



Şanlıurfa ilinde yatay yüzeye gelen anlık global güneş ışınımının modellenmesi

Hakan KARAKAYA*

Batman Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Batman

hakan.karakaya@batman.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9242-6233 Tel: (488) 217 41 15

Ali Serkan AVCI

Batman Üniversitesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Batman

aliserkan.avci@batman.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0761-8642

Umut ERCAN

Batman Üniversitesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü, Batman

umut.ercan@batman.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1063-4480

Mehmet Ali KALLIOĞLU

Batman Üniversitesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü, Batman

mehmetali.kallioglu@batman.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6874-1564

Geliş : 04.06.2018, Kabul Tarihi: 28.09.2018

Öz

Bu çalışma ile Şanlıurfa ilinin iklim özellikleri ve topografik yapısı göz önüne alınarak yatay düzleme gelen aylık ortalama günlük global güneş radyasyonunun tespit edilebilmesi için literatürde yer alan 5 farklı model incelenmiştir. Sonuçlar istatistiksel karşılaştırma metotları, belirlilik katsayısı (R^2), ortalama yüzde hata (MPE), sapma hatası (MBE), ortalama mutlak hata yüzdesi (MAPE), bağıl hata karesi (SSRE), bağıl standart hata (RSE), ortalama karekök hatası (RMSE), bağıl hata yüzdesi (e) ve t-istatistik (t-sat) ile olmak üzere dokuz farklı istatistik yöntemi ile karşılaştırılmıştır. Şanlıurfa ili için en uygun yaklaşım için bir sonuç verilmiştir. İstatistiksel hata sonuçlarına göre Cheegar ve Chibani Modeli yatay düzleme gelen global güneş ışınımı için Şanlıurfa ilinde kullanılacak en uygun model olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak Şanlıurfa ili toplam güneş radyasyonu tahmini için polinom modelin tercih edilmesi önerilmiştir. Bu model verilerine göre Şanlıurfa ili için yıllık güneş enerjisi potansiyeli $4332,020 \text{ W/m}^2 /\text{ay}$ olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Matematiksel Modelleme, Toplam Güneş Işınımı, İstatistik, Güneşlenme Süresi.

* Yazışmaların yapılacağı yazar

DOI: 10.24012/dumf.430522

Giriş

Doğal ve tükenmeyen bir füzyon reaktörü olan güneş enerjisi, yeni ve yenilenebilir enerji kaynağıdır. Çevre kirletici atıkların bulunmaması, kolay uygulanabilirliği ve kompleks bir teknolojiye gerek duymaması sebebiyle, güneş enerjisi özellikle son zamanlarda üzerinde giderek yoğunlaşan çalışmaların yapıldığı bir alandır. Güneş enerjisi, dünyadaki hayatın temelini oluşturur, bol ve temiz bulunan bir kaynaktır Güneş doğal ve tükenmeyen bir füzyon reaktörüdür ve uzaya elektromanyetik ışınım biçiminde yayılır. Güneş'ten Dünya'ya gelen enerji, yeryüzünde bir yılda kullanılan toplam enerjinin yaklaşık 20 bin katıdır (Varınca ve Varank, 2005) (Anonim, 2011a). Ayrıca yeryüzüne yıllık olarak düşen güneş ışınım enerjisinin miktarı ise yeryüzünde şu zamana kadar tespit edilmiş olan fosil yakıt yatakların yaklaşık 160 katı kadardır. Buna ek olarak yeryüzündeki fosil enerjisi, nükleer ve hidroelektrik santrallerin bir yılda ürettiği enerji miktarından 15000 kat kadar daha fazladır (Varınca ve Gönüllü, 2006).

Güneş enerjisinin atmosfer dışındaki ışınım değeri, yaklaşık olarak 1370 W/m^2 'dir. Dünyanın şekli nedeniyle güneş enerjisinin yeryüzündeki dağılımı büyük farklılıklar göstermektedir. Yeryüzüne düşen ortalama güneş enerjisi $0-1100 \text{ W/m}^2$ seviyesindedir. Güneş ışınım enerjisinin %46'sı spektrumun kızılötesi bölgesinde, %45'i görünür ışık bölgesinde, geri kalan miktarı ise mor ötesinde bulunur (Anonim, 2009).

