



Bu bir MMO
yayıdır

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan,
teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

BİNA KABUĞUNDAKİ OPAK VE SAYDAM BİLEŞENLERİN ENERJİ TÜKETİMİNE ETKİSİNİN ANALİZİ

UYGUR KINAY
T.C. ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI

YAKUP ERHAN BÖKE
İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

GÜLAY KESKİN
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ

BİNA KABUĞUNDAKİ OPAK VE SAYDAM BİLEŞENLERİN ENERJİ TÜKETİMİNE ETKİSİNİN ANALİZİ

Analysis of the Effect of Transparent and Opaque Components of Building Envelope on Energy Consumption

Uygur KINAY
Yakup Erhan BÖKE
Gülay KESKİN

ÖZET

Çalışmaya göre; TS 825'te opak ve saydam bileşenler ile oluşturulan bina kabuğu için tavsiye edilen ısı transfer katsayısının;

- bina tipolojisine farklılaştırılmalıdır. (Eğitim, sağlık, otel, ofis)
- Mevcut bina enerji yüklerinin TS 825'te tavsiye edilen U değerleri ile hesaplanması tasarımda sistemlerin kapasitelerinin yükselmesine sebep olmaktadır.
- Isıtma ve soğutma yükleri, aydınlatma, havalandırma yüklerinin birbirleriyle dinamik ilişkileri göz önünde bulundurularak hesaplanmalıdır.
- Yapı malzemelerinin ve yalıtım malzemelerinin ısı transfer katsayısı değeri iklim bölgesinin nem ve yalıtım değerlerine göre tanımlanmalıdır. Teorik hesaplama sonuçları gerçek duruma yaklaştırılabilir.

Çalışmada; bina tabanı ve dış duvar için tavsiye edilen "U" değeri ve alternatif "U" değerlerinin, enerji tüketimindeki değişkenliğinin analizi, yazılım oluşturulmuştur. toprak yüzey sıcaklığının 14°C olarak kabul edilmiştir. Ayrıca saydam yüzey alanı ve enerji tüketimi etkisi incelenmiştir. Çalışmada, yönetmelikte tanımlanan enerji performans sertifikasının sınıfının belirlenmesinde referans bina yerine metrekare başına yıllık enerji tüketimini (kWh/m²yıl) kullanılmalıdır.

CO₂ salımlarının konsantrasyonu yüksek olması, sürdürülebilir kalkınma açısından kabul edilemez. Proje tasarımcıları projelerini simulasyon programları ile farklı metriklerde; örneğin hastane ve otel için (kWh/yatak-yıl), ofis (kWh/m³yıl), eğitim (kWh/kişi-yıl) metriklerine göre analiz etmelidir. Simulasyon sonuçları aktif mekanik sistemlerin sadece birlikte çalışmasını değil, ayrıca bina kabuğuyla ilişkisini de gösterecektir.

Anahtar Kelimeler: binalarda enerji verimliliği, U değerleri, simulasyon yazılımı, enerji sertifikası

ABSTRACT

According to the study, calculation of the consumption unit square meter per year instead of reference building should be used for energy performance certification class determined in legislation. Recommended total heat transfer coefficient in the standard should change in terms of;

- Building typology (education, hospital, hotel, office, residence)
- Different metrics such as; hospital and hotel (kWh/bed-year), office (kWh/m³year), education buildings (kWh/person-year) be limited with metrics. Existing building's heating loads calculating with suggested U values at TS 825 and it causes the capacity of mechanical and electrical systems to be higher in design.
- Heating loads should be calculated with lighting, cooling, ventilation loads taking into account the dynamic relations among them.

- Construction material and insulation material's heat transfer coefficient value should be defined with climate region's moisture and insulation values. Calculation results should be approximated to real situation.

In the study; Analysis of the variability of energy consumption of the recommended "U" value and alternative "U" values for the building base and exterior wall, the software was run. The soil surface temperature is assumed to be 140C. In addition, the effect of transparent surface area and energy consumption has been examined.

In the study, annual energy consumption per square meter (kWh / m² year) should be used instead of the reference building in determining the class of energy performance certificate defined in the regulation.

If CO₂ emissions concentration is higher, it can't be acceptable in terms of sustainable development. Project designers have to analyse projects with dynamics simulation program. The results will show not only how the active systems work together but also the integration with building envelope.

Key words: energy efficiency in buildings, u values, simulation program, energy certificate

1. GİRİŞ

Nüfus artışı, kentsel gelişim ve sanayileşmeye paralel olarak dünya birincil enerji tüketimi de giderek artmaktadır. Enerji tüketiminin artmasına neden olan temel etkenlerin başında nüfus ve gelir artışı gelmektedir. Yapılan projeksiyonlar 2040 yılında dünya nüfusunun 9 milyara yükseleceğini göstermektedir. Bu durum, 2 milyar insana daha enerji arzı sağlanması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Öngörülen bu nüfus artışının %90'ından fazlasının OECD dışı ülkelerden kaynaklanacağı ve söz konusu ülkelerin, gelişmekte olan sanayi ve kentleşmelerine bağlı olarak küresel gayri safi yurt içi hasıla (GSYİH) artışına %70 ve küresel enerji talep artışına %90'ın üzerinde katkı sağlayacağı öngörülmektedir [1].

Mevcut durum itibarıyla enerji tüketiminin %35-40 dolaylarında binalarda tüketilmektedir. Tasarlanan her bir binanın ortalama 60 yıl kullanım ömrü olduğu düşünüldüğünde, yaşamın şuan ki gerekliliklerine cevap verdiği gibi gelecek ihtiyaçları da karşılaması beklenmektedir. Teknoloji çağında, gelişmelere ve yeniliklere uygun binaların da enerji tasarlanması gerekmektedir. Bu aşamada malzeme seçimi ve doğru tasarımların yapılması 60 yıllık kullanım ömrü olan binalar göz önüne alındığında enerji talebinin azaltılmasının ve enerjinin verimli kullanılması için birincil hedef olmalıdır. Gelecek kuşakların reidanslardan tek katlı müstakil yapıları tercih edeceği gelişmiş olan ülkelerden gözlemlenmektedir.

2. BİNA ENERJİ PERFORMANSI HESAPLAMA SİMULASYONU

Binanın enerji performansını hesaplayabilmek için DesignBuilder bina simülasyon programı kullanılmıştır. DesignBuilder bina modellemesinin yapıldığı; enerji, CO₂ salımı, mekanik sistemler, aydınlatma ve konfor şartlarına göre bina performansını raporlamak ve kontrol etmek için geliştirilmiş EnergyPlus hesaplama motorunu kullanan arayüz yazılım aracıdır.

