

SAYDAM YAPI ELEMANLARININ BİNA ENERJİ PERFORMANSINA ETKİSİ

Burak YENİGÜN
Emrah YAKA
M. Azmi AKTACİR
Hüsamettin BULUT

ÖZET

HVAC cihazlarının seçimini belirleyen en önemli parametre binanın toplam soğutma ve ısıtma yükleridir. Bir binanın yüklerini opak ve saydam yüzeyler ile bina iç yükleri belirler. Binanın duvar-çatı gibi opak yüzeylerine yalıtım uygulanarak ısı kaybı ve kazançları optimize edilirken, çoğunlukla binanın saydam yüzeyleri göz ardı edilir. Özellikle günümüzde pencere ve cam sektöründe ortaya konulan yeni ürünler ile binaların saydam yüzeylerinden olan ısı kaybı ve kazançları kontrol altına alınmaktadır. Bu çalışmada bir binanın saydam yüzeylerinden olan ısı yükleri incelenerek farklı cam tiplerinin bina enerji performansına etkisi belirlenmiştir. Bu çalışmada Design Builder programı kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda saydam yüzeylerden olan ısı kazançlarında dikkate değer bir azalma elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Design Builder, Pencere, Soğutma yükü, Isıtma yükü, Enerji analizi.

ABSTRACT

The total cooling and heating loads of the building are the most important parameters that determine the selection of HVAC equipment. External loads from opaque and transparent surfaces and internal loads of the building determine the total loads of a building. Usually transparent surfaces of the building are be ignored while wall-roof insulation applied to the surfaces of opaque is optimizing heat gain and loss. Especially nowadays, heat losses and gains from transparent surfaces of the building is controlled with new products in the window and glass industry. In this study, the loads from the building transparent surfaces are investigated to the effect of the energy performance of the building for the different types of glass. Design Builder program has been used for analysis in this study. As a result of this study, it was obtained from a remarkable reduction of the heat gains from transparent surfaces.

Key Words: Design Builder, Fenestration, Cooling Load, Heating Load, Energy analysis.

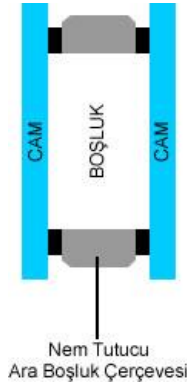
1. GİRİŞ

Enerjinin aşırı ve bilinçsiz kullanımı dünyanın en büyük sorunlarından birisidir. Dünyanın düştüğü enerji dar boğazı da bu sorunun gittikçe arttırmasına sebep olmaktadır. Bundan dolayı enerji verimliliğinin ve elde edilen enerjinin fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilmesi üzerine yapılan çalışmaların önemi artmıştır. Üretilen enerjinin büyük çoğunluğu ısınma, soğutma ve aydınlanma gibi ihtiyaçlardan dolayı binalarda kullanılmaktadır. Elektrik İşleri Etüd (EİE) idaresi 2006 yılı verilerine göre, ülkemizde enerjinin %40'ı sanayide, %31'i ise konut ve hizmet sektöründe kullanıldığını göstermektedir. Binalarda kullanılan enerjinin ise %85'i ısıtma ve sıcak su elde etmede

%15'i ise elektrik enerjisi olarak kullanılmaktadır [1]. Bina enerji analiz çalışmalarında dikkate alınan bina soğutma ve ısıtma yüklerinin hesaplanmasında opak ve saydam yapılardan olan ısı kazanç ve kayıpları çok önemlidir. Gelişen bilgisayar teknoloji ile birlikte binalardaki soğutma ve ısıtma yük tasarımlarının analizi kolayca yapılabilmektedir. Bina enerji analiz yazılımları sayesinde binaların tasarım aşamasında simülasyonları yapılabilmekte ve gerekli ısıtma ve soğutma yükleri, CO₂ salımı gibi parametreler önceden görülebilmekte ve bu sayede binaların inşaat aşamasından önce alternatif tasarımları değerlendirilebilmektedir.

