bu bir MMO yayınıdır

MMO, bu makaledeki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan ve basım hatalarından sorumlu değildir.

Buhar Kazanlarında Blöf İşleminden Isı Geri Kazanımı

Kemal ERMİŞ
Yaşar İSLAMOĞLU
Mehmet YILMAZ

Sakarya Üni.
Müh. Fak. Mak. Müh. Böl.

BUHAR KAZANLARINDA BLÖF İŞLEMİNDEN ISI GERİ KAZANIMI

Kemal ERMİŞ
Yaşar İSLAMOĞLU
Mehmet YILMAZ

ÖZET

Buhar kazanlarında, ısı transferini engelleyen kireç tortusu oluşumunun ve köpürmenin engellenmesi, kazan dibinde oluşan katı çökeltinin dışarı alınması vb. işlemler blöf işlemiyle gerçekleştirilmektedir. Blöf işlemi sonucunda tesiste bir ısı kaybı olmakta ve verim düşüklüğü meydana gelmektedir. Bu çalışmada, blöf işleminden oluşan ısı kaybını en aza indirmek ve bu atık ısıdan faydalanmak için çeşitli ısı geri kazanım yollarıyla kayıp enerjinin geri kazanımı ele alınmaktadır. Çalışmada, buhar kazanlarında enerji tasarrufu sağlamak için blöf işleminin gerekliliğinden ve öneminden bahsedilmektedir. Ayrıca blöf işleminin tipleri ve blöf işleminin kontrolü de bu çalışmada işlenmiştir.

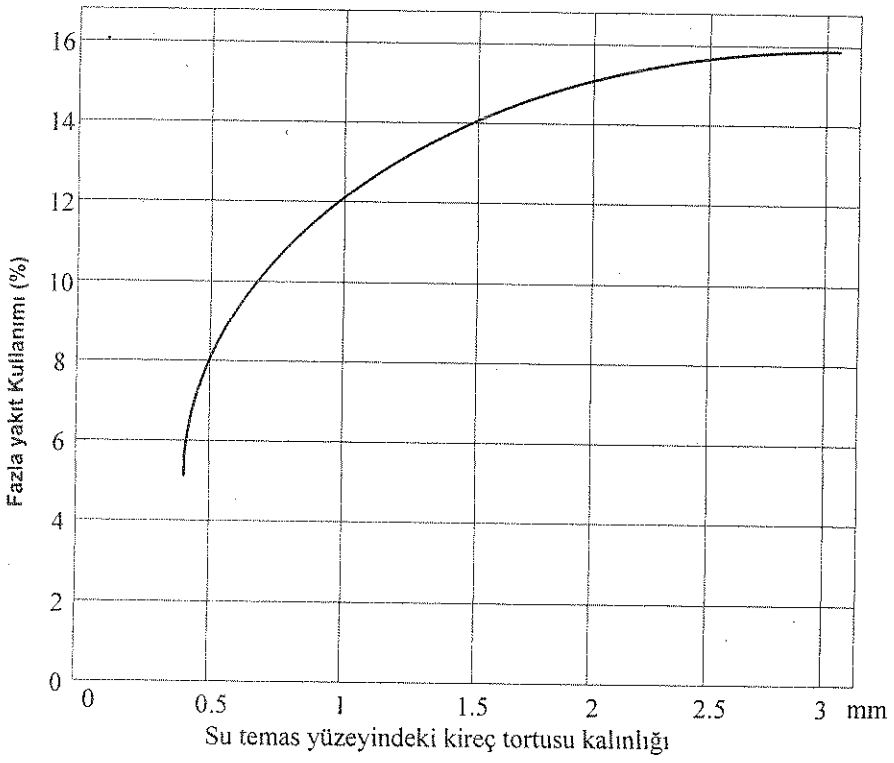
GİRİŞ

Ülkemizde tüketilen enerjinin sektörel olarak dağılımına bakıldığında, sanayi sektörünün ilk sırayı aldığı görülür. Sanayi sektörünün ısıl enerji tüketimi, sektörün enerji tüketiminin yaklaşık %33'nü oluşturmaktadır. Bu nedenle ısıl tesislerdeki buhar kazanlarında ve donanımlarında kaybolan ısıyı tekrar kazanmak gereklidir.

Buhar kazanlarında verimsizliğin önemli bir nedeni, blöf işleminden dolayı kazanda oluşan ısı kaybı olabilir. Blöf işlemi, ihtiyaca göre sürekli veya kesikli olarak yapılmaktadır. Endüstriyel amaçlar için buhar miktarının arttırılması, kazan suyunda asılı partikül ve içinde katı çözünmüş konsantrasyonu oluşturur. Konsantrasyon seviyesindeki artış sonucunda, kazan suyu içinde çözünmüş katıların kazan içinde bir tortu gibi kalmasına sebep olabilir. Bu da boru arızalarına yol açan aşırı ısınmalara neden olur. Bu kireç tortusu ısı transferine engel olur ve kazan verimini düşürür. Tipik bir kazanda kireç tortusundan dolayı oluşan fazla yakıt kullanım miktarı [Şekil.1]'de görülmektedir. Sonuçta, yüksek bir katı konsantrasyon köpürmeyi özendirebilir ve buhar hatlarının içindeki suyun ayrışmasına (Carry-over) neden olur. Dolayısıyla suyun buhar içindeki etkisini sürdürmesine sebep olur. Suyun ayrışması (Carry-over); buhar içindeki kazan suyunun bütün ayrışma tiplerini kapsayan genel bir terimdir. Ana sebepleri; kazanda çok yüksek bir su seviyesi, haddinden fazla çözünmüş katılar, aşırı alkalikler, temizleyicilerin bulunması, akışkanın durumu ve çoğunlukla sudaki asılı partiküllerdir.

Yukarıda belirtilenler, çözeltinin konsantrasyon seviyesinin kontrolü için gereklidir. Bu blöf işlemi ile gerçekleştirilir. Belli bir hacime sahip olan suyun tamamı çekilmez ve çekilen su otomatik olarak kazan besleme suyu tarafından sağlanır. Böylece sudaki toplam çözünmüş katı (TDS) miktarının optimum seviyesi korunur. Bununla beraber sıcak su kaybı oluşur, bu da enerji kaybına yol açar. Kazan veriminde bir azalmaya sebep olur [Şekil 2].

