

KAZANLARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ VE EMİSYONLAR

Abdullah BİLGİN

ÖZET

Kazanlarda enerji verimliliği, yanmanın mükemmelliğine ve yanma sonucu açığa çıkan ısı enerjisinin kazan içindeki akışkana transfer oranına, baca gazı emisyonları ise yine yanmanın kalitesine, ocak ve brülör tasarımına, ayrıca kullanılan yakıt içerisindeki kirleticilere bağlı olmaktadır. Bu nedenle, işletme döneminde, kazanlarda termik verimin sürekli olarak yüksek tutulabilmesi ve emisyonların kontrol edilebilmesi için baca gazı analizörleri yardımıyla, baca gazı bileşenlerinin sürekli veya periyodik olarak izlenmesi ve yanmaya etki eden parametrelere zamanında müdahale edilmesi, ayrıca brülörlerin duruş zamanlarında kazanların neden olduğu iç soğuma kayıplarının minimize edilmesi önemli olmaktadır.

Bu çalışmada, kazanların verimli işletilebilmesini teminen, baca gazı analizlerinin irdelenerek brülörlerde alınması gereken önlemler, kazanlarda iç soğumaya neden olan faktörler ile yakıt ve yakıcılardan kaynaklanan emisyonlar konusunda, somut baca gazı analiz örneklerinden de yararlanılarak mekanik tesisat tasarımcılarına, uygulayıcılara ve işletmecilere bazı mesajlar verilmeye çalışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kazan, enerji verimliliği yanma, emisyonlar

ABSRTACT

Energy productivity is depend on, quality of the burning, heat transferring to fluid. In the boiler. Flue gas emission is depend on the quality of the burning, burner desing and type of the solid oil. Therefore for high terms efficiency and controlled the flue gas emissions, flue gas components should check obvious periodate with flue gas analisörs. In addition to this when burners are stopped, energy loss to result from interval coding should be minimize.

This article about low to connect between energy efficiency and flue gas emission.

Key Words: Boiler, energy productivity, burn, emission

1. GİRİŞ

Kazanlarda baca gazı analizlerinin değerlendirilmesine başlamadan önce yanmanın kimyasal denklemlerini hatırlamak yararlı olacaktır. Yakıt tamamen yandığında, içerisindeki karbon (C) karbondioksite (CO_2), hidrojen (H_2) su buharına (H_2O), kükürt (S) kükürt-dioksite (SO_2) dönüşmektedir.

Tam Yanma



Eksik Yanma



Buradan da görülebileceği gibi, yetersiz oksijen sonucu karbonun karbondioksite dönüşmeden, karbonmonoksit halinde kalmasıyla kaybedilen enerji miktarı %70 mertebesinde olmaktadır. Bu kaygıyla, mükemmel yanmanın sağlanması için, genel bir kural olarak yakıtta verilen hava belirli oranda artırılmaktadır. Buna hava fazlalık katsayısı denilmektedir. Yakıt cinsine bağlı olarak değişen bu katsayının gereğinden az olması halinde karbonmonoksit oluşmakta, üretilen enerji azalmakta, islilik başlamakta, yanma verimi düşmekte, söz konusu hava fazlalık katsayısının gereğinden fazla olması halinde ise karbonmonoksit azalırken, yanmaya iştirak etmeyen hava ocakta ısıtılarak bacadan atılmakta, yanma bozulmakta, yanma verimi düşmektedir. Bu nedenle, işletme sırasında yanmanın optimizasyonu için baca gazı analizörleri yardımıyla, baca gazı bileşenleri kolayca elde edilip değerlendirilebilmekte, brülör ve kazanlara anında müdahale edilebilmektedir. Aşağıda baca gazı analizlerinin belli başlı parametreleri değerlendirilmektedir.

