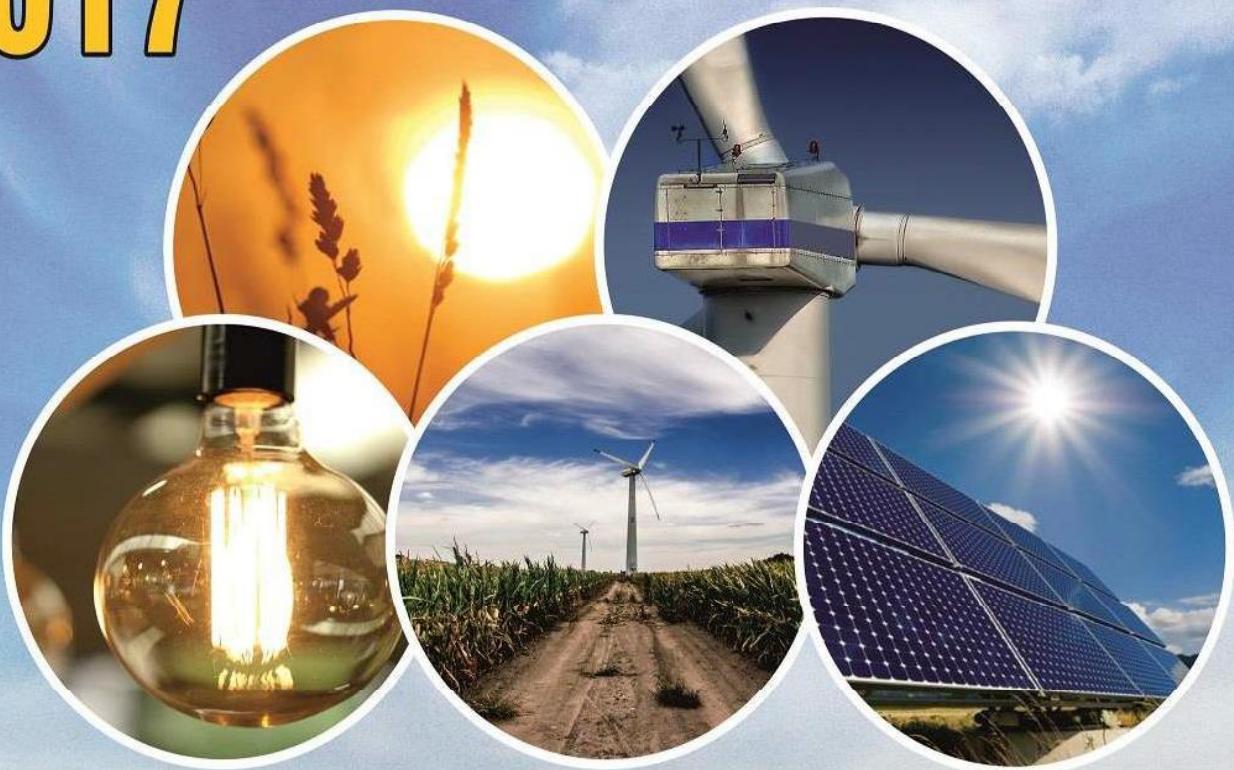


2nd INTERNATIONAL ENERGY & ENGINEERING CONFERENCE 2017



GAZİANTEP UNIVERSITY, TURKEY

12-13 OCTOBER 2017



UEMK

<https://uemk-conferences.wixsite.com/2017>



UEMK 2017

CONFERENCE PROCEEDINGS

12-13 October 2017
Mavera Kongre ve Kültür Merkezi

GAZIANTEP UNIVERSITY
DEPARTMENT OF ENERGY SYSTEMS ENGINEERING
TURKEY

UEMK 2017

BİLDİRİ ÖZETLERİ KİTABI

12-13 Ekim 2017
Mavera Kongre ve Kültür Merkezi

GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ
TÜRKİYE



HONORORIAL CHAIR of UEMK 2017

Prof. Dr. Ali GÜR
Rector of Gaziantep University

TURKEY

CHAIR of UEMK 2017

Asst. Prof. Dr. Adem ATMACA
Energy Systems Engineering

Gaziantep University

TURKEY



INTERNATIONAL SCIENTIFIC BOARD

Asst. Prof. Dr. Adem Atmaca - TURKEY

Dr. Alexander Hollberg - GERMANY

Prof. Dr. Arif Hepbaşlı - TURKEY

Prof. Dr. Benedict D. Ilozor - USA

Dr. Bert Liebold - GERMANY

Prof. Dr. Bin Chen - CHINA

Asst. Prof. Dr. Derya Bakbak - TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Erdihan Tunç - TURKEY

