

# Tesisat

ULUSLARARASI ENERJİ TEKNOLOJİ VE TESİSAT DERGİSİ 1.500.000 TL MART 1999 39

INTERNATIONAL COMMERCIAL AND DOMESTIC SERVICE SYSTEMS  
Fundamentals, Applications, Systems and Equipments International Magazine



**Demir Döküm**  
KESİNTİSİZ RAHATLIK

Koç



Türk Demiri Dökümü (Türkiye'nin A.Ş. Pazarlama ve Satış) Genel  
Kontrollü İşletme Kurumu (KİT) Kurumu  
Ayrıca Çelik, Çelik Çubukları, Çelik Borular, Çelik  
Çelik Borular, Çelik Borular, Çelik Borular, Çelik Borular  
Türkiye'nin A.Ş. Pazarlama ve Satış Kurumu  
Türkiye'nin A.Ş. Pazarlama ve Satış Kurumu



TESİSAT SEKTÖRÜ  
ISH'99-FRANKFURT FUARINDA  
BULUSUYOR...

GREY



Makale

Article

# SICAKLIK ARALIĞI YÖNTEMİYLE YILLIK YAKIT TÜKETİMİNİN HESABI

*Annual Fuel Consumption  
Calculation by the Bin Method*

Ahmet ARISOY, Tolga DEMİRÇİVİ, Hüseyin TOROS, Orhan ŞEN, Levent ŞAYLAN

Yıllık yakıt tüketiminin hesabı için farklı yöntemler kullanılmaktadır. Daha gerçekçi tahmin için daha karmaşık yöntemlere ve daha detaylı iklim verilerine gereksinim vardır. Bu yazıda, tarafımızdan yürütülen Türkiye İklim Verileri Projesi çerçevesinde üretilen, İstanbul sıcaklık aralığı verileri verilmiş ve yakıt tüketimi hesabında kullanılan daha gerçekçi bir yöntem olan sıcaklık aralığı yöntemi anlatılmıştır. Yazıda ayrıca, Türkiye'de yaygın olarak kullanılan basit derece-gün yöntemi yerine önerilen bu yöntemin bir örnek uygulamasına yer verilmiştir.

There are different methods for prediction of annual fuel consumption. Usually simple degree-day method is known and used in Turkey. However more complicated methods and detailed weather data are necessary for more realistic predictions. With the help of a project, that we have carried on for TTMD, temperature bins for İstanbul has been produced and they are presented in this article. Using this temperature data, bin method can be applied to a building in İstanbul. A sample building is chosen and fuel consumption of building has been predicted by the bin method.

