

Çukurova Bölgesinde Isıtma/Soğutma İçin Bina Yönlerinin Belirlenmesi

Hüseyin TOROS, Ahmet D. ŞAHİN, Ali DENİZ, Levent ŞAYLAN ve Orhan ŞEN
İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, Maslak, 34469, İstanbul.
toros@itu.edu.tr, sahind@itu.edu.tr, denizali@itu.edu.tr, saylan@itu.edu.tr, seno@itu.edu.tr,

Özet: Son yıllarda yeni ve yenilebilir enerji kaynaklarının çevreye olumsuz yönde zarar veren fosil enerji kaynaklarına alternatif olması bunların çeşitliliğini ve verimli kullanımını da gündeme getirmiştir. Çukurova bölgesinde nüfus, sanayi, turizm ve ticaret artan bir eğilim göstermektedir. Bu artışlar sonucunda doğal olarak konutların ve işyerlerinin kışın ısıtma amaçlı ve yazın soğutma amaçlı enerji ihtiyaçları ve giderleri artmıştır. Yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahip bu bölgede ısıtma ve soğutma için gerekli olan enerjinin de bu kaynaktan sağlanması her açıdan büyük kazançlar sağlayacaktır.

Bu çalışmada Çukurova bölgesinin nüfus bakımından en büyük iki merkezi Adana ve Mersin'e ait saatlik toplam güneş ışınımı verileri kullanılarak bina dış yüzeylerine gelen güneşlenme şiddetlerinin yönlere ve aylara göre değişimi hesaplanmıştır. Yapılaşma ve planlamada güneşlenme şiddetinin ihmal edilmeyecek oranda hesaba katılmasının gerektiği görülmüştür. Evsel, sanayi, ticari ve turizm konutları için aylara göre ısıtma ve soğutma temel alınarak en uygun yönler tespit edilmiş ve önerilmiştir. İster büyük ölçekte ister küçük ölçekte olsun toplam güneş ışınımının binaların yapımında doğru kullanımı ile ısıtma veya soğutmada enerji tasarrufu sağlanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Çukurova, enerji, güneş ışınımı, ısıtma, konut, soğutma

1. Giriş

Fosil enerji kaynaklarının tükenmeye yüz tutması neticesinde son yıllarda yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları konusunda araştırmalar hızla artmaktadır. Bu kaynaklarından güneş enerjisi, güneşin çekirdeğindeki hidrojen gazının helyuma dönüşmesi sırasındaki füzyon sürecinden kaynaklanır. Atmosfer dışına gelen güneş ışınımının %30'u atmosferde geri yansıtılır, %20'si atmosfer tarafından tutulur, geriye kalan %50'si ancak yeryüzüne ulaşır. Bu özelliklere sahip güneş ışınımı dünyanın en temel enerji kaynağıdır, [1]. Dünyaya gelen güneş enerjisi dünya ihtiyacının kat ve kat fazlasıdır. Sorun bu enerjinin kullanılabilirliğini arttırmaktır. 1973 petrol kriziyle birlikte güneş enerjisi çalışmaları da hız kazanmıştır. Tükenmeyen kaynağının olması yanında hava kirliliği oluşturmaması da bu enerji kaynağının önemini arttırmaktadır. Gelen ışınım dünyanın doğal enerji kaynağı ve ekosistemin sürekliliğini sağlar ve tekrar uzaya neşredilir. Bu doğal süreç içinde kullandığımız istatistiklerde yer almayacak kadar azdır.

Evsel enerji tüketiminin bir kısmı kışın ısıtma amaçlı, yazın ise soğutma amaçlı kullanılmaktadır. Gün geçtikçe yazları soğutma amaçlı enerji tüketimi artmaktadır. Çukurova bölgesinin yazları çok sıcak olması nedeniyle enerjiye daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır.

Bir binaya gelen güneş enerjisinden azami yararlanmak için güneş açıları, güneş ışınımına bağlı olarak şehir tasarımında binaların yeri, yönü, aralıkları, kullanılan malzeme gibi önemli etkenler bulunmaktadır. Bir binaya gelen güneş ışınımı dünyanın güneş etrafındaki konumundan dolayı değişiklik göstermektedir. Meteorolojik şartlarda da gelen güneş enerjisinin değişimine neden olmaktadır. Çukurova bölgesi yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Kışın güneş ışınlarından azami istifade etmek isterken yazın etkisini en aza indirmek isteriz. Binaların tasarımında ihtiyaca yönelik mükemmeliyetin oluşturulması hem küçük ölçekte ve hemde büyük ölçekte enerji tasarrufu sağlayacaktır. Güneş ışınım değerlerinin gün içindeki ve yıl içindeki değişim değerlerinin bilinmesi bina üstlerine yerleştirilen değişik enerji kaynaklarının verimini de arttıracaktır.