Bu problemlerden dolayı, tüm kazanlarda suyun denetimini ve dikkatli kontrolünü gerekli kılar. Fakat modern muhafazalı kapalı sistemler bile küçük su kapasiteleri ve çıkışlarındaki sınırlı buhar hücresi sebebiyle daha önceki tiplerinden daha çok zararlara açıktır.



Şekil 1. Tipik bir kazan içindeki kireç tortusundan dolayı oluşan yakıt kullanım oranı

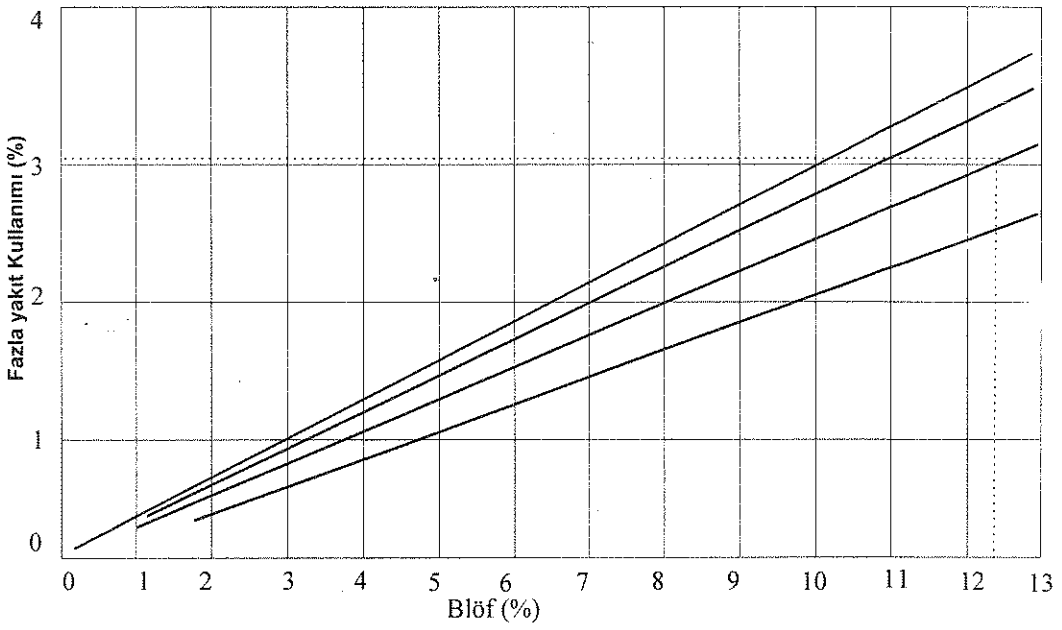
Eski tip kazanlar (Lancashire/Cornish gibi) geniş su kapasitelerine sahiptir. Eski tip kazanlar normalde kazan suyu içerisinde fazla katı çözünmüş problemi olmayan 15000 ppm (ppm; Bir milyondaki partükül sayısı olarak simgelenir) partikül sayısına kadar içinde yüksek bir toplam çözünmüş katıya müsade eder. Yavaş su hareketi ve kazan dibinde çökmüş katının birikmesi bu tip kazanların karakteristikleridir. Birikimlerin taşınmasında çabuk tesirli tam açık durumdaki blöf vanaları kullanılır. Bu yöntem tam çözüm değildir. Bu yüzden kullanıcılar genellikle blöf suyundaki ısı kaybının hissedilebilir büyük miktarda gerçekleşmesiyle oluşacak zararlara karşı dikkatli davranırlar.

Modern muhafazalı silindirik tip kazanlar çok düşük su hücresine sahiptir. Bu sebeple buhar üretiminin türbülanslı düşünülebilmesi dikkate değerdir. Böylece sistem daha çok asılı partikülden korunur ve tortunun oluşması daha azdır.

Bu yüzden TDS (Toplam Çözünmüş Katı) seviyesinin eski tip kazanlarda daha düşük seviyelerde tutulması gerekir. Seviye standardı bir milyondaki partikül sayısı 2000-3500 (ppm)'dir. Başka deyişle buhar kalitesi fazla katı çözünmesi nedeniyle düşebilir. Modern muhafazalı kazanlarda tavsiye edilen TDS seviyeleri [Tablo 1]'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Kazan suyu konsatrasyonunun tavsiye edilen sınırları

Buhar üretim ünitesinin çıkış basıncı (bar)	Toplam çözünmüş katı (ppm)	Toplam alkalitlik (ppm)	Asılı partikül (ppm)
0-20	3500	700	300
21-30	3000	600	250
31-40	2500	500	150
41-50	2000	400	100
51-60	1500	300	60
61-67	1250	250	40
68-100	1000	200	20
101-133	750	150	10
133 ve daha yukarısı	500	100	5



Şekil 2. Fazla yakıt kullanımında kazandan çekilen blöf oranının etkisi
(% Fazla yakıt kullanımı = % verimden kayıp)