Asst. Prof. Dr. Fatih Balci - TURKEY

Assoc. Prof. Dr. Gillian F. Menzies - ENGLAND

Prof. Dr. Hüsamettin Bulut - TURKEY

Prof. Dr. Ignacio Acosta Garcia - SPAIN

Asst. Prof. Dr. Jitender Grover - INDIA

Prof. Dr. Joerg Baumeister - AUSTRALIA

Prof. Dr. Jürgen Ruth - GERMANY

Dr. Katrin Linne - GERMANY

Asst. Prof. Dr. Luis Martín Pomares - QATAR

Dr. Martin Brabant - AUSTRIA

Prof. Dr. Mehmet Kanoğlu - TURKEY

Prof. Dr. Metin Bedir - TURKEY

Asst. Prof. Dr. Mohammed Kamil - UAE

Asst. Prof. Dr. Mortaza Aghbashlo - IRAN

Assoc. Prof. Dr. Necip Fazıl Yılmaz - TURKEY

Asst. Prof. Dr. Nihat Atmaca - TURKEY

Dr. Qian Yin - CHINA

Prof. Dr. Recep Yumrutas - TURKEY

Prof. Dr. Sait Söylemez - TURKEY

Asst. Prof. Dr. Serap Sur Çelik - TURKEY

Prof. Dr. Tamara Nestorovic - GERMANY

Dr. Usep Surahman - INDONESIA

Prof. Dr. Yunus Çengel - TURKEY



CALCULATION of SOLAR HEAT GAIN FACTOR VALUES FOR GAZİANTEP

Nesrin İLGİN BEYAZİT
Harran Üniversitesi
nilgin@harran.edu.tr

Hüsamettin BULUT
Harran Üniversitesi
hbulut@harran.edu.tr

Yunus DEMİRTAŞ
Harran Üniversitesi
yunusdemirtas@harran.edu.tr

ABSTRACT: For centuries, human beings build different structures in order to be protected from variable environmental conditions, to improve living conditions and to meet the needed for different usages. We are faced with rising energy demand to provide comfort conditions in buildings in the process of gradually decrease in fossil energy sources, environmental concerns and rising in energy costs and climate change. Solar Heat Gain Factor (SHGF) is one of the important parameter in calculation of heat gain and cooling load in heating and cooling buildings and in the design of air conditioning elements. In this study, SHGF values for Gaziantep Province are calculated and tabulated by using 12 years (period between 1999 and 2010) data of the horizontal global solar radiation and the wind velocity according to the wind direction obtained from the General Directorate of Turkish State Meteorological Service. The average of 12-year data of the SHGF is converted to one year SHGF values. In the study, variations of SHGF values for each reference day of the month are presented graphically according to the directions and SHGF values are given based on ASHRAE tables for each direction.

Key words: Solar Heat Gain Factor, Solar Radiation, Wind Speed

GÜNEŞ ISI KAZANÇ FAKTÖRÜ DEĞERLERİNİN GAZİANTEP İLİ İÇİN HESAPLANMASI

ÖZET: İnsanoğlu yüzyıllardır değişken çevre koşullarından korunabilmek, yaşam koşullarını iyileştirmek ve ihtiyaç duyulan kullanımlar için farklı yapılar inşa etmektedir. Fosil enerji kaynaklarının giderek azaldığı, enerji maliyetlerinin arttığı, iklim değişikliği ve çevresel kaygıların olduğu bir süreçte binalarda konfor şartlarını sağlamak için artan enerji talebiyle karşı karşıyayız. Güneş Isı Kazanç Faktörü (SHGF), binaların ısıtılması ve soğutulması ve iklimlendirme elementlerinin boyutlandırılmasında önemli olan ısı kazancı ve soğutma yükü hesabında önemli parametrelerden biridir. Bu çalışmada, Gaziantep ili için Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilen 1999-2010 yılları arasındaki 12 yıllık döneme ait yatay düzlem toplam güneş ışınım verileri ve rüzgârin geldiği yöne göre rüzgar hızı verileri kullanılarak SHGF değerleri hesaplanmıştır. 12 yıllık döneme göre hesaplanan SHGF hesaplamalarının ortalamaları 1 yıllık SHGF değerlerine dönüştürülmüştür. Her ayın referans günü için SHGF değerlerinin yönlerine göre grafiksel değişimleri sunulmuş ve ASHRAE tabloları esas alınarak SHGF değerleri her yön için verilmiştir.



Anahtar sözcükler: Güneş Isı Kazanç Faktörü, Güneş Işinimi, Rüzgar Hızı, Gaziantep

GİRİŞ

Yapıların pasif ısıtılmasında önemli parametrelerden biri güneş ısınımıdır. Yeryüzünde herhangi bir yüzeye gelen toplam güneş ısınım, direkt, difüz ve yansıyan ısınımından meydana gelir. Düzleme gelen ısınım, düzlemden direkt geçen, düzlemede absorbe olan ve düzlemden yansıyan ısınım olmak üzere 3 şekilde saydam yüzeyden geçmektedir. Güneşin gün içinde konumu değiştiğinden yapıların pencere açıklıklarının buna göre konumlandırılması bu enerjiden optimum şekilde faydalananıpmayı mümkün kılacaktır. Çünkü iklimlendirme tesislerinin ilk kurulum maliyetleri ve işletme maliyetlerinin önemli bir kısmını pencerelerden geçen güneş ısı kazanç faktörü oluşturmaktadır. Bu sebeple etkisi optimize edilecek bu enerjinin potansiyelinin bilinmesi veya miktarının hesaplanması çok önemlidir.