2. BACA GAZI BİLEŞENLERİ, EMİSYONLAR

a) Oksijen (O₂)

Yakıt cinsine ve hava fazlalık katsayısına bağlı olarak, karbonmonoksit oluşumuna neden olmayacak şekilde, baca gazları içerisinde oksijen oranının mümkün olduğunca düşük olması istenmektedir. Doğalgazda %2-3, sıvı yakıtta %3-4, katı yakıtta %5-6 oksijen oranı baca gazı analizleri için ideal değerler olarak kabul edilmektedir.

b) Karbondioksit (CO₂)

Yakıt cinsine bağlı olarak karbondioksitin baca gazları içerisinde yüksek oranda bulunması tercih nedeni olmaktadır. Doğalgazda %11, sıvı yakıtta %14, katı yakıtta %14 karbondioksit değerleri, baca gazı analizleri için uygun mertebeler olarak söylenebilmektedir. Konumuzla direkt ilgili olmamakla birlikte, iyi bir yanmanın doğal sonucu olarak baca gazlarında yüksek oranda arzu edilen karbondioksit atmosferde neden olduğu sera etkisiyle son yıllarda emisyon kabul edilmektedir. Burada çözüm, düşük karbon oranlı, yüksek hidrojen ihtiva eden yakıtların yaygınlaşması ve fosil yakıt kullanımının zaman içerisinde sınırlandırılmasıyla mümkün görülmektedir.

c) Karbonmonoksit (CO)

Neden olduğu enerji kaybı ve islilik sonucu kirlenme nedeniyle karbonmonoksit, baca gazları içerisinde arzu edilmemekte ve emisyon kabul edilmektedir. Yakıtta verilen oksijen artırılarak, eksik yanma tamamlanmak suretiyle karbonmonoksit mutlaka karbondioksite dönüştürülmelidir. Baca gazı analizlerinde karbonmonoksit miktarı 100 ppm değerine kadar normal kabul edilebilmektedir.

d) Kükürtdioksit (SO₂)

Yakıt içerisindeki kükürtün yanmasıyla ortaya çıkan kükürtdioksit, çevre için tehlikeli emisyonların başında kabul edilmektedir. Brülör ve kazanda alınacak önlemlerle ilgisi olmayan bu gaz, ancak düşük

kükürtlü yakıtlarla baca gazlarında azaltılabilmektedir. Doğalgaz kullanımında, baca gazında "0" olan kükürtdioksit değeri, %0,5 kükürt ihtiva eden ithal kömür kullanıldığında, baca gazlarında 150-200 ppm değerlerinde olabilmektedir. Kükürtdioksitin, baca gazlarında, düşük sıcaklıklarda, su buharı ile birleşerek sülfirik asite dönüştüğü ve kazanlarda tahribatlara neden olduğu bilinmektedir.

e) Azotoksitler (NO_x)

Yakıt cinsine bağlı olarak, ocağa verilen havanın fazlalık katsayısı ile ocak dizaynından kaynaklanan nedenlerle oluşan azotoksitler, çevre açısından emisyon kabul edilmektedir. Yakıt hava ayarının elverdiği oran dışında azotoksitlere müdahale imkanı bulunmamakta, kazan alımı sırasında dikkate alınması gereken bir parametre olarak değerlendirilmektedir. Günümüzde yeni yeni tartışılmakta olan, "Düşük Ocak Yükü (Maksimum 1.3 MW/m³)", Baca Gazları Resirkülasyon Sistemi" ve "Düşük NO_x Brülörleri" azotoksitlerle mücadelede etkin yöntemler olarak kabul edilmektedir.

f) Baca Gazı Sıcaklığı (T)