Son yıllarda güneş ışınımı değerlendirilmesinde çalışmalar artmıştır. Şehirlerin tasarımında meteorolojik veriler çok önemli hale gelmiştir, [2].

Genel olarak yatay yüzeye gelen güneş ışınımı ölçüldüğünden düşey yüzeye değişik açılardan gelen güneş ışınımı değerlerinin hesaplanması için birçok model geliştirilmiştir [3]-[4]-[5].

Ülkemizde de son yıllarda güneş enerjisi üzerine çalışmalar artmıştır. İstanbul ve Ankara gibi büyük şehirlerde güneş ışınlarının bina yüzeyine gelen değerleri hesaplanmıştır, [6]-[7]-[8].

Bu çalışmanın asıl amacı Çukurova bölgesinde binaların herbir yönüne gelen güneş ışınım değerlerinin hesaplama metodolojisini sunarak yapıların ilk aşamasında düşünülmesi gereken uygun yönleri belirlemektir.

2. Kullanılan veri ve hesaplama Yöntemi

Bu çalışma sempozyumun Mersinde yapılıyor olması ve bölgenin bilhassa yazları iklimlendirmeye ihtiyacı göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Bölge çizim 1’de gösterilmiştir. Çukurova bölgesinin hem nüfus ve hemde sanayi ve ticaret bakımından iki büyük şehri Adana ve Mersin’dir. Çukurova Akdeniz iklim özelliklerini taşımakta yani yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlıdır.

Düşey alana gelen güneş ışınımı değerlerinin hesaplanmasında Adana için 1975-2005 Nisan ayı ve arası değerleri, Mersin için 1988 Kasım ile 2005 Nisan ayları arası meteoroloji istasyonları uzun yıllar ölçüm değerleri alınmıştır. Ölçüm değerleri yatay yüzeye gelen saatlik toplam güneş ışınımıdır. Kullanılan veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğüne bağlı Adana ve Mersin rasathanelerinde bulunan Aktinograf aleti ile yapılmıştır. Aktinograf aleti, yatay bir yüzeye gelen toplam güneş ışınımı şiddetini kalori cinsinden kaydeden alettir. Adana ve Mersin’e ait bazı coğrafi ve meteorolojik değerler çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Adana ve Mersin konum ve iklim değerleri.

Şehir	Enlem	Boylam	Rakım	Ortalama Sıcaklık	Ortalama Yağış	Ortalama Güneş Işınımı
Adana	36° 59’ K	35° 21’ D	27 m	18.8 °C	647 mm	335 Cal/cm ² .gün
Mersin	36° 48’ K	34° 38’ D	3 m	18.6 °C	596 mm	400 Cal/cm ² .gün

Yatay yüzeye gelen meteorolojik ölçümlerden düşeyde farklı yönlerdeki duvarlara gelen ışınım için geliştirilen eşitlikler Arısoy ve arkadaşları tarafından yapılan “Türkiye İklim Verileri” isimli çalışmadan alınmıştır, [9].

Çalışma aşağıdaki sıra takip edilerek yapılmıştır:

Mevcut güneş zamanının hesaplanması, Saat açısının hesaplanması, Güneş yükseklik açısının hesaplanması, Güneş azimut açısı, Yüzey azimut açısı, Yüzey-Güneş azimut açısı, Açık gökyüzü güneş ışınımının profilinin hesaplanması, Düşey yüzeyler için güneş ışınımının hesaplanması, Yayılan (diffüz)güneş ışınımının hesaplanması, Yatay güneş ışınımının hesaplanması, Yansıyan güneş ışınımının hesaplanması (yatay ve düşey yüzeyler için), Farklı yönler için tasarım güneş ışınım değerinin hesaplanması. Yatay ve düşey yüzeye gelen ışınım hesaplamasında, yatay yüzeyde ölçülen güneş ışınım, I, atmosferin dış yüzeyine gelen ışınım, I_o, ACN, atmosfer açıklık katsayısı ve AST, yerel güneş zamanı olmak üzere,

