

# TÜRKİYE ŞEHİRLERİ İÇİN TİPİK İKLİM VERİLERİ\*

Arif İLERİ  
Merter ÜNER

## ÖZET

Performansı iklim değerlerine bağlı sistemlerin analizinde kullanılmak üzere, 23 yerleşim merkezi için tipik iklim yılları hazırlanmıştır. Saatlik bazda dik ve yatay düzleme toplam güneş ışınımı, kuru ve yaş termometre sıcaklıkları ve rüzgar hızını içeren data, gerçek ölçümlerin uzun dönemdeki değişimine en uygun ayların istatistiksel yöntemlerle seçimi ile oluşturulmuştur. Oluşturulan 'Tipik İklim Yılları' kullanılarak, aylık bazda ısıtma ve soğutma derece-gün değerleri, bunları başka bazlarda elde etmek için gerekli istatistikler, kuru termometre sıcaklığı bin değerleri, kış ve yaz tasarımları için %99, %97.5, %1, %2.5 ve %5 sınırları bulunmuş ve gerçek ortalamalarla karşılaştırılmıştır. Ayrıca örnek olarak binaların aralıklı ısıtmasını ve duvar izalasyonunu içeren iki senaryo değerlendirilmiştir.

## GİRİŞ

Isıtma soğutma ve havalandırma sistemleri, güneş kolektörleri, soğutma kuleleri gibi ısı sistemlerinin performansları az veya çok dış hava şartlarına bağlıdır. Bu sistemlerin gerek tasarım gerek performans simülasyonları yapılırken, gelişigüzel belirlenen bir veya bir kaç yıl yerine, uzunca dönemlerin değerlerini özetleyen iklim bilgilerinin kullanılabilmesi, sonuçların ileri dönük olarak daha gerçekçi ve değerli olmasını sağlayacaktır. Türkiye'de kullanılan elektriğin %35 ve enerjinin %30 kadarı evlerde, bunun da yarısından fazlası iklime bağlı ısıtma ve soğutma sistemlerinde ve ancak %50 enerji ve sadece %6 ekserji verimiyle kullanılmaktadır [1]. Dolayısıyla bu sistemlerin optimum tasarımı ve ilgili önerilerin doğru değerlendirilmelerinin önemi açıktır. Binalar ve enerji sistemlerinin yük ve performans tayini ve standartlara uyum belirlemesi için hava datasını gerektiren bilgisayar programlarının kullanımı yaygınlaşmaktadır. Daha sofistike programlar daha çok datayı daha kısa zaman aralıklarında istemektedir. Derece-gün ve 'bin' metodları, yerini saatlik simülasyon hesaplarına bırakmakta ve saatlik hassas iklim datası beklenmektedir. Ancak saatlik hava datası her bölge için hazır olmayabilir, olsa bile tipik davranışı belirlemek için uzun yılların ayrı ayrı simülasyonu aşırı emek ve maddi külfet getirir. Bu çalışmada iklim tipi, nüfus büyüklüğü, coğrafi konumu göz önüne alınarak Türkiye genelini yeterince temsil edebilecek şekilde seçilmiş 23 şehir merkezi için saatlik bazda yıllık tipik hava datası hazırlanması amaçlanmış ve bilgisayar kullanımına uygun formatlı dosyalar şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Bina enerji ihtiyacı ve kullanım hesapları için yaygın kullanılan DOE-2.1 , BLAST ve SUNCODE gibi simülasyon programları incelendiğinde dış hava kuru termometre (KT) sıcaklığı, rüzgar hızı, direk normal güneş ışınımı parametrelerinin programların hepsinde; yaş termometre (YT) sıcaklığı, mutlak nem, barometrik basınç, rüzgar yönü, toplam yatay ve global diffüz güneş radyasyonu değerlerinin ise çoğunda gerektiği görülmektedir. Bu tür programlar için hazırlanmış hava datası dosyalarında kullanılan standart TMY2 veya WYEC2 formatları da belirlenmiştir.

\* Mühendis ve Makina, Ağustos 1998, sayı 463, s:31-42 de yayınlanmıştır.

## TÜRKİYE'DE MEVCUT DURUM

Mevcut çeşitli derece-gün tablolarında [2-7] bazı önemli farklılıklar mevcuttur. Gürdil'in dataylı olan çalışmalarında [3,4] bazı yerler için 'örnek veri yılı' oluşturulmuş ve 113 yerleşim için 24.5°C bazlı soğutma-derece gün listesi de verilmiştir ama değerler yıllık değil mevsimlik olduğundan düşüktür. Sıcaklık ve güneş ışınımı 'bin'leri ile ilgili bir yayın bulunamamıştır. Halen [7] de belirlenmiş sıcaklık değerleriyle yapılmakta olan yük tasarımları [8] tarafından kritik edilmiştir. Taşdemiroğlu ve Ecevit [9], DMİ ('Devlet Meteoroloji İşleri Genel Md.') ölçümlerini az ve hatalı bulduklarından, günlük ve saatlik değerleri teorik olarak hesaplamışlardır. Yılmaz ve Bulut [10] Şanlıurfa için bağıl nem, günlük limitler ve saatlik sıcaklık denklemleri türetmişlerdir. Ülkemizde yayınlanan enerji içerikli çeşitli simülasyonlarda tek bir yıla ait iklim verilerinin kullanıldığı gözlenmektedir.

DMİ 250 den fazla istasyon için her yıl güncelleştirilerek yayınlanan aylık ortalama ve limit değerlerine ek olarak, bazıları saatlik bazıları (YT sıcaklığı, yağmur, nem ve bulutluluk) ise günde üç kez (saat 7:00 , 14:00 , 21:00 de) alınan periyodik data kaydeder. Kayıtların bilgisayara aktarılması geriye döndürür ve 1990 yılına kadar tamamlanabilmiştir. Dolayısıyla, bu araştırma için seçilen merkezlere ait gerekli değerler, saatlik bazda 7 yıl için (1990-1996) temin edilebilmiştir. Diğer ülkelerdeki çalışmalarda incelenen dönem 10-30 yıl arasında değişmektedir. Bu çalışma, bilgisayarda mevcut dataya bağlı olarak ancak 7 yıllık bir döneme dayansa da, bu dönemin daha güvenilir ölçümler içermesi ve eğer genel bir iklim değişmesi söz konusuysa, son yılların geleceği daha iyi temsil edebilmesi gibi avantajları da olabilir. Ayrıca, Ankara için 7 yıllık dönemin dış hava sıcaklığı ortalaması DMİ tarafından belirlenen uzun dönem ortalamadan fazla farklılık göstermemiştir [11].

## TİPİK İKLİM DATASI OLUŞTURMA YAKLAŞIMLARI

Tipik data bulmak amacıyla, geçmiş yılların datalarının saatlik bazda ortalamalarının alınması, düşük ve yüksek değerlerin etkisini tamamen yok ettiğinden makbul değildir. Tipik yılların oluşturulmasını bina ısı yükü gibi sınırlı bir uygulama alanına dayamak da doğru olmaz. Ayrıca, saatlik ölçülmemiş ama gerekli bir kısım verileri, ölçülmüş diğer değerleri baz olarak türetebilecek metodlara da ihtiyaç vardır. Bu düşünceler ışığında gelişmiş ve tipik data oluşturmakta kullanılmış, biri istatistiksel türetme, diğeri gerçek datadan seçim esasına dayanan iki ana yaklaşım vardır.

1. Sentetik Hava Datası Oluşturulması: Hava datasının gerçek değişimi ne tam kuralcı ne de tam gelişigüzel olduğundan matematiksel ifadeleri güçtür. Özellikle güneş ışınımı, kısmen de KT sıcaklığı ve hatta rüzgar hızı ve nem için tahmin çalışmaları varsa da, YT sıcaklığı, rüzgar hızı ve bulutluluk oranı gibi parametreler için tatminkar öneriler henüz oluşmamıştır [11]. Sadece yıllık değişim ve harmoniklerinde periyodik bir davranıştan söz edilebilmektedir. Fourier transformu ve zaman serisi teknikleri denenmektedir. Gerçek hava datası gerektirmeme ve programlara kolay adaptasyon gibi üstünlüklerine rağmen, oluşturulan data kümeleri içinde ve aralarında (örneğin sıcaklık, bulut ve güneş değerleri) gerçekçi bir korolasyon sağlanması garanti edilemeyeceğinden, sentetik data üretimi metodu bu çalışmada tercih edilmemiştir.