Kazanı terk eden baca gazlarının, yakıt cinsine ve içerisindeki kükürt oranına bağlı olarak, mümkün mertebe düşük sıcaklıkta olması istenmektedir. Gereğinden fazla yakıt debisi, yetersiz kazan ısıtma yüzeyi ile duman borularındaki kirlilik, yüksek baca gazı sıcaklığına neden olmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken önemli husus, baca gazı analizlerinin kazan anma gücüne uygun yakıt debisinde yapılmasıdır. Zira, düşük kazan kapasitelerinde baca gazı sıcaklığının da düşük çıkması beklenen bir durum olmaktadır. Yüksek baca gazı sıcaklığı verim kaybı demektir. Baca gazı sıcaklıklarında düşülebilecek minimum değerler, baca gazlarının yoğuşma (çiğlenme) sıcaklığı, ayrıca yakıttaki kükürt (S) dolayısıyla baca gazındaki kükürt dioksit (SO₂) ile ilgilidir. Baca gazları içerisindeki kükürt dioksit (SO₂), su buharı (H₂O) ile düşük sıcaklıklarda reaksiyona girerek sülfirik asit (H₂SO₄) oluşturmada, bunun sonucu olarak da kazanlarda korozyonla istenmeyen tahribatlar meydana gelmektedir. Bu nedenle, içerisinde yoğuşmaya izin verilmeyen normal çelik kazanlarda, doğalgaz kullanımında 130-150 °C, katı ve sıvı yakıt kullanımında 130-175 °C baca gazı sıcaklıkları uygun değerler olarak kabul edilebilmektedir. Yüksek baca gazı sıcaklıklarında brülör ve kazana mutlaka müdahale edilmeli, kısmen kapasite düşürülerek veya kazan borularına türbülötörler ilave edilerek, baca gazı sıcaklığı düşürülmelidir. Her 20 °C baca gazı sıcaklık düşümü, verimde %1 artışa neden olmaktadır.

g) Su Buharı (H₂O), Kondenzasyon

Hidrojen kökenli yakıtlarda yanma sonucu oluşan baca gazı bileşenlerinden birinin de su buharı (H₂O) olduğu ifade edilmiştir. Yanma Denklemi hatırlayacak olursak:



Burada 4 gr hidrojen (H₂), 32 gr oksijenle (O₂) birleşerek 36 gr su (H₂O) oluşturmaktadır. Bir başka ifadeyle 1 gr hidrojen (H₂), 9 gr su (H₂O) oluşumuna neden olmakta, ortaya çıkan su ise baca gazları içerisinde su buharı olarak kazanı terk etmektedir. Söz konusu suyun buharlaşabilmesi için üretilen ısıdan bir bölümü kullanılmakta ve kullanılan ısı miktarı ise yakıtın alt ve üst ısıl değeri arasındaki farkı meydana getirmektedir.

Bu ifade formüle edilirse, çok yaklaşık olarak;

$$H_u = H_o - 600W \quad [7]$$

H_o = Yakıt Üst Isıl Değeri (Kcal/kg)

W = Yanma Sonucu Oluşan Su Miktarı (kg)

Örnekteki hidrojen (H₂) için alt ısıl değer;

H_u = 34650 – 600 x 9 = 29250 Kcal/kg–H olmaktadır.

Aynı örneği %95'i metan (CH₄) olan doğalgaz için yaparsak,

Yanma Denklemi;



Burada 16 gr metan (CH₄), 64 gr oksijenle (O₂) birleşerek 36 gr su (H₂O), yani 1gr metan (CH₄), 2.25 gr su (H₂O) oluşturmaktadır. Metan (CH₄)' in alt ısı değerini hesaplayacak olursak ;

$$H_u = 13250 - 600 \times 2.25 = 11900 \text{ Kcal/kg- CH}_4 \text{ olmaktadır.}$$

Metan (CH₄)' in yoğunluğu $\gamma = 0.715 \text{ Kg/Nm}^3$ kabul edilirse (16 gr/22.4 lt), Nm³ bazında söz konusu alt ve üst ısı değerler ile yanma sonucu oluşan su (H₂O) miktarı ;

$$H_o = 13250 \times 0.715 = 9470 \text{ Kcal/Nm}^3$$

$$H_u = 11900 \times 0.715 = 8510 \text{ Kcal/Nm}^3$$

$$W = 2.25 \times 0.715 = 1.60 \text{ kg-H}_2\text{O/Nm}^3\text{-CH}_4 \text{ olmaktadır.}$$

