

BİNALARDA BACA – II*

Ahmet ALPHAN,

1939'da İstanbul'da doğdu. 1968 yılında Avusturya'da Graz Teknik Üniversitesinden mezun oldu. 1971 yılında İ.T.Ü. İnşaat Fakültesinde Asistan olarak göreve başladı. 1974 yılında aynı üniversitenin Mimarlık Fakültesine geçti. 1978 yılında Dr., 1983 yılında Doç., 1988 yılında Profesör unvanlarını aldı. Halen aynı Fakültenin Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Ana Bilim Dalında görevine devam etmektedir.

1.1.2.5. Yakıt Türleri Etkisi

Katı yakıt türlerinden ağırlıklı olarak Fuel-oil'le ve bilahere doğalgaza ve aynı zamanda sobalı uygulamadan merkezi sisteme geçiş özellikle Fuel-oil kullanımında asite dayanıklılık kavramını da beraberinde getirmiştir.

Burada anlaşılması gereken kullanılan yakıtın alt veya üst ısı değerine bağlı olarak, yanma olayının mümkün olduğunca mükemmel olması, atık gaz içinde yalnız bulunması istenen CO₂, N₂, H₂O'nun belirli sınırlar içerisinde kalması için gerek duyulan yanma hava ihtiyacının tam olarak karşılanabilmesidir. Son zamanlara kadar hesaplamalarda alt asıl değer baz olarak alınmakta idi. Fakat yakma tekniğinin geliştirilmesi ile birlikte artık hesaplamalarda üst ısı değerinden hareket edilmektedir (23).

Bilindiği gibi üst ısı değerinde atık gazlar içinde bulunan suyun buharlaşma ısısı da göz önüne alınmakta dolayısı ile üst ısı değeri alt ısı değerinden atık gaz içinde bulunan su buharının buharlaşma ısısı miktarı kadar daha büyük olmaktadır. Üzerinde önemle durulması gereken bir diğer hususta yanma esnasında, yakıt gerektiğinden daha fazla hava iletildiği zaman bu fazla miktar da ısıtılacak ve atıkgazla birlikte dışarı atılacak dolayısı ile hasil olan enerjinin bir kısmı gereksiz yere harcanmış, ayrıca çekim gücü de zorlanmış olacaktır.

Aşağıda Tablo 1'de fuel-oil ve doğal gazın yakılması hususuna ilişkin bazı değerler verilmektedir (23).

Yakıt Türü	Fuel-Oil	Doğalgaz
Isıl Değer	H _{üst}44800 kJ/kg, 12,3 kWh/kg H _{alt}42700 kJ/kg, 11,8 KW/kg	41100 kJ/m ³ N, 11,3kWh/m ³ N 37500 kJ/m ³ N, 10,3 kWh/m ³ N
Yanma Havası İhtiyacı	(1 min).....10,2 m ³ N/kg	9,8 m ³ N/m ³ N
Atık gaz miktarı	V _{kuru}10,2 m ³ N/kg V _{nemli}11,8 m ³ N/kg	8,9 m ³ N/m ³ N 10,9 m ³ N/m ³ N
Atıkgaz içinde	CO ₂ miktarı %15,3, 1,6 m ³ N/kg H ₂ O miktarı 1,6 m ³ N/kg, 1,3 kg/kg	%12, 1,1 m ³ N/m ³ N 2,0 m ³ N/kg, 1,6 kg/m ³ N
Atıkgaz yoğunluğu	1,32 kg/m ³ N	1,25 kg/m ³ N

Tablo 1.

* Yazının I. Bölümü Nisan-Mayıs 1994 tarihli 13. sayıda yayımlanmış olup devamı gelecek sayılarda yayımlanacaktır.

1.1.2.6. Isı Üreticileri

Özellikle yakıt türlerinin gittikçe pahalılaşması ısı üretici imalatlarında atıkgaz, ısınım ve ilk işletme kayıplarının konstrüktif önlemlerle indirgenmesi sonucunu beraberinde getirmektedir. Bunlardan en önemlisi de atıkgaz kayıplarının azaltılmasıdır. Örneğin Almanya'da ısıtma tesisatları yönetmelikleri ısı üretici kapasitelerine göre aşağıda verilen alanların aşılmasını istemektedirler;

Isı Üreticileri Kapasiteleri	Atıkgaz Kayıpları
4-25 kW	%14
25-50 kW	%13
50-120 kW	%12
>120 kW	%11

Tablo 2

Ayrıca hava kirliliği kontrolü yasasına bağlı olarak 1988 yılından itibaren bu oranın yeni yapılarda %10 mertebesinde olması planlanmıştır. Kontrol atıkgaz sıcaklığı ve atıkgaz içinde bulunan CO₂ miktarının ölçülmesi ve atık gaz miktarının "Siebert" formülüne göre hesaplanması yolu ile yapılmaktadır. (1.3) bölümünde bu konu etraflıca ele alınacaktır.

