
	SAKARYA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ <i>SAKARYA UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE</i>		 SAKARYA UNIVERSITY
	e-ISSN: 2147-835X		
	Dergi sayfası: http://www.saujs.sakarya.edu.tr		
	<u>Geliş/Received</u> 17-01-2017		
	<u>Kabul/Accepted</u> 24-11-2017	<u>Doi</u> 10.16984/saufenbilder.286225	

Seçilen şehirler için ısıtma derece-saat hesabı

Şaban Pusat ^{*1}, Mustafa Tahir Akkoyunlu ²

ÖZ

Bu çalışmada, uzun yıllara (1989-2008) ait meteorolojik veriler kullanılarak elde edilen tipik meteorolojik yıl verileri ile hesaplanan aylık ve yıllık ısıtma derece-saat değerleri sunulmuştur. Isıtma derece-saatlerin hesaplamasında dokuz farklı referans sıcaklık (17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 ve 25 °C) kullanılmıştır. Hesaplamalar, Türkiye'nin farklı iklim bölgelerini temsil eden sekiz şehir merkezi (İstanbul, Ankara, Trabzon, Van, Diyarbakır, Adana, Sivas ve Denizli) için yapılmıştır. Yıllık ısıtma derece-saat değerleri açısından şehirlerin sıralaması en yüksekte en düşüğe doğru Sivas, Van, Ankara, Diyarbakır, İstanbul, Trabzon, Denizli ve Adana olarak belirlenmiştir. Literatürdeki diğer bir çalışma ile yapılan mukayesede % 16.6'lara varan farkların olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Derece-saat, derece-gün, ısıtma, tipik meteorolojik yıl

Heating degree-hour calculation for selected cities

ABSTRACT

In the present study, monthly and annual heating degree hour values were presented, which were calculated by using typical meteorological year data produced from long term (1989-2008) meteorological data. In calculation of heating degree-hours, nine different reference temperatures (17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 ve 25 °C) were used. Calculations were done for eight city centers (İstanbul, Ankara, Trabzon, Van, Diyarbakır, Adana, Sivas ve Denizli) representing distinct climatic regions of Turkey. In terms of annual heating degree-hour values, ranking of cities from the highest to the lowest was determined as Sivas, Van, Ankara, Diyarbakır, İstanbul, Trabzon, Denizli and Adana. Difference was established as high as 16.6 % in comparison with another study from the literature.

Keywords: Degree-hour, degree-day, heating, typical meteorological year

* Corresponding Author

¹ Yıldız Teknik Üniversitesi, Makine Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Beşiktaş, İstanbul. spusat@yildiz.edu.tr

² Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ereğli Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Ereğli, Konya. makkoyunlu@konya.edu.tr

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Derece-gün yöntemi ısıtma ve soğutma hesaplamalarında uzun yıllardır kullanılan basit, kullanışlı ve etkili bir yöntemdir. Birçok değişken parametreyi dikkate almamasından dolayı günümüzde çok fazla kullanılmamaktadır. Bununla birlikte, uygulaması basit olduğundan ve hızlı sonuçlar elde edilebildiğinden ilk değerlendirmeleri yapabilmek için hala kullanılmaktadır. Derece-saat yöntemi ise günlük sıcaklık değerlerine dayanan derece-gün yönteminden farklı olarak saatlik sıcaklık ölçümlerini kullanmaktadır. Dolayısıyla, derece-saat yöntemi derece-gün yöntemine göre daha doğru sonuçlar vermektedir [1].

