

Konya'da Aylık Ortalama Toplam Güneş Işınımının Tahmini İçin Mevcut Bazı Modellerin Karşılaştırılması

Hakan Okyay MENGEŞ, Mehmet Hakan SONMETE

Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü, Konya
hmengec@selcuk.edu.tr

Özet : Konya'da (37° 52' Enlem, 32° 29' Boylam) 2000-2002 yıllarında yatay düzleme gelen toplam günlük güneş ışınımının aylık ortalama değerleri 6 ayrı modelle hesaplanarak, aynı zaman aralığında ölçülen değerleri ile karşılaştırılmıştır. Hesaplamalarda, Angstrom – Prescott – Page, Gariépy, Kılıç ve Öztürk, Ögelman ve ark., Samuel ve Swartman ve Ogunlade modelleri kullanılmıştır. Angstrom – Prescott – Page, Gariépy, Ögelman ve ark., Samuel ve Swartman ve Ogunlade modelleri için regresyon katsayıları hesaplanmış ve bu katsayılar toplam güneş ışınımının tahmininde kullanılmıştır. Kılıç ve Öztürk modelinde kullanılan katsayılar ise Konya'nın rakımı ve enlemi baz alınarak hesaplanmıştır. Tahminin standart hatası (RMSE) değerleri kullanılarak en uygun model saptanmış ve bunlara ilaveten tahmini ve ölçülen değerler arasındaki farkın yüzdesi $|e|$ belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, Samuel modeli ile elde edilen sonuçların (RMSEort 0.471) ölçülen değerlerle iyi bir uyum sağladığı belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Toplam güneş ışınımı, güneşlenme süresi, regresyon.

Comparison of Some Existing Models to Estimation of Global Monthly Irradiation at Konya, (Turkey)

Abstract : Measurements of monthly average of daily global solar irradiation on a horizontal surface in Konya (37° 52' Latitude, 32° 29' Longitude), Turkey, during 2000-2002 have been compared with their corresponding values computed by six models. The modified Angstrom – Prescott – Page model, Gariépy model, Kılıç and Öztürk model, Ögelman et al. model, Samuel model and Swartman and Ogunlade model were used. Regression coefficients for five models were computed and employed in the prediction of global solar irradiation. The coefficients used in Kılıç and Öztürk model was calculated by using altitude and latitude at Konya. Root mean square error (RMSE) was used for the determination of the best suitable model. In addition, $|e|$ percentage of difference between estimated value and measured value was determined. The results obtained from Samuel model (RMSEmean 0.471) is in good agreement with measured values.

Key words: Global solar irradiation, sunshine duration, regression.

GİRİŞ

Dünyanın yüzeyine düşen güneş radyasyon değerleri, çoğu güneş enerji uygulamaları için, önemli giriş parametreleridir. Bu yüzden güneş enerjili sistemlerin fizibilite çalışmaları için, güneş ışınlarının günlük güneş ışınımının aylık ortalama değerlerinin tahmini gereklidir. Günümüzde güneş radyasyonunun tahmini için birçok modeller geliştirilmiştir. Bu modellerde; atmosferik basınç, atmosfer dışı güneş ışınımı, güneşlenme süreleri, bağıl nem, sıcaklık,

toprak sıcaklığı, yağış miktarları, rakım, enlem derecesi, bulutluluk oranı gibi meteorolojik verilerin bir veya birkaçı kullanılmaktadır (Ertekin ve Yıldız 2000; Acar 2002).

Bu çalışmanın amacı, Konya'da 2000-2002 yılları arasında yatay düzleme gelen günlük güneş ışınımının aylık ortalama değerlerini tahmin etmek için 6 modelin doğruluğunu kontrol etmek böylece en uygun modeli belirlemektir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada, Konya'da 2000-2002 yılları arasında yatay düzleme gelen toplam günlük güneş ışınımının aylık ortalama verileri kullanılmıştır. Ölçülen bu veriler yöresel meteoroloji istasyonundan temin edilmiştir. Çizelge 1'de Konya için bazı coğrafi ve iklimsel veriler verilmiştir.

