F7

Makale

TÜRKİYE'NİN 15 İLİ İÇİN BAZI İKLİM VERİLERİNİN EŞİTLİKLERLE İFADESİ*

Hüsamettin BULUT, Orhan BÜYÜKALACA ve Alper YILMAZ
Çukurova Üniversitesi, Müh. Mim. Fak. Makine Müh. Bölümü Balcalı-ADANA

ÖZET

Bu çalışmada, iklimlendirme ve güneş enerjisi sistemlerinin tasarım, simulasyon ve enerji analizlerinde kullanılmak üzere Türkiye'nin tüm bölgelerini temsil edecek 15 il için günlük maksimum sıcaklık, günlük minimum sıcaklık, saatlik sıcaklık, günlük ortalama özgül nem ve yatay düzleme gelen günlük toplam güneş ışınımı değerlerini veren eşitlikler sunulmuştur. Günlük maksimum ve minimum sıcaklık ve özgül nem eşitliklerinin belirlenmesinde Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilen 16 yıllık, günlük toplam güneş ışınımı eşitliklerinin tespitinde ise 7 yıllık veriler kullanılmıştır. Önerilen eşitlikler için ortalama mutlak hata ve ortalama standart hata değerleri her bir il için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Eşitliklerden elde edilen iklim değerleri ölçülen verilerle karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmalar sonucunda, önerilen eşitliklerin iklim verilerini iyi bir hassasiyetle temsil ettiği görülmüştür. Ayrıca eşitliklerin kullanımına dair tipik bir örnek verilmiştir.

GİRİŞ

Isıtma, soğutma, havalandırma ve güneş enerjisi sistemlerinin projelendirmesi iklim verilerine dayanmaktadır. İklim verileri bu sistemlerin simulasyonunda, enerji analizlerinde, kapasitelerinin ve uygunluklarının belirlenmesinde gereklidir. Fakat iklim şartları saatlik, günlük, aylık ve yıllık periyotlar içerisinde büyük değişimler göstermektedir. Bu değişimleri tahmin etmek oldukça zordur. Ancak geçmişte gözlemlenen uzun yılların iklim verileri değerlendirilerek hesaplamalar için uygun iklim verileri belirlenebilir.

İklim verileri değişik amaçlar için farklı yöntemlerle sunulmaktadır. Bunlar "tipik iklim yılı yöntemi", "derece-gün yöntemi" ve "BIN (Sıcaklık frekans aralığı) yöntemidir". Tipik iklim yılı yönteminde uzun yıllar gözönüne alınarak, bir yıllık iklim değerleri seçilir. Bu yöntem dinamik simulasyon programlarında kullanılır[1]. Derece-gün yöntemi ise belirli bir baz sıcaklığına göre günlük, aylık veya yıllık derece-gün saat değerleri bulunarak ısıtma veya soğutma yükünün tespitinde kullanılır. Bu yöntem ısıtma sistemlerinin analizinde iyi sonuç vermesine rağmen soğutma sistemlerinin analizinde pek hassas olamamaktadır[2]. BIN

Hüsamettin BULUT
1971 yılında Halilan'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Batman'da tamamladı. 1993 yılında Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde Araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. 1996 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisansını tamamladı. Halen Çukurova Üniversitesi'nde araştırma görevlisi olarak çalışmakta, aynı zamanda Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği dalında Doktora tez çalışmasına devam etmektedir.

yönteminde ise belirli sıcaklık aralıklarının tekerrür değerleri ölçülen iklim verilerinden bulunarak sistemlerin analizleri yapılmaktadır[3].

Bina ve enerji sistemlerinin ısıl yüklerinin tayini için artık statik analizden çok bilgisayarın bu sektöre girmesiyle dinamik analiz yöntemleri kullanılmaktadır[1,2,3]. Dolayısıyla enerji sistemlerinin bilgisayar simulasyonunun yapılabilmesi için iklim değerlerine ihtiyaç vardır. Bu çalışmada Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) tarafından ölçülen değerler kullanılarak çizilen grafiklerden iklim verilerinin sürekli fonksiyonlarla ifade edilebileceği görülmüştür. Buna uygun eşitlik türünün trigonometrik fonksiyonlar olduğu tespit edilmiştir. Fonksiyon belirlenirken ölçülen değerlerle hesaplanan değerler arasındaki bağıl hata, mutlak hata ve standart hata belirleyici faktörler olmuştur. Ayrıca özgül nemin gün boyunca fazla değişmediği ve değişimlerin ölçüm hatası mertebesinde seyrettiği tespit edildiğinden[4,5] özgül nem için gün boyunca sabit ortalama bir değer esas alınmıştır. Türkiye'nin her bir bölgesini temsil edebileceği düşünülen 15 il seçilerek, bu illere ait günlük maksimum sıcaklığı, günlük minimum sıcaklığı ve günlük ortalama özgül nemi veren fonksiyonlar 1981-1996 yılları arası 16 yıllık ölçülen veriler yardımıyla ve yatay düzleme gelen günlük toplam güneş ışınımını veren fonksiyon ise 1990-1996 yılları arası 7 yıllık ölçülen veriler yardımıyla belirlenmiştir. Ayrıca günlük maksimum ve munimum sıcaklıklar kullanarak, günlük sıcaklık dağılımını veren eşitlikler çıkarılmıştır.