Güneş enerjisiyle çalışan fotovoltaik sistemler (PV), düzlemsel kollektörler ve diğer güneş enerjisi toplayıcı sistemlerin verim ve tasarımı için bir bölgeye ait güneş ışınım verilerinin bilinmesi oldukça önemlidir. Dünyada güneşlenme süresi birçok meteoroloji istasyonunda ölçülmektedir. Aylık ortalama günlük global güneş ışınımı tahminleri elde edilen bu verilerin korelasyonları ile yapılabilmekte ve bu tahminler için ölçülen verilerin güneşlenme süresine bağlı birçok modeli, çeşitli Angstrom-tip eşitliklerden türetilmiştir. Güneş radyasyonun seviyesini

tespit etmek için birçok deneysel model geliştirilmiştir. Ayrıca bu deneysel modelleri elde etmek için bulutluluk, güneşlenme süresi ve çevre sıcaklığı gibi farklı parametreler kullanılmaktadır (Çil, 2011).

Bakırcı (2008), beşinci dereceden polinom ilişkiler ile beraber güneşlenme süresine bağlı olarak aylık ortalama değerler ile farklı Angström-tip eşitlikleri türetmiştir. Kalli vd. (2015), Güneş ışınımın tahminine yönelik geliştirilen ampirik bağıntıları Niğde, Mardin, Diyarbakır ve Balıkesir illeri için incelemiştir. İncelemesi yapılan modellerin istatistiksel açıdan uyumluluğu test edilip ölçümlere en yakın modelin tespitinde bulunmuştur. Şen (2007), Türkiye'de bulunan 8 farklı il için toplam güneşlenme süresinin hesaplanması amacıyla yatay düzlemde doğrusal olmayan Angström-tip bir model bulmuştur. Li vd. (2010), Tibet'in Changdu, Geer, Lasa ve Naqu istasyonlarında ölçülen değerleri 8 farklı model kullanarak incelemiştir. Elde edilen değerleri ölçüm sonuçlarıyla istatistiksel açıdan karşılaştırmışlardır. Düzen ve Aydın (2012), Türkiye'de yer alan Van ilinin 7 ayrı istasyonundan elde edilen güneş ışınım verileri ile yatay düzleme düşen güneş ışınımını Angström-Prescott lineer regresyondan türetilen modellerle farklı istatistiksel açılardan karşılaştırmasını yapmışlardır. Katiyar ve Pandey (2010), 2001-2005 yılları arasında Hindistan'da 5 farklı şehirdeki güneş radyasyon verilerini kullanılmıştır. Bu verileri her bölgeye özgü Angström tipi 1. 2. ve 3. dereceden güneş ışınımı modelleri geliştirmiştir. Elde edilen modellerle ölçülen değerlerin istatistiksel yönden aylık toplam güneşlenme ışınım verileri karşılaştırmıştır.

Bu çalışma ile Şanlıurfa ilinin güneş ışınımının tahminlerine yönelik geliştirilen ampirik bağıntıların istatistiksel açıdan uyumluluğu incelenmiş ve en uygun model tespit edilmiştir. Ayrıca Şanlıurfa İli için iklim verileri göz önüne alınarak oluşturulan beş farklı model geliştirilmiş ve literatüre kazandırılmıştır.

Şanlıurfa ili 37,8 kuzey enlemi ile 38,46 doğu boylamındadır. Yüz ölçümü 18,584 km ve ortalama yükseltisi 518 metredir. Batıda Gaziantep, doğuda Mardin, kuzeyinde Adıyaman ve Diyarbakır illeri bulunmaktadır. Kuzey tarafında bulunan dağlar ve yüksek tepeler genellikle güney tarafına doğru gidildikçe alçalır. Büyük ovalar ise bölgenin güney yakası kısmındadır.