Çizelge 1. Konya'nın bazı coğrafi ve iklimsel verileri

Enlem	: 37°52'
Boylam	: 32°29'
Rakım (m)	:1031
Yıllık ortalama sıcaklık (°C)	:11.6
Yıllık ortalama yağış (cm)	:29.9
Yıllık ortalama rüzgar hızı (m /s):	2.46

Dünya yüzeyinde yatay bir düzlem üzerine gelen güneş ışınımı miktarının tahmini için birçok araştırmacı tarafından birçok model geliştirilmiştir. Bu çalışmada, bu modellerin 6'sı kullanılmıştır. Çünkü bu modellerde, güneş ışınımının tahmini için az sayıda girdi parametresine ihtiyaç duyulmaktadır.

Kullanılan Modeller

Angstrom – Prescott – Page Modeli (Model 1)

$$H = H_0 \left[a + b \left(\frac{S}{S_0} \right) \right] \quad (1)$$

(Angstrom 1924; Prescott 1940; Page 1961).

Eşitlikte; H , yatay düzlem üzerine gelen günlük güneş ışınımının aylık ortalaması (MJ/m^2), H_0 aylık ortalama atmosfer dışı güneş ışınımı (MJ/m^2), S aylık ortalama güneşlenme süresi (h), S_0 ise aylık ortalama gün uzunluğunu (h) ifade etmektedir.

Düzelme faktörü (f), deklinasyon açısı (δ) ve ortalama güneş batış saat açısı (W_s) ise aşağıdaki eşitliklerle hesaplanabilmektedir (Cooper 1969; Duffie ve Beckman 1991).

$$f = 1 + 0.033 \left(\cos \frac{360 n}{365} \right) \quad (2)$$

$$\delta = 23.45 \sin \left[\frac{360 (284 + n)}{365} \right] \quad (3)$$

Buradaki a ve b katsayıları ise güneş ışınımı ve güneşlenme süresi ölçümlerine dayanılarak istatistiksel yöntemlerle belirlenmektedir.

Atmosfer dışında yatay yüzeye gelen güneş ışınımı aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilmektedir;

$$H_0 = \frac{24}{\pi} I_{gs} f \left[\cos \theta \cos \delta \sin W_s + \frac{\pi}{180} W_s \sin \theta \sin \delta \right] \quad (4)$$

Burada; I_{gs} güneş sabiti (=1367 W/m^2 ; Froblich, London 1986), θ hesaplama yapılan yerin enlem derecesi (°) dir.

$$W_s = \cos^{-1} (- \tan \theta \tan \delta) \quad (5)$$

eşitliklerde; n , yıl içindeki gün sayısıdır.

Aylık ortalama gün uzunluğu (S_0) ise aşağıdaki eşitlikle hesaplanabilir.

$$S_0 = \frac{2}{15} W_s \quad (6)$$

(Duffie ve Beckman 1991).

S ve H değerleri deneysel değerler olup, bu değerler yöresel meteoroloji istasyonundan alınmıştır.

Gariépy Modeli (Model 2)

$$H = H_0 \left[a_0 + a_1 T + a_2 P + a_3 W + a_4 P \left(\frac{S}{S_0} \right) + a_5 T \left(\frac{S}{S_0} \right) \right] \quad (7)$$

(Gariépy 1980).

Eşitlikte; T , ortalama hava sıcaklığı (°C), P , ortalama yağış (cm), W ortalama rüzgar hızı (m/s) olup, bu değerler uzun yılların ortalamasıdır. Bu değerler Çizelge 1'de verilmiştir.

$a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$ ise modele ait katsayılardır.

Kılıç ve Öztürk Modeli (Model 3)

$$H = H_0 \left[a + b \left(\frac{S}{S_0} \right) \right] \quad (8)$$

(Kılıç ve Öztürk 1983).

eşitlikte;

$$a = 0.103 + 0.000017Z + 0.198 \cos(\theta - \delta) \quad (9)$$

$$b = 0.533 - 0.165 \cos(\theta - \delta) \quad (10)$$

Burada Z , hesaplama yapılan yerin rakımı (m) dir.

