DİYARBAKIR İLİ İÇİN GÜNEŞ VERİLERİNİN ANALİZİ ve TİPİK GÜNEŞ IŞINIM DEĞERLERİNİN TÜRETİLMESİ

Hüsamettin BULUT[1], Orhan BÜYÜKALACA[2]

[1]Harran Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, Osmanbey Kampüsü 63000-Şanlıurfa
Tel: 414 344 00 20/1096 E-posta: hbulut@harran.edu.tr
[2]Çukurova Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü, 01330-Adana
Tel: 322 338 64 85 E-posta: orhan1@cukurova.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, Diyarbakır ili için güneş enerjisi sistemlerinin tasarımında kullanılan yatay düzleme gelen günlük toplam güneş ışınım şiddeti, güneşlenme süresi ve berraklık indeksi değerleri uzun dönem yeni ölçüm değerleri kullanılarak analiz edilmiştir. Bu amaç için 1985-2001 yılları arasında Devlet Meteoroloji İşlerinden (DMİ) temin edilen 17 yıllık saatlik ölçüm verileri kullanılmıştır. Güneş verileri aylık ortalama değerler olarak çizelgelerde verilmiştir. Ayrıca, yatay düzleme gelen toplam güneş ışınım şiddetinin ve berraklık indeksinin gün boyunca saatlik değişimi irdelenmiş ve tipik günler için değerler sunulmuştur. Bunlara ilave olarak, uzun dönem (17 yıl) ölçüm verileri kullanılarak, yatay düzleme gelen günlük toplam güneş ışınım şiddeti bir trigonometrik fonksiyonla ifade edilmiştir. Bu fonksiyondan türetilen değerlerin, ölçülen değerlere göre ortalama mutlak, bağıl ve standart hataları ve korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Ölçülen güneş ışınım değerleri yıl içinde ve yıllara göre dalgalanma göstermekle birlikte, geliştirilen eşitliğin uzun dönem ölçüm değerlerini iyi bir şekilde temsil ettiği görülmüştür. Ayrıca yeni ölçümler ışığında, Finkelstein-Schafer (FS) istatistiği kullanılarak günlük toplam güneş ışınım şiddeti için test referans yılı (TRY) oluşturulmuştur. Diyarbakır için elde edilen veriler literatürde verilen değerlerle karşılaştırılmış ve değerler arasında farkların olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Diyarbakır, güneş ışınımı, güneşlenme süresi, berraklık indeksi, test referans yıl.

1. GİRİŞ

Güneş ışınım şiddeti, güneşlenme süresi ve berraklık indeksi, güneş enerjisi sistemlerinin tasarımında, modellenmesinde ve performans değerlendirmesinde kullanılan temel verilerdir. Bundan dolayı güneş enerjisi sisteminin kurulacağı yer için, bu temel verilerin tespiti ve iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Pratikte güneş enerjili sistemlerin performans değerlendirilmesinde verilerinin kolay kullanılabilir olması ve karmaşık bir şekilde olmaması istenmektedir. Bundan dolayı, bu çalışmada Diyarbakır (37 55 N, 40 12 E, 660 m) ili için güneş enerjisi sistemlerinin tasarımında kullanılan yatay düzleme gelen güneş ışınım şiddeti ve güneşlenme süresi değerleri 1985-2001 yılları arası, 17 yıllık ölçüm değerleri DMİ'den temin edilerek, gerekli analizleri yapılmıştır. Yatay düzleme gelen günlük toplam güneş ışınım şiddetinin, güneşlenme süresinin ve berraklık indeksinin aylık ortalama değerleri çizelgelerde verilmiştir. Ayrıca yatay düzleme gelen toplam güneş ışınım şiddetinin ve berraklık indeksinin gün boyunca saatlik değişimi de irdelenmiştir.

Türkiye'de güneş verileri ile ilgili bazı bağımsız çalışmalar bulunmaktadır [1-15]. Bulut ve arkadaşları [1] Adana, Kayseri, Ankara ve İstanbul illeri için yatay düzleme gelen güneş ışınım şiddeti, güneşlenme süresi ve berraklık indeksi değerlerini yeni ölçümler dikkate alarak analiz etmişlerdir. Yılmaz ve Bulut [2], DMİ'den temin edilen 1980 - 1993 yılları arasındaki 14 yıllık verileri esas alarak, Şanlıurfa için yatay düzleme gelen günlük toplam