Derece-saat yöntemi temel olarak dış ortam sıcaklığı ile ısıtılan/soğutulan ortam için belirlenen referans sıcaklık arasındaki farka dayanmaktadır. Dış ortam sıcaklıkları ölçülen değerler iken referans sıcaklık farklı ortamlar için değişkenlik gösterebilmektedir. Ayrıca, ısıtma ve soğutma hesaplamalarında farklı referans sıcaklıklar kullanılır. Binaların yıllık ısıtma/soğutma enerji tüketim tahminlerinde ve binalar için uygun yalıtım kalınlığı belirleme çalışmalarında sıklıkla kullanılan derece-saat yöntemi ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Bu çalışmaların bazıları tek bir referans sıcaklık değerini kullanırken bazı çalışmalarda değişken referans sıcaklık değerleri kullanılmıştır. Bazı çalışmalarda ise uygun referans sıcaklık değerinin belirlenmesi için tahminler ve analizler yapılmıştır [2].

Durmayaz ve Kadioğlu yaptıkları çalışmada, derece-saat yöntemini kullanarak beş farklı şehir için ısıtma enerjisi ihtiyacı ve yakıt tüketiminin değişimini farklı bina özelliklerine bağlı olarak incelemişlerdir [3]. Isıtma amacıyla tüketilen doğalgaz miktarının en iyi ve en kötü durumlar için şehir merkezlerinde yıllık yaklaşık 17.1 ve 6.5 Gm³ olacağı tahmininde bulunmuşlardır.

Satman ve Yalçınkaya, 77 istasyonun verilerini kullanarak farklı referans sıcaklık değerleri için ısıtma ve soğutma derece-saat hesabı yapmışlardır [4]. Isıtma derece-saat hesabında 15, 17 ve 18.3 °C'yi soğutma derece-saat hesabında ise 24, 26, 27 ve 30 °C'yi referans sıcaklık olarak kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlar tablo ve haritalarla sunulmuştur.

Yunanistan'ın iki büyük şehri için yapılan çalışmada, farklı referans sıcaklık değerleri için

ısıtma ve soğutma derece-saatler hesaplanmıştır [5]. Isıtma derece-saat için 10-20 °C aralığını soğutma derece-saat için ise 20-27.5 °C aralığını yarım derecelik artış değerleriyle referans sıcaklık olarak kullanmışlardır. Elde edilen sonuçların enerji hesaplamalarında kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Oktay vd. yaptıkları çalışmada, gün içerisindeki sıcaklık dalgalanmalarını tahmin eden yeni bir yaklaşım geliştirmişlerdir [6]. Geliştirdikleri bu yöntemi Türkiye'nin farklı coğrafik noktalarındaki 58 şehrin soğutma derece-saatlerini hesaplamada kullanmışlar ve iyi sonuçlar elde ettiklerini belirtmişlerdir.

Pusat ve Ekmekçi yaptıkları çalışmada, İstanbul için farklı referans sıcaklık değerleri için ısıtma/soğutma derece-saat hesaplamalarını yapmışlardır [7]. Çalışma, İstanbul'un farklı noktalarındaki dört adet istasyonun verileri için yapılmıştır. Isıtma ve soğutma için aynı referans sıcaklık değerlerini (17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 ve 25 °C) kullanmışlardır. Aynı şehir içerisinde bile ısıtma-soğutma ihtiyacının değişkenlik gösterebileceği gösterilmiştir. Diğer bir çalışmada ise, Karabük için 12 yıllık dış ortam sıcaklık ölçüm verileri kullanılarak derece-saat ve derece-gün hesaplamaları yapılmıştır [8]. Referans sıcaklık olarak 5, 10 ve 15 °C kullanılmış ve sonuçlar her yıl için ayrı ayrı verilerek değerlendirmeler yapılmıştır.

Bolattürk'ün çalışmasında, derece-saat yöntemi dış duvarlar için optimum yalıtım kalınlığının belirlenmesinde kullanılmıştır [9]. Çalışma, Türkiye'deki 7 şehir ve farklı referans sıcaklıklar (ısıtmada 14-16-18-20-22 °C ve soğutmada 18-20-22-24-26 °C) için yapılmıştır. Optimum yalıtım kalınlığının 1.6-2.7 cm aralığında değiştiği belirlenmiştir.

