

Konutlarda Soğutma Enerjisi Tüketiminin Farklı Baz Sıcaklıkları İçin Derece Gün Yöntemiyle Tahmini

Altan DOMBAYCI^{1*}, Hilmi Cenk BAYRAKÇI², Arif Emre ÖZGÜR³

¹Pamukkale Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü / DENİZLİ

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Senirkent MYO, İklim.-Soğ. Programı – Senirkent / ISPARTA

³Süleyman Demirel Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü / ISPARTA

Alınış tarihi:23.01.2009, Kabul tarihi:21.04.2009

Özet: Mevsimsel enerji ihtiyacı tahmini konutların ısıtma ve soğutma yükü tasarımında oldukça önemlidir. Konutların enerji analizlerinde kullanılan farklı yöntemler olmasına rağmen, en basit yöntemlerden biri derece- gün yöntemidir. Derece-gün yöntemi, ısıtma ve soğutma yüklerinin tahmininde, enerji planlamasında ve iklimlendirme cihazlarının boyutlandırılmasında önemli bir rol oynar. Bu çalışmada Türkiye'nin farklı iklim bölgelerindeki 10 il merkezleri (Adana, Afyon, Ankara, Edirne, Erzurum, İzmir, Ardahan, Artvin, Samsun ve Şanlıurfa) için soğutma aylarındaki farklı baz sıcaklıkları kullanılarak (tb= 20, 22, 24, 26, 28 °C) enerji tüketimi tahmini yapıldı. Farklı baz sıcaklıkları için yıllık ortalama soğutma derece-gün sayılarının hesabında bu il merkezlerine ait meteorolojik istasyonlarından elde edilen 20 yıllık (1985–2005) günlük maksimum ve minimum sıcaklık değerleri kullanıldı. Yapılan hesaplamalar sonucunda en yüksek soğutma derece-gün sayısına sahip olan Şanlıurfa'nın soğutma enerjisi tüketimi, en düşük soğutma derece-gün sayısına sahip Ardahan'ın 16 katıdır.

Anahtar Kelimeler: Soğutma Derece-Gün Sayısı; Soğutma Enerjisi; Konut

Estimation of Cooling Energy Consumption in Residents for Different Base Temperatures By Degree Day Method

Abstract: Estimating of seasonal energy requirement is so important for design of heating and cooling loads of residents. In spite of there are so many methods for residential energy analysis, one of the easiest is degree-days method. Degree-days method is playing an important role for estimating heating and cooling loads, energy planning and sizing of HVAC instruments. In this study, an energy consumption estimation is made by using different base temperatures (tb= 20, 22, 24, 26, 28 °C) in cooling months for ten cities (Adana, Afyon, Ankara, Edirne, Erzurum, İzmir, Ardahan, Artvin, Samsun and Şanlıurfa) at different climate regions in Turkey. For the calculation of different base temperatures for annual average cooling degree-days numbers, daily maximum and minimum temperature values for 20 years(between 1985-2005) are used which taken from meteorological stations at cities as said before. At the end of calculations, it is concluded that energy consumption of Şanlıurfa which has the highest degree-days number is 16 times bigger than energy consumption of Ardahan which has the lowest degree-days number for cooling.

Keywords: Cooling Degree-Day Number; Cooling Energy; Resident

Giriş

Enerji tüketimi, nüfus artışı, kentleşme, büyük kentlere yapılan yoğun göç ve yaşam standardındaki yükselme nedeniyle hızla artmıştır. Enerji tüketiminin en sık görüldüğü sektörler: sanayi, bina (konut ve ticari), ulaşım ve tarımdır. Bunların arasında enerji tüketiminin en fazla olduğu sektör ise binalardır (Bolattürk, 2008).

Mevsimsel enerji tüketimi hesapları, herhangi bir binadaki ısıtma ve soğutma yükü dizaynında hayati bir öneme sahiptir (Duryamaz vd., 2000). Enerji analiz yöntemlerinin farklılığına rağmen, en basiti derece-gün yöntemidir (Büyükalaca vd.,2001). Bir iklimin sertliği, derece-gün değeri ile karakterize edilebildiğinden, derece-gün yöntemiyle bir binanın ısıtma ve soğutma enerji ihtiyacı tahmin edilebilir (Bulut vd.,2007).