Ö  
Z  
E  
T

A  
B  
S  
T  
R  
A  
C  
T

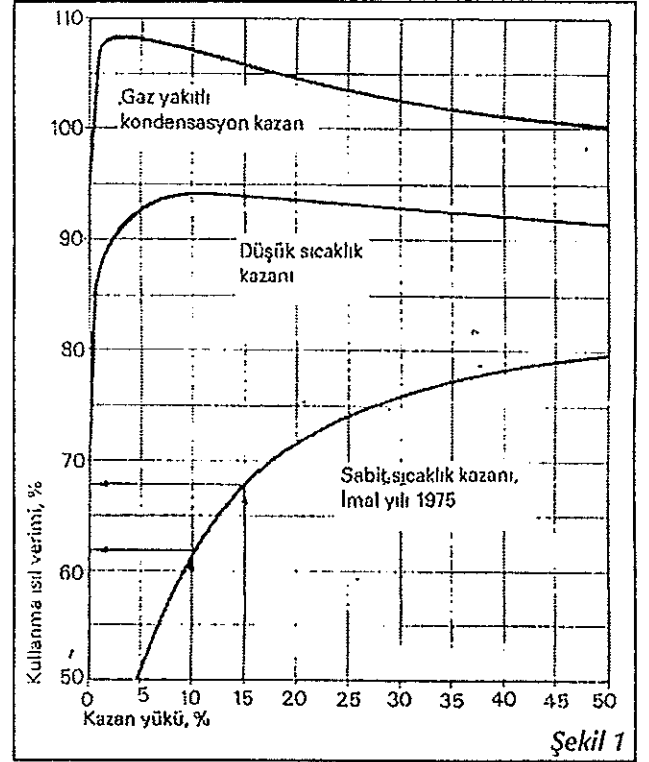
## GİRİŞ

Yıllık yakıt tüketiminin belirlenmesi amacıyla çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin verdikleri sonuçların gerçeğe uygunlukları karmaşıklık derecelerine bağlıdır. Bir başka önemli nokta ise, her yöntemin kendine uygun dış sıcaklık verilerine gereksinim göstermesidir. Türkiye’de yakıt tüketiminin belirlenmesi amacı ile daha çok “ Derece - Gün” veya “ Modifiye Edilmiş Derece-Gün” yöntemleri kullanılmaktadır. Elle hesap için bu yöntemler uygundur. Ancak bu yöntemlerde kazan ısı performansını göz önüne almak mümkün değildir. Diğer ısı üretim sistemlerinde olduğu gibi, sıcak su kazanları ısı verimleri de kısmi yüke bağlı olarak değişmektedir. Bu değişim farklı kazan cinslerinde farklı karakter ortaya koymaktadır. Dolayısı ile gün boyunca veya mevsim boyunca dış sıcaklığa bağlı olarak kazan verimindeki değişimin göz önüne alınması, gerçekçi yakıt tüketimi açısından önemli olduğu gibi, farklı sistemlerin performanslarının karşılaştırılabilme olanağı açısından da önem taşımaktadır. Derece - Gün yöntemlerinde bu mümkün değildir.

Kısmi yük herhangi bir zamanda sıcak su kazanından talep edilen ısı ile, kazanın anma ısı gücü veya kapasitesi arasındaki oranıdır. Örneğin 100 kW gücünde bir kazandan herhangi bir anda 65 kW güç çekiliyorsa, bu anda kısmi yük  $\phi = 0,65$  değerindedir. Isıtma amacı ile kullanılan sıcak su kazanlarında dış hava sıcaklığı düştükçe, tam yüke ( $\phi = 1,0$ ) yaklaşılır. Tam tersi havalar iyileştikçe kısmi yük değeri azalır. Kısmi yükün  $\phi = 0,40$  değerine inmesi normaldir. Ancak bazı yanlış seçilmiş kazanlarda kısmi yük  $\phi = 0,25$  değerinin çok altına kadar inebilmektedir.

Sıcak su kazanlarını kısmi yükteki davranışları bakımından üç ana grupta toplamak mümkündür. Bu üç davranış Şekil 1’de görülmektedir. Birinci grupta konvansiyonel kazanlar bulunmaktadır. Bu kazanlarda kısmi yüklerde kazan verimi düşmektedir. Bu düşüş süreklidir ve küçük yüklerle inildikçe hızlanır. Bu nedenle konvansiyonel kazanların kısmi yüklerde çalıştırılmaması için önlem alınmalıdır. İkinci grupta modern düşük sıcaklık kazanları bulunmaktadır. Bu kazanlarda büyük bir kısmi yük aralığında verim azalmaz. Ancak çok düşük kısmi yüklerde verimde düşme başlar. Bu kazanlarla kısmi yükte çalışma fazla sakıncalı değildir. Üçüncü grupta ise yoğunlaşmalı kazanlar bulunur. Bu kazanlarda tam tersine kısmi yüklerle gidildikçe verim artmaktadır. Bu nedenle de yoğunlaşmalı kazanlar mümkün olduğu kadar kısmi yükte çalıştırılmalıdır.

Kısmi yüklerdeki kazan davranışlarında, kazan cinsi kadar brülör cinsi de rol oynar. Tek kademeli on - off çalışan brülörler kısmi yüklerde çalışmada dezavantaj oluşturur ve ısı verimi düşürür. Buna karşılık oransal brülör kısmi yüklerde çalışmaya daha uygundur ve genellikle kısmi yükte verimi artırma yönünde etki



Şekil 1

eder. Hesaplarda kazan - brülör kombinasyonunun toplam sistem verimi dikkate alınmalıdır. Bu kısmi yüke bağlı sistem verimi değişimi ciddi firma kataloglarında verilmektedir. Bu çalışmada konvansiyonel kazanlar için kısmi yükte verim değişimi,

$$\eta = 0,602 + 0,574 \cdot \phi - 0,356 \phi^2$$

ifadesi ile ele alınmıştır. Burada  $\phi$  kısmi yüküdür.