Türkiye'de iklim verilerinin belirlenmesi içinbazı çalışmalar bulunmaktadır. Yılmaz ve arkadaşları[4], mutlak nemin günlük ve yıllık değişimini veren genel bir eşitlik çıkarmışlar ve Adana ili için eşitlikten elde edilen değerleri DMİ'nin verileriyle karşılaştırmışlardır. Yılmaz ve Bulut[5], DMİ'den temin edilen 1980-1993 yılları arasındaki 14 yıllık verileri esas alarak Şanlıurfa için günlük maksimum sıcaklık, minimum sıcaklık, ortalama özgül nem ve yatay düzleme gelen toplam güneş ışınımını veren denklemler türetmişlerdir. Ünal ve arkadaşları[6], DMİ 1984 bültenlerinde yayınlanan aylık ortalama değerleri kullanarak 21 il için günlük ortalama sıcaklığı ve yatay düzleme gelen toplam güneş ışınımını veren eşitlikler elde etmişlerdir. İleri ve Üner[7], 23 il için 6 yıllık verileri kullanarak tipik iklim verileri oluşturmuşlardır. Fakıoğlu ve Ecevit[8], DMİ'nin 1984 yılı bültenindeki aylık ortalama günlük ışınım değerlerini kullanarak, günlük toplam ve saatlik direkt ve yaygın güneş ışınım değerlerini bulmak için 32 istasyon için kullanılabilen bir denklem vermişlerdir. Arısoy[3], Türkiye iklim verilerinin belirlenmesi için bir proje yürütmektedir. Türkiye dışındaki diğer ülkeler için iklim verilerinin analizi üzerine birçok çalışma mevcuttur.[10-14]

GÜNLÜK MAKSİMUM SICAKLIK

Maksimum sıcaklık [°C] için önerilen fonksiyon aşağıdaki eşitlik ile gösterilmiştir:

$$T_{max} = T_{10} - (T_{10} - T_{11}) \cos\left[\frac{2\pi}{365}(n - 25)\right]$$

Burada T_{10} ve T_{11} fonksiyon parametreleri olup 16 yıllık ölçülen iklim değerleri yardımıyla bulunmuşlardır. n ise 1 Ocaktan itibaren yılın günlerini göstermektedir. Çizelge 1'de Türkiye'nin 15 ili için maksimum sıcaklığı veren eşitlik

Orhan BÜYÜKALACA
1964'te Kaş-Antalya'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Antalya'da tamamladı. 1984 yılında Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makina Mühendisliği bölümünden mezun oldu ve aynı bölümde araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladı. 1987 yılında Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilim dalında Yüksek Lisansını tamamladı. 1993 yılında Manchester Üniversitesi'nde Doktorasını tamamladı ve aynı yıl Çukurova Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümüne Yrd. Doç. olarak atandı. 1998 yılında Makina Mühendisliğinde Isı Tekniği Bilim Dalında Doçent oldu. Halen aynı bölümde öğretim üyesidir.

(1)'in fonksiyon parametreleri, 16 yıllık ortalama mutlak hata (OMH) ve ortalama standart hata (OSH) değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 1. Maksimum sıcaklık için fonksiyon parametreleri ve ortalama hatalar

İL	Enlem(°)	T_{11}	T_{10}	±OMH (°C)	OSH (°C)
Adana	36.59	15.5	25.3	2.66	3.42
Ankara	39.57	5.0	17.7	3.75	4.65
Antalya	36.53	13.1	23.7	2.77	3.41
Diyarbakır	37.55	6.5	22.4	2.97	3.79
Gaziantep	37.05	7.6	21.7	2.96	3.72
Hatay	36.15	13.7	23.3	2.85	3.71
İstanbul	40.58	8.0	18.3	3.00	3.79
İzmir	38.24	12.1	22.7	2.73	3.43
Kayseri	38.43	5.3	18.0	4.05	5.08
Konya	37.52	5.1	17.7	3.86	4.82
Muğla	37.12	8.8	21.0	2.91	3.68
Rize	41.03	9.2	17.6	2.67	3.45
Samsun	41.17	9.3	17.6	3.05	4.04
Trabzon	41.00	9.6	17.7	2.95	3.86
Van	38.28	3.0	15.3	2.60	3.37

GÜNLÜK MİNİMUM SICAKLIK

Minimum sıcaklığı [°C] temsil eden fonksiyon eşitlik 2'de gösterilmiştir:

$$T_{min} = T_{20} - (T_{20} - T_{21}) \cos\left[\frac{2\pi}{365}(n - 25)\right] \quad (2)$$

Minimum sıcaklık için fonksiyon parametreleri ve ortalama hatalar çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Günlük minimum sıcaklık için fonksiyon parametreleri ve ortalama hatalar

İL	T_{21}	T_{20}	±OMH (°C)	OSH (°C)
Adana	5.2	14.6	2.07	2.68
Ankara	-2.9	6.3	2.80	3.63
Antalya	4.3	12.7	2.06	2.61
Diyarbakır	-3.0	8.7	2.72	3.51
Gaziantep	-1.9	9.2	2.41	3.02
Hatay	3.9	13.8	2.29	2.96
İstanbul	3.7	11.3	2.42	3.04
İzmir	5.0	13.5	2.44	3.10
Kayseri	-6.0	3.0	3.48	4.56
Konya	-5.1	5.2	2.87	3.73
Muğla	2.0	10.2	2.81	3.50
Rize	2.8	11.0	2.12	2.66
Samsun	3.0	10.8	2.31	2.97
Trabzon	3.5	11.5	2.21	2.84
Van	-7.5	3.8	2.57	3.41