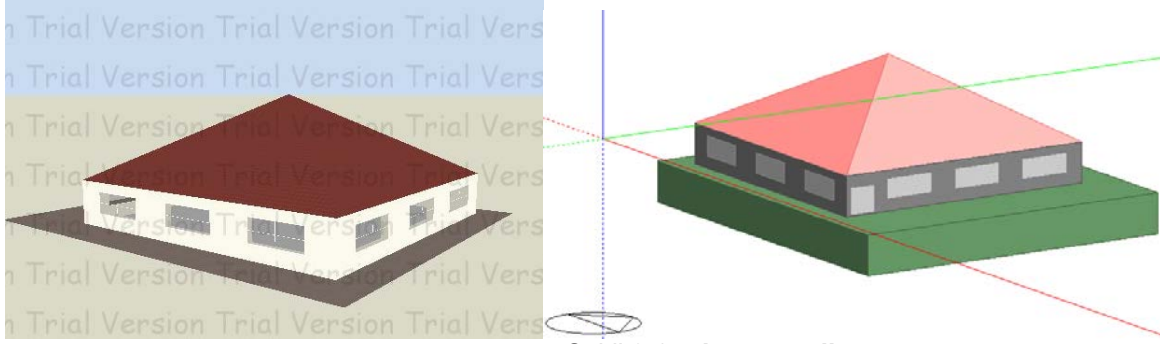
EnergyPlus bina ısıtma, soğutma, aydınlatma, havalandırma ve diğer enerji akışlarını modellemek için Amerikan Enerji Bakanlığı (DOE) tarafından sürekli geliştirilmekte olan bina enerji simülasyonu programıdır. BLAST ve DOE-2'nin özellikleri ve yetenekleri üzerine oturtulmuştur ama aynı zamanda bir saatten az simülasyon zaman dilimleri, ısı transferi dengesi zon simülasyonu, çok zonlu havalandırma sistemleri, termal konfor ve fotovoltaik sistemler gibi birçok inovatif özelliklere de sahip bir programdır.

Enerji sertifikasının hazırlanabilmesi için, binanın tipolojisine göre ve enerji tüketen sistemlerinin enerji performansı değerlendirmesi yapılır. Uzman tarafından binanın karakteristikleri, yapı bileşen bilgileri ve enerji tüketen ve üreten sistemlerine ait veriler toplanır.

Bina formu, alanı, bina kabuğunun çevresi ile ısı dengesi, güneş ışıınımı ve gün ışığından faydalanma, hava geçirgenliği; sıhhi sıcak su kaynağı, havalandırma, iklimlendirme sistemleri ve kontrolleri; yakıt türü ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı; aydınlatma sistemleri ve ekipmanları değerlendirmeye katılması gerekir [2].

2.1 ENERJİ DEĞERLENDİRMESİNE ESAS BİNA ÖZELLİKLERİ

Analizi yapılacak olan bina $A_{\text{taban}} = 20 \times 20 \text{ m}^2$ alanında dikdörtgen formunda anaokuldur. Bina ayrık nizam olarak tasarlanmış ve yek katlı binaya gölgeleme faktörü oluşturacak başka bir bina veya ağaç yoktur. Bina kabuğunu oluşturan opak ve saydam yapı bileşenlerinin ve mekanik sistemlerinde konfor koşullarını sağlaması için elde edilen enerji tüketimleri incelenmiştir. designbuilder programının veritabanında yer alan İstanbul iklim verileri kullanılmıştır. Bina modelinin dış duvarının % 30'u pencere alanından oluşmaktadır. 2x2 m ebatlarında giriş kapısı tanımlanmıştır.



Şekil 2.1: Bina görseli.

2.1.1 Bina kabuğu, konumu ve özellikleri

Bina kabuğu, iç konfor şartlarının sağlanması ile dış ortam ve iç ortam arasındaki duvar, pencere, kapı, çatı gibi binanın fonksiyonelliğine göre yapı malzemeleri ile oluşturulmuş yapı sistemleridir.

Şekil 2.1'deki ok kuzeye yönüne göre bina oryantasyonu göstermektedir. Tasarımın ana parametrelerinden olan konum, güneş kazanımlarını, toplam ısıtma ve soğutma yüklerini, doğal aydınlatılan alanlara etki eder. Doğudan yükselen güneş, binanın gün boyunca doğu cephesini ısıtır. Güneş batı yönünden batarken uzun bir süre güney yüzeyi güneş ışıınımı altında kalır. Karşılıklı olarak güneş ışıınımı sabahları doğu cephesini, güneşin yörüngesinde ise batı ve güney cephelerini etkisi altına alır [3].

Bina çevresi dış ortam ile iç ortamı dış duvarlar, çatı ve zemin yüzeyleri ile ayırır. Temel fonksiyonu; bina çevresinin fonksiyonları arasında güvenlik, ısı ve iç ortam çevresel konfor kontrolünü sağlar. Bina çevresi yapı bileşenleri ile dış ortam sıcaklığı ve serin iç ortam arasında ısı transfer yüzeyi oluşturduğu gibi veya tam tersi iklim bölgesine bağlı binanın ısıtma ve soğutma yükü belirler. Bina çevresi özelliklerine bağlı olarak HVAC tasarımı ve iç ortam kalitesi tasarımı projelendirilir [4].

Bir iklimin sertliği derece-gün cinsinden hassasiyetle karakterize edilebildiğinden, derecegün yöntemi ile bir binanın ısıtma veya soğutma enerji ihtiyacını belirlemek mümkündür. Farklı bölgelerdeki farklı iklim koşulları ısıtma veya soğutma enerjisi ihtiyacını önemli ölçüde etkileyebilmektedir. Tüm dünyada özellikle ısıtma ve ısı yalıtımı uygulamaları için derece-gün sayıları kullanılarak coğrafik bölgelerden farklı olarak derece-gün bölgeleri tespit edilmektedir [5].

TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Standardı'nda Türkiye 4 farklı derece-gün bölgesine ayrılmıştır. Opak bileşenin enerji tüketimine etkisinin belirlenmesi için dış duvarın opak/saydam oranı %30 olarak belirlenmiştir. Simulasyonunu yapacağımız binanın dış opak yapı bileşenleri ve saydam yüzeyleri

değiştirilerek standartta tavsiye edilen değerler kontrol edilmiştir. Saydam bileşen malzemesi 3-13-3 çift cam seçilmiştir.

Çizelge 2.1’de yapı bileşenlerinin oluşturulduğu yapı malzemelerine ait yoğunluk ve ısı iletkenlik hesap değerleri verilmiştir. Bu hesap değerleri ile topla ısı geçiş katsayılar yapı bileşenleri için hesaplanarak; dış ortam iklim verilerinden alınan sıcaklık değerine göre iç ortam konfor sıcaklıklarının sabit tutulması için ihtiyaç duyulan ısıtma, soğutma yükleri hesaplanır.

Çizelge 2.1: Simulasyonu yapılan bina modelinin dış duvar yapı bileşenlerinin ısı iletkenlik hesap değeri ve yoğunluğu.

