

Kazanlarda Enerji Verimliliği

Abdullah BİLGİN*

Özet

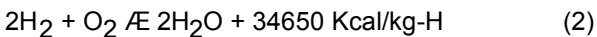
Kazanlarda enerji verimliliği, yanmanın mükemmelliğine ve yanma sonucu açığa çıkan ısı enerjisinin kazan içindeki akışkana transfer oranına, baca gazı emisyonları ise yine yanmanın kalitesine, ocak ve brülör tasarımına, ayrıca kullanılan yakıt içerisindeki kirleticilere bağlı olmaktadır. Bu nedenle, 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.

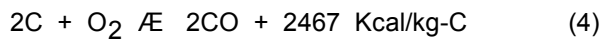
1. GİRİŞ

Kazanlarda baca gazı analizlerinin değerlendirilmesine başlamadan önce yanmanın kimyasal denklemlerini hatırlamak yararlı olacaktır. Yakıt tamamen yandığında, içerisindeki karbon (C) karbondioksit (CO₂), hidrojen (H₂) su buharına (H₂O), kükürt (S) kükürt-dioksit (SO₂) dönüşmektedir.

Tam Yanma;



Eksik Yanma;



Buradan da görülebileceği gibi, yetersiz oksijen sonucu karbonun karbondioksit 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, isilik başlamakta, yanma verimi düşmekte, söz konusu hava fazlalık

* Makina Müh.,

karbonmonoksit azaltmayı, yanmaya ışınak emmeyi hava ocakta ısıtılarak bacadan atılmakta, yanma be zultmakta, yanma verimi düşmektedir. Bu nedenle, işletme sırasında yanmanın optimizasyonu için ba ca gazı analizörleri yardımıyla, baca gazı bileşenle ri kolayca elde edilip değerlendirilebilmekte, brülör ve kazanlara anında müdahale edilebilmektedir. Aşağı da baca gazı analizlerinin belli başlı parametreleri değerlendirilmektedir.

2. BACA GAZI BİLEŞENLERİ, EMİSYONLAR

a) Oksijen (O₂):

Yakıt cinsine ve hava fazlalık katsayısına bağlı ola rak, 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 değer ler olarak kabul edilmektedir.

b) Karbondioksit (CO₂):

Yakıt cinsine bağlı olarak karbondioksitin baca gaz ları içerisinde yüksek oranda bulunması tercih nede ni olmaktadır. Doğalgazda %11, sıvı yakıtta %14, ka tı yakıtta %14 karbondioksit değerleri, baca gazı analizleri için uygun mertebeler olarak söylenebil mektedir. Konumuzla direkt ilgili olmamakla birlikte, iyi bir yanmanın doğal sonucu olarak baca gazların da yüksek oranda arzu edilen karbondioksit atmos ferde neden olduğu sera etkisiyle son yıllarda emis yon kabul edilmektedir. Burada çözüm, düşük kar bon oranlı, yüksek hidrojen ihtiva eden yakıtların yaygınlaşması ve fosil yakıt kullanımının zaman içerisinde sınırlandırılmasıyla mümkün görülmekte dir.

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 ta mamlanmak suretiyle karbonmonoksit mutlaka kar bondioksite dönüştürülmelidir. Baca gazı analizlerin de karbonmonoksit miktarı 100 ppm değerine kadar normal kabul edilebilmektedir.

d) Kükürtdioksit (SO₂):

kükürtdioksit, çevre için tehlikeli emisyonlarını başlı r da kabul edilmektedir. Brülör ve kazanda alınacak önlemlerle ilgisi olmayan bu gaz, ancak düşük kü kürtlü yakıtlarla baca gazlarında azaltılabilmektedir. Doğalgaz kullanımında, baca gazında "0" olan kü kürtdioksit değeri, %0,5 kükürt ihtiva eden ithal kö mür kullanıldığında, baca gazlarında 150-200 ppm değerlerinde olabilmektedir. Kükürtdioksitin, baca gazlarında, düşük sıcaklıklarda, su buharı ile birle şerek sülfirik asite dönüştüğü ve kazanlarda tahri batlara neden olduğu bilinmektedir.

e) Azotoksitler (NO_x):

