



T.C
ESKİŞEHİR OSMANGAZI ÜNİVERSİTESİ
Yayın No: 151



FEN EDEBİYAT FAKÜLTESİ
FİZİK BÖLÜMÜ

II. ULUSAL
GÜNEŞ VE HİDROJEN ENERJİSİ
KONGRESİ

12 - 13 HAZİRAN 2008

BİLDİRİLER YOĞUN DİSKİ (YD) TAM METİN



HAZIRLAYANLAR

Ferhunde ATAY
İdris AKYÜZ
M. Selami KILIÇKAYA
Sadiye Çetinkaya ÇOLAK
Salih KÖSE
Sema KURTARAN

Türkiye İçin Pencereleden Geçen Güneş Işınımının Analizi

Hüsamettin Bulut ve Asım Fatih Durmaz*

Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Şanlıurfa, hbulut@harran.edu.tr

**Bayındırlık ve İskan Müdürlüğü, Nevşehir, afdurmaz@harran.edu.tr*

ÖZET

Binalarda enerjinin büyük miktarda tüketiminden sorumlu olan iklimlendirme sistemlerinin doğru bir şekilde boyutlandırılması ve seçilmesi soğutma yükü hesabına dayanmaktadır. Güneş gören açıklıklardan özellikle pencerelerden gelen güneş ışınımı, yazın soğutma yükünün önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Güneşten gelen ısı kazancı, literatürde bazı enlemler için tablolardan veya eğer tüm yerel parametreler biliniyorsa hesaplama sonucu tahmin edilebilir. Fakat güneş ışınım verileri, dolayısıyla güneş ısı kazancı değerleri Türkiye'deki birçok yerleşim yeri için bulunmamakta veya kolayca bu verilere ulaşılamamaktadır.

Bu çalışmada öncelikle eğik düzleme gelen saatlik toplam güneş ışınım şiddetini en iyi şekilde veren modeller tespit edilmiştir. 90° eğim açısı için belirlenen uygun modeller kullanılarak camdan geçen güneş ışınımı, Türkiye'nin tüm iklim bölgelerini temsil eden 17 il (İstanbul, Çanakkale, Edirne, Ankara, Kayseri, Konya, Trabzon, Samsun, Erzurum, Van, Malatya, Şanlıurfa, Gaziantep, Antalya, Adana, İzmir, Kütahya) için zamana ve pencere yönüne göre hesaplanmıştır. Hesaplamalarda Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden temin edilen uzun dönem saatlik güneş ışınımı verileri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar literatürde verilen tablo değerleri ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar sonucunda, tablo değerleri ile hesaplamalar sonucu elde edilen değerler arasında ciddi farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, Türkiye'deki yerleşim yerleri için bu tür değerlerin eksikliği açıkça görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Saatlik güneş ışınımı; Isı kazancı; Pencere; Eğik yüzey; Güneş ışınım modelleri.

1.Giriş

Enerjinin büyük bir kısmı, binalarda ısı konfor şartlarını sağlamak için tüketilmektedir. Binaların uygun bir şekilde tasarımı ve binalarda enerjinin büyük miktarda tüketiminden sorumlu olan iklimlendirme sistemlerinin doğru bir şekilde boyutlandırılmasıyla, bu enerji tüketiminin önemli bir derecede aşağıya çekilmesi ile mümkündür. Güneş gören açıklıklardan özellikle pencerelerden gelen güneş ışınımı, soğutma yükünün %30-50'sini oluşturmaktadır.

Camdan geçen güneş ısı kazancı, literatürde bazı enlemler için verilen tablolardan veya tüm yerel parametreler biliniyorsa hesaplama sonucu tahmin edilebilir. Tablolar kullanıldığında camdan geçen ısı kazancının tespitinde bazı sıkıntılar meydana gelmektedir. Camdan geçen ısı kazancını hesaplamak için eğik düzleme gelen güneş ışınımının bilinmesi gerekmektedir. Ancak ülkemizde özel çalışmalar ve bazı bilimsel araştırmalar hariç yatay

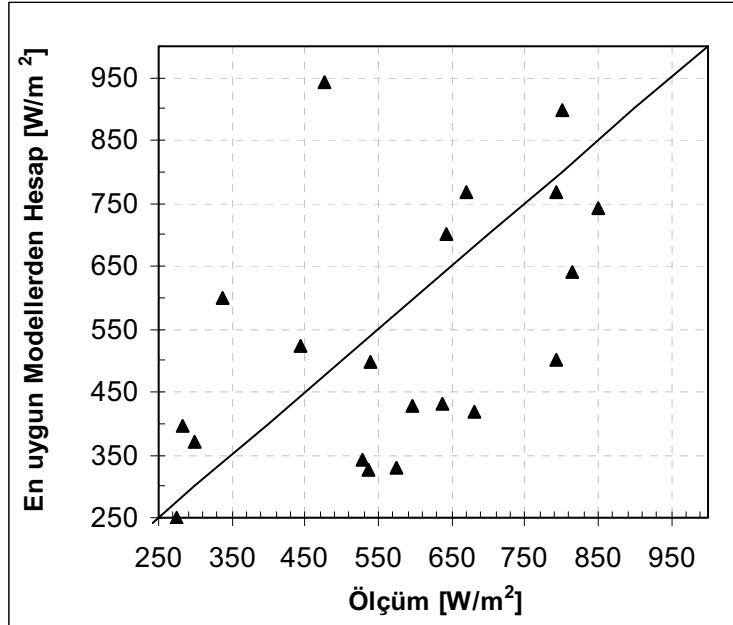
düzleme gelen güneş ışınımı dışında ölçüm yapılmamaktadır. Dolayısıyla eğik düzleme gelen güneş ışınım verilerine ulaşmak oldukça güç ve kısıtlıdır.