Literatürde SHGF hesaplamalarının yanı sıra sıkılıkla soğutma yükü hesaplamaları ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Çünkü SHGF hesaplamalarında camın yuttuğu güneş ısınımının iç ortama geçiş oranı SHGF'in belirlenmesinde etkisi olduğu için rüzgar hızı verilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Yapılan bir çalışmada, Hong Kong'un alt tropikal bölgesi için özellikle düşey yüzeylerdeki açıklıklardan kazanılan güneş ısı kazanç faktörünün binaların iklimlendirme performansını önemli bir şekilde etkilediğini Li ve ark. (2001), belirtmişlerdir. Li ve ark.(2001), berraklık indeksi ve difüz ısınım oranına göre belirlenen difüz ısınım miktarı ile elde edilen ısı kazancını hesaplamışlardır. ASHRAE mühendislik hesaplamalarına göre difüz ısınım oranına göre elde edilen ısı kazancının değişimini yatay düzlem ve düşey düzlem için karşılaştırmışlardır. Alsaad ve ark. (1999), 32° enlemde bulunan Amman'da 8 yön için güneş ısı kazanç faktörünü amprik formüllerle hesaplamışlardır. Nielsen ve ark. (2000), toplam güneş ısınımı geçirgenliği ifadesini amprik formüllerle hesaplayarak ve ıslı geçirgenlik katsayısının etkisi göz önünde bulundurup farklı camların veya pencerelerin enerji performansını karşılaştırmışlardır. Marinoski ve ark. (2007), pencerelerden geçen bir odaya nüfuz eden ıslı miktarın ölçüme ve aynı zamanda güneş faktörünün belirlenmesine olanak sağlayan bir düzenek hazırlayarak yatay düzlemede ısı kazancını ölçmek için sistem geliştirme çalışması yapmışlardır. Bulut ve ark. (2008), Türkiye'nin tüm iklim bölgelerini temsil eden 17 il için zamana ve pencere yönüne göre güneş ısı kazancını hesaplamışlardır. Türkiye'deki yerleşim yerleri için güneş ısı kazanç değerlerinin eksikliğini belirtip elde edilen sonuçları literatürde verilen tablo değerleri ile karşılaştırmışlardır. Oral ve ark. (2002), binalardaki pencerelerin toplam ıslı transfer katsayısi değerinin belirlenmesi için bir metodoloji açıklamış ve diğer tasarım parametrelerinin yanında toplam pencere alanının yapı hacmine oranı (A/V) ile temsil etmişlerdir. İnşaat yapılmasına izin verilen U değerlerinin küçük olması termal konfor tasarım maliyetlerini artırdığı referans bir yapı üzerinde camların optimum U değerini belirlenmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Ekici ve ark. (2011), Elazığ iline ait 10 yıllık iklimsel verileri kullanarak farklı yönler için güneş ısı kazanç faktörünü hesaplamışlardır. Liu ve ark. (2011), yapı ile bütünsel fotovoltaik modüllerin maksimum enerji verimliliğini elde etmek için, PV hücre modülleri ile güneş ısı kazancı (SHG), bir sıcak kutu test düzeneği hazırlanarak test edilmiştir. Marinoski ve ark. (2011), kuzeyle yönlendirilmiş düşey düzlem güneş ısınım ölçüm verileri kullanılarak yapılarda bulunan açıklıklar ile kullanılan pencere camlarının güneş faktörünü belirleyen kalorimetreyi geliştirme çalışması yapmışlardır. Özel ve ark. (2004), tek ve çift camlı pencerenin güneş



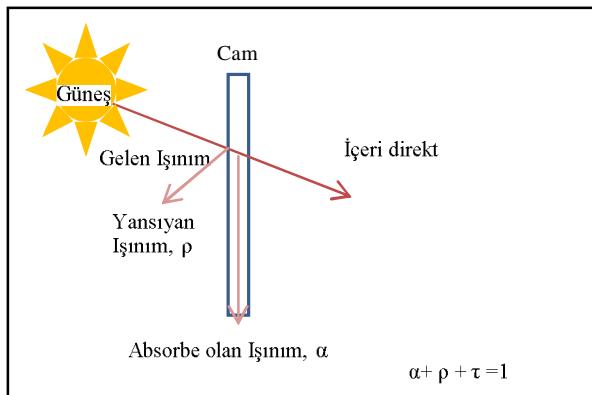
ısı kazancına ve pencere çıktılarının boyutuna etkisini araştırmışlardır. Pencere çıktı boyutunun cam tipine göre değişmediğini ısı kazancı miktarının ise cam tipine göre değiştiğini belirtmişlerdir.

Lee ve ark. (2006), bina yapılarının performansını geliştirmek için yalıtılmış kalınlığı, pencere açılış yönleri, çift pencere ve daha bir çok parametrenin bina yapısının performansını artırdığını belirtmişlerdir. Chatziangelidis ve ark. (2009), kapalı alanların iç yüzeyleri üzerindeki çoklu açıklıklardan kazanılan güneş ısı kazancının dağılımını hesaplamak için geliştirdikleri metodolojiyi, yüzey alanı oranına dayalı algoritmayı kullanan TRNSYS'in ticari yazılım programıyla karşılaştırmışlardır. Urbikain ve ark. (2009), çeşitli pencerelerin enerji performansını karşılaştırmak ve çeşitli hava koşulları için farklı potansiyel tasarıflar belirlemek için Pencere Enerji Derecelendirme Sistemi (WERS) öneren basit bir yöntem geliştirmiştir. İspanya'da iki iklim bölgesi için bir WERS elde etmemi amaçlamışlardır. Sethi ve ark. (2009), Yüzeye gelen toplam güneş ışınımı matematiksel modeller yardımıyla Doğu, Batı, Kuzey, Güney yönleri için hesaplamışlardır. İç ortama giren ısı kazancını enerji denge denklemiyle belirlemiştir. Chow ve ark. (2010), soğutma yüküne etki eden cam teknolojisini birkaç tasarım önerisiyle performans açısından inceleyip normal cam tipiyle mukayese etmişlerdir. Tzempelikos ve ark. (2010), normal çift cam, low-e çift cam ve low-e üç camı konfor bakımından ısı kazancına etkisini simülasyon programı ile mukayese etmişlerdir. Oliveti ve ark. (2012), iklimlendirilmiş alanları, açık hava veya komşu alanlardan ayıran cam içinden geçen güneş ışınımının absorbe edilmesini optik bir problem olması bakımından İtalya'da birkaç yer için önceden belirlenmiş gölgезiz çift camdan oluşan pencere sistemine referansla değerlendirmiştir.

Literatürde görüldüğü gibi camdan geçen güneş ışınım hesabı için birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmalar ışığında camdan geçen toplam güneş ışınım hesabını doğrudan etkileyen SHGF değerlerinin belirlenmesi gerektiği görülmüştür. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden Gaziantep ili için saatlik yatay düzleme toplam ışınım, ve rüzgarın geldiği yöne göre rüzgar hızı verileri kullanılarak Duffie Bekman'a göre düzleme gelen güneş ışınım bileşenleri belirlenmiştir. ASHRAE (2009) (Amerika Isıtma, Soğutma, ve İklimlendirme Mühendisleri Birliği) SHGF hesaplamalarına göre SHGF değerleri 4 ana yön için hesaplanmıştır.

YÖNTEM

Düzleme gelen ışınım direkt, difüz ve yansıyan ışınımından oluşur. Ancak düzleme gelen bu ışınım bileşenleri saydam yüzeylerden bir kısmı direkt geçer, bir kısmı cam yüzey tarafından absorbe edilir ve geri kalan kısmı ise çevreye yansır (Şekil 1).