Model 1 ve Model 3 aynıdır. Tek fark model 1'de a ve b katsayıları deneysel verilere dayanılarak korelasyondan hesaplanırken, model 3'de ise bu katsayılar yukarıda verilen eşitlikler yardımıyla hesaplama yapılan yörenin enlemi (θ) ve rakımı (Z) baz alınarak hesaplanmaktadır.

Ögelman ve ark. Modeli (Model 4)

$$H = H_0 \left[a + b \left(\frac{S}{S_0} \right) + c \left(\frac{S}{S_0} \right)^2 \right] \quad (11)$$

(Ögelman ve ark. 1984) a , b ve c modele ait katsayılarıdır.

Samuel Modeli (Model 5)

$$H = H_0 \left[a + b \left(\frac{S}{S_0} \right) + c \left(\frac{S}{S_0} \right)^2 + d \left(\frac{S}{S_0} \right)^3 \right] \quad (12)$$

(Samuel 1991) a , b , c ve d modele ait katsayılarıdır.

Swartman ve Ogunlade Modeli (Model 6)

$$H = H_0 \left[a \left(\frac{S}{S_0} \right)^b RH^c \right] \quad (13)$$

(Swartman ve Ogunlade 1967).

Modelde, RH ortalama bağıl nem (%), a , b ve c ise modele ait katsayılarıdır.

Ölçüm sonucu bulunan değerler ile modeller kullanılarak hesaplanmış değerler arasındaki uyumu istatistiksel olarak açıklamak amacıyla her modele ait tahminin standart hatası (RMSE) belirlenmiştir. Bu değerlerin sifıra yakın olması arzu edilmektedir.

$$RMSE = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (H_{i,c} - H_{i,m})^2}{N} \right)^{1/2} \quad (14)$$

(Ertekin ve Yıldız 2000).

Burada; $H_{i,c}$ model ile tahmin edilen güneş ışınımı değeri, $H_{i,m}$ ölçüm sonucu elde edilen güneş ışınımı değeri, N ise veri sayısıdır.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Çizelge 2...7 arasında Konya'da 2000-2002 yılları arasında yatay düzleme gelen toplam günlük güneş ışınımının aylık ortalamalarının ölçüm ve modellere ait tahmin edilen değerleri verilmiştir. Ayrıca bunlara ilaveten modellerle hesaplanan değerler ile ölçüm değerleri arasındaki sapmayı gösteren tahminin standart hatası (RMSE) ve her iki değer arasındaki farkın mutlak yüzdesi $|e|$ değerleri verilmiştir. Çizelge 8'de ise uygulanan modellere ait katsayılar görülmektedir.

Çizelge2.Model 1 ile tahmin edilen ve ölçülen günlük güneş ışınımının aylık ortalama değerlerinin karşılaştırılması

\bar{H}_m : Günlük güneş ışınımının ölçülen aylık ortalamaları, MJm ⁻² \bar{H}_c : Günlük güneş ışınımının hesaplanan aylık ortalamaları, MJm ⁻² $ e $: Tahmin edilen ve ölçülen değerler arasındaki farkın mutlak yüzdesi															
Yıl	Ay	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ortalama	RMSE
		2000	\bar{H}_m	9.39	11.91	18.61	18.85	22.15	27.02	27.71	24.42	20.53	14.29		
\bar{H}_c	8.67		11.46	18.38	19.60	22.84	26.49	27.60	24.94	20.31	14.65	11.22	7.46	17.80	
$ e $	7.66		3.77	1.23	3.82	3.02	1.96	0.39	2.08	1.07	2.45	2.76	7.09	3.10	
2001	\bar{H}_m	9.26	12.80	17.08	21.65	21.89	28.98	27.16	23.99	20.65	15.78	9.58	6.59	17.95	0.564
	\bar{H}_c	9.00	14.12	17.13	21.55	21.94	27.89	26.95	24.59	20.53	15.37	9.18	6.76	17.92	
	$ e $	2.80	9.34	0.29	0.46	0.22	3.76	0.77	2.44	0.58	2.59	4.17	2.51	2.49	
2002	\bar{H}_m	9.27	13.15	17.24	18.05	25.53	26.12	25.77	22.97	19.00	15.32	10.15	7.77	17.53	0.431
	\bar{H}_c	8.49	13.23	17.22	18.60	25.83	25.68	25.68	23.81	18.79	14.85	10.18	7.55	17.49	
	$ e $	8.41	0.60	0.11	2.95	1.16	1.68	0.34	3.52	1.10	3.06	0.29	2.83	2.17	
														RMSEort	0.497

