



# TTMD

## TÜRK TESİSAT MÜHENDİSLERİ DERNEĞİ DERGİSİ

### Temel Bilgiler, Tasarım ve Uygulama Eki

Sayı : 8

#### TTMD

Adına Sahibi  
Bekir Erdinç Boz

Yazı İşleri Müdürü  
Abdullah Bilgin

Genel Yayın Yönetmeni  
Prof. Dr. T. Hikmet Karakoç

#### Yayın Kurulu

Gürkan Ari  
Abdullah Bilgin  
Aytekin Çakır

Dr. İbrahim Çakmanus  
Erbay Çercioğlu

Mustafa Nuri Çetin  
Ali Rıza Dağlıoğlu

Orhan Gürsen

Halim İman

Prof. Dr. T. Hikmet Karakoç  
Selami Orhan

Fevzi Özel

E.Aybars Özer

Seden Çakiroğlu Öztekler  
Tayfun Sümbül

Yrd. Doç. Dr. Hüseyin Günerhan

Dergi Yayın Sorumlusu  
Gülsen Acar

#### İletişim

Bestekar Sk. Çimen Apt.  
No: 15/2 06680 Kavaklıdere-Ankara  
Tel: 0.312. 419 45 71 - 419 45 72  
Faks: 0.312. 419 58 51  
web: <http://www.ttmd.org.tr>  
e-mail: ttmd@ttmd.org.tr

#### TTMD Yönetim Kurulu

Bekir Erdinç Boz (Başkan)  
Abdullah Bilgin (Başkan Yrd.)  
Halim İman (Başkan Yrd.)  
Hüseyin Erdem (Başkan Yrd.)  
İbrahim Çakmanus (Genel Sekreter)  
C. Selçuk Bayer (Muhasip Üye)  
İbrahim Akdemir (Üye)  
Hırat Kalataş (Üye)  
Prof. Dr. Abdurrahman Kılıç (Üye)  
İ. Zeki Aksu (Üye)  
Gökhan Özbek (Üye)  
Cafer Ünlü (Üye)  
Sarven Çilingiroğlu (Üye)

TTMD Dernek Müdürü  
Cem Sirri Ataç

31. Sayının Ekipidir

## Endüstri Kazan Dairelerinde Enerjinin Etkin Kullanılması İçin; Yakıttan Baca Gazına Kadar Dikkate Alınması Gereken Hususlar

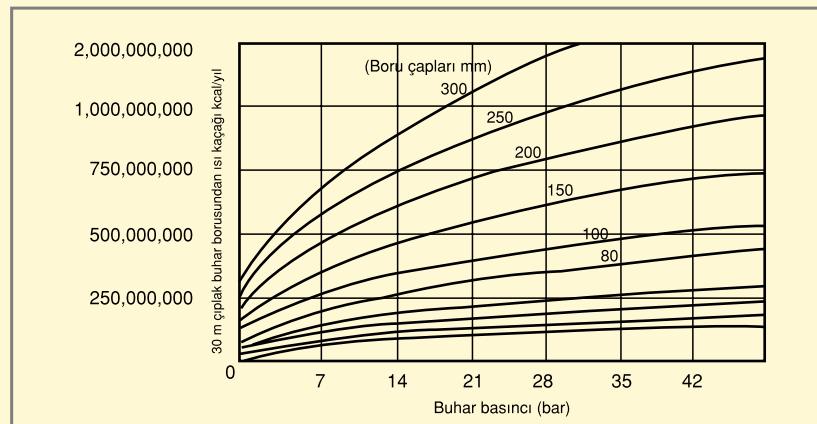
#### Metin Bilgiç,

Mak. Müh. / TTMD Üyesi

### ENDÜSTRİ KAZAN DAİRELERİİNDE ENERJİ TASARRUFU

Enerji tasarrufu 3 şekilde yapılır.

- Sistemin dizaynında ve tesisinde kullanım şartlarına en uygun sistemin seçilmesi ve otomatik kontrol sistemlerinin uygulanması. Ayrıca iyi bir ısı izolasyonu yapılması (Şekil 1).
- Sistemin çalışması esnasında iyi bir yanma sağlanması, atık duman gazından, atık sıcak sudan ve flaş buhardan geri kazanım.
- İyi bir periyodik bakım sisteminin uygulanması ile kazanların su ve duman gazi taraflarında birikime meydana verilmemesi, buhar kaçaklarının (vanalardan, kondenstoplardan) engellenmesi ile ayrıca besi suyunun sertlik, O<sub>2</sub>, pH, TDS kontrollerinin yapılması ve uygun kazan kimyasallarının (ilaçlarının) ilavesi ile kazanların verimli ve ömrünün uzun tutulması sağlanması.