2. Ölçülmüş Datadan Seçim: Daha gerçekçi davranış elde edilebilme cazibesıyla çokça kullanılan bu yaklaşımda, bazı kısmen farklı uygulamalar denenmiştir. İlk önerilen TRY ('Test Reference Year') veya ('Example Weather Year'), dataların 10 yıl süreli aylık ortalamalarını baz alıp en az bir ayı ortalamaya uzak yılları toptan eleyerek en tipik yılı belirler. Yeterince hassas sonuca varılmadığı için artık fazla önerilmemektedir. Seçimlerin ay bazında yapılıp farklı yılların aylarından bir yıl oluşturulan diğer metodlar seçimde başvuru istatistiksel detayda farklılık gösterirler. ASHRAE tarafından desteklenen WYEC ('Weather Year for Energy Calculations') yönteminde seçim aylık KT sıcaklığı ve global güneş ışınımı ortalamalarına dayanır. Ayların seçiminden sonra bazı günler başka yılın aynı ayının bir günü ile değiştirilerek oluşan datada ortalamaların uzun yıllar ortalamalarına çok yaklaşması sağlanmaktadır. Japonya'da kullanılmış "standart yıl" in belirlenmesinde, sıcaklık, nem ve güneş datalarından bulunan bina iklimlendirme yükünün, çeşitli yıllar için hesaplanmış yüklerin ortalamasına yakın olması hedeflenmiştir. İlk önce Hall [12] tarafından oluşturulan TMY ('Typical Meteorological Year'), dokuz parametreyi dikkate alır: günlük ortalama, en düşük ve yüksek KT ve YT sıcaklıklar, ortalama ve maksimum rüzgar hızı ve günlük global güneş ışınımı. Tablo 1 de görüleceği gibi, bu

değerlere verilen ağırlıklar arasında güneş ışınımı tek başına 12/24 ağırlığa sahip olduğundan oluşan datanın güneş enerjisi sistemlerine yönelik bir imajı vardır. Buna rağmen TMY yaklaşımı bazen ağırlıklarda savunmasız yapılan değişikliklerle birçok çalışmada esas alınmış, TMY2 [13] koduyla Amerika'da, CWEC adıyla Kanada'da ve IWEC şeklinde ('International Weather Year for Energy Calculations') ASHRAE destekli uluslararası projede kullanılmıştır. TMY2 de ağırlıklar KT ve YT sıcaklıkları %20 şer, rüzgar %10 ve global ve normal güneş ışınımı %25 er olarak değişmiştir. IWEC ise güneş ışınımı ve KT sıcaklığına %40 ar, YT sıcaklığına %5 ve rüzgar hızına %15 ağırlık vermiştir. Bu konudaki zorluk muhtemelen değişkenlerin ısıtma ve soğutma yükleri, güneş kollektörleri gibi farklı sahalarda farklı önem ve etkiye sahip olmalarından kaynaklanmaktadır.

**Tablo 1.** TİY metodunda hava değişkenlerinin ağırlıkları.

Hava Değişkenleri	Sandia Metodu [12]	NREL TİY2's [13]	IWEC*
Max. Kuru Term. Sıcaklığı	1/24	1/20	5/100
Min. Kuru Term. Sıcaklığı	1/24	1/20	5/100
Mean Kuru Term. Sıcaklığı	2/24	2/20	30/100
Max. Yaş Term. Sıcaklığı	1/24	1/20	2.5/100
Min. Yaş Term. Sıcaklığı	1/24	1/20	2.5/100
Mean Yaş Term. Sıcaklığı	2/24	2/20	5/100
Max.Rüzgar Hızı	2/24	1/20	5/100
Mean Rüzgar Hızı	2/24	1/20	5/100
Toplam Yatay Güneş Işınımı	12/24	5/20	40/100
Direk Normal Güneş Işınımı	-	5/20	-

\* ASHRAE International Project

**Tablo 2.** Farklı metodlar tarafından Ankara için önerilen tipik yıllar.

Aylar	WYEC	TMY	TMY2	Mevcut Çalışma
Oca	1991	1991	1994	1991
Şub	1994	1991	1991	1991
Mar	1993	1993	1993	1993
Nis	1992	1993	1993	1993
May	1992	1993	1995	1992
Haz	1993	1993	1993	1993
Tem	1993	1990	1990	1990
Ağu	1993	1992	1992	1992
Eyl	1991	1993	1993	1993
Eki	1990	1992	1992	1993
Kas	1991	1992	1992	1992
Ara	1995	1993	1993	1994

**Tablo 3.** Değişkenlerde yapılan 10% değişiklik ile havalandırma yükündeki yüzde değişim.

Değişken	Aylar		
	Ocak 01	May.01	Ağu.01
Direk Normal Radyasyon	0.15	0.05	1.5
Toplam Yatay Radyasyon	2.2	5.25	10
$KTS_o - YTS_i$	13	16	0.18
$YTS_o - YTS_i$	0	0	0

### ÖNERİLEN METODLARIN SINANMASI

Tipik yıl oluşturmak için önerilen metodlarla ulaşılabilecek sonuçları daha iyi değerlendirebilmek için bazı ön çalışmalar yapılmıştır. Bunlardan ilki, önerilecek tipik yıldan bulunan derece-gün ve güneş ışınımı gibi değerlerin gerçek değerler ortalamalarıyla karşılaştırılmasıdır. Daha kapsamlı olan diğerinde ise, önce uluslararası kabul bulmuş bir yük programı kullanarak Ankara'daki biri büyükçe (636 m<sup>2</sup> dış duvarlı) diğeri ufak (87 m<sup>2</sup> dış duvarlı) iki binanın saatlik ısıtma ve soğutma yükleri 1990-96 yılları iklim değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. Bu gerçek değerlerle karşılaştırmak üzere, farklı ağırlık ve seçim kriterlerinin kullanıldığı 3 metodla (WYEC, TMY, TMY2) Tablo 2 de belirtilen tipik yıllar oluşturulmuş ve bunlarla da yük hesapları tekrarlanmıştır. Detayı [11] de sunulan bu karşılaştırmalar ile tipik yıl oluşturma metodları irdelenebilmiş ve binanın büyüklük ve ızalasyon miktarı gibi özelliklerinin karşılaştırma sonucunu etkilemediği gözlenmiştir. Ayrıca gerçek data sonuçlarına göre 1990-1996 ısıtma (kış) dönemlerinde toplam ısı yükü %23, pik ısıtma %16.5, derece-gün %17.6, toplam yatay güneş ışınımı %9 mertebesinde değişirken soğutma mevsimlerinde yük, ortalamadan %13.7 kadar sapan 1992 yılı haricinde, daha az değişmiştir. Denenen tüm tipik yılların ortalamaya yaklaştığı, TMY2 kış için TMY den biraz daha fazla yanılrsa da, TMY ve TMY2 veya ağırlıkların biraz farklı alındığı IWEK ile yeterince başarılı tipik yıl oluşturulabildiği söylenebilir. Ağırlıklara verilen değerlerin nedenini biraz daha netleştirebilmek için simülasyonlar 1990 Ankara datasındaki önemli parametreleri teker teker %10 ve %20 oranında suni olarak artırıp azaltarak tekrarlanmıştır. Tablo 3 de özetlenen sonuçlara göre KT sıcaklığı birinci, yatay düzleme güneş ışınımı ikinci önemdeyken YT sıcaklığının etkisi olmamıştır. Bu gözlemlere dayanarak KT sıcaklığı ve güneş ışınımına eşit ağırlığın verildiği IWEK metodunun benimsenmesi kararlaştırılmıştır.

### TİPİK İKLİM YILLARI OLUŞTURULMASI

Yukarıda değinilen hususlar çerçevesinde, seçilen merkezler için 'Tipik İklim Yılları' oluşturmak için önce mevcut saatlik değerlerdeki eksik ve yanlışlar düzeltilmiştir. Bazılarının birimleri dönüştürülmüş, ölçülmeyen veya '888', '99999' gibi anlamsız kayıtlar ayıklanmış ve bunlar bitişik değerler baz alınarak doldurulmuştur. Gereken ama ölçülmeyen direkt dik güneş ışınımı, mevcut global yatay ışınım değerleri ve bilinen teorik hesap yöntemleri kullanılarak her saat için hesaplanmıştır [11].

Sonra aday ayların belirlenmesi için istatistiksel hesaplar yapılmıştır. Bu amaçla, her hava değişkeni ve her ay için, değişkenin günlük değerinin belli bir değer altında kalma oranını veren, kümülatif dağılım fonksiyonu (CDF) hesaplanmıştır. Ayların CDF sayıları benzer şekilde hesaplanan uzun dönem ortalama CDF değerleriyle Finkelstein-Shafer (FS) istatistiği [14] kullanarak karşılaştırılıp aday aylar belirlenmiştir. Ancak hava değişkenlerinin herbiri için iyi olan tek ay genelde olmadığından, değişkenlere verilen ağırlıklar devreye alınmaktadır. Ağırlıklar ile değişkenlerin o aya ait FS istatistiklerinin çarpımlarının toplamı alınarak o ayı temsil eden ağırlıklı toplam elde edilmektedir.

Bu şekilde hesaplanan ağırlıklı toplamlar göz önünde bulundurularak belirlenen aday aylar arasından nihayi seçimin kaba ve hissi olduğu evvelki araştırmacılar tarafından da belirtilmiştir. TMY’de aday ayların dış sıcaklık ve günlük güneş ortalamalarının uzun yıllar ortalamasından farklılığı incelenmiş ve bunun için sıralanmış sıcak günlerin %67’ sinin üstü, soğuk günlerin %33’ ünün altı ve düşük güneş ışınımlı günlerin %33’ünün altı karşılaştırılmıştır. Başka bir yaklaşımda ise ay bazında saatlik KT sıcaklığın RMSD değeri son seçme kriteri olarak kullanılmıştır. Bu çalışmada aday aylar arasında son seçim KT sıcaklık ve toplam yatay düzlem güneş ışınımlarının RMSD ve FS statikleri değerlendirilerek yapılmıştır.

Bir bütün yıl olacak şekilde farklı yıllardan seçilen 12 ay ardarda eklenirken, bir ayın son saatleri ile mütaakip ayın ilk saatleri arasında oluşabilecek uyumsuzluk, son 6 saat ile ilk 6 saatin değerlerinin normalize edilmesiyle törpülenerek ortadan kaldırılmıştır. Böylece ulaşılan sonuç belli bir formatta her merkez için ayrı kütüklere kaydedilmiştir. Bu kütüklerin başındaki istasyon bilgilerden sonra, 8760 saatlik datanın herbirinde: i: ay, gün, yıl, ii: direkt dik güneş ışınımı ( $\text{kJ/m}^2$ ), iii: toplam yatay düzlem güneş ışınımı ( $\text{kJ/m}^2$ ), iv: KT sıcaklığı ( $^{\circ}\text{C}$ ), v: YT sıcaklığı ( $^{\circ}\text{C}$ ) ve vi: rüzgar hızı (m/s) değerleri verilmektedir.