Çizelge3.Model 2 ile tahmin edilen ve ölçülen günlük güneş ışınımının aylık ortalama değerlerinin karşılaştırılması

\bar{H}_m : Günlük güneş ışınımının ölçülen aylık ortalamaları, MJ m-2 \bar{H}_c : Günlük güneş ışınımının hesaplanan aylık ortalamaları, MJ m-2 $ e $: Tahmin edilen ve ölçülen değerler arasındaki farkın mutlak yüzdesi															
Yıl	Ay	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ortalama	RMSE
		2000	\bar{H}_m	9.39	11.91	18.61	18.85	22.15	27.02	27.71	24.42	20.53	14.29		
\bar{H}_c	8.83		11.69	18.37	19.79	22.97	26.38	27.34	24.70	20.13	14.60	11.17	7.60	17.80	
$ e $	5.96		1.84	1.28	4.74	3.56	2.36	1.33	1.13	1.94	2.12	2.32	5.35	2.82	
2001	\bar{H}_m	9.26	12.80	17.08	21.65	21.89	28.98	27.16	23.99	20.65	15.78	9.58	6.59	17.95	0.561
	\bar{H}_c	8.85	14.13	17.05	21.54	21.74	28.20	27.24	24.89	20.80	15.52	9.06	6.54	17.96	
	$ e $	4.42	9.41	0.17	0.50	0.68	2.69	0.29	3.61	0.72	1.64	5.42	0.75	2.52	
2002	\bar{H}_m	9.27	13.15	17.24	18.05	25.53	26.12	25.77	22.97	19.00	15.32	10.15	7.77	17.53	0.426
	\bar{H}_c	8.55	13.25	17.23	18.69	25.77	25.64	25.61	23.73	18.75	14.82	10.18	7.59	17.48	
	$ e $	7.76	0.75	0.05	3.42	0.93	1.83	0.62	3.20	1.31	3.26	0.29	2.31	2.14	
														RMSEort	0.498

Çizelge4.Model 3 ile tahmin edilen ve ölçülen günlük güneş ışınımının aylık ortalama değerlerinin karşılaştırılması

		\bar{H}_m : Günlük güneş ışınımın ölçülen aylık ortalamaları, MJm ⁻² \bar{H}_c : Günlük güneş ışınımın hesaplanan aylık ortalamaları, MJm ⁻² $ e $: Tahmin edilen ve ölçülen değerler arasındaki farkın mutlak yüzdesi													
Yıl	Ay	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ortalama	RMSE
2000	\bar{H}_m	9.39	11.91	18.61	18.85	22.15	27.02	27.71	24.42	20.53	14.29	10.91	8.03	17.82	2.124
	\bar{H}_c	7.01	9.65	16.31	17.73	20.88	24.12	25.00	22.47	18.10	12.76	9.62	5.63	15.77	
	$ e $	25.34	18.97	12.35	5.94	5.73	10.73	9.77	7.98	11.83	10.70	11.82	29.88	13.42	
2001	\bar{H}_m	9.26	12.80	17.08	21.65	21.89	28.98	27.16	23.99	20.65	15.78	9.58	6.59	17.95	2.176
	\bar{H}_c	7.35	12.24	15.15	19.46	20.11	25.33	24.43	22.16	18.30	13.47	7.54	5.19	15.89	
	$ e $	20.62	4.37	11.29	10.11	8.13	12.59	10.05	7.62	11.38	14.63	21.29	21.24	12.77	
2002	\bar{H}_m	9.27	13.15	17.24	18.05	25.53	26.12	25.77	22.97	19.00	15.32	10.15	7.77	17.53	2.056
	\bar{H}_c	6.83	11.37	15.23	16.85	23.47	23.43	23.33	21.47	16.70	12.96	8.56	6.01	15.52	
	$ e $	26.32	13.53	11.65	6.64	8.06	10.29	9.46	6.53	12.10	15.40	15.66	22.65	13.19	
														RMSEort	2.118