Soğutma yükünün hesaplanmasında ısı kazançları önemli bir parametredir. Dış ısı yük kazançları, çatı ve duvar gibi opak yapılardan ve pencere sistemlerinden (saydam yapılardan) kaynaklanır. Saydam yapılardan oluşan ısı kazançlarının soğutma yükü üzerinde önemli bir etkisi vardır. Günümüzde özellikle bina duvarlarında yapılan yalıtım uygulamaları ısı kazançlarının azaltılmasında tek başına yeterli gelmemektedir. Saydam yapılar güneş ışığını direk olarak içeri aldıklarından dolayı yüksek ısı kazançları sağlarlar. Bundan dolayı yalıtım uygulamaları yapılırken bölge şartlarına uygun pencere sistemlerinin seçilmesi gerekir. Isı kazançlarının yanlış ve eksik bileşenlerle hesaplanması verimliliği ve ısı konforu olumsuz yönde etkiler [2].

Çerçeve ve cam ikilisinden oluşan pencere sistemlerinde en büyük ısı kayıp ve kazançları cam kısmında meydana gelmektedir. Isı kayıp ve kazançlarının en uygun seviyede olması için çeşitli cam yapılarının ve türlerinin geliştirilmesi üzerine çalışmalar sürekli devam etmektedir. Günümüzde tek camlı pencerelere alternatif olarak en fazla çift camlı pencereler kullanılmaktadır. Çift camlı pencerelerde, kenarları boyunca metal bir ara boşluk çerçeveyle ayrılmış iki veya daha fazla cam plakasının aralarında hava boşluğu bırakılarak birleştirilmesiyle yalıtım camları elde edilmiştir (Şekil 1). Hava boşluğu kısmında nemi alınmış hava ve soygaz bulunmaktadır. Oluşturulan bu boşluk ısı tamponu görevi görmektedir [3].

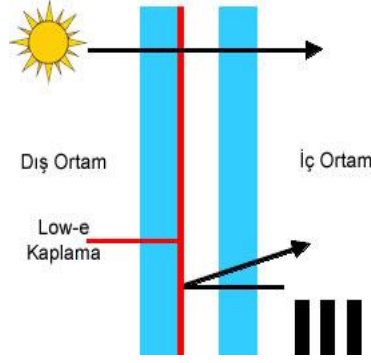


Şekil 1. Çiftcam Kesiti

Şekil 1'de verilen pencere sisteminin ısı yalıtımını etkileyen 3 ana faktör bulunmaktadır [4].

1. Camlar arasındaki boşluğun genişliği: Ticari olarak genişlikler 6-16 mm arasında bulunmaktadır. 6 mm'den 16 mm'ye gidildikçe ısı yalıtım değeri artmaktadır.
2. Camlar arasında kalan gazın çeşidi: Genelde kuru hava kullanılmaktadır. Isı yalıtım değerini arttırmak için hava yerine Argon vb. ağır gazlarda kullanılmaktadır.
3. Camın yayınım değeri: Yayınım (ϵ), elektromanyetik yolla enerji transferinin ölçüsüdür. 0-1 değerleri arasında değişmektedir. "Mutlak Siyah" cisimlerin yayınım değeri 1'dir. Düşük yayınım yalıtım değerini arttırmaktadır. Düşük yayınım değeri ile ısı transferinin yavaşlatılması için cam üzerine yapılan low-e kaplamalar kullanılmaktadır.

Isı kontrollü (low-e) camlar güneşin görünür ve görünmez ışınım enerjisini içeri geçirirken, oda sıcaklığından kaynaklı ışınım enerjisini geri yansıtarak içerideki sıcaklığın dış ortama geçmesini engeller. Low-e camlar ısı ve ışık kontrolü yapabilen bir yalıtım şeklidir (Şekil 2). Isı kayıp veya kazancına göre kaplamanın yeri değiştirilebilmektedir [4,5].



Şekil 2. Low-e Cam Kesiti

Camlardaki ısıl performansı etkileyen unsurlar özetlemek gerekirse; kullanılan cam sayısı, camların cinsi, ara boşlukta kullanılan gaz cinsi, film tabakası ve ara boşluk kalınlığıdır [3].

Bu çalışmada Harran Üniversitesi Osmanbey yerleşkesi içerisinde yer alan enstitü binasının saydam yüzeylerinden olan ısı yükleri incelenerek, farklı pencere sistemlerinin bina enerji performansına etkisi belirlenmiştir. Ele alınan bina, Design Builder enerji analiz yazılımı yardımıyla modellenmiştir. Elde edilen modelin, aynı opak yapı ve 7 farklı pencere sistemi için enerji analizi gerçekleştirilmiştir.