## SICAKLIK ARALIĞI YÖNTEMİ

Sistemin kısmi yüklerdeki davranışını ancak “Sıcaklık Aralığı Yöntemi” veya saatlik dış iklim verilerine dayanan “Bina Simülasyonu” bilgisayar programları ile gözönüne almak mümkündür. Sıcaklık aralığı yönteminde, gözönüne alınan şehir için, dış sıcaklıkların belirli sıcaklık aralıklarında yılda (Isıtma mevsimi boyunca) kaç saat meydana geldiği belirlenir. Örneğin +3 ile +6 °C arasında dış sıcaklık ısıtma mevsimi boyunca kaç saat meydana gelmektedir? Bu veriler Türkiye için mevcut olmadığından, bu yöntem kullanılarak hesap yapılmak istendiğinde, paket programların menüsünde bulunan şehirlerden uygun olanı seçilmek suretiyle çözüme gidiliyordu.

Türkiye iklim verileri ile ilgili projemizde 4 şehrimizde 6 istasyon için saatlik verilerden hareketle dış sıcaklıklar belirlenmiştir. İstanbul için Cöztepe istasyonu esas alındığında, bu istasyon için tipik referans yıl dış sıcaklık değerleri üretilmiştir. Tipik referans yıl boyunca saatlik olarak dış sıcaklıklar belli olduğundan, buradan

hareketle ısıtma mevsimi boyunca 2 °C aralıklarla belirlenen sıcaklık aralıklarında kaç saat kalındığı hesaplanabilir. Günün 24 saati dikkate alındığında (sürekli işletme rejimi) İstanbul için sıcaklık aralıkları çubuk diyagramı Şekil 2 'de verilmiştir. Buna göre örneğin +2 ile +4 °C sıcaklık aralığında ısıtma mevsiminde İstanbul'da 594 saat kalınmaktadır. Sıcaklık aralıklarında kalma süresi genellikle saat olarak değil, zaman yüzdesi olarak verilmektedir. Şekil 3'te aynı veriler zaman yüzdesi cinsinden verilmiştir. Bu zaman yüzdesi ağırlıkları dikkate alındığında, İstanbul için ortalama kış dış sıcaklığı 8,7 °C olmaktadır. Eğer gece 0 ile 6 saatleri arasında kalorifer kapatılırsa bu durumda belirli sıcaklık aralıklarında bulunma saat sayısı ve oranı değişmektedir. Bu durum ise Şekil 4'de verilmiştir. Gece 0-6 saatleri çıkarıldığında İstanbul kış ortalama dış sıcaklığı 9,1 °C değerine yükselmektedir. Sıcaklık aralığı yöntemine göre yıllık yakıt tüketimini belirlemek için, önce her sıcaklık aralığındaki yakıt tüketimleri bulunur.  $B_{bin}$  ile gösterilecek bu değer,

$$B_{bin} = (\sum KF + 0,33 \cdot V \cdot n) (T_{ic} - T_{bin}) \cdot H_{bin} / \eta_{bin} \text{ veya}$$

$$B_{bin} = Q_k \cdot (T_{ic} - T_{bin}) \cdot H_{bin} / (\eta_{bin} (T_{ic} - T_{ic}))$$

şeklinde bulunur. Eğer yapıya ait dış kabuk verileri biliniyorsa, yukarıdaki ifadeden yararlanılır. Burada TS 825'in yeni revizyonundaki ifadeler kullanılacaktır. Buna göre,

$$\sum KF = K_{kt} \cdot F_{dt} + K_p \cdot F_p + 0,8 \cdot K_{lav} \cdot F_{lav} + 0,5 \cdot K_{dış} \cdot F_{dış}$$

Burada  $K_{kt}$ ,  $K_p$ ,  $K_{lav}$  ve  $K_{dış}$  sırası ile dış duvar, pencere, tavan ve döşemenin ( $W/m^2K$ ) cinsinden ısı geçiş katsayıları;  $F_{kt}$ ,  $F_p$ ,  $F_{lav}$  ve  $F_{dış}$  aynı yerlerin ( $m^2$ ) cinsinden alanlarıdır. Enfiltrasyon özgül kaybı için,

$$V = \text{Bina toplam hacmi, (m}^3\text{)}$$

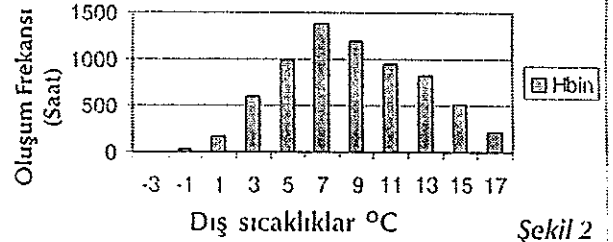
$$n = \text{Hava değişim katsayısı (İyi sızdırmazlık için } n=1 \text{ değeri, kötü sızdırmazlık için } n=2 \text{ değeri önerilmektedir.)}$$