	Isı iletim katsayısı (W/mK)	Yoğunluk (kg/m ³)
Duvar		
alçı sıva	0,51	1120
gazbeton	0,24	750
taşyünü	0,038	40
çimento-kum harcı	0,72	1860
Zemin		
membran	1	700
donatılı beton	2,3	2321
taban/tavan çatı	0,41	1200
XPS	0,034	35
Tavan		
bitümlü örtü	0,23	1100
cam yünü	0,04	12
donatılı beton	2,27	2321
alçı sıva	0,04	1000
Pencere		
3-13-3 düz cam	2,716	
Low-E kaplama3-13-3 düz cam	1,256	

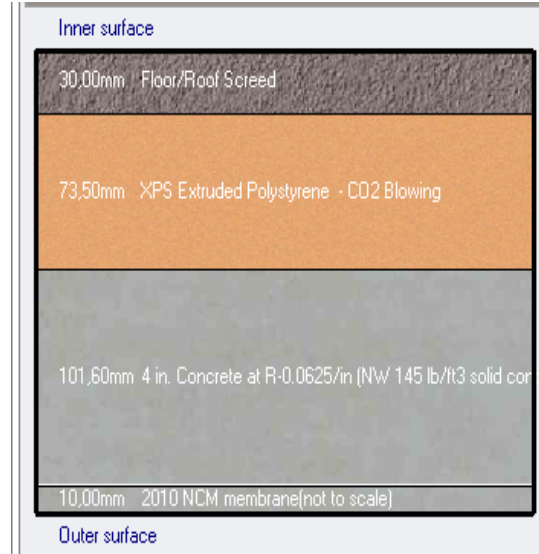
Çizelge 2.2’de farklı yalıtım kalınlıkları ile oluşturulmuş dış duvar tanımları bulunmaktadır. Tek katlı müstakil binalarda duvar ve taban alanlarının ısıtma ve soğutmaya etkisini analiz etmek için 7 farklı duvar tipi oluşturulmuştur.

Çizelge 2.2: Simülasyonu yapılan bina modelinin dış duvar yapı bileşenleri ve toplam ısı geçiş katsayısı değerleri.

Duvar 1.durum	Duvar 2.durum	Duvar 3.durum	Duvar 4.durum	Duvar 5.durum	Duvar 6.durum	Duvar 7.durum
2 cm yalıtım sıvası	2 cm yalıtım sıvası	2 cm yalıtım sıvası	2 cm yalıtım sıvası	2 cm yalıtım sıvası	2 cm yalıtım sıvası	2 cm yalıtım sıvası
19 cm gazbeton	19 cm gazbeton	19 cm gazbeton	19 cm gazbeton	19 cm gazbeton	19 cm gazbeton	19 cm gazbeton
0 cm taşyünü	4 cm taşyünü	5 cm taşyünü	6 cm taşyünü	7 cm taşyünü	8 cm taşyünü	9 cm taşyünü
2 cm alçı sıva	2 cm alçı sıva	2 cm alçı sıva	2 cm alçı sıva	2 cm alçı sıva	2 cm alçı sıva	2 cm alçı sıva
U(W/m ² K) 0,975	U(W/m ² K) 0,48	U(W/m ² K) 0,427	U(W/m ² K) 0,385	U(W/m ² K) 0,348	U(W/m ² K) 0,319	U(W/m ² K) 0,294

Taban için 3 farklı bileşen Şekil 2.2'de tanımlandığı gibi oluşturulmuştur. Tek katlı müstakil binalarda taban alanı duvar alanlarının toplamından genelde büyük olmaktadır. Tek katlı müstakil evlerin ortalama 150m²'dir. Nüfusun %20'si tek katlı konutlarda oturmaktadır.

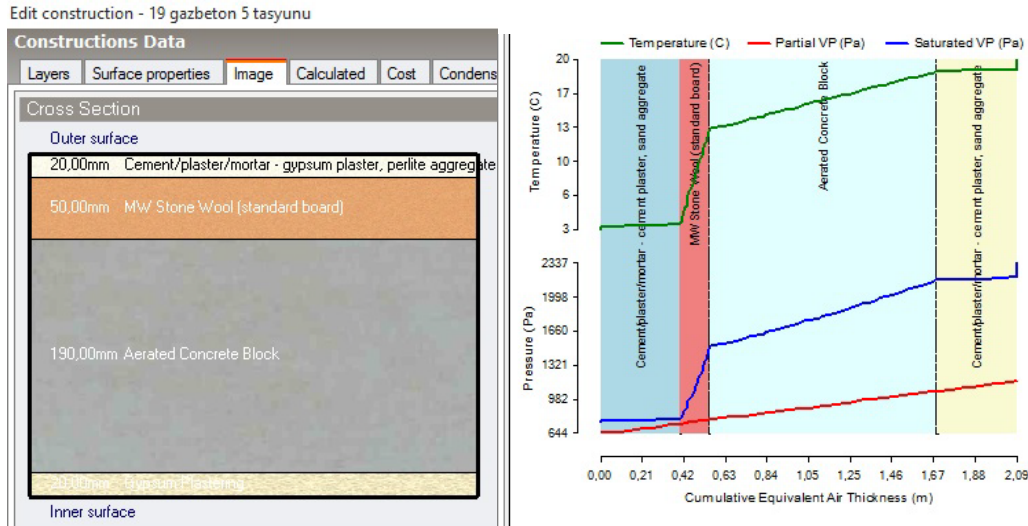
Taban		
1.durum	2.durum	3.durum
3 cm taban/tavan şap	3 cm taban/tavan şap	3 cm taban/tavan şap
1 cm XPS	2,3cm XPS	7,3 cm XPS
10,1 cm donatılı beton	10,1 cm donatılı beton	10,1 cm donatılı beton
1cm membran	1cm membran	1cm membran
U(W/m2K)	U(W/m2K)	U(W/m2K)
1,5	1	0,4



Şekil 2.2: Simülasyonu yapılan bina modelinin taban yapı bileşenleri ve toplamısı geçiş katsayısı değerleri.

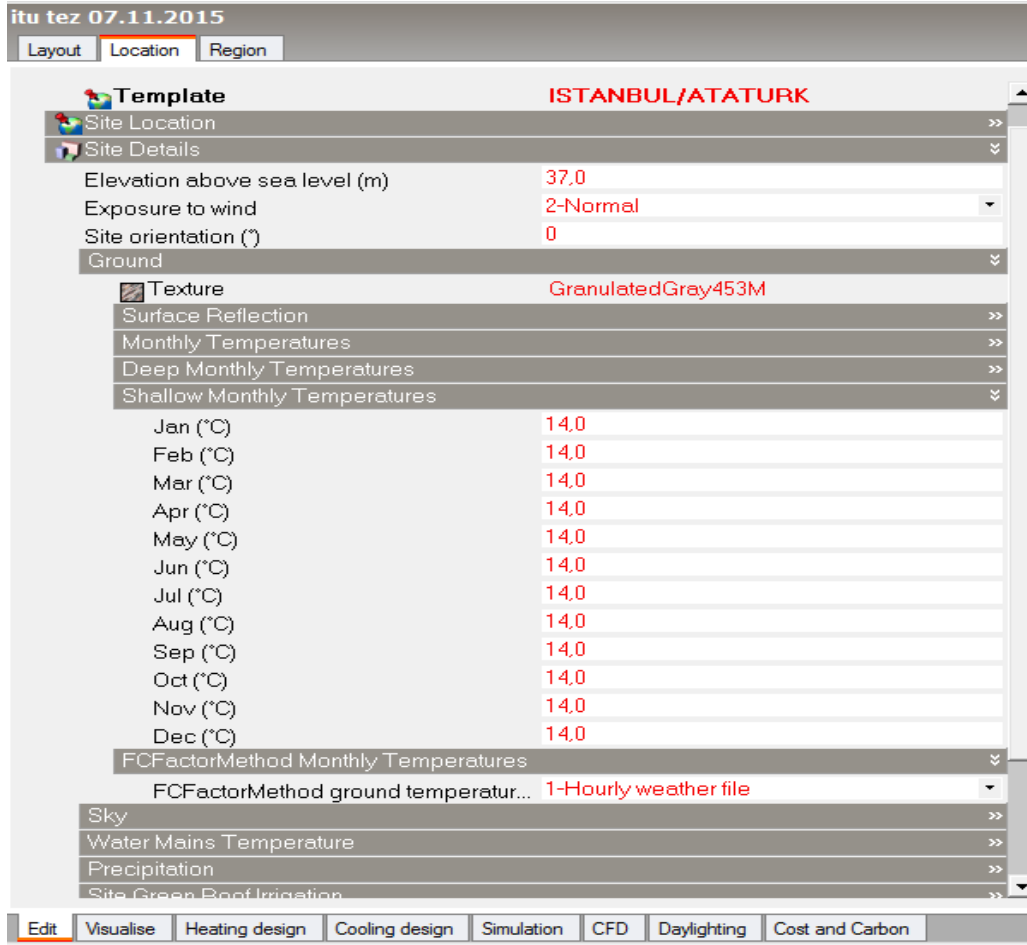
Modellenen bina tek katlı ve ayırık nizam olarak projelendirildiğinden, toprak zemine temasından dolayı farklı taban ısı geçiş katsayısı değerlerine göre değerlendirme yapılmıştır.