Bu değerler dikkate alındığında, doğalgaz gibi hidrojen (H₂) kökenli yakıtların kullanılmasında yukarıda sözü edilen iki husus önem kazanmaktadır. Bunlardan birincisi, baca gazları içinde atılan su buharının bacada yoğunlaşması sonucu yaptığı çöküntü ve tahribatların neden olduğu kazalar (örnek olarak 20 000 Kcal/h kapasiteli bir kombi tam kapasitede 4.0 kg/h su buharı üretmektedir), ikincisi ise alt ve üst ısı değerler arasındaki kullanılmayan farkın normal çelik kazanlarda yarattığı enerji kaybı olmaktadır. Alt ısı değer baz alındığında, yakıt olarak, metan (CH₄) kökenli doğalgazda bu fark %11, hidrojende %18.5 mertebelerinde olmaktadır.

Yeni teknoloji ürünü kondenzasyonlu (yoğuşmalı) doğalgaz kazanlarında ise kazan içinde veya kazana entegre yoğuşturucuda, baca gazlarında bulunan su buharının yoğunlaşmasına izin verilmekte ve bu maksatla sistem dönüş suyu yoğuşturucudan geçirilerek, doğalgaz için baca gazı çığlenme sıcaklığı olan 55 °C 'ye kadar baca gazı sıcaklıkları düşürülmekte, soğuyan baca gazının ısısına ek olarak, yoğuşan suyun gizli ısısı da kazan içindeki akışkana transfer edilmekte, yoğuşan su miktarına bağlı olarak normal kazanlara oranla %10-15 verim artışı sağlanabilmektedir. Alt ısı değer esas alındığında yoğuşmalı kazan verimleri günümüzde %100'den büyük ifadelerle anılmaktadır. Ancak üst ısı değere göre söz konusu verim her zaman %100'den küçüktür.

3. YANMA VERİMİ, KAZAN VERİMİ

Baca gazı analizörü tarafından, baca gazlarında ölçülen, oksijen, karbondioksit, karbon monoksit, baca gazı sıcaklığı ve ortam sıcaklığı gibi parametreler değerlendirilerek, yanma verimi (η_y) otomatik olarak hesaplanabilmektedir. İşletmeci tarafından yanma verimi üzerinde yorum yapılırken, sonuca etki eden faktörler kolayca görülebilmektedir. Yanma veriminden yola çıkarak, kazan veriminden (η_k) söz ederken, kazan radyasyon kayıpları, külden yanmamış karbon kayıpları gibi ölçülmeyen değerler için yakıt cinsine ve kazan kapasitesine bağlı olarak, yanma veriminden belirli bir oranda azaltma yapmak gerekmektedir. TS.4041 'de kazan radyasyon kayıpları, kapasite ve yakıt cinsine bağlı olarak %0.7-3.0 arasında verilmektedir. Baca gazında is ve kurum ile külden yanmamış karbon (C) dikkate alındığında, yaklaşık kazan verimini belirlerken yanma veriminden radyasyon ve kül kayıpları olarak düşülmesi gereken miktar, yaklaşık olarak, doğalgazda %1, fuel-oilde %2-3, kömürde ise %4-5 olarak kabul edilmektedir. Ancak, belirtilen yöntemle, baca gazı analizörü kullanılarak kazan verimlerinin tespiti, işletmede yanmanın optimizasyonu ile verimin yüksek tutularak enerji ekonomisi sağlanmasına yönelik olmalı, söz konusu yöntem kazan verim ve kapasite değerlerinin tescilinde kullanılmamalıdır.