2. BİNA ENERJİ ANALİZİ

Bu çalışmada, Harran Üniversitesi Osmanbey yerleşkesinde enstitü ve mediko sosyal merkezi olarak kullanılan bina seçilmiştir. 3 katlı olan bina; giriş katı 270 m², birinci katı 310 m² ve ikinci katı 270 m² olmak üzere toplam 830 m² kullanım alanına sahiptir. Binanın dış cephesi, 610 m² duvar ve 115 m² pencere alanı olmak üzere toplam 735 m²'dir. Binanın Pencere/Duvar oranı yaklaşık olarak %20'dir. Şekil 3'te enstitü binasının görünümü gösterilmektedir. Binanın opak yapı elemanlarının özellikleri Tablo 1.'de verilmektedir. Tabloda yapı katmanlarının termo fiziksel özellikleri de bulunmaktadır. DesignBuilder enerji analiz yazılımı ile oluşturulan model de Şekil 3'te sunulmuştur.

DesignBuilder programı ile 7 farklı pencere sistemi için saydam yapı elemanlarının bina ısıtma ve soğutma yükü analizleri yapılmıştır. Simülasyonda sırasıyla; tek camlı iki adet pencere sistemi (4mm ve 6 mm adi camlı), çift camlı iki adet pencere sistemi (6 mm hava boşluklu 3 mm camlı ve 13 mm hava boşluklu 6 mm camlı), çift ısı camlı (low-e kaplamalı) iki adet pencere sistemi (6 mm hava boşluklu 3 mm ısı camlı ve 13 mm hava boşluklu 3 mm ısı camlı) ve bir adet üç camlı pencere sistemi (6 mm hava boşluklu 3 mm camlı) ele alınmıştır.

Bina içerisinde yaklaşık olarak 50 kişi olduğu kabul edilmiştir. İç yüklerden kaynaklanan ısı kazancı Tablo 2'de gösterilmiştir. Ayrıca binanın ısıtma set değeri 22 °C, soğutma set değeri 24 °C'dir. Hesaplamalarda Şanlıurfa ili kış tasarım sıcaklığı -1.6 °C, yaz tasarım sıcaklığı 42.6 °C olarak alınmıştır [6]. Soğutma analizi 21 Temmuz için gerçekleştirilmiştir. Isıtma analizi 15 Ocak için gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. Harran Üniversitesi Enstitü Binası ve Modeli

Tablo 1. Bina Yapı Elemanlarının Katmanları ve Termo-Fiziksel Özellikleri

Dış Duvar		U=1.5 (W/m ² K)	L (mm)	k (W/mK)	C _p (j/KgK)	ρ (kg/m ³)
İç sıva 135 mm Tuğla Kaba sıva	Dış boya		5	0.300	1000	1000
	Kaba sıva		20	1	841	1800
	135 mm tuğla		135	0.304	841	641
	İç sıva		15	1.600	841	2000
	Plastik Boya		5	0.300	1000	1000
İç Duvar		U=2.62 (W/m ² K)	L (mm)	k (W/mK)	C _p (j/KgK)	ρ (kg/m ³)
İç sıva 100 mm Tuğla İç sıva	Plastik Boya		5	0.300	1000	1000
	İç sıva		15	1.600	841	2000
	100 mm tuğla		100	0.304	841	641
	İç sıva		15	1.600	841	2000
	Plastik Boya		5	0.300	1000	1000
Çatı		U=2.78 (W/m ² K)	L (mm)	k (W/mK)	C _p (j/KgK)	ρ (kg/m ³)
Seramik Karo		20	1.300	840	2300	
Membran		5	0.190	1000	1100	
Beton		300	1.900	900	2240	