Simulasyonu yapılacak bina modeli için Çizelge 2.1'de tanımlanmış olan yapı malzemeleri ile oluşturulan Çizelge 2.2'deki dış duvar ve Şekil 2.2'teki taban yapı bileşenleri için design builder yazılımı koşturulmuştur. Şekil 2.3 duvar katmanlarını ve yoğunlaşmanın olmadığını göstermektedir.



Şekil 2.3: Designbuilder yazılımında oluşturulan yapı bileşeni 5 cm taş yünü kullanılarak yalıtım yapılan opak bileşen ve yoğunlaşma analizi.

Toprak temaslı tabanın ısı etkisinin hesaplanabilmesi için designbuilder programında tanımlanan toprak yüzeyi sıcaklığı Şekil 2.4'te verilmiştir.



Şekil 2.4 Toprak yüzey sıcaklığı.

Derece-gün yönteminde bir binanın enerji ihtiyacı temelinde, binanın iç ortam sıcaklığı ile ilgili denge noktası sıcaklığı ve binanın bulunduğu yerin dış hava sıcaklığı arasındaki fark ile doğru orantılıdır. Eğer binanın iç ortam sıcaklığı ve iç ısı kazançları sabit ise derece-gün yöntemlerinden elde edilen değerlerle, binanın ısıtma veya soğutma ihtiyacı için gerekli enerji iyi bir hassasiyetle tahmin edilebilir [6]. İstanbul için kullanılan derece-gün sayıları çizelge 2.3'te verilmiştir.

Çizelge 2.3: İstanbul ili için ısıtma gün derece sayısı-soğutma gün derece sayısı.

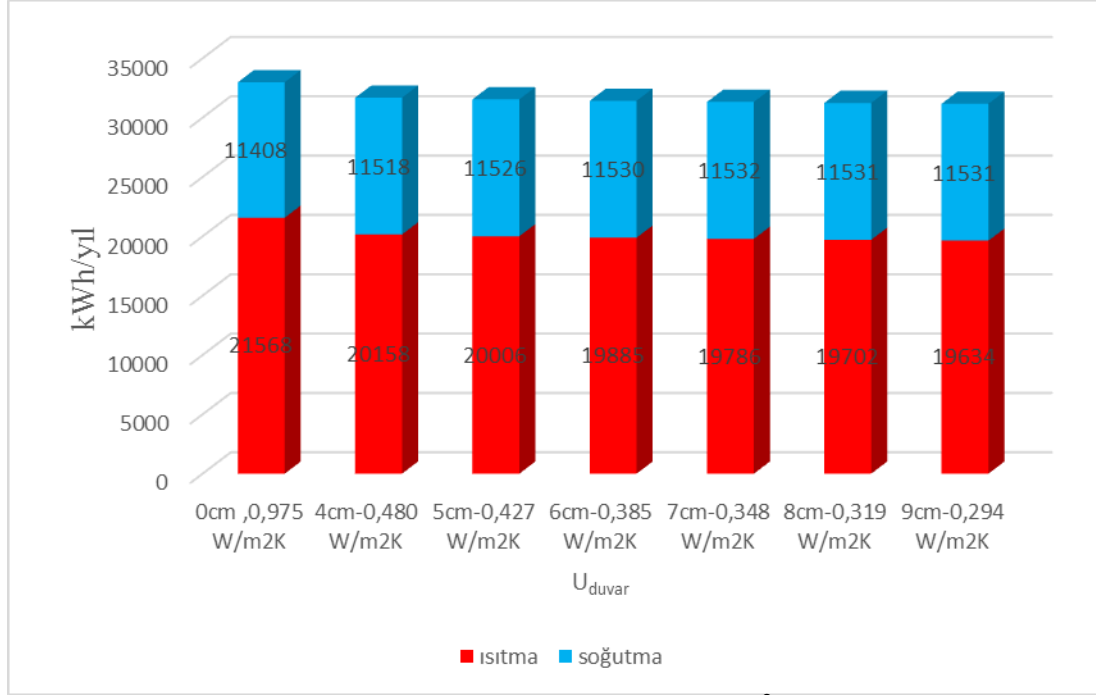
İstanbul ısıtma denge sıcaklığı	14 ⁰ C	16 ⁰ C	18 ⁰ C
Isıtma gün derece sayısı	1054	1433	1865
İstanbul soğutma denge sıcaklığı	22 °C	24 °C	26 °C
Soğutma gün derece sayısı	159	47	6

2.1.1.1 Taban toplam ısı geçiş katsayısı 0,4 W/m²K için enerji değişimleri

İstanbul ilinin bulunduğu ikinci bölge için TS 825 standardında tavsiye edilen $U_{\text{taban}} = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ alınarak yapılan modellemede, duvarlarda bulunan yalıtım kalınlığı artırıldığında bina ısıtma ihtiyacında $0,480 \text{ W/m}^2\text{K}$ değerinden sonra kullanılan yalıtım malzemesinin kalınlığının artırılması enerji tüketimine etkisi ile kıyaslandığında bir azalma gerçekleşmemektedir. Taban alanı (A_{taban}) 400 m² olan binanın, (A_{duvar}) 168 m² dış duvar opak bileşeni vardır. İstanbul ili için designbuilder yazılımının veritabanındaki bulunan iklim verileri kullanılarak yaptırılan koşturmada ısıtma enerjisi ve soğutma enerjisinden fazla çıkmıştır.

İstanbul ili için ısıtma derece gün sayısı soğutma derece gün sayısından fazladır (Çizelge 2.3).