4. KAZAN KAPASİTESİ

İşletmede baca gazı analizörü yardımıyla kazan veriminin (η_k) yaklaşık olarak tespitini takiben yine yaklaşık olarak kazan kapasitesinin belirlenmesi de mümkün olabilmektedir. Bunun için rejim haline getirilmiş kazanda, birim zamanda kullanılan yakıt miktarının doğru olarak tespiti gerekmektedir. Kazan kapasite formülünü hatırlarsak;

$$Q_k = B \times H_u \times \eta_k \quad [3]$$

| | |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| Q_k = Kazan Kapasitesi | (Kcal/h) |
| B = Yakıt Debisi | (Kg/h, Nm ³ /h) |
| H_u = Yakıt Alt Isıl Değeri | (Kcal/kg, Kcal/Nm ³) |
| η_k = Kazan Verimi | (%) |

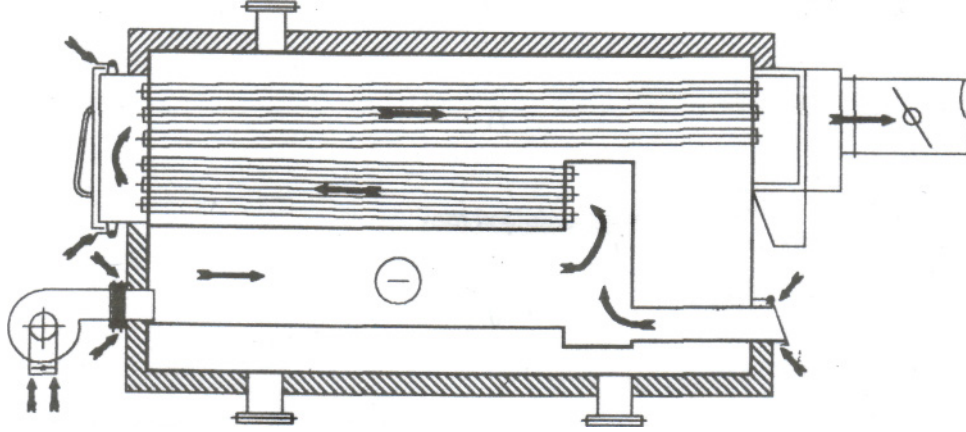
Rejim haline getirilmiş kazanda doğalgaz yakıt debisinin tespiti kolay olup, doğalgaz sayacından okunan değeri, sayaçtan geçen gazın basıncına göre Nm³/h olarak düzeltmek gerekir. Sıvı yakıtta ise yakıt debisinin tayini sayaç kullanılmıyorsa güçtür. Ancak istenildiği takdirde, hacimsel debi takip edilerek kütleli debi hesaplanabilir. Katı yakıtlı sistemlerde ise rejim haline getirilmiş kazana katı yakıtın tartılarak beslenmesi gerekir. Mümkün mertebe sağlıklı bir kapasite ve verim tespiti yapılmak isteniyorsa, çıkan kül ve baca filtresinde (mevcutsa) biriken kurum miktarının tartılarak belirlenmesi, ayrıca katı yakıt ve kül+kurum karışımının alt ısıl değerlerinin uzman bir laboratuvarında tespiti gereklidir. Yoğuşmalı kazanlarda ise duyulur ısıdan kaynaklanan verim ve kapasitenin analizör yardımıyla tespitinden sonra, test sırasında birim zamanda yoğuşturucuda biriken su miktarı tartılıp kazana transfer edilen gizli ısı miktarı bulunarak (gizli ısı, 550 Kcal/kg-su üzerinden hesaplanabilir) duyulur ısı miktarına eklenmek suretiyle toplam ısı kapasitesi bulunabilir. Toplam ısı kapasitesinin yakılan yakıt miktarı ve alt ısıl değerinin çarpımına bölünmesiyle yoğuşmalı kazanın toplam verimi belirlenebilir. Alt ısıl değere göre hesaplanan bu verim değeri %100 'den büyük olabilir.