Çizelge5.Model 4 ile tahmin edilen ve ölçülen günlük güneş ışınımının aylık ortalama değerlerinin karşılaştırılması

		\bar{H}_m : Günlük güneş ışınımın ölçülen aylık ortalamaları, MJm ⁻² \bar{H}_c : Günlük güneş ışınımın hesaplanan aylık ortalamaları, MJm ⁻² $ e $: Tahmin edilen ve ölçülen değerler arasındaki farkın mutlak yüzdesi													
Yıl	Ay	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ortalama	RMSE
2000	\bar{H}_m	9.39	11.91	18.61	18.85	22.15	27.02	27.71	24.42	20.53	14.29	10.91	8.03	17.82	0.472
	\bar{H}_c	8.77	11.62	18.28	19.57	22.73	26.40	27.75	25.09	20.40	14.59	11.19	7.55	17.83	
	$ e $	6.60	2.43	1.77	3.67	2.55	2.29	0.14	2.67	0.63	2.05	2.50	5.97	2.77	
2001	\bar{H}_m	9.26	12.80	17.08	21.65	21.89	28.98	27.16	23.99	20.65	15.78	9.58	6.59	17.95	0.556
	\bar{H}_c	9.05	14.04	17.04	21.42	21.90	27.95	27.00	24.69	20.65	15.38	9.19	6.99	17.94	
	$ e $	2.26	8.83	0.23	1.06	0.04	3.55	0.58	2.83	0	2.53	4.07	5.72	2.64	
2002	\bar{H}_m	9.27	13.15	17.24	18.05	25.53	26.12	25.77	22.97	19.00	15.32	10.15	7.77	17.53	0.438
	\bar{H}_c	8.63	13.17	17.13	18.69	25.76	25.55	25.60	23.81	18.72	14.81	10.12	7.62	17.47	
	$ e $	6.90	0.15	0.63	3.42	0.89	2.18	0.65	3.52	1.47	3.32	0.29	1.93	2.11	
														RMSEort	0.488

Çizelge6.Model 5 ile tahmin edilen ve ölçülen günlük güneş ışınımının aylık ortalama değerlerinin karşılaştırılması

		\bar{H}_m : Günlük güneş ışınımının ölçülen aylık ortalamaları, MJm ⁻² \bar{H}_c : Günlük güneş ışınımının hesaplanan aylık ortalamaları, MJm ⁻² $ e $: Tahmin edilen ve ölçülen değerler arasındaki farkın mutlak yüzdesi													
Yıl	Ay	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ortalama	RMSE
2000	\bar{H}_m	9.39	11.91	18.61	18.85	22.15	27.02	27.71	24.42	20.53	14.29	10.91	8.03	17.83	0.408
	\bar{H}_c	8.80	11.71	18.35	19.41	22.62	26.55	27.60	24.92	20.34	14.67	11.25	7.56	17.81	
	$ e $	6.28	1.67	1.39	2.88	2.07	1.73	0.39	2.00	0.92	2.59	3.02	5.85	2.56	
2001	\bar{H}_m	9.26	12.80	17.08	21.65	21.89	28.98	27.16	23.99	20.65	15.78	9.58	6.59	17.95	0.589
	\bar{H}_c	9.00	14.06	16.97	21.44	21.72	27.97	27.02	24.63	20.52	15.43	9.12	7.37	17.94	
	$ e $	2.80	8.96	0.64	0.96	0.77	3.48	0.51	2.59	0.62	2.21	4.80	5.15	2.79	
2002	\bar{H}_m	9.27	13.15	17.24	18.05	25.53	26.12	25.77	22.97	19.00	15.32	10.15	7.77	17.53	0.416
	\bar{H}_c	8.71	13.09	17.06	18.58	25.90	25.66	25.75	23.90	18.82	14.89	10.10	7.61	17.51	
	$ e $	6.04	0.45	1.04	2.85	1.42	1.76	0.07	3.89	0.94	2.80	0.49	2.05	1.98	
														RMSEort	0.471

Çizelge7.Model 6 ile tahmin edilen ve ölçülen günlük güneş ışınımının aylık ortalama değerlerinin karşılaştırılması