Şekil 1. Güneşten gelen ışınınımın saydam yüzeydeki davranışları

ASHRAE (2009)'a göre güneş ısı kazanç faktörü(SHGF) hesabı eşitlik 1' deki gibi hesaplanmaktadır. Burada Ib, düzleme gelen direkt ışınım, Id, Düzleme gelen difüz ışınım ve Ir, düzleme başka bir cisimden yansıyan ışınımıdır. Td(θ), saydam yüzeyin güneş ışınımını geçirgenlik oranı olup $\alpha(\theta)$, saydam yüzeyin absorbe etme oranıdır.

$$SHGF = I_b [T_d(\theta) + N_i \alpha(\theta)] + [I_d + I_r] [T_y + N_i \alpha] \quad (1)$$

Yapı tarafından yutulan güneş ışınımın iç ortama geçiş oranı eşitlik 2'deki gibi hesaplanmaktadır. h_i , iç ortam ısı taşınım katsayısı olup $6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ alınmıştır. Vs yapı düzlemi üzerindeki rüzgar hızı kullanılarak, h_0 , dış ortam ısı taşınım katsayışi eşitlik (3) de olduğu gibi hesaplanır.

$$N_i = \frac{h_i}{h_i + h_0} \quad (2)$$

$$h_0 = 16.21 V_s^{0.452} \quad (3)$$

Vs rüzgar hızı belirlenirken Rüzgarın kuzey yönünden gelmesi durumunda;

$$V_s = 0.68 * V_r - 0.5 \quad (4)$$

Rüzgarın diğer yönlerden gelmesi durumunda;

$$V_s = 0.157 * V_r - 0.027 \quad (5)$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Burada V_r (m/s) rüzgar hızı, meteoroloji istasyonlarından hangi yönünden geldiği belirtilerek ölçülmektedir. Saydam yüzey açıklıklardan geçen toplam ısı kazancı hesabı yapılırken Li ve arkadaşlarına(2001) göre; Td(θ), saydam yüzeyin güneş ışınımını geçirgenlik oranı, $\alpha(\theta)$, saydam yüzeyin absorbe etme oranı, sırasıyla eşitlik 6 ve 7'deki formüllerle hesaplanabilir.

$$\begin{aligned} T_d(\theta) = & -0.00885 + 2.7123 * \cos(\theta) - 0.62062 * \cos^2(\theta) - 7.07329 * \cos^3(\theta) \\ & + 9.7599 * \cos^4(\theta) - 3.89922 * \cos^5(\theta) \end{aligned} \quad (6)$$

$$\alpha(\theta) = 0.001154 - 0.77674 * \cos(\theta) - 3.94657 * \cos^2(\theta)$$

$$+8.57881 * \cos^3(\theta) - 8.38135 * \cos^4(\theta) + 3.01188 * \cos^5(\theta) \quad (7)$$

difüz ışınım geçirgenliği $T_y = 0.799$, difüz güneş ışınım soğurganlığı $\alpha = 0.0544$ alınmıştır.