Çalışmaya dahil edilen 23 merkezin ‘Tipik İklim Yılları’nı oluşturmak için seçilen aylar Tablo 4 de sunulmuştur. Tipik yıl değerleriyle bulunan aylık ve yıllık günlük ortalama KT sıcaklıklarının DMİ uzun yıllar ortalamalarına yakınlığı, üç büyük il için Tablo 5 de sergilenmiştir. Saatlik data ve kayıt formatı, istenilen merkez adı belirtilerek, yazarlardan temin edilebilir.

**Tablo 4.** Türkiye’nin 23 yeri için tipik iklim yılları.

İ. No	Yer	Aylar											
		Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
17022	Zonguldak	1996	1994	1992	1993	1995	1995	1995	1992	1995	1996	1992	1994
17030	Samsun	1996	1996	1992	1995	1991	1993	1995	1991	1993	1996	1992	1991
17037	Trabzon	1991	1991	1994	1995	1993	1992	1995	1993	1993	1996	1992	1991
17050	Edirne	1996	1994	1992	1993	1993	1992	1995	1996	1995	1990	1992	1990
17062	İstanbul	1991	1991	1992	1993	1995	1992	1990	1993	1995	1990	1992	1995
17084	Çorum	1991	1990	1992	1991	1993	1992	1990	1991	1996	1996	1992	1995
17090	Sivas	1991	1993	1994	1992	1993	1993	1994	1992	1993	1993	1992	1991
17092	Erzincan	1991	1995	1994	1990	1990	1992	1995	1996	1991	1990	1990	1990
17096	Erzurum	1991	1994	1991	1995	1991	1991	1995	1994	1991	1991	1994	1995
17098	Kars	1995	1993	1994	1995	1993	1996	1991	1994	1991	1991	1992	1993
17112	Çanakkale	1991	1991	1991	1992	1990	1991	1990	1995	1992	1990	1992	1995
17116	Bursa	1991	1991	1991	1990	1990	1992	1993	1992	1995	1993	1992	1994
17130	Ankara	1991	1991	1993	1993	1992	1993	1990	1992	1993	1993	1992	1994
17172	Van	1991	1993	1991	1992	1993	1994	1993	1991	1993	1993	1992	1992
17196	Kayseri	1995	1993	1994	1995	1993	1992	1993	1993	1991	1993	1992	1991
17199	Malatya	1992	1993	1994	1992	1991	1993	1993	1992	1995	1992	1992	1994
17210	Siirt	1996	1991	1991	1995	1992	1996	1994	1995	1995	1992	1992	1991
17220	İzmir	1991	1991	1994	1991	1995	1991	1994	1991	1992	1994	1992	1994
17244	Konya	1991	1993	1991	1990	1993	1992	1993	1991	1991	1991	1994	1991
17270	Şanlıurfa	1991	1991	1991	1992	1995	1994	1991	1992	1992	1992	1992	1991
17280	Diyarbakır	1996	1991	1994	1990	1995	1995	1991	1993	1991	1990	1991	1991
17300	Antalya	1992	1994	1994	1995	1990	1991	1995	1995	1993	1990	1992	1990
17351	Adana	1991	1993	1994	1993	1992	1994	1991	1992	1992	1992	1992	1995

**Tablo 5.** Aylık ve yıllık ortalama günlük kuru termometre sıcaklıkları.  
(TİY=tipik iklim yılı bazlı; UD=uzun dönem ortalaması)

		T <sub>m</sub> (°C)												
		Aylar												
Yer		Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara	Yıl
İstanbul	TİY	5.9	5.1	7.6	11.4	17.2	21.2	23.7	23.4	20.6	15.6	10.9	7.7	14.2
	UD	5.6	5.6	7.1	11.6	16.4	20.8	23.2	23.2	19.7	15.5	11.6	8.0	14.0
Erzurum	TİY	-10.2	-10.0	-1.9	4.5	9.0	15.0	17.6	18.2	14.3	8.8	-1.0	-11.4	4.5
	UD	-8.7	-7.2	-2.6	5.2	10.7	14.4	19.3	19.5	14.9	8.3	1.4	-5.0	5.9
Ankara	TİY	-0.5	-0.2	5.6	10.2	15.7	19.1	23.6	23.0	19.3	15.0	5.5	0.2	11.4
	UD	-0.1	1.3	5.4	11.2	15.9	19.8	23.1	23.0	18.4	12.8	7.3	2.3	11.7

### DERECE-GÜN DEĞERLERİ

İncelenen merkezlerin ad ve istasyon noları ve evvelce bildirilmiş ısıtma derece-gün değerleri Tablo 6 da, yeni oluşturulan Tipik Yıllar dan hesaplanan 18°C bazlı ısıtma ve 22°C bazlı soğutma derece-günleri Tablo 7 ve 8 de sunulmaktadır. Ankara için derece-gün değerleri 1990-1996 yılları için ayrı ayrı hesaplanmış ve karşılaştırmalar Tablo 9 da sunulmuştur. Derece-gün değerlerinin yıldan yıla epey değiştiği, Ocak ayı için tipik yıl değeri 574 ve 7 yıl ortalaması 578.3 iken en yüksek ve düşük değerlerin %20 kadar bir salınımla 690.9 (1993) ve 448.5 (1994) olduğu görülmektedir. Bunun bir anlamı da yakıt tüketiminin yıllar arasında %30 kadar değişebileceğidir. Ayrıca, saatlik bir similyonda kullanılacak derece-saat değerlerinin, derece-gün değerlerinden yaz aylarında daha çok farkettiği de Tablo 9 da gözlenebilir

### FARKLI BAZLI DERECE-GÜNLER

Genelde kullanılan 18°C baz yerine başka baza göre hesaplanmış derece-günlerin bulunabilmesi için aylık ortalamaların ve günlük ortalamaların aylık standard sapmalarının bilinmesi gerekmektedir. Bu yöntemle göre [15]:

$$DD_{bm} = N \cdot S_d \left[ Z_b \cdot F(Z_b) + f(Z_b) \right]$$

$$\text{burada; } Z_b = (T_b - T_m) \cdot S_d^{-1}$$

$$f(Z) = (2\pi)^{-1/2} \cdot \exp(-Z^2 / 2) \quad \text{ve} \quad F(Z_b) = \int_{-\infty}^{Z_b} f(Z) \cdot dZ$$

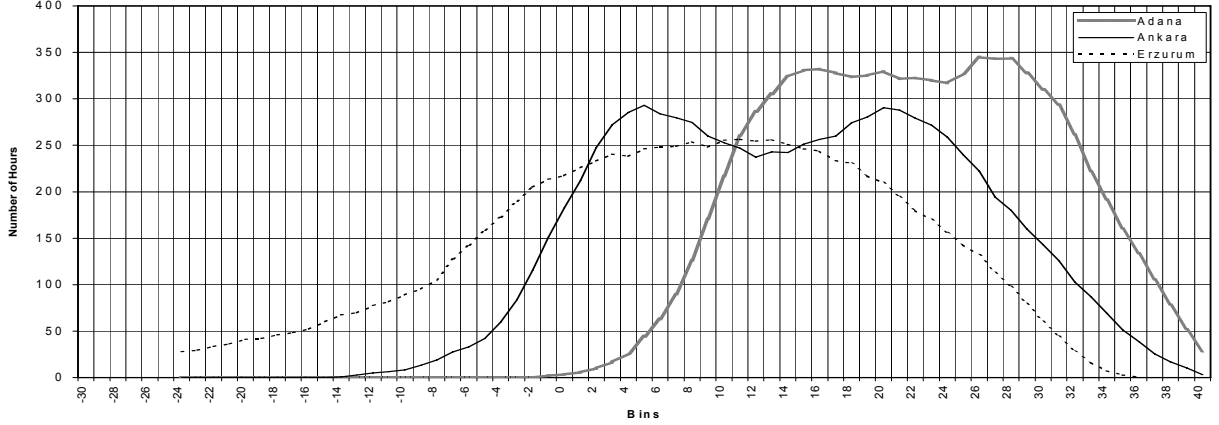
şeklinde tanımlanan normal probabilitate yoğunluğunun nümerik olarak bulunan integrali istatistik kaynaklarında tablo halinde sunulmaktadır. Bu yöntemde gereken ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanarak Tablo 10 da sunulmuştur. Ayrıca, Ankara, İstanbul ve İzmir için gerekli ek hesaplamalar yapılarak bazı yeni bazlarda bulunan derece-gün değerleri, Tablo 11 de verilmektedir. Örnek olarak, Ankara, şubat ve 16°C baz için,

T<sub>m</sub>=-0.2, S<sub>d</sub>=5.468, N=28, Z<sub>b</sub>=2.9627 ve F(2.96)=0.99846, f(2.9627)=4950, ve böylece

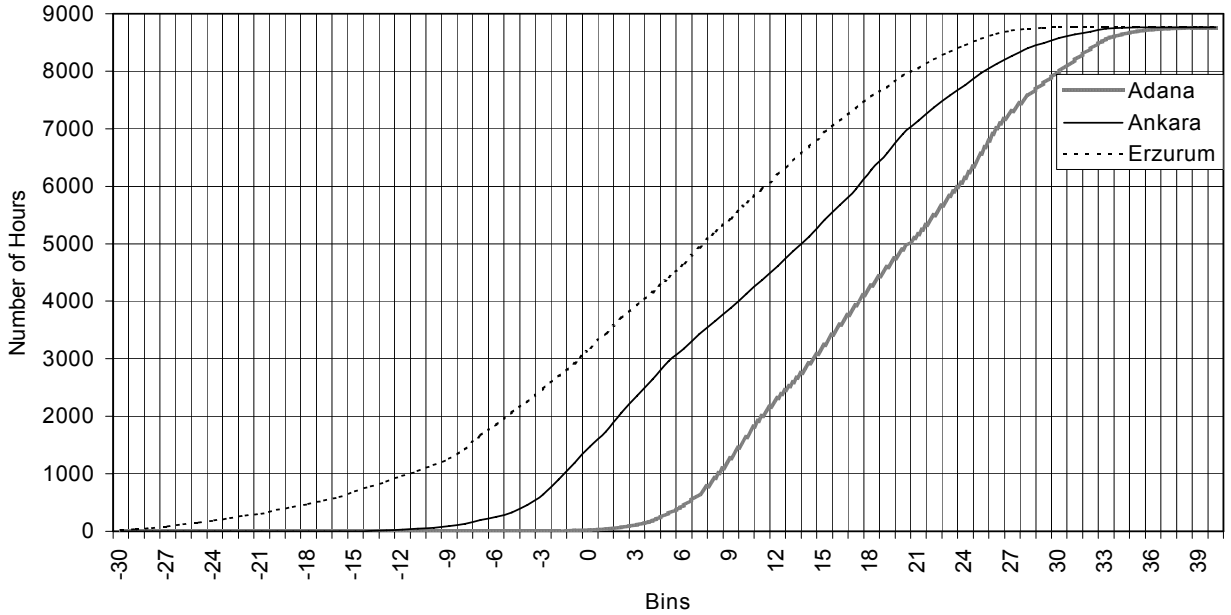
DD<sub>16,2</sub>=28\*5.468\*(2.9627\*0.99846+4950) = 453.7 bulunur.