Şanlıurfa ilinin iklim tipi karasal iklimdir. Yaz dönemi bölgede uzun ve sıcak, kış dönemi ise soğuk geçer. İlin ortalama sıcaklığı 18,2 °C'dir. Bu değer Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin

ortalama sıcaklığında 2 °C fazladır. Uzun yıllara göre ortalama yıllık yağış miktarı ise 463,1 mm ile bölgenin en az yağış alan illerinden biridir. Bu nedenle bölgenin güney kısmında çöl iklimi hakimdir. Ayrıca kuzey kısımlarda yükseltilerin yoğun olması nedeniyle orografik yağışlar görülmektedir. İlde ortalama rüzgar hızı 2,4 m/s ve kuzeybatı rüzgarları egemendir. Buna ek olarak ortalama bağıl nem değeri ise % 49 ile Türkiye'nin en düşük nem ortalamasına sahip illerinden biridir. İl 8,3 saat ortalama güneşlenme süresi ile bölgenin en fazla güneş alan illerinden biridir. (Yeşilnacar ve Gülşen, 1999)

Tablo 2 Şanlıurfa İline Ait (1950 - 2014) Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (DMİ)

Aylar	Sıcaklık (°C)			Ort. Güneşlenme süresi(saati)	Ort. Yağışlı Gün Sayısı	Ort. Aylık Toplam Yağış Miktarı (kg/m2)
	Ort.	En Yüksek	En Düşük			
Ocak	5,6	10	2,2	4,1	12,4	84,8
Şubat	6,9	11,9	2,9	5,1	11	70,5
Mart	10,9	16,5	6	6,2	10,9	65,9
Nisan	16,2	22,3	10,5	7,5	9,6	49,6
Mayıs	22,1	28,6	15,4	10,1	6,7	29,4
Haziran	28,1	34,6	20,7	12,2	1,6	4
Temmuz	31,9	38,7	24,3	12,3	0,3	0,6
Ağustos	31,3	38,3	24	11,4	0,2	0,8
Eylül	26,8	33,8	20	10,1	0,9	2,9
Ekim	20,1	26,9	14,6	8,6	5	25,3
Kasım	12,6	18,5	8,4	5,6	8	46
Aralık	7,5	11,9	4,1	4	11,3	79,6

Şanlıurfa ili için yatay düzleme gelen aylık ortalama günlük global güneş ışınımının tespit edilebilmesi için literatürde yer alan bazı modeller araştırılmıştır.

Model denklemlerin güneşlenme süresine bağlı genel formülünde, H aylık ortalama günlük toplam güneş ışınım, H_o aylık ortalama atmosfer dışı günlük güneş ışınım, S güneşlenme süresi, S_o ise maksimum aylık ortalama günlük güneşlenme süresini ifade eder. Denklem 1'de verilen a ve b değerleri regresyon sabitleridir ve Angström katsayıları olarak da adlandırılırlar.

$$\frac{H}{H_o} = a + b \left(\frac{S}{S_o} \right) (W/m^2) \quad (1)$$

Denklem 2'de verilen formülde, H_o yatay düzleme gelene günlük atmosfer dışı güneş radyasyonu, G_{sc} güneş sabiti, k dünyanın yörünge eksantrik düzeltme faktörü, δ deklinasyon açısı, Ø bölgenin enlemi ve ω_s güneş batış saat açısıdır.

$$H_o = \left(\frac{24}{\pi} \right) \cdot G_{sc} \cdot f \cdot \left[\cos \phi \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_s + \left(\frac{\pi}{180} \right) \cdot \sin \phi \cdot \sin \delta \cdot \omega_s \right] \quad (2)$$

Güneş sabiti genel olarak 1367 W/m^2 kabul edilir. Dünyanın yörünge eksantriklik düzeltme faktörü yeryüzüne gelen güneş ışınımı, atmosfer dışına gelen güneş ışınımına ilişkili olarak bulunur. Güneş sabitinin düzeltme faktörü (k) günlere göre değişim göstermektedir, n yıl içindeki gün sayısı (1-365) olmak üzere 3 nolu eşitlikten hesaplanmaktadır.

