

Yıllık toplam ve Ultraviole (UV) Güneş Enerjisi Verilerinin Ölçülmesi

Muhittin ŞAHAN^{1*}, Halide ŞAHAN¹, İlhami YEĞİNGİL²

¹Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü / OSMANİYE

²Çukurova Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü / ADANA

Alınış tarihi:05.11.2009, Kabul tarihi:15.02.2010

Özet: Bu çalışmada, Ekim 1993 ve Eylül 1995 tarihleri arasında toplam ve UV ışınım ölçümleri Adana'da (Enlem: 35°18'D, Boylam: 36°59'K) Çukurova Üniversitesi UZAYMER binasının çatısına yerleştirilen bir Eppley Pranometre (285-2800nm) ve bir Eppley UV Radyometre (295-385 nm) kullanılarak yapılmıştır. Ölçüm süresince günlük toplam enerji ve UV bileşeni sırasıyla 8322.64 MJ/m² ve 312.04 MJ/m² olarak hesaplanmıştır. Günlük ortalama toplam enerji ve UV ışınımın bileşeni sırasıyla 17.09 MJ/m² 0.64 MJ/m² olarak bulunmuştur. Aylık ortalama yıllık toplam enerjinin 17.55 MJ/m², UV bileşeninin ise 0.67 MJ/m² olduğu saptanmıştır. En yüksek güneş enerjisi 25.75 MJ/m² ile Temmuz en düşük enerji 7.25 MJ/m² ile Ocak ayında alınmıştır. Haziran ve Ağustos aylarında gelen toplam enerji diğer aylara göre daha yüksektir. Elde edilen sonuçlara göre, Şubat ve Ekim aylarında ortalama güneş enerjinin yüzde yüzü 20 MJ/m² 'nin altında, Ocak ayında ise, 15 MJ/m² 'nin altında olduğu saptanmıştır. Güneş enerjisinin %90'ı Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında 20 MJ/m² 'nin üzerinde olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlara göre, Adana bölgesinin güneş enerjisi bakımından oldukça yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Güneş Işınımı, Toplam ışınım, UV Işınımı

Annular Solar Global and Ultraviolet (UV) Radiation Measurements

Abstract: In this work, the measurements of the global and the UV component of the radiation during the time period of October 1993 and September 1995 in Adana region (latitude: 35°18' D, longitude: 36°59' N, altitude: 130 m) were done by using an Eppley Pyranometer (285-2800nm) and an Eppley UV Radiometer (295-385 nm) located on the roof of the UZAYMER in Çukurova University. Daily total energy and its UV component were calculated to be 8322.64 MJ/m² and 312.04 MJ/m², respectively. It was also found that the average daily total energy was 17.09 MJ/m² and the UV radiation was 0.64 MJ/m². Monthly mean yearly global radiation was also determined to be 17.55 MJ/m² and the UV component as 0.67 MJ/m². The highest solar radiation was received in July, 25.75 MJ/m², but the lowest was in January, 7.25 MJ/m². The global radiation in June and August was higher than the other months. As a result of these data, it was determined that the 100 percent of the solar energy was smaller than 20 MJ/m² in February and October and than 15 MJ/m² in January. It was also found that 90 percent of solar radiation was greater than 20 MJ/m² in April, May, June, July, and August. From these results, we can say that solar energy is high in Adana Region.

Keywords:Solar Radiation, Global Radiation, Ultraviolet Radiation

Giriş

Çağdaş toplum günümüzdeki refah düzeyine ucuz ve bol enerji tüketerek ulaşmıştır. Son yüzyılda sanayinin hızla gelişmesiyle enerji tüketimi hızlı bir artış göstermiştir. En çok kullanılan enerji kaynakları; petrol, doğal gaz, kömür gibi fosil yakıtlardır. Milyonlarca yıl boyunca güneş enerjisinin fotokimyasal reaksiyonlarla oluşturduğu fosil yakıtlar yenilenemeyen enerji kaynaklarıdır ve dolayısıyla hızla tükenmektedir. Fosil enerji kaynaklarına alternatif olarak nükleer enerji kaynakları gösterilmekte fakat çevre kirliliği ve güvenlik açısından büyük sorunlar yaratmaktadır (McDaniels, 1979; Emrahoğlu, 1980).