Literatürde normal, tek camlı pencerelerden geçen toplam güneş radyasyonunu gösteren tablolar değişik enlemler için mevcuttur [1, 2]. Bu tablo değerleri ASHRAE'nin önerdiği temiz atmosfer şartlarına göre hesaplanmıştır. Güneşten gelen ısı kazancı hesabında, 40° enlem için hazırlanmış tablo değerleri genellikle Türkiye'de tüm şehirler için kullanılmaktadır. Fakat Türkiye'deki şehirler 36°-42° kuzey enlemleri arasında kalmakta ve değişik iklimlere sahiptirler. Mevcut tablolar zamanla yenilenmediğinden değişen iklim koşullarını tam olarak yansıtmamaktadır. Ayrıca tablolar belirli enlem açıları için hazırlanmış olup, her enlem açısı için tablo bulunmamaktadır. Dolayısıyla ısı kazancı olarak camdan geçen güneş ışınım miktarı gerçeğe yakın olarak hesaplanamamaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, 90° eğim açısı için belirlenen uygun modeller kullanılarak camdan geçen güneş ışınımının tespitini, Türkiye'nin tüm iklim bölgelerini temsil eden 17 il (İstanbul, Çanakkale, Edirne, Ankara, Kayseri, Konya, Trabzon, Samsun, Erzurum, Van, Malatya, Şanlıurfa, Gaziantep, Antalya, Adana, İzmir, Kütahya) için yapmak ve sonuçları analiz etmektir.

2. Materyal ve Yöntem

Soğutma yükünün hesabında ısı kazancı olarak pencereye gelen saatlik güneş ışınım şiddetinin bilinmesi gerekmektedir. Pencere yüzeyine gelen güneş ışınım şiddeti ölçümle veya hesaplamayla bulunmaktadır. Ölçüm yöntemi özel çalışmalar dışında yapılmamaktadır. Pencere yüzeyine gelen güneş ışınım şiddetinin hesaplanabilmesi için yatay ve düşey düzleme gelen ışınım şiddetlerinin bilinmesi gerekmektedir. Bunun için yatay ve eğik düzleme gelen ışınım için geliştirilen çeşitli modeller kullanılır. Literatürde birbirinden farklı çok miktarda güneş ışınım modelleri vardır [3-5]. Durmaz (2007), eğik düzleme gelen ışınımı veren en iyi modeller kombinasyonunu, yaptığı deneysel ölçümler ile belirlemiştir [3]. Uygun ışınım modellerinin tespitinde istatistiksel parametreler olarak ortalama bağıl hata, bağıl standart hata ve korelasyon katsayısı kullanılmıştır. İstatistiksel parametrelere göre 90° düşey düzlem yüzeye gelen güneş ışınımı hesabı için, "Orgill ve Hollands (yatay difüz ışınım için)-Koronakis (eğik difüz ışınım için)-Liu ve Jordan (eğik direkt ışınım için), Liu ve Jordan (eğik yansıyan ışınım için) kombinasyonu" en uygun modeller olarak belirlenmiştir. Şekil 1'te eğik düzlem için ölçülen güneş ışınımı ile mevcut modellerle hesaplanan güneş ışınımı değerleri karşılaştırılmıştır. Şekilden en uygun modeller kullanılması durumunda bile ölçüm değerlerinden sapma olduğu görülmektedir. Ölçüm yapılan günün iklim şartları ve modellerdeki kabuller bu farkın oluşmasında büyük rol oynamaktadır. Genel olarak modellerden 90° için elde edilen sonuçların daha düşük değerler olduğu görülmektedir.



Şekil 1. 90° açılı eğik düzleme gelen güneş ışınım değerlerinin modellerden elde edilen değerlerle karşılaştırılması.