36-42° N enlemleri arasında bulunan Türkiye topraklarının büyük bir kısmı Asya toprakları üzerinde (756565km²), geri kalanı de Avrupa Kıtasında (24011)yer alır. Toplamı 780576 km² olan yüzölçümünün

9816 km²'si göllerden oluşur. Kara sınırları 2750 km'yi, deniz sınırları ise 6000 km'yi geçer. Deniz seviyesinden yüksekliği ortalama 1131 m olan Türkiye'nin, bugüne kadar ölçülen en yüksek ve en düşük sıcaklıkları sırasıyla 46,2 °C (Urfa) ve -43,2 °C (Ağrı-eski adıyla Karaköse) olup, Türkiye'nin tümünde yıllık ortalama sıcaklık 4 °C ile 20 °C arasındadır (Encyclopedia Millenia World Atlas, 2003).

Bu çalışmanın amacı, Türkiye'nin farklı bölgelerinde bulunan 10 il merkezine ait meteoroloji istasyonu sıcaklık verilerini kullanarak, soğutma derece-gün sayılarını hesaplayarak bu merkezlerdeki konutların soğutma enerji tüketimini tahmin etmektir. Derece-gün değerlerinin hesabında kullanılan baz sıcaklık değeri Avrupa'da 18 °C, ABD'de 18,3 °C olmasına rağmen, literatürde Türkiye için böyle bir veri bulunmamaktadır (Satman ve Yalçınkaya, 1999); ancak Şen ve Kadioğlu tarafından çizilen konfor diyagramına göre (Şen ve Kadioğlu, 1997), konutlarda konfor sıcaklık aralığının 15 °C ile 24 °C

arasında olacağı; 15 °C'nin altında ısıtma, 24 °C'nin üzerinde soğutma ihtiyacının doğacağı belirtilmiştir. Ancak, bu değerler tamamen teoriktir. Konutlarda ısınma ve soğutma dönemlerine göre ısı konfor sıcaklık değerleri, konutta oturan kişilerin yaşına, cinsiyetine, metabolizmasına vs. değişik değerler alabilir ve tamamen keyfidir; kısaca konfor sıcaklığı, konutta oturan kişinin kendisini rahat hissettiği sıcaklık değeridir. Bu nedenle hesaplamalarda 6 farklı baz sıcaklıkları kullanılmıştır. Soğutma derece-gün değerlerinin hesabında il merkezlerine ait 20 yıllık (1985-2005) günlük maksimum ve minimum dış ortam sıcaklıkları kullanılmıştır.

Materyal Ve Metot

a. Soğutma Derece-Gün Sayısı Ve Soğutma Enerji Tüketimi Hesabı

Derece- gün sayılarının (ısıtma ve soğutma) değeri yıldan yıla değişebilir. Bu nedenle ortalama derece-gün sayılarının hesaplanmasında 10 ya da 20 yıllık sıcaklık verileri kullanılmalıdır. Bir bölgenin derece-gün sayılarının gerçek değerleri günlük ortalama dış ortam sıcaklığı yerine, günlük maksimum (t_{max}) ve minimum (t_{min}) dış ortam sıcaklıkları kullanılarak hesaplanır (Moss, 1997). Bu çalışmada, yüzölçümü 130 m² ve toplam ısı iletim katsayısı (K_t) TS 825'e göre (TS 825, 1999) 0,25644 (kW/°C) olarak hesaplanmış bir konut, model olarak seçilmiştir. Soğutma derece-gün sayıları aşağıdaki eşitliklerden hesaplanmıştır (Moss,1997):

$$t_{\max} > t_b, t_{\min} < t_b \text{ ve } (t_{\max} - t_b) < (t_b - t_{\min}) \text{ ise} \\ SDG = 0.25(t_{\max} - t_b) \quad (1)$$

$$t_{\max} > t_b, t_{\min} < t_b \text{ ve } (t_{\max} - t_b) > (t_b - t_{\min}) \text{ ise} \\ SDG = 0.5(t_{\max} - t_b) - 0.25(t_b - t_{\min}) \quad (2)$$

$$t_{\max} > t_b \text{ ve } t_{\min} > t_b \text{ ise} \\ SDG = 0.5(t_{\max} + t_{\min}) - t_b \quad (3)$$

Yukarıdaki eşitliklerde, SDG: yıllık ortalama soğutma derece-gün sayısı, t_{max}: maksimum dış ortam sıcaklığı, t_{min}: minimum dış ortam sıcaklığı, t_b: baz sıcaklıktır. Baz sıcaklık, konuttaki iç ortam sıcaklığından ısı kazançlarının neden olduğu sıcaklıkların düşülmesinden sonra elde edilen sıcaklık değeridir.