Bugün, yüz yüze olduğumuz en büyük teknolojik sorun çevreye fazla zarar vermeden, yeterli ekonomik büyümeyi sağlayacak düzeyde enerji üretecek yeni kaynaklar aramaktır. Güneş enerjisinin diğer enerji türlerine göre oldukça fazla avantajı vardır. Güneş her şeyden önce en bol bulunan güvenlik ve çevre açısından sorunsuz bir alternatif enerji kaynağıdır (Mosalam vd., 1998; Bannani vd., 2006). Çevreyi kirlletici, duman, gaz, karbon monoksit, kükürt ve radyasyon gibi artıkları olmadığı için güneş temiz bir enerji türüdür ve güneş enerjisi dışa bağımlı olmadığından, doğabilecek ekonomik bunalımdan da bağımsızdır. Güneş ışınımı sürekli olmadığından depolanması gerekmektedir ve bu depolanma imkânları

da sınırlıdır. Güneş ışınımından yararlanmak için kullanılan aletlerin ilk yatırım masrafları fazladır ve ekonomik değildir. Bu nedenle, güneş enerjisi ile ilgili yatırımlar yapılmadan önce, yörenin güneş enerjisi potansiyelinin araştırılması buraya yapılacak yatırımlar açısından çok önemlidir (Emrahoğlu, 1980). Böylece, her hangi bir bölgedeki güneş enerjisinin karakteristikleri hakkında edinilen genel bilgiler bölgede güneş enerjisi uygulamalarının çalışılması, planlanması ve dizaynında oldukça önemli rol oynamaktadır (Bannani vd., 2006). Dolayısıyla, güneş enerjisi uygulamalarının sayısına bağlı olarak güneş ışınım verilerinin ölçülmesi oldukça önemlidir. Bu nedenle, dünyada pek çok araştırmacı tarafından güneşten birim yüzeye gelen toplam ve UV ışınım ölçümlerini düzenli olarak yapmaktadırlar (El-Nashar vd., 2001).

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile açığa çıkan ışıma enerjisidir. Güneşteki hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklindeki füzyon sürecinden kaynaklanır. Güneşin birim alanından birim zamanda çeşitli dalga boylarında 62 MW/m² enerji ortama yayılmaktadır. Dünya atmosferinin dışına ulaşan güneş enerjisinin şiddeti sabit ve 1370 W/m² değerindedir. Yeryüzüne gelen güneş enerjisi bölgelere göre 0-1100

W/m² değerleri arasında değişim göstermektedir (E. İ. E., 1983).

Elektromanyetik tayfin 295-385 nm dalga boyu arasındaki bölgesi genellikle Morötesi (Ultraviolet: Morötesi: UV) ışınımı olarak adlandırılmaktadır (El-Nashar vd., 2001). Atmosfer dışında, UV ışınım toplam ışınımın (Global (285-2800nm)) % 8.73'ünü oluşturur ve bu ışınımın ancak %5'i dünya yüzeyine ulaşır. UV ışınımı, atmosferdeki ozon ve oksijeni de içeren gazların ışık ile çözünmesinden sorumludur ve bu gazların atmosferdeki gazların dengesine etki eder. UV ışınım olmasaydı orta atmosferdeki ve yüzeydeki ısı bugünkünden çok farklı olurdu (Şahan, 1996).

UV ışınımı; yakın UV (380-300nm), orta UV (300-200nm), uzak UV (200-100nm) ve en uç UV (100-4 nm) olmak üzere dört bölgeye ayrılmaktadır (El-Nashar vd., 2001; Som, 1992). 200 nm'den daha küçük dalga boyuna sahip olan ışınım atmosferde tamamen soğrulmaktadır (Webb ve Steven, 1986). 290-320nm arasında dalga boyuna sahip olan güneşin UV ışınımı dünyaya kadar ulaşmaktadır. Bu UV ışınım miktarı toplam güneş ışınımının yaklaşık % 8.73'ünü kadar olmasına rağmen, bitkiler ve hayvanlar üzerinde arzu edilmeyen etkilere sahiptir. Örneğin, deri üzerinde güneş yanığı, deri kanseri gibi insan vücudunda pek çok zararlı etkilere neden olmaktadır (Zigman, 1977). Dünya yüzeyinin her hangi bir bölgesindeki UV ışınımının büyüklüğü güneş ışınlarının gelme açısına, atmosferdeki ozon tabakasının kalınlığına, bulut, yağmur damlacıklarının genişliği, nem, toz parçacıklarının genişliği gibi atmosferik durumlara ve hava kirliliğine bağlı olarak atmosferdeki kimyasal parçacıklara bağlıdır (Elhadidy vd., 1990). Bu nedenle güneşten gelen ışınımın UV bileşeninin de ölçülmesi oldukça önemlidir.

