

TÜRKİYE İÇİN YENİ DİŞ ORTAM SICAKLIK TASARIM DEĞERLERİ

Tuncay YILMAZ
Hüsamettin BULUT

ÖZET

İklim verileri, ısıtma ve soğutma sistemlerinin enerji ve yük hesaplamalarında en önemli parametrelerdendir. Bu çalışmada ASHRAE'nin son olarak yayımladığı ve güncelleştirdiği iklim verileri formatı temel alınarak Türkiye'nin tüm illeri için ısıtma ve soğutma sistemlerinin yük hesaplamalarında kullanılacak yeni iklim verileri saptanmıştır. İklim verilerinin tespitinde uzun döneme ait yeni ölçülmüş meteorolojik değer olarak en az 12 yıllık saatlik veri setleri kullanılmıştır. Kış tasarım şartları olarak, kuru termometre sıcaklığı için %99.6 ve %99 frekans değerleri ve yaz tasarım şartları olarak da kuru termometre sıcaklığı için %0.4, %1 ve %2 frekans değerleri ve bu değerlere karşılık gelen yaş termometre sıcaklık değerleri her il için ayrı ayrı tespit edilmiştir. Ayrıca her il için yıllık minimum ve maksimum kuru termometre sıcaklık değerleri ve bunların medyan ve standart sapma değerleri çizelgelerde verilmiştir. Tespit edilen değerler, literatürde Türkiye'nin bazı illeri için verilen değerlerle karşılaştırılmıştır.

1.GİRİŞ

Enerji ile ilgili sistemlerin, özellikle ısıtma ve soğutma sistemlerinin, uygunluğu, enerji analizi, kapasitesinin belirlenmesi ve enerji tüketimi iklimsel tasarım şartlarına dayanır. İklimsel tasarım şartları, belirli bir bölge veya yerdeki dış ortam hava özelliklerini gösteren tasarım amaçlı iklim verilerini içerir. İklimsel tasarım değerleri geçmişte ölçülmüş uzun dönem meteorolojik verilerin istatistiksel analizi sonucu belirlenir. Genelde, iklim verileri, ısıtma sistemleri için kış tasarım şartları ve soğutma sistemleri için yaz tasarım şartları olarak verilir. Kış tasarım şartları için kuru termometre sıcaklık değeri tek parametre olduğu için enerji analizi basittir. Fakat yaz tasarım şartları için sıcaklık ile birlikte nem ve güneş verileri gerektiğinden enerji analizi karmaşık hale gelmektedir.

Isıl yük hesaplamaları için en kötü dış hava şartlarını temsil eden dış ortam sıcaklık tasarım değerleri proje ve tasarım açısından en önemli parametrelerdir. Tasarım sıcaklıklarının seçimi, yapılan projeye, tasarıma ve alınacak risk faktörüne göre farklılık gösterebilir. Dış ortam sıcaklık tasarım değerlerini belirlemek için kullanılan metotlar temel prensipte benzerdirler. Yaz ve Kış tasarım şartları olarak sıcaklık değerleri sırasıyla belirli bir tekerrür frekansına karşılık gelen maksimum ve minimum sıcaklıklar olarak tespit edilir [1].

Dış ortam tasarım değerleri binanın ısı yüklerini ve ekonomik tasarımı etkiler. Dış tasarım şartlarının yanlış seçimi yanlış sonuçlar doğurur. Şayet çok katı ve en uç değerler esas alınırsa, ekonomik olmayan ve aşırı büyük kapasitede sistem tasarımı yapılacaktır. İyimsen dış ortam şartları ise düşük kapasitede tasarım sağlar, ancak konforda olumsuzluklara yol açar.

Isıtma ve soğutma sistemlerinin ısı hesaplamalarında farklı iklim verilerine olan ihtiyaca binaen ASHRAE 1997 yılında yürüttüğü bir proje ile, yeni iklimsel tasarım şartlarını geliştirmiş ve sonuçları ASHRAE Handbook-Fundamentals 1997 Bölüm 26'da yayınlamıştır [2]. Böylelikle daha önce ASHRAE Handbook-Fundamentals 1993 Bölüm 24'te verilen sıcaklık tasarım değerleri

güncelleştirilmiştir [3]. Daha önce sadece yaz ayları boyunca tespit edilen %1, %2.5 ve %5 frekans değerleri, yıllık %0.4, %1 ve %2 frekans değerleri ile değiştirilmiştir. Kış aylarında tespit edilen %99 ve %97.5 frekans değerlerinin yerini, yıllık %99.6 ve %99 değerleri almıştır. Böylelikle yaz ve kış ayları bölgeden bölgeye değiştiğinden, yıllık tekrür etme olasılığı ile bütün şehirler arasında homojenlik sağlanmıştır. Dolayısıyla ASHRAE'nin yeni önerdiği iklim verileri, mevsimsel veya aylık değerlerden ziyade yıllık uç değerlere dayanmaktadır.

ASHRAE, başta Amerika ve Kanada olmak üzere dünyadaki bir çok yerleşim yerleri için yeni iklimsel tasarım değerlerini frekans değerlerini kullanarak belirlemiştir. Isıtma için, %99.6 ve %99 yıllık frekans değerlerine karşılık gelen kuru termometre sıcaklık değerlerini tasarım şartı olarak önermektedir. Buna göre yıllık 8760 saat içinde %99.6 frekans değeri için 35 saat, %99 frekans değeri için ise 88 saat tasarım değerinin altında olacaktır. Yıllık %0.4, %1 ve %2 frekans değerlerine karşı gelen kuru termometre sıcaklıkları ve bunlara karşı gelen ortalama yaş termometre sıcaklıkları soğutmada tasarım şartları olarak önerilmektedir. Yıllık 8760 saat içinde %0.4 frekans değeri için 35 saat, %1 frekans değeri için 88 saat ve %2 frekans değeri için 175 saat tasarım şartından büyük olacaktır[2].

ASHRAE yeni önerdiği iklim verileri formatında yıllık minimum ve maksimum kuru termometre sıcaklıklarının ortalama, medyan ve standart sapma değerleri de mevcuttur. Yıllık uç değerlerin verilmesi, ısıtma ve soğutma yüklerinin karşılamasından ziyade cihazın sürekli çalışması açısından tasarım için gerekli olabilir. Cihazın bu uç değerlerde de çalışması istenir. Ayrıca soğutma tasarım değerleri olarak ortalama günlük sıcaklık farkı değerleri de tablolarda verilmektedir. Ortalama günlük sıcaklık farkı değerleri en sıcak aydaki günlük minimum ve maksimum kuru termometre sıcaklık değerleri arasındaki farkların ortalamasıdır.

Bu çalışmada, ASHRAE'nin yeni önerdiği iklim verileri formatına uygun olarak Türkiye'nin 78 meteorolojik istasyonu (İskenderun hariç tümü il merkezleridir.) için ısıtma ve soğutma tasarım koşulları uzun dönem saatlik ölçüm değerlerine dayanılarak hesaplanmıştır. Türkiye'de tüm meteorolojik istasyonlarda yaş termometre sıcaklıkları sadece saat 7, 14 ve 21'de ölçülmektedir. Dolayısıyla saatlik yaş termometre sıcaklık değerleri mevcut değildir. Yaz tasarım koşulları olarak kuru termometre sıcaklığına karşı gelen ortalama yaş termometre sıcaklıklarının tespiti için aşağıdaki yöntem kullanılmıştır:

Özgül nem özellikle yaz mevsiminde gün boyunca çok az değişmektedir. Özgül nem gün boyunca önemli bir değişim göstermemekte ve dolayısıyla gün boyunca sabit kabul edilebilir [4,5]. Ölçülmüş bağıl nem ve kuru termometre sıcaklık değerleri kullanılarak saat 7, 14 ve 21 için özgül nem değerleri psikrometrik denklemler [3] yardımıyla hesaplanmıştır. Daha sonra dış ortam kuru termometre sıcaklığı ve saat 14'teki özgül nem değerleri kullanılarak yaş termometre değeri psikrometrik denklemler yardımıyla belirlenmiştir.

2. TÜRKİYE'DEKİ MEVCUT DURUM

Ülkemizde ısıtma yükü hesapları TS 2164 Standardına göre yapılmaktadır. Binalarda ısı kaybı hesabında kullanılan dış ortam sıcaklık değerleri il ve ilçeler için Makine Mühendisleri ve Bayındırlık Bakanlığı yayınlarında verilmektedir [6,7]. Benzer şekilde yaz tasarım şartları Özkul [8] tarafından ve Bayındırlık Bakanlığı yayınında verilmektedir[7]. Mevcut geçerli kış tasarım değerleri 40 yıl önce tespit edilmiş değerler [9] olup hala güncellenmemiştir. Tasarım değerleri en uç değerlere göre tespit edilmiş olup tek bir risk faktörüne göre hesaplanmışlardır. Kış tasarım değerleri tüm il ve ilçeler için mevcut olmasına rağmen bazı iller için yaz tasarım şartları mevcut literatürde bulunmamaktadır.

Yeni iklim verilerine olan ihtiyacın ortaya çıkmasıyla Türkiye için iklim verileri üzerine az olmakla birlikte bazı çalışmalar yapılmıştır: Kılıkış ve Arıncı [10] DIN 4701-1983 Standardına göre ısıtma yükü hesaplarında kullanılacak yeni dış hesap sıcaklıkları üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonuçlarını TS 2164'te verilen geçerli sıcaklık değerleri ile karşılaştırmışlardır. İleri ve Üner [11] Türkiye'nin 23 ili için ASHARE 1993'e göre kış tasarım şartı için %99 ve %97.5 frekans değerlerini ve yaz tasarım şartları için %1, %2.5 ve %5 frekans değerlerini tespit etmişlerdir. İleri ve Üner

alışmalarında toplam 7 yıllık saatlik kuru termometre sıcaklık değerlerini kullanmışlardır. Türkiye’de tesisat mühendisliği alanındaki proje hesaplarında kullanılmak üzere Türk Tesisat Mühendisleri Derneği (TTMD) tarafından desteklenen Türkiye iklim verileri projesi yürütölmüştür[12]. İkim verilerinin tespitinde ASHRAE’nin en son önerdiği iklim formatı esas alınmasına rağmen, sadece 6 meteorolojik istasyon için saatlik sıcaklık değerleri kullanılmıştır. Bulut ve ark. [13] Adana ili için binalarda enerji analizinde kullanmak üzere detaylı meteorolojik değerler tespit etmişlerdir. Bu çalışmada derece-gün ve bin değerlerinin yanında ASHRAE’nin yeni iklim verileri formatına uygun olarak yaz ve kış tasarım şartları da hesaplanmıştır. Biçer ve ark. [14] meteorolojik değer olarak kış mevsimi için Ocak, Şubat ve Aralık aylarına ait en düşük sıcaklık ortalamalarının ortalaması, yaz şartları için ise Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarına ait en yüksek sıcaklık ortalamalarını alarak Diyarbakır, Elazığ, Malatya, Şanlıurfa ve Mardin illeri için yeni dış sıcaklık değerleri tespit etmişlerdir.