Konutların soğutma enerjisi tüketimi:

$$YET = \left[\frac{24 \cdot SDG \cdot K_t}{COP} \right] [\text{kWh}] \quad (4)$$

bağıntısıyla hesaplanır (Bolattürk, 2007).

Bu bağıntıda, YET: konutun yıllık soğutma enerjisi tüketimi, K_t: konutun toplam ısı iletim katsayısı ve COP: ısıtma sisteminin performans katsayısı. Bu çalışmada 2,5 olarak seçilmiştir.

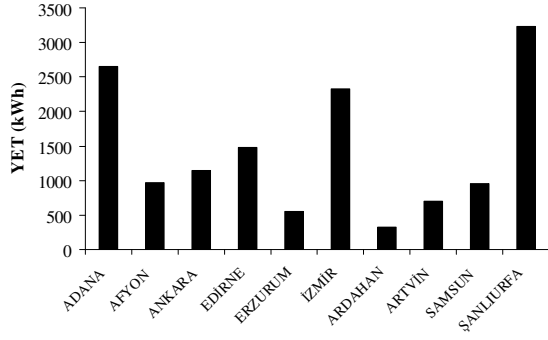
Bulgular

Bu çalışmada öncelikle farklı iklim bölgelerine ait 10 il merkezi için 6 farklı baz sıcaklıklarına göre soğutma derece-gün sayıları hesaplandı. 20 yıllık günlük maksimum ve minimum sıcaklık değerlerinden elde edilen soğutma derece-gün sayıları, Tablo 1'de gösterilmiştir. Bu değerlerden, her il merkezi için model binanın yıllık soğutma enerjisi tüketimi hesaplandı. Farklı baz sıcaklıklarına göre, il merkezlerinin yıllık soğutma enerji tüketimi değişimleri, Şekil 1. a,b,c,d,e ve f'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada yer alan illerin enlem-boylam ve derece gün sayıları

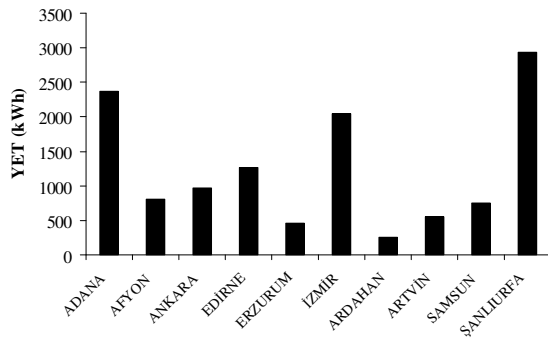
İL	ENLEM	BOYLAM	FARKLI BAZ SICAKLIKLARINA GÖRE DERECE GÜN SAYILARI					
			t _b = 19 °C	t _b = 20°C	t _b =22 °C	t _b =24 °C	t _b =26 °C	t _b =28 °C
ADANA	36,98	35,35	1078,01	960,59	735,28	528,50	350,30	206,83
AFYON	38,75	30,53	393,29	326,24	215,84	137,03	82,82	45,41
ANKARA	39,95	32,88	465,95	391,49	264,89	169,79	102,26	56,88
ARDAHAN	41,12	42,72	129,76	103,23	60,57	30,13	12,19	3,50
ARTVİN	41,18	41,82	286,31	222,61	127,99	67,98	33,89	16,39
EDİRNE	41,67	26,57	601,92	516,00	362,96	239,18	150,57	91,65
ERZURUM	39,90	41,28	224,30	185,07	122,33	75,06	39,93	17,25
İZMİR	38,43	27,17	946,07	831,85	616,79	429,11	275,72	159,24
SAMSUN	41,28	36,30	390,07	303,79	164,84	74,43	26,66	6,35
ŞANLIURFA	37,13	38,77	1310,80	1194,31	970,30	761,39	573,83	411,66

Hesaplanan ortalama SDG değerleri analiz edildiğinde, bölgelere göre oldukça değiştiği görülmektedir. Her baz sıcaklığında, en yüksek SDG değeri Şanlıurfa, en düşük SDG değeri ise Ardahan'dır. Şekillerden de görüldüğü gibi, soğutma döneminde (yaz aylarında) Şanlıurfa'nın soğutma enerjisi tüketimi Ardahan'ın yaklaşık 16 katıdır. Ardahan'ın ortalama sıcaklık değeri yaklaşık 22 °C'dir; dolayısıyla iç kazançlar yüksek değilse, Ardahan'ın konutlarının soğutulması gerekmeyecektir (Bulut vd., 2007);