KESİKLİ VE SÜREKLİ BLÖF

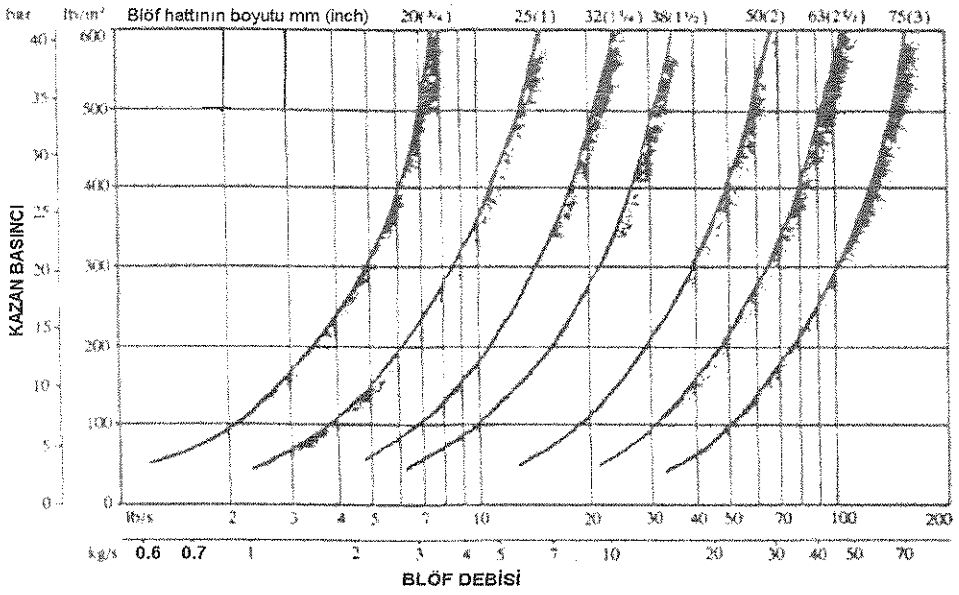
Blöf işlemi kesikli olabilir ve kazan dibinden herhangi bir tür çamur kaldırılabilir. Bu işlem genellikle basınçlı hava kullanarak, kısa aralıklarla her tabakada bir defa olmak üzere yerine getirilebilir. Blöf miktarı basitce her darbe süresince veya su seviye göstergesindeki azalmadan tahmin edilebilir. Bu klasik metot silindirik kazanlarda kullanılır.

Blöf normal su seviyesi civarında bir kaynaktan boşaltılması gibi devamlı uygulanabilir. Kaynama olduğu yerde yani suyun üst yüzeyinde çok yüksek katı konsantrasyon olduğundan, yüzey blöf işlemi katı konsantrasyonu azaltmada etkili bir yoldur. Bu işlem, bir boşaltma vanasının açılmasıyla devamlı akışta periyodik TDS ölçülerine göre ayarlanmıştır. Bu işlem "step-continuos" denilen; bir zaman sinyaline göre vananın periyodik olarak veya kazan suyunun elektrik iletkenliği gibi bazı özelliklerinden elde edilmiş sinyalden açılır veya kapanır. Bu sinyal sistemi ile çalışan otomatik TDS kontrol sistemler ticari olarak elde edilebilir. Modern uygulamalarda kesikli veya sürekli blöf metotları kullanılır. İlk amaç çamuru alınmış çözeltinin içindeki asılı partiküllerin kaldırılması, sonraki amaç TDS kontrolüdür. Belirli periyotlarla yapılan blöf işlemi, hafif yüklerdeki periyotlarla da yerine getirilmesi önemlidir. Başka bir deyişle çamur miktarının artması ısı transferini engeller. Kazanın kullanım dışına çıkmasına, belki de daha kötü sonuçlar oluşmasına neden olacaktır. İstenilen buhar kalitesi ve kazan sağlığı için başlıca iki şeye dikkat etmek gerekir.

1) Birinci ve en önemlisi blöf miktarının gerekli olan minimum miktarı aşmamasıdır. Fazla bir miktar atık enerjidir. Tam kontrol çok önemlidir.

2) Blöf kontrolü başarıldığında, blöf işleminden kaybolan ısının geri kazanılmasının ekonomik olup olmadığı denenerek görülmelidir. Ortalama olarak %50'si geri alınabilir.

Blöf işleminden oluşan ısı kaybından dolayı kazan verimi düşer. Optimum işlem ihtiyacı için blöf işlemi en azda tutulmalıdır. Blöf işlemi ihtiyaca göre çeşitlilik gösterir. Bu işlemler, birikmiş çamuru kazan dibinden kaldırmak işlemi, 10-15 saniye gibi kısa süreli aralıklarla kaldırılması (alttan blöf) veya katı konsantrasyonunun yüksek olduğu yerlerde kazan suyu yüzeyine yakın yerden kesikli veya devamlı olabilmektedir (yüzey blöf). Ayrıca üstten blöf işleminde tam bir işlem gerçekleştirmek için, belirli zamanlarda kazan dibinden çamurun kaldırılması gereklidir. [Şekil 3]'de blöf debisi, kazan basıncı ve blöf vana boyutları arasındaki ilişki gösterilmektedir.



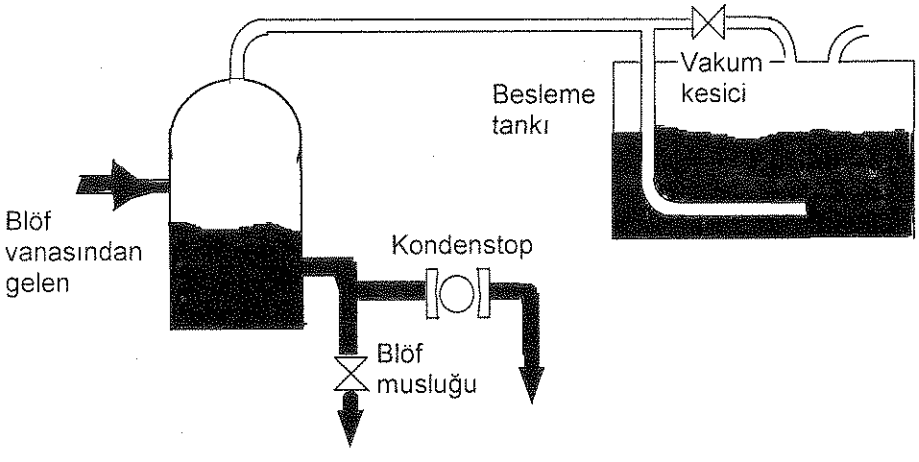
Şekil 3. Blöf debisi, kazan basıncı ve blöf vana boyutları arasındaki ilişkinin diyağramı

BLÖF İŞLEMİNDEN ISI GERİ KAZANIMI

Blöf işlemi ile sistemden çekilen suyun miktarı kadar besleme tankına veya kazana vermek gereklidir. Blöf sıcak, besleme ise soğuk olduğundan atık ısının geri kazanımı düşünülmelidir. Sürekli bir blöf sisteminde atık ısının geri kazanımı, genellikle ihtiyacın ve sağlananın sürekli bir şekilde karşılaştırılmasının açık bir sonucu olarak kesikli bir sistemden daha çok uygulanabilir.