2.1. Yatay Düzleme Gelen Saatlik Difüz Işınım Modeli

Yatay düzleme gelen saatlik toplam güneş ışınımının ölçülmesi birçok istasyonda yapılmakta olup ölçülen değerlere ulaşma imkânı vardır. Ancak yatay düzleme gelen saatlik difüz ışınım şiddeti çok az sayıdaki istasyonda özel çalışmalar için ölçülmekte olup bu verilere ulaşma imkânı oldukça zordur. Yatay düzleme gelen saatlik difüz güneş ışınım şiddetinin belirlenmesinde kullanılan modeller saatlik berraklık indeksi ve difüz ışınım oranı gibi parametrelerin fonksiyonu olarak verilmektedir [5-9]. Bu çalışmada, yatay düzleme gelen saatlik difüz ışınım modeli olarak Orgill ve Hollands Modeli en uygun olanı olarak belirlenmiş ve hesaplamalarda kullanılmıştır.

2.1.2. Orgill ve Hollands Modeli

Orgill ve Hollands Modelinde k_t saatlik berraklık indeksi ve k_d difüz ışınım oranı kullanılarak yatay düzleme gelen saatlik difüz güneş ışınım şiddeti hesaplanır.

$$k_d = 1 - 0.249k_t; k_t < 0.35 \quad (1)$$

$$k_d = 1.577 - 1.84k_t; 0.35 \leq k_t \leq 0.75 \quad (2)$$

$$k_d = 0.177; k_t > 0.75 \quad (3)$$

$$k_t = \frac{I_t}{I_0} \quad (4)$$

$$k_d = \frac{I_d}{I_t} \quad (5)$$

$$k_D = \frac{I_d}{I_0} \quad (6)$$

Burada k_t saatlik berraklık indeksi, k_d difüz ışınım oranı, k_D difüz ışınım katsayısı, I_t yatay düzleme gelen saatlik toplam ışınım, I_0 atmosfer dışı yatay düzleme gelen saatlik toplam ışınım şiddeti, I_d yatay düzleme gelen saatlik difüz ışınım miktarını göstermektedir.

$$I_0 = \frac{24}{\pi} I_{sc} \left[\cos(e) \cos(d) \sin(w) + w \sin(e) \sin(d) \right] \left[1 + 0.033 \cos\left(\frac{2\pi n}{365}\right) \right] \quad (7)$$

Burada I_{sc} güneş sabiti değeri 1353 W/m^2 'dir. e enlem açısı, d deklinasyon açısı, n Ocak 1'den itibaren gün sayısı, w gün doğuş saat açısıdır.

$$d = 23.45 \sin\left[\frac{2\pi n}{365}(n + 284)\right] \quad (8)$$

$$w = \text{ArcCos}(-\tan(e) \tan(d)) \quad (9)$$

2.2. Eğik Düzleme Gelen Saatlik Difüz Işınım Modeli

Eğik düzleme gelen saatlik ışınım I_β , direkt, difüz ve yansıyan ışınımın toplamı olarak;

$$I_\beta = I_{b,\beta} + I_{d,\beta} + I_{r,\beta} \quad (10)$$

eşitliği ile hesaplanır [4]. Burada, $I_{b,\beta}$ eğik yüzeye gelen saatlik direkt ışınımı, $I_{d,\beta}$ eğik yüzeye gelen saatlik difüz ışınımı, $I_{r,\beta}$ eğik yüzeye gelen saatlik yansıyan ışınımı ifade etmektedir. Bu çalışmada en uygun eğik düzleme gelen difüz ışınım modeli Koronakis Modeli olarak tespit edilmiştir.

2.2.1. Koronakis Modeli

Bu modelde eğik düzleme gelen saatlik difüz ışınım, Liu ve Jordan Modeli değiştirilerek aşağıdaki denklem oluşturulmuştur.

$$I_{d,\beta} = \frac{1}{3} I_d (2 + \cos \beta) \quad (11)$$

Burada β yüzey eğim açısıdır.

2.3. Eğik Düzleme Gelen Saatlik Direkt Işınım Modeli

Eğik düzleme gelen saatlik direkt ışınımın hesabında Liu ve Jordan modeli kullanılmıştır.

2.3.1. Liu ve Jordan Modeli

$$I_{b,\beta} = I_b * r_b \quad (12)$$

r_b direkt ışınım dönüşüm katsayısıdır [4].

I_b yatay düzleme gelen saatlik direkt güneş ışınımıdır. r_b direkt ışınım dönüşüm katsayısı olup;

$$r_b = \frac{\cos \theta}{\cos \theta_z} \quad (13)$$

denklemleri ile ifade edilir. θ_z zenit açısı olup aşağıdaki denklemle hesaplanır.

$$\cos \theta_z = \sin d \sin e + \cos d \cos e \cos \omega \quad (14)$$

d deklinasyon açısı, e enlem açısı, ω ise saat açısıdır. θ ise güneş yükseklik açısı olup güneşe yöneltilmiş eğimli yüzeyler için aşağıdaki eşitlik ile ifade edilir.

$$\cos \theta = \sin d \sin(e - \beta) + \cos d \cos(e - \beta) \cos \omega \quad (15)$$

2.4. Eğik Düzleme Gelen Saatlik Yansıyan Işınım Modeli

Eğik düzleme gelen saatlik difüz güneş ışınımı;

$$I_{r,\beta} = \frac{1}{2} \rho I_t (1 - \cos \beta) \quad (16)$$

denklemleri ile hesaplanmaktadır [10]. I_t yatay yüzeye gelen toplam güneş ışınımıdır. Yüzey yansıtma oranı, ρ hesaplamalar yapılırken 0.3 olarak alınmıştır.