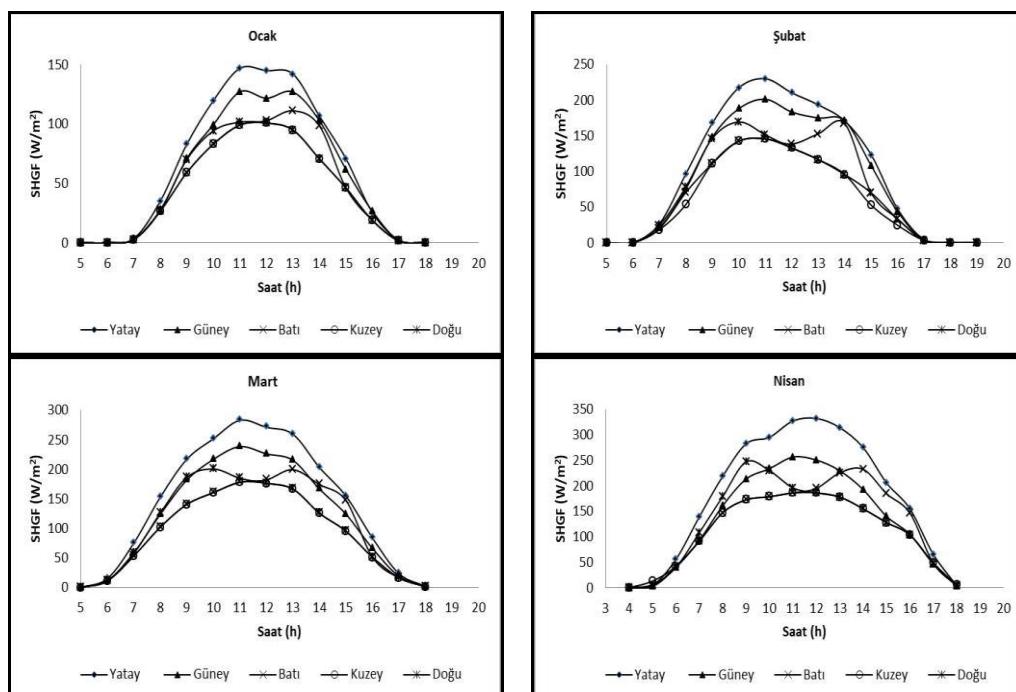
BULGULAR

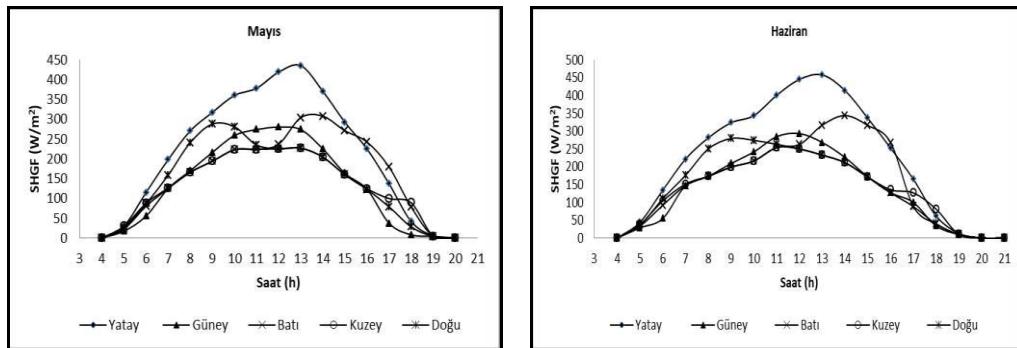
ASHRAE hesaplama metodu kullanılarak Gaziantep iline ait 12 yıllık iklimsel veriler kullanılarak ASHRAE çizelge standardında verildiği gibi her ayın referans günü sırası ile 21 Ocak, 20 Şubat, 22 Mart, 20 Nisan, 21 Mayıs, 21 Haziran, 23 Temmuz, 24 Ağustos, 22 Eylül, 25 Ekim, 21 Kasım, 22 Aralık için güneş ısı kazanç faktörü hesabı yapılmıştır.

Yılın 12 ayı içinde maksimum SHGF yatay düzlemde saydam yüzeyden kazanılan SHGF'dir. Ocak ayı yönlere göre maksimum SHGF olduğu cephe güneydir. Yatay düzlemin güney düzleme göre ortalama SHGF değeri %13 daha fazladır. Yatay düzlemin, yönlere göre ortalama SHGF değeri batı yönünden %26, kuzey yönünden, %31 ve Doğu yönünden %28 daha fazladır.

Şubat ayında güneşin yükselen hareketi ile birlikte bütün cephelerdeki maksimum SHGF değerinin artışı Şekil 2'de gözle görülmektedir. Yatay düzlemin ortalama SHGF değeri Güney yönünden %20 daha fazla olup Kuzey, Doğu, Batı cephelerle karşılaştırıldıklarında sırası ile %25, %28, %27'dir.

Mart ayı için yatay düzlemin ortalama SHGF değeri Güney yönünden %17 daha fazla olup Kuzey, Doğu, Batı cephelerle karşılaştırıldıklarında sırası ile %29, %36, %30 daha fazladır.





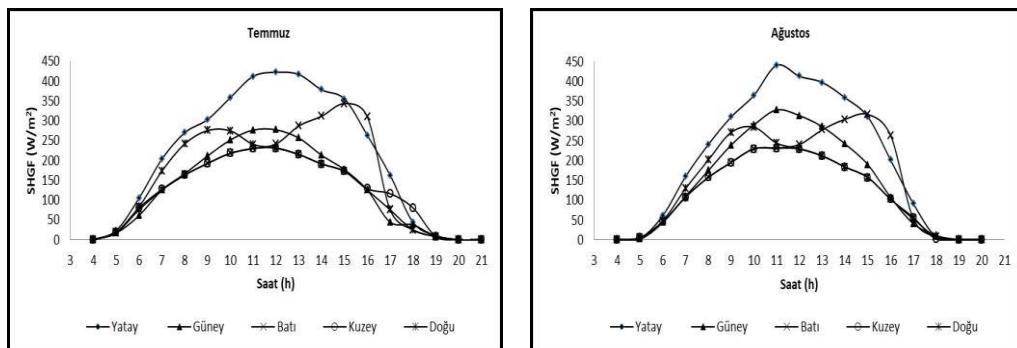
Şekil 2. Yılın ilk yarısı için aylık ortalama referans gün SHGF değerleri

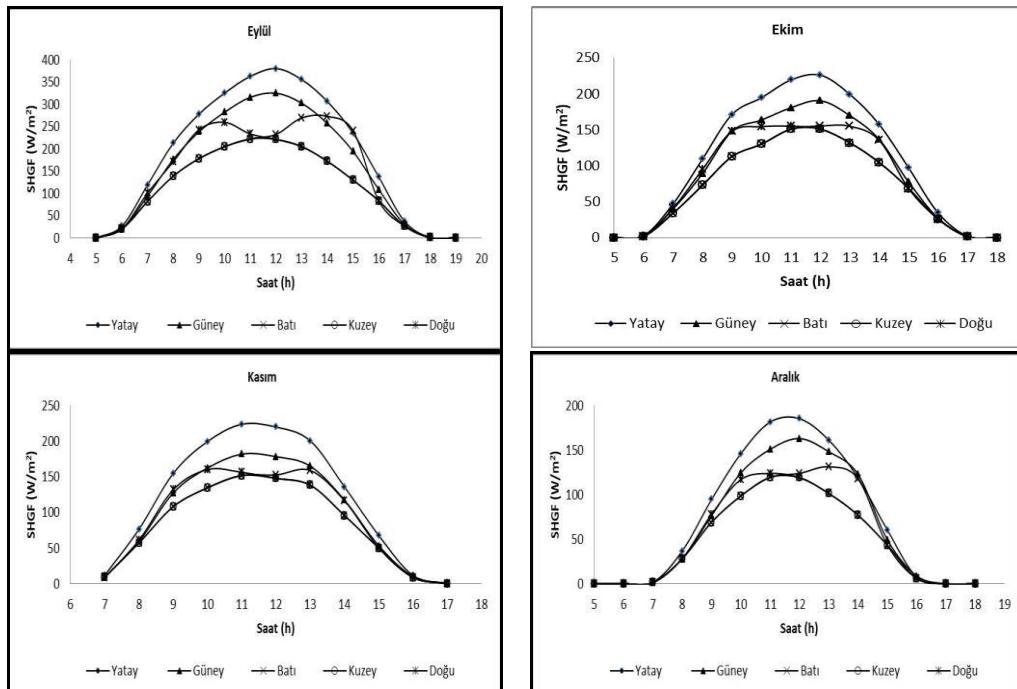
Nisan ayı için maksimum SHGF değeri Doğu yön içindir. Güney cephesine göre yatay düzlem ortalama SHGF %26 daha fazladır. Yatay düzlem günlük ortalama SHGF değeri Kuzey, Doğu, Batı cephelerle karşılaştırıldıklarında sırası ile %31, %40, %32 daha fazladır. Ayrıca Nisan ayı yatay düzlem SHGF değeri Mart ayı ile karşılaştırıldığında %36 artış göstermiştir.