Birden fazla kazanın bulunduğu yerde kesikli blöf işlemi yapılır. Bu işlemde atık ısının kullanılabilirliğini eşit olarak yaymak için blöf periyotlarını ayrı zamanlarda düzenlemek bir avantajdır. Çok basit ve yaygın olarak ısının geri kazanım uygulamalarından biri, blöf vanasında düşen basınçtan dolayı yeniden evaporasyon işlemiyle oluşan taze buhar kazanımıdır.

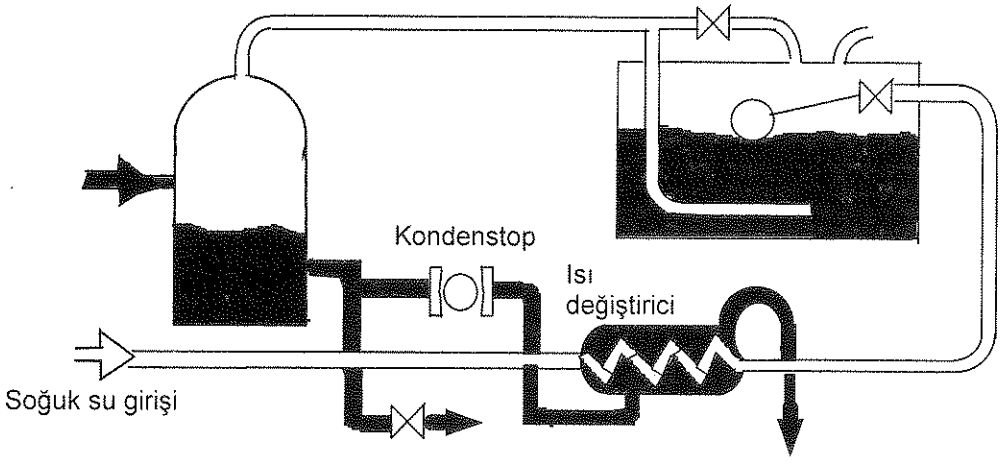
Blöf ve taze buharın yer aldığı taze buhar tankında iki ayırıcı bulunur. Taze buhar, besleme tankı içine bir serpme borudan boşalır [Şekil 4]. Taze buhar basıncı, birbirine bağlı boru dirençleri ve boşalma noktasındaki geri dönme basıncı tarafından kontrol edilir. Fakat bu basınç genellikle yaklaşık 0.3~0.2 bardır.



Şekil 4. Blöfden taze buhar elde edilmesi

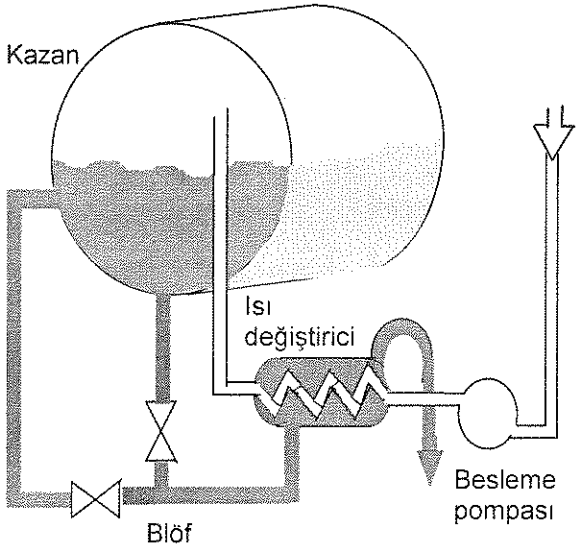
Blöf için gerçek sonuç, yüksek miktarda asılı partikülleri ve çamuru kazan suyundan arındırmaktır. Taze buhar tankı içine giren suyun yaklaşık %50'sinin buharlaşmasıyla, kazan içindeki çözelti konsantrasyonunun çok artması sonucu türbülans koşulları oluşur. Bu da taze buhar kazanı içinde köpürmeye sebep olur. Bunun sonucunda, besleme suyunda ard arda yeniden kirlenme ve fazla katı çözünmesi meydana gelir. Bu yüzden bu özel sistemlerin bir dezavantajı da temiz besleme suyu ile kirlenmiş blöf suyu arasında bir bölmenin olmamasıdır. Çünkü taze buhar kazanı içine ikisi birlikte doğrudan bağlanmıştır.

Geri kazanım sistemlerinin yerleşme düzeni ve dizaynı çok dikkatli yapılmalıdır. Kazan genellikle düşük debi için büyük boyutta olmalı ve kalıntı blöf boşaltılmalıdır. Bu işlem için bir şamandıralı tip boşaltma kondenstopu tercih edilebilir. Bu önlemden biridir. Tutucu içinde uygun bir filtre öncekiler kadar iyi olmayabilir. Çünkü akışta herhangi bir kısma taze buhar kazanındaki su seviyesinin plansız bir şekilde artmasına sebep olacaktır. Atık ısı, sıcak blöf suyunun ısısını eşanjör sayesinde alarak kazanılabilir [Şekil 5]. Blöf için kondenstop ile taze buhar kazanı arasına bir vana kullanılmalıdır.



Şekil 5. Isı değiştiricisi ve blöfle taze buhar elde edilerek ısı geri kazanımı

Taze buhar metoduyla ısı geri kazanım yönteminde, besleme suyundaki kirlenme gibi meydana gelebilecek herhangi bir tehlikeden [Şekil 6]'da görüldüğü gibi bir sistem düşünülerek kaçınılabilir. Burada kirlenmiş ve temiz su ısı değiştiricisinin ayrı tarafındadır. Çoğunlukla, kazan besleme hattında bu ısı değiştiricisinin yeri şekildeki gibi düşünülür.



