		
Kuzey cephesi	%10			%20		
Güney cephesi	%20	%30	%40	%20	%30	%40

- **Opak kabuk bileşenine ilişkin iyileştirme alternatiflerinin belirlenmesi**

Isıtma enerjisi tüketiminde iyileşme sağlayabilmek amacıyla, mevcut projedeki tavan ve tabanın TS 825'i sağlayan U değerleri sabit tutularak, İstanbul, Ankara ve Erzurum illerinin her biri için, duvarda mevcuttan daha düşük iki U alternatifi belirlenmiştir. Geliştirilen iyileştirme alternatifleri, yalnızca dış duvarda ve sadece EPS (ısı yalıtımı) kalınlığı artırılarak hazırlanmıştır. Buna göre, önerilen U_D (duvarın toplam ısı geçirme katsayısı) değerleri ve bu değerleri sağlayan yalıtım kalınlıkları Tablo 5'te listelenmiştir.

Tablo 5. Opak bileşen EPS kalınlık (m) ve U_D (W/m^2K) alternatifleri.

	İstanbul (max U_D :0,60)			Ankara (max U_D :0,50)			Erzurum (max U_D :0,40)		
	U:0,60 (m.proje)	U:0,50	U:0,40	U:0,50 (m.proje)	U:0,40	U:0,30	U:0,40 (m.proje)	U:0,30	U:0,20
Perde duvar	0,06m	0,07m	0,09m	0,075m	0,09m	0,125m	0,09m	0,125m	0,19m
Tuğla duvar	0,035m	0,05m	0,07m	0,05m	0,07m	0,105m	0,07m	0,105m	0,17m

- **Saydam kabuk bileşenine ilişkin iyileştirme alternatiflerinin belirlenmesi**

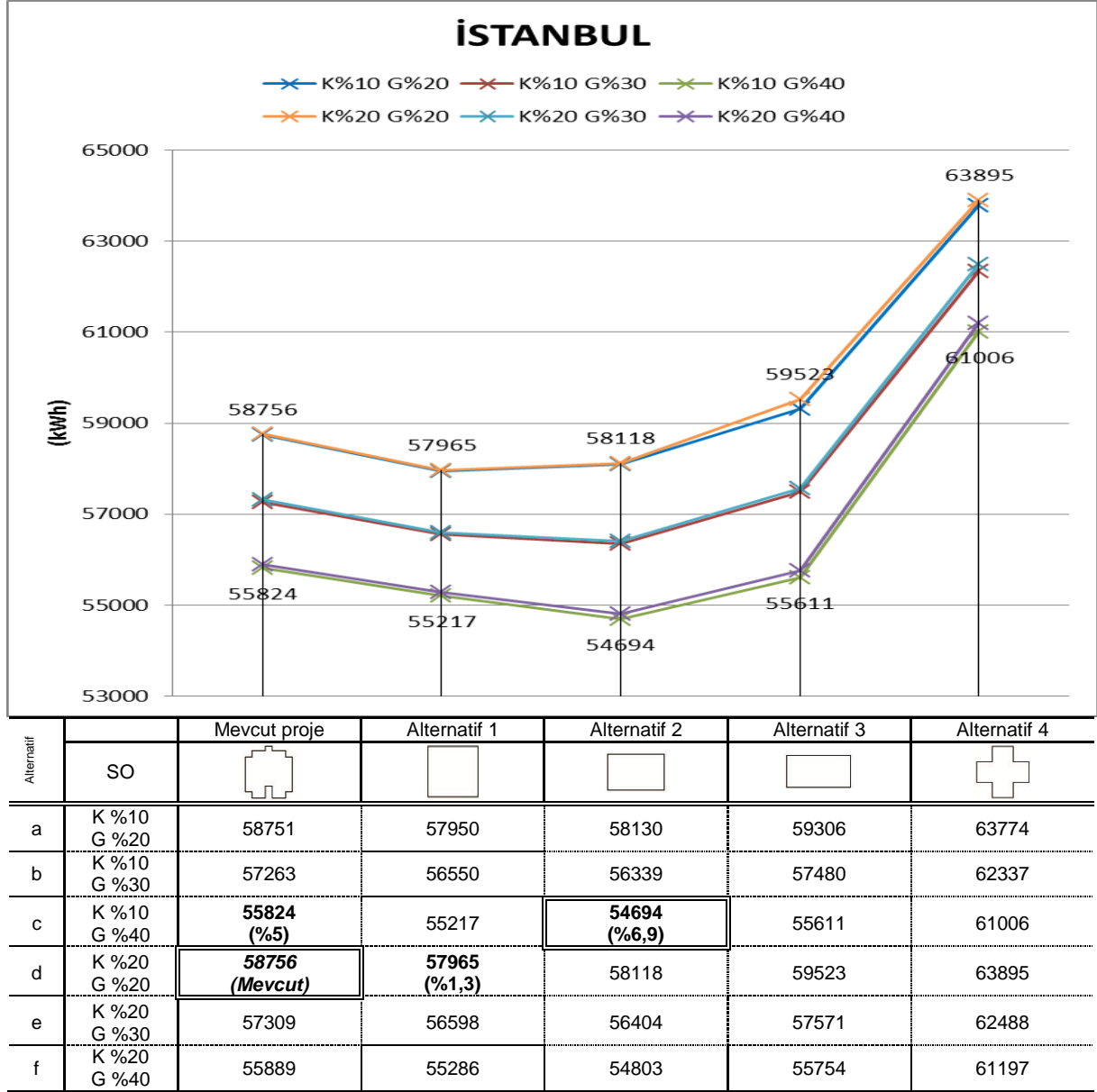
Saydam bileşen için iyileştirme alternatifleri belirlenirken, doğramanın U değeri sabit tutularak, simülasyon programındaki mevcut U_C değerleri arasından seçim yapılmıştır. Seçilen değerler Tablo 6'daki gibidir.

