



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2011, Volume: 6, Number: 4, Article Number: 1A0240

ENGINEERING SCIENCES

Received: July 2011
Accepted: October 2011
Series : 1A
ISSN : 1308-7231
© 2010 www.newwsa.com

Betül Bektaş Ekici
U. Teoman Aksoy
Firat University
bbektas@firat.edu.tr
Elazig-Turkey

ELAZIĞ İLİ İÇİN GÜNEŞ ISISI KAZANÇ FAKTÖRÜ DEĞERLERİNİN HESAPLANMASI

ÖZET

Güneş Isısı Kazanç Faktörü (SHGF), binaların pasif olarak ısıtılması ve soğutulmasında ayrıca iklimlendirme ekipmanlarının boyutlandırılmasında kullanılan önemli bir parametredir. Bu çalışmada Elazığ iline ait SHGF değerleri hesaplanmıştır. Hesaplamalarda 1995-2004 yılları arası 10 yıllık döneme ait Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilen iklimsel veriler kullanılmıştır. SHGF hesaplamaları MATLAB ortamında hazırlanan bir bilgisayar programı ile gerçekleştirilmiştir. Farklı yönlerde ait hesaplanan SHGF değerleri grafiksel olarak sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Isıtma ve Soğutma İhtiyacı, SHGF,
Güneş Işınımı

CALCULATION OF SOLAR HEAT GAIN FACTORS FOR ELAZIĞ PROVINCE

ABSTRACT

Solar Heat Gain Factor (SHGF) is a parameter which is used for passive heating and cooling of buildings and sizing air-conditioning equipments. In this study, SHGF values of Elazığ city are calculated. The climatic data of 10 year period between 1995-2004 years which were taken from Turkish State Meteorological Service was used. SHGF calculations were carried out with a computer program written in MATLAB. SHGF values of different directions are presented with figures.

Keywords: Heating and Cooling Requirement, SHGF, Solar Radiation

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Binalarda kullanılan enerji miktarını belirleyen etkenlerin başında bölgesel iklim koşulları gelmektedir. Bu nedenle farklı bölgelerin geleneksel yapım tipolojileri birbirinden farklı özellikler gösterir. Ancak geleneksel yapım sistemleri günümüz yaşam alışkanlıkları ve şehirleşmenin de etkisiyle kullanımını yitirmiş durumdadır. Bu nedenle çağdaş tasarım ve inşa anlayışıyla yeni bir yapılanma içine girilmiştir. Ancak bu anlayış, yeni stiller ve malzemelerin de etkisiyle, farklı iklim bölgelerinde de aynı tasarım ve yapım yöntemlerini öngördüğünden, yapılardan beklenen konfor koşullarının sağlanması işlevi bina alt sistemlerine bırakılmıştır.

Bina konfor koşulları içerisinde en önemlilerinden biri olan ve bina sakinlerinin günlük aktivitelerini büyük ölçüde etkileyen ısı konfor ihtiyacının çok önemli bir kısmı bina ısıtma ve soğutma sistemleri tarafından karşılanmaya başlanmıştır [1]. Kullanılan ısıtma ve soğutma sistemleri, çoğunlukla fosil yakıtların kullanımını gerektirdiğinden bu durum kullanıcılara büyük maliyetler getirmektedir. Bunun yanı sıra 1970'lerde yaşanan enerji darboğazı ve fosil enerji kaynaklarının rezervlerindeki azalma da dikkate alındığında, son yıllarda enerji etkinlik ve yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır [2 ve 6].

Yenilenebilir enerji kaynakları ucuz ve temiz enerji sağlamalarına rağmen ilk yatırım maliyetleri ülkemiz koşullarında oldukça fazladır. Bu nedenle uygulanmış proje sayısı azdır ve araştırma projelerinden öteye pek geçmemektedir. Ülkemizin içinde bulunduğu ekonomik koşullarda göz önüne alındığında binalarda kullanılan enerji miktarında kısıtlamaya gidilmesi ve yeni yapılan tasarımlarda enerji etkinliğin dikkate alınması gerekmektedir [7].