Çizelge 3'te bu çalışmada ele alınan illere ait 16 yıllık periyot içinde kaydedilen maksimum ve minimum sıcaklık değerleri ve bu süre içerisinde görülen yıllık maksimum ve minimum sıcaklıkların ortalamaları ile birlikte tasarıma etki eden dizayn maksimum ve minimum sıcaklık değerleri[15] verilmiştir. Çizelgede ayrıca eşitlik (1) ve (2)'den hesaplanan maksimum ve minimum sıcaklık değerleri de yer almaktadır. Değerler arasında önemli farklar görülmektedir. Maksimum sıckalık için ölçülen 16 yıllık değerlerin ortalaması ve dizayn değerleri arasında genelde 2°C'lik fark bulunmaktadır. Minimum sıcaklık için Rize, Samsun, Trabzon, Ankara ve İstanbul gibi illerin dizayn değerlerinin 16 yıllık ortalama değerlere yakın olduğu görülmektedir. Diğer iller için ise 16 yıllık ortalama değerler dizayn değerlerinden yaklaşık 3°C daha küçüktür. Eşitlik (1) ve (2)'den hesaplanan değerler ile ölçülen ve dizayn değerleri arasında önemli farklar olduğu zizelgeden görülmektedir. Bu, eşitlik (1) ve (2)'den elde edilecek değerlerin dizayn değeri olarak kullanılamayacağını göstermektedir. Bu eşitliklerin elde edilmesindeki amaç, dizayn değerinden ziyade, dinamik enerji analizleri içindir. Bu eşitlikler dinamik enerji analizleri için güvenle kullanılabilir. Çünkü eşitlikler, 16 yıl süresince görülen günlük minimum ve maksimum sıckalıkların yıl boyunca değişimini iyi bir şekilde takip etmektedir. Bu durum şekil 1, 2, 3, 4 ve 5'te bazı iller için gösterilmiştir. Dizayn değeri olarak kullanılacak iklim verilerinin belirlenmesi amacıyla, ASHRAE tarafından tavsiye edilen yaz ayları için %04, %1 ve %2, kış ayları için %99.6 ve %99 yıllık kümülatif meydana gelme frekansına karşı gelen sıcaklıklar verilmelidir.

Alper YILMAZ
1975 yılında Anada'da doğdu. 1993 yılında Adana Kurttepe Anadolu Lisesi'nden, 1997'de Boğaziçi Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünden mezun oldu. Aynı yıl Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans eğitimine başladı. Halen aynı bölümde Araştırma Görevlisi olarak görev yapmakta ve yüksek lisans tez çalışmasını bitirmek üzeredir.

Çizelge 3. Günlük ortalama özgül nem için fonksiyon parametreleri ve ortalama hatalar

İL	Maksimum Sıcaklık		Minimum Sıcaklık		Dizayn Sıcaklık		Eşitlik	
	16 yıllık max.	16 yıllık max.	16 yıllık min.	16 yıllık ortalama	Maksimum	Minimum	Tmax (Eşitlik 1)	Tmin (Eşitlik 2)
Adana	43.2	43.2	-3.6	-1.2	38	0	35.1	5.2
Ankara	39.0	39.0	-21.5	-12.6	34	-12	30.4	-2.9
Antalya	43.9	43.9	-2.8	-0.8	39	3	34.3	4.3
Diyarbakır	43.6	43.6	-23.0	-12.1	43	-9	38.3	-3.0
Gaziantep	41.8	41.8	-13.0	-7.8	39	-9	35.8	-1.9
Hatay	42.6	42.6	-4.7	-2.6	37	0	32.9	3.9
İstanbul	39.2	39.2	-8.0	-3.6	33	-3	28.6	3.7
İzmir	41.4	41.4	-4.1	-1.4	37	0	33.3	5.0
Kayseri	40.0	40.0	-28.1	-20.5	36	-15	30.7	-6.0
Konya	37.5	37.5	-25.8	-15.7	34	-12	30.3	-5.1
Muğla	40.8	40.8	-9.1	-5.9	37	-3	33.2	2.0
Rize	35.4	35.4	-6.4	-2.7	30	-3	26.0	2.8
Samsun	34.8	34.8	-7.0	-3.2	32	-3	25.9	3.0
Trabzon	37.8	37.8	-6.1	-2.4	31	-3	25.8	3.5
Van	37.0	37.0	-24.8	-17.7	33	-15	27.6	-7.5

ÖZGÜL NEM

Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nün 15 il için 1981-1996 yılları arasındaki verileri esas alınarak günlük ortalama özgül nem [$gr/kg_{kuru\text{-}hava}$] için aşağıdaki eşitlik belirlenmiştir:

$$W = W_1 + (W_0 - W_1)\left[\mathrm{Sin}\left(\frac{\pi}{365}(n-25)\right)\right]^3 \qquad (3)$$

Burada W_0 ve W_1 fonksiyon parametreleridir. Bu parametreler ve ortalama hatalar çizelge 4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4. Günlük ortalama özgül nem için fonksiyon parametreleri ve ortalama hatalar