Kürekeçi'nin çalışmasında ise, Türkiye'deki 81 şehir için optimum yalıtım kalınlıkları farklı yakıt türleri ve yalıtım malzemelerine bağlı olarak belirlenmiştir [10]. Yıllık enerji tüketimi hesabında ise derece-gün değerleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre doğalgazın kullanıldığı durumlarda yalıtım kalınlığının daha az çıktığı belirtilmiştir.

Büyükalaca vd. yaptıkları çalışmada, Türkiye'deki 78 istasyonun için ısıtma ve soğutma derece-günleri hesaplamışlardır [11]. Isıtma derece-saat hesabında 14, 16, 18, 20 ve 22 °C'yi soğutma derece-saat hesabında ise 18, 20, 22, 24, 26 ve 28 °C'yi referans sıcaklık olarak kullanmışlardır. Elde

edilen sonuçlar tablo ve haritalarla tüm Türkiye için sunulmuştur.

Literatür incelendiğinde, gerek derece-gün gerekse derece-saat ile ilgili birçok çalışma mevcuttur. Farklı referans sıcaklık değerleri için hesap yapan çalışmalar olduğu gibi tek bir referans sıcaklık değeri için hesap yapan çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmaların bazılarında her yıl için ayrı ayrı derece-gün ya da derece saat hesabı yapılırken bazılarında ise uzun yılların ortalaması kullanılarak hesaplar yapılmıştır. Son yıllardaki bina ısıtma/soğutma enerji tüketimi hesaplamaları ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, artık yıllık meteorolojik veriler kullanmak yerine o bölgeyi temsil eden tipik meteorolojik yıl (TMY) verilerinin oluşturularak hesaplamalarda kullanılması yoluna gidilmektedir [12]. Bu çalışmada, Türkiye'nin farklı iklimsel özelliklerini gösteren 8 şehri için TMY verileri [12] kullanılarak ısıtma derece-saatleri hesaplanmıştır. Hesaplamalarda referans sıcaklık olarak 17, 18,

19, 20, 21, 22, 23, 24 ve 25 °C kullanılmıştır. Sonuçlar aylık ve yıllık olarak sunulmuştur.

2. MATERYAL VE YÖNTEM (MATERIAL AND METHOD)

Türkiye'de 4 ısıtma derece-gün bölgesi bulunmaktadır [13]. Ancak, Türkiye'nin 4 ısıtma derece-gün bölgesine ayrılması çok kaba bir yaklaşımla olarak karşımıza çıkmaktadır [14] [15]. Bu çalışmada kullanılan meteorolojik veriler, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır ve Türkiye'nin farklı iklim karakteristiklerini gösteren 8 şehre aittir [12]. Bu şehirler sırasıyla İstanbul, Ankara, Trabzon, Van, Denizli, Diyarbakır, Adana ve Sivas'tır. Seçilen şehirlerle ilgili genel bilgiler Tablo 1'de sunuldu. Ortalama sıcaklık değerlerine bakıldığında en sıcak şehrin Adana (19.1 °C) ve en soğuk şehrin Sivas (9.1 °C) olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Seçilen şehirler için genel bilgiler (General information for selected cities) [12]

Şehir	Ortalama Sıcaklık (°C)	Enlem (°N)	Boylam (°E)	Rakım (m)	Veri Aralığı
İstanbul	15.0	41.14	29.05	33	1989-2006
Ankara	12.0	39.58	32.51	891	1989-2006
Trabzon	14.7	40.60	39.45	39	1989-2005
Van	9.2	38.28	43.20	1671	1989-2007
Diyarbakır	15.8	37.54	40.12	677	1989-2008
Adana	19.1	37.00	35.20	20	1989-2008
Sivas	9.1	39.44	37.00	1285	1989-2008
Denizli	16.2	37.78	29.08	425	1989-2006