2.5. Camdan Mahal İçine Geçen Güneş Işınımı

Isı kazancına etki eden faktörlerin çoğu zamana bağlı olarak değişim gösterir. Pencerelerden geçen güneş ışınımı zamana ve yere bağlı olarak değişir ve ısı kazancının önemli bir kısmını oluşturur.

Camdan mahal içine geçen güneş ışınımı;

$$I_g = \tau_d I_{b,\beta} + \tau_y (I_{d,\beta} + I_{r,\beta}) \quad (17)$$

denklemleri ile hesaplanmaktadır. τ_y difüz ışınımında camın geçirgenlik katsayısı, τ_d direkt ışınımında yüzeyin geçirgenlik katsayısı olup ışınım geliş açısına ve cam tipine bağlıdır [2, 11].

τ_y difüz ışınımında camın geçirgenlik katsayısı hesaplamalarda 0.79 olarak kullanılmıştır. τ_d direkt ışınımında yüzeyin geçirgenlik katsayısı ise hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Tablo 1'de 1 m² pencere alanından geçen ısı kazancı olarak toplam güneş ışınım değerleri 40° Kuzey enlemi için verilmiştir [2]. Bu tablo değerleri belirli şartlar için geçerlidir. Türkiye'de genellikle bu tablo değerleri soğutma yükü hesaplamalarında kullanılmaktadır.

Tablo 1. Camdan geçen toplam güneş radyasyonu [2].