$$AST = t_{st} + 4 * (L_{loc} - L_{std}) / 60 + E / 60 \quad (1)$$

eşitliğiyle bulunmuştur. Burada, t_{st}, normal saat, L_{loc}, boylam, L_{std}, doğu boylamı ve E’de eşitlik zamanıdır. Eşitlik zamanı;

$$E = 9.87 * \sin(B * 2) - 7.53 * \cos(B) - 1.5 * \sin(B) \quad (2)$$

Eşitliğiyle hesaplanmış olup, B, atmosferin yutma katsayısı ise;

$$B = 360 * (N - 81) / 365 \quad (3)$$

N, hesaplamaya alınan yılın günüdür. Güneş ışınımı hesaplamalarında önemli bir parametre olan zenit açısı, Z

$$\cos(Z) = \sin(L) * \sin(D) + \cos(L) * \cos(D) * \cos(H) \quad (4)$$

denklemlerle elde edilmekte ayrıca bu eşitlikte L, enlemi, D, deklinasyon açısını, H, saat açısını ifade etmekte olup;

$$H = 15 * (12 - AST) \quad (5)$$

Atmosfer dış yüzeyine gelen ışınımı $\cos(Z) < 0$ ise I_o = 0’dır. Eğer $\cos(Z) > 0$ ise

$$I_o = 1353 * R * \cos(Z) \quad (6)$$

Bu denklemde R, güneş dünya uzaklık oranı olup aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$R = 1.00011 + 0.34221 * \cos(2 * \pi * (N - 1) / 365) + 0.00128 * \sin(2 * \pi * (N - 1) / 365) - 0.000719 * \cos(2 * \pi * (N - 1) / 365) + 0.000077 * (2 * \pi * (N - 1) / 365) \quad (7)$$

Buna ilave olarak yükseklik açısı, AL

$$\text{SIN (AL)} = \text{COS(L)} * \text{COS(D)} * \text{COS(H)} + \text{SIN (L)} * \text{SIN (D)} \quad (8)$$

Ayrıca azimut açısı, AZ

$$\text{COS(AZ)} = (\text{AL} * \text{SIN(L)} - \text{SIN(D)}) / (\text{COS(AL)} * \text{COS(L)}) \quad (9)$$

yer güneş azimut açısı, GAMA

$$\text{GAMA} = \text{AZ} - \text{TETA} \quad (10)$$

TETA, duvar yönü açısını olmak üzere, W, yatay veya düşey yüzey den O güneş ışık açısı,

$$\text{COS(O)} = \text{COS(AL)} * \text{COS(GAMA)} * \text{SIN (W)} + \text{SIN (AL)} * \text{COS(W)} \quad (11)$$

Değişik yüzeylere gelen güneş ışınımı, I_{bn}

$$I_{bn} = \text{ACN} * (\text{AA} / \exp(\text{BB} / \text{SIN(AL)})) \quad (12)$$

Işığın duvar yüzeyine direkt etki etmesi durumunda yüzeye gelen enerji, I_b

$$I_b = I_{bn} * \text{COS(O)} \quad (12)$$

Diğer durumlarda $I_b = 0$ olacaktır.

I_{ct} , yayılan ışınımın sıfırdan büyük olması durumunda,

$$I_{ct} = \text{CCC} * Y * I_{bn} \quad (13)$$

Aksi durumda $I_{ct} = 0$ olacaktır.

Y, yayılan ışınım faktörü, COS(O) 'ün -0.2 den büyük olma durumuna bağlı olup

$$Y = 55 + 0.437 * \text{COS(O)} + 0.313 * \text{COS(O)} * \text{COS(O)} \quad (14)$$

Denklemlerle elde edilmektedir. Yüzeydeki yayılan ışınım, I_{dh} ,

$$I_{dh} = \text{CCC} * I_{bn} \quad (15)$$

Yeryüzünden yansıyan güneş ışınımı I_r , ise

$$I_r = \text{Rhog} * I_{bn} * (\text{CCC} + \text{SIN(AL)}) * (1 - \text{COS(W)}) / 2 \quad (16)$$

Rhog, yansıyan ışınımın gelene oranı olup yüzeyin topoğrafik şartlarına göre değişmektedir. Bu çalışmada 0.16 olarak alınmıştır.