İL	W_1	W_0	±OMH (gr/kg)	OSH (gr/kg)
Adana	4.8	16.4	1.69	2.18
Ankara	3.6	8.7	1.05	1.29
Antalya	5.2	14.0	1.66	2.34
Diyarbakır	4.1	9.8	1.49	1.85
Gaziantep	4.2	11.1	1.51	1.92
Hatay	5.1	16.6	1.56	2.01
İstanbul	4.2	13.0	1.26	1.59
İzmir	5.2	12.7	1.37	1.67
Kayseri	3.4	9.6	1.10	1.38
Konya	3.4	8.7	1.07	1.34
Muğla	4.6	11.0	1.30	1.63
Rize	4.2	13.4	1.15	1.48
Samsun	4.1	13.3	1.16	1.46
Trabzon	4.0	13.4	1.20	1.56
Van	2.6	8.2	0.93	1.18

GÜNLÜK TOPLAM GÜNEŞ IŞINIMI

Yatay düzleme gelen günlük toplam güneş ışınımı [MJ/m^2 gün] aşağıdaki eşitlikle ifade edilmiştir:

$$I = I_1 + (I_0 - I_1)\left|\mathrm{Sin}\left[\frac{\pi}{365}(n+5)\right]\right|^{1.5} \qquad (4)$$

Burada I_0 ve I_1 fonksiyon parametreleri olup 7 yıllık ölçülen değerlerden tespit edilmiştir. Çizelge 5, günlük ortalama güneş ışınımı için fonksiyon parametrelerini ve ortalama hata değerlerini 15 il için vermektedir. Yatay düzleme gelen günlük toplam güneş ışınımından yararlanarak saatlik güneş ışınım miktarı, direkt güneş ışınım miktarı ve eğik düzleme gelen ışınım miktarı da hesaplanabilir[16,17].

Yukarıda verilen (1), (2), (3) ve (4) nolu eşitlikler kullanılarak örnek olarak İstanbul, Ankara, İzmir, Adana ve Trabzon illeri için günlük maksimum ve minimum sıcaklığın, günlük ortalama özgül nemin ve günlük toplam güneş ışınımının yıl boyunca değişimleri şekil 1, 2, 3, 4 ve 5'de sırasıyla verilmiştir. Bu şekillerde ayrıca DMİ tarafından 16 yıllık ölçülen değerler de gösterilmiştir.

Çizelge 5. Günlük toplam güneş ışınımı için fonksiyon parametreleri ve ortalama hatalar

İL	W_1	W_0	±OMH (gr/kg)	OSH (gr/kg)
Adana	4.8	16.4	1.69	2.18
Ankara	3.6	8.7	1.05	1.29
Antalya	5.2	14.0	1.86	2.34
Diyarbakır	4.1	9.8	1.49	1.85
Gaziantep	4.2	11.1	1.51	1.92
Hatay	5.1	16.6	1.56	2.01
İstanbul	4.2	13.0	1.26	1.59
İzmir	5.2	12.7	1.37	1.67
Kayseri	3.4	9.6	1.10	1.38
Konya	3.4	8.7	1.07	1.34
Muğla	4.6	11.0	1.30	1.63
Rize	4.2	13.4	1.15	1.48
Samsun	4.1	13.3	1.16	1.46
Trabzon	4.0	13.4	1.20	1.56
Van	2.6	8.2	0.93	1.18

SAATLİK SICAKLIK

Bilindiği gibi dış hava sıcaklığı gün boyunca sürekli değişmektedir. Bu değişim günlük maksimum ve minimum sıcaklığa bağlı olarak [°C] cinsinden aşağıdaki eşitliklerle ifade edilmiştir. Hava sıcaklığı iki ayrı bölgeye ayrılmış ve her bir bölge için eşitlikler önerilmiştir. 1. bölge minimum sıcaklığın oluştuğu saatten başlayarak maksimum sıcaklığın oluştuğu saate kadar olan süredir. 2. bölge ise bu sürenin dışında kalan periyot içindir. Saatlik sıcaklık;

1. bölge ($t_{max} \geq t \geq t_{min}$) için

$$T = T_{min} + (T_{max} - T_{min}) \left\{ \text{Sin} \left[\frac{\pi}{2} \left(\frac{t - t_{min}}{t_{max} - t_{min}} \right) \right] \right\} \quad (5.a)$$

2. bölge ($t_{min} \geq t \geq t_{max}$) için

$$T = T_{max} + (T_{max} - T_{min}) \left\{ \text{Sin} \left[\frac{\pi}{2} \left(\frac{t - t_{min}}{24 + t_{max} - t_{min}} \right) \right] \right\} \quad (5.b)$$

eşitlikleri ile verilebilir. Burada T_{max} ve T_{min} günlük maksimum ve minimum sıcaklıklar olup eşitlik (1) ve (2)'den hesaplanır. t_{min} günün minimum sıcaklığının, t_{max} ise maksimum sıcaklığının oluştuğu güneş saati olmak üzere;

$$t_{min} = 12 - \frac{t_g}{2} \quad (6)$$

$$t_{max} = 12 + \frac{t_{min}(12 - t_{min})}{13.5} \quad (7)$$

eşitlikleriyle bulunur. Burada t_g gün uzunluğu olup

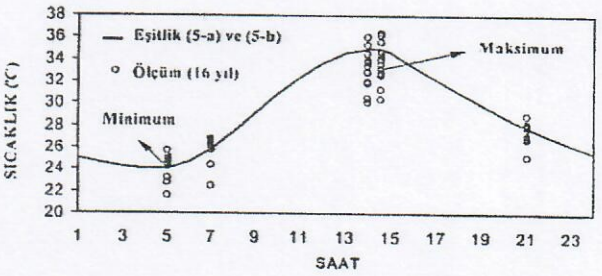
$$t_g = \frac{2}{15} \text{ArcCos} [-\tan(e) \tan(d)] \quad (8)$$