3. KULLANILAN METEOROLOJİK VERİ SETİ

Yaz ve kış tasarım şartı olarak tespit edilecek iklim verilerinin doğruluğu ve güvenilirliği meteorolojik ölçüm verilerine bağlıdır. Meteorolojik ölçüm değerlerinin uzun bir dönemi kapsaması ve yeni ölçölmüş değerler olması gerekir. Ölçüm periyodunun uzun olması sonuçların daha iyi, ikna edici ve güvenli olmasını sağlar [1]. Fakat mühendislik uygulamalarında seçilmiş meteorolojik istasyon için mevcut olan ölçüm verilerine göre çalışmalar yapılmaktadır. ASHRAE iklim verilerinin tespiti için en az 12 yıllık saatlik ölçüm değerlerinin olması gerektiğini ifade etmektedir[2]. Bu çalışmada 1981-1998 yılları arası en az 13 yıllık saatlik ölçüm değerleri kullanılmıştır. Ham meteorolojik ölçüm değerleri Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğünden Disket içerisinde temin edilmiştir [15]. Ele alınan meteorolojik istasyonlara ve meteorolojik veri setine ait bilgiler Çizelge 1’de verilmiştir.

4. ISITMA İÇİN DİŞ ORTAM SICAKLIK TASARIM DEğERLERİ

Isıtma için yeni dış ortam sıcaklık değerleri ASHRAE’nin en son önerdiği formata uygun olarak yıllık frekans değerlerine göre her bir meteorolojik istasyon için ayrı ayrı tespit edilmiştir. Çizelge 2’de Türkiye için ısıtma tasarım şartları verilmiştir. Çizelgede kuru termometre sıcaklık değerleri için 99.6% ve 99% yıllık toplam frekans değerleri ve yıllık minimum (min) kuru termometre sıcaklık değerlerinin ortalaması (ort.), medyanı ve standart sapması (StD) verilmiştir. Ağrı, Erzurum, Ardahan, ve Kars %99.6 frekans değerlerinde en düşük dış ortam tasarım sıcaklıklarına sahiptirler. Ağrı, Erzurum, Ardahan, ve Kars illeri için %99.6 frekans değerleri sırasıyla, -28 °C, -26.2 °C, -25.7 °C ve -23.7 °C’dir. İskenderun (5.2 °C), Mersin (3.3 °C), Adana (1.9 °C) ve Antalya (1.8 °C) %99.6 frekans değerlerinde maksimum dış ortam tasarım değerlerine sahip meteorolojik istasyonlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Şekil 1 ve 2’de ısıtma tasarım şartı olarak kuru termometre sıcaklıklarının %99.6 ve %99 frekans değerlerinin Türkiye haritası üzerinde değişimi eş sıcaklık eğrileri kullanılarak gösterilmiştir. Şekillerden de göröleceği gibi düşük dış ortam sıcaklık tasarım değerleri daha çok Doğu ve Kuzey Doğu Anadolu Bölgelerinde görölmektedir. Kıyı bölgelerinde ise iç bölgelere göre daha yüksek dış ortam sıcaklık tasarım değerleri mevcuttur.

Çizelge 1. Ele alınan meteorolojik istasyonlar ve kullanılan meteorolojik veri setine ait bilgiler

				Saatlik Kuru Termometre Sıcaklığı [°C]		Bağıl Nem [%]	
İL	Boylam	Enlem	Yükselti [m]	Ölçüm Aralığı	Toplam Yıl	Ölçüm Aralığı	Toplam Yıl
Adana	35.18	36.59	20	1983-1998	16	1981-1996	16
Adapazarı	30.25	40.47	30	1982-1998	17	1982-1998	17
Adıyaman	38.17	37.45	678	1981-1998	18	1981-1998	18
Afyon	30.32	38.45	1034	1981-1998	18	1981-1998	18
Ağrı	43.08	39.31	1585	1981-1998	18	1981-1998	18
Aksaray	34.03	38.23	980	1981-1998	18	1981-1998	18
Amasya	35.51	40.39	412	1981-1998	18	1981-1998	18
Ankara	32.53	39.57	894	1983-1995	13	1981-1995	15
Antakya	36.07	36.15	100	1983-1998	16	1981-1996	16
Antalya	30.42	36.53	42	1983-1998	16	1981-1995	15
Ardahan	42.42	41.08	1829	1981-1998	17	1981-1998	18
Artvin	41.49	41.10	597	1981-1998	18	1981-1998	18
Aydın	27.50	37.51	57	1983-1998	16	1983-1998	16
Balıkesir	27.52	39.39	147	1983-1997	15	1983-1997	15
Bartın	32.21	41.38	30	1981-1998	18	1981-1998	18
Batman	41.10	37.52	540	1983-1998	15	1983-1998	16
Bayburt	40.15	40.16	1550	1981-1998	18	1981-1998	18
Bilecik	29.58	40.09	526	1981-1998	17	1981-1998	18
Bingöl	40.30	38.52	1177	1981-1998	18	1981-1998	17
Bitlis	42.06	38.22	1559	1981-1998	18	1981-1998	18
Bolu	31.36	40.44	742	1981-1998	18	1981-1998	18
Burdur	30.20	37.40	967	1981-1998	18	1981-1998	18
Bursa	29.04	40.11	100	1983-1998	16	1983-1998	16
Çanakkale	26.24	40.08	3	1981-1998	17	1981-1998	17
Çankırı	33.37	40.36	751	1981-1995	13	1981-1995	15
Çorum	34.58	40.33	798	1981-1998	18	1981-1998	18
Denizli	29.05	37.47	428	1983-1998	16	1983-1998	16
Diyarbakır	40.12	37.55	660	1983-1998	16	1981-1996	16
Edirne	26.34	41.40	48	1983-1998	16	1983-1998	16
Elazığ	39.13	38.40	1105	1981-1998	18	1981-1998	18
Erzincan	39.30	39.44	1215	1981-1998	18	1981-1998	18
Erzurum	41.16	39.55	1869	1983-1998	14	1983-1998	16
Eskişehir	30.31	39.46	800	1983-1998	15	1991-1998	8
Gaziantep	37.22	37.05	855	1983-1998	16	1981-1996	16
Giresun	38.24	40.55	38	1981-1998	18	1981-1998	18
Gümüşhane	39.27	40.27	1219	1981-1998	18	1981-1998	18
Hakkari	43.46	37.34	1720	1981-1998	18	1981-1998	18
Iğdır	44.02	39.56	858	1981-1998	16	1981-1998	16
İskenderun*	36.07	36.37	3	1981-1998	18	1981-1998	18
Isparta	30.33	37.45	997	1981-1998	18	1981-1998	18

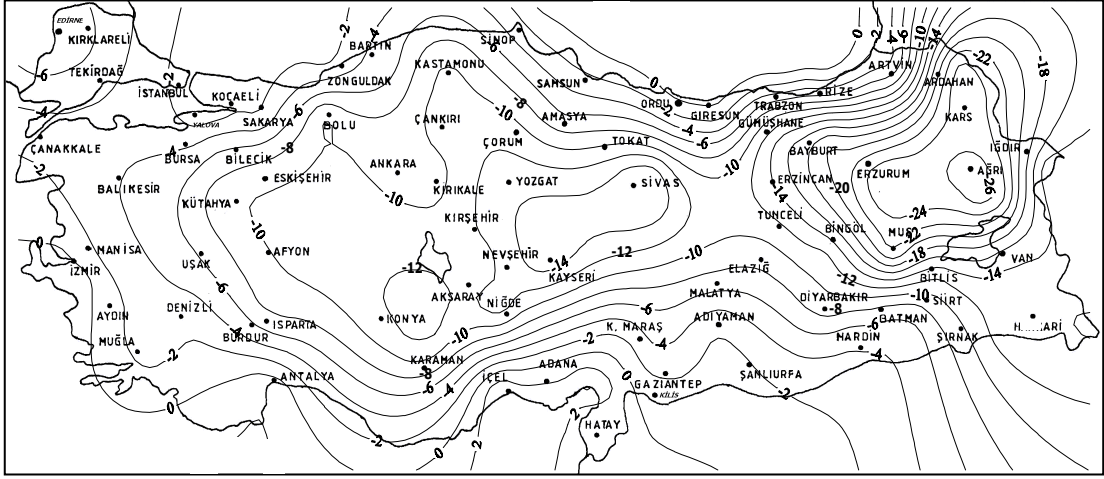
* İskenderun il olmamasına rağmen gerek nüfus ve gerekse saatlik ölçüm değerlerine sahip olduğu için bu çalışmada ele alınmıştır.

Çizelge 1. (Devam) Ele alınan meteorolojik istasyonlar ve kullanılan meteorolojik veri setine ait bilgiler