Bir binanın enerji etkinliği bina kabuğunun, iç ortamın konfor koşullarını değiştiren dış çevreye ait tasarım parametrelerinden minimum seviyede etkilenecek ve bina kullanımı süresince gerekli olan ısıtma ve soğutma enerjisi ihtiyaçlarının minimum seviyede tutulabilmesini sağlayacak şekilde tasarlanması ile sağlanabilir. Bulunulan bölgenin iklim koşullarını değiştirmek mümkün olmadığından, bu iklim koşullarında en iyi ısı performans gösterecek malzeme ve yapı alternatifleri tanımlanmalıdır. Bunu gerçekleştirebilmek, ancak bölge ikliminin doğru olarak belirlenmesi ile mümkün olacaktır.

Güneş Isısı Kazanç Faktörü (SHGF) mimarlar ve makine mühendisleri tarafından kullanılabilir bölge hakim iklim koşullarının tanımlanmasında faydalanılabilecek kullanışlı ve pratik bir parametredir [8]. Bu parametreden sayesinde binanın güneş enerjisinden ısı kazancı miktarları belirlenerek bu konuda en büyük göreve sahip pencerelerin, bina cepesinde uygun yerlerde konumlandırılması, iklimlendirme cihazlarının boyutlandırılması ve bina tasarımı aşamasında ısıtma-soğutma amaçlı enerji giderlerinin hesaplanması sağlanabilecektir. Bu sayede aşırı miktardaki enerji tüketimi ile kullanıcıları ve ülke ekonomisini zorlayan tasarım anlayışı ortadan kaldırılarak, enerji etkin binaların tasarlanması mümkün olacaktır.

Literatürde konu ile ilgili olarak, Yıldız [9]; Türkiye'deki cam fabrikalarında üretilen camların fiziksel özelliklerinden olan ve SHGF'nin tanımlanması için gerekli olan optik özellikleri, yapmış olduğu ölçümlerden yola çıkarak hesaplamıştır. Chaiyapinunt ve diğ. [10]; cam pencereler ve film kaplamalı cam pencerelerin yerel tasarım koşulları altındaki ısı performanslarını değerlendirdikleri çalışmalarında SHGF parametresinden faydalanmışlardır. Konu hakkında pek çok çalışmaları bulunan Li ve Lam [11]; Hong Kong bilgesi için, bazı güneş ışınımı tahmin modellerini kullanarak bir SHGF veri tabanı oluşturmasını sağlamış, maksimum SHGF değerlerini belirleyerek ASHRAE

(Amerika Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Birliği) tarafından bölge için verilen değerlerle karşılaştırılmıştır. Diğer bir çalışmalarında [12]; yatay ve düşey yüzeylere ait SHGF değerlerinin hesaplanmasında kullanılabilir bir yöntemi açıklamışlardır. Hernandez ve diğ.[13]; bina iç ortam ısı akışını matematiksel olarak ve bilgisayar ortamında hazırlanmış bir model ile tahmin ettikleri çalışmalarında SHGF parametresinden faydalanmışlardır.

Bu çalışmanın amacı; Elazığ yöresi ve civarında bina enerji etkinliğini önemli ölçüde belirleyecek bir parametre olan aylık SHGF değerlerinin tespit edilmesidir. SHGF değerlerinin hesaplanmasında kullanılan saatlik güneş ışınımı değerleri Duffie ve Beckman [14] tarafından öne sürülen metot ile MATLAB ortamında hazırlanan bir bilgisayar programı ile hesaplanmıştır. Hesaplamalarda kullanılan Elazığ iline ait 1995-2004 yılları arasındaki 10 yıllık periyoda ait gerçek iklimsel veriler Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Hesaplamalar Elazığ'ın [15] çalışmasında olduğu gibi her ayın 1., 11. ve 21. günleri için gerçekleştirilmiş, daha sonra bu üç güne ait ortalamalar alınarak ilgili ay için ortalama günlük değerler tespit edilmiştir.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada Elazığ ili ile civarında kullanılabilir SHGF değerleri hesaplanmıştır. Hesaplamalarda bölgeye ait gerçek iklimsel veriler kullanılmıştır. Elde edilen SHGF değerleri bina erken tasarım sürecinde mimar ve mühendislere yol gösterici olacaktır.