## SICAKLIK BİN'LERİ

Tipik İklim Yılları kullanılarak  $-30^{\circ}\text{C}/40^{\circ}\text{C}$  arasında  $3^{\circ}\text{C}$  lik binler tüm gün için ve 08:00-16:00 ve 16:00-08:00 aralıkları için ayrı ayrı hesaplanarak Tablo 12 de verilmiştir. Şekil 1 ve 2, sıcak, orta ve soğuk bölgedeki üç il için  $1^{\circ}\text{C}$  lik ve kümülatif bin değerlerinin değişimini göstermektedir. Bin değerleriyle çakışan güneş ışınımı ve ıslak termometre sıcaklıkları ise Ankara, İstanbul ve İzmir illeri için Tablo 13 de sunulmuştur.



Şekil 1. Türkiye'de 3 yer için KTS Binleri.



Şekil 2. Türkiye'de 3 yer için kümülatif KTS binleri.

## TASARIM ŞARTLARI

Bina ısı yükü hesaplarında kullanılmak üzere, aralık - şubat kış mevsimindeki 2160 saat için kuru termometre sıcaklığının %99 ve %97.5 limitleriyle, 2938 saatlik haziran-ağustos yaz dönemine ait %1, %2.5, ve %5 limit değerleri, Tablo 14 de verilmektedir.

## FASILALI İŞLETME SENARYOSU

Isıtma mevsiminde 06:00-22:00 saatlerinde termostat ayarının 22°C, bunların dışındaki gece saatlerinde ise 3°C veya 5°C sıcaklık düşürülmesi şeklindeki bir uygulamanın Ankara'daki etkisini incelemek için, yük ve enerji sarfiyatı simülasyonu programı basit bir bina tasarımı kullanılarak ve Tipik Yıl değerleriyle çalıştırılmıştır. 3°C için %10.7 ve 5°C için ise %15.8 seviyesinde bir tasarruf belirlenmiştir. Bu dönemde ulaşılan en düşük iç sıcaklık, sırasıyla, 19°C ve 16°C olarak kabul edilebilir bir seviyenin üzerinde gerçekleşmiştir. Bu değerlendirmenin amacı kapsamlı bir inceleme olmayıp, tipik yıllar bilgisinin kullanımına örnek oluşturmaktır.

## DIŞ DUVAR İZOLASYON KALINLIĞI

Tipik Yıl verileriyle bir diğer uygulama olarak, simülasyon programı binanın tüm dış duvarlarında 0, 3, 5, ve 10 cm kalınlığında yaygın türden izolasyon varsayılarak işletilmiştir. Ankara'da hiç izolasyonsuz duruma kıyasla 3, 5, 10 cm lik izolasyonlarla, sırasıyla %19, %24, %28 yakıt tasarrufu yapılacağı ve uygulamanın 1, 2, 3 yılda kendini amorti edebileceği bulunmuştur. 5 cm üç yılda ve 10 cm beş yılda 3cm den daha iyi duruma geçerken 10 cm yedi yıl sonra en ekonomik duruma gelmektedir. Bu sonuçların kullanılan yakıtta fazla bağlı olmadığı da gözlenmiştir.

**Tablo 6.** Seçilmiş Hava İstasyonları ve Çeşitli Çalışmalarca Hesaplanmış Derece-günleri.

	Şehir	İ. No	Enlem	Boylam	Rakım (m)	D-g Satman et.al. (1990)	D-g Tüzemen (1972)	D-g Kılış (1991)	D-g Kılış and Okutan (1992)	D-g EİE (1991)
1	Adana	17351	36 59	35 18	23	1094	800	-	960	691
2	Ankara	17130	39 57	32 53	860	2809	2650	3012	2600	2480
3	Antalya	17300	36 52	30 42	37	1112	650	-	-	637
4	Bursa	17116	40 11	29 4	156	2020	1700	2235	1800	1571
5	Çanakkale	17112	40 9	26 24	2	1968	1650	2135	1750	1511
6	Çorum	17084	40 50	34 75	801	-	2750	-	-	2535
7	Diyarbakır	17280	37 55	40 12	670	2222	2000	-	2025	1861
8	Edirne	17050	41 40	26 34	42	2387	2150	-	2300	1967
9	Erzincan	17092	39 44	39 30	1186	3367	3100	-	-	2965
10	Erzurum	17096	39 55	41 16	1853	4502	4400	-	4400	4230
11	Göztepe/İst	17062	40 59	28 48	120	2206	1800	2437	1900	1635
12	İzmir	17220	28 24	27 10	2	1337	-	-	1175	950
13	Kars	17098	40 36	43 5	1768	5080	4800	-	5000	4732
14	Kayseri	17196	38 42	35 29	1064	3212	3050	-	-	2754
15	Konya	17244	37 52	32 30	1016	2947	2650	3195	2700	2532
16	Malatya	17199	38 21	38 18	964	2676	2405	2871	-	2316
17	Samsun	17030	41 17	36 20	42	1959	1600	-	1750	1482
18	Şanlıurfa	17270	37 8	38 46	518	-	1400	-	-	1378
19	Siirt	17210	37 56	41 56	902	-	1900	2311	-	1803
20	Sivas	17090	39 45	37 1	1266	-	3400	-	-	3268
21	Trabzon	17037	41 0	39 43	33	1582	1550	-	1675	1442
22	Van	17172	38 20	48 21	1727	-	3500	-	-	3418
23	Zonguldak	17022	41 27	31 48	5	-	1800	2381	-	1621



**Tablo 7.** Türkiye’de 23 yerin aylık ve yıllık toplam ısıtma derece günleri (baz sıcaklık 18°C ).

İstasyon No	Yer	Aylar												
		Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Te	Ağ	Eyl	Eki	Kas	Ara	Toplam
17022	Zonçuldak	410	351	332	232	94	0	0	0	17	134	225	357	2152
17030	Samsun	348	289	312	222	87	4	0	0	13	87	197	332	1890
17037	Trabzon	359	362	290	207	87	5	0	0	8	72	204	297	1892
17050	Edirne	523	387	322	174	55	3	0	0	19	138	272	365	2258
17062	İstanbul	375	362	323	197	55	0	0	0	5	81	214	320	1933
17084	Çorum	600	459	443	227	125	31	4	4	47	222	410	500	3070
17090	Sivas	713	611	451	297	185	75	3	5	79	214	473	645	3752
17092	Erzincan	638	528	367	262	117	25	0	0	27	196	380	483	3023
17096	Erzurum	873	785	618	405	278	94	29	19	110	285	571	912	4979
17098	Kars	834	804	608	358	272	129	55	26	123	261	580	838	4888
17112	Çanakkale	382	333	321	177	57	3	0	0	10	72	184	288	1827
17116	Bursa	404	366	325	148	83	0	0	0	7	48	271	392	2045
17130	Ankara	574	509	384	233	84	22	0	0	23	93	375	553	2851
17172	Van	660	593	473	356	204	31	1	0	18	200	436	626	3596
17196	Kayseri	557	567	396	281	144	41	5	0	30	177	428	615	3242
17199	Malatya	647	549	299	162	64	9	0	0	15	62	386	590	2782
17210	Siirt	439	416	287	151	66	0	0	0	0	22	286	445	2113
17220	İzmir	304	248	191	85	15	0	0	0	0	0	146	275	1264
17244	Konya	629	551	349	240	149	18	1	1	25	148	407	621	3136
17270	Şanlıurfa	355	335	190	65	15	0	0	0	0	6	211	371	1547
17280	Diyarbakır	452	441	271	174	44	0	0	0	0	53	250	461	2146
17300	Antalya	306	223	178	100	25	1	0	0	0	13	136	202	1185
17351	Adana	246	241	132	39	5	0	0	0	0	0	121	243	1028