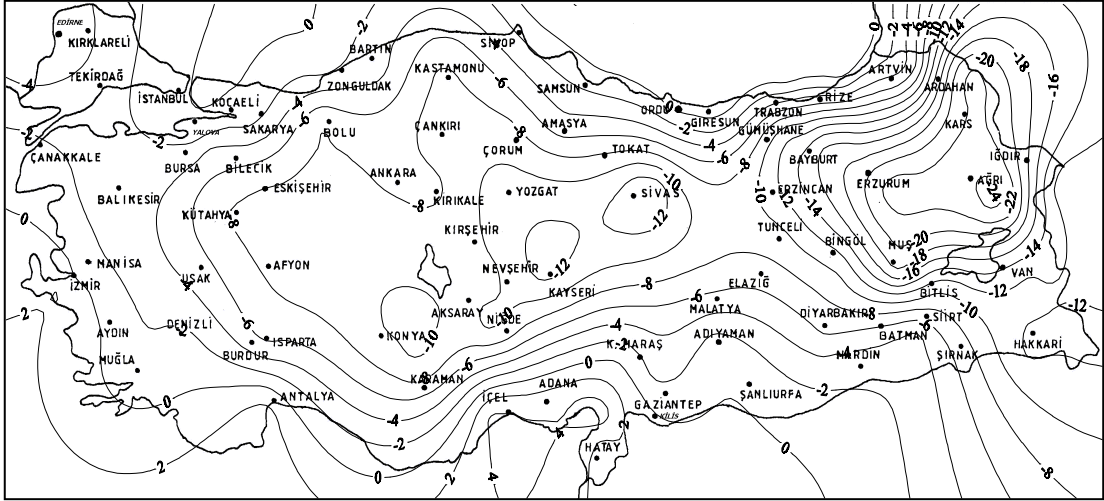
				Saatlik Kuru Termometre Sıcaklığı [°C]		Bağıl Nem [%]	
İL	Boylam	Enlem	Yükselti [m]	Ölçüm Aralığı	Toplam Yıl	Ölçüm Aralığı	Toplam Yıl
İstanbul	29.05	40.58	39	1983-1998	16	1981-1996	16
İzmir	27.10	38.24	25	1983-1998	16	1981-1996	16
K.Maraş	36.56	37.36	549	1984-1998	15	1983-1998	16
Karaman	33.14	37.11	1025	1981-1998	18	1981-1998	18
Kars	43.05	40.36	1775	1983-1998	15	1983-1998	16
Kastamonu	33.46	41.22	791	1981-1998	18	1981-1998	18
Kayseri	35.29	38.43	1068	1983-1998	16	1981-1996	16
Kilis	37.05	36.44	638	1981-1998	17	1981-1998	18
Kırıkkale	33.30	39.50	725	1981-1995	15	1981-1995	15
Kırklareli	27.13	41.44	232	1981-1998	18	1981-1998	18
Kırşehir	34.10	39.08	985	1981-1995	15	1981-1995	15
Kocaeli	29.54	40.46	76	1981-1998	18	1981-1998	18
Konya	32.30	37.52	1028	1983-1998	16	1981-1996	16
Kütahya	29.58	39.24	969	1981-1998	17	1981-1998	18
Malatya	38.18	38.21	998	1983-1998	16	1983-1998	16
Manisa	27.26	38.36	71	1983-1998	16	1983-1998	16
Mardin	40.44	37.18	1080	1983-1998	16	1983-1998	16
Mersin	34.36	36.49	5	1983-1998	16	1983-1998	16
Muğla	28.21	37.12	646	1983-1998	16	1981-1996	16
Muş	41.31	38.44	1283	1981-1998	18	1981-1998	18
Nevşehir	34.40	38.25	1260	1981-1998	18	1981-1998	18
Niğde	34.40	37.59	1208	1981-1998	18	1981-1998	18
Ordu	37.52	40.59	4	1981-1998	18	1981-1998	18
Rize	40.30	41.02	4	1983-1998	16	1981-1996	16
Samsun	36.20	41.17	44	1983-1998	16	1981-1996	16
Siirt	41.56	37.56	875	1981-1998	18	1981-1998	18
Sinop	35.10	42.02	32	1981-1998	18	1981-1998	18
Sivas	37.01	39.49	1285	1983-1998	16	1983-1998	16
Şanlıurfa	38.46	37.08	547	1983-1998	16	1980-1993	14
Tekirdağ	27.29	40.59	4	1983-1998	16	1983-1998	16
Tokat	36.54	40.18	608	1981-1998	17	1981-1998	18
Trabzon	39.43	41.00	30	1983-1998	16	1981-1996	16
Tunceli	39.32	39.06	979	1981-1998	18	1981-1998	18
Uşak	29.29	38.40	919	1981-1998	18	1981-1998	18
Van	43.41	38.28	1725	1983-1998	16	1981-1995	15
Yalova	29.16	40.39	2	1981-1998	18	1981-1998	18
Yozgat	34.49	39.50	1298	1983-1998	16	1983-1998	16
Zonguldak	31.48	41.27	136	1981-1998	18	1981-1998	18

Çizelge 2. Türkiye için ısıtma tasarım şartları

İL	Isıtma KT [°C]		Min KT [°C]		
	99.6%	99%	Ort.	Medyan	StD
Adana	1.9	3.2	-1.2	-1.1	1.6
Adapazarı	-2.1	-1.1	-5.5	-5.9	2.1
Adıyaman	-2.6	-1.3	-5.2	-4.9	2.5
Afyon	-9.8	-8.0	-15.2	-15.6	2.6
Ağrı	-28	-25.4	-33.5	-33.2	3.8
Aksaray	-11.2	-9.1	-15.7	-15.1	5.1
Amasya	-6.4	-4.7	-10.7	-9.3	3.9
Ankara	-9.4	-7.8	-12.6	-12.0	3.2
Antakya	0.3	1.7	-2.6	-2.8	1.5
Antalya	1.8	2.8	-0.8	-0.8	1.3
Ardahan	-25.7	-23	-31	-31.5	3.0
Artvin	-5.1	-3.9	-8.2	-8.1	1.9
Aydın	-0.5	0.5	-3.2	-3.0	1.4
Balıkesir	-3.8	-2.6	-7.7	-7.2	2.7
Bartın	-4.8	-3.2	-9.6	-8.1	3.3
Batman	-6.5	-4.7	-9.8	-7.7	4.4
Bayburt	-18.9	-16.5	-23.9	-24.5	3.3
Bilecik	-5.4	-4.2	-9.2	-9.4	2.5
Bingöl	-12.7	-10.8	-16.7	-16.2	4.6
Bitlis	-13.0	-10.8	-17.2	-17.2	3.5
Bolu	-9.8	-7.8	-15.3	-15.3	3.3
Burdur	-6.1	-4.9	-10.0	-9.6	1.6
Bursa	-3.4	-2.0	-8.0	-6.3	3.9
Çanakkale	-2.4	-1.3	-4.9	-4.7	1.7
Çankırı	-10.8	-8.9	-14.7	-14.3	3.5
Çorum	-10.9	-8.7	-16.0	-15.5	4.3
Denizli	-2.4	-1.4	-5.8	-5.1	2.0
Diyarbakır	-8.7	-6.4	-12.1	-11.2	5.2
Edirne	-7.3	-5.5	-10.9	-9.6	3.8
Elazığ	-8.9	-7.4	-12.3	-11	3.8
Erzincan	-14.4	-12.1	-18.5	-18.3	4.1
Erzurum	-26.2	-23.1	-31.9	-33.0	4.1
Eskişehir	-9.8	-8.2	-15.5	-16.1	2.2
Gaziantep	-4.5	-3.1	-7.9	-7.4	2.4
Giresun	0.2	1.0	-1.7	-1.6	1.5
Gümüşhane	-13.4	-11.1	-18.0	-17.8	3.6
Hakkari	-14.2	-12.4	-17.8	-16.8	2.7
Iğdır	-12.5	-10.7	-16.3	-15.9	3.7
İskenderun	5.2	6.4	2.2	2.4	1.9
Isparta	-7.9	-6.4	-12.4	-11.8	2.8
İstanbul	-1.1	-0.3	-3.6	-3.0	2.2
İzmir	1.0	1.9	-1.4	-1.4	1.6
K. Maraş	-2.4	-1.2	-5.7	-5.5	2.3
Karaman	-12.5	-10.1	-17.9	-18.2	5.1
Kars	-23.7	-21.0	-28.5	-28.9	2.2
Kastamonu	-10.4	-8.2	-14.7	-14.6	2.5
Kayseri	-16.2	-13.2	-20.5	-20.0	4.2
Kilis	-0.8	0.2	-4.4	-4.3	2.4
Kırıkkale	-8.9	-7.4	-12.6	-11.1	3.6
Kırklareli	-6.6	-5.0	-9.6	-9.0	2.3
Kırşehir	-12.3	-9.9	-16.9	-17.1	4.3
Kocaeli	-1.4	-0.5	-4.0	-4.2	2.0
Konya	-11.6	-9.6	-15.7	-15.2	4.8
Kütahya	-9.5	-7.8	-14.9	-13.7	3.1
Malatya	-8.4	-6.7	-11.9	-11.7	2.7
Manisa	-1.9	-0.8	-4.9	-4.4	1.6
Mardin	-4.5	-3.2	-8.3	-8.0	2.9
Mersin	3.3	4.4	0.5	1.0	1.9
Muğla	-3.3	-2.1	-5.9	-5.6	1.7
Muş	-21.6	-18.9	-26.8	-27.0	5.0
Nevşehir	-11.6	-9.5	-16.2	-16.4	3.7
Niğde	-12.9	-10.6	-17.7	-17.3	4.2
Ordu	-0.4	0.5	-3.0	-3.2	1.8
Rize	-0.2	0.7	-2.7	-3.0	1.7
Samsun	-0.8	0.2	-3.2	-3.3	1.9
Siirt	-5.7	-3.8	-8.6	-8.1	4.0
Sinop	0.2	1.1	-2.1	-1.9	2.1
Sivas	-17.2	-14.4	-21.8	-22.0	3.4
Şanlıurfa	-1.6	-0.3	-4.6	-4.8	2.4
Tekirdağ	-3.8	-2.6	-7.0	-6.4	2.3
Tokat	-8.5	-6.4	-13.5	-11.3	4.8
Trabzon	-0.1	0.9	-2.4	-2.4	1.7
Tunceli	-12.5	-10.2	-16.5	-15.3	4.5
Uşak	-6.3	-4.9	-10.0	-9.8	1.9
Van	-13.4	-11.6	-17.7	-17.8	3.7
Yalova	-1.0	-0.1	-4.7	-4.6	2.2
Yozgat	-13.2	-10.9	-17.3	-17.4	2.8
Zonguldak	-1.3	-0.4	-4.0	-3.9	1.7



Şekil 1. Isıtma tasarım şartları olarak %99.6 frekans değerlerinin kuru termometre eş sıcaklık eğrileri



Şekil2. Isıtma tasarım şartları olarak %99 frekans değerlerinin kuru termometre eş sıcaklık eğrileri

5. SOĞUTMA İÇİN DİŞ ORTAM SICAKLIK TASARIM DEĞERLERİ

Soğutmada tasarım şartları olarak kuru termometre (KT) sıcaklığı için %0.4, %1 ve %2 yıllık frekans değerleri ve bu sıcaklıklara karşı gelen ortalama yaş termometre (YT) sıcaklık değerleri 78 meteorolojik istasyon için hesaplanmıştır. Çizelge 3'te yaz tasarım şartları verilmiştir. Değişik risk faktörlerinde frekans değerleri ile birlikte yıllık maksimum (max) kuru termometre sıcaklığının ortalaması (ort.), medyanı ve standart sapması (StD) ve günlük sıcaklık farkı değerleri de Çizelgede yer almaktadır. Ardahan, Sinop ve Rize %0.4 risk faktöründe minimum dış ortam kuru termometre sıcaklık değerlerine sahiptirler. Bu illerin dış ortam kuru termometre sıcaklık değerleri sırasıyla 26.6 °C, 27.4 °C ve 27.6 °C'dir. %0.4 risk faktörü olarak maksimum dış ortam tasarım kuru termometre sıcaklık değerlerinin Batman (40.8 °C), Şanlıurfa (40.0 °C) ve Diyarbakır'da (39.7 °C) olduğu görülmektedir. Maksimum günlük sıcaklık farkının Batman'da 18.2 °C, minimum günlük sıcaklık farkı Giresun ve İskenderun'da 6.1 °C olarak tespit edilmiştir.