Tablo 2. Binasının İç Yükleri

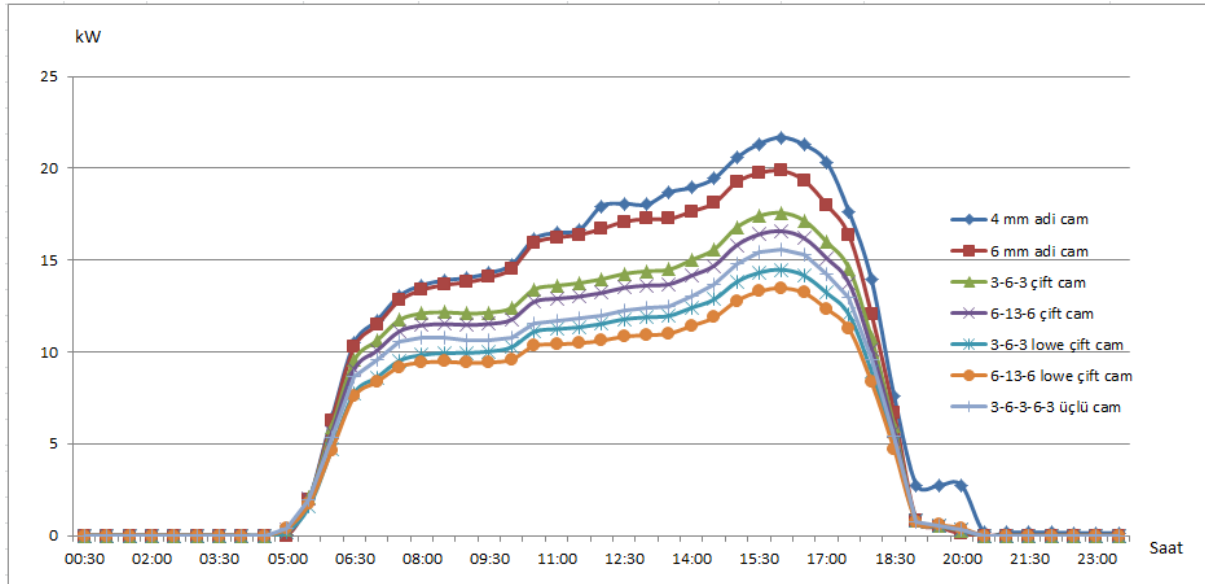
İç yükler	Toplam Isı kazancı (kW)
İnsanlar	6
Aydınlatma	3
Ekipmanlar	67
Sızıntı	3

3. Analiz Sonuçları

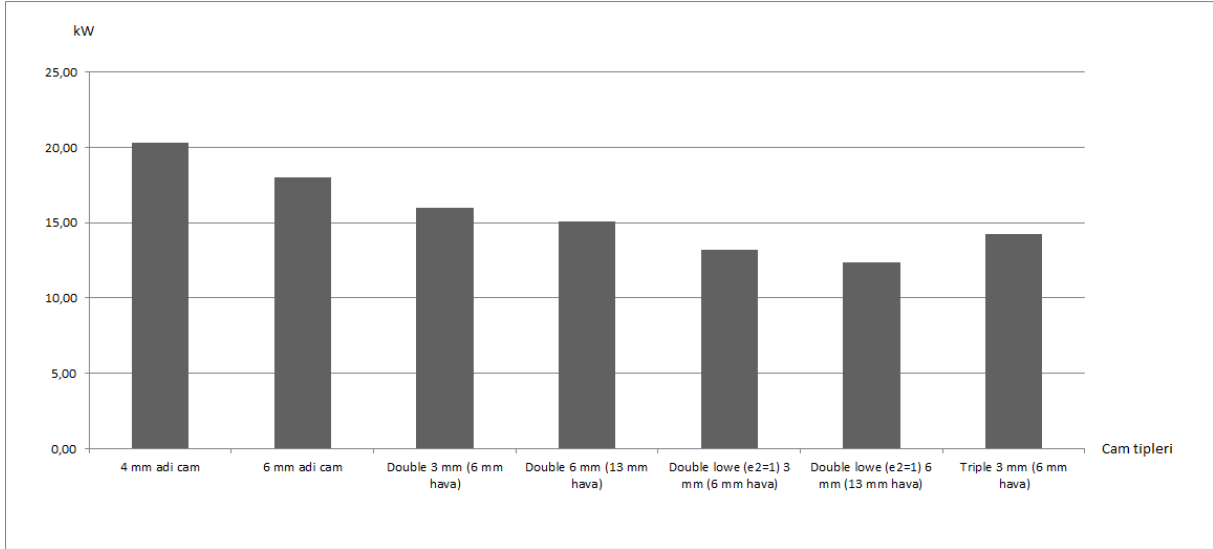
Design Builder programı ile 7 farklı cam tipi için saydam yapı elemanlarının bina ısıtma ve soğutma yükü analizleri yapılmıştır.