Mayıs ayı için maksimum SHGF değeri cephelere göre Batı ve Doğu yönlerde görülmekte beraber gün içindeki ortalama SHGF değeri büyülüğu sırası ile Yatay, Güney, Kuzey, Batı ve Doğu yön içindir. Mayıs ayı yatay düzlem göre ortalama SHGF değeri ise Nisan ayına göre %29 artış göstermiştir.

Haziran ayı için maksimum SHGF batı cephesinde görülmüştür. Yatay düzlem ortalama SHGF değeri Mayıs ayına göre %7 artış göstermiştir. Cephelere göre ortalama SHGF değeri Mayıs ayına göre Güney cephesinde %25, Batı cephesinde %11, Kuzey cephesinde %40, Doğu cephesinde %34 artış göstermiştir. Yatay düzlem SHGF yıl içinde maksimum değerini Haziran ayında görülmüştür. Doğu yön içinde yıl içinde maksimum SHGF değeri Haziran ayında görülmüştür.

Yatay yüzeyler için Haziran ayına göre Temmuz ayında ortalama SHGF değerinde % 6 lik bir azalma görülmüştür. Haziran ayına göre Temmuz ayı için Güney cephelerde % 4, Batı cephelerde % 5, Kuzey cephelerde %4, Doğu cepheler için %7 lik bir azalma görülmüş olması ile birlikte maksimum SHGF değeri Temmuz ayında Batı yön için olmuştur.





Şekil 3. Yılın ikinci yarısı için aylık ortalama referans gün SHGF değerleri
 Ağustos ayı ile birlikte Doğu ve Batı yönler SHGF değeri azalmaya başlamaktadır. Güney yön için SHGF değeri Kuzey yön'e göre artmaya başlamıştır. Güney cephe ortalama SHGF değeri Haziran ayında Kuzey cephe ortalama SHGF değerine göre %30 daha fazla ısı kazancı görülürken Ağustos ayı için bu değer %28'dir.

Eylül ayı için Güney cephe SHGF değerinde diğer yönlere göre artış görülmeye başlamıştır. Ağustos ayına göre yatay düzlem SHGF değeri %18 azalmıştır. Güney, Batı, Kuzey ve Doğu cepheler için Ağustos ayına göre sırası ile %20,%1, %23,%13 azalma olmuştur.

Ekim ayı ile beraber güneşin yeryüzü ile mesafesi giderek yakınlaşmakta ancak güneş ışınları yeryüzüne daha eğimli gelmektedir. Bu nedenle Ekim ayı yatay düzlem ve Güney cephesi için ortalama SHGF değerleri arasındaki fark giderek azalmış ve 44 W/m^2 olmuştur. Eylül ayına oranla düzlemlere gelen SHGF değerlerinde büyük oranlarda azalmalar görülmüştür. Ekim ayı için SHGF değerlerinde Eylül ayına göre Güney, Batı, Kuzey ve Doğu cepheler için sırası ile %90,%91, %89,%70'lük düşüşler gözlemlenmiştir.

Kasım ayında Ekim ayı yatay düzlem ve Güney, Batı, Kuzey, Doğu cephelere göre SHGF değerlerinde sırası ile %15,%12, %15,%10,%9'luk düşüşler gözlemlenmiştir. Kasım ayı için yatay düzlem SHGF değerleri Güney cephesinden %28,Batı cephesinden %40, Kuzey cephesinden, %48, Doğu cephesinden %51 daha fazladır.

Aralık ayında ise yatay düzlem ve Güney, Batı, Kuzey, Doğu cephelere göre SHGF değerlerinde Kasım ayına oranla sırası ile %29,%31, %22,%28,%30'luk düşüşler gözlemlenmiştir. Kasım ayı için yatay düzlem SHGF değerleri Güney cephesinden %27,Batı cephesinden %36, Kuzey cephesinden, %46, Doğu cephesinden %52 daha fazladır.

SONUÇ



Artan enerji talebi insanlık için önemli bir problemdir. Yeni enerji kaynakları arayışının yanı sıra enerji tasarruf çalışması ile ilgili çalışmalar tüm dünyada olduğu gibi ülkemiz içinde yapılmaktadır. Bu çalışmada da binaların iklimlendirme sistemlerinin ve işletme maliyetlerinin belirlenmesinde önemli bir parametre olan güneş ısı kazanç faktörünün değerleri Gaziantep için hesaplanmıştır ve Tablo 1 de sunulmuştur. Şekil 2 ve Şekil 3 incelendiğinde güneş ışınımdan ısı kazancının yönler ve aylara göre yıl içinde önemli derecede değiştiği görülmüştür. Böylece bölgenin yerel ışınım verileri dikkate alınarak hesaplanan SHGF değerleri dikkate alındığı takdirde Gaziantep için yeni kurulacak olan iklimlendirme sistemlerinin kapasitelerinin daha gerçekçi ve doğru belirlenmesi sağlanacaktır. Gaziantep iline ait 4 ana yön ve 4 ara yön için Çizelgede verilen SHGF değerleri yapılacak yeni yapıların güneş ışınımdan optimum şekilde faydalananabilmesi için uygun konumlandırmalar yapılabilecek ve istenen ıslık konfor şartları için enerjinin verimli bir şekilde kullanılması sağlanacaktır.