Şekil 1. Çıplak buhar borusunda ısı kaybı

### 1. Sistemin Çalışması Esnasında Yapılacak Enerji Tasarrufu

#### 1.1. Yanmanın İyileştirilmesi:

Bir kazanın ocagındaki (yanma hücresinde) iyi bir yanma elde edilmesi için; yeterli miktarlarda yakıt - hava karışımı.

- Yeterli miktarlarda yakıt ve hava (yanma havası)'yı yeterli oranda karışmış vaziyette ocak içine sevk edilmesi (veya ocak içinde yaratılan türbülansla karışması) gereklidir. (Cetvel 1, Şekil 2)

**TEBA ISITMA SOĞUTMA KLİMA TEKNOLOJİLERİ SAN. ve TİC. A.Ş.'NİN  
KATKILARIyla YAYINLANMAKTADIR**

#### • YETERLİ OCAK SICAKLIĞI

İyi bir yanmanın oluşabilmesi için yakıt-hava karışımının tutuşma sıcaklığının çok üstünde bir sıcaklıkta, gaz fazında yanması gereklidir.

#### • YETERLİ OCAK HACMİ (YETERLİ YANMA ZAMANI)

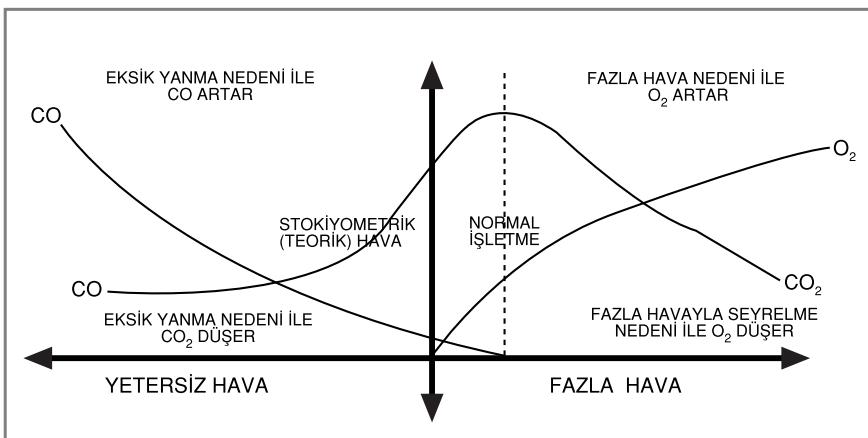
İyi bir yanmanın oluşması (yanmanın tamamlanması için) yeterli boyutlarda ocak hacmi (yanma hücresi) oluşturulmalıdır.

#### • YETERLİ KAZAN VERİMİ ELDE EDİLMESİ İÇİN:

İyi bir yanmanın oluşması neticesinde teşekkül eden alevden ve sıcak duman gazlarından gerekli seviyede (alçak sıcaklık korozyonuna meydan vermeden) istenilen ısıyı alınamaması için yeterli radyasyon ve konveksiyon yüzeyini haiz olmalıdır. İyi bir yanmanın oluşup oluşmadığını ve yeterli kazan verimini elde edip etmediğimizi kazanı terk eden bacaya atılan duman gazlarındaki  $O_2$ ,  $CO_2$ , CO değerleri ile baca gazı sıcaklıklarından belirlenir.

*Cetvel 1. Yakıt cinsi, yakma sistemi ve hava fazlalık katsayıları*

Yakit Cinsi	Yakma Sistemi	Hava Fazlalık katsayısı (n)
Parça Kömür	Elle düz izgara üzerinde	1,6 – 2
Parça Kömür	Stoker (fıratmalı besleme – ileri itimli)	1,2 – 1,6
Parça Kömür	Altan beslemeli stoker (helezon vida)	1,2 – 1,5
Toz Kömür	Pülverize yakma	1,15 – 1,2
Fuel - Oil	Cebri üflemeli brülör ile	1,05 – 1,10
Doğal Gaz	Cebri üflemeli brülör ile	1,07 – 1,2