Şekil 5'te farklı pencere sistemleri için saydam yüzeylerden kaynaklanan tasarım soğutma yüklerinin saatlik dağılımı verilmiştir. Şekilden görüleceği gibi en yüksek soğutma yükü 4 mm adi camdan oluşturulmuş tek camlı pencere sisteminde görülürken en düşük soğutma yükü çift ısı camlı pencere sistemlerinde görülmüştür. Gün içinde maksimum soğutma yüküne 15⁰⁰-16⁰⁰ saatleri arasında ulaşılmıştır.

Şekil 6'da ele alınan pencere sistemleri için saydam yüzeylerden kaynaklanan maksimum soğutma yükleri verilmiştir. Şekilden görüleceği gibi 12.34 kW ile 20.33 kW arasında yük dağılımı söz konusudur. Binada 4 mm adi camlı pencere sistemi yerine alternatif olarak sunulan diğer pencere sistemleri kullanılmasıyla pencereden oluşan soğutma yükü; 6 mm adi camlı pencere sistemi için %11, 6 mm hava boşluklu 3 mm çift camlı pencere sistemi için %21, 13 mm hava boşluklu 3 mm çift camlı pencere sistemi için %26, 6 mm hava boşluklu 3 mm ısı camlı (low-e) pencere sistemi için %35, 13 mm hava boşluklu 3 mm ısı camlı pencere sistemi için %39, 6 mm hava boşluklu 3 mm üç camlı pencere sistemi için %30, tasarruf sağlanacaktır. Beklendiği gibi en iyi sonuçlar ısı camlı çift camlı pencere sistemlerinden elde edilmiştir. İncelenen üçlü cam için beklenen oranda yalıtım sağlamadığı görülmüştür. Pencere sistemi oluşturulurken cam kalınlıkları ve özellikleri, camlar arası mesafe ve çerçeve sistemlerinin iyi şekilde optimize edilmesi gerekmektedir. Aksi durumlarda beklenen fayda sağlanamayabilir.

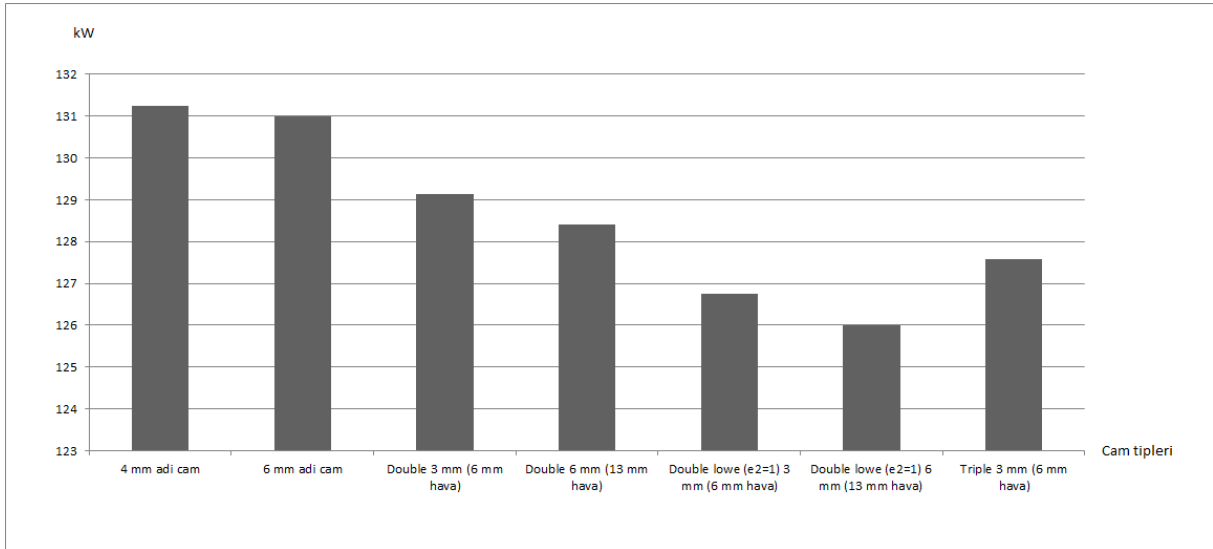


Şekil 5. Değişik Cam Tipleri İçin Pencereleden Kaynaklanan Saatlik Soğutma Yük Dağılımı