şeklinde belirlenir. 8 nolu eşitlikteki 'e' ele alınan yerin enlemi, 'd' ise deklinasyon açısı olup

$$d = 23.45 \text{ Sin} \left[\frac{2\pi}{365} (284 + n) \right] \quad (9)$$

olarak hesaplanabilir[18]. Bu çalışmada ele alınan iller için enlem dereceleri çizelge 1'de gösterilmiştir.

Sıcaklığın günlük değişimine bir örnek olarak Adana ili için 23 Temmuz ele alınmış ve eşitlik (5.a) ve (5.b) yardımıyla hesaplanan sıcaklık değerleri şekil 6'da gösterilmiştir. Bu şekilde ayrıca ele alınan gün için DMİ tarafından saat 7, 14 ve 21'de ölçülen 16 yıllık değerlerle, yine DMİ tarafından verilen bu güne ait 16 yıllık maksimum ve minimum sıcaklıklar da gösterilmiştir. Eşitlik genel olarak ölçülen saatlik sıcaklık değerlerini takip etmekle birlikte ölçüm değerleri yıldan yıla büyük dalgalanmalar göstermektedir. Uzun yıllar gözönüne alındığında günlük sıcaklığın ±5 °C'lik bir bant aralığında değiştiği ve eşitlik (5.a) ve (5.b)'nin bu bant aralığında kaldığı tespit edilmiştir.



Şekil 6. 23 Temmuzda Adana ili için sıcaklığın gün boyunca değişimi

HAVANIN BÜTÜN PSİKROMETRİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Bu çalışmada günlük maksimum ve minimum sıcaklığı, saatlik sıcaklığı, günlük ortalama özgül nemi ve yatay düzleme gelen toplam güneş ışınımını veren eşitlikler sunulmuştur. Bu eşitliklerden elde edilen değerler yardımıyla dış atmosfer havasının bütün psikrometrik özelliklerini belirlemek mümkündür. Burada örnek olarak Adana'da 23 Temmuz günü ele alınmıştır.

23 Temmuz (n = 204. gün) için eşitlik 1'den T_{max} = 35.08°C ve eşitlik 2'den T_{min} = 23.98°C olarak hesaplanır. Sıcaklığın minimum olduğu saat t_{min} = 4:57 olarak eşitlik 6'dan ve sıcaklığın maksimum olduğu saat t_{max} = 14:35 olarak eşitlik 7'den elde edildikten sonra eşitlik (5.a) ve (5.b) yardımıyla günlük sıcaklık değişimi bulu-

nur (şekil 6). Günlük ortalama özgül nem eşitlik 3'ten W= 16.38 ($gr/kg_{kuru-hava}$) olarak hesaplanır. Bulunan sıcaklık ve özgül nem değerleri kullanılarak psikrometrik diyagram[19] yardımıyla elde edilen havanın diğer termodinamik özellikleri çizelge 5'te gösterilmiştir. Çizelgede ayrıca ele alınan günde günlük maksimum ve minimum sıcaklığın oluştuğu saatlerdeki ölçüm değerleri de verilmiştir.

Çizelge 6. Adana ili için 23 Temmuzda havanın termodinamik özellikleri

Saat	Kuru Termometre Sıcaklığı (°C)	Özgül Nem (gr/kg)	Çiğ Noktası Sıcaklığı (°C)	Yaş Termometre sıcaklığı (°C)	Bağıl Nem (%)	Özgül Hacim (m3/kg)	Özgül Entalpi (kJ/kg)
04:57	23.98	16.38	21.81	22.43	87.63	0.864	65.68
07:00	25.84	16.38	21.81	22.95	78.36	0.869	67.60
14:00	35.00	16.38	21.81	25.36	46.25	0.896	77.04
14:35	35.08	16.38	21.81	25.36	46.05	0.896	77.12
21:00	27.92	16.38	21.81	23.52	69.29	0.875	69.74

DİĞER ÇALIŞMALARLA KARŞILAŞTIRMA

Bu çalışmada verilen eşitliklerden elde edilen değerlerin literatürdeki verilerle karşılaştırılması üç il için (İstanbul, Ankara ve Adana) şekil 7'de gösterilmiştir. İleri[7], hem 6 yıllık ölçüm verileri kullanarak oluşturduğu tipik iklim yılı *(TİY-İleri)* verilerini esas alarak aylık ortalama sıcaklıkları hem de DMİ'inn verdiği uzun dönem verilerine *(UD-İleri)* göre aylık ortalama sıcaklıkları sunmuştur (Şekil 7). Şekil 7'de ayrıca, bu çalışmada DMİ'den elde edilen saat 7, 14 ve 21'deki ölçümlere ait 16 yıllık değerler kullanılarak bulunan aylık ortalama sıcaklıklar da *(UD-16 yıl)* gösterilmiştir. Bunlara ilave olarak, saatlik sıcaklığı veren eşitlik (5.a) ve (5.b) yardımıyla iki farklı şekilde aylık ortalama sıcaklık hesaplanmıştır. Birinci yöntemde *(Eşitlik-7/14/21)*, DMİ'nin ölçüm yaptığı saatler (7, 14 ve 21) esas alınırken, ikinci yöntemde *(Eşitlik-Aritmetik)* ise bütün 24 saat esas alınmıştır.