güneş ışınımını veren bir denklem türetmişlerdir. Ünal ve arkadaşları [3], DMİ 1984 bültenlerinde yayınlanan aylık ortalama değerleri kullanarak, 21 il için yatay düzleme gelen toplam güneş ışınımını veren eşitlikler elde etmişlerdir. Fakıoğlu ve Ecevit [4], DMİ'nin 1984 yılı bültenindeki aylık ortalama günlük ışınım değerlerini kullanarak, günlük toplam ve saatlik direkt ve yaygın güneş ışınım değerlerini veren ve 32 istasyon için kullanılabilen bir denklem vermişlerdir. Kaygusuz ve Ayhan [5], Trabzon ili için 1990-1993 yılları arası güneş ışınımı verilerini analiz etmişlerdir. Kaygusuz [6] Güneydoğu Anadolu Projesi'nin (GAP) enerji ve su potansiyelini belirlemeye yönelik olarak bölge illerine ait iklimsel veriler yanında güneşlenme sürelerini ve güneş ışınım değerlerini vermiştir. İzmir için detaylı güneş verileri Hepbaşlı ve Ülgen [7-9] tarafından verilmiştir. Türkiye'deki 9 il için günlük toplam güneş ışınım değerleri, Güneş [10] tarafından analiz edilmiştir. Bulut [11] İstanbul için tipik güneş ışınım verileri türetmiştir.

2. GÜNEŞ VERİLERİNİN ANALİZİ

Çizelge 1'de Diyarbakır için yatay düzleme gelen günlük toplam güneş ışınım şiddeti (I_a) ve günlük toplam güneşlenme süresinin (GS) aylık ortalamaları verilmiştir. Bu veriler 17 yıllık ölçümlerden elde edilmiştir. Aylık ortalama güneş ışınım şiddeti ve güneşlenme süresi en yüksek değerlerini, sırasıyla, Haziran ayında 27.16 MJ/m²gün ve 12.33 saat olarak almaktadırlar. Çizelge 1'de ayrıca aylık berraklık indeksi (B_a) değerleri de verilmiştir. Berraklık indeksinin 0.42-0.65 arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 1. Diyarbakır ili için yatay düzleme gelen günlük toplam güneş ışınım şiddetinin (I_a), güneşlenme süresinin (GS), berraklık indeksinin (B_a) aylık ortalaması ve her ayı temsil eden gün değerleri (n_i).

Ay	n_i	I_a [MJ/m²gün]	GS [Saat]	B_a
Ocak	17	7.60	3.99	0.45
Şubat	47	11.00	4.84	0.50
Mart	75	15.40	5.92	0.54
Nisan	105	19.61	7.54	0.56
Mayıs	135	23.61	9.74	0.59
Haziran	162	27.16	12.33	0.65
Temmuz	198	26.24	12.29	0.64
Ağustos	228	23.58	11.77	0.64
Eylül	258	20.21	10.10	0.65
Ekim	288	14.17	7.49	0.59
Kasım	318	9.48	5.58	0.53
Aralık	344	6.43	3.38	0.42
	Ortalama	17.04	7.91	0.56

Çizelge 2'de 1985-2001 yılları arası 17 yıllık saatlik ölçümler kullanılarak elde edilen saatlik ortalama güneş ışınım şiddeti değerleri (I_s) verilmiştir. Çizelgeden saatlik ortalama güneş ışınım şiddetinin genelde saat 11-13 arasında maksimum olmakla beraber, en yüksek değerini 3.05 MJ/m² olarak

Çizelge 2. Diyarbakır İçin Saatlik Ortalama Güneş Işınım Şiddeti, I_s [MJ/m²].

Saat	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Hazi.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
04-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
05-06	0.00	0.00	0.00	0.04	0.19	0.30	0.20	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00
06-07	0.00	0.01	0.10	0.39	0.71	0.92	0.76	0.56	0.36	0.12	0.01	0.00
07-08	0.07	0.16	0.51	0.98	1.36	1.58	1.43	1.24	1.01	0.57	0.23	0.08
08-09	0.33	0.55	1.05	1.56	1.93	2.17	2.00	1.83	1.63	1.15	0.65	0.33
09-10	0.70	1.03	1.58	2.03	2.39	2.62	2.46	2.30	2.11	1.61	1.08	0.66
10-11	1.02	1.44	1.96	2.34	2.68	2.91	2.78	2.64	2.45	1.93	1.39	0.94
11-12	1.24	1.67	2.14	2.49	2.80	3.05	2.95	2.80	2.60	2.07	1.56	1.11
12-13	1.31	1.74	2.14	2.44	2.75	3.02	2.99	2.80	2.59	2.04	1.53	1.12
13-14	1.19	1.61	1.97	2.25	2.56	2.86	2.88	2.67	2.39	1.80	1.32	0.99
14-15	0.94	1.32	1.69	1.99	2.22	2.55	2.59	2.37	2.04	1.43	1.00	0.73
15-16	0.58	0.93	1.25	1.54	1.78	2.12	2.14	1.94	1.58	0.96	0.56	0.39
16-17	0.20	0.47	0.73	1.00	1.27	1.59	1.62	1.38	0.98	0.43	0.15	0.09
17-18	0.01	0.09	0.25	0.47	0.73	1.01	1.00	0.76	0.40	0.06	0.00	0.00
18-19	0.00	0.00	0.01	0.08	0.23	0.42	0.40	0.21	0.03	0.00	0.00	0.00
19-20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Haziran ayında saat 11-12 arasında aldığı görülmektedir.

