

# BACALAR VE BOYUTLANDIRILMASI

## Prof. Dr. Alpın Kemal DAĞSÖZ

1935 yılında Antalya'da doğdu. Antalya'da İlkokulu Niğde'de ortaokulu, Adana Erkek Lisesi'ni 1958' de İ.T.Ü. Makina Fakültesi'ni bitirdi. 1966'da Dr. Müh. 1971 'de Doçent ve 1976'da Profesör oldu. 20'nin üzerinde kitabı, 27 yabancı dilde, 30'un üzerinde Türkçe makalesi ve raporu yayınlandı, 42 konferans verdi. İleri Isı Geçişi, Sıcaklık Ölçmeleri, Proses Tekniği Kurutma Tekniği, Sanayide Isı Ekonomisi, Güneş Enerjisi, Isı Pompaları, Isı Enerjisi Uygulamaları, Isı Geçişinde Özel Konular ile Doğal Gaz derslerinin verilmesini önerdi ve verdi. Et ve Balık Kurumu Darmstadt TH, Belfort IUT, Fahr AG, Sulzer AĞ, Brown Boveri Cie ile Daimler Benz'de kısa ve uzun süreler çalıştı.

## 1-Giriş

Ülkemizde özellikle küçük sanayi tesisleri ile konutlardaki bacalara önem verilmediğini ve bilimsel projelendirilmediğini söyleyebiliriz.

"Yanma iyi olmuyor, baca iyi çekmiyor, binanın içi duman doluyor" gibi şikayetlere ilave olarak doğalgazın kullanılmaya başlamasıyla da "duvarlarda terleme, ıslanma oluyor, baca çökmesi görüldü" vb. şikayetler de gündeme gelmeğe başlamıştır.

Baca yapımı ile baca sorunlarının çözümü hiç şüphe yok ki bir uzmanlık dalıdır. Gelişmiş ülkelerde, baca konusunda uzmanlaşmış hatta seramik veya metalik olmak üzere dahi farklı imalat yapan çok sayıda firmaların bulunduğunu görüyoruz.

Isıtma tesisleriyle uğraşan firmaların mühendislerin müşterileri ile ilk konuşmalarında "Eğer yeni bir ısıtma tesisi yapacaksınız veya kazan yakıt dönüşümleri söz konusu ise bacalarınıza dikkat etmelisiniz" cümlesine vurgulayarak yer vermektedir. ,

Bilindiği gibi yanma sonunda meydana gelen CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> gibi yanma ürünleri ile partiküller yanında su buharı da baca gazı -duman- ile birlikte havaya atılır. Eğer bacanın boyutlandırılması iyi yapılmamışsa ve malzeme seçimi de uygun değilse baca gazı içindeki su buharının yoğuşması ve buhar geçişi -difüzyonu- olayları meydana gelir.

Aşağıdaki bölümlerde verilen özel bilgilerden de anlaşılacağı üzere, baca konusunun makina mühendisliğine hatta daha da ilerisinde ısı mühendisliğine dayanan bir uzmanlık dalı olduğu şüphesizdir.

## 2. Bacadan Isı Kayıpları

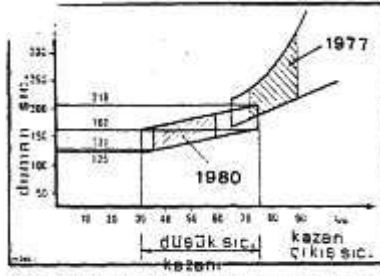
Gelişmiş ülkelerde kazan verimleri %90'ların üzerine çıkmıştır. Tablo-1 de verildiği üzere DİN 4702'de kazan gücüne göre baca kayıplarına sınır getirilmiştir. (1) (2) (4)

| Kazan Isı Gücü | Baca Kaybı |          |
|----------------|------------|----------|
|                | 1.1 1983   | 1/1/1988 |
| 4-25 KW        | % 14       | % 12     |
| 25-50 KW       | % 13       | % 11     |
| 50-120 KW      | % 12       | % 10     |
| > 120 KW       | % 11       | % 10     |