5. YAKMA YÖNETİM SİSTEMLERİ

Yakıt tüketimin büyük değerlere ulaştığı büyük kapasiteli kazanlarda, verimin kontrolü daha büyük önem arz etmekte ve bu iş için tam otomatik mikro modülasyonlu yakma yönetim ve oksijen trim kontrol sistemleri geliştirilmiş bulunmaktadır. Söz konusu sistem ile baca analizleri sürekli ve otomatik olarak yapılmakta, (O₂), (CO₂), (CO) ve baca gazı sıcaklığı gibi baca gazı parametreleri ile yanma verimi sürekli izlenmekte, yakıt karakterinde ve atmosferik şartlarda olabilecek değişikliklerin önceden ayarlanmış parametrelere etkisi sistemin yakıt/hava ayarına otomatik müdahalesi ile önlenilmekte, gerektiğinde frekans konvertörlü brülör fanları ile eşgüdümlü çalışarak fan enerji tüketiminden tasarruf sağlanmakta, hassas ve oransal kontrol ile tam yanma sonucu sistem verimi yükseltilmekte ve yakıt tasarrufu sağlanmakta, ayrıca, sistem otomatik kalibrasyon ve hata tespitine imkan vermekte ve bina otomasyon sistemlerine de entegre edilebilmektedir.

6. İÇ SOĞUMA KAYIPLARI

Günümüzde kazan verimleri yıllık verim ifadesiyle anılmaktadır. Bu değer, kazanların bir işletme sezonu içerisinde, çalışma ve bekleme zamanlarının toplamında, ortalama olarak gerçekleştirdiği bir verim ifadesi olmaktadır. Brülörlerin çalışma sürecinde ortaya koyduğu verim, bekleme zamanlarında kazan iç soğuma kayıplarının etkisiyle, yıllık ortalamada daha küçük bir değer olarak karşımıza çıkmaktadır. Yıllık verimi, brülörlerin işletmede kalma süresinin büyüklüğü olumlu, kazan ve brülör niteliğinden kaynaklanan hava kaçakları ise olumsuz etkilemektedir.



Şekil 1. Kazanlarda İç Soğumaya Neden Olan Hava Sirkülasyonu

Şekil-1 den de görüleceği gibi, duruşa geçen sıcak bir kazanda, baca çekişi etkisiyle, yanma odasına ve duman borularına giren kontrolsüz hava kazanı soğutmakta ve ısınmış olarak bacadan dışarı atılmaktadır. İç soğuma kayıplarının azaltılmasında brülör ve kazan dizaynında alınması gereken tedbirler önem kazanmaktadır.

Tek kademeli brülörlerde, genellikle emiş hava damperi bulunmamakta ve duruş zamanlarında direkt olarak açık kalmaktadır. İki kademeli ve oransal kontrollü brülörlerde mevcut olan hava damperi duruş zamanlarında kapanmaktadır. Ancak, bir kısım çift kademeli ve oransal brülörde ana şalterden direkt kapatma halinde damper açık kalabilmektedir. Bu nedenle brülör kapatılacaksa termostatın sistemi durdurmasını beklemekte yarar görülmektedir. Ayrıca, brülör hava damperlerinin tam olarak kapanıp kapanmadığını zaman zaman kontrol etmek gerekmektedir.

Kazanlarda hava kaçaklarının önlenmesi için ön duman kapakları contalı ve tam sızdırmaz olmalı, kapandığında tüm kapak profili kazana düzgün bir şekilde basmalıdır. Brülör bağlantı flanşı contalı ve muntazam olmalı, gözetleme deliği kullanım dışında mutlaka kapanabilir olmalıdır. Patlama kapakları kasıtlı olmamalı, contalı ve tam olarak kapanabilmelidir.

Sıcak kazanlarda baca çekiş etkisinin yarattığı hava sirkülasyonunun neden olduğu ısı kayıpları aşağıda teorik olarak incelenmektedir.

a) Baca Çekiş Etkisi (ΔP) : [2] [5]

$$\Delta P = H \times (\gamma_2 - \gamma_1) \text{ (mmSS, kg/m}^2\text{)} \quad (7)$$

H = Baca yüksekliği (m)

γ_1 = Kazan sıcaklığındaki havanın yoğunluğu (kg/m³)

γ_2 = Dış sıcaklıktaki havanın yoğunluğu (kg/m³)

Baca çekiş etkisi, baca yüksekliği ve kazan sıcaklığı ile dış hava sıcaklığı arasındaki farkla orantılı olarak artmaktadır.