$$k = 1 + 0,033 \cos\left(360 \frac{n}{360}\right) \quad (3)$$

Güneş sapması (δ) eşitlik (4) ile hesaplanır. Bu formüldeki n, 1 Ocaktan itibaren deklinasyon açısının hesaplanacak güne kadar olan gün sayısını temsil etmektedir. Güneş ışınım değerleri bir ayda bulunan bütün günler yerine, aylık belirlenen ortalama gün sayısı üzerinden aylık ortalama deklinasyon açısı hesaplanmaktadır (Duffie ve Beckman, 1991).

$$\delta = 23,45^\circ \sin(360(n + 284)/365) \quad (4)$$

Güneşin ortalama doğuş açısı (w_s), enleme ve güneş sapmasına bağlı olarak eşitlik (5) ile belirlenir.

$$\omega_s = \cos^{-1}(-\tan \phi \cdot \tan \delta) \quad (5)$$

$$H_o = \left(\frac{24}{\pi}\right) \cdot Gsc \cdot f \cdot \left[\cos \phi \cdot \cos \delta \cdot \sin \omega_s + \left(\frac{\pi}{180}\right) \cdot \sin \phi \cdot \sin \delta \cdot \omega_s \right] (W/m^2) \quad (6)$$

Denklem 7’te S_o saat cinsinden gün uzunluğu, ω_s saat açısına bağlı yıl boyunca çeşitli dönemlerde farklılık göstermektedir.

$$S_o = \left(\frac{2}{15}\right) \cdot \omega_s = \left(\frac{2}{15}\right) \cdot \arccos(-\tan \delta \cdot \tan \phi) \quad (7)$$

H değerini elde etmek için dünyanın birçok yerinde farklı tahmin modelleri geliştirilmiştir. Bu modellerin çoğu hesaplanmak istenen bölgenin parametrelerini içerdiğinden belirli bir konuma özgüdür. Aşağıda farklı bölgelere özgü beş adet hesaplama modeli belirlenmiştir.

- 1) Veeren ve Kumar Modeli
- 2) Cheegar ve Chibani Modeli
- 3) Ampratwum ve Dorvlo Modeli
- 4) Bahel Modeli
- 5) Luhanga ve Andringa Modeli

Global güneş ışınımının tahmin modellerinin verimlerini analiz etmek için, literatürde birçok istatistiksel test yöntemi bulunmaktadır. Bunların içinde en yaygın olanları; belirlilik katsayısı (R^2), ortalama sapma hatası (MBE), ortalama yüzde hata (MPE), ortalama mutlak hata yüzdesi (MAPE), bağıl standart hata (RSE), karekök hatası (RMSE), bağıl hata karesi (SSRE), bağıl hata yüzdesi (e) ve t-istatistik (t-sat) hesaplamalarıdır.

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (ci-ca)x(mi-ma)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (ci-ca)^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^n (mi-ma)^2}} \quad (8)$$

$$MPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{mi-ci}{mi}\right)}{n} \times 100 \quad (9)$$

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n \left|\frac{mi-ci}{mi}\right|}{n} \times 100 \quad (10)$$

$$SSRE = \sum_{i=1}^n \left(\frac{mi-ci}{mi}\right)^2 \quad (11)$$

$$RSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{mi-ci}{mi}\right)^2}{n}} \quad (12)$$

$$MBE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (mi - ci) \quad (13)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (ci-mi)^2} \quad (14)$$

$$t - stat = \sqrt{\frac{(n-1)MBE^2}{RMSE^2 - MBE^2}} \quad (15)$$

$$e = \left(\frac{mi-ci}{mi}\right) \times 100 \quad (16)$$

Sonuçlar ve Tartışma

Bir bölge için yatay yüzeye gelen günlük güneş radyasyonu (H_o) ve olası maksimum aylık ortalama günlük güneşlenme süresi (S_o) değerleri coğrafi konuma ve enleme bağlı olarak hesaplanabilmektedir. Aylık ortalama günlük

güneşlenme süresi olan (S) değeri için veriler meteoroloji istasyonlarından belirlenebilmektedir. Modellerin hesaplanan (H_0) ve (S_0) sabit sayıları meteorolojik ölçümle elde edilen (H) ve (S) değerleri yardımıyla regresyon yapılarak Tablo 3'te hesaplanmıştır.