3. GÜNEŞ ISISI KAZANÇ FAKTÖRÜ (SOLAR HEAT GAIN FACTOR)

Binaya giren güneş ısı, genellikle SHGF parametresiyle değerlendirilmektedir. Bir bina için güneş ısı kazancı duvar, çatı ve pencerelerine gelen güneş ışınımının miktarı ile orantılıdır. Isıtmanın istendiği kış aylarında az güneş ışınımı, az güneş ısı kazancına dolayısıyla da daha fazla ısıtma ihtiyacı ve fazla yakıt tüketimi anlamına gelmektedir. Bunun tam tersi durum sıcak yaz aylarında fazla güneş ısı kazancı ve büyük soğutma ekipmanı gereksinimi ve elektrik sarfiyatı anlamına gelecektir. Özellikle pencerelerden olan güneş ısı kazancı bina toplam ısıtma ve soğutma yükü üzerinde önemli bir paya sahiptir. Pencerelerden bina içerisine giren güneş ısı kazancı miktarı SHGF olarak tanımlanmaktadır. Son yıllarda, bölge hakim iklim koşullarını temsil eden SHGF değerleri bilgisayar simülasyon programları, günışığı aydınlatması ve iklimlendirme ekipmanlarının boyutlandırılmasında önemli ve pratik bir ölçüttür.

4. GÜNEŞ ISISI KAZANÇ FAKTÖRÜNÜN HESAPLANMASI (CALCULATION OF SOLAR HEAT GAIN FACTOR)

Güneş ışınımı diğer iklimsel parametrelerin yanı sıra, yapıların pasif ısıtma ve iklimlendirme sistemleri olarak işlev görmelerinde kullanılan bir tür enerjiyi oluşturur. Güneşin bulunulan bölgede gün boyunca cephelere göre konumu değişeceğinden, binaların güneşe göre uygun olarak yerleştirilmesiyle bu enerji kaynağından optimum seviyede faydalanabilmek mümkün olacaktır. Dolayısıyla etkisi optimize edilecek güneş ışınımı değerinin ve enerji potansiyelinin bilinmesi gerekmektedir. Bu amaçla Elazığ yöresine ait güneş ışınımı değerleri iklimsel veriler kullanılarak Duffie ve Beckmann [14] tarafından geliştirilen metot yardımıyla sayısal olarak hesaplanmıştır.

Bu çalışmada yatay ve doğu, batı, kuzey ve güneye yönelmiş düşey yüzeylere ait SHGF değerlerinin hesaplanmasında kullanılan yöntem Li ve Lam [11 ve 12] tarafından geliştirilmiştir. Elazığ ilinin

1995-2004 yılları arasındaki 10 yıllık dönemine ait iklimsel veriler Devlet Meteoroloji İşler Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Yatay yüzeylere ait $SHGF_v$ değeri aşağıda verilen eşitlik ile hesaplanabilir.

$$SHGF_h = H_h(\tau_b + N_i\alpha_b) + D_h(\tau_d + N_i\alpha_d) \quad (1)$$

Eşitlikteki τ_b , referans camlamanın direkt ışınımı geçirme oranı, N_i yutulan ışınımın iç ortama geçen kısmı, α_b referans camlamanın direkt ışınımı yutma oranıdır. τ_d , referans camlamanın yayılı ışınımı geçirme oranı, α_d referans camlamanın yayılı ışınımı yutma oranı, H_h yatay camlama yüzeyi üzerindeki direkt güneş ışınımı miktarı (W/m^2) ve D_h ise yatay camlama yüzeyi üzerindeki saatlik yayılı ışınım miktarıdır (W/m^2). Düşey yüzeyler için saatlik $SHGF_v$ değerleri de aşağıdaki eşitlikte olduğu gibi formüle edilebilir.