Eğer yapı dış kabuğuna ait veriler bilinmiyor, ancak toplam ısı kaybı değeri biliniyorsa (örneğin mevcut bir yapıdan radyatörler sayılarak), bu durumda  $Q_k$  ısı kaybı değeri (W) kullanılabilir. İfadelerde  $T_{ic}$  iç hesap sıcaklığı,  $T_{dış}$  dış hesap sıcaklığı ve  $T_{bin}$  gözönüne alınan sıcaklık aralığının ortalama sıcaklık değeridir. Son olarak  $\eta_{bin}$  söz konusu aralıktaki kazan ısı verimlidir. Bu değer toplam kazan kapasitesi ile söz konusu sıcaklık aralığındaki ısı yük arasındaki oran (kısmi yük) kullanılarak, verimin kısmi yüke bağlı fonksiyonundan belirlenir.

Her sıcaklık aralığındaki yıllık yakıt tüketim değerleri toplanarak yapının toplam yıllık yakıt tüketimi bulunur.

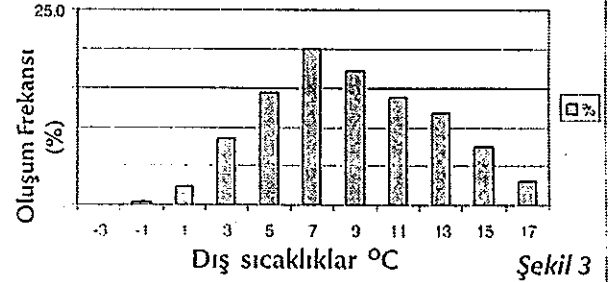
$$B = \sum B_{bin}$$

İstanbul sıcaklık aralığı değerleri



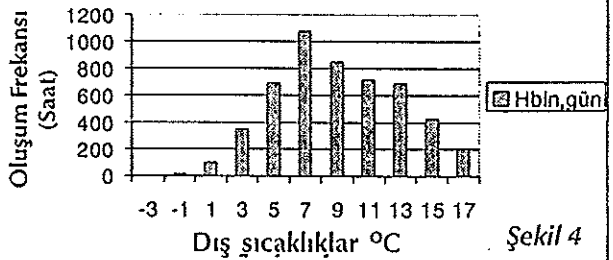
Şekil 2

% aralık değerleri



Şekil 3

İstanbul gündüz sıcaklığı aralık değerleri değerleri



Şekil 4

#### YÖNTEMİN UYGULANMASI

Bu hesap elle yapılabileceği gibi, bilgisayarda basit bir Excel programı yazılarak da yapılabilir. Örnek olarak hazırlanan bir basit programda hesaplanan değerler aşağıda verilmiştir. Örnekte TS 825 'te tavsiye edilen K değerleri kullanılmıştır. Buna göre

$$K_{dd} = 0,6 \text{ w/m}^2\text{K} \quad F_{dd} = 6292 \text{ m}^2$$

$$K_p = 2,8 \text{ w/m}^2\text{K} \quad F_p = 210 \text{ m}^2$$

$$K_{lav} = 0,4 \text{ w/m}^2\text{K} \quad F_{lav} = 286 \text{ m}^2$$

$$K_{dış} = 0,6 \text{ w/m}^2\text{K} \quad F_{dış} = 286 \text{ m}^2$$

$$V = 1230 \text{ m}^3$$

$$n = 1$$

$$T_{ic} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_{dış} = -3 \text{ }^\circ\text{C}$$

değerleri ve Şekil 2'deki İstanbul sıcaklık aralığı verileri programın girdileridir.

Kazan gücü, 100 kW kabul edilirse, doğal gaz kullanımı halinde hesap sonuçları tablo halinde Tablo 1'de gösterilmiştir.

Buna göre, yaklaşık 7 katlı 14 dairesi çok iyi yalıtılmış apartmanda 100 kW gücünde konvansiyonel kazan kullanıldığında, sürekli rejimde yıllık doğal gaz tüketimi 36011 m<sup>3</sup> değerindedir. Kazan anma verimi %82 olmasına karşın, yıllık kazan ortalama kullanma verimi %78 düzeyindedir.