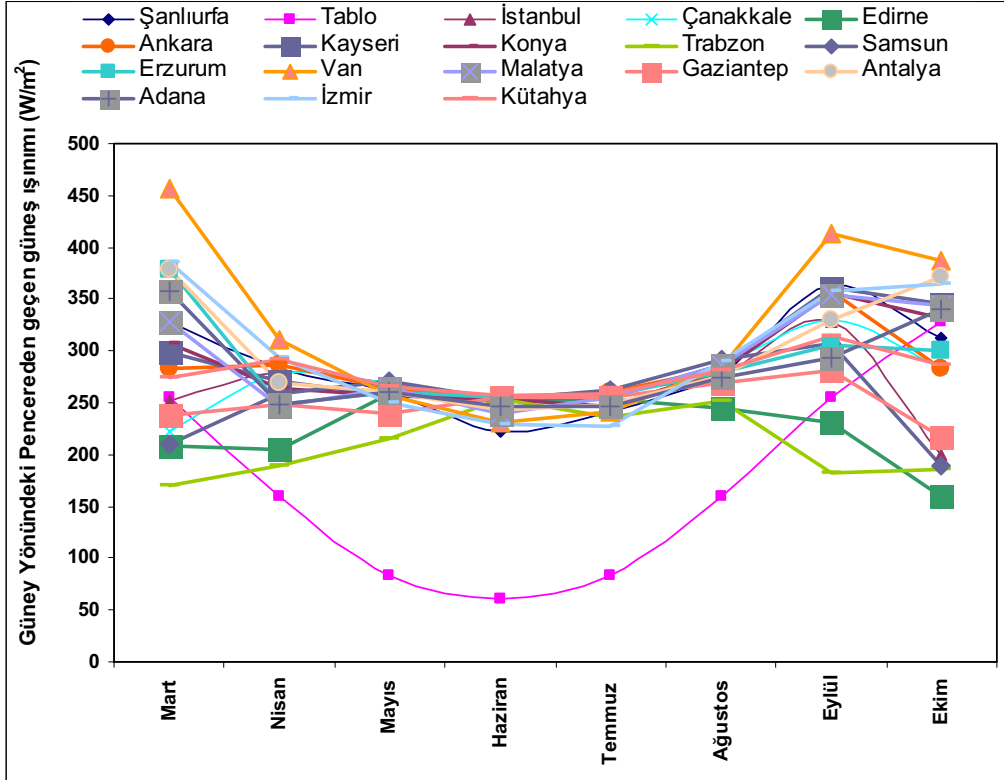
40° Kuzey Enlemi		W/m ² (pencere alanı)												40° Güney Enlemi			
Güneş zamanı →		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	← Güneş zamanı		
		Öğ.E						Öğ.S						Öğ.S			
Yılın Günleri	Pencere Yönleri														Pencere Yönleri	Yılın Günleri	
HAZ. 21	K	101	63	38	41	44	44	44	44	44	41	39	63	101	G	ARA. 22	
	KD	371	419	353	230	94	44	44	44	44	41	33	31	19	GD		
	D	397	507	509	447	299	138	44	44	44	41	38	31	19	D		
	GD	160	277	343	349	311	224	107	44	44	41	38	31	19	KD		
	G	19	31	38	60	110	138	169	138	110	60	38	31	19	K		
	GB	19	31	38	41	44	44	107	224	311	349	343	277	160	KB		
	B	19	31	38	41	44	44	138	299	447	509	507	397	371	B		
	KB	19	31	38	41	44	44	44	44	94	230	353	419	371	GB		
Yatay	97	258	421	563	661	730	746	730	661	563	421	258	97	Yatay			
TEM. 23	K	75	44	38	38	44	44	44	44	44	38	38	44	75	G	OC. 21	
	KD	333	399	331	208	82	44	44	44	44	38	38	31	16	GD		
	D	371	507	516	454	309	136	44	44	44	38	38	31	16	D		
	GD	169	302	375	393	346	258	132	48	44	38	38	31	16	KD		
	G	16	31	38	82	138	198	217	198	138	82	38	31	16	K		
	GB	16	31	38	38	44	48	132	258	346	393	375	302	169	KB		
	B	16	31	38	38	44	44	136	309	454	516	507	371	371	B		
	KB	16	31	38	38	44	44	44	44	82	208	331	399	333	GB		
Yatay	75	230	397	538	639	708	733	708	639	538	397	230	75	Yatay			
MAY. 21	K	22	26	35	41	44	44	44	44	44	41	35	26	22	G	ŞUB. 20	
	KD	213	321	258	145	50	44	44	44	44	41	35	26	9	GD		
	D	264	463	509	456	318	141	44	44	44	41	35	26	9	D		
	GD	151	331	434	459	437	336	208	79	44	41	35	26	9	KD		
	G	9	26	35	160	280	305	321	305	280	160	75	26	9	K		
	GB	9	26	35	41	44	44	79	208	336	437	459	434	331	KB		
	B	9	26	35	41	44	44	44	141	318	456	509	463	264	B		
	KB	9	26	35	41	44	44	44	44	50	145	258	321	213	GB		
Yatay	28	147	314	472	582	645	673	645	582	472	314	147	28	Yatay			
AĞ. 24	K	0	16	28	38	41	41	44	41	41	38	28	16	0	G	EYL. 22	
	KD	0	160	182	82	41	41	44	41	41	38	28	16	0	GD		
	D	0	365	469	437	311	142	44	41	41	38	28	16	0	D		
	GD	0	299	454	509	494	419	283	129	44	38	28	16	0	KD		
	G	0	38	138	255	346	384	441	384	346	255	138	38	0	K		
	GB	0	16	28	38	44	129	283	419	494	509	454	299	0	KB		
	B	0	16	28	38	41	41	44	142	311	437	469	365	0	B		
	KB	0	16	28	38	41	41	44	41	41	82	182	160	0	GB		
Yatay	0	70	211	390	481	553	575	553	481	390	211	70	0	Yatay			
EYL. 22	K	0	6	19	31	35	38	38	38	35	31	19	6	0	G	MART 22	
	KD	0	110	103	38	35	38	38	38	35	31	19	6	0	GD		
	D	0	268	368	384	277	123	38	38	35	31	19	6	0	D		
	GD	0	255	415	507	513	454	336	198	63	31	19	6	0	KD		
	G	0	66	186	327	432	485	509	485	432	327	186	66	0	K		
	GB	0	6	19	31	35	38	38	36	454	513	507	415	255	0		KB
	B	0	6	19	31	35	38	38	123	277	384	368	268	0	B		
	KB	0	6	19	31	35	38	38	38	35	38	103	110	0	GB		
Yatay	0	26	92	202	318	386	406	386	318	202	92	26	0	Yatay			
MART 22	K	0	0	9	22	28	31	35	31	28	22	9	0	0	G	MAY.21	
	KD	0	0	38	22	28	31	35	31	28	22	9	0	0	GD		
	D	0	0	287	314	233	103	35	31	28	22	9	0	0	D		
	GD	0	0	343	454	491	454	365	220	85	22	9	0	0	KD		
	G	0	0	186	327	437	496	522	496	437	327	186	0	0	K		
	GB	0	0	9	22	28	31	35	103	233	314	287	0	0	KB		
	B	0	0	9	22	28	31	35	31	28	22	9	0	0	B		
	KB	0	0	9	22	28	31	35	31	28	22	9	0	0	GB		
Yatay	0	0	50	136	230	290	324	290	230	136	50	0	0	Yatay			
OC. 21	K	0	0	6	19	28	31	31	31	28	19	6	0	0	G	TEM. 23	
	KD	0	0	22	19	28	31	31	31	28	19	6	0	0	GD		
	D	0	0	226	270	213	97	31	31	28	19	6	0	0	D		
	GD	0	0	277	421	465	447	362	230	94	22	6	0	0	KD		
	G	0	0	160	311	421	496	519	496	421	311	160	0	0	K		
	GB	0	0	6	22	28	31	35	103	233	314	287	0	0	KB		
	B	0	0	6	19	28	31	31	97	213	270	226	0	0	B		
	KB	0	0	6	19	28	31	31	31	28	19	6	0	0	GB		
Yatay	0	0	26	101	173	239	268	239	173	101	26	0	0	Yatay			
HAZ. 21	K	0	0	6	19	28	31	31	31	28	19	6	0	0	G	HAZ. 21	
	KD	0	0	22	19	28	31	31	31	28	19	6	0	0	GD		
	D	0	0	226	270	213	97	31	31	28	19	6	0	0	D		
	GD	0	0	277	421	465	447	362	230	94	22	6	0	0	KD		
	G	0	0	160	311	421	496	519	496	421	311	160	0	0	K		
	GB	0	0	6	22	28	31	35	103	233	314	287	0	0	KB		
	B	0	0	6	19	28	31	31	97	213	270	226	0	0	B		
	KB	0	0	6	19	28	31	31	31	28	19	6	0	0	GB		
Yatay	0	0	26	101	173	239	268	239	173	101	26	0	0	Yatay			