Tablo-1. Kazan gücüne göre müsaade edilen baca kayıpları (1) (2)

Şekil-1'de kalorifer kazanlarının baca gazı ve su sıcaklıklarına göre 1977 öncesi ve 1980 sonrası çalışma aralıkları verilmiştir. (3)

Kazan teknolojisindeki gelişmeler sonucunda düşük sıcaklık kazanlarında verimin %90'ların üstüne çıkması yanında üst ısıl değer -yoğuşmalı yani kondenzasyonlu- kazanlarda alt ısıl değere göre hesap edilen verimin % 106'lara yükseldiğini hava ve ışınlama ısı kayıplarının %4,5 a kadar düştüğünü görüyoruz. (5)



Şekil-1. Klorifer kazanlarının baca gazı ve su sıcaklıklarına göre çalışma aralıkları (3).

Baca gazı-duman-sıcaklıklarına göre bacalar:

80 °C A tipi

120 °C B tipi

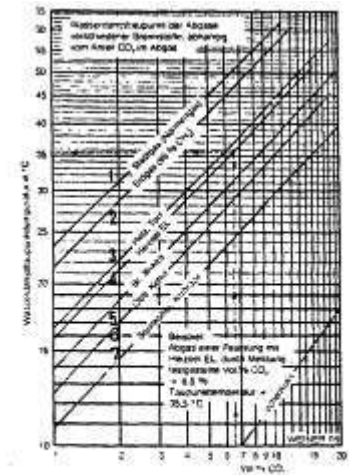
160 °C C tipi

olarak ta sınıflandırılmaktadır. (1)

### 3- Baca Gazının Yoğuşması

Bilindiği üzere yakıtın bileşiminde hidrojen de bulunmaktadır. Yanma neticesinde pratik olarak: 1 litre fuel-oil yanmasından 1 kg su buharı 1 kg odunun yanmasından 1 kg su buharı 1 m<sup>3</sup> doğalgazın yanmasından 1,5 kg su buharı açığa çıktığı göz önüne alındığında doğal gazın kullanılması halinde yoğuşmanın daha fazla meydana geleceği anlaşılır.

Şekil-2'de baca gazının CO<sub>2</sub> yüzdesine göre muhtelif yakacaklar için yoğuşma sıcaklıkları verilmiştir.(1) (3)



Şekil-2. Baca gazının CO<sub>2</sub> yüzdesine göre muhtelif yakacaklar için yoğuşma sıcaklıkları.

### 4- Yoğuşmaya-Rutubete-Hassas Olan ve Olmayan Bacalar

Baca gazının baca içinde soğumasını azaltmak için baca yalıtımının iyi olmasının yanında baca kesitinin de iyi olması gerekir.

Çok katlı binalarda ve üst ısı değer kazan kullanılması halinde baca gazı bünyesindeki su buharı çok olup baca içinde yoğuşma kaçınılmazdır. Bu halde bacanın, baca malzemesinin rutubet ve yoğuşma suyundan zarar görmeyecek şekilde ve uygun malzemelerden yapılması gerekir. Kömür ve fuel-oil yakılması halinde ise baca malzemesinin ayrıca aside de dayanıklı olması gerektiği unutulmamalıdır. İç yüzü sırlanmış seramik, cam polivinylidenfluorid (PVFD), korozyona mukavim kaliteli çelik ve rutubete ve/veya aside dayanıklı malzemeler

kullanılır.

Bacalarda yoğuşma olmaması için baca gazlarının baca ağzındaki-baca çıkışındaki-sıcaklığın yoğuşma noktasının altına düşmemesi gerekir. Bu tip bacalar rutubete hassas bacalar olarak adlandırılır.