Tablo 3 Şanlıurfa iline ait meteorolojik değerler. (EİE ve DMİ istasyonlarında 1985 – 2006)

Aylar	H (W/m^2)	H_0 (W/m^2)	S (SA)	S_0 (SA)	Ws
Ocak	1940	5317,10	4,58	9,75	73,16
Şubat	2480	6639,48	5,62	10,66	79,95
Mart	4090	8296,34	6,92	11,75	88,16
Nisan	5080	9971,89	8,14	12,96	97,21
Mayıs	6180	11121,94	9,96	13,99	104,94
Haziran	6830	11577,43	12,24	14,51	108,84
Temmuz	6580	11326,26	12,42	14,27	107,08
Ağustos	5940	10387,84	11,66	13,39	100,44
Eylül	5020	8875,95	10,11	12,22	91,68
Ekim	3790	7106,19	7,71	11,01	82,63
Kasım	2420	5616,78	5,87	9,99	74,94
Aralık	1800	4943,725	4,40	9,49	71,18

Tablo 4 Şanlıurfa ili için belirlenen modeller

Modeller	a	b
Model 1 Veeran ve Kumar Model	0,309000	0,368000
Model 2 Cheegar ve Chibani Model	0,332600	0,311000
Model 3 Ampratwum ve Dorvlo Model	0,180000	0,620000
Model 4 Bahel Model	0,175000	0,552000
Model 5 Luhanga ve Andringa Model	0,241000	0,488000

Şanlıurfa ili için global güneş ışınımın tahmin modellerinin verileri istatistiksel açıdan karşılaştırıldığında ölçüm sonuçlarına en yakın değer Cheegar ve Chibani Modeli (Model 2) olduğu belirlenmiştir. Bu Modelin R^2 'si 0,9912'dir. Bu değer Şanlıurfa ilinin ışıma değerleri ile nispeten dengelidir. Analizler sonucu 5 ayrı model için aylıksal değerler incelendiğinde Mayıs ayı en yüksek uyum, Şubat ayı ise en düşük uyumu vermiştir. Aylara

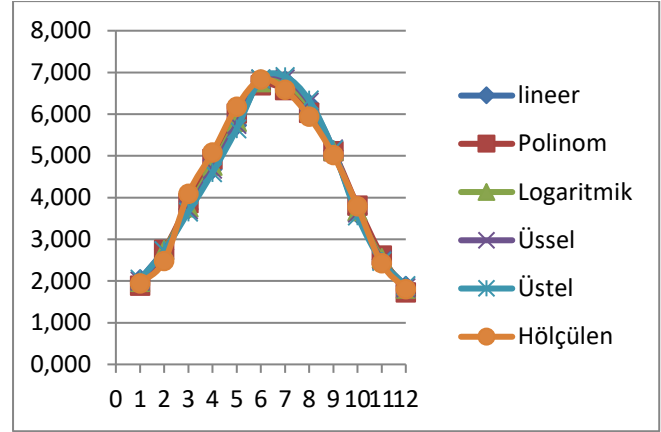
göre değişim göz önüne alındığı zaman aylık bağıl hata yüzdesi değeri 0,30 ile -34,66 değeri arasında değişmektedir. Geriye kalan modeller arasındaki uyumluklar incelendiğinde, Hindistan'da Madras ve Kodaikanal şehirlerine özgü geliştirilen Veeran ve Kumar Modeli (Model 1), Bostvana'da bulunan Gaborone'ye özgü geliştirilen Luhanga ve Andringa Modeli (Model 5), Bahel Modeli (Model 4) ve Umman'a göre geliştirilen Ampratwum ve Dorvlo Modeli (Model 3) olarak sıralayabiliriz.