Camdan geçen saatlik toplam güneş ışınım değerini belirlemek için 90° eğiminde bir yüzeye gelen, direkt, difüz ve yansıyan ışınımın bilinmesi gerekmektedir. Güney yönüne bakan 90° eğimli yüzey için belirlenen “Orgill ve Hollands-Koronakis-Liu ve Jordan-Liu ve Jordan Modeller” [3,4,5] konfigürasyonu yardımı ile bu ışınımlar hesaplanmış ve daha sonra camdan mahal içerisine geçen güneş ışınım değeri belirlenmiştir. Belirlenen değerler, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı tarafından tavsiye edilen 40° Kuzey enlemi için tablo değerleri [1] ile karşılaştırılmıştır.

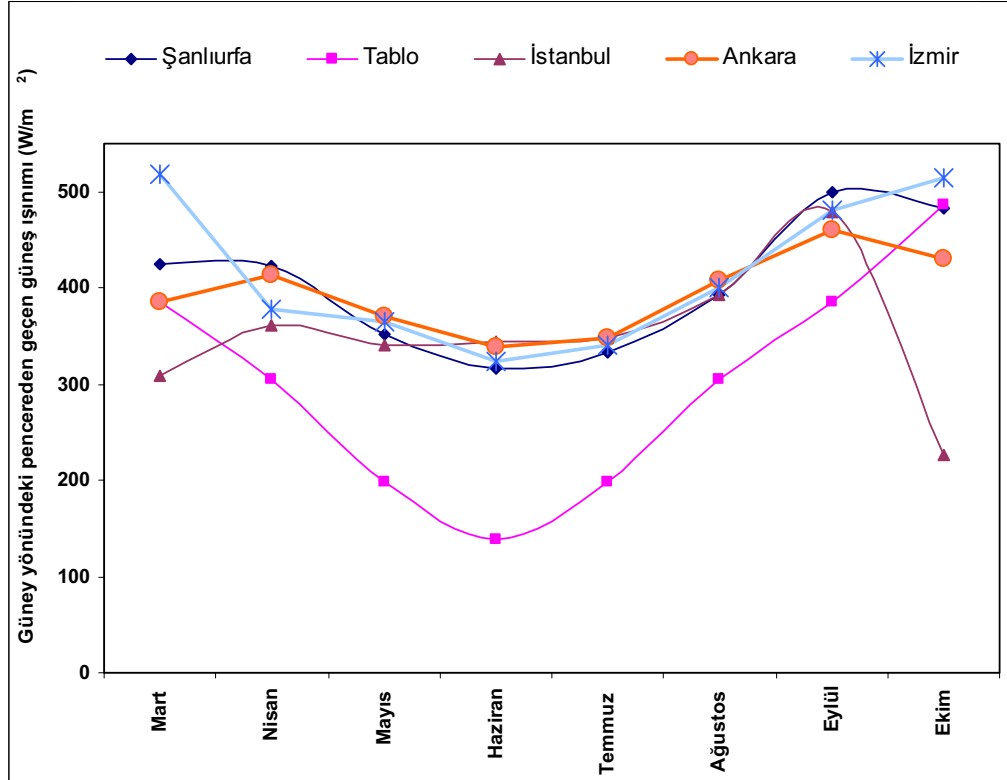
Türkiye iklim şartlarında soğutma ihtiyacının olabileceği Mart-Ekim ayları arasında tek camlı pencereden geçen güneş ışınımı değerleri her bölgeyi temsil edecek toplam 17 il için hesaplanmıştır. Bu çalışmada Güney yönü, saat 11:00, 13:00 ve 15:00 için elde edilen değerler analiz edilmiştir. Hesaplamalarda Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden temin edilen 1995-2006 yılları arası saatlik yatay düzleme gelen toplam güneş ışınım değerleri kullanılmıştır. Tablo 2’de farklı yıllar için saat 15:00’te hesaplanan değerler Şanlıurfa ili için verilmiştir. Tablodan hesaplanan değerlerin yıllara göre farklılık göstermesine rağmen birbirine yakın değerler aldığı görülmektedir. Şekil 2’de Güney yönü için saat 15:00’te tek camlı pencereden geçen güneş ışınım değerinin aylara göre değişimi ve literatürdeki tablo değerleri [1,2] ile karşılaştırılması ele alınan 17 il için verilmiştir. Şekilden görüleceği üzere modellerden elde edilen değerler, tablo değerlerine göre genellikle daha yüksek çıkmıştır. Fakat modeller sonucu elde edilen değerler tablo değerlerine benzer değişimi göstermektedir. Geçiş sezonu olarak Mart, Nisan, Eylül ve Ekim aylarında tablo ve modellerden elde edilen değerler arasındaki fark düşük, soğutma sezonundaki Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında ise fark büyük olmaktadır. Bunun yanında güneş enerjisi potansiyelinin yüksek olduğu bölgelerde bulunan Adana, İzmir ve Şanlıurfa illerindeki değerler tablo değerlerine daha yakın olmaktadır. Şekilden pencerelerden geçen güneş ışınım şiddeti, yaz aylarında bir azalış göstermekte olup kış aylarına doğru ise artmaktadır. Bunun sebebi, güneş yükseklik açısına bağlı olarak kış aylarında güneş ışınımının eğimli yüzeylere daha dik geliyor olmasıdır. Şekil 3 ve 4’te bazı iller için saat 11 ve 13’te güney yönündeki pencereden geçen güneş ışınımının aylara göre değişimi verilmektedir. Şekillerden İstanbul’un Mart ve Ekim aylarında tablo değerlerinden daha düşük değerler aldığı görülmektedir.