Yıllık ısıtma ve soğutma enerjilerinin toplamı Şekil 2.5’de verilmiştir. Duvar yalıtım kalınlıkları arttıkça soğutma enerjisi artmaktadır. 4 cm yalıtım kalınlığından sonra sabit kalmaktadır. Soğutma enerjisi tek katlı müstakil binalarda enerji kaynağı olarak genellikle elektrik enerjisi ile sağlanmaktadır.



Şekil 2.5: Toplam enerjinin dış duvar opak bileşeninin $U(W/m^2K)$ değerine göre değişimi

Tek katlı müstakil binanın tabanın standartlara uygun yalıtımlı olması durumunda; dış duvarların toplam ısı geçiş katsayısının değiştirilmesi 400 m² taban alanına sahip olan bina modelinde Çizelge 2.4’te belirtildiği gibi 4 cm yalıtımdan sonra enerji ihtiyacında yalıtım maliyetinin artırılması enerji tüketiminin azaltılmasına etkisi düşüktür. Yapılan yalıtım sonrasında

Çizelge 2.4: Analizi yapılan durumların enerji toplamı ve birim alan başına enerji tüketimleri

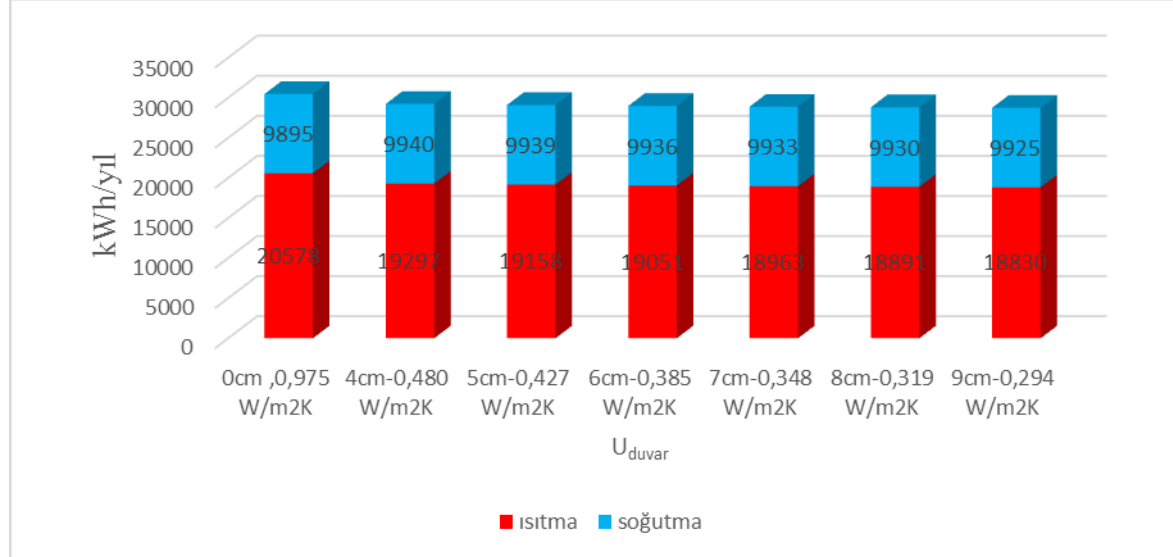
	1.durum	2.durum	3.durum	4.durum	5.durum	6.durum	7.durum
U (W/m ² K)	0,975	0,480	0,427	0,385	0,348	0,319	0,294
Yalıtım	0cm	4cm	5cm	6cm	7cm	8cm	9cm
Isıtma kWh/yıl	21568	20158	20006	19885	19786	19702	19634
Soğutma kWh/yıl	11408	11518	11526	11530	11532	11531	11531
Toplam kWh/yıl	32976	31676	31532	31415	31318	31233	31165
kWh/m ² yıl	82,4	79,2	78,3	78,5	78,3	78,1	77,9

2.1.1.2 Taban toplam ısı geçiş katsayısı 1 W/m²K için enerji değişimleri

Bina modelinin için $U_{dışduvar}$ değerleri Çizelge 2.5’de verilen yedi durum için simülasyon yapılmıştır. Isıtma enerjisi soğutma enerjisi değişimi Şekil 2.6’da gösterilmiştir. Toprağa temaslı yalıtım uygulanmış tabanın toplam ısı geçiş katsayısı 0,4 W/m²K değeri ile kıyaslandığında ısıtma ve soğutma enerjisinde azalma gerçekleşmiştir. Toprağın bir ısı kaynağı olarak değerlendirildiğinde yaz aylarında serinletici görev görürken, kış aylarında ısıtma ihtiyacını azaltmaktadır.

Tabanın yalıtım değerinin kötüleştirilmesi topraktan ısı iletimini artırmaktadır. Toprak sıcaklığı ısıtma ve soğutma enerjisine olumlu etki sağlamaktadır.

Yalıtımın artırılması ısıtma ve soğutma enerji ihtiyacında önemli bir azalma sağlamamıştır. Taban alanı ile duvar alanı oranlandığında, ve toprak sıcaklığının zona etkisi düşünüldüğünde sonuçlar tasarımcılar için önemlidir.



Şekil 2.6: Toplam enerjisinin dış duvar opak bileşeni $U(W/m^2K)$ değerine göre değişimi

Tasarımcılar, tasarım yazılımlarını kullanarak m^2 tüketim değerleri üzerinden farklı parametreleri değiştirerek optimum değerleri yakalamalıdır(Çizelge 2.5).

Çizelge 2.5: Analizi yapılan durumların enerji toplamı ve birim alan başına enerji tüketimleri

	1.durum	2.durum	3.durum	4.durum	5.durum	6.durum	7.durum
U (W/m^2K)	0,975	0,480	0,427	0,385	0,348	0,319	0,294
Yalıtım	0cm	4cm	5cm	6cm	7cm	8cm	9cm
Isıtma kWh/yıl	20578	19297	119158	19051	18963	18891	18830
Soğutma kWh/yıl	9895	9940	9939	9936	9933	9930	9925
Toplam kWh/yıl	30473	29237	29097	28987	28896	28821	28755
kWh/ m^2 yıl	76,2	73,1	72,2	72,5	72,2	72,1	71,9

2.1.1.3 Taban toplam ısı geçiş katsayısı 1,5 W/m²K için enerji değişimleri

$U_{taban}=1,5W/m^2K$ tasarlandığında ısıtma enerjisi ve soğutma enerjisi Şekil 2.6'da gösterilmektedir. Çizelge 2.5 ve Çizelge 2.6'daki değerlere göre yıllık ısıtma enerjisinde % 3'e yakın bir azalma olurken yıllık soğutma enerjisinde %7 azalma olmaktadır.