Şekil 7'den görülebileceği gibi, İleri[7] tarafından sunulan uzun dönem ve tipik iklim yılı aylık ortalamaları ile bu çalışmada elde edilen uzun dönem aylık ortalamaları birbirine oldukça yakındır. Ayrıca eşitliklerden hesaplanan aylık ortalamalarla uzun dönem ve tipik iklim yılı verileri arasında çok iyi bir uyumun olduğu görülmektedir.

SONUÇ

Türkiye'nin 15 ili için günlük maksimum ve minimum sıcaklığı, saatlik sıcaklığı, günlük ortalama özgül nemi ve günlük yatay düzleme gelen toplam güneş ışınımını veren eşitlikler bulunmuştur. Elde edilen bu eşitliklerin ölçülen iklim değerlerini yeterli duyarlılıkta verdikleri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünün verileri ile karşılaştırılarak görülmüştür. Eşitlikler, ısıtma-soğutma sistemlerinin ve güneş enerjisi sistemlerinin projelendirilmesinde, simulasyonunda ve dinamik enerji analizlerinde kullanılabilir. Çünkü sunulan eşitlikler sadece maksimum ve minimum sıcaklığı hesaplamakla kalmayıp, bütün bir yıl boyunca istenilen her saatteki sıcaklığı vermektedirler. Ayrıca, eşitliklerden elde edilen değerler psikrometrik diyagrama girilerek havanın diğer bütün termodinamik özelliklerini de istenilen gün ve saatte belirlemek mümkündür.

Şimdilik 15 il için sunulan bu çalışma Türkiye'nin tüm illerini kapsayacak şekilde genişletilecektir. Ayrıca, ASHRAE'de belirtilen iklim verileri formatına uygun olarak çizelgelerin, derece-gün ve BIN değerlerinin oluşturulması için de çalışmalar sürdürülmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleşmesini mümkün kılan verileri sağladığı için Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

1- SAID, S.A.M. ve KADRY, H.M. 1994. Generation of Representative Weather-Year Data for Saudi Arabia, Applied Energy, Vol. 43, pp. 131-136.

2- QUISTON, F.C. ve PARKER, J.D. 1994. Heating, Ventilating and Air conditioning, Analysis and Design, John Wiley and Sons, Inc.

3- ARISOY, A. 1998. İklim Verileri, III. Uluslararası Yapıda Tesisat Bilimi ve Teknolojisi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Sayfa 3-8, İstanbul.

4- YILMAZ, T., ÖZGEREN, M. ve GÜRÇINAR, Y. 1995. Mutlak Nemin Günlük ve Yıllık Değişimi, 10. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi Bildiriler Kitabı, Sayfa 593-602, Ankara.

5- YILMAZ, T. ve BULUT, H. 1996. Şanlıurfa ili için Meteorolojik değerlerin Günlük, Yıllık Değişiminin Sürekli Fonksiyonlarla İfadesi, 4. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi Bildiriler Kitabı, sayfa 188-198, Adana.

6- ÜNAL, A., TANES, Y. ve ONUR, H.Ş 1986. Günlük Ortalama Güneş Işınımı ve Sıcaklık değerlerinin Sürekli Fonksiyonlarla İfadesi, Fonksiyon Parametrelerinin Türkiye'deki Dağılımı, Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, Cilt 8, Sayı 4, sayfa 37-45.

7- İLERİ, A. ve ÜNER, M. 1998. Türkiye'deki Çeşitli İstasyonlarda Toplam ve Saatlik Güneş Işıma Hesap Değerleri, Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, Cilt 19, No 1-2, Sayfa 27-32.

8- FAKIOĞLU, T. ve ECEVİT, A. 1998. Türkiye'deki Çeşitli İstasyonlarda Toplam ve Saatlik Güneş Işıma Hesap Değerleri, Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, Cilt 19, No. 1-2, sayfa 27-32.

9- Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü İklim Verileri.

10- HITTLE, D.C. ve PEDERSEN, C. O. 1981. Peridodic and Stochastic Behavior of Weather Data, ASHRAE Transactions, Vol. 87, Part 2, pp. 1973-183.

11- KNIGHT, K. M., KLEIN, S. A. ve DUFFIE, J. A. 1991. A Methodology for The Synthesis of Hourly Weather Data, Solar Energy, Vol. 49, pp. 109-120.

12- SMART, M.G. ve BALLINGER, J.A. 1984 Fourier Synthesized Weather Data for Building Energy use Estimation, Building and Environment, Vol. 19(1), pp. 41-48.

13- YOSHIDA, H. ve TERAI, T. 1992. Modelling of Weather Data by Time Series Analysis for Air-Conditioning Load Calculations, ASHRAE Transactions, Vol. 98, Part 1, pp. 328-345.

14- SEZAİ, I. ve TAŞDEMİROĞLU, E. 1995. Evaluation of The Meteorological Data in Northern Cyprus, Energy Conversion and Management, Vol. 36, No. 10, pp. 953-961.