Tablo 2. Şanlıurfa güney yönündeki pencerelerden geçen güneş ışınımı değerleri [W/m^2]

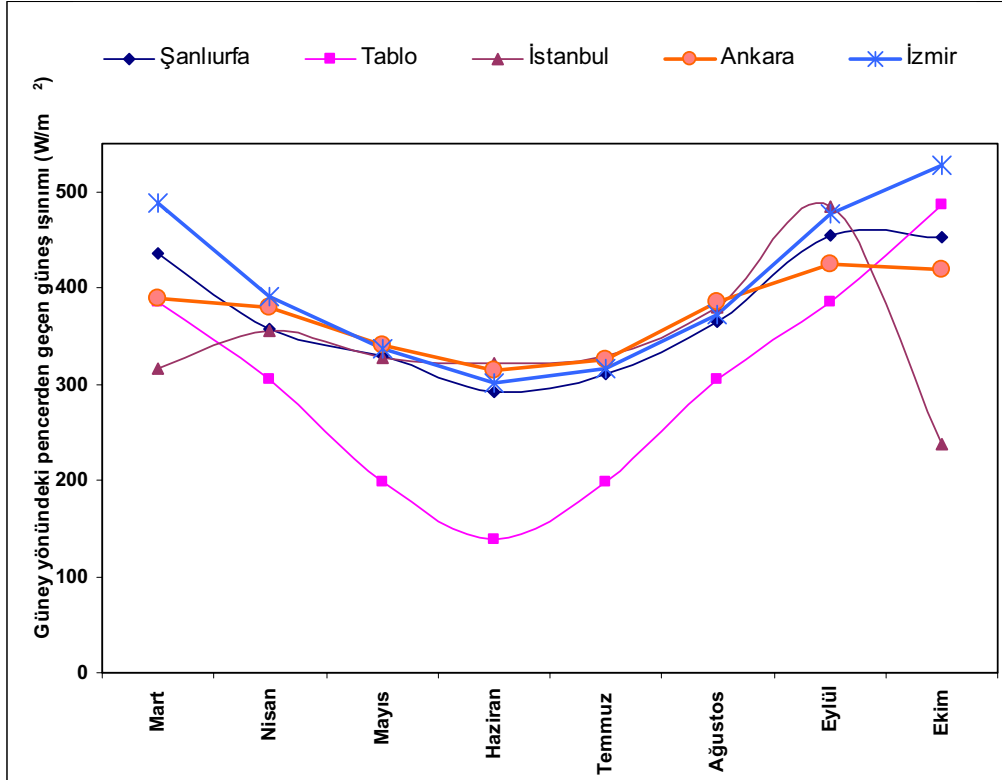
Ay	Saat	Modeller (2004)	Modeller (2005)	Modeller (2006)	Tablo değeri [1,2]
Mart	15:00	435.52	228.18	367.00	255.81
Nisan	15:00	303.71	307.25	303.67	160.46
Mayıs	15:00	239.15	248.59	235.85	82.56
Haziran	15:00	225.41	218.12	203.78	60.46
Temmuz	15:00	230.11	240.38	216.87	82.56
Ağustos	15:00	262.15	287.07	310.70	160.46
Eylül	15:00	353.93	320.57	443.60	255.81
Ekim	15:00	428.17	500.24	553.64	327.90



Şekil 2. Türkiye iklim bölgelerini temsil eden 17 ilde saat 15:00 için güneydeki pencereden geçen güneş ışınlamı değerlerinin aylara göre değişimi.