Öncelikle, seçilen şehirler için TMY verileri hazırlandı. TMY çalışması ile ilgili detaylı bilgiler daha önceki çalışmada verilmiştir [12]. TMY yöntemi, bir bölgenin iklim özelliklerini temsil eden ve gerçek ölçüm verilerinden oluşan bir yıllık iklim verisi oluşturulmasıdır. Bu yöntemin temelinde Finkelstein-Schafer istatistiği yatmaktadır. Bu yöntemde, her bir aylık veri o aya ait uzun yılların ortalaması ile mukayese edilir ve ortalamaya en yakın ay TMY verisi olarak seçilir. Bu şekilde 12 ay için en iyi ayların seçimi yapılarak 12 aylık TMY veri seti elde edilmiş olur. Elde edilen TMY verileri kullanım amacına bağlı olarak saatlik, günlük veya aylık olabilir. Bu çalışmada, derece-saat hesabı yapıldığı için saatlik veriler kullanılmıştır. Her bir şehir için seçilen en iyi aylar tablo halinde [12]'de sunulmuştur.

TMY yönteminin amacı uzun yılları temsil eden 1 yıllık iklim verisinin elde edilmesidir. TMY'nin alternatifi olan uzun yılların aritmetik ortalamasının kullanılması durumunda, değişik yıllarda gerçekleşen mevsimsel farklılıkların etkisi elde edilen ortalamanın değişmesine ve bölgeyi temsil etme kapasitesinin düşmesine neden olur. Ayrıca, aritmetik ortalama ile elde edilen verilerin sentetik veriler olması da diğer bir olumsuz yanındır. Ancak, TMY yönteminde farklı yıllardaki mevsimsel farklılıklar en iyi ayların seçimini etkileyemeyeceği için ve kullanılan veriler gerçek ölçüm verileri olduğu için daha çok temsil edici olmaktadır.

Elde edilen saatlik TMY verileri kullanılarak derece-saat hesaplamaları 8 şehir için yapılmıştır. Derece-saat hesaplamasında kullanılan en genel formül şu şekildedir:

$$Derece - saat = \sum(T - T_r)^{\pm} \quad (1)$$

burada T saatlik dış ortam sıcaklığını (°C) ve Tr referans sıcaklık değerini (°C) ifade etmektedir.

Bu çalışmada, değişken referans sıcaklık değerleri (17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 ve 25 °C) için hesaplamalar yapıldı. İki sıcaklık değeri arasındaki fark (T - Tr) sıfırdan büyükse soğutma-derece saat, sıfırdan küçükse ısıtma-derece saat olarak hesaplamalara katılır.

$$Isıtma Derece - saat = \sum(T - T_r)^{-} \quad (2)$$

$$Soğutma Derece - saat = \sum(T - T_r)^{+} \quad (3)$$

Bu çalışmada sadece ısıtma derece-saat hesabı yapıldığı için farkın sıfırdan küçük olduğu durumlar dikkate alındı. Hesaplamalar saatlik olarak yapılarak aylık ve yıllık olarak 8 şehir için sunuldu.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

Saatlik TMY verileri kullanılarak Türkiye'nin farklı iklimsel özelliklerini yansıtan 8 şehir merkezi için aylık ve yıllık ısıtma derece-saat değerleri hesaplandı. Elde edilen sonuçlar Tablo 2-9'da sunuldu.

Yıllık derece-saat değerleri incelendiğinde beklendiği üzere, en yüksek değerler en soğuk şehir olan Sivas ve en düşük değerler ise en sıcak şehir olan Adana için hesaplandı. Ayrıca, şehirlerin ısıtma derece-saat değerleri açısından

sıralaması referans sıcaklık değerindeki değişimden bağımsız olarak değişkenlik göstermemektedir. Yıllık ısıtma derece-saat değeri açısından şehirlerin sıralaması en yüksekte en düşüğe doğru Sivas, Van, Ankara, Diyarbakır, İstanbul, Trabzon, Denizli ve Adana şeklindedir. Aylık ısıtma derece-saat değerleri bazı şehirlerde (Adana, Denizli, Diyarbakır, İstanbul ve Trabzon) sıfır olabilirken bazı şehirlerde (Van, Ankara ve Sivas) hiç sıfıra inmemektedir.