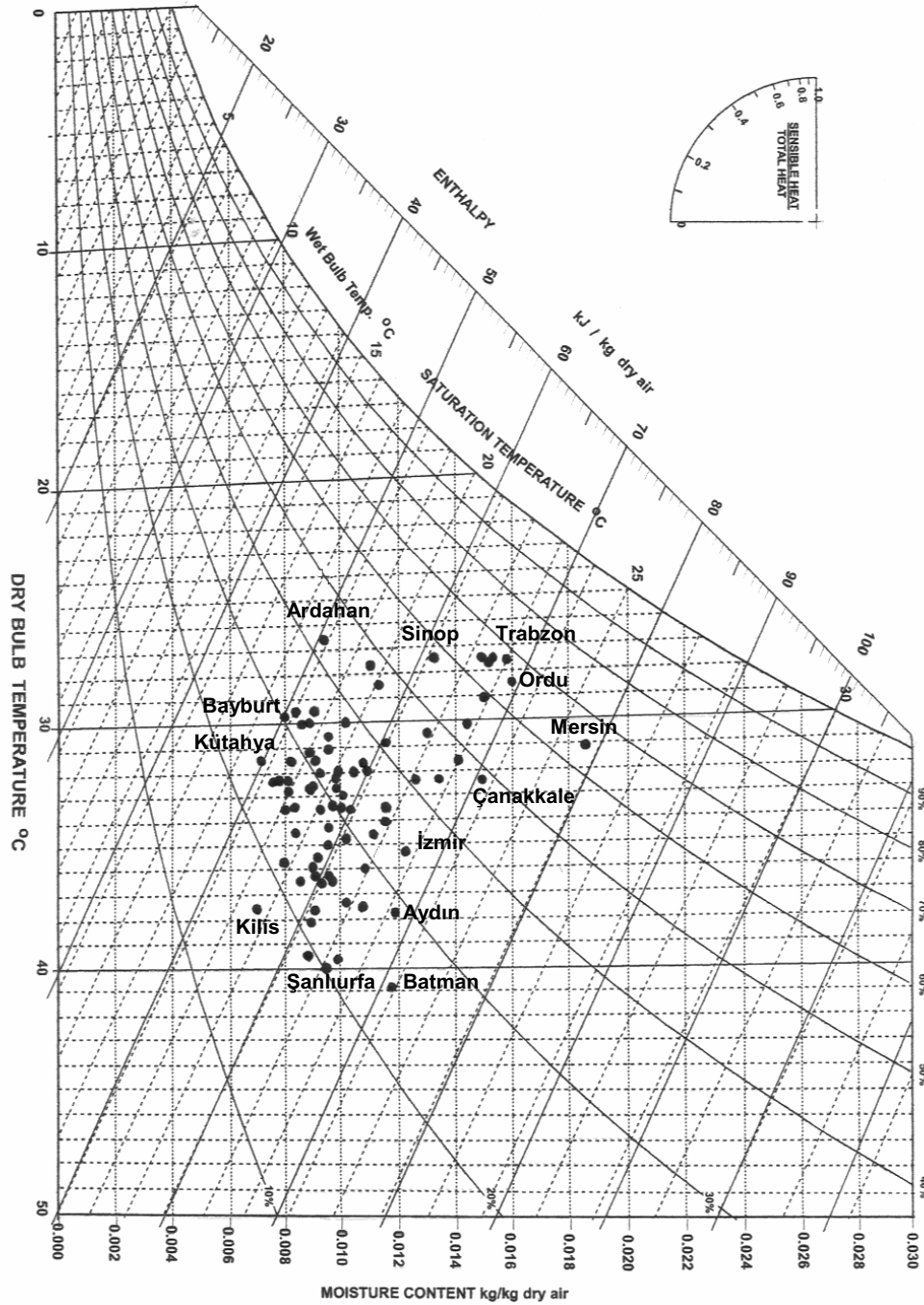
Çizelge 3. Türkiye için soğutma tasarım değerleri

İL	Soğutma KT/YT [°C]									Günlük KT Sıcaklık Farkı [°C]
	0.4%		1%		2%		Max KT [°C]			
	KT	YT	KT	YT	KT	YT	Ort.	Medyan	StD	
Adana	36.4	21.2	34.9	21.5	33.8	21.9	40.5	40.8	1.2	11.0
Adapazarı	32.4	22.8	30.6	22.3	29.2	21.9	37.1	36.6	1.6	11.3
Adıyaman	39.4	21.5	38.3	21.3	37.2	21.1	42.0	41.9	1.6	14.4
Afyon	32.0	19.5	30.7	19.2	29.2	18.8	35.0	35.1	1.4	15.2
Ağrı	31.8	20.8	30.4	20.5	28.9	20.0	34.7	35.1	1.6	17.9
Aksaray	33.0	20.5	31.7	20.0	30.4	19.6	36.4	36.2	1.1	14.8
Amasya	34.5	19.8	32.6	19.4	31.0	19.0	39.5	39.6	1.5	15.5
Ankara	33.0	18.5	31.4	18.3	29.9	18.0	36.3	36.2	1.5	14.5
Antakya	35.0	20.8	32.9	21.0	31.5	21.6	40.5	40.8	1.6	9.0
Antalya	37.7	21.1	35.9	21.0	34.1	20.8	41.8	41.7	1.1	13.1
Ardahan	26.6	17.9	25.1	17.4	23.5	16.9	30.8	30.7	1.6	16.3
Artvin	30.0	18.4	27.8	18.0	26.1	17.6	36.5	36.0	2.0	9.4
Aydın	37.8	23.2	36.4	23.0	35.1	22.7	41.6	41.6	1.6	16.1
Balıkesir	34.6	21.8	32.7	21.4	31.3	21.1	39.1	39.4	1.8	12.9
Bartın	30.9	20.9	29.3	20.6	27.9	20.6	35.8	35.2	2.4	13.0
Batman	40.8	23.9	39.7	23.7	38.5	23.3	43.4	43.5	1.4	18.2
Bayburt	29.7	17.8	28.1	17.3	26.4	16.9	33.3	33.4	1.0	16.4
Bilecik	31.9	20.8	30.3	20.3	28.8	19.9	36.4	36.3	1.5	12.8
Bingöl	36.2	20.8	35.1	20.6	33.8	20.2	39.0	39.2	1.3	16.2
Bitlis	32.3	20.1	31.2	19.8	29.9	19.5	34.9	35.0	1.3	15.8
Bolu	30.6	19.4	28.9	19.3	27.3	19.0	35.4	35.4	1.7	14.7
Burdur	33.5	19.1	32.3	18.9	31.1	18.6	36.3	36.2	0.8	15.0
Bursa	33.5	20.4	32.0	20.3	30.7	20.1	37.7	37.3	1.6	13.7
Çanakkale	32.3	23.7	31.0	23.3	30.0	22.9	35.6	35.6	1.8	10.8
Çankırı	33.5	20.6	31.8	20.2	30.2	19.8	37.4	37.8	1.8	17.9
Çorum	32.2	18.8	30.4	18.3	28.8	17.9	35.9	35.8	1.4	17.6
Denizli	36.0	21.9	34.8	21.8	33.6	21.6	38.9	38.8	1.4	13.9
Diyarbakır	39.7	22.3	38.7	22.0	37.5	21.7	42.1	42.5	1.2	17.1
Edirne	34.0	21.9	32.8	21.6	31.5	21.1	37.7	37.7	2.1	14.7
Elazığ	35.8	19.8	34.6	19.6	33.3	19.3	38.6	38.8	1.3	15.3
Erzincan	33.6	20.8	32.1	20.5	30.8	20.1	36.6	36.9	1.2	16.0
Erzurum	29.5	18.0	28.1	17.8	26.7	17.3	32.6	32.3	1.3	17.6
Eskişehir	32.4	18.4	30.7	18.2	29.2	17.9	35.9	36.0	1.7	17.1
Gaziantep	36.7	21.0	35.8	20.9	34.7	20.7	39.6	39.5	1.2	14.9
Giresun	27.7	22.6	26.8	22.7	26.0	22.5	31.4	30.9	2.0	6.1
Gümüşhane	32.2	18.4	30.0	17.9	27.9	17.6	36.3	36.1	2.0	15.0
Hakkari	32.0	20.1	30.9	19.8	29.8	19.3	34.6	34.7	1.6	12.4
İğdır	34.9	21.1	33.8	20.8	32.6	20.4	38.3	38.0	1.4	16.0
İskenderun	31.8	23.0	30.7	23.6	30.1	24.0	36.5	36.2	1.8	6.1

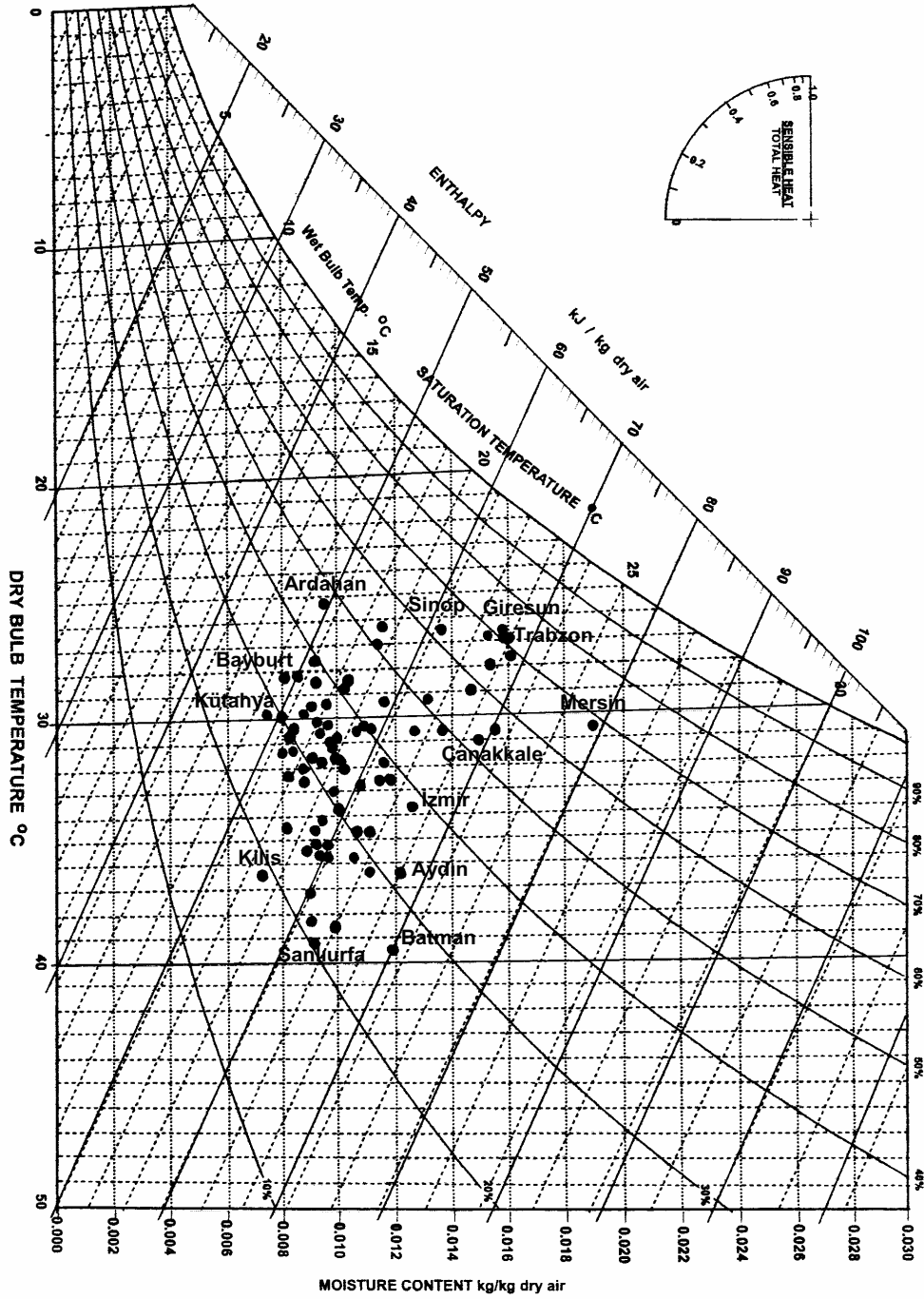
Çizelge 3. (Devam) Türkiye için soğutma tasarım değerleri