Isı üreticileri imalatlarında ise "alçak temperatur kazan" üretimi gittikçe ağırlık kazanmaktadır.

*Yazının 1. Bölümü Nisan-Mayıs 1994 tarihli 13. sayıda yayınlanmış olup devamı gelecek sayılarda yayınlanacaktır.

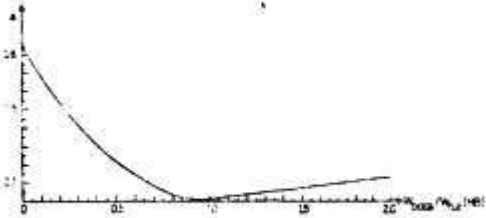
Yakıt Türü	Fuel-Oil	Doğalgaz
Isıl Değer	H _{üst}44800 kJ/kg, 12,3 kWh/kg H _{alt}42700 kJ/kg, 11,8 kWh/kg	41100 kJ/m ³ N, 11,3 kWh/m ³ N 37500 kJ/m ³ N, 10,3 kWh/m ³ N
Yanma Havası İhtiyacı	(1 min).....10,2 m ³ N/kg	9,8 m ³ N/m ³ N
Atık gaz miktarı	V _{kuru}10,2 m ³ N/kg V _{nemi}11,8 m ³ N/kg	8,9 m ³ N/m ³ N 10,9 m ³ N/m ³ N
Atıkgaz içinde	CO ₂ miktarı %15,3, 1,6 m ³ N/kg H ₂ O miktarı 1,6 m ³ N/kg, 1,3 kg/kg	%12,1, 1,1 m ³ N/m ³ N 2,0 m ³ N/kg, 1,6 kg/m ³ N
Atıkgaz yoğunluğu	1,32 kg/m ³ N	1,25 kg/m ³ N

Tablo 1.

* Yazının 1. Bölümü Nisan-Mayıs 1994 tarihli 13. sayıda yayınlanmış olup devamı gelecek sayılarda yayınlanacaktır.

1.2. BACA KESİTİ HESABI

Baca kesiti hesabında yukarıdaki incelemede belirtilmiş olmasına rağmen, süreklilik arz etmemesine binaen rüzgar etkisi dikkate alınmamaktadır. Rüzgar etkisi, genellikle baca yapıldıktan sonra, bulunduğu çevreye göre değerlendirilmektedir.



Şekil 1. Rüzgarın emme gücünün duraklama basıncına oranını (a) hesaplama grafiği (17).

Baca kesiti (A) bilindiği gibi bugüne değin genellikle 'Redtenbacher' eşitliğine göre hesaplanmakta idi. Bu eşitliğe göre;

$$A = \frac{2.6 \times \dot{Q}}{n \cdot \sqrt{H}} \dots (\text{m}^2)$$

Burada ;

\dot{Q} = Kazan kapasitesi (kW)

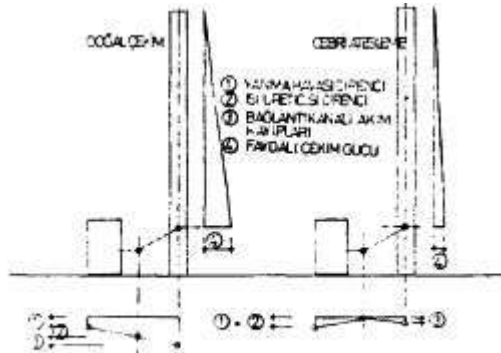
H = Baca yüksekliği (m)

n = 900-1800 arası katsayı

Daha eski hesaplamalarda ise yaklaşık sonuç veren şu ampirik eşitlik kullanılmaktaydı.

Fakat bugünkü tesislerde bunun yetersiz olduğu görüldüğünden özellikle Almanya'da DIN 4705, 1. kısım, 9.1379' a göre aşağıdaki gibi bir hesaplama yöntemine gidilmekte, dolayısı ile daha küçük boyutlandırılmış kesitlerle istenilen sonuçlara ulaşılmaktadır.