Referans sıcaklığın 21 °C olduğu durum için Adana'nın ısıtma derece-saat değeri 43615 iken Sivas'ın ısıtma derece-saat değeri 120719 olarak hesaplandı. Sivas ve Adana'nın ısıtma derece-saatleri arasında yaklaşık 3 kat fark olduğu belirlendi. Adana'nın aylık ısıtma derece-saat değerleri 0 (Ağustos) ile 8535 (Aralık) arasında değişirken Sivas'ın ki 1717 (Ağustos) ile 19009 (Aralık) aralığında değişmektedir.

Elde edilen aylık ve yıllık ısıtma derece-saat verileri literatür ile mukayese edilebilir. Mukayese için en uygun çalışma Satman ve Yalçınkaya'nın [4] Türkiye'nin 77 noktası için yaptığı çalışmadır. Bu çalışmada sadece yıllık ısıtma derece-saat değerleri 15, 17 ve 18.3 °C referans sıcaklıklar için verilmiştir. Söz konusu çalışmada belirtilmemiş olmakla birlikte derece-saat değerleri yaklaşık 6 yıllık (1991-1996) veri kullanılarak yapılmıştır. Mukayese yapılırken bu çalışmada değerlendirmeye alınan 8 şehrin 17 °C referans sıcaklık için elde edilen yıllık ısıtma derece-saatler kullanıldı. Elde edilen sonuçların mukayesesi Tablo 10'da verildi.

Tablo 2. İstanbul için ısıtma derece-saat değerleri (Heating degree-hour values for İstanbul)

Referans Sıcaklık (°C)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
17	8812	7395	8032	5689	1287	245	0	22	645	2713	5971	8125	48936
18	9556	8067	8776	6368	1787	406	2	59	932	3282	6667	8863	54764
19	10300	8739	9520	7054	2346	614	6	184	1285	3890	7378	9604	60919
20	11044	9411	10264	7747	2963	888	29	419	1712	4527	8096	10347	67443
21	11788	10083	11008	8453	3614	1243	77	754	2194	5203	8816	11091	74323
22	12532	10755	11752	9165	4286	1652	211	1176	2723	5910	9536	11835	81533
23	13276	11427	12496	9883	4981	2117	455	1679	3295	6633	10256	12579	89077
24	14020	12099	13240	10602	5697	2631	807	2245	3901	7369	10976	13323	96909
25	14764	12771	13984	11322	6429	3182	1238	2867	4540	8110	11696	14067	104968

Tablo 3. Ankara için ısıtma derece-saat değeri (Heating degree-hour values for Ankara)

Referans Sıcaklık (°C)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
17	13024	10225	9902	4903	3308	973	66	241	955	3538	9896	11203	68233
18	13768	10894	10646	5559	3806	1286	133	349	1332	4119	10614	11947	74453
19	14512	11565	11390	6232	4341	1640	235	485	1754	4728	11333	12691	80906
20	15256	12237	12134	6922	4902	2029	390	654	2229	5362	12053	13435	87603
21	16000	12909	12878	7622	5495	2455	604	877	2743	6018	12773	14179	94553
22	16744	13581	13622	8331	6111	2915	876	1159	3291	6697	13493	14923	101742
23	17488	14253	14366	9049	6750	3411	1198	1503	3870	7399	14213	15667	109168
24	18232	14925	15110	9769	7410	3940	1569	1894	4488	8111	14933	16411	116791
25	18976	15597	15854	10489	8094	4510	1985	2322	5133	8829	15653	17155	124596

Tablo 4. Trabzon için ısıtma derece-saat değeri (Heating degree-hour values for Trabzon)