Aylık ortalama berraklık indeksi ve saatlik ortalama berraklık indeksi aşağıdaki eşitlikler kullanılarak hesaplanabilir [16,17]:

Aylık ortalama berraklık indeksi (B_a),

$$B_a = \frac{I_a}{I_0} \quad (1)$$

ile hesaplanabilir. Burada I_a [MJ/m²gün] yatay düzleme gelen günlük toplam güneş ışınım şiddetinin aylık ortalaması olup, çizelge 1'de Diyarbakır için değerler verilmiştir. I_0 [MJ/m²gün] ise atmosfer dışı günlük toplam ışınım şiddeti olup, aşağıdaki eşitlikle belirlenebilir:

$$I_0 = \left(\frac{24x3600}{\pi}\right) I_c \, f \left[\begin{matrix} Cos(e)Cos(d)Sin(w) \\ + wSin(e)Sin(d) \end{matrix}\right] x10^{-6} \quad (2)$$

Burada I_c güneş sabiti (1367 W/m²), "e" enlem açısı, "d" deklinasyon açısı, "w" gün doğuş saat açısı ve "f" güneş sabitini düzeltme faktörü olup, aşağıdaki eşitliklerle bulunurlar:

$$d = 23.45\, Cos\left[\frac{2\pi}{365}(n_t + 284)\right] \quad (3)$$

$$w = ArcCos[-\tan(e)\tan(d)] \quad (4)$$

$$f = 1 + 0.033\, Cos\left[\frac{2\pi n_t}{365}\right] \quad (5)$$

Eşitlik (3) ve (5)'teki "n_t", 1 ocaktan itibaren sayılmak üzere her bir ayı temsil eden gün değeridir. Literatürde [17,18] tavsiye edilen değerleri çizelge 1'de gösterilmiştir.

Saatlik ortalama berraklık indeksi (B_s);

$$B_s = \frac{I_s}{I_{0s}} \quad (6)$$

eşitliği ile hesaplanır. Burada I_s [MJ/m²h] yatay düzleme 1 saatlik periyod içerisinde gelen toplam güneş ışınım şiddetini göstermektedir (Çizelge 2). I_{0s} [MJ/m²h] ise atmosfer dışı saatlik toplam güneş ışınım şiddeti olup,

$$I_{0s} = \left(\frac{12x3600}{\pi}\right) I_c \, f \left[\begin{matrix} Cos(e)Cos(d)(Sin(w_2) \\ - Sin(w_1)) + (w_2 - w_1) \\ Sin(e)Sin(d) \end{matrix}\right] x10^{-6} \quad (7)$$

eşitliğiyle belirlenebilir. Burada w_2 ve w_1 saat açıları olup t_1 ve t_2 güneş saatleri kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanırlar:

$$w_1 = (t_1 - 12)x15 \quad (8)$$

$$w_2 = (t_2 - 12)x15 \quad (9)$$

Çizelge 3'te, çizelge 2'de verilen değerler kullanılarak hesaplanan saatlik ortalama berraklık indeksi değerleri (B_s) verilmiştir. Çizelgeden sabah erken saatler ve akşama yakın saatler dışında, saatlik ortalama berraklık indeksinin gün boyunca fazla değişmediği görülmektedir.

Çizelge 3. Diyarbakır İçin Saatlik Ortalama Berraklık İndeksi, B_s

Saat	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Hazi.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
05-06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.44	0.34	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
06-07	0.00	0.00	0.26	0.40	0.50	0.58	0.50	0.48	0.58	0.00	0.00	0.00
07-08	0.21	0.20	0.37	0.50	0.59	0.64	0.60	0.59	0.64	0.58	0.52	0.40
08-09	0.28	0.33	0.46	0.56	0.62	0.67	0.63	0.62	0.66	0.62	0.50	0.32
09-10	0.37	0.43	0.53	0.58	0.63	0.67	0.64	0.64	0.67	0.63	0.54	0.38
10-11	0.43	0.50	0.56	0.58	0.63	0.67	0.65	0.64	0.67	0.63	0.56	0.43
11-12	0.47	0.53	0.57	0.58	0.62	0.67	0.65	0.64	0.66	0.62	0.57	0.45
12-13	0.50	0.55	0.57	0.57	0.61	0.66	0.66	0.64	0.66	0.61	0.56	0.46
13-14	0.50	0.56	0.56	0.56	0.60	0.66	0.67	0.65	0.65	0.59	0.53	0.45
14-15	0.50	0.55	0.57	0.57	0.58	0.66	0.68	0.66	0.64	0.56	0.50	0.43
15-16	0.49	0.56	0.55	0.55	0.57	0.65	0.67	0.66	0.64	0.52	0.43	0.38
16-17	0.61	0.59	0.53	0.51	0.55	0.64	0.68	0.66	0.62	0.44	0.34	0.45
17-18	0.00	0.00	0.65	0.48	0.52	0.63	0.66	0.65	0.65	0.00	0.00	0.00
18-19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.61	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