Burada amaç kazan kapasitesinin ve baca yüksekliğinin belirli olması durumunda gerekli faydalı çekim gücü (P_C) için en küçük (A) kesitini, veya belirli bir (A) kesiti için gerekli en büyük faydalı çekim gücü (P_C) nin belirlenmesidir (Bknz. Şekil 2).



Şekil 2. Doğal yanmalı ve cebri ateşlemeli kazanların bağlandıkları bacalarda çekim güçleri.

Bunun için;

$$P_C \geq P_{I\ddot{U}} + P_A + P_{YH} \dots \text{N/m}^2 \quad P_{I\ddot{U}} = \text{Isı üreticisi}$$

P_A = Akım dirençleri

P_{YH} = Yanma havası direnci

(P_C) aynı zamanda mevcut teknik çekim ile gazların baca tepesinden dış havaya atılmaları süresi içinde harcadıkları çekim kayıpları arasındaki farkı da ifade etmektedir.

Hesaplamalar akışkanlar mekaniği esaslarına göre yapılmakta ve bu arada gazların kazan içersindeki; kazan-baca bağlantı eleman ve bizzat baca içindeki akım dirençlerinin olanaklar içersinde tam olarak belirlenmesine çalışılmaktadır.

Burada birçok faktörlere bağlı atık gaz miktarı (m) Fuel-oil ve gaz yakıcılarda şu eşitlikle hesaplanmaktadır.

$$\dot{m} = 0.50 \dots 0,65 Q/1000 \text{ (kg/sn)}$$

\dot{Q} , (kW) olmak üzere

Isı üreticisinin çekim gereksinimi ($P_{TÜ}$) genellikle ısı üreticisi firması tarafından verilmektedir.

Kazan-baca arası bağlantı elemanı arasındaki gerekli çekim gereksinmesi (P_{BE}) ise;

$$P_{BE} = 1,5 \left(\lambda \frac{L}{d} + \sum \zeta \right) \rho_A / 2 \cdot W^2 \dots \text{ (N/m}^2\text{)}$$

eşitliği ile hesaplanmaktadır.

Burada;

λ = Sürtünme katsayısı= 0,03 .. 0,08

L = Bağlantı elemanı uzunluğu..... (m)

d = Hidrolik çap= 4A/U (m)

U = Çevre (m)

W = Atıkgaz hızı(m/sn)

ρ_A = Atıkgaz yoğunluğu = 1.27 . T_H/T_A ... (kg/m³)

T_H = Hava sıcaklığı = 288 K

T_A = Atıkgaz yoğunluğu (K)

1,5 = Sızdırmazlık emniyet katsayısı

(P_{YH}) Yanma havası direnci ise ısı üreticisi kapasitesine bağlı olarak 3 ile 5 P_A arası bir değere sahiptir.

Bizzati baca içindeki çekim kayıplarında aynen bağlantı elemanında kullanılan eşitlikle hesaplanmaktadır.

$$P_{BACA} = 1,5 \left(\lambda \frac{H}{d} + \sum \zeta \right) \rho_A \cdot 2 \cdot W^2 \dots \text{ (N/m}^2\text{)}$$

Termik çekim ise DIN 4705, 1. Kışımaya göre, bizim incelememizden biraz farklı olarak eşitliğe yerçekimi ivmesi ve kazanın inkıtalı yanmasından dolayı tam rejime geçmemesi nedeniyle öngörülen emniyet katsayısını da (SH)'yı da dahil ederek;

$$P_{TC} = H(\rho_H - \rho_A) \cdot g \cdot S_H \dots \text{ (N/m}^2\text{)}$$

biçiminde hesaplamalar dahil edilmektedir.