b) Bacadaki Sıcak Havanın Hızı (W) : [5]

$$W = \sqrt{2 \cdot g \cdot \Delta P / \gamma_1} \text{ (m/sn)} \quad (8)$$

Bacadaki sıcak havanın hızı, baca çekişi ile doğru orantılı olarak artmaktadır.

c) Baca Kesiti (F) :

[3] [4]

$$F = n \times \frac{Q_k}{\sqrt{H}} \quad (9)$$

Q_k = Kazan Kapasitesi (Kcal/h)
 F = Baca Kesiti (cm^2)
 H = Baca Yüksekliği (m)
 $n = 0,012$ (Doğalgaz)
 $n = 0,020$ (Sıvı Yakıt)
 $n = 0,030$ (Katı Yakıt)

Baca kesiti, kazan kapasitesi ve yakıtla bağlı baca katsayısı ile doğru orantılı olarak artarken baca yüksekliğinin karekökü ile ters orantılı olarak azalmaktadır.

d) Bacada Sıcak Hava debisi (V) :

[5]

$$V = F \times W \times 3600 \text{ (m}^3\text{/h)} \quad (10)$$

F = Baca Kesiti (m^2)
 W = Hava Hızı (m/sn)

Bacadaki sıcak hava debisi, baca kesiti ve hava hızıyla doğru orantılı olarak artmaktadır.

e) Bacada Sıcak Hava İle Taşınan Enerji (Q) :

[6]

$$Q = V \times \gamma_1 \times (T_1 - T_2) \times C_p \quad \text{(Kcal/h)} \quad (11)$$

T_1 = Kazan sıcaklığı ($^{\circ}C$)
 T_2 = Dış hava sıcaklığı ($^{\circ}C$)
 C_p = Havanın ısınma ısısı (Kcal/kg $^{\circ}K$)

Bacada sıcak hava ile taşınan ısı miktarı, hava debisi, kazan ve dış hava sıcaklığı arasındaki fark ile doğru orantılı olarak artmaktadır.

Kazanlarda iç soğuma kayıplarının yıllık verime etkisinin tespitinde, brülörlerin devrede kalma süresi, yıllık toplam işletme süresi, kazan sıcaklığı, dış hava sıcaklığının değişimi ve kazan sızdırmazlığı gibi parametrelerde bir takım kabuller yapmak gerekmektedir. Bu nedenle, kazan ve yakıt cinsine bağlı olarak iç soğuma kayıpları konusunda, bu aşamada birtakım değerler vermek yerine, yukarıda belirtilen teorik ifadelerden yola çıkılarak, değişmeyen genel sonuçlar aşağıda ifade edilmektedir.

Buna göre;

- 1- Kazan, brülör kapasiteleri, baca kesitleri gereğinden büyük olmamalıdır.
- 2- Çift kademeli veya modülasyonlu brülörler kullanılmak suretiyle, brülörlerin yıllık sezonda devrede kalma süresi artırılmalıdır.
- 3- Karıştırıcı vanalarla yapılan otomatik kontrolde, 80-90 $^{\circ}C$ gibi sabit bir kazan suyu sıcaklığı yerine, karışım suyundan +5 $^{\circ}C$ gibi bir değer fazlasıyla, değişken kazan suyu sıcaklığı tercih edilmelidir.
- 4- Brülör giriş hava damperi, brülör bağlantı flanşı, ön duman kapakları, patlama kapağı, gözetleme camı contalı ve tam sızdırmaz olmalıdır.

5- Hava giriş damperi olmayan, tek kademeli brülörler ile sızdırmazlığı sağlanamayan kazanlarda, otomatik baca kapatma klapesi tesisi düşünülmelidir.

6- Belirli kazan kapasitesinde, baca yüksekliğine bağlı olarak baca kesiti daraldığından, bacadaki sıcak hava debisi sabit kalmakta, dolayısıyla baca yüksekliğinin iç soğuma kayıplarına etkisi olmamaktadır.