Şekil 6. Besleme suyu kirlenmesinden kaçınılmış kazan blöf işleminden ısı geri kazanımı.

Bu şekilde yapmanın üç avantajı vardır. Bunlar;

1) Su basınç altındadır, kaynama noktasını yükseltir ve boru hattındaki kaynama tehlikelerini kaldırır.

2) Isı değiştiricisinin temiz su tarafı yüksek basınç altındadır. Herhangi bir sızıntı karşılıklı olarak kirli sudan temiz suya geçmeyecektir.

3) Isı değiştiricisinde yer alan pompanın boşaltma kenarında suyun fazla ısınması sebebiyle pompanın bozulmasına yol açan kavitasyondan kaçınılır.

Isı değiştiricisinin zorlanmış basıncı karşılayacak şekilde düzenlenmesine dikkat edilmelidir.

BLÖF KONTROLU

Kazan suyundaki klorür ve iletkenliğinin düzenli kontrolü blöf tablolarından yapılabilir. Blöf miktarının hesabı [Ek]'de verilmektedir. Blöf kontrolü için aşağıda değişik metotlar verilmiştir. Bununla beraber diğer denenmiş metotlarla ve TDS'nin kontrolü yapılarak da kontrol işlemi yapılabilir.

a) Elle blöf işlemi

Çamurun kaldırılması ve TDS seviyesinin kontrolü için, blöf işlemi tam değişimli kısa serilerle düzenli aralıklarda yapılır. Blöf miktarı su seviye göstergesindeki seviye azalmasından tahmin edilebilir. Blöf miktarı, Şekil 3'de verilmiş olan blöf debisi ve vanasının boyutlarından tahmin edilebilir. Pratikte bu metotta buhar üretim miktarının büyük olduğu yerlerde ve zayıf TDS kontrolünün sağlaması nedeniyle problemlerde artış meydana gelir.

Basit olarak elle kontrol edilen sistemlerde blöf vanası gerekli blöf miktarını verebilecek şekilde ayarlanmalıdır. Amaç, tavsiye edilmiş maksimum sınırın hemen altında (Genellikle ppm) kazan suyundaki toplam çözünmüş katı miktarı aynı seviyelerini korumalıdırlar. Blöfü ayarlama işlemi istenilen koşullar gerçekleşinceye kadar su analizi örnekleri yapılmalıdır. Aşağıda, özellikleri tamamen bilinmeyen bir kazandan çekilen blöf miktarının belirlenmesi amacıyla basit bir yöntem verilmiştir.

1) Kazana giren besleme suyunun TDS seviyesi bilinirse, blöfün gerekli yüzdelik oranı aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$\%\ \text{Blöf} = \frac{Sf}{(Sb - Sf)} \cdot 100 \qquad [1]$$

Burada; Sf : Besleme suyu TDS seviyesi (ppm)
Sb: Kazanda istenen TDS seviyesi (ppm)

2) Kurulmuş tesisler için uygulanan blöf işlemi, düzenli aralıklarla su seviyesi göstergesinden bir mm'deki blöf miktarı belirlenerek yapılabilir. Böylece bir eşdeğer devamlı blöf debisi hesaplanabilir. Bu sonuç ortalama buhar üretim debisi ile ilgili olacaktır.

Diğer bir yöntem, belirli aralıklarda verilen bir zaman içinde kazan altındaki blöf vanasının açılmasını içerebilir. Standart tam delik vanalar için akış debisi, kazan basıncı, blöf hattının delik çapı ve uzunluğa bağlı olarak kontrol edilir. Basınç düşüşünün hesabı için vana açık olduğunda tasarlanmış akış debisi kullanılabilir. Elde edilen sonuçlardan eşdeğer sürekli bir blöf debisi hesaplanabilir. Eşdeğer sürekli blöf debisi ortalama buhar üretim debisi ile ilgili olacaktır. Kazan suyundaki çözünmüş katı miktarını kontrol etmek için, düzenli aralıklarda örnekler almak gereklidir. Bu örneklerin blöf hattından veya kazandan doğrudan çekilmemiş ve soğutulmuş özellikleriyle olması çok önemlidir. Bir örnek soğutucu esastır.

40 kg/h'den fazla blöf ortalamasının gerektiği yerlerde, kazandan sürekli blöf çekme işleminde ideal işlem TDS kontrolüdür. Sürekli bir biçimde blöf hızının belirlenmesi ve kontrolü, buhar üretim koşulları ve sabit su akışı sağlamakla yapılabilir. Koşulların sağlanması ile bu yapılabilir, veya;

a) Sürekli blöf debisi, yaklaşık bir normda TDS seviyesi değişiminin ortalamasıyla kabul edilebilir; veya,

b) Blöf debisi temel bir TDS seviyesinde sürdürülür ve tepe değeri kesikli olarak kontrol edilir.

Güvenilir ve bakımı kolay devamlı blöf işlemi, iyi kalitede vanalar kullanılarak başarılabilir. Büyük basınç azalması ve asılı partiküller olduğunda hassas kontrol için kazanın şunları vermesine ihtiyaç vardır.

1) Verilen debi için kesin, kolay ve doğru bir kontrolün kurulması

2) Yapılması güç görevleri yerine getirmesi,

3) Tortunun, kireçlerin temizlenmesi için vananın temizleme pozisyonuna kolayca hareket etmesi ve kontrol pozisyonlarına göre ayar edilmesi gereklidir.