3. TİPİK GÜNEŞ IŞINIM DEĞERLERİNİN TÜRETİLMESİ

İklim değişkenleri için tipik değerlerin türetilmesinde iki yaklaşım kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi gerçek ölçüm değerlerinden seçim yapılması, yani test referans yıl oluşturulmasıdır. İkinci yöntem ise matematiksel ve istatistiksel metotlar kullanılarak, verilerin sentetik olarak türetilmesidir. Bu çalışmada her iki yöntem de kullanılmıştır.

3.1. Güneş Işınımı İçin Test Referans Yılının Oluşturulması

Günlük toplam güneş ışınımı için test referans yılının oluşturulmasında en yaygın metod olan Finkelstein-Schafer (FS) istatistiği [19] kullanılmıştır. Bu yönteme göre, n adet X değişkeni varsa ve X_1, $X_2,\ldots,X_n$ artan şekilde sıralandıklarında, kümülatif frekans dağılım fonksiyonu (CDF), $S_n(X)$, artan adım fonksiyonu olarak aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$S_n(X)=\begin{cases}0 & \text{for } X<X_1\\ (k-0.5)/n & \text{for } X_k<X<X_{k+1}\\ 1 & \text{for } X>X_n\end{cases} \quad (10)$$

Her bir ayın uzun dönem ve her bir yıla ait ayın sahip olduğu CDF değerleri arasındaki fark olan FS değeri,

$$FS=(1/n)\sum_{i=1}^{n}\delta_i \quad (11)$$

eşitliği ile hesaplanır. Burada δ_i ele alınan ayın uzun dönem CDF değeri ve aynı ayın bir yıl için sahip olduğu CDF değeri arasındaki mutlak farkı olup, aşağıdaki denklemden hesaplanır.

$$\delta_i=\max\left[\left|F(X_i)-(i-1)/n\right|,\left|F(X_i)-i/n\right|\right] \quad (12)$$

$$F(X_i)=1-\exp(-X_i/\bar{X}) \quad (13)$$

Burada X_i n adet gözlemin artan şekilde sıralanmış dizisi ve $\bar{X}$ bu gözlemlerin ortalamasıdır.

Bu işlemlerden sonra, veritabanındaki her bir yıla ait her bir ayın FS değerleri hesaplanır ve en küçük FS değerine sahip ay tipik yılda yerini alır. Bu çalışmada 1985-2001 yılları arasında 17 yıllık ölçülmüş veritabanı kullanılarak, her bir yılın her bir ayına ait FS değerleri belirlenmiştir. En küçük FS değerine sahip aylar tespit edilerek tipik yıl oluşturulmuştur. Diyarbakır'a ait test referans yıl çizelge 4'te, en düşük FS (Min FS) değerleri ve aylık ortalama güneş ışınım değerleri ($I_{a,TRY}$) ile birlikte verilmiştir. En düşük FS değerleri 0.033 ve 0.056 arasında değişmektedir.

Çizelge 4. Test Referans Yılları, Minimum FS Değerleri ve Tipik Aylara Ait Güneş Işınımının İçin Aylık Ortalama Değerleri

Ay	Yıl	Min FS	$I_{a,TRY}$
Ocak	1992	0.033	8.66
Şubat	1992	0.051	11.70
Mart	1997	0.047	16.56
Nisan	1989	0.054	20.68
Mayıs	1997	0.054	24.28
Haziran	1998	0.050	27.62
Temmuz	2001	0.052	26.79
Ağustos	2000	0.056	24.77
Eylül	1989	0.056	21.23
Ekim	1992	0.052	15.05
Kasım	1998	0.050	9.63

Diyarbakır ili için test referans yıldan elde edilen yatay düzleme gelen günlük toplam güneş ışınım değerleri çizelge 5'de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği gibi yatay düzleme gelen günlük toplam güneş ışınım için en düşük ve en yüksek değerleri sırasıyla Aralık ayında 1.10 MJ/m² ve Haziran'da 30.66 MJ/m²'dır. Yıllık ortalama değeri ise 17.85 MJ/m²gün'dür.