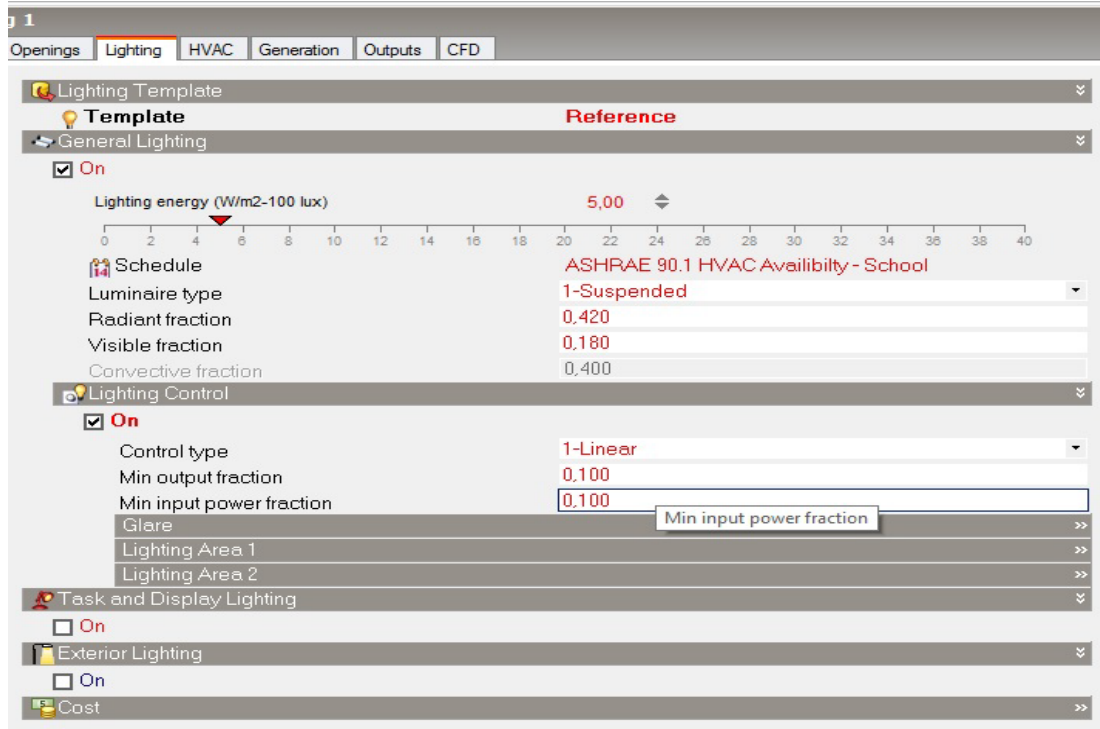
Tek katlı müstakil bina için yalıtım kalınlığı 5 cm olarak uygulandığında; duvarın %30 oranında saydam bileşenden oluştuğu durum itibarıyla; soğutma enerjisi ve ısıtma enerjisinin yalıtım maliyetinin azaltılması için 5cm yalıtım kalınlığı ($0,427 W/m^2K$) İstanbul ilinde müstakil tek katlı binalar için diğer yalıtım kalınlıklarına göre optimum çözümdür.

Çizelge 2.6: Analizi yapılan durumların enerji toplamı ve birim alan başına enerji tüketimleri

	1.durum	2.durum	3.durum	4.durum	5.durum	6.durum	7.durum
U (W/m ² K)	0,975	0,480	0,427	0,385	0,348	0,319	0,294
Yalıtım	0cm	4cm	5cm	6cm	7cm	8cm	9cm
Isıtma kWh/yıl	20041	18833	18702	18601	18520	18452	18396
Soğutma kWh/yıl	9121	9136	9133	9128	9123	9117	9111
Toplam kWh/yıl	29162	27969	27636	27729	27643	27569	27507
kWh/m ² yıl	72,9	69,9	69,1	69,3	69,1	68,9	68,8

2.1.2 Aydınlatma sistemi

Bina tipolojisine bağlı olarak aydınlatma sistemleri aydınlık düzeyleri ve aydınlatma armatürleri belirlenir. Bina tasarımının aşamasında, aydınlatma için (pasif) doğal aydınlatma göz önünde bulundurulmalıdır. Aydınlatma yükü ve soğutma yükü arasında optimum değer sağlanmalıdır. Örneğin iş merkezi olarak kullanılacak bir binanın gün ışığından maksimum derecede faydalanılması için saydam yüzey alanı artırılması gerekirken, aynı esnada binanın soğutma yükünü artırmayacak gölgeleme elemanları ve saydam yüzey kaplamalarının tercihi yapılmalıdır.



Şekil 2.8: Aydınlatmanın designbuilder arayüzünde tanımlanması.

Birim alan başına 5 W yıllık enerji tüketimi yazılımın veri tabanında bulunan standartlara uygun aydınlatma düzeyi seçilerek modelleme yapılmıştır. Çalışma saatleri içerisinde doğrusal olarak aydınlatma kontrolü yapılmıştır. Şekil 2.8’de gösterilmektedir.

İstanbul ili tek katlı müstakil bina için yapılan taban yalıtımları ve duvar yalıtımları sonucunda en az enerji tüketimi yalıtımsız toprak temaslı taban ve 4 cm yalıtım kalınlığına sahip duvar modeli olmuştur. Bu model için saydam yüzey alanının dış duvar alanına oranı %30, %50 ve %70 olarak değiştirilmiş ve aydınlatma, soğutma ve ısıtma enerji tüketimleirndeki değişim incelenmiştir (Çizelge 2.7).

Çizelge 2.7: Dış duvar saydam bileşen yüzdesinin enerji toplamına etkisi

	Isıtma enerjisi kWh/yıl	Soğutma enerjisi kWh/yıl	Aydınlatma enerjisi kWh/yıl	Enerji toplamı kWh/yıl
1.durum %30 cam	24948	7239	9008	41195
2.durum %50 cam	23514	8599	8346	40459
2.durum %50 Low-E cam	22937	8210	8431	39578
3. durum %70 cam	23308	10083	7995	41386
3.durum %70 Low-E cam	22485	9525	8054	40064

En az enerji tüketimi %50 Low-E camlama yüzeyi ile elde edilmiştir. Isıtma enerjisinde %3 azalma, soğutma enerjisinde %5 azalma sağlanmıştır. Uygun camlama oranı ve cam seçimi ile modellenen binada duvar yalıtımına göre daha fazla kazanç sağlanmaktadır.

2.1.3 Mekanik sistemler

Bina kabuğu pasif tasarım kriterleri göz önünde bulundurularak enerji tüketmeden iç konfor şartlarını sağlamak için doğal aydınlatma, doğal havalandırma vb çözümler bulunduğu iklim koşullarına göre mekanik sistem tercihleri yapılır. Mekanik sistemler temel olarak havalandırma, soğutma, ısıtma, sıhhi sıcak su sistemleri olarak adlandırılır.

Havalandırma mevcut bina tipolojisine ve kişi sayısına bağlı olarak saatlik hava değişimlerinin sağlanması, ortamda bulunan kirli havanın taze hava ile değiştirilmesidir.

İç hava kalitesi doğal havalandırma ile sağlanacak şekilde tasarlanmıştır. Hava değişimi saatte 0,5 ac/h olarak seçilmiştir.

Soğutma sistemleri, iç ortamın konfor tasarım sıcaklığını sağlamak için tasarlanır. Simulasyonu yapılan model bina için iç konfor sıcaklığı Şekil 2.9'da tanımlanan ısıtma için 20°C, soğutma için 25°C olarak alınmaktadır.