7. SONUÇ

Kazanlarda verimin yüksek tutulabilmesi için büyük tesislerde sürekli, küçük tesislerde periyodik olarak baca gazı analizörü kullanma alışkanlığı kazanılmalı, yıllık ortalama verimde kayba uğramamak için, duruş zamanlarının neden olduğu iç soğuma kayıplarının önlenmesi maksadıyla, kazan ve brülör kapasitesinin, baca kesitinin tayininde dikkatli olunmalı, mümkün olduğunca iki kademeli veya modülasyonlu brülörler tercih edilmeli, kazan suyu sıcaklığı gereğinden yüksek tutulmamalı, mutlaka tam sızdırmaz kazanlar kullanılmalı, sızdırmazlığın garanti edilmediği kazanlarda otomatik baca kapama düzeneği kullanımı düşünülmeli, 1.500.000 – 2.000.000 Kcal/h ve daha büyük kapasiteli kazanlarda yanmanın sürekli kontrol edilip, brülör ayarlarına sürekli müdahalenin yapılarak verimin sürekli maksimumda tutulabildiği tam otomatik mikro modülasyonlu, yakıt/hava oran kontrollü yakma yönetim ve oksijen trim kontrol sistemleri tesis edilmeli, mümkün mertebe, doğalgaz gibi hidrojen kökenli yakıtlarda, yanma sonucu baca gazlarında oluşan su buharının sistem dönüş suyu yardımıyla soğutularak yoğunlaştırılmasıyla, duyulur ısıya ilaveten gizli ısının da kazan içindeki akışkana transfer edilebildiği, daha yüksek verimli, üst ısı değer kondenzasyon kazanları veya paslanmaz çelik yoğunlaştırıcı normal çelik kazanlar tercih edilmelidir.

8. KAYNAKLAR

- [1] KARTAL, E., "Isı Geri Kazanım Sistemleri" Seminer Notları, TTMD, 2000.
- [2] ASHRAE Fundamentals, "Kanal Tasarımı", Çeviren: O. Genceli, TTMD, Teknik Yayınlar:2, 1997.
- [3] MMO. "Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları", MMO, Yayın No: 84, 1989.
- [4] EGO, "Doğalgaz Tesisat Yönetmeliği ve Teknik Şartnamesi", EGO, 2000
- [5] BRANDİ, O. H. "Hava Kanalları Hesabı ve Konstrüksiyonu", Fon Matbaası, 1972.
- [6] ASHRAE Fundamentals, "Konutlarda Soğutma ve Isıtma Yükü Hesapları", Çeviren: T. Derbentli TTMD, Teknik Yayınlar:2, 1997.
- [7] EKER, A. "Sıcaksu, Buhar Üreteçleri, Kazanlar" Emel Matbaacılık.
- [8] BİLGİN, A. "Kazanlarda Baca Gazı analizlerinin Değerlendirilmesi ve İç Soğuma Kayıpların İrdelenmesi", TESKON, 2001.

ÖZGEÇMİŞ

Abdullah BİLGİN

1955 Balıkesir doğumludur. 1977 yılında ADMMA (Gazi Ü.) Makina Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 1977-1978 yıllarında İller Bankası Genel Müdürlüğü Yapı Dairesi Başkanlığı Tesisat Bürosunda Mühendis, 1980-1987 yılları arasında Kent-Koop Yapı Kooperatifleri Birliği'nde Tesisat Büro Şefi, 1987-1989 yıllarında Kent-Isı A.Ş.'de Genel Müdür olarak, özellikle toplu konutlarda mekanik tesisat ve bölgesel ısıtma sistemlerinin projelendirilmesi ile uygulamalarında görev aldı. 1989 yılından beri kurucu ortağı olduğu Merkezi Isıtma Sistemleri Mühendislik Ltd. Şti.'nde tasarımcı mühendis olarak çalışmaktadır. Halen Türk Tesisat Mühendisleri Derneği, Yönetim Kurulu Başkanı olup, evli ve iki çocuk babasıdır.