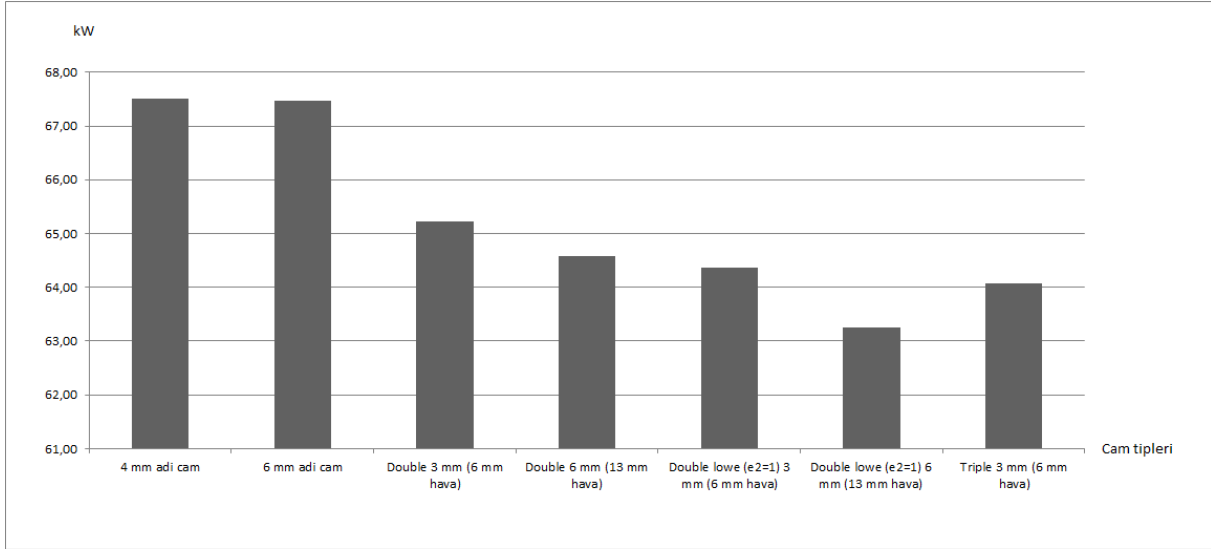


Şekil 6. Değişik Cam Tipleri İçin Pencereden Kaynaklanan Maksimum Soğutma Yükü

Şekil 7’de 21 Temmuz günü için binanın tasarım soğutma yükü verilmiştir. Benzer şekilde binanın ısıtma tasarım yükü de Şekil 8’de verilmiştir. Ele alınan pencere sistemlerinin toplam ısıtma yükü üzerinde maksimum %6 oranında, toplam soğutma yükü üzerinde maksimum %4 oranında tasarruf sağlandığı görülmüştür. Ele alınan binada Pencere/Duvar oranı %20’dir. Pencere/Duvar oranının daha yüksek olduğu binalarda, tasarruf oranı daha da artacaktır.



Şekil 7. Değişik Cam Tipleri İçin Toplam Tasarım Soğutma Yükleri



Şekil 8. Değişik Cam Tipleri İçin Toplam Tasarım Isıtma Yükleri

SONUÇ

Bu çalışmada binaların saydam yüzeylerden olan ısı kayıp kazançlarının bina performansına olan etkisinin belirlenmesi amacıyla, Design Builder programı ile ele alınan bina modellenerek 7 farklı pencere sistemi incelenmiştir. Genel olarak yapılan analizler sonucunda gerek ısıtma (%4) gerekse soğutma yüklerinde (%6) iyileştirmeler sağlanmıştır.

Soğutma yükü açısından en iyi sonucu, çift ısı camlı (6 mm cam-13 mm hava-6mm cam) pencere verirken en kötü sonucu 4 mm adi camlı pencere vermiştir. Bu iki pencere arasında %39 yük düşüşü sağlanmıştır. Üç camlı pencere sistemi ise ısı camlı pencerelerin performansına ulaşamamıştır.