Çizelge 5. Diyarbakır İçin Yatay Düzleme Gelen Günlük Toplam Güneş Işınımı (MJ/m²gün) İçin Tipik Referans Yıl Değerleri

Gün	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Hazi.	Tem.	Ağus.	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
1	2.26	8.06	2.97	19.61	17.84	26.45	30.50	27.90	23.70	18.61	13.22	3.19
2	5.35	10.11	11.62	19.71	20.24	20.28	30.00	27.59	23.44	18.31	13.36	4.02
3	9.91	3.38	6.79	20.57	23.74	25.98	29.60	28.91	23.03	17.42	12.48	10.25
4	9.93	4.19	19.92	21.20	23.76	26.81	28.00	25.98	23.10	17.25	12.54	10.11
5	8.81	11.79	14.44	22.24	28.83	26.18	27.00	20.44	22.79	17.29	13.02	10.75
6	6.07	4.19	19.36	20.18	28.19	21.94	26.93	21.40	22.47	17.97	12.08	8.94
7	2.97	11.79	20.33	19.05	28.25	28.78	26.46	25.21	21.59	16.13	12.14	2.22
8	11.04	14.92	21.91	15.27	28.73	29.17	27.48	25.35	20.09	15.82	12.36	1.10
9	10.05	14.92	20.71	19.10	27.58	27.29	28.60	25.52	19.03	15.67	11.60	8.76
10	9.85	15.55	16.73	19.25	27.38	30.01	29.70	25.26	22.96	18.25	8.23	9.19
11	10.29	16.18	19.69	16.69	26.75	29.16	28.59	26.67	21.17	17.43	11.03	6.81
12	10.07	10.56	18.82	19.76	28.21	23.67	27.76	24.97	23.17	15.28	11.54	5.01
13	7.21	15.42	20.53	21.09	27.15	29.67	27.14	24.87	22.88	15.05	5.85	1.28
14	7.59	15.02	16.41	16.48	27.90	27.34	26.52	25.27	23.68	12.55	7.75	3.12
15	3.81	15.61	15.85	23.64	27.65	27.96	26.58	25.51	23.36	16.55	7.28	5.35
16	9.00	15.48	17.44	21.80	25.82	26.92	23.84	26.94	19.13	14.78	10.22	5.41
17	11.23	16.34	17.46	22.68	8.22	26.33	26.15	25.83	19.47	15.08	4.33	6.68
18	2.78	8.94	10.95	25.05	13.19	27.27	28.46	25.21	19.81	14.71	8.87	6.69
19	9.65	5.81	20.93	24.47	19.75	27.86	27.36	25.74	23.59	14.77	9.04	9.88
20	3.84	7.76	25.33	24.18	20.49	25.90	22.87	22.48	22.83	14.48	11.06	8.65
21	11.10	17.03	11.94	22.89	27.18	27.86	24.26	22.37	22.78	13.91	11.01	8.54
22	12.71	14.22	14.45	23.49	19.25	30.66	25.64	23.09	21.19	13.67	8.34	9.30
23	12.03	11.41	13.29	23.84	27.46	30.57	27.55	23.96	21.61	13.39	9.76	2.86
24	12.14	6.35	16.24	23.33	17.30	30.55	26.98	23.73	21.10	14.00	10.12	5.44
25	9.50	9.16	5.65	17.47	16.92	29.89	26.23	22.67	19.83	13.90	9.95	8.82
26	12.50	5.24	16.99	15.26	28.02	29.66	25.07	20.31	20.71	15.11	5.16	8.00
27	13.24	18.54	7.16	17.20	26.66	28.86	23.90	24.09	16.61	11.51	7.94	8.70
28	12.32	19.74	13.37	22.72	28.82	28.37	25.76	24.36	15.42	8.59	8.15	7.15
29	10.49	-	27.13	19.87	29.86	28.88	26.30	26.62	19.63	13.26	1.98	8.57
30	5.10	-	25.18	22.28	21.76	28.27	23.61	26.30	16.73	12.90	8.53	9.15
31	5.65	-	23.67	-	29.64	-	25.56	23.46	-	12.86	-	8.57

3.2 Yatay Düzleme Gelen Günlük Toplam Güneş Işınım Şiddetinin Fonksiyonla İfade Edilmesi

Sıcaklık ve güneş ışınımı gibi meteorolojik verilerin çok düzensiz bir yapıları olduğundan, bu değişkenleri matematiksel olarak ifade etmek çok zordur. Fakat bazen belli bir periyot içinde bu değişimin bilinmesi istenir. Bazı araştırmacılar yıl boyunca güneş ışınımının eşitliklerle ifade edilebileceğini göstermişlerdir [3, 11, 20]. Bu çalışmada, günlük güneş ışınımı, basit trigonometrik fonksiyona dayanan bir eşitlik ile ifade edilmiştir. Eşitlik sadece yılın gününe bağlıdır. Yatay düzleme gelen güneş ışınımı (I) MJ/m²gün cinsinden aşağıdaki eşitlikle tahmin edilebilir:

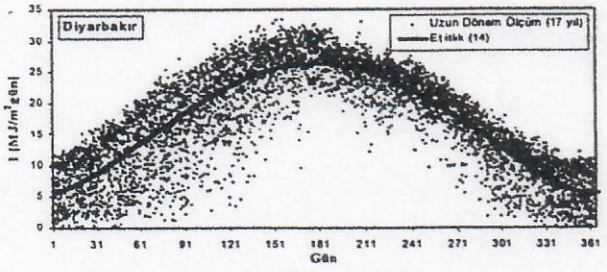
$$I = I_1 + (I_2 - I_1)\left|Sin\left[\frac{\pi}{365}(m+5)\right]\right|^{1.5} \qquad (14)$$

Burada, m 1 ocaktan itibaren yılın günlerini göstermektedir. Örneğin 1 Ocak için m=1, 31 Aralık için ise m=365'dir. I_1 ve I_2 fonksiyon sabitleri olarak, 17 yıllık ölçülen değerlerden tespit edilmiş olup, Çizelge 6'da ortalama mutlak hata (OMH), ortalama bağıl hata (OBH) ve ortalama standart hata (OSH) ve korelasyon katsayısı (r) değerleri ile birlikte Diyarbakır için verilmiştir.

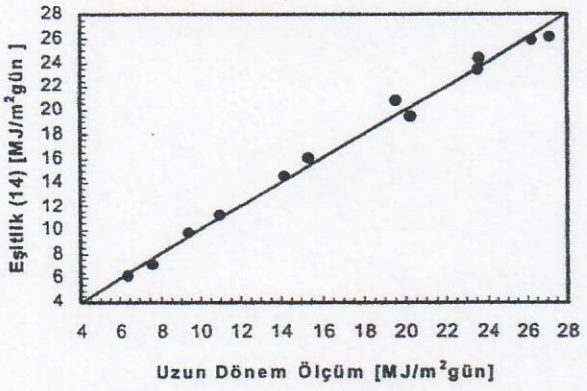
Çizelge 6. Yatay Düzleme Gelen Toplam Güneş Işınım Şiddetinin Fonksiyon Değişkenleri ve Ortalama Hatalar

I_1	I_2	±OMH [MJ/m² gün]	OBH [%]	OSH [MJ/m² gün]	r
5.40	26.37	3.06	23	3.92	0.88

Şekil 1'de Diyarbakır ili için yatay düzleme güneş ışınım şiddetinin yıl boyunca değişimi gösterilmiştir. Ölçüm değerlerinin yıllara göre ve yıl içindeki dalgalanmalarına rağmen, fonksiyon değerlerinin ölçülen değerleri iyi bir şekilde temsil ettiği görülmektedir. Özellikle binaların dinamik analizlerinde ve bilgisayar simülasyonlarında önerilen eşitlik rahatlıkla kullanılabilir. Şekil 2'de ölçümlerden elde edilen yatay düzleme gelen günlük toplam ışınım şiddetinin aylık ortalaması ile eşitlikten elde edilen değerler karşılaştırılmıştır. Aylık bazda eşitliğin çok iyi sonuçlar verdiği görülmektedir.



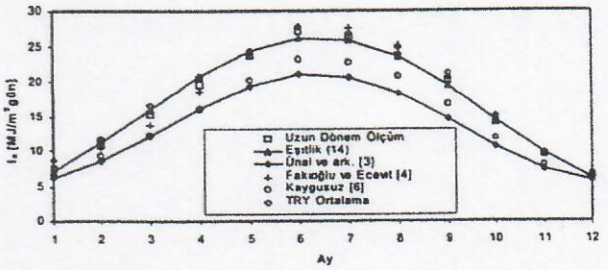
Şekil 1. Yatay Düzleme Gelen Günlük Toplam Güneş Işınımının Yıl Boyunca Değişimi



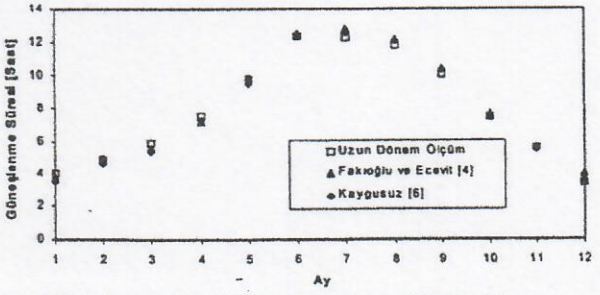
Şekil 2. Uzun Dönem Ölçüm Değerlerinin Eşitlik (14) ile Aylık Bazda Karşılaştırılması

4. SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Şekil 3'de ölçümlerden elde edilen yatay düzleme gelen günlük toplam ışınım şiddetinin aylık ortalaması, TRY değerleri, önerilen eşitlik (eşitlik 14) değerleri ve Diyarbakır ili için literatürde bulunan değerler ile karşılaştırılmıştır. Şekilden eşitliğin uzun dönem ölçüm değerleri ile uyum içinde olduğu görülmüştür. Ünal ve ark. [3] tarafından verilen değerlerin genelde düşük olduğu, Fakıoğlu ve Ecevit [4] ve Kaygusuz [6] tarafından verilen değerlerin uzun dönem değerlerinden saptığı tespit edilmiştir. Şekil 4'te ise güneşlenme sürelerinin karşılaştırılması gösterilmiştir. Güneşlenme süreleri arasında önemli farkların olmadığı görülmektedir.