$$SHGF_v = H_v(\tau_b + N_i\alpha_b) + I_v(\tau_d + N_i\alpha_d) \quad (2)$$

H_v ve I_v sırasıyla saatlik direkt güneş ışınımı ve düşey camlama yüzeyi üzerindeki saatlik yayılı ve yansıyan ışınımın toplamıdır. H_v ve I_v değerleri aşağıdaki eşitliklerde olduğu gibi ifade edilebilir.

$$H_v = (H_h \sin \alpha) \times \cos \theta \quad (3)$$

$$I_v = G_v - H_v \quad (4)$$

Burada α güneş yüksekliği ($^\circ$), θ geliş açısı ($^\circ$), ve G_v ise düşey camlama yüzeyi üzerindeki hesaplanan saatlik toplam ışınım miktarıdır. H_i ve H_o sırasıyla camlama yüzeyinin iç ve dışındaki ortamın ısı taşınım katsayıları olmak üzere, yutulan ışınımın iç ortama geçen kısmı aşağıdaki eşitlik ile elde edilebilir.

$$N_i = h_i(h_i + h_o) \quad (5)$$

Literatürde iç ortam ısı taşınım katsayısı genellikle $5-8 W/m^2K$ aralığında seçilir. Bu çalışmada ise iç ortam koşullarının sabit olduğu varsayımı göz önünde bulundurularak iç ortam ısı taşınım katsayısı $6 W/m^2K$ olarak kabul edilmiştir. Dış ortam ısı taşınım katsayısı ise rüzgar hızı kullanılarak Eşitlik 6'da olduğu şekilde hesaplanmıştır.

$$h_o = 16.21V_s^{0.452} \quad (6)$$

Burada V_s bina yüzeyindeki rüzgar hızı değeridir. Bu değer kullanılarak yutulan ışınımın iç ortama geçen kısmı olan N_i değeri aşağıdaki eşitlik ile ifade edilebilir.

$$N_i = 8.29 / [8.29 + (16.21V_s^{0.452})] \quad (7)$$

5. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME (FINDINGS AND EVALUATION)

Bir önceki bölümde açıklanan hesaplama metodu kullanılarak Elazığ yöresine ait 10 yıllık iklimsel veriler kullanılarak, her ayın 1., 11. ve 21. günleri için $SHGF$ değerleri hesaplanmıştır. Bu değerlerin ortalamaları alınarak yılın 12 ayı için yatay düzlem ile güney, kuzey, doğu ve batı düşey düzlemleri için saatlik $SHGF$

değerleri belirlenmiş ve yılın ilk ve ikinci yarısı için sonuçlar sırasıyla Şekil 1 ve 2 'de verilmiştir.