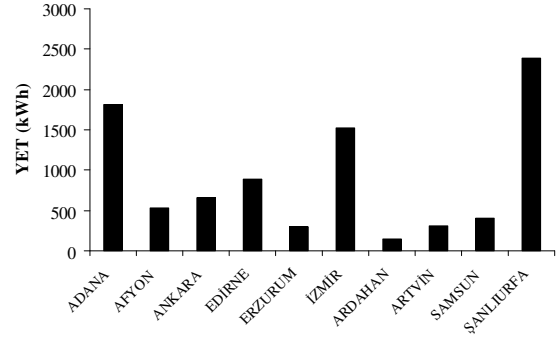


a) (19 °C)

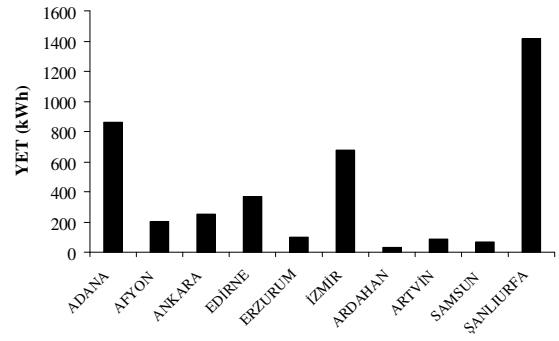
çünkü bu iki il arasında aynı baz sıcaklığı ve aynı konut koşulları (toplam ısı iletim katsayısı, konutta oturan kişi sayısı, kullanılan elektrikli ev aletleri vb..) dikkate alındığında, Şanlıurfa'da soğutma ihtiyacı doğarken Ardahan'da soğutma ihtiyacı olmayacaktır. Ayrıca baz sıcaklık değerleri arttıkça, yıllık soğutma enerjisi tüketimi azalmaktadır. Seçilen il merkezleri için baz sıcaklıklarına bağlı soğutma enerjisi tüketimi Şekil 1' de gösterilmiştir. Ayrıca Şekil 2'de illere göre yıllık enerji tüketimi değerlerinin baz sıcaklık ile değişimi görülmektedir.



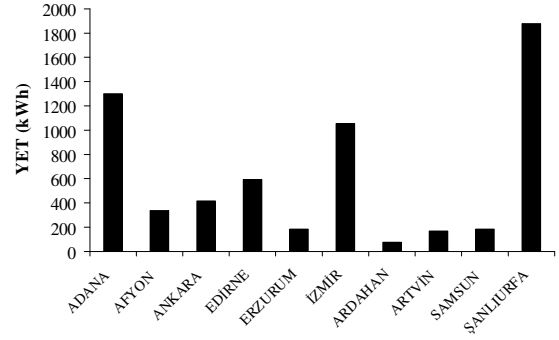
b) (20 °C)



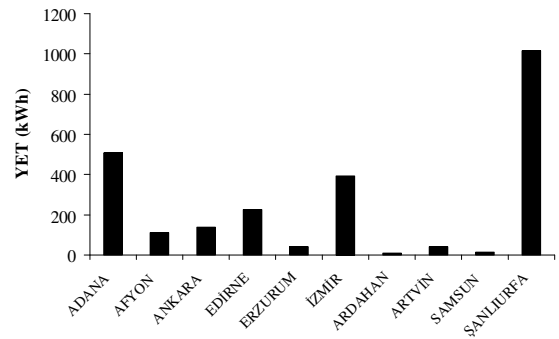
c) (22 °C)



e) (26 °C)