Eğer bacanın içinde yoğuşma noktasının-sıcaklığının-altına düşerse yoğuşma başlar ve baca malzemesi zarar görür. Yoğuşan sudan baca malzemesinin zarar görmemesi için rutubete hassas olmayan baca sistemi gereklidir.

$$\frac{1}{A} = 0,12 \frac{m^2 K}{W}$$

|                         |   |
|-------------------------|---|
| kesiti                  | A= 0,135 x 0,200 m <sup>2</sup>             |
| kazan ısı gücü          | N <sub>N</sub> =18 kW                       |
| baca girişindeki basınç | P <sub>g</sub> =26,6; 19,8 N/m <sup>2</sup> |
| CO <sub>2</sub> yüzdesi | CO <sub>2</sub> =%9; %5                     |

olduğuna göre bacanın iç yüzeyinin ve baca gazının sıcaklıklarının yükseklikle değişimleri ile 52,8 °C ve 43,2 °C olan çığ noktası sıcaklıklarını kesmeleri verilmiştir.

Yoğuşma göz önüne alınarak özel seramik bacaların iç yüzeyleri sırlı veya hava aralıklı yapılıdır. Ayrıca kaya yünü veya benzeri malzemeye ısı yalıtımlarının yapılması söz konusudur. Şekil 4'de iç yüzeyi sırlı ve hava aralıklı baca sistemleri verilmiştir. (1) (6) (8)

Bacalarda yoğuşmanın önlenmesi yönünden bacaların ısı iletim dirençlerinin yüksek olması önemlidir.

Bacalar ısı iletim dirençlerine göre tablo 2'de görüldüğü gibi 3 grupta toplanırlar. Ayrıca IV. grup içinde toplanan bacalar da vardır. Bu bacalar grubuna istenilen özellikleri azaltılmış çelik bacalar girmektedir ve

ısı iletim dirençleri ;  
m<sup>2</sup> k

$$0,12 \frac{m^2 K}{W}$$

değerinden küçüktür.

| ısı iletim direnci<br>$\frac{m^2 K}{W}$ | ısı iletim direnci<br>grubu | Pürüzlülük<br>(r) mm |
|---|-----------------------------|----------------------|
| en az 0,65                              | I                           | 2                    |
| 0,22-0,64                               | II                          | 2                    |
| 0,12-0,21                               | III                         | 3                    |

Tablo-2. Bacaların Isı İletim Dirençlerine Göre Gruplandırılması

## 5-Yanma Havası İç Ortamdan Temin Edilen Ocaklı Isı Üretim Cihazları Bacaları

Şofben, kombi su ısıtıcısı gibi ısı üretim cihazları ile kazanlarda yanma havası bulunulan ortamdan alınır ve baca gazı - baca yolu ile havaya atılır.

Bu tip bacaları :

### 1- Şönt bacalar

a- tekli şönt bacalar

b- ikili şönt bacalar

### 2- Tek kolonlu bacalar

a- tekli bacalar

b- müşterek bacalar

olmak üzere gruplandırmak mümkündür.

## 5-1. Şönt bacalar

### 5-1a Tekli şönt bacalar

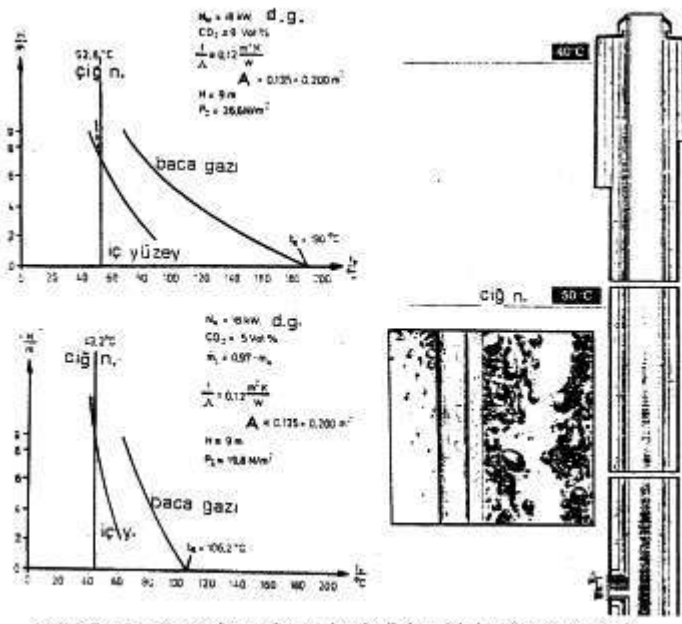
Şekil-5' de görüldüğü gibi tekli şönt bacalar ana kolon ve yan kolon olmak üzere iki kolondan meydana gelmiştir.