Şekil 3. Bazı illerde saat 13:00 için pencereden geçen güneş ışınım şiddeti değerinin aylara göre değişimi.



Şekil 4. Bazı illerde saat 11:00 için pencereden geçen güneş ışınım şiddeti değerinin aylara göre değişimi.

4. Sonuç ve Öneriler

Eğik yüzeylere gelen güneş ışınım şiddeti değerinin tespiti, farklı modeller olduğundan hesabı oldukça karmaşıktır. Bu çalışmada, eğik düzleme gelen saatlik toplam güneş ışınım değerleri ölçülmüş ve literatürden tespit edilen modeller yardımıyla hesaplanan değerlerle istatistiksel olarak karşılaştırılarak uygun modeller tespit edilmiştir. 90° eğim açısı için “Orgill ve Hollands (yatay difüz ışınım için)-Koronakis (eğik difüz ışınım için)-Liu ve Jordan (eğik direkt ışınım için), Liu ve Jordan (eğik yansıyan ışınım için) kombinasyonu” en uygun modeller olarak belirlenmiştir. Bu modellere göre camdan geçen saatlik toplam güneş ışınım değerleri Türkiye iklim bölgelerini temsil eden 17 il için hesaplanmıştır.

Ölçülen güneş ışınımı değerleri ile modellerden elde edilen sonuçlar arasında önemli farklar olduğundan güneş enerjisi uygulamalarında eğik düzleme gelen güneş ışınımı değerlerinin gerektiği durumlarda ölçülerek tespit edilmesi daha doğru olacaktır. Ölçüm yapılamadığı takdirde o bölge için en uygun modellerin belirlenerek hesaplamaların yapılması, analizlerin güvenilirliği ve hassasiyeti açısından daha net sonuçlar ortaya çıkaracaktır. Mevcut camdan geçen güneş ışınım değerlerinin yetersiz kaldığı görülmüştür. Türk Tesisat Mühendisliği Derneği, Makina Mühendisleri Odası ve Bayındırlık ve İskan

Bakanlığı gibi kurum ve dernekler camdan geçen güneş ışınımı için ortak çalışma yapıp, her il için tablo değerleri hazırlamaları gerektiği düşünülmektedir.

Kaynaklar

- [1] E.Önen, “Havalandırma ve Klima Tesisatı”, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Teknik Yayınlar:9, Başbakanlık Basımevi, Ankara, (1985).
- [2] Ş. Tamer, “Klima ve Havalandırma”, Cilt 1, Meteksan A.Ş., Ankara, (1990).
- [3] A.F. Durmaz, “Eğik Yüzeyle Gelen Güneş Işınımının Analizi ve Cam Yüzeyle Gelen Güneş Işınımının Tespiti”, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, Şanlıurfa, (2007).
- [4] G. Notton, P. Poggi, C. Cristofari, Predicting hourly solar irradiations on inclined surfaces based on the horizontal measurements: performances of the association of well-known mathematical models, *Energy Conversion and Management* 47, 1816-1829 (2006).
- [5] G. Notton, C. Cristofari, P. Poggi, Performance evaluation of various hourly slope irradiation models using mediterranean experimental data of Ajaccio, *Energy Conversion and Management* 47, 147-173 (2006).
- [6] H. Aras, O. Ballı, and A. Hepbaşlı, Estimating the horizontal diffuse solar radiation over the Central Anatolia Region of Turkey, *Energy Conversion and Management*, 47: 2240–2249 (2006).
- [7] M. Bashahu, Statistical comparison of models for estimating the monthly average daily diffuse radiation at a subtropical African site, *Solar Energy*, 75: 43-51 (2003).
- [8] H. Bulut, A.F. Durmaz, B. Yeşilata, Eğik düzleme gelen güneş ışınım değerlerinin deneysel olarak incelenmesi, I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi, 21–23 Haziran, Eskişehir, s.143–149 (2006).
- [9] C. Gueymard, Predicting and performance assessment of mean hourly global radiation, *Solar Energy*, 68: 285–303 (2000).
- [10] J. S. Hsieh, “Solar Energy Engineering”, Prentice-Hall, 542s (1986).
- [11] T. Yılmaz, H. Bulut, M. Özgören, Isı kazancı olarak camdan geçen toplam güneş radyasyonunun hesaplanması, *Ç. Ü. Müh. Mim. Fak. Dergisi*, 11(2):133–146 (1996).