Bina modelinin ısıtma ve soğutma ihtiyacı fan coil sistemi ile sağlanmaktadır. Sistemin kazan verimliliği %85 olan gaz yakıtlı yoğuşmalı kazan sistemi ile sağlanmaktadır. Soğutma sistemi COP değeri 3,5 alınmıştır.

Ayrıca sistem eğitim binası olarak sadece ısıtma yükü ve doğal havalandırma sayısı artırılarak mevcut eğitim binaları açısından değerlendirilmiştir.

Mekanik sistemlerin çalışma saatleri hafta içi 06:00-18:00 olarak tam yükte çalışması ve hafta içi diğer saatleride yarım yüke çalışma olarak programlanmış olup Şekil 2.10'da gösterilmektedir. Hafta sonu ve diğer günlerde sistem komple kapatılmaktadır.

5, Building 1

Instruction Openings Lighting HVAC Generation Outputs CFD

Sector General

Zone multiplier 1

☒ Include zone in thermal calculations

☒ Include zone in Radiance daylighting calculations

Building Total Floor Areas >>

Occupancy >>

Metabolic >>

Generic Contaminant Generation >>

Holidays >>

DHW >>

Environmental Control >>

Heating Setpoint Temperatures >>

Heating (°C) 20,0

Heating set back (°C) 13,0

Cooling Setpoint Temperatures >>

Cooling (°C) 25,0

Cooling set back (°C) 30,0

Humidity Control >>

Ventilation Setpoint Temperatures >>

Minimum Fresh Air >>

Lighting >>

Computers >>

Office Equipment >>

Miscellaneous >>

Catering >>

Process >>

Building design Cooling design Simulation CFD Daylighting Cost and Carbon

Şekil 2.9: Designbuilder arayüzünde ısıtma ve soğutma ayar ekranı

Edit HVAC template - itu tez iklimlendirme

HVAC templates Data

General Ventilation Heating and Cooling Humidity Control Air temperature distribution Cost

Heating

☒ On

Simple HVAC and Unitary Fuel 2-Natural Gas

Preheat (hr) 1.0

Simple

Heating system CoP 0.85

Heating system type 1-Convective

Supply Air Condition

Maximum supply air temperature (°C) 35.00

Maximum supply air humidity ratio (g/g) 0.016

Compact

Boiler Gas-fired condensing boiler

Heating coil CoP 0.85

Unitary distribution loss 5.00

Corresponding outdoor low temperature (°C) -6.70

Min off-coil setpoint temperature (°C) 12.00

Corresponding outdoor high temperature (°C) 10.00

Cooling

☒ Cooling On

Precool (hr) 0.0

Simple

Cooling system CoP 3.50

Supply Air Condition

Minimum supply air temperature (°C) 12.00

Minimum supply air humidity ratio (g/g) 0.008

Compact

Chiller DOE-2 Centrifugal/5.50COP

Unitary cooling CoP 3.50

Unitary distribution loss 5.00

Cooling coil setpoint (°C) 14.00

Corresponding outdoor high temperature (°C) 26.70

Max off-coil setpoint temperature (°C) 18.00

Corresponding outdoor low temperature (°C) 15.60

Model data

Şekil 2.10: Designbuilder arayüzünde ısıtma ve soğutma sistem özelliklerinin tanımlanması.

3. BULGULAR

Designbuilder yazılımı ile modellenen binada sıcak iklim bölgesi için farklı U_{taban} değerlerine göre U_{duvar} değerleri yazılımda koşturulmuştur. Bu bina modeli için yapılan koşturmalar 400m² toprak temaslı taban alanı, 168m² dış duvar opak bileşeni ve 72m² dış duvar saydam yüzeyi vardır. Model binanın çatısı standartlara uygun $U_{\text{çatı}}=0,36\text{W/m}^2\text{K}$ olarak seçilmiştir. Yapılan koşturmalar tek katlı müstakil bir binanın ılımlı nemli iklim koşullarında inşa edilmesi halinde taban alanı duvar alanından fazla olduğu için, toprak sıcaklığını ortama kazandırmaktadır. Toprak sıcaklığı yaklaşık 15°C olduğu için ısıtma ve soğutma sisteminin yükünü azaltmaktadır. Eğer toprak temaslı tabanın standartlara uygun olarak yalıtılması durumunda topraktan iklimlendirilen zona ısı geçmemektedir. Isıtma yükü ve soğutma yükü bu durumda artmaktadır. Kademeli olarak üç farklı duruma göre yapılan analizde standarda uygun durumda U_{taban} 0,4 W/mK için yalıtılan model binada, yalıtımsız duruma U_{taban} 1,5 W/mK göre %21 soğutma yükü ve %8 ısıtma yükü artmıştır. U_{taban} 1 W/mK itasarlacağı zaman, ısıtma yükü yalıtımlı bina için %5, soğutma yükü ise % 14 artmıştır. Toplam enerji tüketimi % 8 artış göstermiştir.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İklim değişikliğinin temel sebebi karbon türevli yakıtlardır. Her geçen gün enerji talebi artmaktadır. Nihai enerjinin % 40'ı binalarda tüketilmektedir. UEA raporuna göre bina sektörü enerji ve CO₂ azaltımları yaşanabilir bir dünya için elzemdir. Bu sebeple bir binanın tasarım aşamasında yaşam boyu maliyetler göz önüne alındığında % 80'ini bina işletim maliyeti oluşturmaktadır. Enerji etkin bir bina yapımının ilk yatırım maliyetine etkisi toplam maliyetin %5'i geçmemektedir. Doğru tasarım standartları ve doğru malzeme seçimi işletme maliyetlerini azaltacaktır. Sıfır enerjili binalar için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı şarttır.

Bu çalışmada designbuilder programı kullanılarak saatlik iklim verileri ile dinamik bir analiz yapılmıştır. TS825 standardında verilen değerlerin tek katlı tabanlı toprak temaslı bu bina modeli için doğru olmadığı görülmüştür. Saydam bileşenlerin; tek katlı müstakil anaokulu binası enerji tüketimine etkisi, İstanbul ili için enerji toplamına etki etmemektedir. Burada tasarımcı aydınlatma, ısıtma ve soğutma parametrelerinden hangisinin önceliği olduğuna karar vermelidir.

Soğuk iklim bölgelerinde doğru tasarlanan $U(\text{W/m}^2\text{K})$ değerleri ile yapılan camlama yıllık toplam enerji ihtiyacını azaltırken, TS 825 standardındaki birinci bölge (İzmir) de artırmaktadır.

Mevcut standartlarda yer alan $U(\text{W/m}^2\text{K})$ değerleri ısıtma yükü göz önünde bulundurularak hesaplanmıştır. Bilindiği üzere çoğu şehirde soğutma yükleri ısıtma yüklerinden fazladır. Soğutma sistemleri elektrik enerjisi ile beslendiği için sera gazı salımları 3 kat fazladır.