Düşey yüzeye yansıyan ışınım, I_{rv} , I_r 'nin sıfırdan büyük olması durumunda,

$$I_{rv} = \text{Rhog} * I_{bn} * (\text{CCC} + \text{SIN(AL)}) / 2 \quad (17)$$

Yatay yüzeyden yayılan güneş ışınım I_{dh} , ve β yüzeyin yataydan olan eğimi olmak üzere eğimli yüzeyden yayılan güneş ışınımı I_d ,

$$I_d = I_{dh} * (1 + \cos(\beta)) / 2 \quad (18)$$

Yatay yüzeydeki toplam ışınım, I_{ty}

$$I_{ty} = I + I_{dh} \quad (19)$$

Son olarak asıl hedef olan düşey yüzeydeki toplan ışınım I_{td} ,

$$I_{td} = I_b * I_d + I_{rv} \quad (20)$$

İfadesiyle elde edilir.

.Yukarıdaki eşitliklerde yatay yüzeyde ölçülen güneş ışınımı değerleri kullanılmıştır. Hesap sonuçlarından hem yatay yüzeye ve hemde düşey yüzeye gelen doğrudan veya dolaylı güneş ışınım değerleri bulunmuştur.

3. Sonuçlar ve öneriler

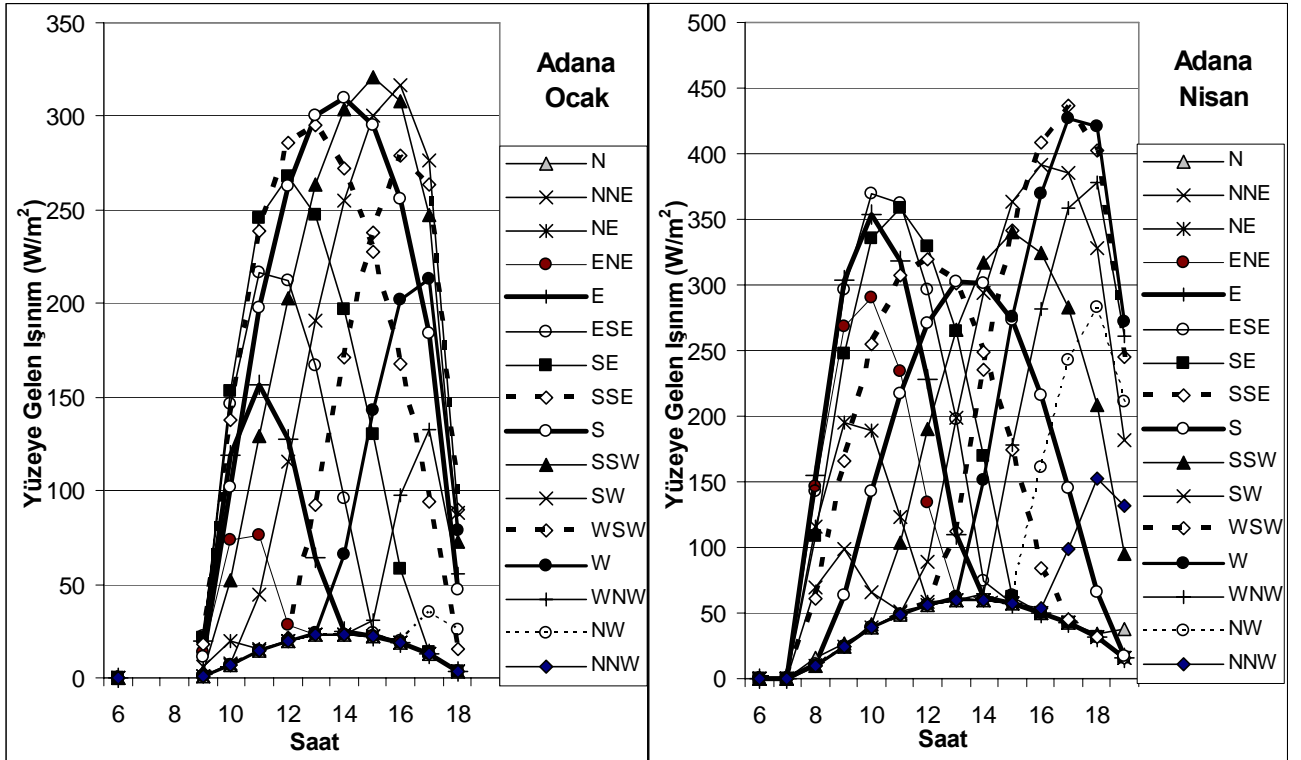
Bina yüzeylerine gelen güneş ışınları değerleri hesaplamaları için 16 farklı ana ve ara yön dikkate alınmıştır. Bu yönler N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW ve NNW'dir. Yatay yüzeye gelen güneş ışınımı verilerinden düşey yüzeyde (bina yüzeylerine) yönlere göre gelen güneş ışınım değerlerinin aylara göre ve gün içinde saatlere göre büyük değişimler içerdiği gözlenmiştir.