Tablo 1. Gaziantep ili için SHGF değerleri

37° 41' Kuzey enlemi		W/m ² (Pencere alanı)												
Güneş Zamanı		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Yılın Günleri	Pencere Yönleri													
Oc. 21	Yatay	0	4	35	83	120	147	145	142	106	71	25	2	0
	G	0	3	27	71	99	127	122	127	103	62	26	2	0
	B	0	3	27	59	83	99	103	111	98	46	19	2	0
	K	0	3	27	59	83	99	101	95	70	46	19	2	0
	D	0	3	28	70	94	101	101	95	70	46	19	2	0
	GB	0	3	27	60	92	120	120	127	105	53	22	2	0
	GD	0	3	27	70	99	125	117	108	73	42	14	2	0
	KB	0	3	27	59	83	99	101	95	70	56	62	2	0
	KD	0	3	27	59	83	99	101	95	70	46	19	2	0
	Yatay	0	18	69	130	199	225	211	185	148	103	47	11	0
Şub.20	G	0	14	53	102	156	180	172	151	126	81	38	9	0
	B	0	14	52	97	148	162	152	144	125	73	35	9	0
	K	0	14	52	97	148	162	149	130	101	73	35	9	0
	D	0	14	53	102	157	164	149	130	101	73	35	9	0
	GB	0	14	52	97	153	176	171	151	130	76	36	9	0
	GD	0	14	52	100	155	179	166	138	101	69	33	9	0
	KB	0	14	52	97	148	162	149	130	101	81	43	9	0
	KD	0	14	53	97	148	162	149	130	101	73	35	9	0
	Yatay	15	76	153	217	252	283	271	260	203	155	84	24	2
	G	12	59	124	182	217	239	226	215	167	124	66	19	2
Mar.21	B	12	54	103	141	161	178	182	200	175	147	52	17	2
	K	12	54	103	141	161	178	177	167	126	96	52	17	2
	D	11	58	127	187	201	185	177	167	126	96	52	17	2
	GB	12	54	103	141	168	212	221	220	180	148	60	21	2
	GD	12	54	125	185	220	232	204	173	126	96	37	18	2
	KB	12	54	103	141	161	178	177	167	137	126	97	79	2
	KD	15	69	128	154	161	178	177	167	126	96	52	17	2
	Yatay	56	139	219	283	295	327	332	314	275	206	155	65	4
	G	40	93	161	213	234	256	251	230	193	140	105	46	3
	B	42	91	147	173	179	186	195	226	232	185	146	48	4
Nis.20	K	42	91	147	173	179	186	186	178	155	128	104	49	5
	D	40	108	179	247	230	196	186	178	155	128	104	48	4



	GB	42	91	147	173	179	212	244	252	238	181	142	51	7	
	GD	42	122	184	250	253	249	209	178	155	128	104	56	22	
	KB	42	91	147	173	179	186	186	178	188	166	139	62	6	
	KD	46	126	188	212	179	186	186	178	155	128	104	48	4	
May.21	Yatay	115	198	270	317	360	378	419	435	370	292	224	136	41	
	G	55	125	170	216	259	274	280	273	225	163	123	37	8	
	B	80	125	166	194	223	224	237	304	307	271	242	178	78	
	K	88	126	166	194	223	224	225	227	204	159	124	99	89	
	D	87	159	241	288	280	235	225	227	204	159	123	78	28	
	GB	80	125	166	194	223	235	280	326	301	252	213	107	41	
	GD	80	175	244	284	295	274	237	227	204	159	123	128	110	
	KB	80	125	166	194	223	224	225	247	264	241	220	176	75	
	KD	91	172	243	259	240	224	225	227	204	159	123	78	28	
	Yatay	134	221	281	323	343	400	445	457	413	336	252	165	61	
Haz.21	G	54	147	173	209	241	284	293	268	226	171	127	100	34	
	B	92	147	173	199	216	254	262	316	343	316	268	88	39	
	K	104	151	173	199	216	254	250	232	211	171	135	126	81	
	D	110	176	250	279	274	262	250	232	211	171	127	88	39	
	GB	92	147	173	199	216	258	297	330	327	285	235	128	57	
	GD	92	188	244	271	282	287	256	232	211	171	127	284	201	
	KB	92	147	173	199	216	254	250	264	293	280	246	188	68	
	KD	107	183	243	254	240	254	250	232	211	171	127	88	39	
	Yatay	105	203	270	303	359	412	423	417	378	355	263	163	44	
	G	61	125	166	211	252	277	277	257	213	177	125	44	38	
Tem.23	B	76	125	163	192	218	230	242	287	312	344	310	75	25	
	K	80	127	163	192	218	230	231	215	191	172	129	116	100	
	D	83	173	242	276	275	241	231	215	191	172	125	75	25	
	GB	76	125	163	192	218	240	278	306	303	312	263	129	54	
	GD	76	182	241	272	289	277	241	215	191	172	125	74	35	
	KB	76	125	163	192	218	230	231	235	259	295	274	259	197	
	KD	84	180	239	252	236	230	231	215	191	172	125	75	25	
	Yatay	61	159	240	310	364	440	412	397	358	310	201	91	7	
	G	43	109	174	239	290	327	313	285	242	190	107	40	10	
	B	45	108	157	195	229	231	240	277	304	316	263	52	7	
Ağ. 24	K	45	108	157	195	229	231	229	212	184	157	102	56	1	
	D	48	129	201	271	284	244	229	212	184	157	102	52	7	
	GB	45	108	157	195	230	266	304	316	314	305	241	76	18	
	GD	45	138	205	273	309	317	260	212	184	157	102	93	8	
	KB	45	108	157	195	229	231	229	212	230	254	227	185	8	
	KD	52	140	206	235	229	231	229	212	184	157	102	52	7	
	Yatay	26	119	213	278	325	362	380	355	306	235	137	37	1	
	G	20	94	176	238	282	316	325	302	257	194	109	31	1	
	B	20	82	139	178	205	222	232	269	273	241	83	27	1	
	K	20	82	139	178	205	222	221	205	172	130	83	27	1	
Ey. 22	D	20	101	171	243	260	233	221	205	172	130	83	27	1	
	GB	20	82	139	178	215	276	313	313	287	241	98	33	1	
	GD	20	82	166	236	286	307	277	217	172	130	57	27	1	
	KB	20	82	139	178	205	222	221	205	193	198	160	110	1	
	KD	23	115	184	197	205	222	221	205	172	130	83	27	1	
	Yatay	3	47	110	171	195	219	226	199	157	97	35	2	0	
Ek. 23	G	2	40	89	148	164	181	190	170	137	77	27	2	0	
	B	2	34	73	113	130	151	155	155	135	68	26	2	0	