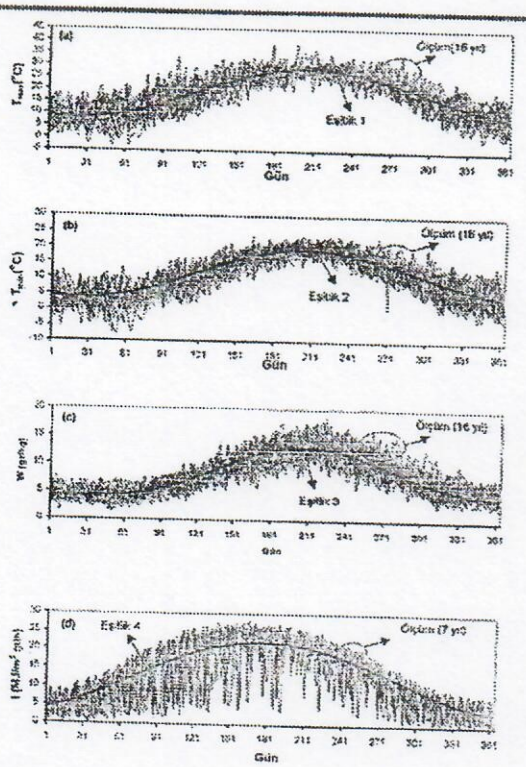
15- ÖNEN, E. 1985. Havalandırma ve Klima Tesisatı, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Başbakanlık Basımevi, Ankara.

16- YILMAZ, T. BULUT, H. ve ÖZGEREN, M. 1996. Isı Kazancı Olarak Camdan Geçen Toplam Güneş Radyasyonunun Hesaplanması, Ç.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 11, Sayı 2, Adana.

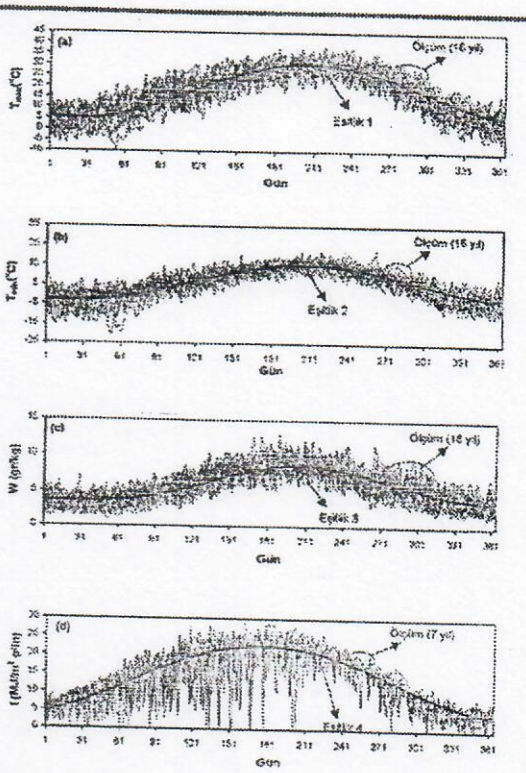
17- BULUT, H. 1996. Güneydoğu Anadolu Bölgesi İçin Çift Buharlaşmalı Soğutma Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

18- OĞULATA, R. T., YILMAZ, T., 1989. Çevre Sıcaklığının Zamansal Değişiminin Eşitliklerle Hesaplanması, Ç. Ü. Müh. Mim. Fak., 4/1, Sayfa 85-95, Adana.

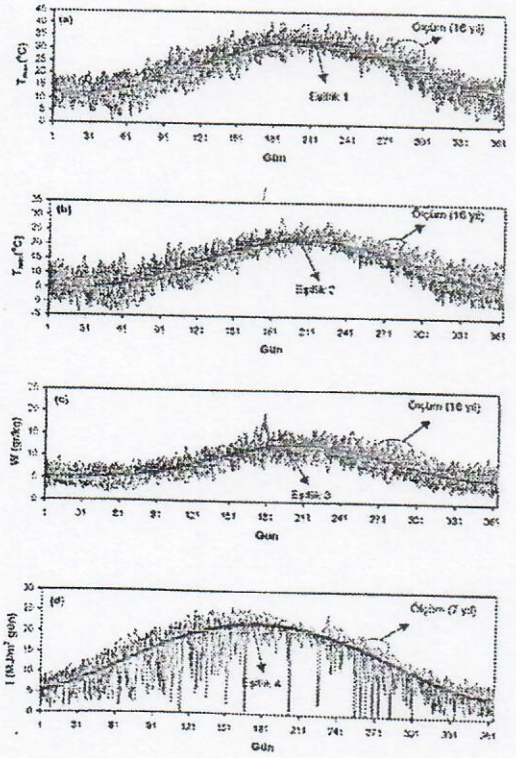
19- YILMAZ, T., ÜNAL, Ş. ve CİHAN, E. 1994. Nemli Havanın Durum Değişimlerinin Bilgisayar Yardımı ile Hesaplanması, 3. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi Bildiriler Kitabı, Sayfa 325-332, Adana.