Pencere sistemi oluşturulurken cam kalınlıkları ve özellikleri, camlar arası mesafeler ve çerçeve sistemlerinin iyi şekilde optimize edilmesi gerekmektedir. Aksi durumlarda beklenen fayda sağlanamayabilir. Seçilen cam türü hem yaz hem de kış şartlarına uyum sağlamalıdır. Bunun yanında cam seçiminde enerji verimliliği konusuna da dikkat edilmelidir. Bina konfor şartları için ışık önemli bir unsurdur. Binalardaki aydınlatmalar elektrik gücüyle sağlanabildiği gibi gündüzleri cam yüzeyler sayesinde gün ışığından sağlanabilir. Binalara uygulanacak pencere sistemi seçilirken bu durum göz ardı edilmemelidir.

KAYNAKLAR

- [1] http://www.eie.gov.tr/verimlilik/b_enver_bilinclendirme.aspx (Ulaşım Tarihi 12.01.2013)
- [2] AKTACİR, M. A., NACAR M. A., YEŞİLATA B., "Binalarda Enerji Verimliliği Amaçlı Yazılımlar Üzerine Kısa Bir Değerlendirme", X.Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi bildiriler kitabı, sayfa 853-862, 13-16 Nisan 2011, İzmir.
- [3] İLHAN Y., AYGÜN M., "Cephe Sistemlerinde Kullanılan Yalıtım Camı Kombinasyonları" Çatı Cephe Fuarı, 25 -26 Mart 2005
- [4] GÜREREN H."Isı Yalıtımı Ve Düzcam" III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Ve Sergisi Tmmob Elektrik Mühendisleri Odası 19-21 Ekim 2005 Mersin

- [5] AYÇAM İ., UTKUTUĞ G. S.," Farklı Malzemelerle Üretilen Pencere Tiplerinin Isıl Performanslarının İncelenmesi Ve Enerji Etkin Pencere Seçimi" IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi, sayfa 61-73 Kasım 1999,
- [6] AKTACİR, M. A., YEŞİLATA, B., YAKA, E., YENİGÜN, B., "Türkiye'nin İlleri İçin Soğutma Tasarım Sıcaklıklarının Tespiti", Tesisat Mühendisliği, sayı 126, sayfa 5-12, Kasım/Aralık 2011

ÖZGEÇMİŞ

Burak YENİGÜN

İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'un Zeytinburnu ilçesinde tamamladı. 2006 yılında Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünü kazandı. 2010 yılında Harran Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünü bitirdi. Aynı yıl Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2012 yılı itibarıyla Harran Üniversitesinde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. Aynı yıl yüksek lisans öğrenimini tamamladı. Şu anda Batman Üniversitesinde akademik görevine devam etmektedir.

Emrah YAKA

1986 yılında Konya'nın Ilgın ilçesinde doğdu. 2011 yılında Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisansa başladı. Çalışma alanları iklim verileri ve yenilenebilir enerji kaynaklarıdır.

Mehmet AZMİ AKTACİR

2005 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalında doktora öğrenimi tamamladı. 1993–2000 yılları arasında Harran Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünde, 2000–2005 yılları arasında Çukurova Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalıştı. 2007 yılında Harran Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü Termodinamik ABD'na Yrd. Doç. Dr. olarak atandı. İklimlendirme sistemi uygulamaları, Fotovoltaik sistem uygulamaları ve Bina enerji analizleri başlıca çalışma alanlarıdır. Harran Üniversitesi Güneş Enerjisi Araştırma ve Uygulama Merkezi (HÜGEM) müdür yardımcılığı görevlerini yürütmektedir. TTMD ve MMO üyesidir.

Hüsamettin BULUT

1971 yılında doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Batman'da tamamladı. 1993 yılında Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilim Dalında 1996 yılında Yüksek Lisansını, 2001 yılında Doktorasını ise tamamladı. 1993-1998 yılları arasında Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde, 1998-2001 yılları arasında ise Çukurova Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalıştı. Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde 2003-2005 yıllarında Yardımcı Doçent olarak görev yaptı. 25.11.2005 tarihinde Doçent oldu. Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde 2003-2004 yıllarında Bölüm Başkanlığı, 2004-2008 yılları arası ise Bölüm Başkan Yardımcılığı görevlerini sürdürdü. 2011 yılında Profesör kadrosuna atanmıştır. Halen Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölüm başkanlığı görevini sürdürmektedir. Çalışma alanları iklim verileri ve enerji analizi, güneş enerjisi ve uygulamaları, ısıtma-soğutma ve iklimlendirme sistemleri ve uygulamaları, iç hava kalitesi ve enerji verimliliği ve tasarrufudur.