Türkiye'nin bir bölümü de güneş kuşağı adı verilen bir bölgede bulunmaktadır ve güneş enerjisi bakımından orta zenginliktedir. Türkiye'de güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970 'lerden sonra hız kazanmıştır. Devlet Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından pek çok istasyonda, toplam güneş ışınım ölçümleri sürekli yapılmaktadır (E.İ.E., 1983).

Konunun önemi ve sağlıklı verilere duyulan gereksinim nedeniyle, Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümünde 1978 yılından sonra toplam güneş ışınımı ve UV bileşenleri sağlıklı olarak sürekli ölçülmeye başlanmıştır. Toplam güneş ışınım

ölçümlerinde Eppley 8-48 model Pranometre, UV bileşeninin ölçümlerinde Eppley UV-Radyometre kullanılmıştır (Şahan, 1996). 1978-1982 yılları arasında toplam ve doğrusal güneş ışınımını ölçmüş ve yıllık ortalama toplam ışınım enerjisini 5759.77 MJ/m² olarak bulmuştur (Emrahoğlu, 1980). Eylül 1993- Eylül 1994 yılları arasında aylık ortalama yıllık toplam enerjinin 386.81 W/m² ve UV enerjinin 14.81 W/m² olduğunu ölçmüş ve toplam ışınım içindeki UV bileşeninin % 4± 0.2 olduğunu saptamıştır (Şahan, 1996).

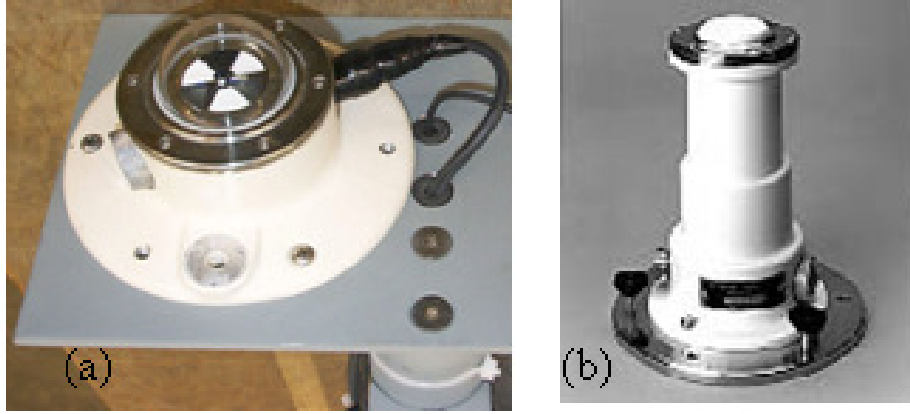
Bu çalışmada, Ekim 1993-Eylül 1995 tarihleri arasında Çukurova Üniversitesi yerleşkesinde (Enlem: 35°18'D, Boylam: 36°59'K ve yükseklik: 130 m) bulunan Pranometre ve UV Radyometre kullanılarak güneşten gelen toplam ve UV ışınımını dakikalık olarak mV cinsinden ölçülen 488 günlük veriler analiz edilerek sonuçları tartışılmıştır.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada kullanılan toplam ve UV ışınım ölçüm düzenekleri, Adana'nın kuzeyinde 36°59' K enleminde 35°18' D boylamında, denizden 130 m. yükseklikte Çukurova Üniversitesi, Balcalı kampusundaki UZAYMER (Uzay Araştırmaları ve Güneş Enerjileri Merkezi) binasının çatısına yerleştirilmiştir. Yüze gelen toplam ışınımı ölçmek için EPPLEY tipi 8-48 model Pranometre (Şekil 1a) ve UV ışınımını ölçmek için Eppley UV-Radyometre kullanılmıştır.

Pranometreler yatay yüzeye gelen doğrusal ve yayılı ışınımın tamamını ölçmek için tasarlanmışlardır.