Tablo 6. Camın toplam ısı geçirme katsayısı (U_C) alternatifleri.

	İstanbul			Ankara			Erzurum		
	1,8	1,7	1,5	1,8	1,7	1,5	1,8	1,7	1,5
Mevcut proje U_C	1,9			1,9			1,9		
U_C iyileştirme alternatifleri	1,8	1,7	1,5	1,8	1,7	1,5	1,8	1,7	1,5

3.2. İyileştirme alternatiflerine ilişkin ısıtma enerjisi tüketimlerinin hesaplanması

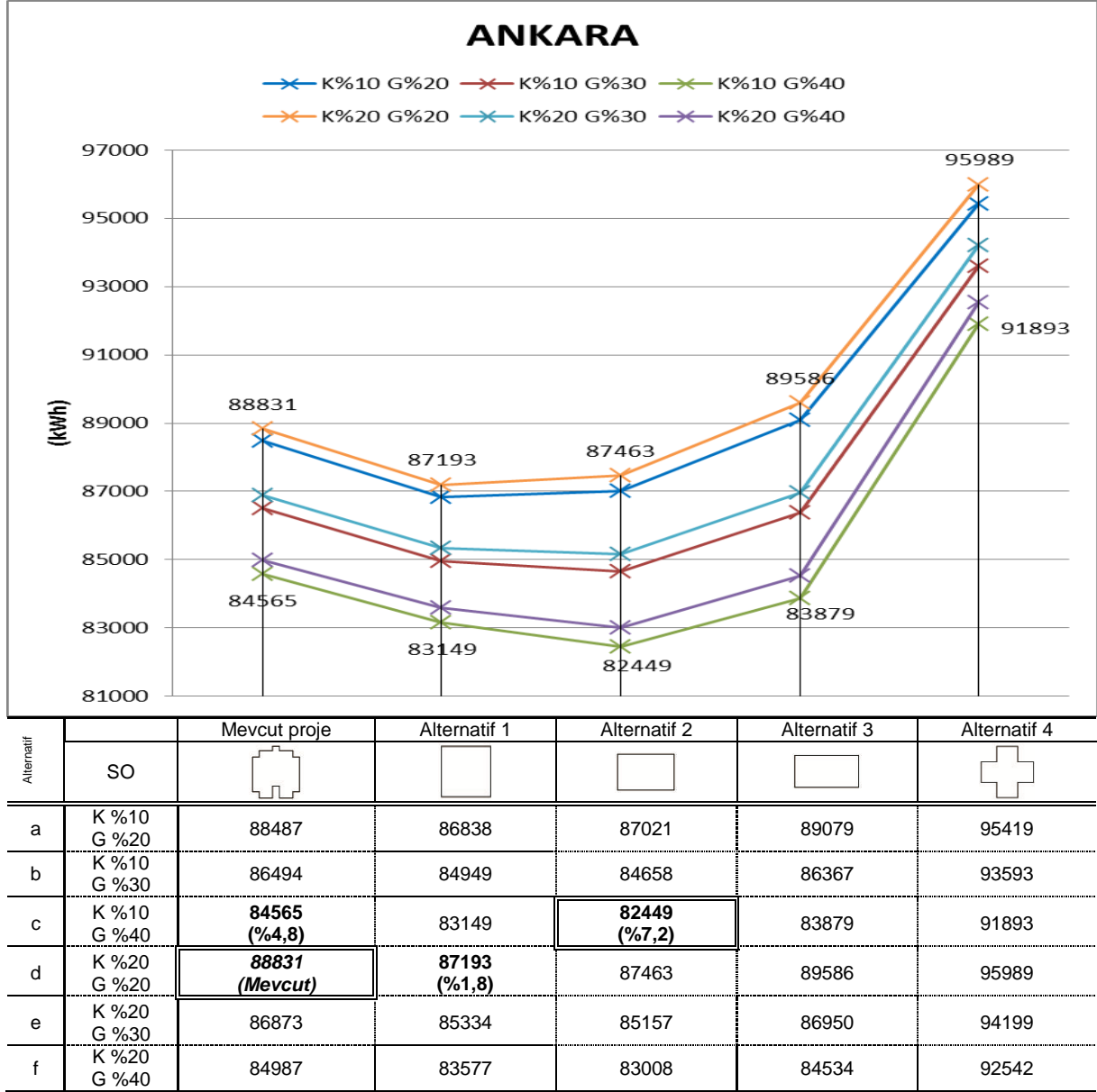
Simülasyonlar iki adımda gerçekleştirilmiştir. İlk adımda, belirlenen illere bina formu ve saydamlık oranı alternatifleri uygulanmış, ikinci adımda ise, ilk adımda belirlenen en az enerji tüketen alternatif üzerinde U_D ve U_C alternatifleri denenmiştir. Bu alternatiflere göre, simülasyon sonucu elde edilen sonuçlar İstanbul için Tablo 7-8, Ankara için Tablo 9-10 ve Erzurum için ise Tablo 11-12'de listelenmiştir.

Tablo 7. İstanbul için saydamlık oranı ve bina formu alternatiflerine göre, ısıtmanın istendiği dönemde ısıtma enerjisi tüketimi (kWh).

İlk adımda mevcut proje üzerinden, ısıtma enerjisi tüketiminde yalnızca SO değiştirilerek %5, yalnızca bina formu değiştirilerek %1,3, hem SO hem de bina formu değiştirilerek ise %6,9 azalma gerçekleştirilmiştir. İkinci adımda ise (Tablo 8), Alternatif 2c üzerinden U_D ve U_C değerleri iyileştirilerek, ısıtma enerjisi tüketiminde %14,5 azalma sağlanmıştır.

Tablo 8. İstanbul için U_D ve U_C alternatiflerine göre ısıtmanın istendiği dönemde ısıtma enerjisi tüketimi (doğalgaz tüketimi - kWh)

		U_C (W/m ² K)			
		1,9	1,8	1,7	1,5
U_D (W/m ² K)	0,60	54694	53283	53066	51209 (%6,4)
	0,50	52168	50954	50732	48857
	0,40	50085 (%8,4)	48866	48639	46738 (%14,5)