Adana Ocak ayı verilerini dikkate aldığımızda bina dik yüzeylerine en fazla güneş ışınımının saat 13-14 arasında, güney-güney- batı yönünden aldığı görülmektedir. Maksimum iki değer saat 14-15 arasında güney batı yönünde olduğu hesaplanmıştır. Düşey yüzeye gelen günlük toplam güneş ışınımı değerine bakıldığında en çok güney ve daha sonra güney güney batı yönündedir. En düşük değerlerin ise kuzey, kuzey-kuzey-doğu ve kuzey-kuzey-batı yönlerine olup güney yönde gelen güneş ışınımının yaklaşık %7'si civarındır, (Şekil 1a).

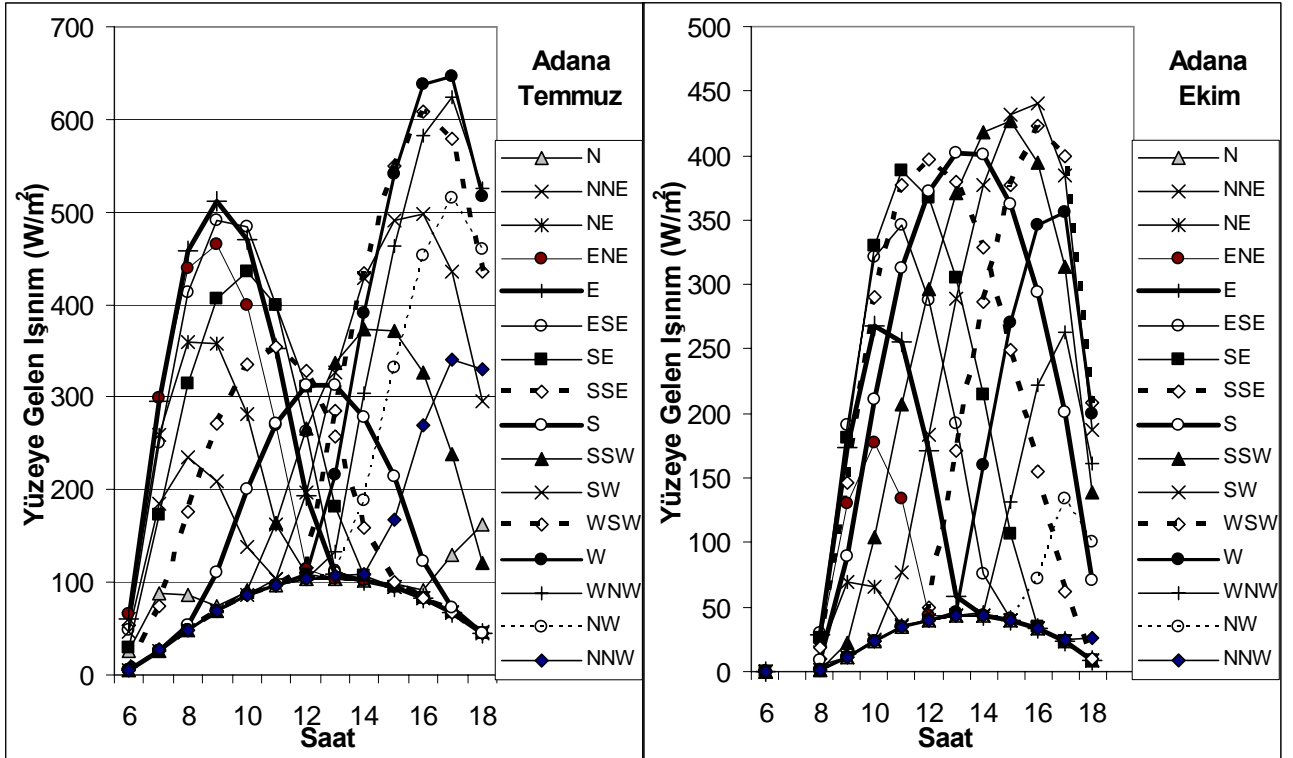
Baharı temsilen Nisan ayı değerlerinde bina dik yüzeylerine en fazla güneş ışınımının saat 15-16 arasında batı güney batı yönünden aldığı görülmektedir. 2. büyük değer yine aynı saat aralığına batı yönünde olduğu hesaplanmıştır. Düşey yüzeye gelen günlük toplam güneş ışınımı değerine bakıldığında en çok batı güney batı ve daha sonra güney batı yönündedir. En az değerlerin ise kuzey, kuzey kuzey doğu ve kuzey kuzey batı yönlerine olup kuzey yön, batı güney batı yönde gelen güneş ışınımının yaklaşık %26'si civarındır, (Şekil 1b).