Toplam ve UV ışınım verileri dakikalık olarak milivolt (mV) cinsinden ölçülmüştür. Bu veriler 12 bit analog-dijital (A/D) çevirici kullanılarak depolanmıştır. Bu ölçümlerin bilgisayara kaydedilmesi ve analiz edilmesi amacıyla bir dizi bilgisayar programı geliştirilmiştir. Veri alınırken kullanılan bu programlar, toplam ve UV ışınım verilerini iki kanaldan dakikalık olarak ölçmektedir. Her kanal dakikalık olarak alınan verileri 500 kez örnekleme ve ortalamasını dakikalık veri olarak diske o günün tarih ve zaman ile birlikte kaydedilmiştir (Şahan, 1996).



Şekil 1. EPPLEY Tipi 8-48 Model Pranametre (a), EPPLEY Tipi UV Radyometre (b).

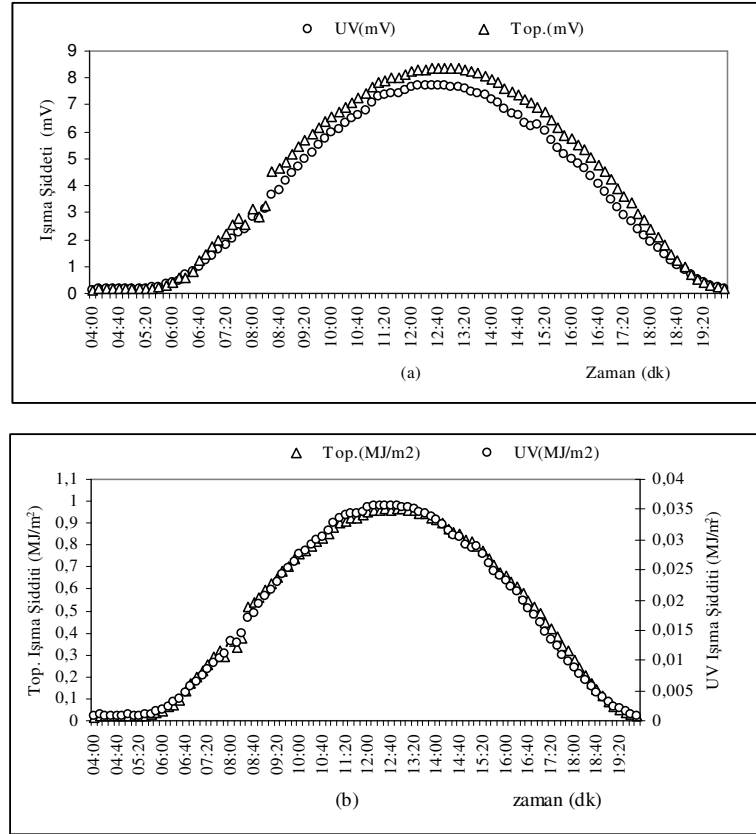
mV cinsinden alınan toplam ve UV ışınımlar daha sonra W/m^2 veya J/m^2 cinsinden hesaplanmıştır. Toplam ve UV ışınım değerlerini W/m^2 'e dönüştürmek için kalibrasyonları yapılmış ve mV cinsinden alınan toplam ışınım değerlerinin her birini 115 katsayısı ile çarparak W/m^2 birimine dönüştürülmüştür. Aynı şekilde UV ışınım değerleri de 4.16 katsayısı ile çarparak W/m^2 birimine dönüştürülmüştür. Daha sonra tüm veriler enerji birimi olan Joule (MJ/m^2) cinsinden hesaplanmıştır (Şahan, 1996). Yapılan bilgisayar programları ile her gün iç güneşin doğuş batış saatleri belirlenmiş ve sistem güneşin doğuş saatinden iki saat önce veri alımına başlamış ve aynı şekilde güneşin batış saatinden iki saat sonra veri alımını durdurup bir sonraki veri alış zamanını beklemiştir.

Bulgular ve Tartışma

Adana'da Ekim 1993-Eylül 1995 yılları arasında yapılan güneş enerjisi ölçümlerinin değerlendirilmesinde 488 günlük veri kullanılmıştır. Diğer günlerde veriler hatalı olduğundan değerlendirilmeye alınmamıştır. Dakikalık olarak mV cinsinden alınan veriler, on dakikalık, saatlik, günlük ve aylık olarak ayrı ayrı enerji cinsinden (MJ/m^2) hesaplanmıştır. Bu verilere örnek olarak 26 Temmuz 1995 tarihinde bulutsuz ve açık bir günde mV cinsinden alınan toplam ve UV ışınım bileşenlerinin 10'ar dakikalık