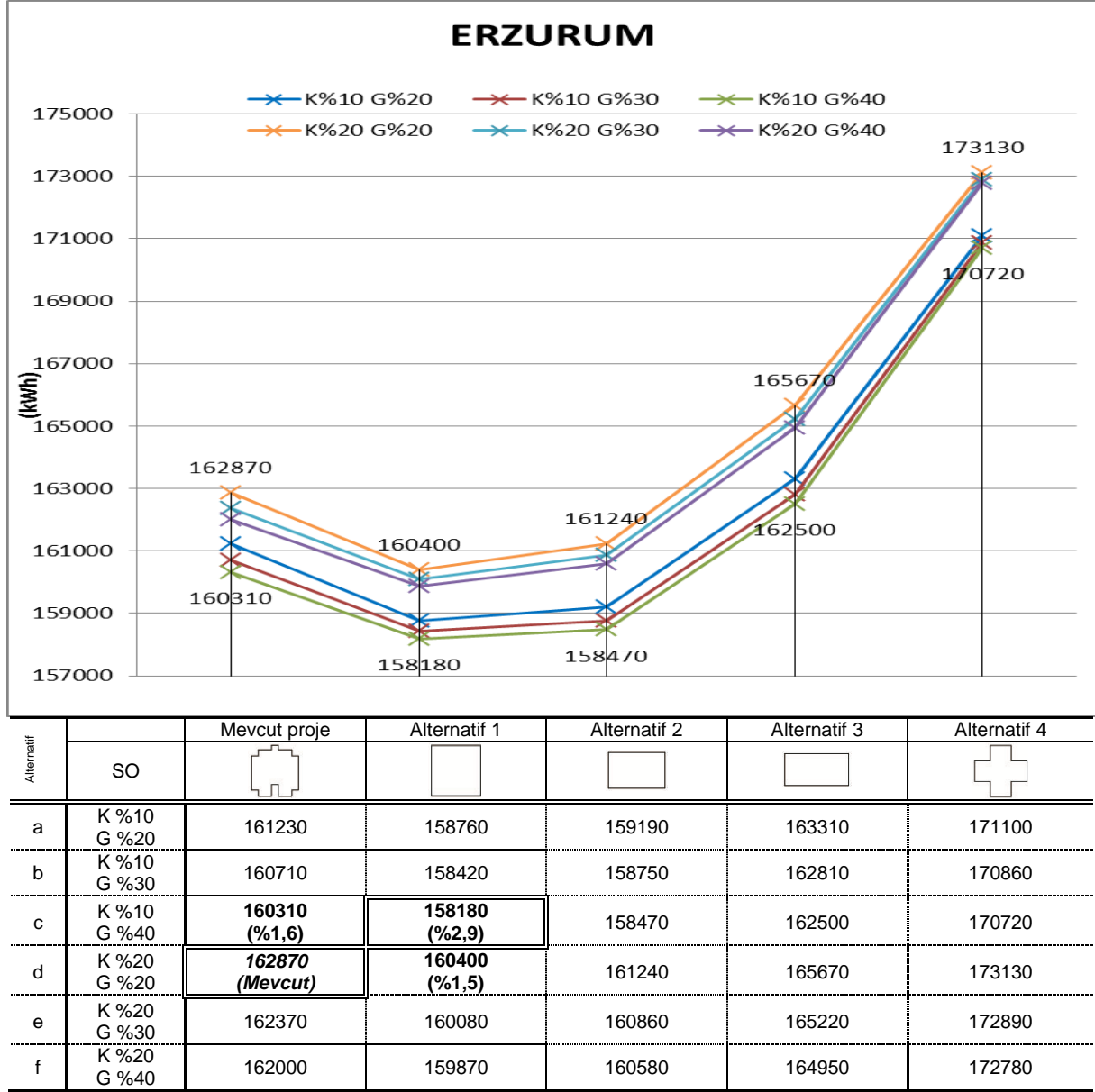
Tablo 9. Ankara için saydamlık oranı ve bina formu alternatiflerine göre, ısıtmanın istendiği dönemde ısıtma enerjisi tüketimi (kWh).

İlk adımda mevcut proje üzerinden, ısıtma enerjisi tüketiminde yalnızca SO değiştirilerek %4,8, yalnızca bina formu değiştirilerek %1,8, hem SO hem de bina formu değiştirilerek ise %7,2 azalma gerçekleştirilmiştir. İkinci adımda ise (Tablo 10), Alternatif 2c üzerinden U_D ve U_C değerleri iyileştirilerek, ısıtma enerjisi tüketiminde %14,1 azalma sağlanmıştır.

Tablo 10. Ankara için U_D ve U_C alternatiflerine göre ısıtmanın istendiği dönemde ısıtma enerjisi tüketimi (doğalgaz tüketimi - kWh)

		U_C (W/m ² K)			
		1,9	1,8	1,7	1,5
U_D (W/m ² K)	0,50	82449	80496	79985	77371 (%6,2)
	0,40	79547	77581	77065	74423
	0,30	75987 (%7,8)	74005	73485	70811 (%14,1)

Tablo 11. Erzurum için saydamlık oranı ve bina formu alternatiflerine göre, ısıtmanın istendiği dönemde ısıtma enerjisi tüketimi (kWh).