*Şekil 2. Kazanı Terk Eden Duman Gazlarında CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> İlişkisi*

*Cetvel 2. Kazanlarda, Bacaya Atılan Duman Gazlarında Olması Gereken (Yaklaşık) Değerler*

Kazanın cinsi	Yakılan Yakıt	Kazanı terk eden baca gazında gaz sıcaklığı	O <sub>2</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)
Alev – duman borulu buhar kazanı	Fuel-Oil	Doymuş buhar sıcaklığı + 50 ..... 75°C	3 ... 6	13,7 ... 11,5
	Doğal Gaz		1 ... 3	11,2 ... 10
	Kömür		6 .... 9	13 .... 10
Kızgın yağ kazanı	Fuel-Oil	Doymuş buhar sıcaklığı + 75 ..... 100°C	3 ... 6	13,7 ... 11,5
	Doğal Gaz		1 ... 3	11,2 ... 10
	Kömür		6 .... 9	13 .... 10
Sıcak su kazanı	Fuel-Oil	180°C 80 ... 180°C 200°C	3 ... 6	13,7 ... 11,5
	Doğal Gaz		1 ... 3	11,2 ... 10
	Kömür		6 .... 9	13 .... 10
Yoğunşamalı sıcak su kazanı	Doğal Gaz	30 ... 60°C	1 .... 3	11,2 .... 10

Yakma havasının fazla verilmesi halinde, duman gazlarında O<sub>2</sub> artarken NO<sub>x</sub> oluşumu artmaktadır, yanma verimi düşmektedir (Şekil. 3).

#### 1.2. Baca Kayıpları ve Azaltma Çareleri

Bir kazanda kazan verimi

$$\eta_k = 100 - (k_1 + k_2 + k_3 + k_4)$$

$\eta_k$  = kazan verimi % (kazanın çalışma esnasında tespit edilen verim)

$k_1$ : Duyulur ısı kaybı: baca gazlarının sıcaklığına ve duman gazındaki O<sub>2</sub> (hava fazlalığına bağlı kayıplar)

$k_2$ : Gizli ısı kaybı: Duman gazlarının bünyesinde bulunan su buharının ihtiiva ettiği ısından dolayı kayıptır. Doğal gaz yakımında teşekkül eden duman gazının hacimsel olarak 18,8 fuel-oil yakımında % 11,2 su buharından oluşur. Baca gazı kayıplarının yaklaşık % 10'unu gizli ısı kayıplarından oluşturur. Bu değer aynı zamanda üst ısıl değer ile alt ısıl değer arasındaki farktır. Bu fark doğal gaz'da % 11, motorinde % 6'dır.

$k_3$ : Yanmamış yakıt kaybı: Kazanı terk eden duman gazlarında yanmamış halde bulunan (C, CO, H<sub>2</sub>, ile katı yakıt külünde kalan HmCn) yanmamış karbon parçacıklarını kapsar.

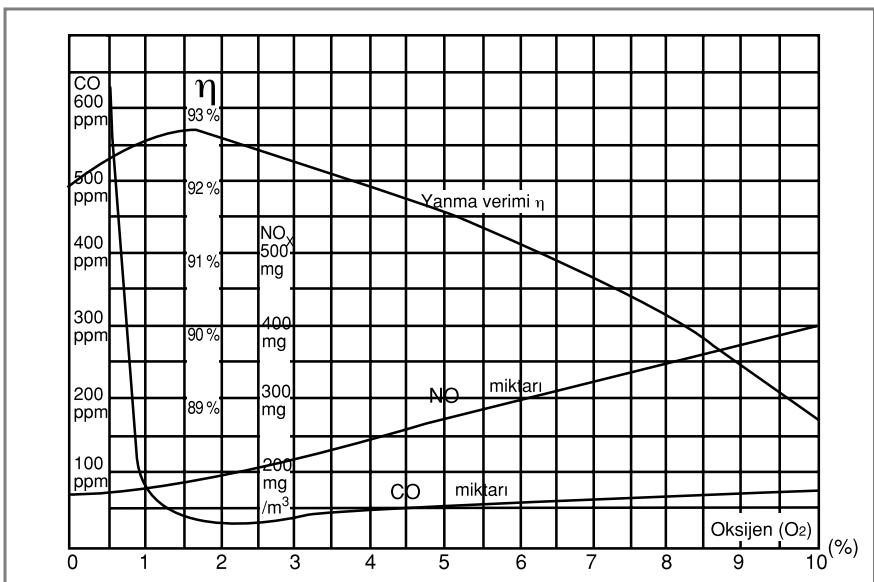
$k_4$ : Kazan dış yüzeylerinden oluşan ısı kayıplarıdır. Büyük kazanlarda yaklaşık % 1 ... 2 civarındadır. Bu kayıplar brülörün çalışması ile çalışmaması esnasında farklılık gösterir. Ayrıca atalet kayıpları söz konusudur. Bu kayıllar kazanın su hacmine bağlı olarak oluşan kayıptır.