Aynı binada kullanılan kazan kapasitesinin değişmesi ile ortalama kazan veriminde ve tüketilen yakıt miktarındaki değişme aşağıda verilmiştir :

Kazan Kapasitesi	Yakıt Tüketimi	Ortalama Yıllık Verim
kw	m <sup>3</sup> /yıl	-
84	35235	%80
100	36011	%78
117	36770	%77
134	37463	%75
150	38083	%74

Görüldüğü gibi maksimum ısı kaybına göre seçilen kazan ile %80 daha büyük seçilen kazan arasında aynı binada aynı şartlarda çalışma halinde, yıllık yakıt tüketimi 35 bin m<sup>3</sup>'ten 38 bin m<sup>3</sup> değerine yükselmekte; verimle %6 mertebesinde bir düşme olmaktadır. Dolayısı ile konvansiyonel kazanlar kesinlikle ihtiyaçtan fazla seçilmemelidir.

Geceleri 6 saat kesinti olması halinde yıllık yakıt tüketiminde ve ortalama verim değerinde değişimler meydana gelecektir. Gece durma sırasında binadaki soğumanın bu yöntemle gözönüne alınması mümkün değildir. Dolayısıyla bu soğuma etkisi ihmal edilmiştir. Buna göre gece 6 saat söndürülen sistemde yıllık yakıt tüketimi ve yıllık kazan verimi değerleri bir önceki benzer şekilde tablo halinde verilmiştir:

Kazan Kapasitesi	Yakıt Tüketimi	Ortalama Yıllık Verim
kw	m <sup>3</sup> /yıl	-
84	25634	%80
100	26210	%78
117	26765	%76
134	27268	%75
150	27717	%74

Cöürldüğü gibi gece kaloriferin söndürülmesi önemli ölçüde yakıt tasarrufu sağlarken, daha fazla kısmi yüklerde çalışma nedeniyle verimde binde mertebelerinde hafif bir düşme olmaktadır.

#### SONUÇ

Yıllık yakıt tüketimi hesaplarında sistem etkisini verebilmesi açısından sıcaklık aralığı yöntemi faydalı bir yöntemdir. Bu yöntemin kullanılabilmesi için gerekli veri TTMD tarafından desteklenen bir proje ile Türkiye'deki 4 şehir için üretilmiştir. Bu çalışmada İstanbul için sıcaklık aralığı değerleri 24 saat sürekli çalışma ve 6 saat kesintili hal için verilmiştir. Buna göre İstanbul için gece - gündüz tüm sıcaklıklar alındığında, kış ağırlıklı ortalama dış sıcaklığı Tipik Referans yıl için 8,2 °C değerindedir.

Bu veri çeşitli ısıtma sistemlerinin değerlendirilmesinde kullanılabilir. Bu çalışmada konvansiyonel tip kazan kullanılan sistemlerle ilgili örnek hesap yapılarak sonuçları tartışılmıştır. Buna göre büyük konvansiyonel kazan seçmek daha fazla yakıt tüketimine neden olmaktadır. Öte yandan gece kaloriferin 6 saat söndürülmesi önemli ölçüde yakıt tasarrufu sağlamaktadır. Buna karşılık verimde hafif bir düşme gerçekleşmektedir.

Tiç-Tbin ort	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	TOPLAM
H bin	216	516	819	957	1185	1380	993	594	166	32	3	6881
T bin ort	17	15	13	11	9	7	5	3	1	-1	-3	
q kayıp bin (W)	10919,04	18198,4	25477,76	32757,12	40036,48	47315,84	54595,2	61874,56	69153,92	76433,28	83712,64	
Q bin (Wh)	2358513	9390374	20866285	31348564	47443229	65295859	54213034	36753489	11479551	2445865	251137,9	2,82E+08
qkazan (W)	100455,2	100455,2	100455,2	100455,2	100455,2	100455,2	100455,2	100455,2	100455,2	100455,2	100455,2	
Kısmi yük	0,11	0,18	0,25	0,33	0,40	0,47	0,54	0,62	0,69	0,76	0,83	
Verim	0,66	0,69	0,72	0,75	0,77	0,79	0,81	0,82	0,83	0,83	0,83	0,78
Qbin kazan (Wh)	3572501	13524913	28793788	41724679	61278734	82300650	67028535	44794570	13856901	2937472	301445,9	3,6E+08
Bbin (m3)	357,2501	1352,491	2879,379	4172,468	6127,873	8230,065	6702,853	4479,457	1385,69	293,7472	30,14459	36011

Tablo 1