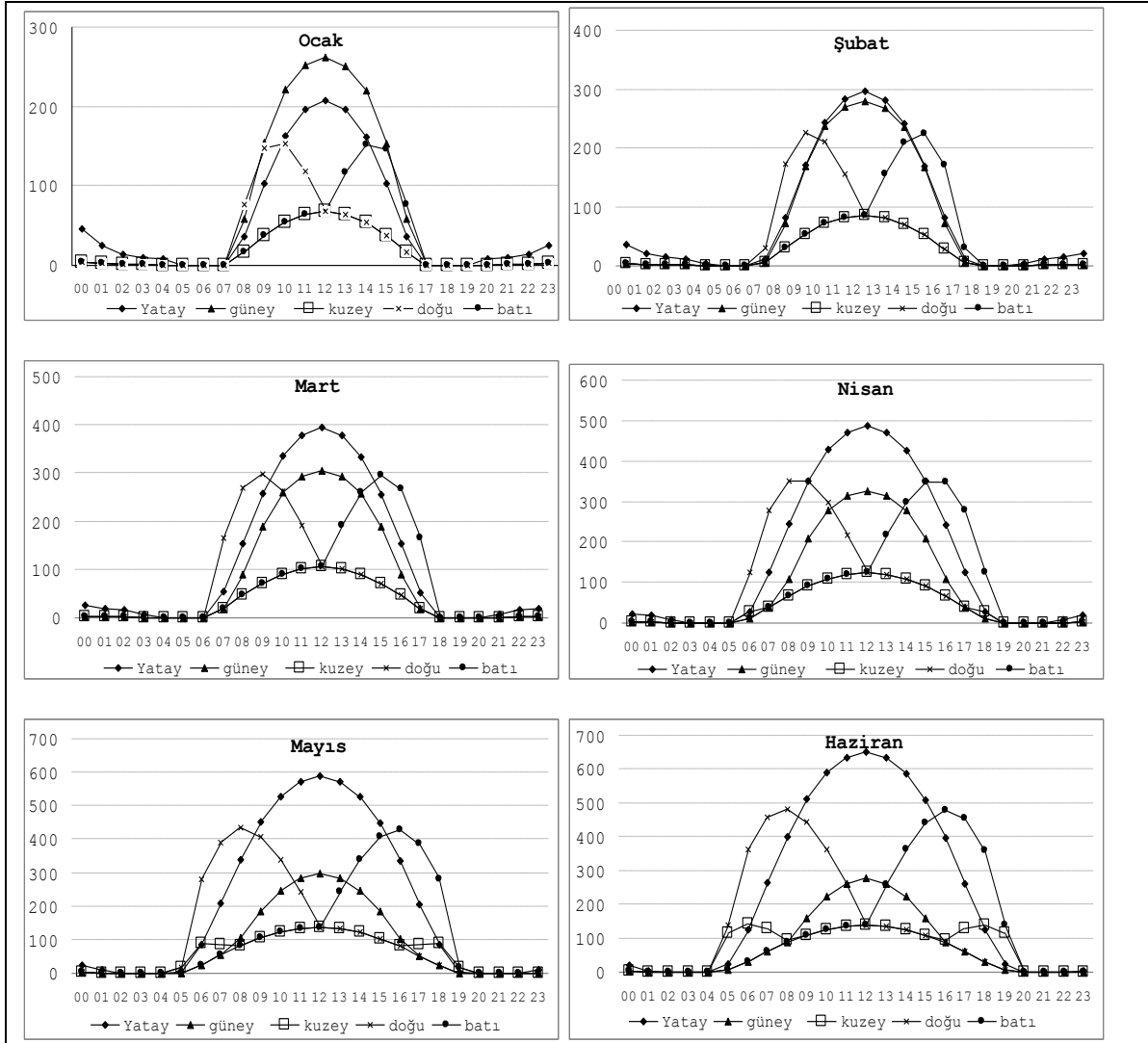
Ocak ayında SHGF değerlerinin maksimum olduğu cephe güneydir. Güney cephenin maksimum SHGF değeri yatay cephelerden %26 daha fazladır. Kuzey, doğu ve batı cephelerinden ise ortalama %286 daha büyük SHGF değerine sahiptir. Yatay düzlem ise Kuzey, doğu ve batı cephelerle karşılaştırıldığında %205 daha büyük SHGF değerine sahip olmaktadır.

Şubat ayında güneşin yükselerek ışınlarının yeryüzüne daha dik gelmesi sonucu yatay düzlemler, güney cephelerden gün ortasında %5.9 daha fazla SHGF değerine sahip olurlar. Yatay düzlemler diğer cephelerden ortalama 2.43 kat daha fazla SHGF değerine sahiptir. Maksimum SHGF değerleri Ocak ayına oranla doğu ve batı cephelerde ortalama %53, yatay yüzeylerde %42.8 ve güney cephelerde %7.2 ve kuzey cephelerde %27 artmıştır.

Mart ayıyla birlikte güneşin yükselişi devam ettiğinden maksimum SHGF değerleri bir önceki aya göre yatay yüzeylerde %32.8, güney cephelerde % bu artış %32.4 olmuştur.