**Tablo 8.** Türkiye’de 23 yerin aylık ve yıllık toplam soğutma derece günleri (baz sıcaklık 22°C ).

İstasyon No	Yer	Aylar												
		Oc	Şu	Ma	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara	Toplam
17022	Zonçulda	0	0	0	0	10	5	2	19	4	0	0	0	40
17030	Samsun	0	0	0	0	0	6	38	56	2	0	0	0	101
17037	Trabzon	0	0	0	0	2	7	38	54	5	0	0	0	105
17050	Edirne	0	0	0	0	4	20	72	59	6	0	0	0	161
17062	İstanbul	0	0	0	0	3	19	53	49	10	0	0	0	135
17084	Çorum	0	0	0	0	0	1	5	14	0	0	0	0	20
17090	Sivas	0	0	0	0	0	1	11	7	1	0	0	0	20
17092	Erzincan	0	0	0	0	3	1	38	70	2	0	0	0	113
17096	Erzurum	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17098	Kars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17112	Çanakkal	0	0	0	0	1	28	100	85	14	0	0	0	228
17116	Bursa	0	0	0	0	8	26	45	86	11	0	0	0	175
17130	Ankara	0	0	0	0	0	11	63	46	10	0	0	0	129
17172	Van	0	0	0	0	0	0	37	56	1	0	0	0	94
17196	Kayseri	0	0	0	0	0	0	25	8	0	0	0	0	33
17199	Malatya	0	0	0	0	0	43	144	126	63	0	0	0	377
17210	Siirt	0	0	0	0	3	116	272	252	103	0	0	0	748
17220	İzmir	0	0	0	0	26	107	196	166	56	25	0	0	577
17244	Konya	0	0	0	0	0	1	31	51	1	0	0	0	84
17270	Şanlıurfa	0	0	0	0	96	189	307	288	142	32	0	0	1053
17280	Diyarbakır	0	0	0	0	16	110	267	236	72	0	0	0	702
17300	Antalya	0	0	0	0	30	78	200	184	57	14	2	0	564
17351	Adana	0	0	0	2	23	87	188	205	115	27	8	0	655

**Tablo 9.** Ankara'nın 1990-1996 için hesaplanmış ısıtma derece günlerinin karşılaştırılması.

Yıl	Aylar												Yıllık Toplam	1990-1996 dan % Fark	TİY'den % Fark
	Oca	Şub	Ma	Nis	Ma	Haz	Te	A	Eyl	Eki	Kas	Ara			
1990	680	451	340	228	139	35	0	1	50	155	267	454	2800	-0.6	-1.8
1991	574	509	328	227	143	20			35	154	326	572	2888	2.6	1.3
1992	688	594	438	207	84	17	8		75	98	375	578	3160	12.2	10.9
1993	691	527	384	233	104	22		0	23	94	424	444	2947	4.7	3.4
1994	449	460	353	128	104	15	1		0	97	377	552	2536	-9.9	-11.1
1995	462	365	356	250	85	6	1		32	205	442	474	2680	-4.8	-6.0
1996	504	374	444	269	33	24		-	-	-	-	-	1648		
1990-1996 ortalaması	578	469	378	220	99	20	1	0	36	134	369	512	2816 (2835) <sub>2</sub>	0 (0.7)	-1.2 (-0.5)
STSAP	109	83	47	45	37	9	3	1	25	45	65	62	217		
TİY	574	509	384	233	84	22	0	0	23	93	375	553	2851	1.2	0.0
D-Saatler <sup>3</sup>	574	509	385	237	109	48	9	11	55	134	376	553	3001	6.6	5.3

1. Ankara'nın 1996 için saatlik verisi Temmuz'a kadar geçerlidir ve Ocak'tan Temmuz'a kadar olan 7 ayın ortalamasıdır.
2. 1990-1995 ortalaması
3. Derece-saatler sayısı/24

**Tablo 10.** Aylık ortalama kuru termometre sıcaklıkları ve standart sapmaları (°C).

No.	İstasyon Yer		Aylar											
			Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara
17022	Zonguldak	Tm (°C)	4.8	5.5	7.3	10.3	16.0	20.1	21.5	22.3	19.3	13.8	10.5	6.5
		Sd (°C)	3.36	3.42	4.25	3.46	4.76	1.64	0.68	1.25	2.51	2.95	4.14	3.61
17030	Samsun	Tm (°C)	6.8	7.7	8.0	10.6	15.5	19.7	23.1	23.7	19.2	15.3	11.6	7.3
		Sd (°C)	2.91	4.17	3.79	3.35	2.36	2.08	1.06	1.58	2.19	2.64	4.91	3.09
17037	Trabzon	Tm (°C)	6.4	5.1	8.7	11.1	15.5	20.8	23.1	23.7	19.8	15.8	11.3	8.4
		Sd (°C)	2.59	3.71	3.44	3.42	2.84	2.13	1.03	1.09	2.23	2.52	4.52	3.15
17050	Edirne	Tm (°C)	1.1	4.2	7.6	12.2	17.0	21.2	24.2	23.6	19.7	13.8	8.9	6.2
		Sd (°C)	3.16	4.32	3.65	2.46	3.12	2.45	1.68	2.40	2.94	4.25	3.97	3.11
17062	İstanbul	Tm (°C)	5.9	5.1	7.6	11.4	17.2	21.2	23.7	23.4	20.6	15.6	10.9	7.7
		Sd (°C)	3.13	3.73	3.71	2.85	3.41	2.37	0.92	1.23	2.33	2.94	3.46	3.07
17084	Çorum	Tm (°C)	-1.3	1.6	3.7	10.4	14.1	17.6	20.5	20.6	16.6	10.8	4.3	1.9
		Sd (°C)	2.83	2.64	3.67	2.57	2.50	2.01	1.90	2.39	1.69	3.52	4.18	4.09
17090	Sivas	Tm (°C)	-5.0	-3.8	3.4	8.1	12.1	16.2	19.8	20.1	16.2	11.1	2.2	-2.8
		Sd (°C)	2.66	5.13	4.01	2.81	2.86	3.27	2.34	2.13	3.79	3.21	5.90	4.46
17092	Erzincan	Tm (°C)	-2.6	-0.9	6.2	9.3	14.9	18.5	22.8	24.1	18.7	11.7	5.3	2.4
		Sd (°C)	4.01	2.82	3.36	3.40	4.87	2.50	1.84	2.03	2.79	3.13	4.33	3.48
17096	Erzurum	Tm (°C)	-10.2	-10.0	-1.9	4.5	9.0	15.0	17.6	18.2	14.3	8.8	-1.0	-11.4
		Sd (°C)	7.09	6.40	5.21	2.18	2.37	2.85	1.84	1.77	2.54	2.16	6.02	6.65
17098	Kars	Tm (°C)	-8.9	-10.7	-1.6	6.1	9.2	13.7	16.7	17.4	13.9	9.6	-1.3	-9.0
		Sd (°C)	5.94	4.02	3.96	1.91	2.25	2.83	2.37	1.29	2.28	1.59	5.63	4.53
17112	Çanakkale	Tm (°C)	5.7	6.1	7.6	12.1	16.8	22.1	25.2	24.7	20.3	16.2	11.9	8.7
		Sd (°C)	3.44	4.38	1.75	2.24	3.13	2.31	1.21	1.21	2.82	3.70	3.70	3.87
17116	Bursa	Tm (°C)	5.0	4.9	7.5	13.3	16.1	21.8	23.0	24.7	20.7	16.8	9.0	5.3
		Sd (°C)	2.87	4.37	2.07	3.42	4.25	2.39	2.09	1.43	2.51	2.34	3.70	3.46

**Tablo 10.** Aylık ortalama kuru termometre sıcaklıkları ve standart sapmaları (°C).(Devam)

17130	Ankara	Tm (°C)	-0.5	-0.2	5.6	10.2	15.7	19.1	23.6	23.0	19.3	15.0	5.5	0.2
		Sd (°C)	3.26	5.47	4.24	3.49	3.24	3.07	2.44	2.35	3.32	3.39	4.31	3.14
17172	Van	Tm (°C)	-3.3	-3.2	2.7	6.1	11.4	17.8	22.1	23.6	18.6	11.6	3.5	-2.2
		Sd (°C)	3.76	3.50	3.56	2.57	2.51	2.57	2.63	1.88	2.22	2.86	4.89	3.83
17196	Kayseri	Tm (°C)	0.0	-2.3	5.2	8.6	13.4	17.2	20.7	21.1	17.7	12.3	3.7	-1.8
		Sd (°C)	4.80	5.43	3.64	4.17	2.63	2.17	3.15	1.56	2.09	3.03	5.59	4.91
17199	Malatya	Tm (°C)	-2.9	-1.6	8.4	12.6	16.6	21.4	26.6	26.1	22.3	16.7	5.1	-1.0
		Sd (°C)	1.74	4.33	3.48	2.84	3.01	3.86	2.95	1.99	4.45	3.20	5.93	3.44
17210	Siirt	Tm (°C)	3.8	3.1	8.7	13.0	16.6	25.7	30.8	30.1	24.9	18.6	8.5	3.6
		Sd (°C)	1.92	3.87	4.65	2.76	3.36	3.10	1.38	1.11	3.81	2.29	5.75	1.95
17220	İzmir	Tm (°C)	8.2	9.1	11.9	15.5	20.8	25.5	28.3	27.4	23.2	21.2	13.3	9.1
		Sd (°C)	3.28	4.25	2.80	2.73	3.37	2.30	1.60	1.88	2.98	2.55	3.78	3.33
17244	Konya	Tm (°C)	-2.3	-1.7	6.7	10.0	13.4	18.8	21.9	22.9	18.3	13.4	4.4	-2.0
		Sd (°C)	3.81	4.53	4.70	3.88	2.92	2.25	2.79	2.73	2.39	3.95	4.77	4.06
17270	Şanlıurfa	Tm (°C)	6.6	6.0	12.1	16.3	23.5	28.3	31.9	31.3	26.2	21.9	11.4	6.0
		Sd (°C)	2.65	3.41	4.52	2.58	5.26	2.50	1.99	1.49	4.38	2.78	5.67	1.25
17280	Diyarbakır	Tm (°C)	3.4	2.3	9.2	12.3	19.0	25.5	30.6	29.6	24.3	17.4	9.7	3.1
		Sd (°C)	1.95	4.09	2.56	3.63	4.29	3.04	1.77	1.21	2.02	3.33	1.51	2.58
17300	Antalya	Tm (°C)	8.1	10.0	12.2	14.7	20.2	24.0	28.4	27.9	23.8	20.5	14.1	11.5
		Sd (°C)	1.69	1.84	1.95	2.49	4.14	3.13	2.34	1.57	1.70	2.81	4.53	2.58
17351	Adana	Tm (°C)	10.1	9.4	13.7	17.6	21.0	24.9	28.1	28.6	25.7	22.4	15.0	10.2
		Sd (°C)	2.27	3.33	1.84	2.67	2.97	1.66	0.92	1.18	2.78	1.80	5.10	1.67