Şekil 3. Diyarbakır İli İçin Güneş Işınım Değerlerinin Karşılaştırılması



Şekil 4. Diyarbakır İli İçin Güneşlenme Sürelerinin Karşılaştırılması

SONUÇ

Diyarbakır iline ait yatay düzleme gelen günlük toplam güneş ışınımı ve günlük güneşlenme süreleri toplam 17 yıllık yeni ölçümler ışığında analiz edilmiştir. Saatlik ve günlük güneş ışınım değerleri tablolarda verilmiştir. Ayrıca saatlik ve aylık berraklık indeksi değerleri hesaplanmıştır. Diyarbakır için günlük toplam güneş ışınım değerlerine ait test

referans yıl, Finkelstein-Schafer istatistiği kullanılarak oluşturulmuştur. Ayrıca günlük toplam güneş ışınım değerleri eşitlikle ifade edilmiştir. Geliştirilen eşitliğin ölçüm değerlerini iyi bir şekilde temsil ettiği görülmüştür. Ayrıca bu çalışmada elde edilen değerler literatürde verilen değerlerle karşılaştırılmış, değerler arasında farkların olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucu verilen değerlerin Diyarbakır ili için güneş verileri açığını kapatacağı ve güneş enerjisi sistemleri ile uğraşan tasarımcı ve mühendisler için yararlı olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

[1] H. Bulut, O. Büyükalaca, T. Yılmaz, " Bazı iller için Güneş Işınımı, Güneşlenme Süresi ve Berraklık İndeksinin Yeni Ölçümler Işığında Analizi", Güneş Günü Sempozyumu Bildiler Kitabı, s.22-29, 25-27 Haziran 1999, Kayseri, 1999.

[2] T. Yılmaz, H. Bulut, "Şanlıurfa İli için Meteorolojik Değerlerin Günlük, Yıllık Değişiminin Sürekli Fonksiyonlarla İfadesi", 4. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi Bildiriler Kitabı, s. 188-198, Adana, 1996.

[3] A. Ünal, Y. Tanes, H.Ş. Onur "Günlük Ortalama Güneş Işınımı ve Sıcaklık Değerlerinin Sürekli Fonksiyonlarla İfadesi, Fonksiyon Parametrelerinin Türkiye'deki Dağılımı", Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, cilt 8(4), s. 37-45, 1986.

[4] T. Fakıoğlu, A. Ecevit "Türkiye'deki Çeşitli İstasyonlarda Toplam ve Saatlik Güneş Işıma Hesap Değerleri", Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, cilt 19(1-2), s. 27-32, 1998.

[5] K. Kaygusuz, T. Ayhan "Analysis of Solar Radiation Data for Trabzon, Turkey", Energy Conversion and Management, cilt 40(5), s.545-556, 1999

[6] K. Kaygusuz "Energy and Water Potential of the Southeastern Antolia Project (GAP)", Energy Sources, Cilt 21, s.913-922, 1999.

[7] A. Hepbaslı, K. Ulgen "Prediction of Solar Radiation Parameters Through Clearness İndex for İzmir, Turkey", Energy Sources, cilt 23, s. 563-570, 2001.

[8] K. Ulgen, A. Hepbaslı "Comparison of Solar Radiation Correlations for İzmir, Turkey", International Journal of Energy Research; cilt 26, s. 413-430, 2002.

[9] K. Ulgen, A. Hepbaslı "Estimation of Solar Radiation Parameters for İzmir, Turkey", International Journal of Energy Research, cilt 26, s. 807-823, 2002.

[10] M. Güneş "Analysis of Daily Total Horizontal Solar Radiation Measurements in Turkey", Energy Sources, cilt 24, s. 735-742, 2002.

[11] H. Bulut "Generation of Typical Solar Radiation Data for İstanbul, Turkey", International Journal of Energy Research, cilt 27(9), s. 847-855, 2003.

[12] İ. Dincer, S. Dilmac, I. E. Ture, M. Edin "A simple Technique for Estimating Solar Radiation Parameters and Its Application for Gebze", Energy Conversion and Management cilt 37(2), s. 183-198, 1995.

[13] R.T. Oğulata, S.N. Oğulata "Solar Radiation on Adana, Turkey", Applied Energy, cilt 71(4), s. 351-358, 2002.