Baca Kayıplarını Kontrol Ederek Verimi Yükseltme

1) En basitinden kazanın baca çıkışına, duyargası 400 .... 500°C'ta dayanan Ø 160 mm çaplı, 400°C gösterir bir termometre koyarak baca sıcaklığını (cetvel 2'ye göre) kontrol edilebilir. Bunun daha gelişmişini kazanın kumanda panosuna konulan dijital baca gazı sıcaklığı göstergesinden yapılabilir.

2) En basitinden, en gelişimine kadar seyyar veya sabit bir baca gazı analiz cihazı vasıtası ile baca gazı sıcaklığı, baca gazındaki O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO hk değerlerini kontrol ederek, yakma havasını buna göre ayarlanabilir.

3) Baca gazındaki O<sub>2</sub> miktarını kontrol eden bir oksijen trim sistemi kurarak % 1 .... 2 arasında değişen verim artışı sağlanabilir. Böyle bir sistemin geri dönüşü (amortisman süresi) yakıt kapasitesine, yakma zamanına bağlı olarak 1 ... 3 yıldır.



**Şekil 3.** Doğal gaz yakımında duman gazındaki O<sub>2</sub> miktarına bağlı olarak CO ve NO<sub>x</sub>'in artışı, yanma veriminin azalışı.

### 1.3. Türbülatörler

Türbülatörler baca kayıplarını azaltmak için ilk ve en ucuz yapılabilecek ekipmandır (Şekil 4). Korozyona ve yüksek sıcaklıklara dayanıklı malzemeden 800°C'a kadar duman gazı sıcaklıklarında kullanılabilir. Boru içine türbülatör konulması ile iç film katsayısi düz boruya göre üç katı civarında artar.

Düz boruda iç film katsayıısı  $\alpha = 34 \text{ W/m}^2\text{K}$

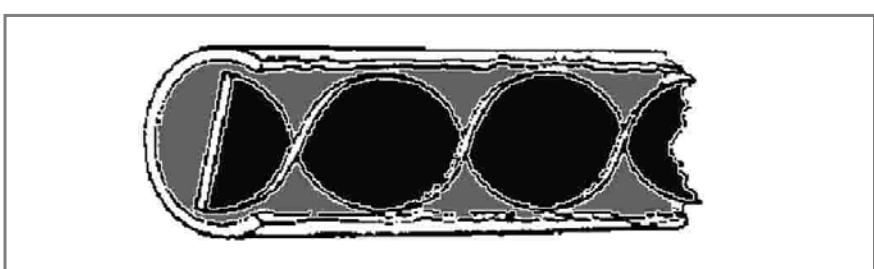
kullanılacak türbülatör ile iç film =  $70 \dots 91 \text{ W/m}^2\text{K}$  değerine çıkar. Buna karşın

Düz borunun duman yolları direnci 2 m. boru içi 5 mmSS,

Türbülatörlü boruda 15 ... 35 mmSS olur. Yani türbülatör konulması ile yaklaşık 10 ... 30 mmSS ek direnç oluşur.

Pratikte aynı ıslı kapasiteyi sağlamak için düz boru yerine, içine türbülatör yerleştirilmiş % 35 - 50 daha kısa boru kullanılabilir.

Örnek: iki geçişli sıvı yakınlı kazanda, türbülatörsüz baca gazı sıcaklığı 316°C iken, türbülatör konulması ile 205°C'ye düşürülebilir. Bu da % 5...6 gibi bir verim artışı anlamına gelmektedir. Türbülatör konulması düşünüldüğünde bilhassa fuel-oil yakanan kazanlarda, yaratacağı duman yolları direnci ve düşürülen sıcaklığın alçak sıcaklık korozyonu yaratmaması göz önüne alınmalıdır. Kömür yakanan kazanlarda, borulara türbülatör konulması doğru değildir, çabuk tikanır.