Nisan ayında güneş ışınlarının yatay yüzeyler üzerindeki etkisi %19.1 oranına artmaktadır. Bu artış oranı güney cepheler için %6.24, kuzey cepheler için %7.9 ve doğu ile batı cepheler için ortalama %17.44 değerlerinde olmaktadır. Bu aydan itibaren doğu ve batı cephelere ait maksimum SHGF değerleri güney cephelerden fazladır.

Mayıs ayında güneş ısısı kazançlarının maksimum değerleri yatay, kuzey, doğu ve batı cepheleri için sırasıyla %17.35, %9.07 ve %23.78 oranlarında artmıştır. Fakat güney cephelerde %9.01 oranında azalma görülmüştür.



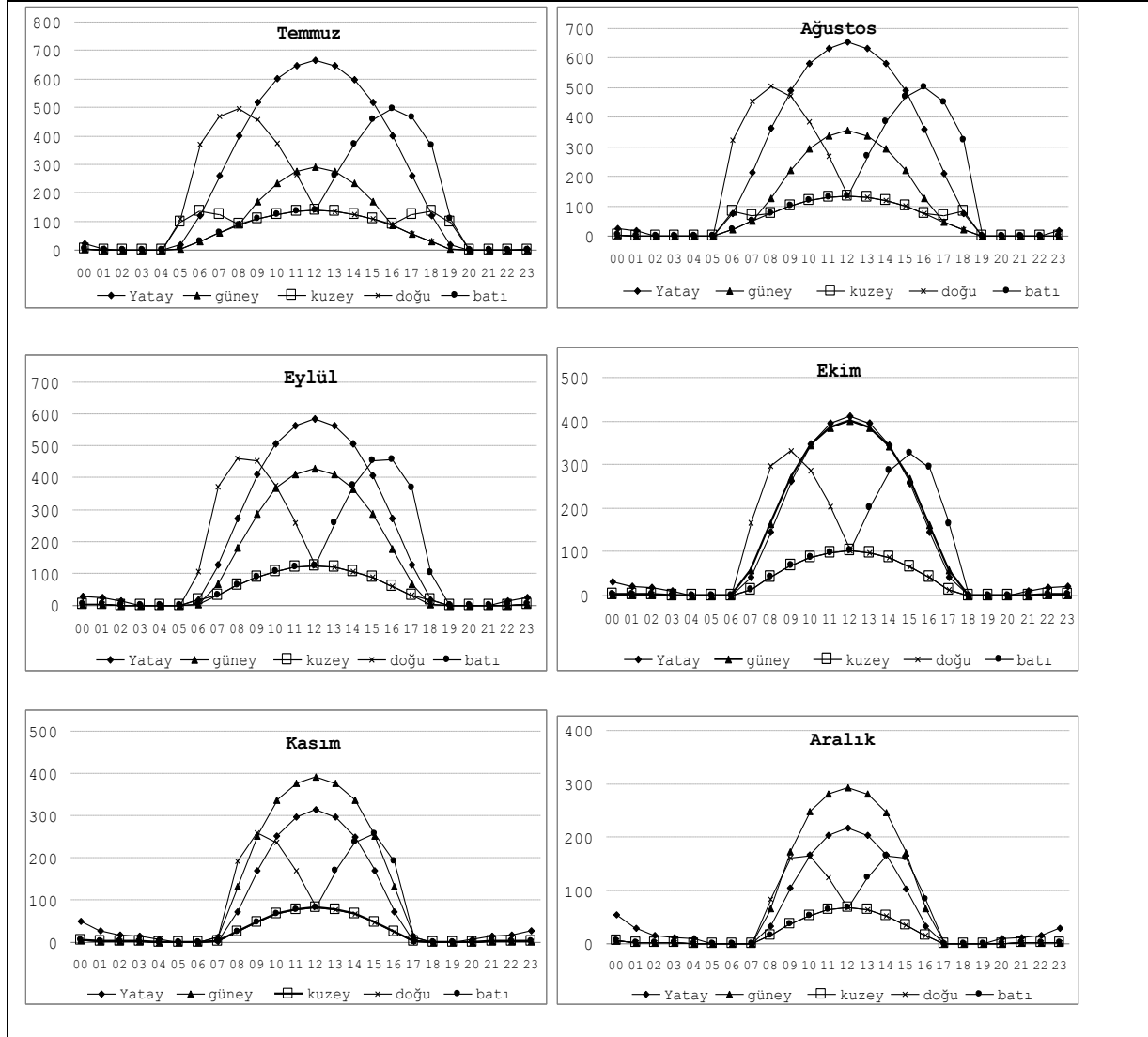
Şekil 1. Yılın ilk yarısına ait aylık ortalama günlük SHGF değerleri
(Figure 1. Monthly average daily SHGF values of the first half of the year)