ölçümleri seçilmiş ve ortalama değişim grafiği Şekil 2a'da verilmiştir. Şekil 2a'daki mV cinsinden olan verilerin kalibrasyonları yapıldıktan sonra MJ/m^2 cinsinden 10'ar dakikalık ortalama değişim grafiği Şekil 2b'de verilmiştir. Her iki şekilde de üçgen ve yuvarlak semboller sırasıyla toplam ve UV ışınımları temsil etmektedir. Şekil 2b'de toplam ışınım ile UV ışınımı karşılaştırmak amacıyla ikincil y eksenini çizilmiştir. Her iki ışınımın da günlük sinüzoidal bir değişim göstermekte ve güneşin doğuş-batış saatlerinde yüzeye gelen enerji en düşük değer gösterirken öğle saatlerinde en yüksek değere ulaşmaktadır. Toplam ve UV ışınım bileşenlerinin 10'ar dakikalık ortalamalarının toplamı sırasıyla $47,94005 MJ/m^2$ ve $1,71953 MJ/m^2$ olarak hesaplanmıştır.

Ekim 1993-Eylül 1995 yılları arasında MJ/m^2 cinsinden ölçülen tüm verilerin günlük olarak toplam ve UV ışınımları arasındaki korelasyonun matematiksel ifadesini tespit etmek için bir regresyon analizi yapılmış ve Şekil 3'de verilen grafik elde edilmiştir. Buna göre UV ve toplam ışınım aralarındaki ilişkinin $y=0,0359x+0,0282$ olduğu görülmüştür. Burada y ve x değişkenleri sırasıyla UV ve toplam ışınım değişimlerini göstermektedir. Buna göre, toplam ve UV ışınımların arasında pozitif doğrusal bir korelasyon olduğu görülmektedir. Toplam ve UV ışınımlarına uydurulan eğilim çizgisinin R^2 değeri 0,9323 olarak bulunmuştur.

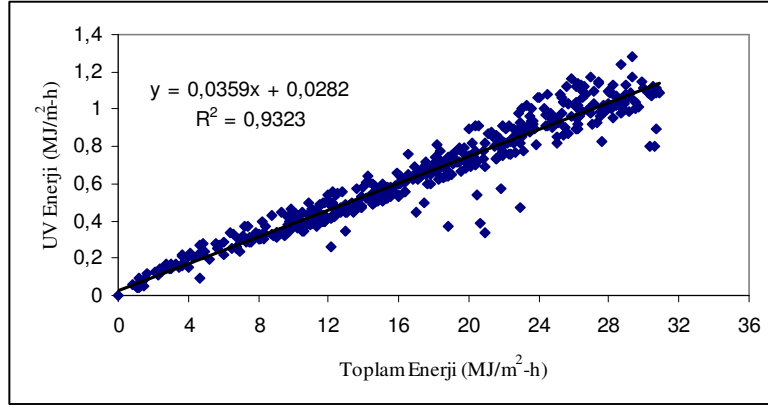


Şekil 2. 26 Temmuz 1995 tarihinde alınan UV ve toplam ışınımalarının milivolt (a) ve MJ/m^2 (b) cinsinden 10 dakikalık ortalamaları arasındaki ilişki

Şekil 3’de verilen toplam ve UV ışınımının yıllık toplam değerlerinin sırasıyla $8370.26 MJ/m^2$ ve $313.79 MJ/m^2$ ve ortalamaların ise $17.22 MJ/m^2$ ve $0.65 MJ/m^2$ olduğu bulunmuştur. Yapılan lineer regresyon analizi sonucunda, toplam enerji ile UV enerjisi arasında doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir. UV ışınımının olmadığı zamanlarda toplam ışınımın varlığı dikkat çekicidir. Bilindiği üzere Pranometre görünür ışınımın doğrusal bileşeni, kızılötesi (30nm-300nm), saçılmış ışınımı ölçmektedir. Bu nedenle, güneş ufuk düzleminde çıktığında, ortamda sadece saçılmış ışınım kalmaktadır. Böylece ölçülen enerji sadece saçılmış ışınımdır. Ekim 1993-Eylül 1995 tarihleri arasında alınan toplam 488 günlük verilerin yapılan analizleri sonucunda toplam ışınım ve UV bileşeninin günlük ortalama değerleri kullanılarak aylık ortalama enerji değerleri MJ/m^2

cinsinden hesaplanmış ve sonuçlar Çizelge 1’de verilmiştir. Çizelgede birinci sütün ayları, ikinci sütün verilerin alındığı gün sayısını, üçüncü ve dördüncü sütunlar ise sırasıyla alınan toplam ışınımı ve UV ışınım bileşenini göstermektedir. Buna göre, aylara göre en fazla Eylül ayında (57 gün) en az Mayıs ayında (23 gün) veri alınmıştır.