**Tablo 11.** İllerin farklı baz sıcaklıklarına göre hesaplanmış derece-günleri.

Baz Sic. (°C)		Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara	Yıllık
ANKARA	14	449	398	262	121	19	2	0	0	1	28	257	428	1965
	16	511	454	323	176	45	7	0	0	8	59	316	490	2390
	18	573	510	384	234	85	23	0	0	24	103	375	552	2865
	20	635	566	446	294	138	52	2	4	52	158	435	614	3396
İSTANBUL	14	252	251	201	46	10	0	0	0	2	32	104	197	1095
	16	313	307	262	88	26	0	0	0	6	58	158	258	1477
	18	375	362	323	141	56	3	0	0	20	94	216	320	1911
	20	437	418	385	199	99	14	0	0	48	140	275	382	2397
İZMİR	14	181	144	112	15	1	0	0	0	0	0	25	72	550
	16	242	195	169	41	4	0	0	0	0	1	60	128	840
	18	304	249	229	84	12	0	0	0	1	4	111	189	1183
	20	365	305	291	137	30	0	0	0	6	16	169	251	1571

**Tablo 12.** Türkiye'de 23 yer için kuru termometre sıcaklık binleri.

Yer	Vardiya	Kuru Termometre Sıcaklık Binleri																						
		-27	-24	-21	-18	-15	-12	-9	-6	-3	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39
Zonguldak	08:00_16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	304	471	358	344	331	311	463	554	56	16	4	0	0
	16:00_08:00	0	0	0	0	0	0	0	0	10	221	637	759	706	524	683	752	832	311	29	11	0	0	0
	Toplam	0	0	0	0	0	0	0	0	10	294	941	1230	1064	868	1014	1063	1295	865	85	27	4	0	0
Samsun	08:00_16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	143	439	414	347	369	373	415	426	327	21	0	0	0
	16:00_08:00	0	0	0	0	0	0	0	0	4	73	524	910	644	579	849	706	727	387	67	5	0	0	0
	Toplam	0	0	0	0	0	0	0	0	5	83	667	1349	1058	926	1218	1079	1142	813	394	26	0	0	0
Trabzon	08:00_16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	5	26	151	392	432	390	371	332	388	496	297	5	0	0	0
	16:00_08:00	0	0	0	0	0	0	0	0	27	75	457	874	708	571	684	668	870	495	44	2	0	0	0
	Toplam	0	0	0	0	0	0	0	0	32	101	608	1266	1140	961	1055	1000	1258	991	341	7	0	0	0
Edirne	08:00_16:00	0	0	0	0	0	0	2	29	45	132	215	346	326	255	317	321	351	317	288	237	89	15	0
	16:00_08:00	0	0	0	0	0	0	18	70	142	362	606	660	577	624	584	746	547	288	149	77	22	3	0
	Toplam	0	0	0	0	0	0	20	99	187	494	821	1006	903	879	901	1067	898	605	437	314	111	18	0
İstanbul	08:00_16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	25	31	178	402	433	329	273	311	390	408	382	119	4	0	0
	16:00_08:00	0	0	0	0	0	0	0	0	52	75	493	843	760	545	632	727	825	415	98	9	1	0	0
	Toplam	0	0	0	0	0	0	0	0	77	106	671	1245	1193	874	905	1038	1215	823	480	128	5	0	0
Çanakkale	08:00_16:00	0	0	0	0	0	0	0	8	13	44	118	275	461	379	326	312	314	379	369	241	46	0	0
	16:00_08:00	0	0	0	0	0	0	0	21	43	138	420	711	811	606	629	607	757	448	195	80	9	0	0
	Toplam	0	0	0	0	0	0	0	29	56	182	538	986	1272	985	955	919	1071	827	564	321	55	0	0
Bursa	08:00_16:00	0	0	0	0	0	1	1	2	31	84	190	327	444	316	244	278	320	360	317	288	70	12	0
	16:00_08:00	0	0	0	0	0	1	3	7	102	279	514	725	785	576	560	705	615	337	161	85	19	1	0
	Toplam	0	0	0	0	0	2	4	9	133	363	704	1052	1229	892	804	983	935	697	478	373	89	13	0
Ankara	08:00_16:00	0	0	0	0	0	11	14	52	179	279	287	297	217	171	210	305	367	350	291	167	83	5	0
	16:00_08:00	0	0	0	0	5	28	74	144	393	557	619	493	483	573	592	594	426	249	141	75	28	1	0
	Toplam	0	0	0	0	5	39	88	196	572	836	906	790	700	744	802	899	793	599	432	242	111	6	0
Van	08:00_16:00	0	0	0	0	2	10	49	114	187	324	374	235	268	238	214	280	270	357	278	76	9	0	0
	16:00_08:00	0	0	0	0	41	82	177	371	448	629	501	542	490	451	500	451	405	226	123	32	6	0	0
	Toplam	0	0	0	0	43	92	226	485	635	953	875	777	758	689	714	731	675	583	401	108	15	0	0
Kayseri	08:00_16:00	0	0	0	0	6	14	52	107	199	213	221	258	240	258	309	322	368	310	242	117	40	9	0
	16:00_08:00	0	0	0	9	43	67	183	206	454	534	544	560	621	695	579	420	253	148	96	44	13	6	0
	Toplam	0	0	0	9	49	81	235	313	653	747	765	818	861	953	888	742	621	458	338	161	53	15	0
Malatya	08:00_16:00	0	0	0	0	1	5	20	92	244	328	182	151	189	192	247	289	303	306	287	239	156	43	11
	16:00_08:00	0	0	0	0	5	25	103	280	464	485	344	358	389	524	531	485	563	386	247	169	95	17	5
	Toplam	0	0	0	0	6	30	123	372	708	813	526	509	578	716	778	774	866	692	534	408	251	60	16
Siirt	08:00_16:00	0	0	0	0	0	0	0	6	22	136	319	366	245	200	241	258	216	200	244	217	287	264	64
	16:00_08:00	0	0	0	0	0	0	0	33	96	392	722	534	427	528	509	385	384	473	490	244	148	95	15
	Toplam	0	0	0	0	0	0	0	39	118	528	1041	900	672	728	750	643	600	673	734	461	435	359	79
İzmir	08:00_16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14	65	190	235	382	374	300	294	356	410	350	259	55	0
	16:00_08:00	0	0	0	0	0	0	0	0	10	65	235	469	602	769	592	572	661	714	492	230	59	5	0
	Toplam	0	0	0	0	0	0	0	0	11	79	300	659	837	1151	966	872	955	1070	902	580	318	60	0

**Tablo 12.** Türkiye'de 23 yer için kuru termometre sıcaklık binleri (Devam)

		Kuru Termometre Sıcaklık Binleri																						
Yer	Vardiya	-27	-24	-21	-18	-15	-12	-9	-6	-3	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39
Konya	08:00_16:00	0	0	0	0	1	12	48	125	253	198	209	242	215	203	319	308	349	354	287	106	42	14	0
	16:00_08:00	0	0	0	0	7	51	159	288	493	418	469	534	545	582	663	539	341	210	112	43	19	2	0
	Toplam	0	0	0	0	8	63	207	413	746	616	678	776	760	785	982	847	690	564	399	149	61	16	0
Şanlıurfa	08:00_16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	5	31	133	293	338	206	243	207	229	221	258	323	312	304	175
	16:00_08:00	0	0	0	0	0	0	0	0	35	176	399	735	543	422	401	420	443	534	550	417	205	142	51
	Toplam	0	0	0	0	0	0	0	0	40	207	532	1028	881	628	644	627	672	755	808	740	517	446	226
Diyarbakır	08:00_16:00	0	0	0	0	0	0	1	6	35	76	196	356	296	239	284	246	146	192	231	313	280	261	127
	16:00_08:00	0	0	0	0	0	1	24	102	197	290	628	700	554	432	409	445	441	436	319	226	153	92	26
	Toplam	0	0	0	0	0	1	25	108	232	366	824	1056	850	671	693	691	587	628	550	539	433	353	153
Antalya	08:00_16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	81	172	347	453	450	278	219	447	449	230	117	18
	16:00_08:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	228	531	807	697	684	578	620	640	476	163	35	8	4
	Toplam	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	252	612	979	1044	1137	1028	898	859	923	612	265	125	22
Adana	08:00_16:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	25	100	209	314	352	388	288	289	397	432	378	89	16
	16:00_08:00	0	0	0	0	0	0	0	0	1	34	116	369	773	645	648	614	615	774	616	197	65	7	1
	Toplam	0	0	0	0	0	0	0	0	1	39	141	469	982	959	1000	1002	903	1063	1013	629	443	96	17
Çorum	08:00_16:00	0	0	0	0	0	5	6	39	105	294	331	319	287	271	244	346	363	289	203	141	38	4	0
	16:00_08:00	0	0	0	0	0	16	70	199	435	695	515	593	705	669	660	418	267	128	72	25	7	1	0
	Toplam	0	0	0	0	0	21	76	238	540	989	846	912	992	940	904	764	630	417	275	166	45	5	0
Sivas	08:00_16:00	0	0	0	3	8	24	95	161	286	237	234	194	237	280	289	299	289	287	209	109	37	7	0
	16:00_08:00	0	0	0	15	46	106	228	449	495	445	519	515	706	612	563	349	208	130	59	23	6	1	0
	Toplam	0	0	0	18	54	130	323	610	781	682	753	709	943	892	852	648	497	417	268	132	43	8	0
Erzincan	08:00_16:00	0	0	0	0	6	9	23	51	130	232	276	323	294	293	251	246	295	316	272	185	73	10	0
	16:00_08:00	0	0	0	0	19	45	50	165	477	600	542	559	593	535	510	516	398	255	134	63	14	0	0
	Toplam	0	0	0	0	25	54	73	216	607	832	818	882	887	828	761	762	693	571	406	248	87	10	0
Erzurum	08:00_16:00	15	21	39	46	69	95	127	233	234	222	189	222	237	223	265	305	320	266	137	15	0	0	0
	16:00_08:00	69	87	103	114	179	169	256	410	394	521	522	562	551	503	431	272	158	95	41	4	0	0	0
	Toplam	84	108	142	160	248	264	383	643	628	743	711	784	788	726	696	577	478	361	178	19	0	0	0
Kars	08:00_16:00	1	5	21	34	58	92	187	245	254	189	219	213	288	271	317	309	287	211	76	8	0	0	0
	16:00_08:00	12	36	96	104	177	270	405	359	342	377	475	596	722	643	417	217	131	65	22	2	0	0	0
	Toplam	13	41	117	138	235	362	592	604	596	566	694	809	1010	914	734	526	418	276	98	10	0	0	0