**Şekil 4.** Yüksek sıcaklığa dayanıklı paslanmaz çelikten yapılmış, büükülmüş şerit eleman türbülatör uygulaması

### 1.4. Ekonomizer ve Hava Isıtıcıları

Bacaya atılan duman gazlarının ısısından istifade edilerek geri kazanım yapılabilir. Ancak burada geri kazanımı sınırlayan değerler vardır. Duman gazlarındaki kükürt miktarına bağlı olarak asit çiğlenme sıcaklığıdır. Bu değerler yaklaşık olarak fuel-oil No:6 için 160°C, doğal gazda 56°C'dir. (Ancak endüstri kazanlarında, doğal gazda yoğunlaşma istenmiyorsa 120°C civarına kadar düşürülür).

**Şekil 5 Fuel-oil'de çiğlenme noktasına bağlı olarak duman gazı sıcaklığı bacaya atılan duman gazlarından geri kazanım ekonomizer, hava ısıtıcı veya ikisi birden kullanılarak ısı geri kazanım sağlanabilir.**

Ekonominizer; duman gazları vasıtası ile kazan besi suyunun, proses suyunu, kalorifer suyunu, sıcak kullanma suyunu ısıtmak için kullanılır.

Gerek ekonomizer de gerek hava ısıtıcısında duman gazları sıcaklığının her 20°C düşürülüşü yaklaşık % 1 verim artışı sağlar. Aynı ıslı kapasiteyi sağlayacak şekilde hava ısıtıcısının ısıtma yüzeyi; ekonomizerden daha büyük olduğundan dolayı daha pahaliy়া mál olur. Dolayısı ile genellikle hava ısıtıcı yerine eko kullanılması tercih edilir. Ancak 10 t/h'den fazla buhar üreten sistemler ile kömür yakanan sistemlerde ekonomizer yerine yanmanın iyileştirilmesi için yakma havasının; hava ısıtıcı vasıtası ile ısıtılması tercih edilebilir.

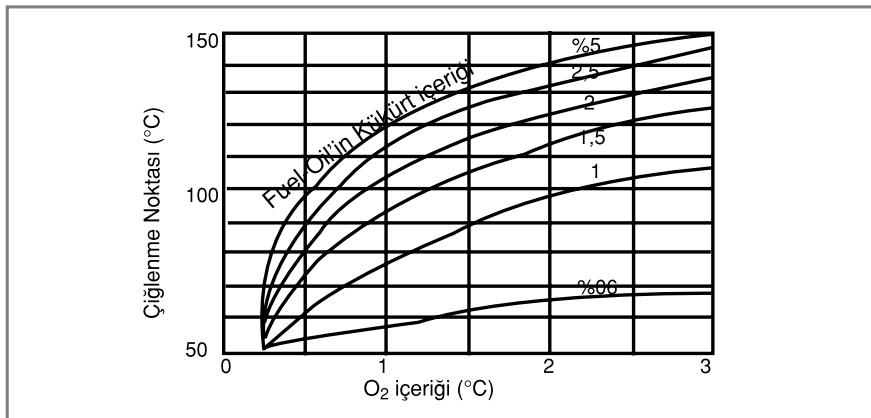
20 t/h, 30 bar buhar üretiminden sonra ekonomizer ve hava ısıtıcısı birlikte kullanılabilir. Kömür ve fuel-oil yakanan tesislerde ekonomizere su girişi 60°C'tın altında olmamalıdır. Aksi takdirde yerel alçak sıcaklık korozyonu oluşur.

Doğal gaz yakanan tesislerde duman gazı sıcaklığı 56°C'nin altına düşürülerek yoğunlaşma ısısından da istifade ederek yoğunşmalı ekonomizer sisteme ilave edilebilir. (Şekil 6, Şekil 7). Böylece geri kazanım % 15'e kadar çıkabilir. Ancak burada kullanılan malzeme korozyona dayanıklı 316 L kalitesinde paslanmaz çelik malzemeden olmalıdır (Şekil 8-9-10). Ekonomizer'lerde ısıtma yüzeyi olarak kanatlı boru, lamelli boru, düz boru kullanılabilir (Şekil 11). Fuel-oil ve kömür yakanan sistemlerde geniş kanatlı boru veya düz yüzeyli boru (daha pahali olmasına rağmen) kullanılmalıdır (Şekil 12). Doğal gazda kullanılan yoğunşmalı ekonomizerler de düz boru kullanılması tercih edilmelidir. Bu boruların içine ısı geçimini artıran türbülatör veya kanatçıklar ilave edilebilir (Şekil 14-15-16-17). Ekonomizer veya hava ısıtıcı dizaynında; alçak sıcaklık korozyonu tehlikesine karşı ekonomizerde besi suyunun; hava ısıtıcısında yakma havasının bir kısmını by-pass edecek düzenek ilave edilebilir.