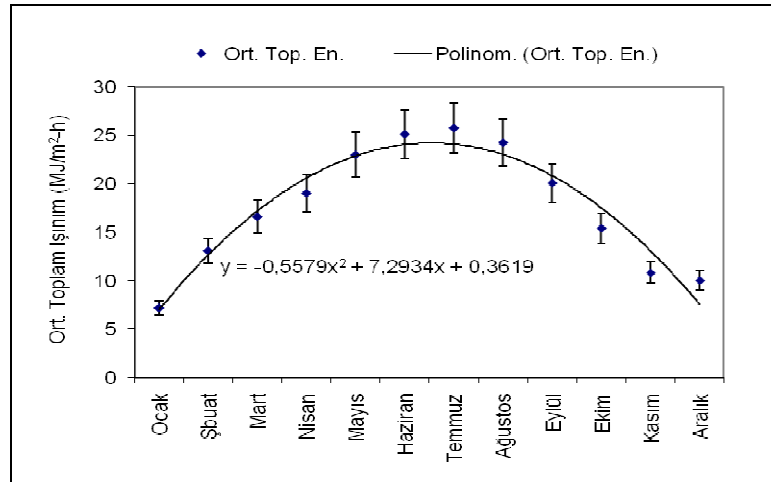
Çizelge 1’de verilen toplam ve UV ışınım değerleri kullanılarak aylık toplam ve UV ışınım grafikleri aylara göre sırasıyla Şekil 4 ve Şekil 5’de çizilmiştir. Her veri için standart sapmaları da veriler üzerinde gösterilmiştir. Şekil 4 ve Şekil 5’deki veriler üzerine ikinci dereceden polinomlar uydurulmuş ve polinom denklemleri şekiller üzerinde verilmiştir.



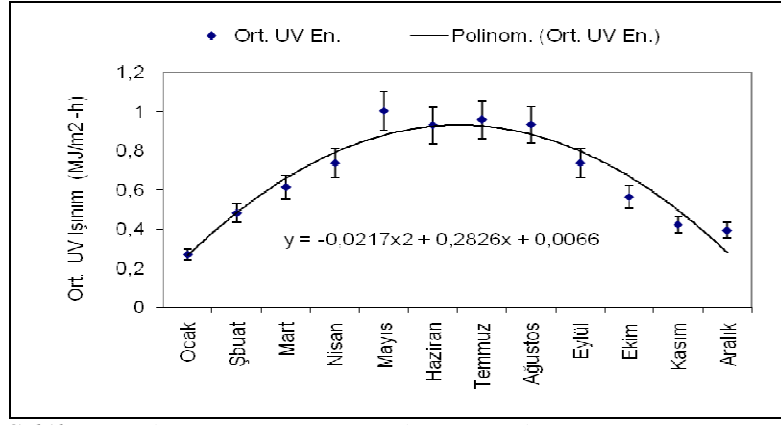
Şekil 3. Günlük Toplam ışınımına karşı çizilen günlük UV ışınım grafiği (regresyon analizi).

Çizelge 1. Aylara göre ortalama toplam ve UV ışınım için aylara göre enerji değişimi

AYLAR	Gün Sayısı	Ort. Top En. (MJ/m ²)	Ort. UV En. (MJ/m ²)
Ocak	35	7,25	0,27
Şubat	37	13,12	0,48
Mart	44	16,63	0,61
Nisan	36	19,05	0,74
Mayıs	23	23,00	1,00
Haziran	27	25,13	0,93
Temmuz	47	25,75	0,96
Ağustos	39	24,25	0,93
Eylül	57	20,09	0,74
Ekim	54	15,44	0,56
Kasım	54	10,85	0,42
Aralık	35	10,05	0,39