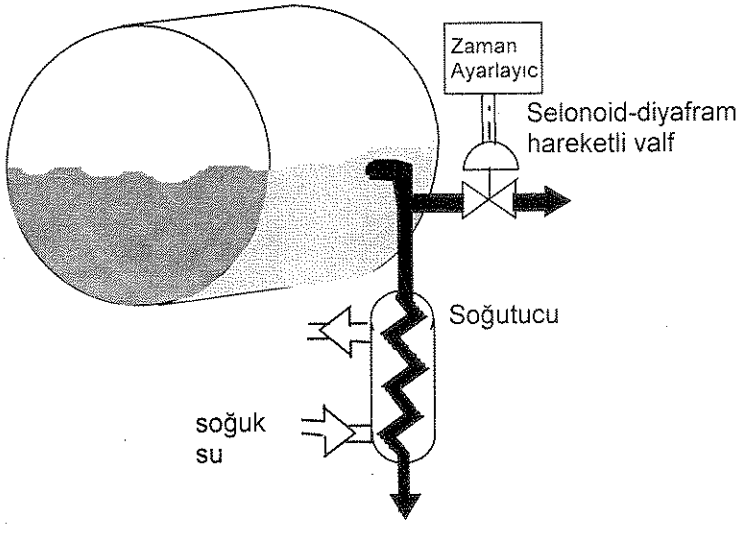
b) Sürekli kontrollü blöf

Burada blöf vanası belirlenmiş miktarları sağlayarak sürekli olarak ayarlanır. Çamurun etkili olarak kaldırılması için, sürekli blöf işlemine ek olarak düzenli aralıklarda kesikli blöf tavsiye edilir. Sürekli blöfün sakıncası; vananın günlük işlememesi, tam boşaltma deliğinin açılmaması ve eski yerine getirilememesi sonucu vananın ayarlı açıklığının sapmasıdır.

Bu yöntem sürekli yüklerde ve çok geniş kazanlar için yapılabilir. Fakat buhar yük değişimlerinin bulunduğu ortamda genelde başarısızdır.

- **Zaman kontrollü kesikli blöf**

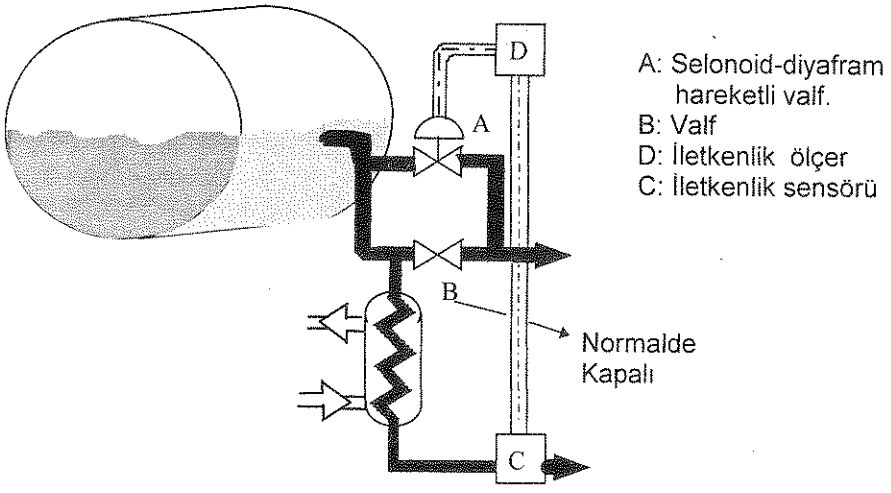
Sabit aralıklarda bir selonoid veya diyaframla sisteme bağlanmış bir zaman düzenleyicisi belirli süreler için blöf vanasını kumanda eder. Buhar yük ve kondensi geri kazanma miktarında değişimlerin düşünülebildiği durumlarda zaman ayarlayıcısı zaman sürelerini değişimlere göre ayarlayamadığında TDS seviyelerini kontrol limitleri içinde tutamaz. [Şekil 7]



Şekil 7. Zaman kontrollü kesikli blöf

- **TDS seviyesinin aşmasıyla otomatik kesikli blöf**

Bu sistem minimum blöfde TDS'nin doğru kontrolünü sağlar. Soğumuş kazan suyunun iletkenliğinin kontrolü bu usülde kurulmuş iletken ölçer tarafından sürekli olarak kontrol edilir. Blöf kurulmuş alt limite yaklaştığında modelin iletkenlik hareketi otomatik olarak durur [Şekil 8].



Şekil 8. Otomatik kesikli blöf

Ayrıca blöf ihtiyacı ile ilgili bilgi aşağıda verilmiştir.

Tablo 2. Değişlik su şartları için blöf ihtiyacı

A. Kazanda 200 ppm asılı partikül içeren değişik sertlikteki besleme suyuna göre %Blöf ihtiyacı					
$CaCO_3$ olarak besleme suyunda toplam sertlik (ppm)	=	10	20	40	60
Kazanda izin verilebilir konsantrasyon sayısı $n = \frac{200}{\text{Besleme suyu sertliği}}$	=	20	10	5	3.3
% Blöf ihtiyacı $\frac{100}{n-1}$	=	5.3	11.1	25	43.5
B. kazan suyunda 3000 ppm çözünmüş katı içeren değişik miktarda çözünmüş katı içeren besleme suyuna göre % Blöf ihtiyacı					
Besleme suyunda çözünmüş katı miktarı (ppm) DS	=	20	40	80	120
Besleme suyunun kimyasal koşullarla birlikte çözünmüş katı miktarı (ppm) DS + 30 ppm	=	50	70	110	150
Kazanda izin verilebilir konsantrasyon sayısı $n = \frac{200}{\text{Besleme suyu sertliği}}$	=	60	43	27	20
% Blöf ihtiyacı $\frac{100}{n-1}$	=	1.7	2.4	3.8	5.3

B. kazan suyunda 3000 ppm çözünmüş katı içeren değişik miktarda çözünmüş katı içeren besleme suyuna göre % Blöf ihtiyacı							
Besleme suyunda çözünmüş katı miktarı (ppm) DS	150	200	250				
Besleme suyunun kimyasal koşullarla birlikte çözünmüş katı miktarı (ppm) DS + 30 ppm	180	230	280				
Kazanda izin verilebilir konsantrasyon sayısı $n = \frac{200}{\text{Besleme suyu sertliği}}$	16.7	13	10.7				
% Blöf ihtiyacı $\frac{100}{n-1}$	6.4	8.3	10.3				

SONUÇ

Yüzyılımızda enerji tasarrufu önem kazanmaktadır. Enerji tesislerindeki kazan ve donanımlarında kaybolan enerjiyi tekrar kazanmak gereklidir. Blöf işleminin gerekliliği sistemin sağlığı için önem arz etmektedir. Kazanda enerji tasarrufu sağlamak amacıyla, blöf işlemden oluşan kayıp enerjinin geri kazanımı gereklidir.