Yakıt cinsine bağlı olarak, ocağa verilen havanın faz lalık katsayısı ile ocak dizaynından kaynaklanan ne denlerle oluşan azotoksitler, çevre açısından emis yon kabul edilmektedir. Yakıt hava ayarının elverdiği oran dışında azotoksitlere müdahale imkanı bulun mamakta, kazan alımı sırasında dikkate alınması gereken bir parametre olarak değerlendirilmektedir. Günümüzde yeni yeni tartışılmakta olan, "Düşük Ocak Yükü ", Baca Gazları Resirkülasyon Sistemi" ve "Düşük NO_x Brülörleri" azotoksitlerle mücadele de 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. Ge reğinden fazla yakıt debisi, yetersiz kazan ısıtma yü zeyi ile duman borularındaki kirlilik, yüksek baca ga zı sıcaklığına neden olmaktadır. Burada dikkat edil mesi gereken önemli husus, baca gazı analizlerinin kazan anma gücüne uygun yakıt debisinde yapılm a sıdır. 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 yoğunlaşma (çiğ lenme) sıcaklığı, ayrıca yakıttaki kükürt (S) dolay ıyla baca gazındaki kükürt dioksit (SO₂) ile ilgilidir. Baca gazları içerisindeki kükürt dioksit (SO₂), su bu harı (H₂O) ile düşük sıcaklıklarda reaksiyona gire rek sülfirik asit (H₂SO₄) oluşturmakta, bunun sonu cu olarak da kazanlarda korozyonla istenmeyen tah ribatlar 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 uy gun değerler olarak kabul edilebilmektedir. Yüksek baca gazı sıcaklıklarında brülör ve kazana mutlaka müdahale edilmeli, kısmen kapasite düşürülerek ve

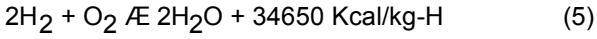
Burada 16 gr metan (CH₄), 64 gr oksijenle (O₂) birleşerek 36 gr su (H₂O), yani 1gr metan (CH₄),

2.25 gr su (H₂O) oluşturmaktadır. Metan (CH₄)'in alt ısı değerini hesaplayacak olursak;

ya kazan borularına türbülantörler ilave edilerek, baca gazı sıcaklığı düşürülmelidir. Her 20 °C baca gazı sıcaklık düşümü, verimde %1 artışa neden olmak - tadır.

g) Su Buharı (H₂O), Kondenzasyon:

Hidrojen kökenli yakıtlarda yanma sonucu oluşan baca gazı bileşenlerinden birinin de su buharı (H₂O) olduğu ifade edilmişti. Yanma Denklemi ni ha tırlayacak 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) oluşumu - na neden olmakta, ortaya çıkan su ise baca gazları içerisinde su buharı olarak kazanı terk etmektedir. Söz konusu suyun buharlaşabilmesi için üretilen ısı dan bir bölümü kullanılmakta ve kullanılan ısı miktarı ise yakıtın alt ve üst ısı değerleri arasındaki farkı meydana getirmektedir.

Bu ifade formüle edilirse, çok yaklaşık olarak;

$$H_u = H_o - 600 W \quad [8]$$

H_o = Yakıt Üst Isıl Değeri (Kcal/kg)

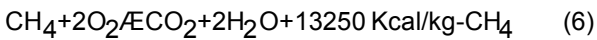
W = Yanma Sonucu Oluşan Su Miktarı (kg)

Örnekteki hidrojen (H₂) için alt ısı değer;

$$H_u = 34650 - 600 \times 9 = 29250 \text{ Kcal/kg-H} \text{ olmaktadır.}$$

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

Yanma Denklemi;



H_u = 13250 – 600 x 2.25 = 11900 Kcal/kg- CH₄ olmaktadır.

Metan (CH₄)'ın yoğunluğu = 0.715 Kg/Nm³ kabul edilirse (16 gr/22.4 lt), Nm³ bazında sözkonusu alt ve üst ısı değerleri 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 değerleri arasındaki kullanılmayan farkın normal çelik kazanlarda yarattığı enerji kaybı olmaktadır. Alt ısı değeri baz alındığında, yakıt olarak, metan (CH₄) kökenli doğalgazda bu fark %11, hidrojenle %18.5 mertebelerinde olmaktadır.