Bina tasarımında; toplam ısı geçiş katsayısı değerleriyle birlikte,

- Bina tipolojilerine (eğitim, hastane, otel, ofis, konut)
- Farklı metriklere örneğin; hastane ve otel için (kWh/yatak-yıl) iş merkezleri için (kWh/m³yıl) eğitim kurumları için (kWh/kişi-yıl) tanımlanmalıdır. Mevcuttaki bina ısıtma yükü için tavsiye edilen $U(\text{W/m}^2\text{K})$ değerleriyle tasarlanan binalar işletme esnasında gereksiz yüksek kapasiteli mekanik ve elektrik sistemlerinin seçilmesine sebep olmaktadır.
- Isıtma yükü hesabının yanında aydınlatma, soğutma, havalandırma yüklerinin birbirleriyle birlikte dinamik ilişkisi kurulmalıdır.
- Yapı malzemelerinin ve yalıtım malzemelerinin iklim bölgelerindeki nem ve güneşlenme sürelerine göre farklı ısı iletkenlik değerlerinin tanımlanması gerekmektedir. Örneğin, taşıyıcı yalıtım malzemesi, İzmir gibi nemli-sıcak bölgedeki ve Erzurum gibi kuru-soğuk bölgedeki illerinde farklılaşacaktır.

Tüm Türkiye için bina tasarımlarında temel alınması gereken, (MEPS minimum energy performance standart) en az enerji performans standardı oluşturulması gerekmektedir. Bu standart kapsamında sadece ısıtma yükleri değil, binanın enerji ihtiyacı olan tüm parametreleri değerlendirilmelidir. Örneğin

bir iş merkezinde çalışanlardan ve aydınlatmadan kaynaklı iç kazançlar kış aylarında soğutma yükü oluşturmaktadır. Yatırımcıların projelendirme esnasında; dinamik yazılımlar ile bina modelinin standartlara uygun iklim verileri kullanılarak analizlerini ve fizibilite etütlerini yaptırmaları konusunda farkındalığın artırılması gerekir. IPCC raporlarında CO₂ konsantrasyonunu daha fazla artması, sürdürülebilir yaşam açısından mümkün olmadığı belirtilmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (2014). Enerji Raporu 2013,3, <http://www.dektmk.org.tr/upresimler/Enerji-Raporu-2013.pdf>, (07.09.2015), 8-9.
- [2] Arkesteijn, K. & Van Dijk, D. (2010), Energy Performance Certification for New and Existing Buildings, EC Cense P156, EC, available at: www.iee-cense.eu.
- [3] Liu, Y., Joseph, C.L., Tsang, C.L. (2008) Energy Performance of Building Envelopes in Different Climate Zones in China. Applied Energy.
- [4] Ashrae. (2010). AISI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2010, Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc
- [5] Bulut, Hüsamettin, Orhan Büyükalaca, Tuncay Yılmaz (2007). Türkiye İçin Isıtma Ve Soğutma Derece-Gün Bölgeleri ulıbt'07 16. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, 30 Mayıs-2 Haziran, Kayseri.
- [6] Bulut H, Büyükalaca O, Yılmaz T, (2007). Türkiye İçin Isıtma Ve Soğutma Derece-Gün Bölgeleri ULİBT'07 16. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, 30 Mayıs-2 Haziran, Kayseri

ÖZGEÇMİŞ

Uygur KINAY

BSc. Makine Mühendisliği (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi), MSc. (İstanbul Teknik Üniversitesi), MBA Kamu Yönetimi (Türkiye Kamu Yönetimi Enstitüsü ve Ortadoğu). Doktora derecesi için Budapeşte Teknoloji ve Ekonomi Üniversitesinde olarak enerji verimliliği uzmanı olarak çalışmaktadır.

2006 yılından bu yana Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Enerji Verimliliği ve Tesisat Daire Başkanlığında görev yapmaktadır. UNFCCC toplantılarında (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, 2008-2009) Türkiye heyet üyesidir. Uygur enerji verimliliği konusundaki ulusal / uluslararası projelere, panellere ve seminerlere katılmış ve mevzuat ve uygulamalara aktif olarak katılmıştır. BEP - TR' yi (EN13790'a ve DIN 18599 göre enerji tüketimi ve sera gazı emisyonlarını hesaplamak için yazılım) uygulayan binalar üzerinde enerji performansı düzenlemesinin hazırlanmasına dâhil oldu. Binaların enerji performansı (2009 ve revizyon 2013) sertifikasyon yazılımının hesaplama yönteminin geliştirilmesine katıldı. Isı Yalıtım Standardının (TS-825) revizyonu gibi standartlaştırma faaliyetlerine katkıda bulundu. Ayrıca binaların enerji kullanımını belirlemek için bir veri analisti olarak çalıştı (BEP-TR yazılımı aracılığıyla). Uygur, RET-EAT ve MEPS (UNDP ve GEF4.), IPA "Binalarda Enerji Verimliliğini Artırmak İçin Teknik Yardım - Türkiye Projesi", Avrupa Yardım / 134786 / IH / SER / TR (faydalanıcı: Çevre Bakanlığı) projesi gibi diğer enerji verimliliği projelerine katıldı. Ve Halen BEP-TR 2 yazılımının ikinci sürümünün geliştirilmesine (yenilenebilir enerji sistemleri ile uzatma) katılıyor.

EPBD, enerji mevzuatı ve standardizasyonu (uygulamalar ve uyum prosedürleri dâhil), BEP yönetmeliği ve BEP-TR metodolojisinde enerji verimliliği, RES, iklim değişikliği ve karbon emisyonu konularında geniş tecrübeye sahiptir.

Yakup Erhan BÖKE

1962 yılı İstanbul doğumludur. Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü Enerji Anabilim Dalını 1983 yılında bitirmiştir. İstanbul Teknik Üniversitesinde 1985 yılında Yüksek Mühendis, aynı üniversitede 1993 yılında Doktor unvanını almıştır. 1990 – 1992 yılları arasında Clausthal Teknik Üniversitesinde misafir araştırmacı olarak çalışmıştır. İstanbul Teknik Üniversitesi Makina Fakültesinde 1984 – 1994 tarihleri arasında Araştırma Görevlisi ve 1994-2013 yıllarında Y. Doç. olarak görev yapmıştır. 2013 yılından beri aynı üniversitede Doç. Dr. olarak görev yapmaktadır. Yanma, buhar kazanları, CFD ve ısı tekniği konularında çalışmaktadır.

Gülay KESKİN

BSc. Makine Mühendisliği (Eskişehir Osmangazi Üniversitesi), Yüksek lisans çalışmalarına Anadolu Üniversitesi'nde devam etmektedir. 2007-2014 yılından Ford Otosan Fabrikasında Ürün Geliştirme mühendisi olarak Motor - Powertrain (Güç Aktarma), Araç Gövde, Araç Şasi alanında Ürün Geliştirme Departmanı bölümünde çalıştı. Six Sigma Green Belt Training, DesignFMEA, Global 8D, Six panel eğitimleri alarak ürün geliştirme sürecini daha doğru devreye alınmasında tecrübeye sahiptir. Araç için üretilen parçanın tasarlanmasından devreye alınması sürecini takip eden, devreye alınmasından sonraki süreçte problemlerin çözümünden sorumlu mühendis olarak çalışmaları sırasında 4 adet patent ödülüne sahiptir.