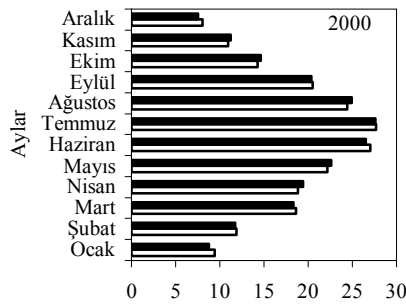
		\bar{H}_m : Günlük güneş ışınımının ölçülen aylık ortalamaları, MJm ⁻² \bar{H}_c : Günlük güneş ışınımının hesaplanan aylık ortalamaları, MJm ⁻² $ e $: Tahmin edilen ve ölçülen değerler arasındaki farkın mutlak yüzdesi													
Yıl	Ay	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık Ortalama	RMSE
2000	\bar{H}_m	9.39	11.91	18.61	18.85	22.15	27.02	27.71	24.42	20.53	14.29	10.91	8.03	17.83	3.711
	\bar{H}_c	11.63	11.62	16.79	15.99	16.50	22.20	33.51	21.48	23.04	16.36	16.54	11.03	18.06	
	$ e $	19.26	2.43	9.77	15.17	25.50	17.83	17.30	12.03	10.89	12.65	34.03	27.19	17.00	
2001	\bar{H}_m	9.26	12.80	17.08	21.65	21.89	28.98	27.16	23.99	20.65	15.78	9.58	6.59	17.95	3.461
	\bar{H}_c	12.39	14.85	17.94	19.40	15.60	25.99	26.62	23.01	24.13	22.21	12.50	10.08	18.73	
	$ e $	25.26	13.80	4.79	10.39	28.73	10.31	1.98	4.08	14.42	28.95	23.36	34.62	16.72	
2002	\bar{H}_m	9.27	13.15	17.24	18.05	25.53	26.12	25.77	22.97	19.00	15.32	10.15	7.77	17.53	3.745
	\bar{H}_c	10.71	14.06	16.61	13.06	18.33	19.51	23.68	22.62	18.46	18.01	14.24	11.76	16.75	
	$ e $	13.44	6.47	3.65	27.64	28.20	25.30	8.11	1.52	2.84	14.93	28.72	33.92	16.22	
														RMSEort	3.639

Çizelge 8. Modellere ait regresyon katsayıları

Korelasyonlar	Regresyon katsayıları									
	a	b	c	d	a ₀	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄	a ₅
Model 1	0.3252	0.4345	-	-	-	-	-	-	-	-
Model 2	-	-	-	-	0.4844	-0.0233	0.0011	0.0326	0.0020	0.0317
Model 3	0.2721	0.4065	-	-	-	-	-	-	-	-
Model 4	0.3836	0.2341	0.1622	-	-	-	-	-	-	-
Model 5	0.6177	-1.0442	2.3848	-1.2386	-	-	-	-	-	-
Model 6	557.79	0.2744	-0.8375	-	-	-	-	-	-	-

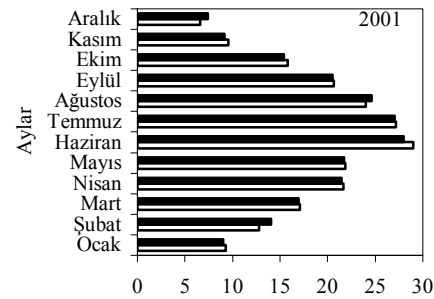
Çizelgelerde kullanılan 6 modele ait istatistiksel veriler incelendiğinde Konya’da yatay düzleme gelen toplam günlük güneş ışınımının aylık ortalama ölçüm değerlerine, en düşük hata ile Samuel modelinin (Model 5) kullanılmasıyla ulaşılmıştır. Bu modele ait tahminin standart hatası (RMSE) değerleri 0.408-0.589 arasında, ölçülen değerlerle tahmin edilen değerler arasındaki farkın mutlak yüzdesi $|e|$ % 1.98-

2.79 arasında değişmiştir. Şekil 1’de ise 2000-2002 yılları arasında Konya’da ölçülen güneş radyasyonu değerleri ile bu değerleri yüksek oranda açıklayan Samuel modeli ile elde edilen güneş radyasyonu değerlerinin aylara göre karşılaştırılması verilmiştir. Görüldüğü gibi ölçülen değerler ile tahmin edilen değerler birbirlerine oldukça yakındır.