Yeni teknoloji ürünü kondenzasyonlu (yoğuşmalı) doğalgaz kazanlarında ise kazan içinde veya kazana entegre yoğuşturucuda, baca gazlarında bulunan su buharının yoğuşmasına izin verilmekte ve bu maksatla sistem dönüş suyu yoğuşturucudan geçirilerek, doğalgaz için baca gazı çiğlenme 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 değeri esas alındığında yoğuşmalı kazan verimleri günümüzde %100'den büyük ifadelerle anılmaktadır. Ancak üst ısı değeri

göre sözkonusu verim her zaman %100'den küçüktür.

3. YANMA VERİMİ, KAZAN VERİMİ

Baca gazı analizörü tarafından, baca gazlarında ölçülen, oksijen, karbondioksit, karbonmonoksit, 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 veriminin

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

den yola çıkarak, kazan veriminden (hk) söz ederken, kazan radyasyon kayıpları, külde yanmamış karbon kayıpları gibi ölçülmeyen değerler için yakıt cinsine ve kazan kapasitesine bağlı olarak, yanma veriminden belirli bir oranda azaltma yapmak gerekmektedir. TS.404'te kazan radyasyon kayıpları, kapasite ve yakıt cinsine bağlı olarak %0.7-3.0 arasında verilmektedir. Baca gazında is ve kurum ile külde ki yanmamış karbon (C) dikkate alındığında, yaklaşık kazan verimini belirlerken yanma veriminden radyasyon ve kül kayıpları olarak düşülmesi gereken miktar, yaklaşık olarak, doğalgazda %1, fuel-oil de %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 (hk) 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;

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

Q_k	= Kazan Kapasitesi	(Kcal/h)
B	= Yakıt Debi	(Kg/h, Nm ³ /h)
H_u	= Yakıt Alt Isıl Değeri	(Kcal/kg, Kcal/Nm ³)
h_k	= Kazan Verimi	(%)

Rejim haline getirilmiş kazanda doğalgaz yakıt debi

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ DERGİSİ , Sayı 95, 2006

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 ortalama 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.

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 dizavnında

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

g_1 =Kazan sıcaklığındaki havanın yoğunluğu (kg/m³)

g_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]

$$W = 2.g.^3P / g_1 \quad (m/sn) \quad (8)$$

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

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 (°P): [2] [5]

$$^{\circ}P = H \times (g_2 - g_1) \quad (\text{mmSS, kg/m}^2) \quad (7)$$

$$H = \text{Baca yüksekliği} \quad (\text{m})$$

$$F = n \times \frac{Q_k}{H}$$

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]

$$Q = V \times g_1 \times (T_1 - T_2) \times C_p \quad (\text{Kcal/h}) \quad (11)$$

T ₁	= Kazan sıcaklığı	(°C)
T ₂	= Dış hava sıcaklığı	(°C)
C _p	= Havanın ısınma ısısı	(Kcal/kg°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 kapasitesi, baca kesiti ve baca

duruş zamanlarının neden olduğu iç soğuma kayıplarının önlenmesi amacıyla, 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 tutulabileceği 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 soğutulmasıyla, duyulur ısıya ilaveten gizli ısının da kazan içindeki akışkana transfer edilebileceği, daha yüksek verimli, üst ısı değerlerinden yararlanılarak kazanlar veya kazanlar

- 1 - Kazan, brülör kapasiteleri, baca kesitleri gereğinden büyük olmamalıdır.
- 2 - Çift kademeli veya modülasyonlu brülörler kullanılmak suretiyle, brülörlerin yıllık sezonda devre de kalma süresi artırılmalıdır.
- 3 - Karıştırıcı vanalarla yapılan otomatik kontrolde, 80-90°C gibi sabit bir kazan suyu sıcaklığı yerine, karışım suyundan +5°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,

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 Yayınlar2, 1997
- [3] MMO. "Kalorifer Tesisatı Proje Hazırlama Teknik Esasları", MMO, Yayın No : 84, 1989
- [4] EGO, "Doğalgaz Tesisat Yönetmeliği ve Teknik Teknik Yönergesi", EGO, 2000
- [5] BRANDI, 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] TÜRK ÇEVRE MEVZUATI, "Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği", Resmi Gazete, 19269, 1986
- [8] EKER, A. "Sıcaksu, Buhar Üreteçleri, Kazanlar" Emel Matbaacılık
- [9] BİLGİN, A., "Kazanlarda Baca Gazı Analizlerinin Değerlendirilmesi ve İç Soğuma Kayıplarının İrdelemesi", TESKON, 2001