Tablo 5 Modellerin İstatistiksel Analizi

Aylar	Model 1 % e	Model 2 % e	Model 3 % e	Model 4 % e	Model 5 % e
Ocak	-32,05	-31,18	-29,12	-19,00	-28,85
Şubat	-34,66	-32,93	-35,69	-24,75	-33,39
Mart	-6,62	-4,60	-10,54	-1,41	-7,16
Nisan	-6,02	-3,62	-11,76	-2,39	-7,46
Mayıs	-2,75	0,30	-11,82	-2,21	-5,88
Haziran	-4,99	-0,84	-19,15	-8,58	-10,62
Temmuz	-8,29	-3,82	-23,82	-12,78	-14,56
Ağustos	-10,07	-5,51	-25,87	-14,65	-16,44
Eylül	-8,45	-4,29	-22,49	-11,66	-13,97
Ekim	-6,22	-3,17	-15,10	-5,24	-9,21
Kasım	-21,89	-19,60	-26,31	-15,87	-22,47
Aralık	-31,72	-30,95	-28,38	-18,35	-28,32
R2	0,9901	0,9912	0,9813	0,9821	0,9862
MPE %	-	-11,6835	-21,8278	-11,4067	-16,528
MAPE	14,4766	11,7342	21,8278	11,4067	16,5281
SSRE	0,4106	0,3507	0,6452	0,2190	0,4271
RSE	0,1850	0,1710	0,2319	0,1351	0,1887
MBE	-	-314,8123	-	-	-98,913
RMSE	456,035	394,996	875,0460	424,411	640,779
t-stat	7,9104	4,3766	7,4731	5,3406	8,719

Geliştirilen beş farklı model istatistiksel açıdan incelendiğinde; Polinom Model 0,9939 değeri ile beş farklı model arasında Şanlıurfa ili için en uygun katsayıyı vermektedir. Belirleme

katsayısının (R^2) bir sayısına en yakın değeri modelin ölçüm verileri için ne derecede uyumlu olduğunu gösterir. Bu modeli sırasıyla logaritmik, lineer, üssel ve üstel model takip etmektedir. Aylıksal bazda hata analizi incelendiğinde polinom modelin Mart, Nisan, Mayıs, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim ayları en yakın sonuçları verirken, Logaritmik modelin Ocak ve Aralık ayları, Üssel modelin Şubat ve Haziran ayları ve Üstel modelin ise sadece Kasım ayı en iyi sonuçları vermiştir.



Tablo 6 Geliştirilen Modellerin İstatistiksel Analizi

Aylar	Lineer Model % E	Polinom Model % E	Logaritmik Model % E	Üssel Model % E	Üstel Model % E
Ocak	-5,03	2,59	-1,89	-2,67	-5,23
Şubat	-10,99	-10,65	-10,80	-9,72	-9,85
Mart	9,12	5,55	7,90	9,44	10,65
Nisan	7,86	3,04	6,26	7,85	9,53
Mayıs	7,31	2,64	5,86	6,89	8,63
Haziran	0,57	2,00	0,87	-0,04	-0,16
Temmuz	-3,46	0,13	-2,61	-4,06	-4,87
Ağustos	-5,17	-1,47	-4,30	-5,79	-6,63
Eylül	-2,15	-1,84	-2,15	-2,78	-2,53
Ekim	4,66	-0,38	3,08	4,27	6,12
Kasım	-3,83	-7,85	-5,20	-3,45	-2,09
Aralık	-4,36	4,16	-0,83	-1,87	-4,73
R2	0,9793	0,9939	0,9857	0,9792	0,9710
Mpe %	-0,4556	-0,1742	-0,3163	-0,1618	0,0956
Mape	5,3755	3,5249	4,3109	4,9018	5,9171
Ssre	0,0444	0,0256	0,0324	0,0391	0,0541
Rse	0,0608	0,0462	0,0520	0,0571	0,0672
Mbe	21,3162	13,8136	16,6268	17,3948	29,3
Rmse	256,8603	144,6186	213,9058	257,1066	04,971
t-stat	0,2762	0,3183	0,2586	0,2249	0,3201

Beş farklı model için yatay düzleme gelen toplam güneş ışınımı değerinin aylıksal değişimi Şekil 1’de gösterilmiştir. Hölçülen ile modellerden öngörülen güneş ışınımı değerleri arasındaki fark yok denecek kadar azdır.