Haziran ayında yüzeylere göre SHGF değerleri mayıs ayına göre yatay cepheler için %10.6, kuzey cepheler için %2.65, doğu ve batı cepheler için %8.47 artarken, güney cepheler için %6.72 azalmıştır. Yatay cepheler güneye bakan cephelere oranla %136 daha büyük SHGF değerine sahiptir. Batı ve doğu cephelerin maksimum SHGF değerleri güney cephelerin %73 fazlasıdır.

Yatay yüzeyler için temmuz ayında bir önceki aya göre %2.05 artan SHGF değerleri, yıl içerisindeki maksimum seviyeye ulaşır. Böylece yatay yüzeylerdeki maksimum SHGF değerleri, güney, kuzey, doğu ve batı yönlerine oranla % 29, %376 ve %34.6 daha fazla olurlar.

Ağustos ayı ile birlikte doğu ve batı yönlerine bakan yüzeyler yıl içindeki en yüksek SHGF değeri olan ortalama 504.07 W/m²'ye ulaşmıştır. Bu durum, doğu ve batı yönlerine bakan binalar için maksimum soğutma yükü anlamına gelmektedir. Güneşin alçalmaya başladığı bu ay güney cephelerdeki SHGF değeri de bir önceki aya nazaran %22.11 artmıştır. Doğru ve batı cepheler yatay yüzeylere göre %23.17 daha az, kuzey ve güneye bakan yüzeylere göre ise sırasıyla %271 ve %41.7 daha yüksek SHGF değerlerine sahiptirler.

Eylül ayında güney cephe SHGF değerleri haricinde diğer yönlere ait olan SHGF değerlerinde düşüş görülmektedir. Güney cepheye ait maksimum SHGF değeri Ağustos ayına göre %21.14 artarken, yatay yüzeylerde %10.66, kuzeye bakan yüzeylere %8.69, doğu ve batıya bakan yüzeylerde ise ortalama %9.92 oranlarında düşüş göstermiştir.



Şekil 2. Yılın ikinci yarısına ait aylık ortalama günlük SHGF değerleri

(Figure 2. Monthly average daily SHGF values of the second half of the year)

Ekim ayı itibariyle yatay ve güneye bakan yüzeyler arasında SHGF değeri farkı giderek azalmış ve 13 W/m^2 olmuştur. Eylül ayına oranla doğu ve batı cephelerin SHGF değerlerinde ortalama %27.22, güney cephelerde %7.09 ve kuzey cephelerde %17'lik düşüşler gözlemlenmiştir.

Kasım ayında yatay, kuzey, doğu ve batı yönlerine bakan cephelerde SHGF değeri bir önceki aya göre sırasıyla %24.07, %19.85 ve %21.82 oranlarında düşerken, güneş ışınlarının yerküreye daha eğik açılarla gelmesi sonucu güney cephe için bu düşüş sadece %2 sınırında kalmıştır. Güneye bakan yüzeyler için maksimum SHGF değeri, yatay yüzeylerin maksimum SHGF değerlerinden %25 daha fazla olmuştur.

Aralık ayında ise kuzey, doğu ve batı yönlerine bakan cephelerin SHGF değerlerinde kasım ayına oranla sırasıyla %18 ve %36lık düşüşler olmuştur. Güney cephelerin SHGF değerleri, yatay cephelere oranla %342, doğu ve batı cephelere oranla da %77.75 daha fazladır.