	K	2	34	73	113	130	151	151	132	105	68	26	2	0
	D	2	41	95	148	154	155	151	132	105	68	26	2	0
	GB	2	34	73	113	144	178	189	170	137	71	27	2	0
	GD	2	34	73	139	162	183	181	145	105	64	25	2	0
	KB	2	34	73	113	130	151	151	132	105	77	30	2	0
	KD	2	54	91	113	130	151	151	132	105	68	26	2	0
Kas.21	Yatay	0	12	76	155	199	224	220	200	136	68	12	0	0
	G	0	9	59	127	162	182	178	165	117	53	10	0	0
	B	0	9	57	108	134	152	152	159	116	50	9	0	0
	K	0	9	57	108	134	152	148	138	96	50	9	0	0
	D	0	9	61	132	160	156	148	138	96	50	9	0	0
	GB	0	9	57	111	157	186	185	164	115	51	9	0	0
	GD	0	9	57	113	161	188	184	156	98	49	7	0	0
	KB	0	9	57	108	134	152	148	138	96	52	19	0	0
	KD	0	10	60	108	134	152	148	138	96	50	9	0	0
	Yatay	0	2	37	94	146	181	185	161	119	60	7	0	0
Ar. 22	G	0	1	28	76	124	151	163	148	123	49	9	0	0
	B	0	1	28	69	98	119	124	131	118	43	6	0	0
	K	0	1	28	69	98	119	119	101	77	43	6	0	0
	D	0	1	28	78	117	124	119	101	77	43	6	0	0
	GB	0	1	28	71	116	156	165	148	121	46	6	0	0
	GD	0	1	28	72	124	157	161	130	83	42	3	0	0
	KB	0	1	28	69	98	119	119	101	77	47	48	0	0
	KD	0	1	28	69	98	119	119	101	77	43	6	0	0

KAYNAKLAR

- Alsaad, M. A., 1999. Transmitted Solar Radiation Through Jordanian Windows of Various orientation. *World Renewable Energy Congress, Kuala Lumpur-Malaysia*, 349- 351, June 1999.
- ASHRAE Handbook-Fundamentals (SI),2009
- Bulut H. Durmaz A.F.,(2008). Türkiye için Pencerelerden Geçen Güneş Işınımının Analizi. *UGHEK'2008: II. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi*,12-13 Haziran,Esogü, Eskişehir.
- Chatzangelidis K., Bouris D., (2009). Calculation of the distribution of incoming solar radiation in enclosures. *Applied Thermal Engineering*, 29,1096–1105.
- Chow T.-t., Li C., Lin Z., 2010. Innovative solar Windows for cooling-demand climate. *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 94:212–220.
- Ekici B.B., Aksoy U.T., 2011. Elazığ ili için güneş ısısı kazanç faktörü değerlerinin hesaplanması. e- *Journal of new world sciences Academy*, 1(4), 1327-1335.
- Lee S., Kim S., Kim S.-h., Park Y., Park J.-i., (2006). Experimental research on performance of the solar heat gain (SHG) insulation panel. *Building and Environment*, 41: 336–342.
- Li D.H.W., Lam J. C., (2001). Analysis of solar heat gain factors using sky clearness index and energy implications. *Energy Conversion and Management*, 42:555-571



- Li D.H.W., Lam J. C., (2001). Development of solar heat gain factors database using meteorological data. *Building and Environment*, 36:469-483.
- Liu Z., 2011. Measurement and Test Facility for Solar Heat Gain of Building-integrated Photovoltaics (BIPV) Modules. *Advanced Materials Research*, 230(232): 64-68.
- Marinoski D.L., 2011. Güths S., Lamberts R., Development of a calorimeter for determination of the solar factor of architectural glass and fenestrations. *Building and Environment*, xxx:1-11.
- Marinoski D.L., Güths S., Pereira F.O.R., Lamberts R., (2007). Improvement of a measurement system for solar heat gain through fenestrations. *Energy and Buildings*, 39:478–487.
- Nielsen T. R., Duer K., (2000). Svendsen S., Energy Performance Of Glazings And Windows. *Solar Energy* , 69(1–6):,137–143.
- Oliveti G., Arcuri N., Simon M. D., 2012. Bruno R., Solar heat gains and operative temperature in attached sunspaces, *Renewable Energy*, 39:241-249.
- Oral G. K., Yilmaz Z., (2002). The limit U values for building envelope related to building form in temperate and cold climatic zones. *Building and Environment*, 37:1173 – 1180.
- Özel M., Pihtili K., (2004). Tek Ve Çift Camlı Bina Pencerelerindeki Çıkıntı Boyutlarının Isı Kazanç Ve Kayıplarına Olan Etkilerinin Araştırılması, *Mühendis ve Makine* –45(539):46-54.
- Piccolo A., (2010). Thermal performance of an electrochromic smart window tested in an environmental test cell. *Energy and Buildings*, 42 1409–1417.
- Sethi V.P., (2009). On the selection of shape and orientation of a greenhouse: Thermal modeling and experimental validation. *Solar Energy*, 83:21–38.
- Tzempelikos A., Bessoudo M., Athienitis A.K., Zmeureanu R., 2010. Indoor thermal environmental conditions near glazed facades with shading devices e Part II: Thermal comfort simulation and impact of glazing and shading properties. *Building and Environment*, 45:2517-2525.
- Urbikain M.K., Sala J.M., (2009). Analysis of Different models to estimate energy saving related to Windows in residential buildings. *Energy and Buildings*, 41:687-695.
- Yamankaradeniz. R., Horuz, İ., Kaynaklı, Ö., 2008. *İklimlendirme Esasları ve Uygulamaları*. Dora Yay., Bursa, 597s.