İlk adımda mevcut proje üzerinden, ısıtma enerjisi tüketiminde yalnızca SO değiştirilerek %1,6, yalnızca bina formu değiştirilerek %1,5, hem SO hem de bina formu değiştirilerek ise %2,9 azalma gerçekleştirilmiştir. İkinci adımda ise (Tablo 12), Alternatif 2c üzerinden U_D ve U_C değerleri iyileştirilerek, ısıtma enerjisi tüketiminde %11,9 azalma sağlanmıştır.

Tablo 12. Erzurum için U_D ve U_C alternatiflerine göre ısıtmanın istendiği dönemde ısıtma enerjisi tüketimi (doğalgaz tüketimi - kWh)

		U_C (W/m ² K)			
		1,9	1,8	1,7	1,5
U_D (W/m ² K)	0,40	158180	155460	154440	150950 (%4,5)
	0,30	152270	149540	148520	145020
	0,20	146630 (%7,3)	143890	142860	139340 (%11,9)

SONUÇ

Sanayileşme ile birlikte enerji kullanımının artması sonucu mevcut enerji kaynaklarının azalması ve artan çevre kirliliği, enerji etkinliğini gündeme getirmiştir. Enerjiyi etkin kullanmak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını desteklemek ve mevcut kaynakların ömrünü uzatmayı öngören politikaları desteklemek pek çok ülkenin temel stratejileri arasına girmiştir. Yaşanan enerji sıkıntısında, ısıtma ve soğutma sistemleri için harcadıkları enerji nedeniyle binaların da önemli bir payı olduğu bilinmektedir. Binaların daha az enerji harcayacak hale getirilmesi konusunda öncelikli olarak yapılması gereken, tasarım aşamasında alınan kararların enerji kullanımındaki etkilerini göz önünde bulundurmadır.

Bu çalışmada; bir simülasyon programı yardımıyla, TS 825'e uygun şekilde tasarlanmış mevcut bir projeyi, daha az enerji harcayacak hale getirmek için, pasif tasarım değişkenleri ile ilgili önerilen çeşitli alternatiflerin; ısıtmanın istendiği dönemdeki ısıtma enerjisi tüketimi ve farklı iklim bölgelerinden seçilen temsili illerde tükettiği ısıtma enerjisi miktarları hesaplanmıştır. Hesaplamalar sonucunda elde edilen sonuçlar Tablo 13'te özetlenmektedir.

Tablo 13. İstanbul, Ankara ve Erzurum için en az enerji harcayan alternatifler, iyileşme yüzdeleri.

	Isıtma enerjisi tüketimi (kWh)		İyileşme oranı (%)
	Mevcut proje	En az ısıtma enerjisi tüketimi gerçekleştiren alternatif	
İstanbul	58756	46738	%20,5
Ankara	88831	70811	%20,3
Erzurum	162870	139340	%14,4

Mevcut proje ve geliştirilen iyileştirme alternatiflerinin simülasyon sonuçlarına göre, arsanın durumu, bina tasarımı vb. nedenlerden dolayı binanın formunda herhangi bir değişiklik yapılamadığı durumlarda bile yalnızca SO değeri değiştirilerek %5'e varan iyileşme sağlanabildiği görülmüştür. SO değeri ile birlikte bina formu da değiştirildiğinde ise, %7'lere varan iyileşme sağlamak mümkündür.

Binanın bulunduğu iklim bölgesinin, elde edilen iyileşme oranları üzerinde önemli bir etkisi olduğu görülmüştür. Ilımlı bölgelerle karşılaştırıldığında, iyileşme oranlarının düştüğü gözlenmektedir. Buradan da, tasarım aşamasında bina formu, bina kabuğu gibi tasarım değişkenlerinin her iklim bölgesi için farklı şekilde ele alınması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Ayrıca, tasarım aşamasında yalnızca pasif tasarım değişkenlerine yönelik önlemler alınarak ısıtma enerjisi tüketiminin özellikle önemli olduğu ılımlı ve soğuk iklim bölgelerinde, ısıtmanın istendiği dönemde ısıtma enerjisi tüketiminde %20'lere varan iyileşme sağlanabildiği görülmüştür.