Şekil 1. Geliştirilen modellerin aylıksal karşılaştırılması

Hesaplamalar sonucu belirlenen matematiksel modellerin listesi aşağıda verilen Tablo 7’de gösterilmiştir. Her bir model (Lineer, Polinom, Logaritmik, Üssel ve Üstel) için amprik a, b, c katsayıları ve istatistiksel uyumluluk R^2 değeri belirlenmiştir.

Tablo 7 Şanlıurfa iline özgü geliştirilen modeller

Modeller	a	b	c	R^2
Lineer	0,1278	0,544	-	0,8846
	$H/H_0 = 0,544 S/S_0 + 0,1278$			
Polinom	-0,4366	2,2942	-1,2936	0,9466
	$\frac{H}{H_0} = -1,2936 \left(\frac{S}{S_0}\right)^2 + 2,2942 \left(\frac{S}{S_0}\right) - 0,4366$			
Logaritmik	0,3638	0,6468	-	0,9176
	$H/H_0 = 0,3638 \ln \frac{S}{S_0} + 0,6468$			
Üssel	0,6736	0,7761	-	0,8998
	$H/H_0 = 0,6736 (S/S_0)^{0,7761}$			
Üstel	0,2234	1,1553	-	0,8595
	$H/H_0 = 0,2234 \exp^{1,1553(S/S_0)}$			

Bu çalışmada Şanlıurfa ili için yatay düzleme gelen güneş ışınımı için basit hesaplama yöntemleri belirlenmiş ve elde edilen değerler analiz edilmiştir. Bu değerler göre Şanlıurfa ili için en uygun modelin Cheegar ve Chibani Modeli olduğu tespit edilmiştir. Buna ek olarak

ölçülen değerlerin analizine göre istatistiksel veriler içerisinde bulunan bağıl hata yüzdesi, yüzdesel MPE, MBE, MAPE, RMSE ve t-stat değerleri bu model için oldukça uygun değerdendirler. İstatistiksel hata sonuçlarına göre polinom bağıntı ile Şanlıurfa ili için yatay düzleme gelen global güneş ışınımının tahmininde en makul değerler elde edilmiştir. Ayrıca Cheegar ve Chibani Modeli gerçek meteorolojik veriler ile karşılaştırıldığında geliştirilen modeller arasındaki farkın çok az oranda olduğu belirlenmiştir. Ama en başarılı modelin polinom model olduğu görülmüştür. Bu çalışma Sonuç olarak Şanlıurfa ili toplam güneş radyasyonu tahmini için polinom modelin tercih edilmesi önerilmiştir. Bu model verilerine göre Şanlıurfa ili için yıllık güneş enerjisi potansiyeli 4332,020 W/m² /ay olarak belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Anonim, 2003. Türkiye Çevre Vakfı, “Türkiye’nin Çevre Sorunları 2003”, Ankara, 2003.
- Anonim 2009 Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi “Dünya’da ve Türkiye’de Güneş Enerjisi” raporu. Sf.2 2009.
- Anonim,2011“<http://www.istanbulcevov.gov.tr/pdf/cdr2005/03BDogalKaynaklar.pdf>”
- Bakirci K. Correlations for estimation of solar radiation on horizontal surface. Journal of Energy Engineering 2008;134(4):130–4.
- Çil D. “Samsun’da Yatay Düzleme Gelen Günlük Tüm, Yayılı ve Direkt Güneş Işınımı Hesaplama Modeli” (2011). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Düzen, H., and Aydın, H. “Sunshine-based estimation of global solar radiation on horizontal surface at Lake Van region (Turkey)”, Energy Conversion and Management, 58, 35-46., 2012
- Kallioğlu, M. A. (2014). Niğde İli İçin Yatay Düzleme Gelen Günlük Tüm, Yayılı Ve Direkt Güneş Işınımını Hesaplama Modeli Geliştirilmesi (Doctoral dissertation, Niğde Üniversitesi).
- Kallioğlu M. A., Karakaya H., Avcı A. S., “Analysis Of Sunshine Hours And Global Solar Radiation For Mardin Of Turkey” 3. International Symposium On Innovative Technologies In Engineering and Science Valencia, Spain, 3-5 June 2015.
- Kallioğlu M. A., Avcı A.S., Ercan U., Karakaya H, Durmuş A., “Angstrom-Tip Güneş Işınım Tahmin Modellerinin Balıkesir İçin Geliştirilmesi”, ULIBTK’15 20. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi BALIKESİR, Türkiye, 02-5 Eylül 2015.
- Kallioğlu M. A., Ercan U., Şevik S., Fidan C., “Investigating Solar Energy Potential Of Diyarbakır Province”, 3.International Symposium On Innovative Technologies In Engineering and Science Valencia, Spain, 3-5 June 2015.
- Katiyar AK, Pandey CK. Simple correlation for estimating the global solar radiation on horizontal surfaces in India. Energy 2010;1–6.
- Li H, Maa W, Lian Y, Wang X, Zhao L. “Global solar radiation estimation with sunshine duration in Tibet, China”, Renewable Energy 36:3141-5, 2011
- Sen Z. Simple nonlinear solar irradiation estimation model. Renewable Energy 2007;32:342–50.
- Şen, Z., “Türkiye’nin Temiz Enerji İmkânları”, Mimar ve Mühendis Dergisi, Sayı: 33, Nisan-Mayıs-Haziran, 6-12, 2004.
- Yeşilnacar, M.İ., Gülşen H., 1999 “Şanlıurfa ve Çevresinin İklim Özellikleri ve Atatürk Barajının Yöre İklimi Üzerine Etkileri 52. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı, 10-12 Mayıs 1999, Ankara
- Varınca, K. B., Varank, G., “Güneş Kaynaklı Farklı Enerji Üretim Sistemlerinde Çevresel Etkilerin Kıyaslanması ve Çözüm Önerileri”, Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi ,İçel, 24–25 Haziran 2005 16
- Varınca, K. B., Gönüllü, M. T., “Türkiye’de güneş enerjisi potansiyeli ve bu potansiyelin kullanım derecesi, yöntemi ve yaygınlığı üzerine bir araştırma” I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi, Eskişehir, 270-275 (2006).