**Tablo 13.** Sıcaklık binlerinin meydana gelme sayıları ve karşılık gelen solar ve yaş termometre sıcaklıkları.

		Değer	-15	-12	-9	-6	-3	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
<b>ANKARA</b>	08:00_16:00	Saat Sayısı	0	11	14	52	179	279	287	297	217	171	210	305	367	350	291	167	83	5
		Max.Rad. <sup>1</sup>		832	1462	1966	1840	1663	2495	2646	3024	2722	2923	3024	3377	3024	2974	2974	2873	2444
		Min.Rad.		38	38	21	11	4	8	13	50	21	126	202	428	302	680	1159	454	1638
		Ort. Rad.		383	588	907	609	590	682	929	1216	1291	1547	1756	1862	1963	2120	2298	2076	2021
		Max.YTS <sup>2</sup>		-12.8	-6.7	-4.9	-1.0	3.0	5.4	8.9	11.0	14.0	17.1	17.5	21.4	20.0	21.4	21.4	20.2	20.0
		Min.YTS		-14.3	-14.3	-13.6	-8.8	-5.9	-5.2	-3.3	-1.0	0.4	1.5	3.8	4.2	3.8	9.0	11.2	16.0	18.8
	Ort.YTS		-13.5	-10.5	-7.8	-4.1	-1.7	1.0	3.1	5.1	6.8	9.0	10.8	12.7	14.7	16.0	17.4	18.4	19.3	
	16:00_08:00	Saat Sayısı	5	28	74	144	393	557	619	493	483	573	592	594	426	249	141	75	28	1
		Max.Rad. <sup>1</sup>	13	0	38	252	630	827	1033	1462	1159	1462	1487	1714	1663	1613	1512	1487	1210	
		Min.Rad.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	202	1210
		Ort. Rad.	3	0	1	9	5	7	20	39	65	69	90	143	165	203	422	593	876	1210
		Max.YTS <sup>2</sup>	-13.9	-6.4	-5.0	-1.4	2.8	8.7	12.8	14.0	16.4	17.1	17.2	17.8	19.2	21.4	20.0	20.0	20.2	20.0
		Min.YTS	-14.3	-13.9	-13.1	-11.0	-7.2	-4.2	-3.2	-3.6	-3.6	-0.8	4.0	4.0	4.0	9.2	11.0	13.0	15.0	20.0
	Ort.YTS	-14.2	-11.4	-8.8	-6.5	-3.6	-0.8	1.7	4.2	7.1	9.4	11.4	13.1	14.5	15.3	16.0	16.5	17.8	20.0	
	Toplam	Saat Sayısı	5	39	88	196	572	836	906	790	700	744	802	899	793	599	432	242	111	6
		Max.Rad. <sup>1</sup>	13	832	1462	1966	1840	1663	2495	2646	3024	2722	2923	3024	3377	3024	2974	2974	2873	2444
		Min.Rad.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	202	1210
		Ort. Rad.	4	114	96	243	195	202	230	374	420	348	473	689	949	1232	1568	1767	1764	2060
Max.YTS <sup>2</sup>		-13.9	-6.4	-5.0	-1.4	2.8	8.7	12.8	14.0	16.4	17.1	17.2	17.8	21.4	21.4	21.4	21.4	20.2	20.0	
Min.YTS		-14.3	-14.3	-14.3	-13.6	-8.8	-5.9	-5.2	-3.6	-3.6	-0.8	1.5	3.8	4.0	3.8	9.0	11.2	15.0	18.8	
Ort.YTS	-14.2	-11.9	-9.0	-6.8	-3.7	-1.1	1.5	3.8	6.5	8.8	10.8	12.3	13.7	15.0	16.0	17.1	18.2	19.2		
		Değer	-15	-12	-9	-6	-3	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
<b>İZMİR</b>	08:00_16:00	Saat Sayısı	0	0	0	0	1	14	60	142	199	372	443	335	296	356	395	385	246	41
		Max.Rad. <sup>1</sup>					118	1084	1638	1764	2268	2369	2646	2797	2747	2747	2696	3254	3254	2596
		Min.Rad.					118	17	19	2	19	0	13	8	76	126	353	353	1361	1613
		Ort. Rad.					118	419	623	654	777	851	1042	1280	1433	1615	1818	2018	2175	2230
		Max.YTS <sup>2</sup>					-4.4	1.2	3.2	7.8	10.0	13.2	15.5	18.4	21.1	22.2	22.6	25.1	25.1	24.6
		Min.YTS					-4.4	-4.4	-2.0	-1.8	0.4	0.4	5.0	8.2	9.8	11.0	13.5	15.6	18.6	21.0
	Ort.YTS					-4.4	-2.4	0.7	3.3	5.9	9.1	11.0	13.0	15.4	16.8	18.8	20.8	22.1	22.7	
	16:00_08:00	Saat Sayısı	0	0	0	0	10	71	147	421	577	854	692	550	661	723	500	225	41	3
		Max.Rad. <sup>1</sup>					0	50	277	252	680	932	1260	1411	1512	1512	1562	1739	1890	1386
		Min.Rad.					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	882
		Ort. Rad.					0	1	9	6	13	23	50	74	93	108	184	510	944	1142
		Max.YTS <sup>2</sup>					2.2	4.2	7.7	10.5	12.6	15.4	16.5	19.0	23.0	23.4	23.6	25.1	24.6	24.0
		Min.YTS					-4.4	-3.1	-1.9	0.3	2.8	1.9	8.9	10.8	13.4	13.4	13.4	18.9	22.7	
	Ort.YTS					-2.8	-1.2	1.5	4.7	7.5	9.9	12.0	14.6	16.8	18.5	19.7	20.5	21.9	23.2	
	Toplam	Saat Sayısı	0	0	0	0	11	85	207	563	776	1226	1135	885	957	1079	895	610	287	44
		Max.Rad. <sup>1</sup>					118	1084	1638	1764	2268	2369	2495	2797	2747	2747	2696	3254	3254	
		Min.Rad.					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ort. Rad.					13	72	188	170	209	258	431	528	508	589	905	1461	1994	
Max.YTS <sup>2</sup>						2.2	4.2	7.7	10.5	12.6	13.2	16.5	19.0	21.8	23.0	23.6	25.1	25.1		
Min.YTS						-4.4	-4.4	-2.0	-1.8	0.4	0.4	1.9	8.2	9.8	11.0	13.4	13.4	18.6		
Ort.YTS					-2.6	-1.3	1.2	4.3	7.1	9.4	11.4	14.0	16.3	17.8	19.3	20.7	22.1			
		Değer	-15	-12	-9	-6	-3	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
<b>İSTANBUL</b>	08:00_16:00	Saat Sayısı	0	0	0	0	25	31	178	398	425	321	283	283	448	386	377	130	0	0
		Max.Rad. <sup>1</sup>					1638	1537	2066	2394	2848	2696	2797	3049	3326	3200	3074	2948		
		Min.Rad.					25	39	6	7	7	7	101	252	529	328	857			
		Ort. Rad.					690	648	527	637	767	938	1305	1578	1625	1891	2130	2265		
		Max.YTS <sup>2</sup>					-2.2	1.7	4.9	7.9	11.3	13.3	15.7	20.2	21.4	23.0	23.9	23.9		
		Min.YTS					-4.1	-4.1	-1.2	0.3	0.7	4.4	4.4	9.4	11.0	12.9	14.2	18.7		
	Ort.YTS					-3.3	-1.1	2.0	4.4	6.7	9.1	11.7	14.2	16.9	18.5	20.4	20.8			
	16:00_08:00	Saat Sayısı	0	0	0	0	52	72	499	840	707	547	666	743	829	413	97	10	0	0
		Max.Rad. <sup>1</sup>					328	454	554	907	1084	1436	1613	1512	1613	1688	1789	1537		
		Min.Rad.					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	302		
		Ort. Rad.					12	12	11	20	30	63	73	85	140	308	803	895		
		Max.YTS <sup>2</sup>					-2.2	4.7	8.3	10.9	14.6	14.9	18.2	21.9	22.9	23.0	23.9	22.8		
		Min.YTS					-4.1	-3.7	-3.7	0.1	1.1	4.5	6.0	10.5	2.9	2.9	2.9	18.7		
	Ort.YTS					-3.3	-0.6	2.4	4.9	7.3	10.2	13.5	16.4	18.7	19.8	20.0	20.9			
	Toplam	Saat Sayısı	0	0	0	0	77	103	677	1238	1132	868	949	1026	1277	799	474	140	0	0
		Max.Rad. <sup>1</sup>					1638	1537	2066	2394	2848	2696	2797	3024	3326	3200	3074	2948		
		Min.Rad.					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	302		
		Ort. Rad.					238	208	148	211	309	388	441	495	619	1074	1856	2173		
Max.YTS <sup>2</sup>						-2.2	4.7	8.3	10.9	14.6	14.9	18.2	21.9	22.8	23.0	23.9	23.9			
Min.YTS						-4.1	-4.1	-3.7	0.1	0.7	4.4	4.4	9.4	2.9	2.9	2.9	18.7			
Ort.YTS					-3.3	-0.7	2.3	4.4	6.8	9.8	12.9	15.6	17.9	19.2	20.3	20.8				