Şekil 4. Ortalama toplam ışınımın aylara göre değişimi

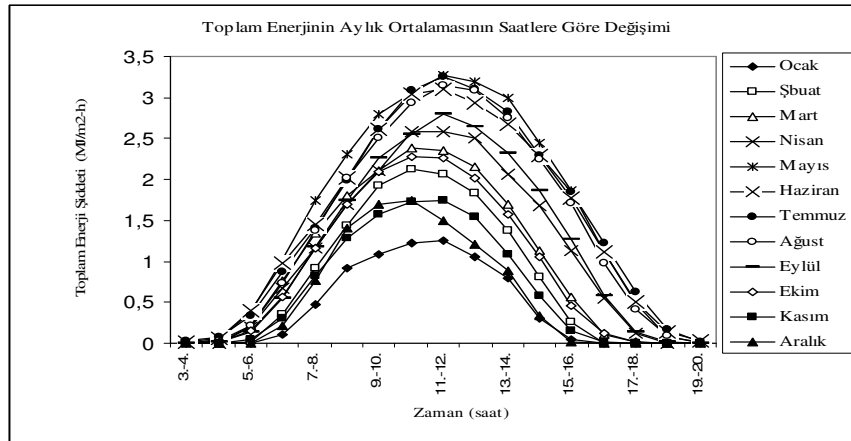


Şekil 5. Ortalama UV ışınımının aylara göre değişimi

Çizelge 1'de verilen değerlerden ve Şekil 4 ve Şekil 5'deki grafiklerden, aylık olarak ortalama toplam ışınım değeri Temmuz ayında 25.7 MJ/m^2 ile en fazla değere sahip olduğu ve Haziran (25.1 MJ/m^2) ve Ağustos (24.2 MJ/m^2) aylarında ise yine yüksek olduğu hesaplanmıştır. Toplam ışınımın Ocak ayında ise 7.2 MJ/m^2 en az değer olarak ölçülmüştür. Aynı şekilde, UV ışınım için aylara göre enerji değişimi Temmuz ayında en yüksek (0.96 MJ/m^2), Ocak ayında ise, en düşük (0.27 MJ/m^2) değer olarak bulunmuştur. UV ışınımın en fazla yaz aylarında olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla, yaz aylarında açık havada dolaşmanın sakıncalı olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar yukarıda belirtilen toplam ışınım ile de uyum içindedir.

Şekil 6'da aylık ortalama toplam ışınımın saatlere göre değişimi verilmiştir. Tüm aylarda öğlen saatlerinde toplam güneş enerjisi yeryüzüne en yüksek oranda gelmektedir. Saat 11-12 arasında saatlik toplam enerji 28.72 MJ/m^2 ve ortalama $2,39 \text{ MJ/m}^2$ değerinde olup en yüksek değerdedir. UV ışınım bileşeni saat 13-14 arasında toplam 1.23 MJ/m^2 ve ortalama 0.095 MJ/m^2 değerinde en yüksek değere ulaşmıştır.

Güneşten gelen toplam ve UV ışınımının bir kısmı atmosferdeki su buharı tarafından soğrulduğundan, Ocak ayında havada su buharı fazla olduğundan en düşük seviyesine ulaşmaktadır. Havadaki su buharının az olduğu Temmuz ile Ağustos ayları arasında doğrudan yer yüzüne en yüksek şekilde ulaşmaktadır. Yüzeye gelen günlük toplam ışınımın ölçüm yılları boyunca, belirlenen enerji aralıklarına göre yüzdelik frekans dağılımları MJ/m^2 cinsinden hesaplanmış ve günlük toplam ışınımın 20 MJ/m^2 'den büyük değerlerinin yüzdesi 48.93 MJ/m^2 , 10 MJ/m^2 'den küçük değerlerinin yüzdesi 10.4 MJ/m^2 olduğu görülmüştür. 20 MJ/m^2 'den büyük değerlerinin bulunduğu aylar % 97.28 ile Mayıs, %97.27 ile Temmuz, %92.95 ile Ağustos, %87.65 ile Haziran, %68.86 ile Eylül ve %67.98 ile Nisan ayı hesaplanmıştır. 10 MJ/m^2 'den küçük değerlerinin yüzdelik dağılımlarının en yüksek olduğu aylar ise, %51.62 ile Ocak, %33.41 ile Aralık ve %23.3 ile Kasım olarak sıralanabilir.