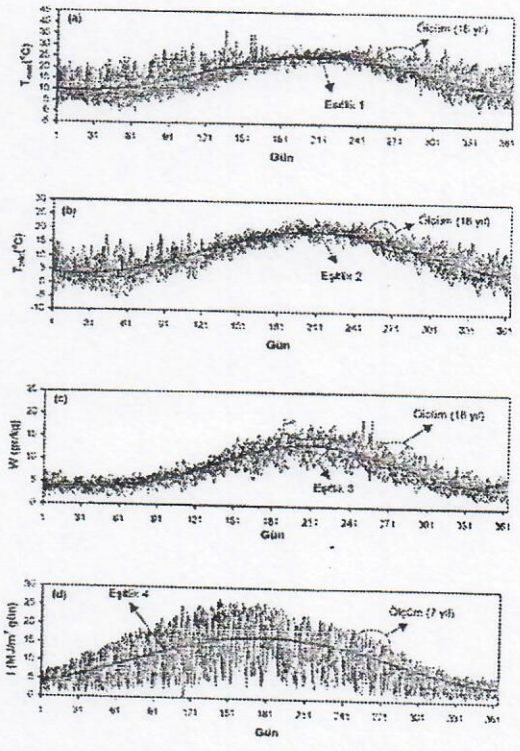
Şekil 1. İstanbul için günlük maksimum sıcaklığın (a), minimum sıcaklığın (b), ortalama özgül nemin (c) ve toplam ışınım miktarının (d) yıl boyunca değişimi.



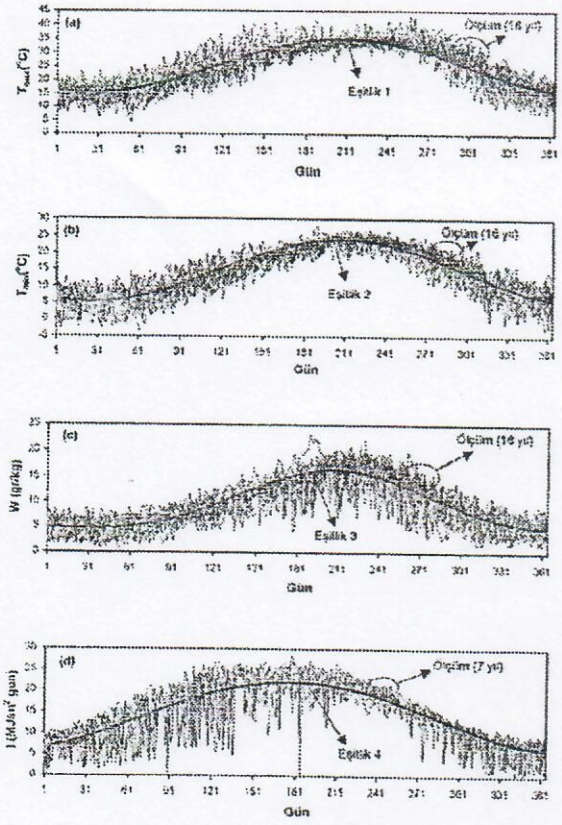
Şekil 2. Ankara için günlük maksimum sıcaklığın (a), minumum sıcaklığın (b), ortalama özgül nemin (c) ve toplam ışınım miktarının (d) yıl boyunca değişimi.



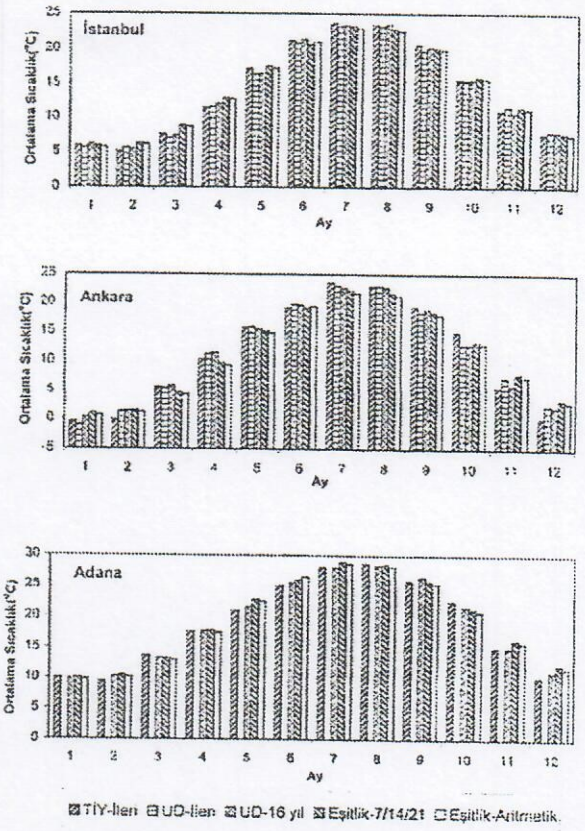
Şekil 3. İzmir için günlük maksimum sıcaklığın (a), minimum sıcaklığın (b), ortalama özgül nemin (c) ve toplam ışınım miktarının (d) yıl boyunca değişimi.



Şekil 4. Adana için günlük maksimum sıckalığın (a), minimum sıcaklığın (b), ortalama özgül nemin (c) ve toplam ışınım miktarının (d) yıl boyunca değişimi.



Şekil 5. Trabzon için günlük maksimum sıcaklığın (a), minimum sıcaklığın (b), ortalama özgül nemin (c) ve toplam ışınım miktarının (d) yıl boyunca değişimi.



Şekil 7. Bu çalışmada verilen eşitliklerden elde edilen değerlerin, İstanbul, Ankara ve Adana için literatürdeki verilerle karşılaştırılması.