Mevcut bir binayı, sonradan yapılacak müdahalelerle enerji etkin hale getirmek yüksek maliyetli olacağından, binayı daha tasarım aşamasında enerji etkin olarak düzenlemek çok daha avantajlı olacaktır. Türkiye gibi konunun yeni yeni yaygınlaştığı ülkelerde, enerji etkin binalar konusunda toplumu daha çok bilgilendirmek ve teşvik etmek gerekmektedir. Bu amaçla, binalarda enerji etkinliği sağlama bilincinin geliştirilmesi için her seviyede geniş katılımlı eğitim faaliyetleri yürütülmeli, gerekli eğitim, teşvik, vergi indirim vb. uygulamalar ile tasarımcı, yapımcı ve kullanıcılar enerji etkin tasarıma yönlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Url-1 <http://co2now.org>.
- [2] LECHNER, N., "Heating, Cooling, Lighting – Sustainable Design Methods for Architects", John Wiley & Sons, Inc., 2009.
- [3] BEKTAŞ, B., "Isıtma Açısından Dış Duvarlarda Saydam Yüzey Kullanımının Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, 2006.
- [4] KOÇLAR ORAL, G., MANİOĞLU, G., "Bina Cephelelerinde Enerji Etkinliği ve Isı Yalıtımı", 5. Ulusal Çatı ve Cephe Sempozyumu Bildirileri, 2010.
- [5] MANİOĞLU, G., "Isıtma Enerjisi Ekonomisi ve Yaşam Dönemi Maliyeti Açısından Uygun Bina Kabuğu ve İşletme Biçimi Seçeneğinin Belirlenmesinde Kullanılabilecek bir Yaklaşım", Doktora Tezi, İ.T.Ü., 2002.
- [6] ÖZDEMİR, B.B., "Sürdürülebilir Çevre için Binaların Enerji Etkin Pasif Sistemler Olarak Tasarlanması", Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü., 2005.
- [7] ASHRAE Standart 55, "Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy", 2010.
- [8] KOÇLAR ORAL, G., "Isıtma - Havalandırma Ders Notları", İ.T.Ü., 1998.
- [9] KOCAASLAN, G., "Hacimlerin Pasif Isıtma Süreleri Olarak Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım", İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1991.
- [10] YILMAZ, Z., KOÇLAR ORAL, G., MANİOĞLU, G., "Isıtma Enerjisi Tasarrufu Açısından Bina Kabuğu Isı Yalıtım Değerinin Bina Formuna Bağlı Olarak Belirlenmesi", Proje No: 985 Sonuç Raporu, İ.T.Ü., 2000.
- [11] BERKÖZ, B., YILMAZ, Z., KOÇLAR ORAL, G. ve diğerleri, "Enerji Etkin Konut ve Yerleşme Tasarımı", TÜbitak Proje No: İntag 201, İ.T.Ü., 1995.
- [12] TS 2164 – Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları – T2 – Çizelge 6.B, 2000.

ÖZGEÇMİŞ

Ayça GAZİOĞLU

1985 yılı Trabzon doğumludur. 2008 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünü bitirmiştir. Aynı Üniversitenin Fen Bilimleri Enstitüsü'nden 2011 yılında "Yüksek Mimar" unvanını almıştır.

Şule Filiz AKŞİT

1969 yılı Ankara doğumludur. 1989 yılında İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünü bitirmiştir. Aynı Üniversiteden 1993 yılında Yüksek Mimar, 2002 yılında Doktor unvanını almıştır. 1991-2005 yılları arasında aynı üniversitede Araştırma Görevlisi olarak görev yapmıştır. 2005 yılından beri İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Yapı Bilgisi Anabilim Dalı'nda Öğr. Gör. Dr. olarak görev yapmaktadır. Binalarda enerji korunumu, enerji etkin bina ve yerleşme tasarımı konularında çalışmaktadır.

Gülten MANİOĞLU

1968 yılı İstanbul doğumludur. 1991 yılında İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünü bitirmiştir. Aynı Üniversiteden 1995 yılında Yüksek Mimar, 2002 yılında Doktor unvanını almıştır. 1993-2007 yılları arasında aynı üniversitede Araştırma Görevlisi olarak görev yapmıştır. 2007 yılından beri İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Yapı Bilgisi Anabilim Dalı'nda Yrd. Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır. Binalarda enerji korunumu, enerji etkin bina tasarımı ve binalarda su korunumu konularında çalışmaktadır.