Yaz için Temmuz ayı değerlerinde bina dik yüzeylerine en fazla güneş ışınımının saat 16-17 arasında batı yönünden aldığı görülmektedir. Maksimum iki büyük değer 15-16 arasında yine batı yönünde olduğu hesaplanmıştır. Düşey yüzeye gelen günlük toplam güneş ışınımı değerine bakıldığında en yüksek batı ve daha sonra batı güney batı yönündedir. Minimum değerler ise kuzey, kuzey kuzey doğu ve kuzey kuzey batı yönlerine olup kuzey yöndeki gelen güneş ışınımının, batı yöndeki değer yaklaşık %62'si civarındır, (Şekil 1c).

Sonbahar için Ekim ayı verileri incelendiğinde bina dik yüzeylerine gelen en yüksek güneş ışınımının saat 14-15 arasında güney batı yönünden aldığı görülmektedir. Maksimum iki büyük değer 13-14 arasında yine güney batı yönünde olduğu hesaplanmıştır. Düşey yüzeye gelen günlük toplam güneş ışınımı değerine bakıldığında en çok güney ve daha sonra güney güney batı yönündedir. En düşük değerler ise sırasıyla kuzey, kuzey-kuzey-doğu ve kuzey-kuzey-batı yönlerine olup kuzey yöndeki gelen güneş ışınımının, güney yöndeki değer yaklaşık %11'i civarındır, (Şekil 1d).