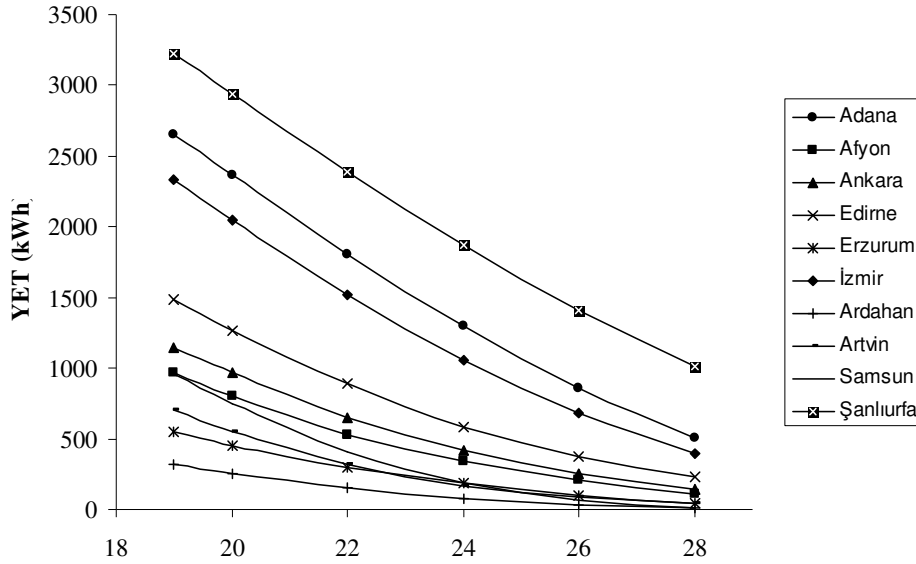


d) (24 °C)



f) (28 °C)

Şekil 1. İllere göre yıllık enerji tüketimlerinin değişik baz sıcaklıklar için kıyaslanması



Şekil 2. İllere göre yıllık enerji tüketimi değerlerinin baz sıcaklık ile değişimi

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, farklı iklim bölgelerine ait 10 il merkezi için 20 yıllık günlük maksimum ve minimum sıcaklık değerleri kullanılarak farklı baz sıcaklıkları için soğutma derece-gün sayıları hesaplanmış ve model olarak seçilen konutlarda soğutma enerji tüketimi tahmini yapılmıştır. Hesaplamalarda ortalama günlük sıcaklıklar yerine maksimum ve minimum dış sıcaklıklar kullanılarak daha doğru sonuçlar elde edilmiştir. Enerji tüketimi yüksek olan illerde gerekli yalıtım işlemleri konutun ısı karakterini düzelterek (dış duvar, tavan vb. yalıtımı, çift camlı pencere uygulaması), konutun soğutma enerjisi tüketimi azaltılabilir.

Bu yöntem kullanılarak soğutma enerjisi tüketimi tahmininin Türkiye geneline uygulanmasıyla soğutma enerjisi tüketiminin analizi daha sağlıklı olacaktır. Bu çalışmanın (ısıtma da dahil edilerek) Türkiye geneline uygulanması için çalışmalar sürdürülmektedir.

Kaynaklar

- Bolattürk, A. 2008. "Optimum Insulation Thicknesses for Building Walls With Respect To Cooling and Heating Degree-hours in the Warmest Zone of Turkey", Building and Environment, Volume 43, Issue 6, June 2008, Pages 1055-1064.
- Bulut, H., Büyükalaca, O., Yılmaz, T., "Türkiye için Isıtma ve Soğutma Derece-Gün Bölgeleri", 16.Ulusal Isı Bilimi ve Tekniği Kongresi, 30 Mayıs-2 Haziran 2007, Kayseri.
- Büyükalaca, O., Bulut, H., Yılmaz, T. 2001. "Analysis of Variable-base Heating and Cooling Degree-Days for Turkey", Applied Energy 69: 269-283.

Duryamaz, A., Kadioğlu, M., Şen, Z. 2000. "An Application of the Degree-Hours Method To Estimate the Residential Heating Energy Requirement and Fuel Consumption in İstanbul", Energy 25: 1245-1256.

Encyclopedia Millenia World Atlas, Boyut Yayın Grubu pp.25. İstanbul 2003.

Moss K.J. "Energy Management and Operating Costs in Buildings". E&FN SPON pp.13-57. London 1997.

Satman, A., Yalcinkaya, N. 1999. "Heating and Cooling Degree-Hours for Turkey". Energy 24: 833-840.

Şen Z, Kadioğlu, M. 1997."Heating Degree-days for Arid Regions". Energy 23: 1089-1094

Türk Standart Sayısı 825 (TS 825), 1999. Resmi Gazete Sayısı 23725.

Simgeler

- SDG: Soğutma derece-gün sayısı
 T_{max} : Maksimum dış ortam sıcaklığı [°C]
 T_{min} : Minimum dış ortam sıcaklığı [°C]
 YET: Yıllık soğutma enerjisi tüketimi [kWh]
 COP: Soğutma sistemi performans katsayısı