Şekil 6. Ölçülen toplam ışınımın aylık ortalamasının saatlik değişimi

Sonuç

Güneş enerjisi verileri güneş enerjisi uygulamalarının artmasına bağlı olarak çok önemli olmaktadır. Bu nedenle, güneşten gelen toplam enerji ve UV bileşeni dünyanın pek çok bölgesinde çalışılmaktadır (El-Nashar vd., 2001). Ekim 1993-Eylül 1995 tarihleri arasında Çukurova Üniversitesi Balcalı kampüsü yerleşkesinde bulunan (Boylam: 36°59'K, Enlem: 35°18'D ve yükseklik: 130m) UZAYMER' de bulunan Pranometre ile toplam ve UV Radyometre ile UV ışınımı enerjisi verileri dakikalık mV cinsinden ölçülmüştür. Alınan veriler analiz edilmiş ve toplam 488 günlük veri kullanılmış, hatalı olan veriler değerlendirilmeye alınmamıştır. Daha sonra veriler MJ/m² biriminde saatlik, günlük ve aylık olarak ayrı ayrı hesaplanmıştır. Aylık olarak hesaplanan veriler kullanılarak toplam ve UV ışınımının en yüksek, en düşük değerleri ile ortalama ve standart sapmaları hesaplanmıştır.

Yapılan çalışma sonucuna göre, ölçüm süresince günlük toplam enerji 8322.64 MJ/m², UV bileşeni ise 312.04 MJ/m² olarak bulunmuştur.

Günlük ortalama toplam enerjinin değeri 17.09 MJ/m², UV ışınımının ise 0.64 MJ/m² olduğu görülmüştür. Aylık ortalama yıllık toplam enerjinin 17.55 MJ/m², UV bileşeninin ise 0.67 MJ/m² olduğu hesaplanmıştır. En az güneş enerjisinin olduğu ay Ocak ayı (7.25 MJ/m²), en fazla olduğu ay ise Temmuz ayı (25.7 MJ/m²) olmuştur. Haziran ve Ağustos aylarında da gelen güneş enerjisi diğer aylarla karşılaştırıldığında, yüksek değerde olduğu gözlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Şubat ve Ekim aylarında günlük ortalama güneş enerjisinin hepsi 20 MJ/m² 'nin altında, Ocak ayında ise hepsi 15 MJ/m² 'nin altında olduğu saptanmıştır. Güneş enerjisinin %90 'ı Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında 20 MJ/m² 'nin üzerindedir.

Sonuç olarak, coğrafik konumu itibariyle, Adana bölgesi Türkiye'de en çok güneş enerjisi olan bölgelerden birisi olduğu gözlenmiştir. Bundan dolayı bölgedeki güneş enerjisi çalışmalarının planlı ve programlı bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Kaynaklar

- McDaniels, D. K. 1979. the Sun: Our Future Energy Source (Second Edition). New York: John Wiley and Sons, 271.
- Emrahoğlu, N. 1980. 1978-1982 Yılları Arasında Adana'da Ölçülen Güneş Işınım Verilerinin Analizi , Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Mosalam Shaltout MA, Hassan, A. H, Fathy A. M. 1998. Studying ultraviolet and visible solar radiation over Cairo and Aswan and their correlations with environmental and climatological parameters. 4th International Conference, Solar Energy Storage and Applied Photochemistry, Proc. Indian Acad. Sci. (Chem.Sci.);110(3):361-371.
- Bannani, F. K., Sharif T. A., and Ben-Khalifa A. O. R. 2006. Theoretical Applied Climatology, Estimation of monthly average solar radiation in Libya 83, 211–215.].
- El-Nashar, N. F., Abdullah, A. H. and Al-Zenki, J. M. 2001. Solar Global And Ultraviolet Radiation Measurements Over Kuwait ,International Journal of Sustainable Energy, 21:4,281 – 291.
- E. İ. E. 1983. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Zamansal ve Alansal Dağılımı.
- Şahan, M. 1996. Toplam ve Ultraviöle (UV) Güneş Enerjisi verilerinin ölçülmesi değerlendirilmesi ve değişiminin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Som, A.K. 1992. Solar UV-B radiation measurements over Bahrain, Renewable Energy 2 (1), 93–98.
- Webb, A. R. and Steven, M. D. 1986. Journal of Climatology, 6, 405-41 1.
- Zigman, S. 1977. Photobiol., 26, 437-441.
- Elhadidy, M. A., Abdel Nabi, D. Y. and Kruss, P. D. 1990. Solor Energy, 44, 315-319.