Her bir katta sadece tek bir ısı üretim cihazının baca gazı borusunun bağlandığı yan kolon 1800 mm den az olmamak üzere en fazla kat yüksekliği kadardır.

Baca gazı yan kanal içinde bir üst kattaki ısı üretim cihazının baca bağlantı seviyesinin hemen altına kadar yükselerek ana kolona geçiş yapar.

İkinci kattaki yan kanal alttan kapalı olup ısı üretim cihazından çıkan baca gazını bir sonraki kata kadar nakledecek ve ana kanala geçiş olur.

Binanın en üst katındaki ısı üretim cihazının bağlandığı yan kanal ise doğrudan doğruya baca ağzından havaya açılır.



Şekil 3. Rutubete hassas olan ve olmayan bacalar ile baca içinde yağışma. (1) (6) (7)

[bakınız: 10](#)

En üst kata kadar olan ısı üretim cihazlarında oluşan baca gazları hep ana kanala toplanarak ana kolonun baca ağzından dışarıya yani havaya atılır.

Ana ve yan kolon boyutları, kullanılan ısı üreten cihazların ısı yüklerine göre değişir ve hesap yoluyla olduğu gibi diyagramlardan faydalanılarak tespit edilir.

Şekil-5 'de Shunt İtaliana Technology S.R.L firmasının verdiği tekli şönt bacaya ait ana boyutlar görülmüyor.

[bakınız: 11](#)

### 5-1b. İkili şönt bacalar

İçer katlarda ikişer adet ısı üretici cihaz varsa ikili şönt bacalar kullanılır. Bu tip bacalarda ortada bulunan ana kolona karşılıklı olarak iki yan kolon, tek şönt bacadaki gibi bağlanır.

## 5.2. Tek Kolonlu Bacalar

### 5.2 a- Tekli bacalar

Bir bacaya sadece bir tane kazanın-ısı üretici cihazın bağlanması haline tek kolonlu tekli baca denir. Unutulmaması gereken husus; yanma havasının, ısı üretici cihazının bulunduğu ortamdan alınmasıdır.

### 5-2b. Müşterek bacalar

Bir bacaya birden fazla sayıdaki kazanın -ısı üretici cihazın- bağlanması haline müşterek baca denir.

### 6- Baca Kesitinin Bulunması

Baca kesitinin hesabı DIN 4705 Kısım 1 ve 2 de çok geniş olarak verilmiştir.

Baca kesiti hesabında öncelikle yakıt cinsinin, kazanın gücünün, baca gazı kazan çıkış sıcaklığının, kazanın konsantrasyonunun, üfleme, kaldırma, direnç, baca giriş basınçlarının bilinmesi gereklidir ve hesabı 80 adımda yapılır. Geniş bilgi ve örnek hesap 1 nolu kaynakta bulunabilir.

Ayrıca baca firmaları tarafından hazırlanmış programlar ile diyagramlar da mevcuttur.

Bu bölümde çeşitli baca kesiti ifadeleri verilmektedir. Gelecek yazılarımızda DIN 4705'e göre hesap tarzını vermeği düşünmekteyiz.