Referans Sıcaklık (°C)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
17	7317	7046	7836	5657	1536	225	3	0	725	1182	6077	7769	45373
18	8053	7683	8568	6374	1960	373	22	1	1070	1573	6782	8502	50961
19	8795	8327	9304	7094	2457	605	107	15	1500	2034	7493	9241	56971
20	9538	8973	10042	7814	3027	931	279	61	2023	2537	8210	9985	63420
21	10282	9628	10784	8534	3658	1350	555	158	2610	3087	8930	10729	70306
22	11026	10293	11528	9254	4335	1846	945	345	3257	3672	9650	11473	77623
23	11770	10960	12272	9974	5034	2421	1433	640	3937	4292	10370	12217	85319
24	12514	11627	13016	10694	5743	3069	2018	1029	4633	4946	11090	12961	93339
25	13258	12295	13760	11414	6458	3760	2684	1492	5347	5621	11810	13705	101606

Tablo 5. Van için ısıtma derece-saat değeri (Heating degree-hour values for Van)

Referans Sıcaklık (°C)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
17	14834	12913	10611	7295	4675	1140	127	31	1648	3999	9296	13923	80493
18	15578	13585	11355	8015	5383	1480	221	84	2021	4652	10016	14667	87058
19	16322	14257	12099	8735	6102	1866	358	199	2433	5339	10736	15411	93858
20	17066	14929	12843	9455	6831	2296	542	369	2881	6046	11456	16155	100869
21	17810	15601	13587	10175	7567	2780	778	593	3384	6767	12176	16899	108117
22	18554	16273	14331	10895	8305	3322	1065	862	3936	7495	12896	17643	115577
23	19298	16945	15075	11615	9046	3916	1408	1181	4530	8233	13616	18387	123250
24	20042	17617	15819	12335	9789	4560	1809	1551	5165	8976	14336	19131	131129
25	20786	18289	16563	13055	10533	5240	2274	1964	5838	9720	15056	19875	139192

Tablo 6. Diyarbakır için ısıtma derece-saat değeri (Heating degree-hour values for Diyarbakır)

Referans Sıcaklık (°C)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
17	11952	9435	6261	4707	1865	249	0	0	390	1419	7266	10814	54358
18	12696	10107	6932	5303	2350	385	0	0	544	1811	7906	11558	59592
19	13440	10779	7621	5934	2861	565	0	0	719	2253	8563	12302	65038
20	14184	11451	8322	6586	3413	773	0	4	926	2731	9243	13046	70678
21	14928	12123	9040	7248	4003	1033	6	11	1164	3245	9946	13790	76538
22	15672	12795	9768	7920	4629	1336	23	32	1435	3791	10659	14534	82594
23	16416	13467	10505	8604	5282	1681	63	65	1742	4369	11378	15278	88850
24	17160	14139	11247	9302	5960	2071	141	120	2084	4978	12098	16022	95322
25	17904	14811	11991	10007	6654	2495	258	201	2471	5605	12818	16766	101982

Tablo 7. Adana için ısıtma derece-saat değeri (Heating degree-hour values for Adana)

Referans Sıcaklık (°C)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
17	5270	4227	4109	2828	22	0	0	0	17	348	2933	5637	25391
18	5957	4807	4811	3381	59	4	0	0	65	582	3479	6348	29491
19	6666	5419	5531	3968	132	21	0	0	154	895	4050	7065	33901
20	7400	6053	6259	4583	254	71	0	0	282	1256	4641	7797	38597
21	8143	6704	6993	5225	457	158	2	0	464	1675	5258	8535	43615
22	8887	7365	7731	5882	755	284	7	0	701	2149	5896	9278	48936
23	9631	8031	8472	6553	1136	460	26	0	979	2678	6551	10022	54540
24	10375	8701	9213	7232	1576	704	63	4	1311	3254	7221	10766	60421
25	11119	9373	9957	7918	2077	1019	122	18	1695	3865	7907	11510	66582