İL	Soğutma KT/YT [°C]									
	0.4%		1%		2%		Max KT [°C]			Günlük KT Sıcaklık Farkı [°C]
	KT	YT	KT	YT	KT	YT	Ort.	Medyan	StD	
Isparta	32.6	19.6	31.3	19.3	30.1	18.9	35.1	35.0	1.0	15.8
İstanbul	30.4	21.9	29.2	21.6	28.1	21.4	34.6	33.7	2.1	9.0
İzmir	35.2	22.8	33.8	22.5	32.6	22.3	39.0	38.6	1.3	10.7
K. Maraş	37.6	22.3	36.3	22.2	34.9	21.9	40.2	40.0	1.7	13.6
Karaman	33.3	19.4	32.0	19.2	30.7	18.9	36.7	36.7	1.1	16.3
Kars	28.5	20.1	27.0	19.6	25.5	19.3	31.8	31.8	1.4	16.6
Kastamonu	31.1	19.5	29.4	19.0	27.7	18.5	35.3	35.2	1.6	15.8
Kayseri	33.3	20.5	31.8	20.1	30.3	19.7	36.8	36.8	1.5	18.9
Kilis	37.7	19.6	36.5	19.5	35.3	19.2	40.8	40.4	1.7	15.3
Kırıkkale	33.6	20.1	31.9	19.7	30.5	19.3	36.8	36.9	1.3	14.2
Kırklareli	33.4	21.8	31.9	21.3	30.6	20.9	37.3	37.3	2.3	13.4
Kırşehir	32.0	20.6	30.6	20.2	29.2	19.9	35.4	35.5	1.1	14.2
Kocaeli	32.3	22.1	30.7	21.7	29.4	21.4	36.6	36.0	1.6	10.3
Konya	32.7	19.0	31.3	18.8	30.0	18.6	35.5	35.6	1.1	14.1
Kütahya	31.5	17.8	29.9	17.4	28.5	17.1	35.0	34.8	1.6	15.5
Malatya	36.0	20.7	34.7	20.3	33.4	20.0	39.2	39.7	1.7	14.5
Manisa	37.3	21.9	35.9	21.7	34.6	21.5	41.5	41.9	1.7	14.1
Mardin	36.5	20.5	35.5	20.4	34.4	20.1	39.4	39.5	1.1	10.4
Mersin	31.1	25.6	30.5	25.8	30.0	25.8	35.1	34.9	1.7	6.5
Muğla	35.5	20.7	34.2	20.5	33.0	20.3	38.2	38.3	1.4	13.8
Muş	34.2	20.6	33.0	20.3	31.7	19.9	37.4	37.5	1.3	17.0
Nevşehir	31.1	19.0	29.5	18.6	28.1	18.2	34.4	34.3	1.3	15.3
Niğde	31.4	19.3	30.1	19.0	28.9	18.7	34.8	34.8	1.3	14.8
Ordu	28.6	23.3	27.8	23.2	27.0	22.9	32.4	31.3	2.3	8.2
Rize	27.6	22.3	26.9	22.3	26.3	22.0	32.1	31.7	1.9	6.7
Samsun	27.8	22.6	27.0	22.8	26.3	22.7	32.2	32.0	1.5	7.3
Siirt	38.1	21.2	37.1	21.0	36.1	20.7	40.7	41.0	1.3	13.5
Sinop	27.4	21.1	26.5	21.1	25.6	20.9	30.4	30.2	1.2	6.3
Sivas	31.7	18.8	29.9	18.5	28.2	18.1	35.3	34.9	1.8	16.3
Şanlıurfa	40.0	22.1	39.1	21.7	38.0	21.4	42.5	42.6	1.2	14.2
Tekirdağ	29.1	22.9	28.0	22.8	27.2	22.6	33.9	33.5	1.5	9.1
Tokat	32.6	20.3	31.0	19.7	29.4	19.3	37.3	37.0	1.6	14.4
Trabzon	27.7	23.0	26.9	22.9	26.2	22.6	31.6	30.5	2.7	6.3
Tunceli	36.3	21.1	35.1	20.9	33.9	20.7	38.9	39.2	1.3	15.5
Uşak	32.8	19.7	31.6	19.4	30.4	19.2	35.8	36.0	1.4	14.8
Van	29.6	18.7	28.5	18.4	27.5	18.1	32.7	32.8	1.9	13.2
Yalova	30.2	22.8	29.0	22.7	28.0	22.5	35.0	34.5	2.1	11.4
Yozgat	30.0	19.7	28.4	19.4	26.8	19.0	33.2	33.3	1.5	13.5
Zonguldak	27.7	19.6	26.2	19.5	25.0	19.5	32.4	32.4	1.6	6.9

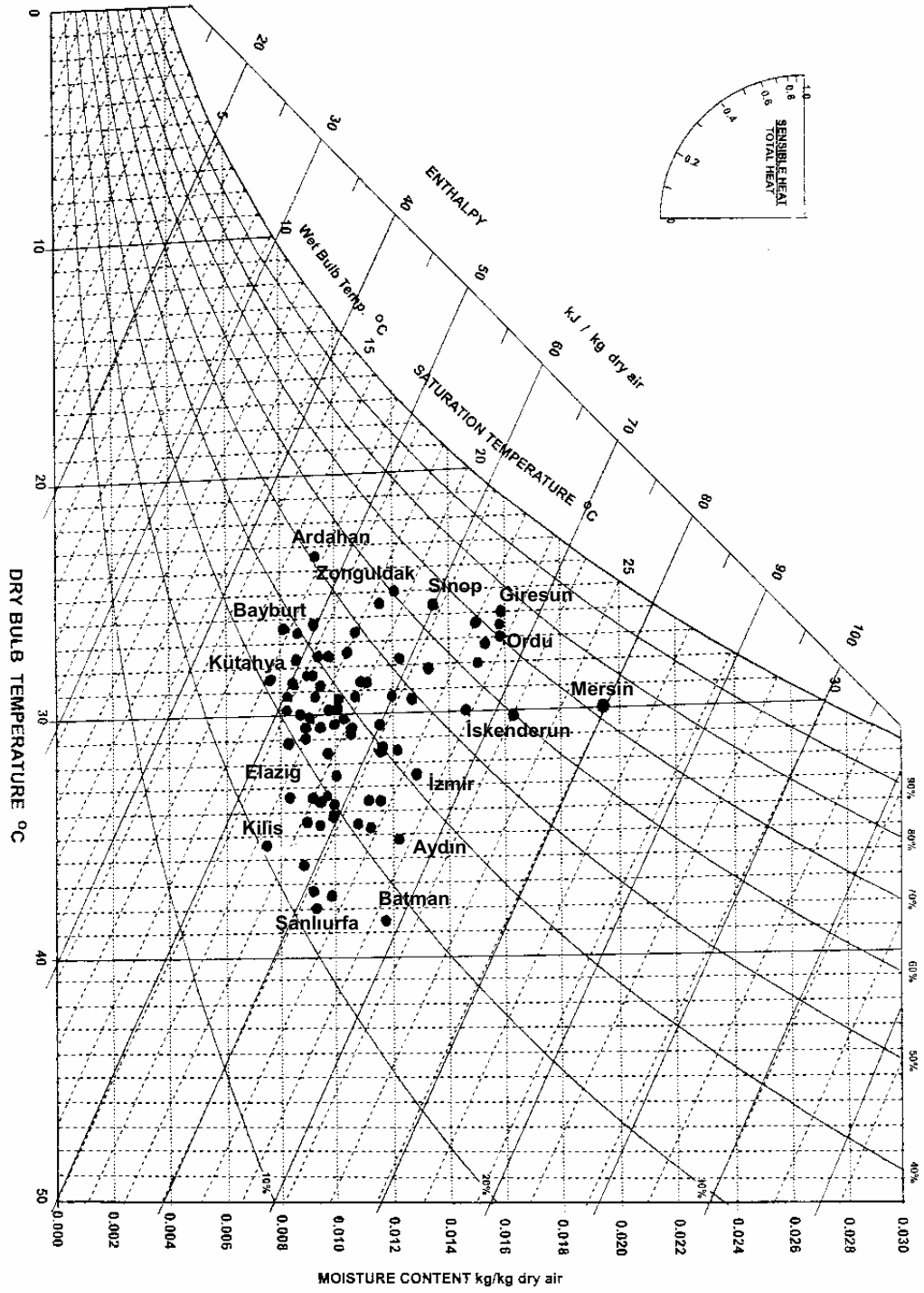
Ele alınan tüm meteorolojik istasyonlar için soğutma tasarım şartları olarak dış ortam kuru termometre sıcaklık değerleri ve bunlara karşı gelen ortalama yağ termometre sıcaklıklarının %0.4, %1 ve %2 frekans değerleri psikrometrik diyagram üzerindeki gösterimi sırasıyla Şekil 3, 4 ve 5'te verilmiştir. Şekillerden de görülebileceği gibi yaz tasarım şartları diyagramın belli bir bölgesinde değil diyagram üzerinde dağınık olarak bulunmaktadır. Şekil 6, 7 ve 8'de ise Türkiye'nin her bir bölgesini temsil edecek illerin yaz tasarım şartları psikrometrik diyagram üzerinde havanın diğer psikrometrik özellikleri ile birlikte gösterilmiştir.