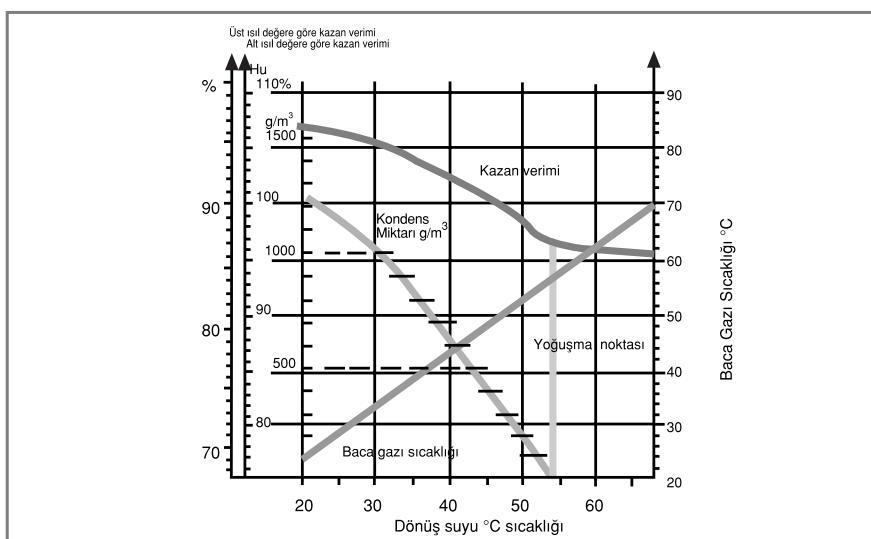
Ayrıca; bilhassa kükürtlü yakıtlarda ekonomizere girecek suyun sıcaklığı 50°C'nin altında ise su; bir su ön ısıtıcında

ısıtlarak sıcaklığı yükseltildikten sonra ekonomizere sokulur. Ayrıca şekilde yakma havasının sıcaklığı; alçak sıcaklık korozyonu yaratacak kadar düşük ise, hava bir buhar serpantinli ısıticiden yeterli sıcaklığa kadar ısıtıldıktan sonra hava ısıticisine sokulabilir (Şekil 18-19-20-21).

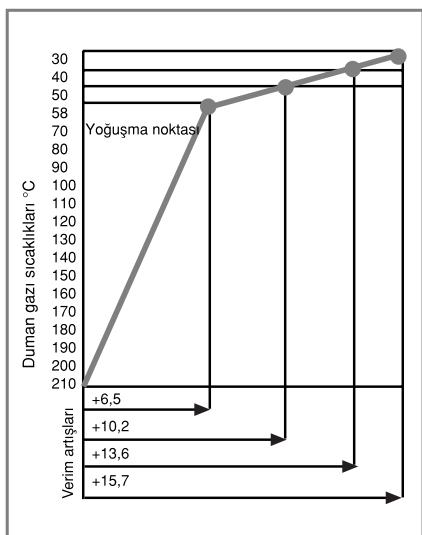
Ekonomer veya hava ısıticisi; yatırımı geri ödeme süresi sistemin kapasitesine, çalışma süresine, yakıtın özelliklerine, kullanım amacına göre 5 ... 6 ay gibi bir zamandır. Yoğunluk ekonomizerler de bu zaman 6...8 ay'dır. Ekonomizerlerde ve hava ısıticalarında duman tarafi direnci yaklaşık 25 mmSS'dir.