Tablo 8. Sivas için ısıtma derece-saat değeri (Heating degree-hour values for Sivas)

Referans Sıcaklık (°C)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
17	15502	13205	13293	6675	4587	1865	876	536	3510	4503	10666	16033	91251
18	16246	13877	14037	7360	5172	2293	1201	750	4056	5151	11375	16777	98295
19	16990	14549	14781	8060	5786	2763	1574	1020	4623	5816	12089	17521	105572
20	17734	15221	15525	8767	6423	3264	1991	1344	5206	6498	12808	18265	113046
21	18478	15893	16269	9480	7078	3795	2453	1717	5823	7196	13528	19009	120719
22	19222	16565	17013	10199	7756	4354	2949	2127	6459	7910	14248	19753	128554
23	19966	17237	17757	10919	8445	4936	3483	2570	7112	8631	14968	20497	136521
24	20710	17909	18501	11639	9141	5541	4049	3046	7777	9362	15688	21241	144604
25	21454	18581	19245	12359	9842	6172	4646	3556	8454	10098	16408	21985	152800

Tablo 9. Denizli için ısıtma derece-saat değerleri (Heating degree-hour values for Denizli)

Referans Sıcaklık (°C)	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
17	7968	6418	7073	3673	716	60	0	3	186	1374	5541	8428	41440
18	8709	7087	7799	4294	991	120	0	12	297	1679	6176	9172	46337
19	9453	7757	8535	4938	1319	205	2	39	462	2039	6831	9916	51499
20	10197	8429	9277	5598	1700	327	8	98	691	2437	7510	10660	56932
21	10941	9101	10021	6274	2129	492	20	233	974	2880	8201	11404	62672
22	11685	9773	10765	6963	2600	700	57	438	1309	3359	8899	12148	68697
23	12429	10445	11509	7662	3115	956	136	708	1685	3869	9607	12892	75014
24	13173	11117	12253	8369	3667	1260	267	1038	2111	4412	10318	13636	81623
25	13917	11789	12997	9083	4255	1613	458	1427	2577	5009	11035	14380	88542

İki çalışma arasında önemli farklar olduğu tespit edildi. En yüksek fark İstanbul için 7819 derece-saat olarak hesaplanırken en düşük fark ise Diyarbakır için 2594 derece-saat olarak hesaplandı. Yüzdesel olarak ise en yüksek fark Trabzon için % 16.6 olarak hesaplanırken en düşük fark ise Van için % 4.3 olarak hesaplandı.

Bu çalışmada kullanılan saatlik verilerin TMY verileri olması elde edilen sonuçların doğruluğunu ve geçerliliğini artırmaktadır [12] [16] [17] [18]. Ayrıca, TMY verilerinin oluşturulmasında kullanılan veri miktarının daha fazla olması, yakın tarihi kapsamı ve bahsi geçen çalışmadaki yılları kapsamı da bu çalışmanın diğer üstünlükleridir. Dolayısıyla, bu çalışmada elde edilen sonuçların bina ısıtma enerjisi tahminlerinde kullanılması doğruluk ve güvenilirlik açısından daha uygundur.

4. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin farklı iklimsel özelliklerini temsil eden 8 farklı şehri için ısıtma derece-saat değerlerinin hesaplanmasıdır. Çalışmada kullanılan saatlik sıcaklık verileri, bina ısıtma/soğutma enerjisi tahminlerinde kullanılan iklim verileri açısından günümüzdeki en güvenilir yöntemlerden olan TMY yöntemi ile elde edilmiştir. TMY çalışmasında kullanılan veriler 1989-2008 yıllarını kapsamaktadır. Derece-saat hesaplamasında farklı referans sıcaklık değerleri (17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24 ve 25 °C) kullanıldı. Yıllık ısıtma derece-saat değeri açısından şehirlerin sıralaması en yüksekte en düşüğe doğru Sivas, Van, Ankara, Diyarbakır, İstanbul, Trabzon, Denizli ve Adana şeklindedir. Elde

edilen sonuçlar diğer bir çalışma ile mukayese edildiğinde ciddi farkların (% 4.3-16.6) olduğu tespit edildi. Tablolar halinde sunulan sonuçlar bina ısıtma yükü tahminlerinde kullanılabilir.