Dolayısı ile bacanın çalışabilmesi için gerekli faydalı çekim,

$$P_{\zeta} = P_{TC} - P_{BACA} \geq P_{TÜ} + P_A + P_{YH}$$

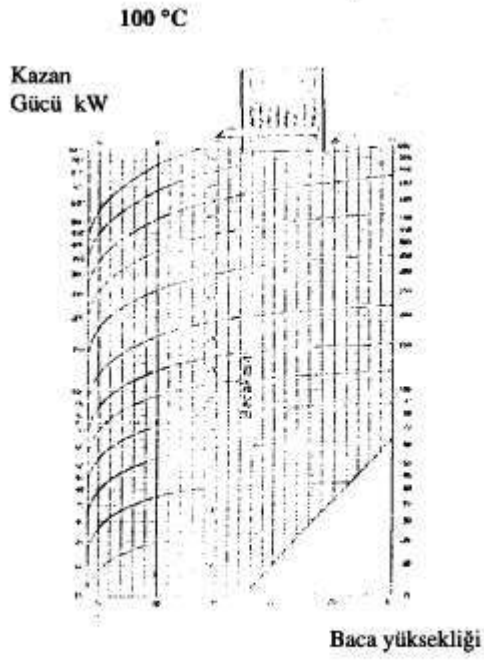
olmalıdır.

Hesaplamalarda tatmin edici bir sonuç olmaması durumunda bazı faktörlerin değiştirilmesi yoluna gidilmektedir. Örneğin baca kesiti, yükseklik, ısı yalıtım vb. gibi.

Bu komplike hesap yöntemini basitleştirmek için DIN 4705, ısı geçirme dirençlerine göre bacaları üç gruba ayırmaktadır:

Grup	Isı Geçirme Direnci
I. Grup	$\geq 0,65 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
II. Grup	$\geq 0,232-0,64 \text{ m}^2 \text{ K/W}$
III. Grup	$=0,12-0,21 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

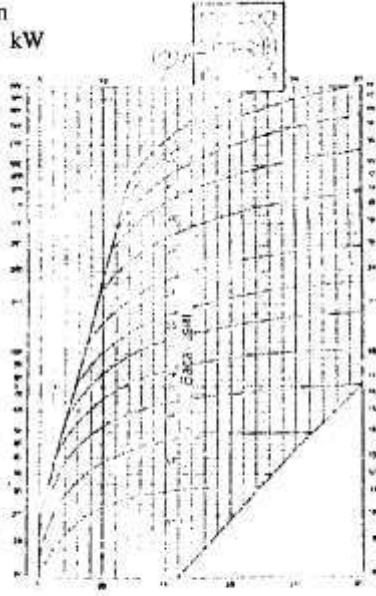
Atık gaz sıcaklıklarının da 140-190-240 °C arasında olduğu kabul edilmekte, 30'a yakın grafik oluşturulup, kullanıma sunulmaktadır (bkz. Şekil 3.4.5.6).



Şekil 3. Baca kesiti belirleme grafiği
(100 °C Atm. Br.) (25)

140 °C

Kazan
Gücü kW

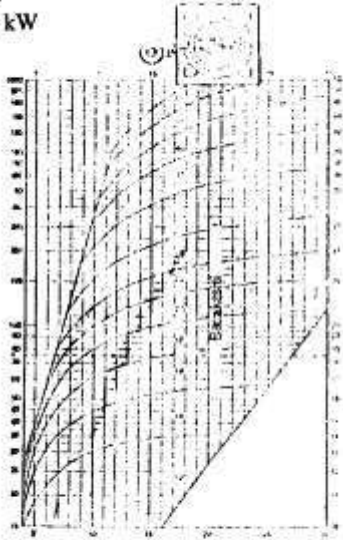


Baca yüksekliği

Şekil 4. Baca kesiti belirleme grafiği
(140 °C Cebri yanmalı.) (25)