6. SONUÇLAR (CONCLUSION)

Konutlarda tüketilen enerjinin önemli bir bölümü ısıtma ve soğutma amaçlı kullanılmaktadır. Enerji açısından büyük ölçüde dışa bağımlı olan Türkiye’de bu alanda sarf edilen enerjiden tasarruf edilmesi bir zorunluluktur. Bu çalışmada bina ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarının henüz tasarım aşamasında azaltılabilmesinde tasarımcı ve mühendislere yol gösterecek olan SHGF değeri hesaplanmıştır. Bu değerler dikkate alındığında Elazığ yöresi ve civarında yeni imara açılacak bölgelerde ve yapılacak mimari tasarımlarda yapıların güneş enerjisinden optimum seviyede yararlanması sağlanacaktır.

NOT (NOTICE)

Bu makale, 28-30 Eylül 2011 tarihleri arasında Elazığ Fırat Üniversitesinde “International Participated Construction Congress” IPCC11’de sözlü sunum olarak sunulmuştur.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Bektaş Ekici, B. ve Aksoy, U.T., (2011.) Prediction of building energy needs in early stage of design by using ANFIS. Expert Systems with Applications, Volume 38, Number:5, pp.5352-5358.
2. Singh, M.K., Mahopatra, S., and Atreya, S.K., (2009). Bioclimatism and vernacular architecture of north-east India. Building and Environment, Volume:44, pp.878-888.
3. Ochoa, C.E. and Capeluto, I.G., (2009). Advice tool for early design stages of intelligent facades based on energy and visual comfort approach. Energy and Buildings, Volume: 41, Number:5, pp. 80-488.
4. Han, J., Yang, W., Zhou, J., Zhang, G., and Moschandreas, D.J., (2009). A comparative analysis of urban and rural residential thermal comfort under natural ventilation environment. Energy and Buildings, Volume: 41, pp. 139-145.
5. Farhanieh, B. and Sattari, S., (2006). Simulation of energy saving in Iranian buildings using integrative modeling for insulation. Renewable Energy, Volume: 31, pp. 417-425.
6. Yang, Z., Li, X.H., and Hu, Y.F., (2006). Study on solar radiation and energy efficiency of building glass system. Applied Thermal Engineering, Volume:26, pp. 956-961.
7. Bektaş Ekici, B. ve Aksoy, U.T., (2009). Prediction of building energy consumption by using artificial neural networks. Advances in Engineering Software, Volume: 40, Number: 5, pp.356-362.
8. Li, D.H.W. and lam, J.C., (2000). “Solar heat gain factors and the implications to building design in subtropical regions”. Energy and Buildings, 32, 47-55.
9. Yıldız, M., (1990). Determination of solar heat gain factors through glasses in Turkey, Doktora Tezi, Middle East Technical University Natural Sciences Institute, Ankara.
10. Chaiyapinunt, S., Phueakphongsuriya, B., Mongkornsaksit, K., and Khomporn, N., (2005). “Performance rating of glass windows and glass windows with films in aspect of thermal comfort and heat transmission”. Energy and Buildings, 37(7), 725-738.
11. Li, D.H.W. and lam, J.C., (2001). Development of solar heat gain factor database using meteorological data. Building and Environment, Volume: 36, pp. 469-483.

- 12.** Li, D.H.W. and lam, J.C., (2001). Analysis of solar heat gain factors using sky clearness index and energy implications. *Energy Conversion and Management*, Volume: 42, pp. 555-571.
- 13.** Hernandez, M., Medina, M.A., and Schruben, D.L., (2003). Verification of an energy balance approach to estimate indoor wall heat fluxes using transfer functions and simplified solar heat gain calculations. *Mathematical and Computer Modelling*, Volume:37, pp. 2235-243.
- 14.** Duffie, J.A. and Beckman, W.A., (1991). *Solar engineering of thermal processes*. John Wiley and Sons INC, New York.
- 15.** Elagöz, A., (1989). "A new method for the orientation and design of a building of minimal energy consumption, Doktora Tezi, Istanbul Technical University Natural Sciences Institute, İstanbul.