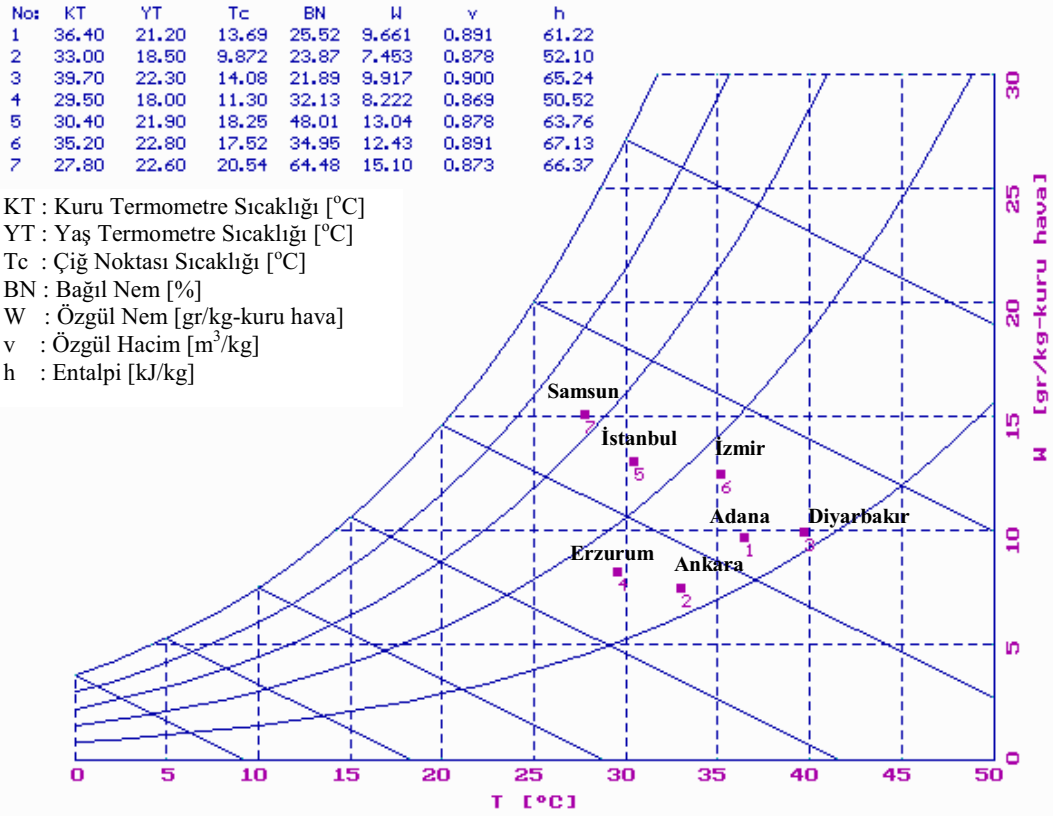
Şekil 3. Türkiye için soğutma tasarım şartı olarak %0.4 frekans değerlerinin psikrometrik diyagramda dağılımı



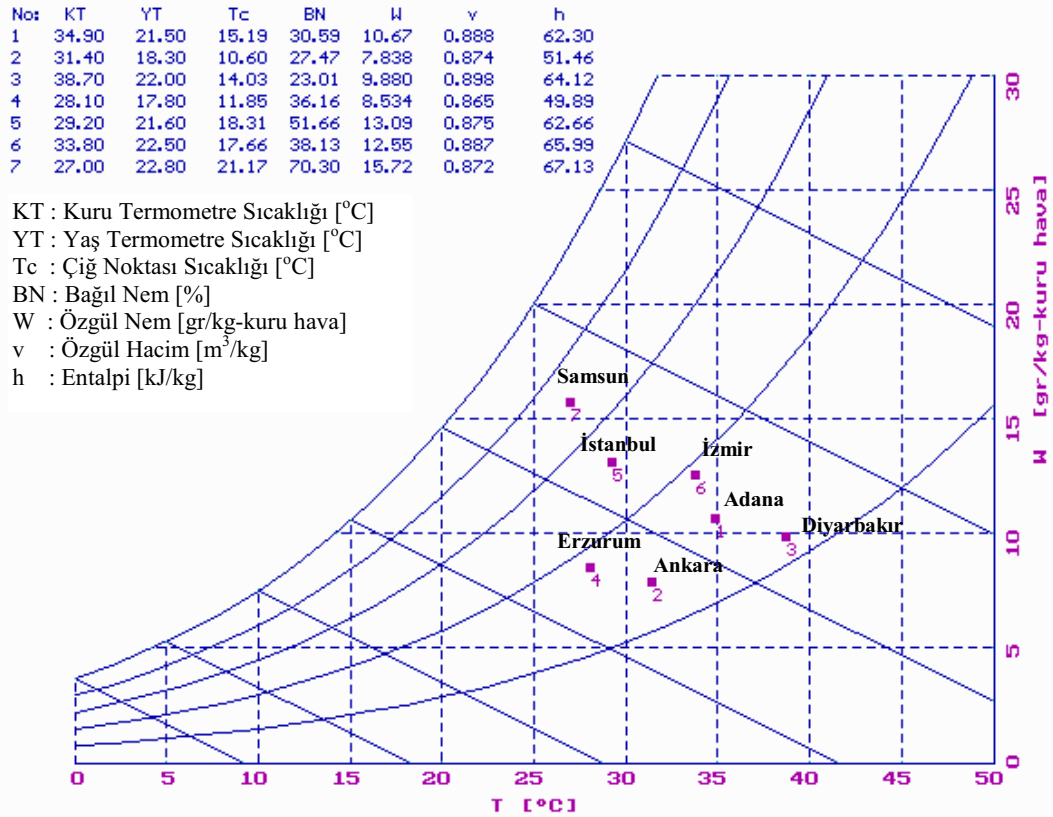
Şekil 4. Türkiye için soğutma tasarım şartı olarak %1 frekans değerlerinin psikrometrik diyagramda gösterimi



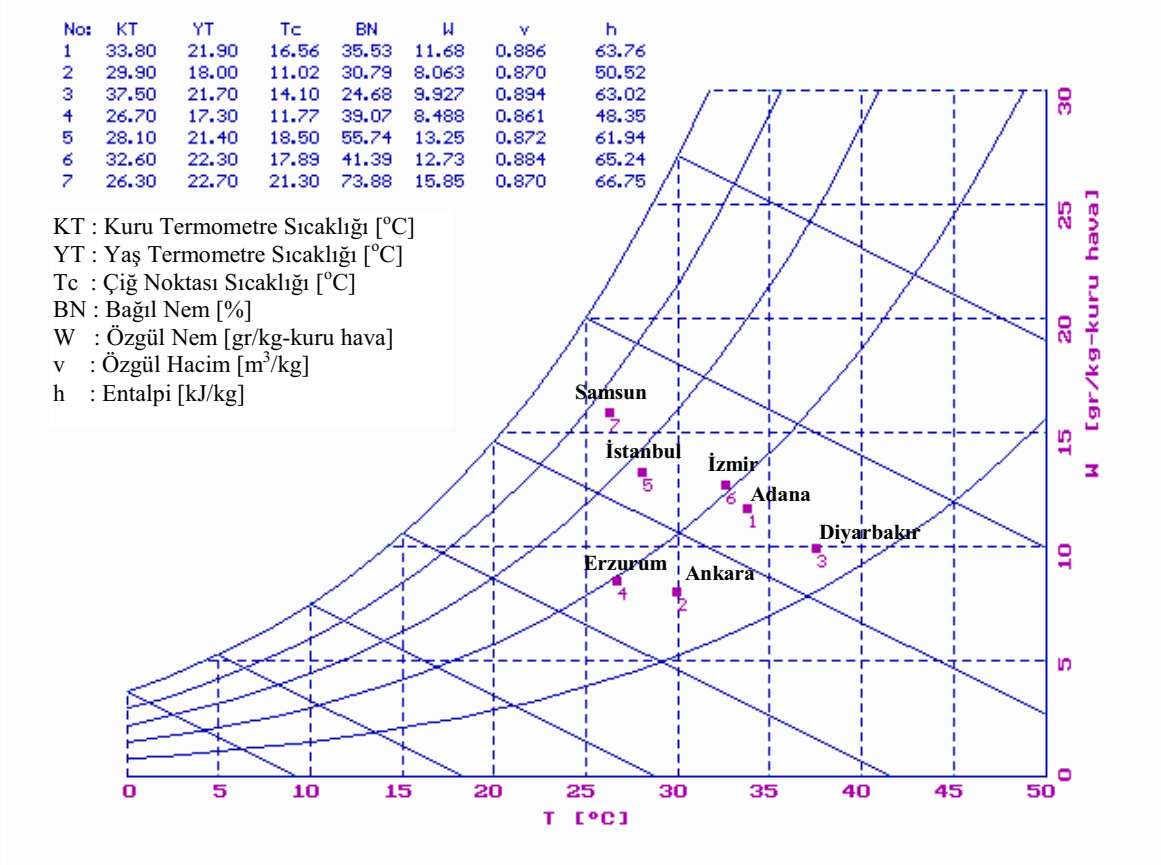
Şekil 5. Türkiye için soğutma tasarım şartı olarak %2 frekans değerlerinin psikrometrik diyagramda gösterimi



Şekil 6. Bazı iller için %0.4 frekans değerinin psikrometrik diyagramda gösterimi