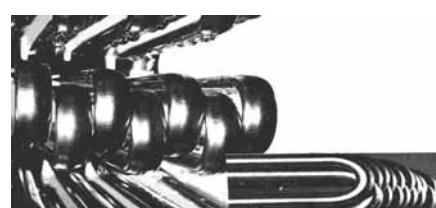
Şekil 5. Fuel-oil için çiğleme sıcaklıkları



Şekil 6. Doğal gaz da yoğunlaşma, verim, baca gazi ilişkisi



Şekil 7. Skoç tipi 6 bar işletme basıncındaki doğalgaz yakan bir buhar kazanının geri kazanım değerleri. Kazan arkasına konan ekonomizeri terk eden duman gazının değişik sıcaklıklarında elde edilen geri kazanım (yatık tasarrufu) değerleri.



Şekil 8. Kangal şeklinde paslanmaz boru demetleri ve duman gazındaki yoğunlaşan su buharı



Şekil 9. Gaz yakan bir kalorifer kazanı arkasında yoğunlaşan su buharı. Yoğunluk ekonomizerlerde ve hava ısıticalarında duman tarafi direnci yaklaşık 25 mmSS'dir.

Celik spiral kanatlıklı celik borulu ekonomizer daha ziyade doğal gaz gibi dumanında toz bulunmayan yerlerde kullanılır. Serpantinler tozlu ortamlardan çok etkilidir. Kanatlıklar borunun kendi bünyesinde olabileceği gibi, sonradan sarma veya lama şeklinde boyamasına kaynaklı olabilir.

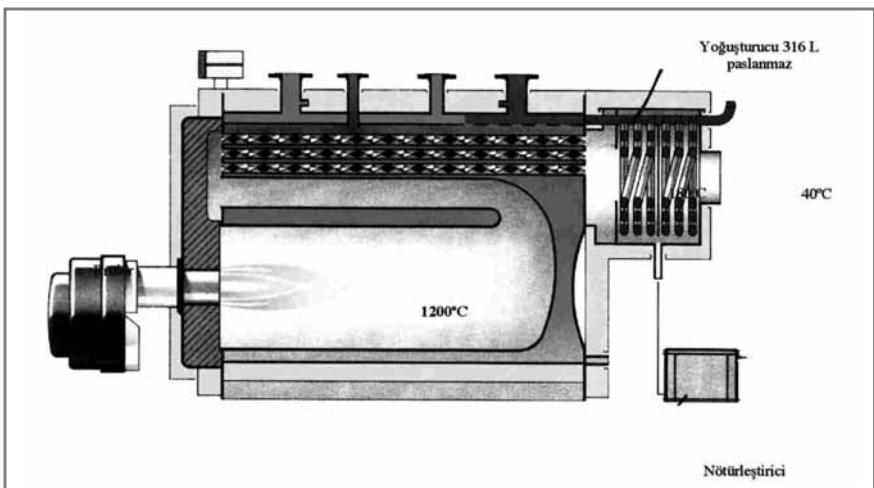
## 2. Buhardan Enerji Tasarrufu

### 2.1. Flaş Buhardan İstifade

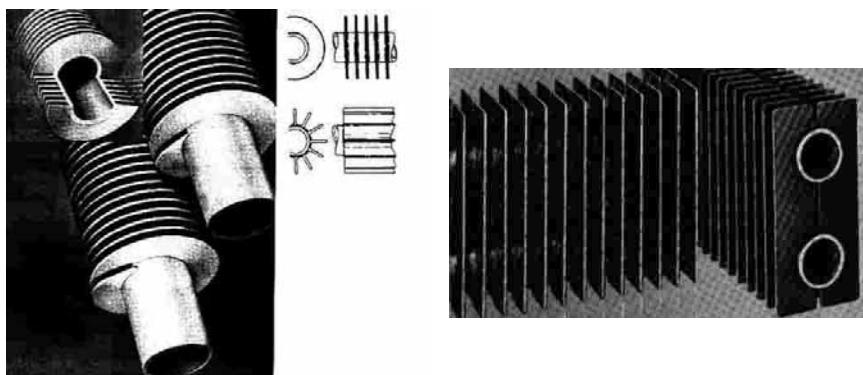
Buhar kullanan cihazda; buhar gizli isisini verdikten sonra sıvı hale kondenstop'tan geçtikten sonra atmosfere açık kondens tankına gelir. Burada suyun basıncı atmosfer basıncına düşüncə suyun bir kısmı buharlaşarak (flaş buhar) buhar - su karışımı kondens tankına gelir. Burada tedbir alınmazsa (flaş buhar sistemi kullanılmazsa) bu flaş buhar kondens tankının havalık borusundan kaçarak dışarıya gider. Bu kayıp kondens olan suyun %5...15 arasında değişir. Buna birde kondenstop kaçakları ilave olunca bu değer daha çok yükselir. Bunu engellemek için kondens borusu, kondens tankına girmeden evvel araya bir flaş buhar ünitesi konularak buhar ayırtırılır ve yerine göre degazöre, boylere ve diğer kullanım yerlerine gönderilir (Şekil 25-26-27). Flaş buhar sistemi bedelini 1 (bir) ay içinde geri öder.