190 °C

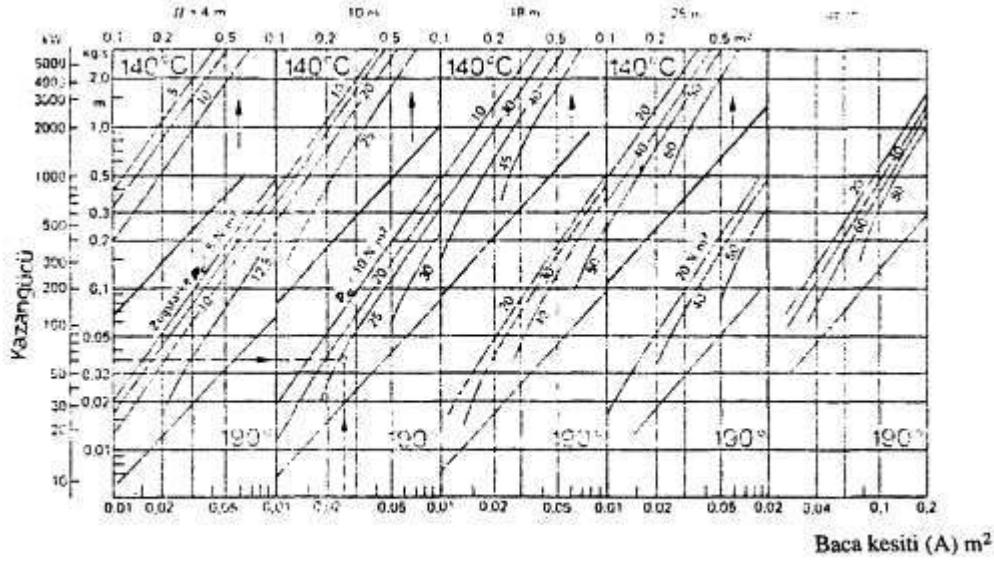
Kazan
Gücü kW



Baca yüksekliği

Şekil 5. Baca kesiti belirleme grafiği
(190 °C Atm. Brl.) (25)

Kazan gücü



Şekil 6. (m) Atık gaz miktarı, (A) Bacakesiti, (H) Çekim yüksekliği, (te) Atık gaz sıcaklığına bağlı olarak baca bağlantı noktasındaki (Pc) çekimi (24).

Örnek: Kazangücü 48 kW ($m=0.035$ kg/s), $A=0.025$ m², $H=10$ m, $t_e=190^\circ\text{C}$ ise $P_c=26$ N/m²dir.

1.3 Atıkgaz Sıcaklığı Hesabı

Baca içindeki atık gazların ortalama sıcaklığı (t_o) diğer faktörlerin yanısıra baca duvarının (k) ısı geçirme sayısına bağlı olarak aşağıdaki eşitlik belirlenmektedir.

$$T_o = t_H + \frac{t_{GS} - t_H}{K} (1 - e^{-K})$$

T_H = Dış hava sıcaklığı (genellikle 15°C kabul edilmektedir.)

T_{GS} = Bacaya giren atık gaz sıcaklığı ($^\circ\text{C}$)

K = Soğuma sayısı = $\frac{H \cdot k \cdot U}{m \cdot c}$ (bknz.şekil 7)

U = İç çevre.. (m)

c = Özgül ısı kapasitesi (≈ 1050 J / kg k)

k = Isı geçirgenlik sayısı ($\text{W}/\text{m}^2 \text{K}$)

\dot{m} = Atıkgaz miktarı (kg/sn)

Isı geçirgenlik sayısı baca yapısına göre hesaplanmalıdır. Yaklaşık olarak belirli kesit ve hızlar için aşağıdaki değerler kabul edilebilmektedir;

25 cm kesitinde örülmüş baca için.....

$k = 2,0..3,0 \text{ W}/\text{m}^2 \text{K}$

12.5 cm kesitinde örülmüş baca için....

$k = 2,5.. 3,5 \text{ W}/\text{m}^2 \text{K}$

Isı yalıtımlı saç baca için...

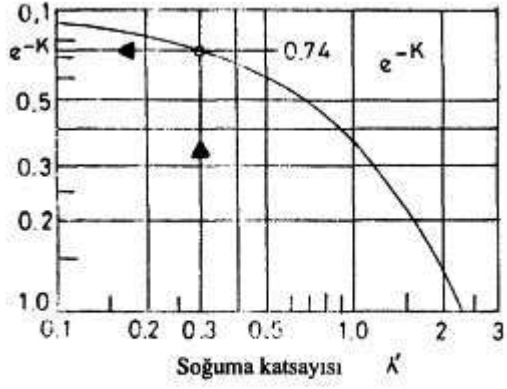
$k = 1,5.. 2,0 \text{ W}/\text{m}^2 \text{K}$

Isı yalıtılmış saç baca için...

$k = 3,0 \dots 6,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

Baca tepesindeki atıkgaz sıcaklığı ise;

$t_{BT} = t_H + (t_{GS} - t_H) e^{-K}$ e K . ($^{\circ}\text{C}$)



şekil 7. Baca içinde atıkgaz soğumasının belirlenmesinde kullanılan e^{-K} fonksiyonu (24).

Bağlantı elemanındaki atıkgaz sıcaklığı da gene aynı eşitlikle yalnız (t_{GS}) yerine, gazın ısı üreticisinden çıkıp bağlantı elemanına giriş sıcaklığı $(t_{İÜ})$ 'nı koymak, suretiyle hesaplanmaktadır.

(Devam edecek)