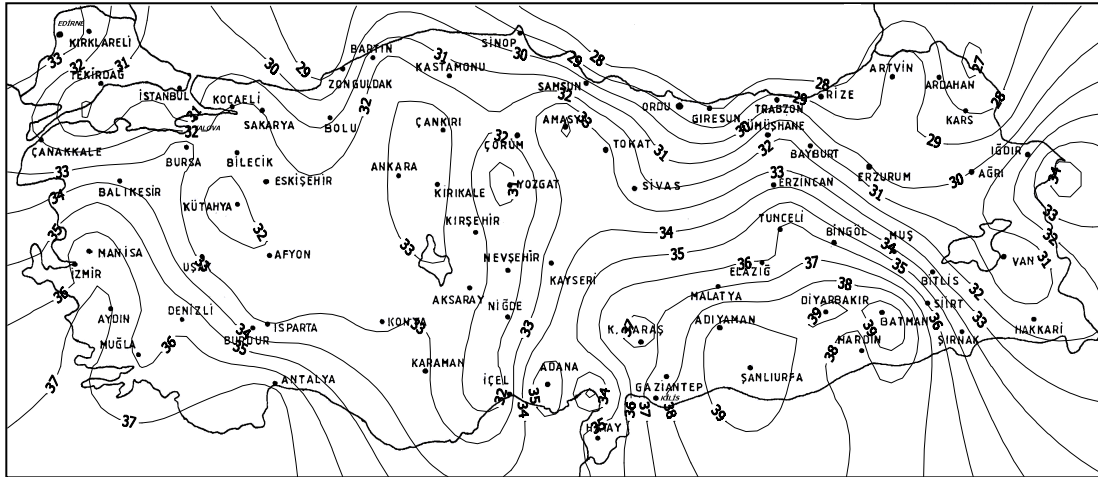


Şekil 7. Bazı iller için %1 frekans değerinin psikrometrik diyagramda gösterimi

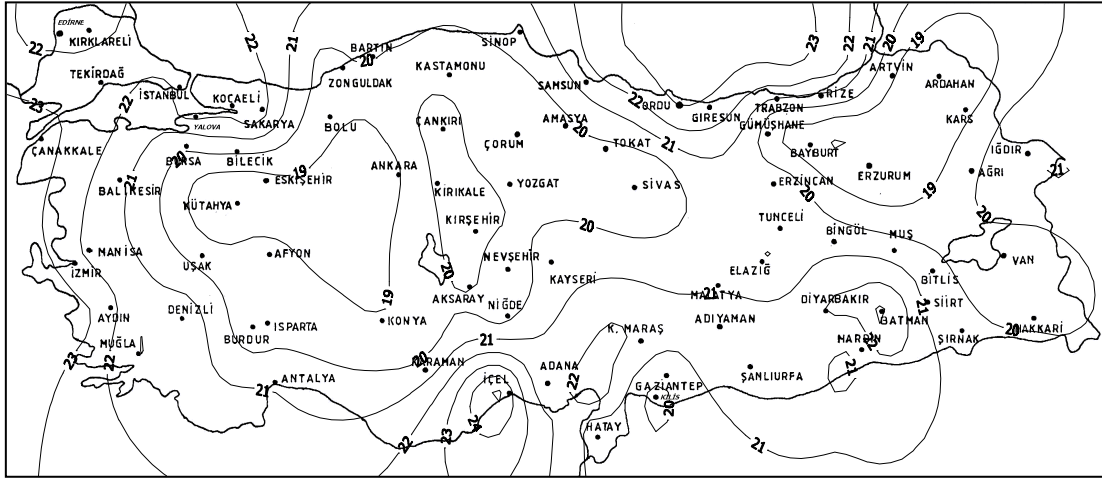


Şekil 8. Bazı iller için %2 frekans değerinin psikrometrik diyagramda gösterimi

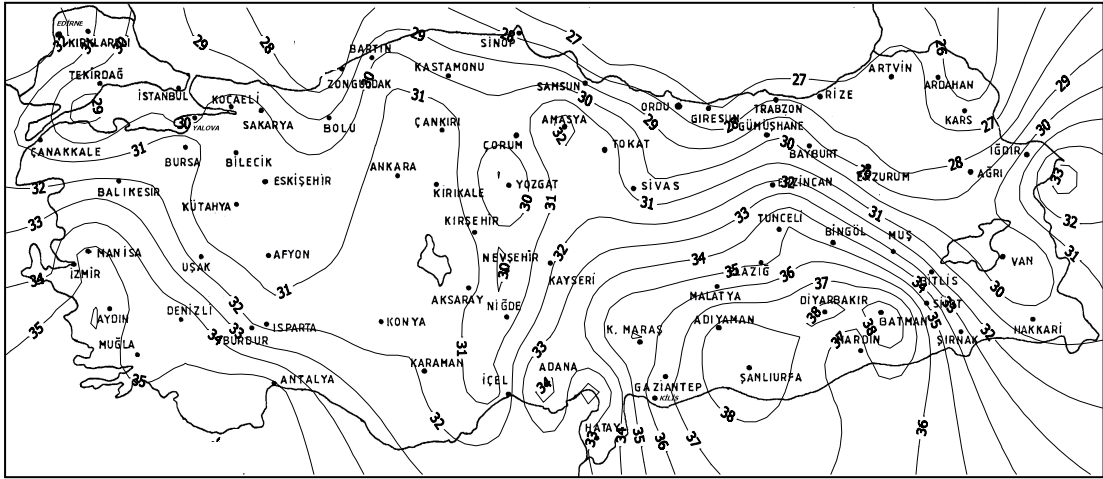
%0.4 risk faktörüne ait kuru termometre eş sıcaklık eğrileri Türkiye haritası üzerinde Şekil 9'da gösterilmiştir. Maksimum kuru termometre sıcaklıklarının Güney Doğu Anadolu Bölgesinde, minimum kuru termometre sıcaklık değerlerinin Doğu ve Kuzey Doğu Anadolu Bölgelerinde olduğu görülmektedir. %0.4 risk faktörüne ait yaş termometre eş sıcaklık eğrileri Şekil 7'de gösterilmiştir. Kuru termometre sıcaklığı ve buna karşı gelen ortalama yaş termometre sıcaklık değerlerinin %1 ve %2 frekans değerlerine ait eş sıcaklık eğrileri ise sırasıyla, Şekil 8, Şekil 9, Şekil 10 ve Şekil 11'de görülmektedir. Tüm şekillerde bölgeden bölgeye sıcaklıkların değişimi aynı olduğu fakat sadece sıcaklık değerlerinin risk faktörüne göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir.



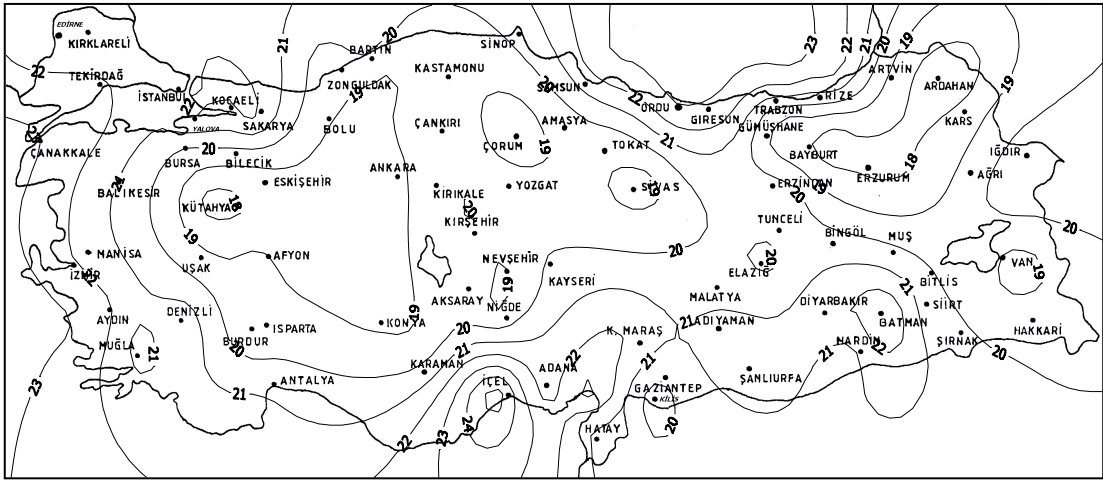
Şekil 9. Kuru termometre sıcaklıklarının %0.4 frekans değerine ait eş sıcaklık eğrileri



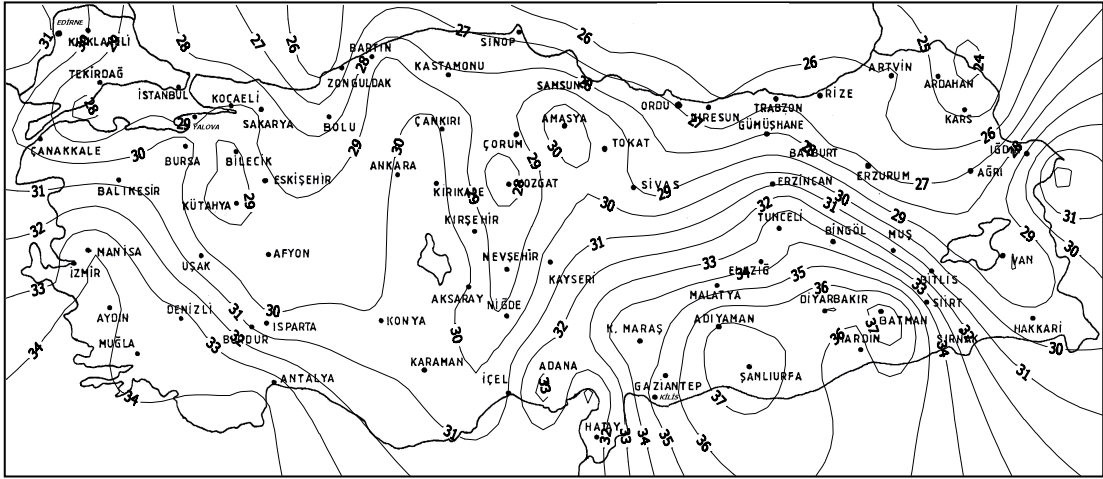
Şekil 10. Yaş termometre sıcaklıklarının %0.4 frekans değerine ait eş sıcaklık eğrileri



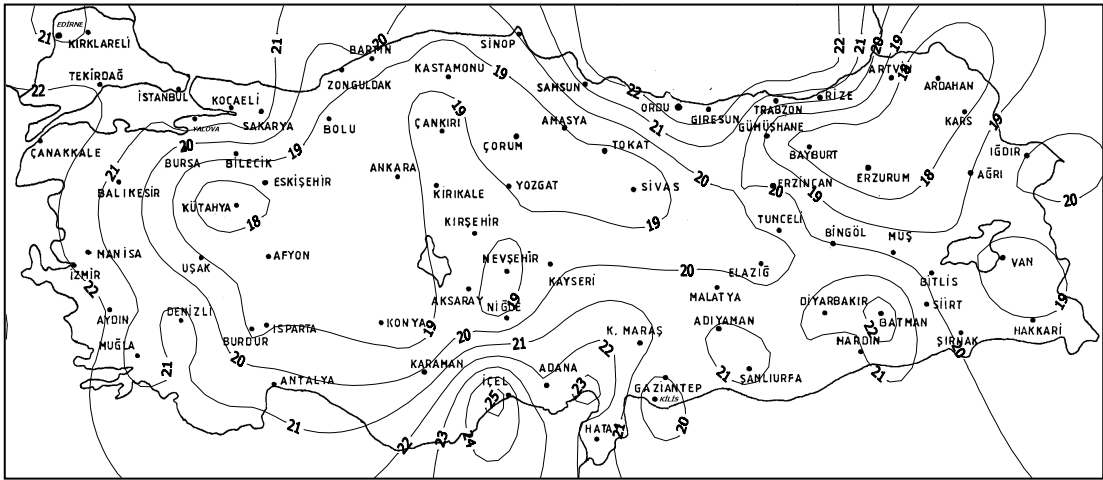
Şekil 11. Kuru termometre sıcaklıklarının %1 frekans değerine ait eş sıcaklık eğrileri



Şekil 12. Yaş termometre sıcaklıklarının %1 frekans değerine ait eş sıcaklık eğrileri



Şekil 13. Kuru termometre sıcaklıklarının %2 frekans değerine ait eş sıcaklık eğrileri



Şekil 14. Yaş termometre sıcaklıklarının %2 frekans değerine ait eş sıcaklık eğrileri

Son yıllarda Türkiye'nin iklimsel tasarım şartlarını ortaya koymak için bazı bağımsız çalışmalar yapılmıştır: TTMD Türkiye iklim verileri üzerine bir proje raporunu yayınlamıştır [12]. Bu proje raporunda ASHRAE'nin son olarak önerdiği iklim formatına uygun sadece 6 meteoroloji istasyonu için saatlik ölçümlere dayanılarak tasarım değerleri sunulmuştur. İleri ve Üner ASHRAE'nin daha evvel önerdiği iklim formatına göre 23 meteorolojik istasyona ait dış ortam kuru termometre sıcaklık tasarım değerlerini tespit etmişlerdir [11]. Ayrıca Türkiye'nin bazı şehirleri için iklim verileri ASHRAE Handbook 1993 ve 1997 yayınlarında mevcuttur [2,3].