Blöf işlemi ile oluşan bu kireç tortusu belirli periyotlarda ve miktarlarda dışarı alınır. Bu işlem çeşitli kriterlere ve kapasiteye göre yapılır. Blöf işlemi sonucunda tesisde bir ısı kaybı ve verim düşüklüğü meydana gelmektedir. Isı kaybını en aza indirmek ve bu atık ısıdan faydalanmak için çeşitli ısı geri kazanım yollarıyla taze buhar elde edilmektedir. Blöf işleminden ısı kazanımı ile verim artırılmakta ve ısı kaybı önlenmektedir. Aynı zamanda kazan içinden zararlı kireç ve asılı partiküller uzaklaştırılmaktadır. Blöf kontrolünün tam şekilde yapılması sistem verimi için fevkalade önemlidir.

KAYNAKLAR

[1] Series of Guides to Steam and Condensate Systems, Spirax Sarco Lyd., Cheltenham, England 19821-82;
[2] Improving Steam Boiler Operating Efficiency, Georgia Tech. Engineering Experiment Station, Atlanta, Georgia, U.S.A., 1981
[3] Fuel Efficiency Booklets, Energy Efficiency Office , Department of Energy, London, England, 1985.
[4] SHELDON, D., S., SCETT, K. and PAUL, P., "Boiler Water Treatment for Low and Moderate Pressure Plants", Power, June 1987.
[5] Betz Handbook of Industrial Water Conditioning, 8th ed., Betz Laboratories Inc. Trevose, PA, U.S.A.,1980.
[6] Principles of Industrial Water Treatment, 4th ed., Drew Chemical Corporation, Boonton, NJ, U.S.A, 1981.
[7] MICHAEL, G., S., "Boiler Water Treatment- Why, What, and How" Chemical Engineering, August 15,1988.

ÖZGEÇMİŞ

Kemal ERMİŞ

1971 yılında Ankara-Saray'da doğdu. 1988 yılında Bahçelievler Teknik Lisesini, 1992 yılında Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünü, 1995 yılında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisansını bitirmiştir. 1995 yılından beri Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Doktora Eğitimine devam etmektedir. 1993-95 yılları arasında Kocaeli Üniversitesinde araştırma görevlisi olarak çalışmış, halen Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır. Evli ve bir çoçukludur.

Yaşar İSLAMOĞLU

1971 yılında Rize - Ardeşen'de doğdu. İstanbul Bahçelievler Lisesinden 1989 yılında mezun olmuş, 1994 yılında İ.T.Ü. Sakarya Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünü tamamlayarak aynı yıl İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Enerji Programında yüksek lisans eğitimine başladı. 1995 yılında Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü Termodinamik ve Isı Tekniği Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak göreve başlamış olup halen bu görevi sürdürmektedir.

Mehmet YILMAZ

1972 yılında Ankara Güdül'de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Beypazarı'nda tamamladı. 1990 yılında Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü'nde başladığı lisans eğitimini Haziran 1994'te tamamladı. Daha sonra Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği EABD'da yüksek lisans eğitimine başladı ve Ağustos 1996'da yüksek mühendis ünvanı aldı. Halen aynı enstitüde doktora eğitimine devam etmektedir ve aynı zamanda SAÜ Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.

EK

BLÖF İHTİYACININ HESAPLANMASI

Kazan suyunda katı oranı (TDS_B) ve kazan besleme suyundaki katı miktarı (TDS_F), konsantrasyon (n_F) olarak tanımlanır. Besleme suyunun konsantrasyonu kazandakini gösterir.

CR (Kondens geri dönüş miktarı, kg/h)
MU (İlave su miktarı, kg/h) = F - CR (1)
F (Kazan besleme suyu miktarı, kg/h) = MU+CR (2)
TDS_B , TDS_F, TDS_{MU}, TDS_{CR} = Sıra ile kazan besleme, ilave ve kondens suyundaki toplam çözünmüş katı miktarıdır.
olarak tanımlanırsa,

$$\text{Beslemenin miktarının kondens dönüşüne oranı} = \frac{CR}{F} \quad (3)$$

$$n_F\,(\text{Kazan besleme suyunun konsantrasyonu}) = \frac{TDS_B}{TDS_F} \quad (4)$$

$$n_{MU}\ (\text{İlave suyun konsantrasyonu}) = \frac{TDS_B}{TDS_{MU}} \quad (5)$$

$$\text{BD oranı (Beslemesuyunun blöf miktarına oranı, kg / kg)} = \frac{1}{n_F}. \quad (6)$$

$$TDS_{CR} = 0 \text{ durumunda,} \quad \%CR = \frac{\text{Kondens dönüş miktarı}}{\text{besleme oranı}} \times 100, \quad \text{ise} \quad (7)$$