KAYNAKÇA (REFERENCES)

- [1] C. Coşkun, A novel approach to degree-hour calculation: Indoor and outdoor reference temperature based degree-hour calculation, *Energy*, cilt 35, no. 6, pp. 2455-2460, Haziran 2010.
- [2] D. Lindelöf, Bayesian estimation of a building's base temperature for the calculation of heating degree-days, *Energy and Buildings*, cilt 134, pp. 154-161, Ocak 2017.
- [3] A. Durmayaz ve M. Kadioğlu, Heating energy requirements and fuel consumptions in the biggest city centers of Turkey, *Energy Conversion and Management*, cilt 44, no. 7, pp. 1177-1192, Mayıs 2003.
- [4] A. Satman ve N. Yalcinkaya, Heating and cooling degree-hours for Turkey, *Energy*, cilt 24, no. 10, pp. 833-840, Ekim 1999.
- [5] K. Papakostas ve N. Kyriakis, Heating and cooling degree-hours for Athens and Thessaloniki, Greece, *Renewable Energy*, cilt 30, no. 12, pp. 1873-1880, Ekim 2005.
- [6] Z. Oktay, C. Coskun ve I. Dincer, A new approach for predicting cooling degree-hours and energy requirements in buildings, *Energy*, cilt 36, no. 8, pp. 4855-4863, Ağustos 2011.

- [7] İ. Ekmekçi ve S. Pusat, Calculation of variable base degree-hours for four stations in Istanbul, *NUYEK*, Ankara, 2009.
- [8] S. Pusat, N. Tunç, İ. Ekmekçi ve Y. Yetişken, Degree-Time Calculations for Karabük, *ISITES*, Valencia, Haziran, 2015.
- [9] A. Bolattürk, Optimum insulation thicknesses for building walls with respect to cooling and heating degree-hours in the warmest zone of Turkey, *Building and Environment*, cilt 43, no. 6, pp. 1055-1064, Haziran 2008.
- [10] N. A. Kurekci, Determination of optimum insulation thickness for building walls by using heating and cooling degree-day values of all Turkey's provincial centers, *Energy and Buildings*, cilt 118, pp. 197-213, Nisan 2016.
- [11] O. Büyükalaca, H. Bulut ve T. Yılmaz, Analysis of variable-base heating and cooling degree-days for Turkey, *Applied Energy*, cilt 69, no. 4, pp. 269-283, Ağustos 2001.
- [12] S. Pusat, İ. Ekmekçi ve M. T. Akkoyunlu, Generation of typical meteorological year for different climates of Turkey, *Renewable Energy*, cilt 75, pp. 144-151, Mart 2015.
- [13] *TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları*, Mayıs 2008.
- [14] S. Pusat ve İ. Ekmekci, A study on degree-day regions of Turkey, *Energy Efficiency*, cilt 9, no. 2, pp. 525-532, Nisan 2016.
- [15] S. Pusat ve İ. Ekmekçi, A study on climatic zones of Turkey, *IX. International HVAC+R Technology Symposium*, İstanbul, Mayıs, 2010.
- [16] J. Yingni, Generation of typical meteorological year for different climates of China, *Energy*, cilt 35, pp. 1946-1953, 2010.
- [17] K. Kulesza, Comparison of typical meteorological year and multi-year time series of solar conditions for Belsk, central Poland, *Renewable Energy*, cilt 113, pp. 1135-1140, 2017.
- [18] K. Skeiker ve B. A. Ghani, A software tool for the creation of a typical meteorological year, *Renewable Energy*, cilt 34, no. 3, pp. 544-554, 2009.