Bu çalışmada elde edilen tasarım değerleri ile yukarıda ifade edilen literatürlerdeki verilen değerlerin karşılaştırılması Çizelge 4'te verilmiştir. Literatürde verilen Isıtma tasarım değerleri arasında önemli farklılıkların olduğu gözlenmiştir. Genel olarak, bu çalışmada elde edilen değerlerle TTMD tarafından verilen ısıtma tasarım değerleri arasında iyi bir uyum olduğu gözlenmiştir. Fakat ASHRAE 1997 ve 1993'te verilen değerler genel olarak bu çalışmadaki ve TTMD değerlerinden daha düşük değerlerde olduğu görülmüştür. Soğutma tasarım değerleri arasında hafif farklılıklar olmasına rağmen ASHRAE 1993 değerleri dışında genel bir paralellik gözlenmiştir. Ayrıca ortalama yaş termometre değerleri arasındaki farklar da dikkate değer boyuttadır. Günlük sıcaklık farkı değerlerine bakıldığında TTMD değerlerinin bu çalışmadaki ve ASHRAE 1997 değerlerinden oldukça farklı olduğu gözlenmiştir. Literatürdeki mevcut değerler arasındaki tüm bu farklılıklar, değişik ölçüm periyotlarından, iklim verilerine farklı yaklaşımlardan ve değişik veri tipi kullanmaktan kaynaklanmış olabilir.

Çizelge 4. Bu çalışmada elde edilen verilerin literatürdeki değerlerle karşılaştırılması

			Adana	Ankara	Erzurum	Eskişehir	İstanbul	İzmir	Malatya	Van	Antalya
Soğutma Tasarım Şartları	0.4% KT/YT	Bu Çalışma	36.3/21.2	33.0/18.5	29.5/18.0	32.4/18.4	30.3/21.9	35.1/22.8	36.0/20.7	29.6/18.7	37.7/21.1
		ASHRAE 97	36.1/21.7	32.2/17.2	28.9/16.1	32.2/20.0	30.0/21.1	35.6/22.2	36.1/20.0	28.9/18.9	-
		TTMD	-	33.2/18.2	-	-	30.4/20.5	35.2/22.1	-	-	37.6/21.0
	1% KT/YT	Bu Çalışma	34.9/21.5	31.4/18.3	28.1/17.8	30.6/18.2	29.1/21.6	33.7/22.5	34.7/20.3	28.4/18.4	35.9/21.0
		ASHRAE 97	34.4/21.7	30.0/17.2	27.8/15.6	30.6/19.4	28.9/20.6	33.9/21.7	35.0/19.4	27.8/18.9	-
		TTMD	-	31.7/17.6	-	-	29.1/21.0	33.9/22.7	-	-	35.9/21.5
		ASHRAE 93	38.0/26.0	34.0/20.0	-	-	33.0/24.0	37.0/24.0	-	-	-
		İleri ve Üner	36.0/-	33.8/-	29.5/-	-	30.7/-	35.9/-	36.0/-	29.3/-	37.8/-
	2% KT/YT	Bu Çalışma	33.8/21.9	29.9/18.0	26.7/17.3	29.1/17.9	28.0/21.4	32.5/22.3	33.4/20.0	27.4/18.1	34.1/20.8
		ASHRAE 97	33.3/22.2	28.9/16.7	26.1/15.0	29.4/18.9	28.3/20.6	32.8/21.1	33.9/18.9	26.7/18.3	-
		TTMD	-	30.0/17.1	-	-	28.1/20.6	32.6/22.8	-	-	34.2/21.3
	Max KT	Bu Çalışma	40.5	36.3	32.6	35.9	34.6	39	39.2	32.7	41.8
		ASHRAE 97	39.4	35.0	31.1	35.6	35.0	38.3	38.9	32.2	-
		TTMD	-	36.0	-	-	33.3	37.9	-	-	40.8
	Günlük KT Sıcaklık Farkı	Bu Çalışma	11.0	14.5	17.6	17.1	9.0	10.7	14.5	13.2	13.1
		ASHRAE 97	11.0	15.8	16.6	14.4	8.5	12.8	15.2	10.8	-
		TTMD	11.4	10.5	11.8	12.3	6.8	8.4	10.4	11.5	10.5
Isıtma Tasarım Şartları	99.6% KT	Bu Çalışma	1.9	-9.4	-26.2	-9.8	-1.1	1.0	-8.4	-13.4	1.8
		ASHRAE 97	0.0	-16.7	-30.6	-11.1	-3.3	-2.2	-12.2	-14.4	-
		TTMD	-	-10.0	-	-	-2.0	0.3	-	-	1.4
	99% KT	Bu Çalışma	3.2	-7.8	-23.1	-8.2	-0.3	1.9	-6.7	-11.6	2.8
		ASHRAE 97	1.1	-13.3	-27.2	-8.9	-1.7	-0.6	-8.9	-12.8	-
		TTMD	-	-7.9	-	-	-0.5	1.6	-	-	2.5
		ASHRAE 93	1.1	-13.0	-	-	-2.0	-3.0	-	-	-
		İleri ve Üner	0.9	-11.2	-31.8	-	-1.5	0.0	-11.3	-14.0	0.9
	Min KT	Bu Çalışma	-1.2	-12.6	-31.9	-15.5	-3.6	-1.4	-11.9	-17.7	-0.8
		ASHRAE 97	-3.3	-18.9	-33.3	-14.4	-6.1	-4.4	-16.1	-16.7	-
		TTMD	-	-13.3	-	-	-3.6	-1.3	-	-	-0.2

SONUÇ

Türkiye'nin 78 ili için ısıtma ve soğutma tasarım şartları ASHRAE'nin yeni önerdiği iklim verileri formatına göre tespit edilmiştir. Isıtma tasarım şartları olarak dış ortam kuru termometre sıcaklığının %99.6 ve %99 frekans değerleri, yıllık minimum değerlerinin ortalaması, medyanı ve standart sapması belirlenmiştir. Isıtma tasarım şartları olarak en düşük değerlerin Ağrı, Erzurum, Ardahan ve Kars illerinde, en yüksek değerlerin ise İskenderun, Mersin ve Adana'da olduğu gözlenmiştir. Soğutma tasarım şartları olarak dış ortam kuru termometre sıcaklığının %0.4, %1 ve %2 frekans değerleri, yıllık maksimum değerlerinin ortalaması, medyanı ve standart sapması bulunmuştur. Ayrıca günlük sıcaklık farkı değerleri de hesaplanmıştır. En düşük kuru termometre sıcaklık değerleri Ardahan, Sinop ve Rize'de, en yüksek kuru termometre sıcaklık değerleri ise Batman, Şanlıurfa ve Diyarbakır'da olduğu görülmüştür. Bu çalışmada elde edilen ısıtma ve soğutma tasarım sıcaklık değerleri literatürdeki mevcut değerlerle karşılaştırılmış ve önemli farklılıkların olduğu gözlenmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] HUI, C. M., "Energy Performance of Air-Conditioned Buildings in Hong Kong", Doktora Tezi, City University of Hong Kong, Hong Kong, 1996.
- [2] ASHRAE, 1997. ASHRAE Handbook-1997 Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta.
- [3] ASHRAE, 1993. ASHRAE Handbook-1993 Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta.
- [4] YILMAZ, T., ve BULUT, H., "Şanlıurfa İli İçin Meteorolojik Değerlerin Günlük, Yıllık Değişiminin Sürekli Fonksiyonlarla İfadesi", 4. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi Bildiriler Kitabı, Adana, Sayfa: 188-198. 1996.
- [5] YILMAZ, T., ÖZGEREN, M., ve GÜRÇINAR, Y., "Mutlak Nemin Günlük ve Yıllık Değişimi", 10. Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi Bildiriler Kitabı, Ankara, Sayfa: 593-602. 1995.
- [6] MMO Yayın No: 84, 1997. Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları, TMMOB Makine Mühendisleri Odası Yayın No: 84, Ankara.
- [7] ÖNEN, E., 1985. Havalandırma ve Klima Tesisatı, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Teknik Yayınlar:9, Başbakanlık Basımevi, Ankara.
- [8] ÖZKUL, N., 1985. Uygulamalı Soğutma Tekniği, Makina Mühendisleri Odası Yayın No:115, Ankara.
- [9] GÜLFERİ, İ., "Meteorolojik Değerler Yardımıyla Kış İçin Yeni Bir İstatistik Metod ve Türkiye'ye Tatbikatı", Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, 1966.
- [10] KILKIŞ, B., ve ARINÇ, Ü. D., "Yapıların Isı Yüğü Hesaplarında Yeni Dış Hesap Sıcaklıkları Üzerine Bir Çalışma", Türkiye 5. Enerji Kongresi Teknik Oturum Tebliğleri, Ankara, 2: 435-445, 1990.
- [11] İLERİ, A., ve ÜNER, M., Türkiye Şehirleri İçin Tipik İklim Verileri. Mühendis ve Makine, 39(463): 31-42., 1998.
- [12] TTMD, 2000. "Türkiye İklim Verileri". Türkiye Tesisat Mühendisleri Derneği Teknik Yayınları, Ankara.
- [13] BULUT, H., BÜYÜKALACA, O., ve YILMAZ, T., "Adana İlinde Binalarda Enerji Analizi İçin Detaylı Meteorolojik Değerler", 6. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi Bildiriler Kitabı, s.325-332, Adana, 2000.
- [14] BİÇER, Y., YILDIZ, C., ve KAVAK, E., "Meteorolojik Değerler Kullanılarak Diyarbakır ve Çevre İllerinin Yeni Dış Sıcaklık Parametrelerinin Araştırılması", TMMOB Makine Mühendisleri Odası GAP ve Sanayi Kongresi Bildiriler Kitabı, Diyarbakır, Sayfa: 345-349. 1999
- [15] Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Meteorolojik verileri, 1981-1998, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Tuncay YILMAZ

1945 yılında Tarsus'ta doğdu. 1968 yılında Berlin Teknik Üniversitesi Makine Fakültesini bitirdi. 1972 yılında aynı Üniversitede doktorasını tamamladı. 1973 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümünde göreve başladı. 1977 yılında Makine Mühendisliği Bölümünde Isı ve Kütlevi Enerji Transferi Bilim Dalında doçent oldu. 1983 yılında Çukurova Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü Termodinamik Anabilim Dalına Profesör olarak atandı. Almanya dışında İngiltere'de Cambridge ve Liverpool Üniversitelerinde, ABD'de Massachusetts Institute of Technology'de misafir öğretim üyesi olarak bulundu. 1982-1983 yılları arası Karadeniz Teknik Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölüm Başkanı görevi yaptı. 1986-1989 yılları arasında Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dekanlık görevini yürüttü. 1989 yılından beri Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Bölüm Başkanı ve 1991 yılında kurulduğundan beri de Çukurova Üniversitesi Soğutma ve İklimlendirme Tekniği uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü görevlerini sürdürmektedir. Isı transferi, ısıtma ve soğutma sistemleri ve uygulamaları, enerji analizleri, iklim verileri ve çok fazlı akışlar üzerine çalışmaktadır.

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 göreve başladı. 1996 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisansını tamamladı. 1997 yılında Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora tez çalışmalarına başladı. 1993-1998 yılları arasında Harran Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünde araştırma görevlisi olarak çalıştı. 1998 yılından beri Çukurova Üniversitesinde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır. Çalışma alanları ısıtma ve soğutma sistemleri için iklim verilerinin analizi, enerji analizi, ısıtma ve soğutma sistemleri ve uygulamalarıdır.