$$TDS_F = TDS_{MU} \times \left(1 - \frac{\%CR}{100}\right) \quad (8)$$

$$CR = \frac{(TDS_{MU} - TDS_F)}{(TDS_{MU} - TDS_{CR})} \times F \quad (9)$$

$$\text{BD (Blöf miktarı, kg / h)} = \frac{1}{n_F} \times F$$

$$= \frac{TDS_F}{TDS_B} \times F \quad (10)$$

$$\text{BD oranı} = \frac{1}{n_F - 1} \quad (11)$$

$$\text{BD (kg / h)} = \frac{E}{n_F - 1} \quad (13)$$

Burada E(kg/h) buhar üretim oranıdır. Bu yüzden,

$$\text{BD (kg / h)} = \frac{TDS_F}{TDS_B - TDS_F} \times E \quad (14)$$

$$\text{BD oranı (ilave suyun, kg / kg)} = \frac{1}{n_{MU}}$$

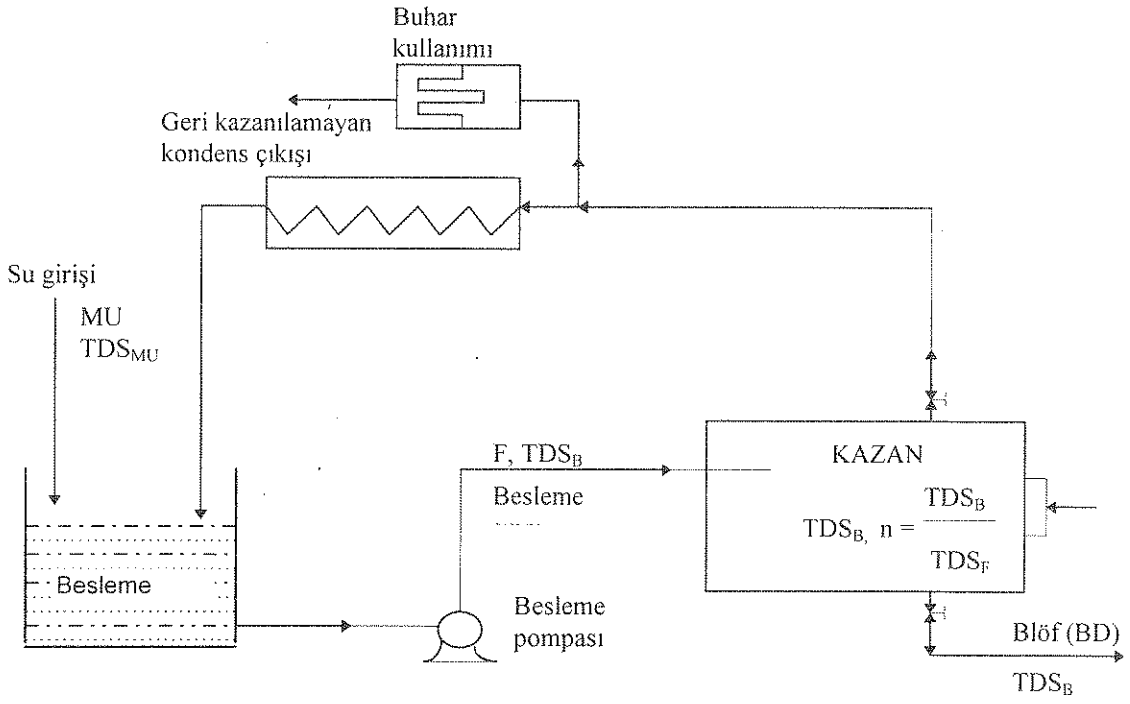
$$= \frac{TDS_{MU}}{TDS_B} \quad (15)$$

$$\text{BD (kg / h)} = \frac{1}{n_{MU}} \times MU \quad (16)$$

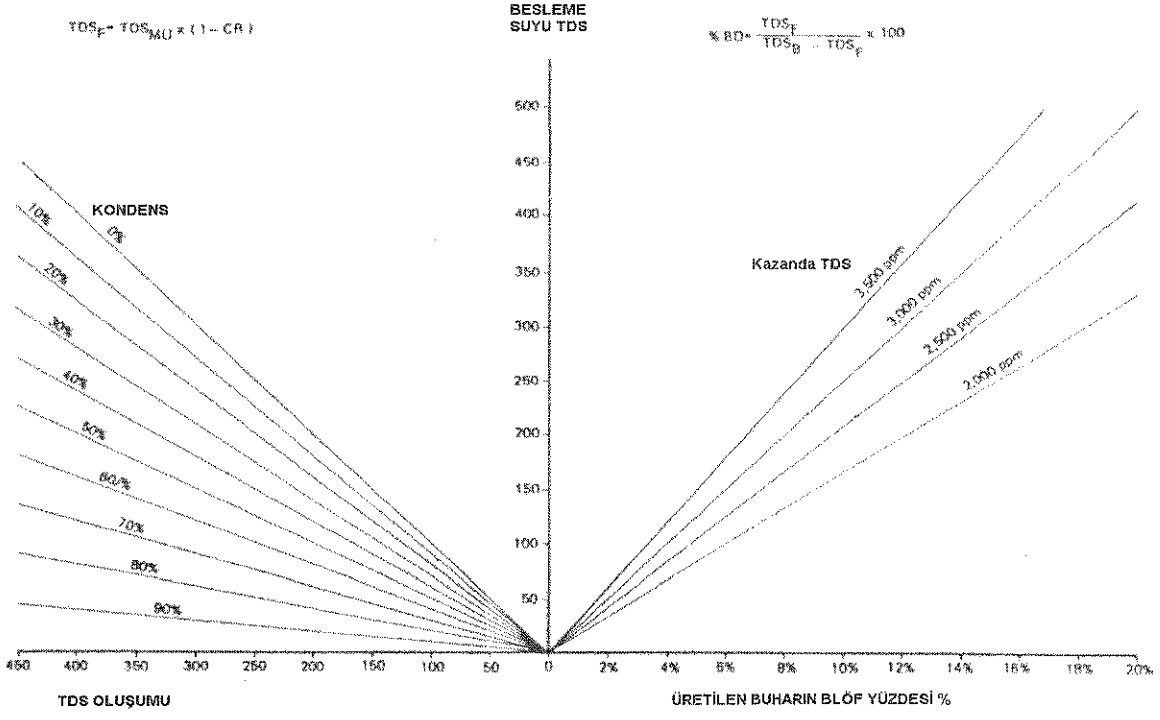
$$F = \frac{n_F}{n_F - 1} \times E = \frac{TDS_B}{TDS_B - TDS_F} \times E \quad (17)$$

Burada N_{MU} ilave suyun konsantrasyonudur.

Şekil 1'de bir sistemde su/buhar akışı görülmektedir. Şekil 2' de besleme suyunun TDS ve blöf ihtiyacı arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi görülmektedir.



Şekil 1. Bir kazan sisteminde tipik su-buhar akışı



Şekil 2. Blöf, ilave suyun TDS ve besleme suyunun TDS arasındaki ilişkinin grafiksel gösterimi