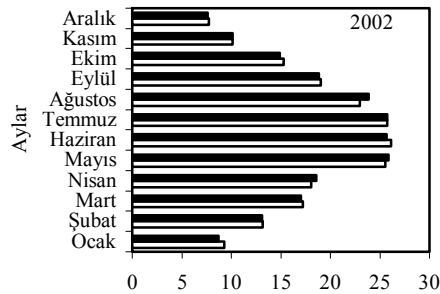
Yatay düzleme gelen günlük güneş ışınımının aylık ortalama değerleri (MJ/m^2)

□ Ölçülmüş değerler ■ Tahmini değerler



Yatay düzleme gelen günlük güneş ışınımının aylık ortalama değerleri (MJ/m^2)

□ Ölçülmüş değerler ■ Tahmini değerler



Yatay düzleme gelen günlük güneş ışınımının aylık ortalama değerleri (MJ/m^2)

□ Ölçülmüş değerler ■ Tahmini değerler

Şekil 1. Konya’da yatay düzleme gelen ölçülmüş ve hesaplanmış (Samuel modeli) güneş radyasyonu değerlerinin karşılaştırılması.

SONUÇ

Sonuç olarak Samuel modeli ile ölçülen değerlere çok yakın sonuçların elde edilmesi mümkündür. Konya'da yatay düzleme gelen güneş radyasyonu

değerlerini, karşılaştırılan modeller içinde en iyi şekilde açıklayan Samuel modeli aşağıda verilmiştir.

$$H = H_0 \left[0.6177 - 1.044 \left(\frac{S}{S_0} \right) + 2.384 \left(\frac{S}{S_0} \right)^2 - 1.238 \left(\frac{S}{S_0} \right)^3 \right] \quad (15)$$

LİTERATÜR LİSTESİ

- Acar, İ., 2002. Estimation of Global Monthly Irradiation from Sunshine Duration Data at Sivas, Turkey. *Journal of Polytechnic* Vol: 5, No 2 pp. 179-183.
- Angstrom, A., 1924. Solar and Terrestrial Radiation. *Quart J Roy Met Soc* 1; 50: 121-5
- Cooper, P. I., 1969. The Absorption of Solar Radiation in Solar Stills, *Solar Energy*, 12, 3.
- Duffie, J, A., W. A. Beckman, 1991. *Solar Engineering of Thermal Processes*, New York.
- Ertekin, C., O. Yıldız, 2000. Comparison of Some Existing Models for Estimating Global Solar Radiation for Antalya (Turkey). *Energy Conversion & Management* 41: 311-330.
- Froblich, C., J. London, 1986. Revised Instruction Manual on Radiation Instruments and Measurements. World Climate Research Program, Publication Series No. 7, WMO/TD-No.149. World Meteorological Organisation: Geneva, 140 pp.
- Gariépy, J., 1980. Estimation du Royennement Solaire Global, Internal Report. Service of Meteorology, Government of Quebec, Canada.
- Kılıç, A. ve A. Öztürk, 1983. Güneş Enerjisi. Kipas.
- Ögelman, H., A. Ecevit, E. Tasdemiroglu, 1984. A New Method for Estimating Solar Radiation from Bright Sunshine Data. *Solar Energy* 47 (S): 333.
- Page, J, K., 1961. The Estimation of Monthly Mean Values of Daily Total Short Wave Radiation on Vertical and Inclined Surfaces from Sunshine Records for Latitudes 40o N- 40o S. In: *Proceedings of UN Conference on New Sources of Energy*, Paper No. 598, Vol 4. p. 378-390.
- Prescott, J, A., 1940. Evaporation from Water Surface in Relation to Solar Radiation. *Trans Roy Soc*; 46: 114-8.
- Samuel, T., 1991. Estimation of Global Radiation for Srilanka. *Solar Energy* 47 (S): 333.
- Swartman, R., O. Ogunlade, 1967. Solar Radiation Estimates from Common Parameters. *Solar Energy*, 11: 170-2.