1. solar radyasyon değerlerinin birimi : kJ/m<sup>2</sup>  
yaş termometre sıcaklığı (YTS) değerlerinin birimi : °C

**Tablo 14.** Türkiye’de 23 yer için dış kuru termometre dizayn sıcaklıkları.

İstasyon No	Yer	Data	Kış		Yaz		
			99%	97.5%	5%	2.5%	1%
17022	Zonguldak	1990-1996	-2,0	-1,1	25,1	26,0	27,8
		TİY	-0,9	-0,3	24,9	25,2	26,4
17030	Samsun	1990-1996	-1,7	-0,8	27,0	27,5	28,1
		TİY	-0,2	1,1	27,1	27,8	28,3
17037	Trabzon	1990-1996	-1,2	0,0	27,0	27,6	28,4
		TİY	-1,9	-0,8	26,7	27,2	27,8
17050	Edirne	1990-1996	-7,9	-6,3	32,7	33,7	34,7
		TİY	-7,4	-6,3	31,8	32,7	34,0
17062	İstanbul	1990-1996	-1,5	-0,8	28,8	29,8	30,7
		TİY	-3,0	-2,5	28,6	29,0	29,9
17084	Çorum	1990-1996	-13,8	-10,9	30,0	31,6	33,2
		TİY	-10,3	-8,8	29,9	31,2	33,0
17090	Sivas	1990-1996	-20,0	-17,2	29,0	30,8	33,0
		TİY	-15,6	-14,4	29,4	31,2	33,0
17092	Erzincan	1990-1996	-18,2	-16,0	31,7	33,0	34,2
		TİY	-13,7	-11,1	31,2	32,6	33,6
17096	Erzurum	1990-1996	-31,8	-29,4	27,0	28,2	29,5
		TİY	-29,7	-27,6	26,5	27,4	28,3
17098	Kars	1990-1996	-25,7	-23,2	26,0	27,2	29,0
		TİY	-25,1	-23,0	25,2	26,5	28,0
17112	Çanakkale	1990-1996	-3,9	-2,5	30,8	31,8	32,8
		TİY	-4,8	-3,3	30,6	31,4	32,2
17116	Bursa	1990-1996	-4,1	-2,7	31,0	32,1	33,4
		TİY	-3,7	-2,7	31,1	32,0	33,0
17130	Ankara	1990-1996	-11,2	-9,7	31,0	32,4	33,8
		TİY	-12,2	-9,8	31,4	32,6	33,3
17172	Van	1990-1996	-14,0	-12,6	27,6	28,4	29,3
		TİY	-14,1	-13,0	28,6	29,6	30,9
17196	Kayseri	1990-1996	-17,5	-14,9	31,0	32,4	33,8
		TİY	-15,3	-13,6	30,2	31,8	33,2
17199	Malatya	1990-1996	-11,3	-9,8	33,4	34,8	36,0
		TİY	-11,4	-9,8	33,8	34,9	37,0
17210	Siirt	1990-1996	-9,7	-6,0	36,8	37,8	38,4
		TİY	-5,0	-3,5	37,0	37,6	38,3
17220	İzmir	1990-1996	0,0	1,1	33,7	34,7	35,9
		TİY	-1,1	0,3	33,5	34,4	35,2
17244	Konya	1990-1996	-15,2	-12,9	30,4	31,7	32,8
		TİY	-12,4	-10,9	30,4	32,4	33,8
17270	Şanlıurfa	1990-1996	-3,5	-2,0	38,7	39,7	40,3
		TİY	-2,0	-1,3	38,5	39,4	40,0
17280	Diyarbakır	1990-1996	-12,0	-8,0	38,2	39,3	40,1
		TİY	-7,6	-6,0	38,0	38,7	39,2
17300	Antalya	1990-1996	0,9	1,8	35,0	36,2	37,8
		TİY	2,0	2,7	35,0	36,2	37,4
17351	Adana	1990-1996	0,9	2,0	33,8	34,9	36,0
		TİY	0,4	2,2	33,9	35,0	36,6

## KAYNAKLAR

- [1] İleri, A. ve T.Gürer, 1997. "Türkiye'de Enerji ve Ekserji Kullanımı ve Sektörel Verimler", Türkiye 7. Enerji Kongresi, Cilt 4, sayfa 283-298, Ankara.
- [2] Gürdil, F., Y.Yener, 1984. "Derece Gün", Yapı Araştırmaları Enstitüsü, Rapor No: h94, TÜBİTAK, Ankara.
- [3] Gürdil, F., 1986. "Örnek Veri Yılı Seçimi", Yapı Araştırmaları Enstitüsü, Rapor No: h127 TÜBİTAK, Ankara.
- [4] Satman, A., et.al. 1990. "Türkiye'de Konutların Isıtılmasında Doğalgaz Kullanım Potansiyeli" Türkiye 5. Enerji Kongresi, Teknik Oturum Tebliğleri, Cilt 2, 133-144.
- [5] Kılış, B., 1991. "Binaların Isıtılmasında Doğalgaz Kullanımı: Tasarruf Olanakları ve Yeni Seçenekler", Ankara Sanayi Odası Yayını (ASO), pp 7-11.
- [6] ElE, 1991. "Derece-Gün", Elektrik İşleri Etüd İdaresi Genel Müdürlüğü, Binalarda ENERJİ Tasarrufu Serisi:2, Kasım 1991.
- [7] Gülferi, İ., 1966. "Meteorolojik Değerler Yardımıyla Kış için Yeni Bir İstatiki Metod ve Türkiye'de Tatbikatı", Ph.D. Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Makina Fakültesi.
- [8] Kılış, B., ve F.Arıncı, 1990. "Yapıların Isı Yükü Hesaplarında Kullanılacak Yeni Dış Sıcaklıkları Üzerine Bir Çalışma", Türkiye 5. Enerji Kongresi, Teknik Oturum Tebliğleri, Cilt 2, pp 435-445, Ankara.
- [9] Taşdemiroğlu, E., A. Ecevit, 1984. "Türkiye'de Güneş Işınım Şiddetinin Direk ve Difüz Bileşenlerinin Çeşitli Eğim ve Yönlerdeki Yüzeyle Gelen Günlük ve Saatlik Değerlerinin Hesaplanması: Türkiye Güneş Radyasyon El Kitabı", Ankara, TÜBİTAK.
- [10] Yılmaz, T., H. Bulut, 1996. "Şanlıurfa İli için Meteorolojik Değerlerin Günlük, Yıllık Değişiminin Sürekli Fonksyonlarla İfadesi", 4. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi, Bildiriler Kitabı, Adana.
- [11] Üner, M., 1998. "Türkiye'de Isıtma/Soğutma Sistemlerinin Yıllık Bilgisayar Simulasyonları için Tipik İklim Verilerinin Oluşturulması ve Doğrulanması", Y.Lisans Tezi, Makina Mühendisliği, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye.
- [12] Hall, I.J., R.R. Prairie, H.E.Anderson, E.C.Boes, 1979. "Generation of Typical Meteorological Years for 26 SOLMET Stations", ASHARE Transactions, Vol.85(2).
- [13] Marion, W., K.Urban, 1995. "User's Manual for TMY2's; Typical Meteorological Years", National Renewable Energy Laboratory, U.S. Department of Energy.
- [14] Finkelstein, J.M., R.E.Schafer, 1971. "Improved Goodness-of-Fit Tests", Biometrika, 58(3), 641-645
- [15] Schoenau, G.J. and R.A.Kehrig, 1990. "A Method for Calculating Degree-days to any Base Temperature", Energy and Buildings, Vol.14, 299-302.

## ÖZGEÇMİŞ

### Arif İLERİ

Odamız Üyesi, IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Danışmanlar Kurulu Üyesi Prof. Dr. Arif İLERİ'yi 17 Ağustos 1999 Marmara Depremi'nde kaybettik.

Prof. Dr. Arif İLERİ, Kalifornia Üniversitesinden (Berkeley, USA) lisans, Oregon Devlet Üniversitesinden yüksek lisans ve doktora derecelerini aldıktan sonra 1985 öncesi ODTÜ, Gaziantep Yerleşkesinde görev almıştır. 17 Ağustos 1999'a kadar ODTÜ, Makina Mühendisliği Bölümünde profesör olarak görev yapmıştır. İlgili alanları soğutma ve diğer ısı sistemleri, ekserji ve enerji kullanımı ve verimliliği analizleridir. Makina Mühendisleri Odası, Türk Isı Bilimi Tekniği Derneği ve Türk Tesisat Mühendisleri Derneği üyelikleri bulunmaktadır.

### Merter ÜNER

1972 Ankara doğumludur. ODTÜ Makina Mühendisliği Bölümünden 1994'de lisans ve 1998'de yüksek lisans derecelerini almıştır. Halen yurtdışında çalışmaktadır.