Modelling on Global Solar Radiation on Horizontal Surface in Şanlıurfa (Turkey)

Extended abstract

Renewable and clean energy source of the sun, radiation emitted as a proportion of even very small photon energy can compensate all the energy needs worldwide. Various technologies are being developed in order to this energy make available. Solar radiation data for a region, has a great importance in designing solar powered systems. In this study, five different models in the literature to determine the monthly average daily global solar radiation from the horizontal plane was examined, considering the climate and topography for Şanlıurfa city.

Results statistical methods of comparison, certainty coefficient (R^2), mean percentage error (MPE), the average deviation error (MBE), the mean absolute percentage error (MAPE), relative squared error (SSRIs), the relative standard error (RSE), root mean square error (RMSE) the relative percentage error (e) and the t -statistic (t -sat), including the method was compared with nine different statistics. Polynomial equation has been determined as the best approach for Şanlıurfa.

According to statistical error, Veera and Gambling Model to be used in Şanlıurfa for the global solar radiation from the horizontal plane has been identified as the most suitable model. This model is followed by the Model 1 developed by Veeren and Kumar special to India, and Model 5 developed by Luhanga and Andringa special to the Botswana, and Model 4 developed by Bahel and Model 3 developed by Ampratwum and Dorvlo special to Oman, respectively.

When the results of analyses are examined, it can easily be seen that the most appropriate model for Şanlıurfa province Polynomial model. This model is followed by Logarithmic, Linear

Exponential and Exponential Power models, respectively. When this model is observed from the angle of measurement results and compliance, its R^2 is 0,9939. It is accepted by everybody from general perspectives in present literature since this rate is very close to the other.

It is understood that the Mathematical model being able to meet appropriate solar radiation estimation in the best way in Şanlıurfa climate geography was Polynomial equation.

Keywords: *Mathematical Modeling, Total Solar Radiation, Statistics, Sunshine Duration*