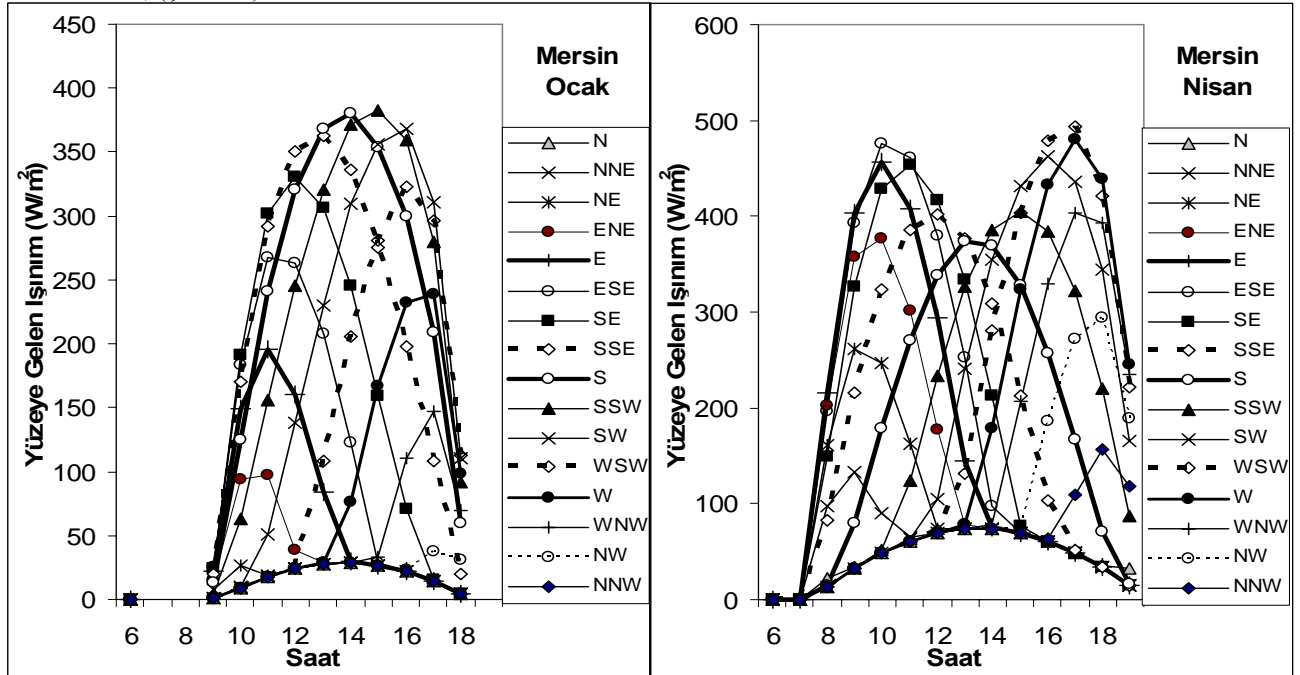


Şekil 1a-1b. Adana uzun yıllar Ocak ve Nisan ayı saatlik ışınımın düşey duvarda yönlere göre değişimi.



Şekil 1c-1d. Adana uzun yıllar Temmuz ve Ekim ayı saatlik ışınımın düşey duvarda yönler göre değişimi.

Benzer şekilde Mersin verilerini incelediğimizde Kışın Ocak ayında bina dik yüzeylerine en yüksek güneş ışınımının saat 13-14 arasında güney güney batı yönünden aldığı görülmektedir. Maksimum iki büyük değer saat 12-13 arasında güney yönünde olduğu hesaplanmıştır. Düşey yüzeye gelen günlük toplam güneş ışınımı değerine bakıldığında en çok güney ve daha sonra güney güney batı yönündedir. En az değerlerin ise kuzey, kuzey-kuzey-doğu ve kuzey-kuzey-batı yönlerinde olup güney yönde gelen güneş ışınımının yaklaşık %7'si civarındır, (Şekil 2a).