[14] Toğrul IT, Onat E "A Study for Estimating Solar Radiation in Elazığ Using Geographical and Meteorological Data", Energy Conversion and Management, cilt 40(14), s. 1577-1584, 1999.

[15] İ.T. Toğrul, E. Onat "Global Solar Radiation Over Turkey: Comparison of Predicted and Measured Data", Renewable Energy, cilt 25, s. 55-67. 2002

[16] J.A. Duffie, W.A. Beckman, "Solar Engineering of Thermal Processes", John Wiley and Sons, Inc. Canada, 1991.

[17] J.S. Hsieh "Solar Energy Engineering", Prentice-Hall, Inc. New Jersey, 1986.

[18] S. A. Klein "Calculation of Monthly Average Insolation on Tilted Surfaces", Solar Energy, cilt 19, s. 325, 1977.

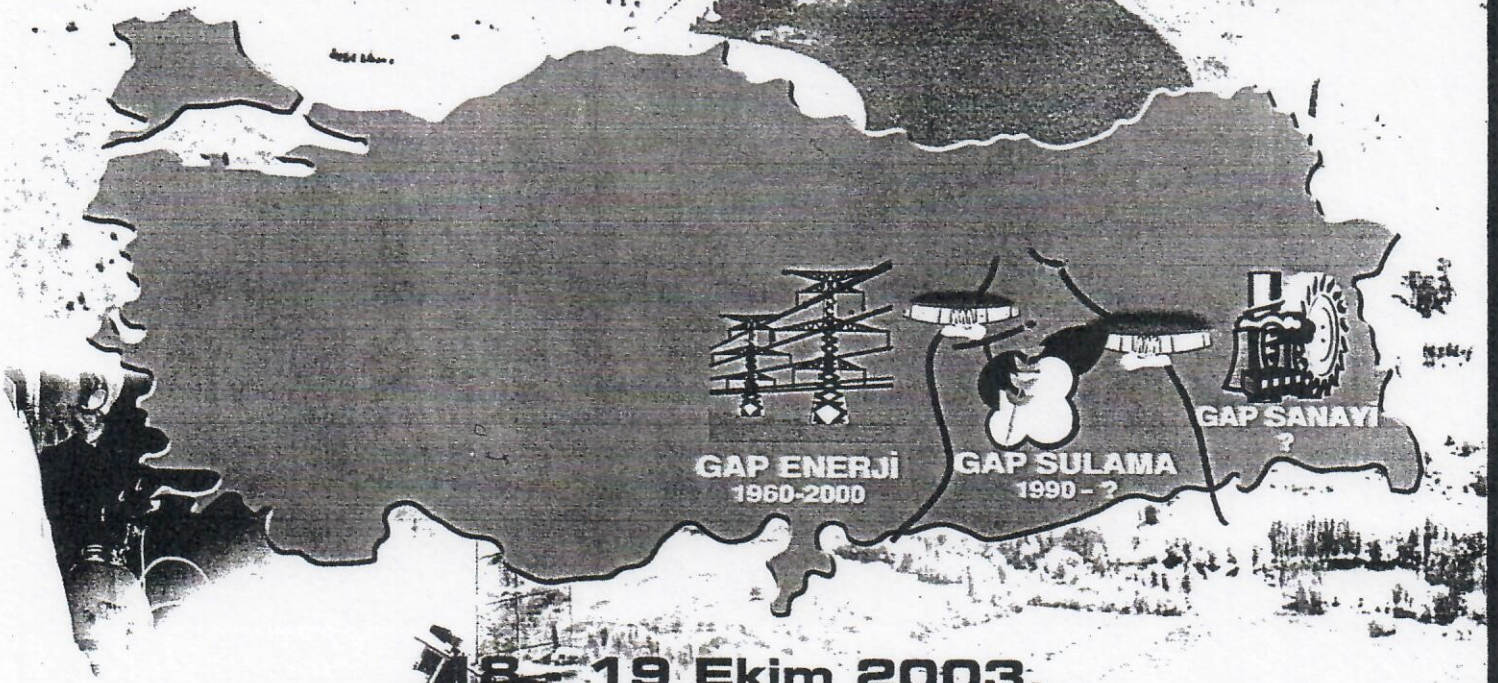
[19] J. M. Finkelstein, R.E. Schafer "Improved Goodness of Fit Tests", Biometrika, cilt 58(3), s. 641-645, 1971.

[20] İ. Sezai, E. Taşdemiroğlu "Evaluation of the Meteorological Data in Northern Cyprus", Energy Conversion and Management, cilt 36(10), s. 953-961. 1995.

G3

tmmob
makina mühendisleri odası

III. GAP ve SANAYİ KONGRESİ



18 - 19 Ekim 2003,
DİYARBAKIR

BİLDİRİLER KİTABI

Yayın No : E/2003/638