Muhtelif kitap ve yayınlarda verilen baca kesidi ifadeleri şunlardır. (9)

Redtenbacfer ifadesi:

$$F_w = \frac{m}{924 \sqrt{H}} \quad [1]$$

F : kesit m<sup>2</sup>  
m : 0,12: baca gazı miktarı kg/h  
H : baca yüksekliği m

Otruba ifadesi:

$$F_w = \frac{4,65 \cdot G_f \cdot V_{bg}}{0,3H - 0,1 \Delta p_w} \quad [2]$$

G<sub>f</sub> : Yakıt miktarı kg/h  
V<sub>bg</sub> : baca gazı hacmi (normal şartlarda) m<sup>3</sup>(N)/kg  
ΔP<sub>w</sub> : kazanın üfleme basıncı Pa

Wolf ifadesi:

$$F = \left( \frac{H T_{bg} Q_N}{183 \cdot 10^3 a \left( 1,2 - \frac{365}{T_{bg}} \right) H - 0,1 \Delta p_{ba} \cdot H} \right)^{0,4} \quad [3]$$

$T_{bg}$  : baca gazı sıcaklığı K  
 $Q_N$  : kazan su yitimi W

Gröber ifadesi:

$$F = \frac{\dot{m}}{\sqrt{H}} \sqrt{\frac{\lambda H/a + \Sigma \zeta}{1,5 \cdot 10^5 (\rho_{ba} - \rho_{bg})}} \quad [4]$$

$\zeta$  : özel direnç  
 $\lambda$  : sürtünme katsayısı  
 $a$  : dâirenin geometrik kesitinin çevre uzunluğu m  
 $\rho_{bg}$  : baca gazı yoğunluğu  $\text{kg/m}^3$   
 $\rho_{ba}$  : dış hava yoğunluğu  $\text{kg/m}^3$

Winterberg ifadesi:

$$F = \frac{Q_N + 10000}{\sqrt{H} \cdot (25 + 2 \sqrt{Q_N})} \quad [5]$$

Weber ifadesi:

$$F = \frac{V_{bg}}{\sqrt{H}} \sqrt{\frac{(\lambda_h h/a + \Sigma \zeta) \rho_{bg}}{2g \frac{\Delta p_b}{\Delta p_t} (\rho_{ba} - \rho_{bg})}} \quad [6]$$

$V_{bg}$  : baca gazı hızı  $\text{m}^3/\text{kg}$   
 $g$  : yerçekimi ivmesi  $\text{m/s}^2$   
 $\Delta p_b$  : baca basınç kaybı  $P_a$   
 $\Delta p_t$  : sızma basınç kaybı  $P_a$

Münz ifadesi:

$$F = \frac{Q_N}{1,86 \cdot 10^5 \sqrt{\frac{H(H+35)}{D_b} + \Sigma \zeta}} \quad [7]$$

$D_b$  : eşdeğer hidrolik çap  
 Bu ifade betondan yapılmış bacalar için uygundur.

Behrens ifadesi:

$$F = a \frac{Q_N}{\sqrt{H}} \quad [8]$$

$a$  katsayısı kesit şekli, baca durumu ve yakıt cinsine göre belirlenir. Çeşitli ülkelerde aşağıdaki değerleri alır.

$a = 0,01$  USA  
 $a = 0,02$  Almanya DIN 4705  
 $a = 0,0235$  İngiltere  
 $a = 0,03$  İsviçre  
 $a = 0,03164$  Fransa

Pfesterl ifadesi:

$$F = a \frac{V_{bg}}{4320 \sqrt{\frac{H}{4}}} \quad [9]$$

$V_{bg}$  : Baca gazı hızı (normal şartlarda)  $\frac{\text{m}^3(\text{N})}{\text{K}_L}$

**Kaynak:**

1. Dağsöz, A.K. Bacalar. Alp Teknik Kitapları 1993
2. Heizkessel DIN 4702
3. Merkbhall Abstimmung Heizkessel, VdZ nud ZIV. April 1989
4. Dağsöz, A.K. Sanayide Enerji Tasarrufu Alp Teknik kitapları. 1991.
5. Dağsöz, A.K. Doğalgaz, LPG, Çöp Yakacaklar ve Kalorifer Kazanları.-Basıma hazır-
6. Breton, O., Eberhard, R., Handbuch der Gasverwendungstechnik, R.Olden Hurg Verlag. GmbH. 1987
7. Plensa firması yayınları
8. Schiedel firması yayınları
9. Richter, W. Bemessung und Betriebsverhalten von Hausschornsteinen VEB Verlag for Bauwesen, 1989