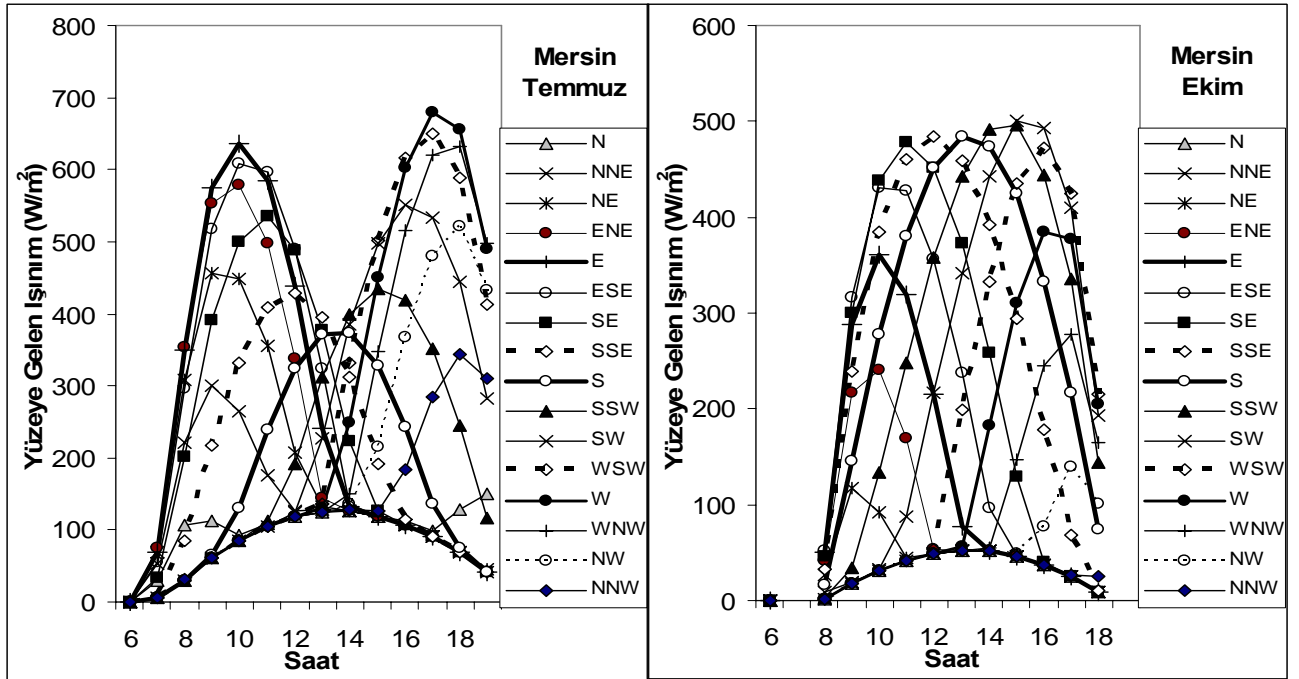


Şekil 2a-2b. Mersin uzun yıllar Ocak ve Nisan ayı saatlik ışınımın düşey duvarda yönler göre değişimi.

İlk bahar mevsimi için Nisan ayı değerlerinde bina dik yüzeylerine en fazla güneş ışınımının saat 15-16 arasında batı güney batı ve bunu yine aynı saatte batı yönü takip etmektedir. Düşey yüzeye gelen günlük toplam güneş ışınımı değerine bakıldığında en yüksek güney batı ve daha sonra batı güney batı yönündedir. En düşük değerlerin ise kuzey, kuzey kuzey doğu ve kuzey kuzey batı yönlerine olup kuzey yön, güney batı yönde gelen güneş ışınımının yaklaşık %26'si civarındır, (Şekil 2b).

Yaz için Temmuz ayı değerlerinde bina dik yüzeylerine en yüksek güneş ışınımının batı yönünden sırasıyla saat 15-16 ve 16-17 arasında olduğu görülmektedir. Düşey yüzeye gelen günlük toplam güneş ışınımı değerine bakıldığında en çok batı ve daha sonra batı güney batı yönündedir. En düşük değerlerin ise kuzey, kuzey-kuzey-doğu ve kuzey- kuzey-batı yönlerine olup kuzey yöndeki gelen güneş ışınımının, batı yönündeki değerin yaklaşık %60'si civarındır, (Şekil 2c).

Sonbahar için Ekim ayı verileri incelendiğinde bina dik yüzeylerine gelen en yüksek güneş ışınımının sırasıyla saat 13-14 arasında güney batı ve güney güney batı yönünden aldığı görülmektedir. Düşey yüzeye gelen günlük toplam güneş ışınımı değerine bakıldığında en yüksek güney ve daha sonra güney güney batı yönündedir. En az değerler ise sırasıyla kuzey, kuzey kuzey doğu ve kuzey kuzey batı yönlerine olup kuzey yöndeki gelen güneş ışınımının, güney yönündeki değerin yaklaşık %11'i civarındır, (Şekil 2d).



Şekil 2c-2d. Adana uzun yıllar Temmuz ve Ekim ayı saatlik ışınımın düşey duvarda yönler göre değişimi.

Teşekkür

Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğüne veri temini için teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- [1]. Iqbal M. An introduction to solar radiation. Toronto: Academic Press; 1983.
- [2]. B. Andersson, W. Place, R. Kammerud and P. Scofield, The impact of building orientation on residential heating and cooling. Energy Building 8, s. 205–224, 1985.
- [3] ASHRAE. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta, GA, 1989.
- [4]. Duffie JA, Beckman WA. Solar engineering of thermal processes. USA: Wiley, s. 919, 1991.
- [5]. K.K. Gopinathan, Solar radiation on variously oriented sloping surface. Güneş Energy 47 3, s. 173–179, 1991.
- [6]. Arısoy, A., T. Demirçivi, Toros H., O. Şen ve L. Şaylan, 1999, Sıcaklık aralığı yöntemiyle yıllık yakıt tüketiminin hesabı, Uluslararası Enerji Teknoloji ve Tesisat Dergisi, Mart, 39, 102-105.
- [7]. Şaylan, L., Şen, O., Toros, H. and A. Arısoy, Solar energy potential for heating and cooling systems in big cities of Turkey, J. Energy Conversion and Management, Vol.43, Iss.14, s. 1829-1837, 2002.
- [8]. Z. Şen, A. Öztopal and A.D. Şahin, Application of genetic algorithm for determination of Angström equation coefficients. Energy Convers Mgmt 42, s. 217–231, 2002.
- [9]. Arısoy, A., Şen, O., Şaylan, L. ve Toros, H., 2000. "Türkiye İklim Verileri", 75s., Türk Mühendisleri Tesisat Derneği, Teknik Yayınları.