### 2.2. Buhar Kazanlarında Yüzey Blöfünden Isı Geri Kazanımı

Buhar kazanına alınan besi suyu içindeki karbonat, sülfat, klorid kökenli malzemeler kazan içinde erimiş halde ve süspansiyon halinde (TDS) bulunurlar. Bu birikim belirli bir değeri geçtiğinde kazan su yüzeyinde çalkalanma ve köpürmeye, buhar ile birlikte

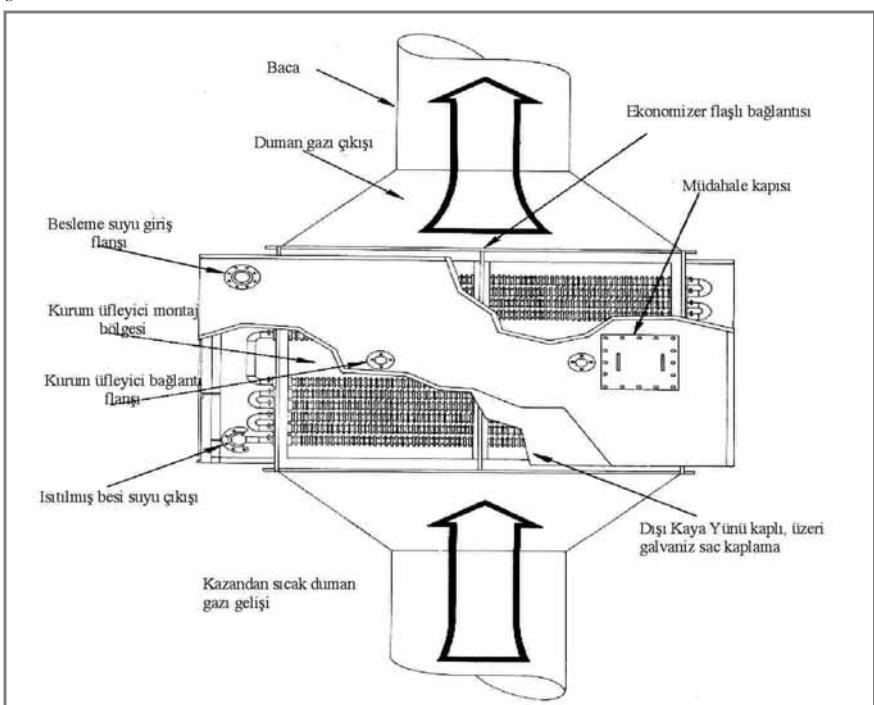


*Şekil 10. Gaz yakan bir yoğunsturmali kalorifer kazanı*



*Şekil 11. İsi transferinde duman gazı tarafındaki film katsayısı düşük olduğundan, transfer yüzeyini kanatçıklarla artırma yönüne gidilmiştir. Aynı ısı transferini düz boru ile sağlamak için kanatçıklı boru boyunun 5-6 misli boyda düz boru kullanmak gereklidir.*

*Şekil 12. Geçme çelik kanatlı, çelik borulu kanatçıklar çelik boruya kaynatılır. Fazla toz ithiya eden duman gazlarında kullanılır. Tozlar kanatların dibinde birikmez.*



*Şekil 13. Kanatçıklı Borulu Ekonomizer (büyük kapasiteler için).*

taşınarak cihazların ve armatürlerin yüzeylerinde birikmeye ve bu cihazların normal fonksiyonlarını yapmasını engellemeye başlarlar.

Bu mahsurları ortadan kaldırmak için manuel, yarı otomatik, tam otomatik şekilde bir sistemle kazanın dışarıya su drenajı yapılarak TDS miktarı belirli bir değerin (alev-duman borulu kazanlarda 3500 ppm) altında tutmaya çalışılır. Bu esnada suyun özelliğine bağlı olarak % 1...3 arasında verim kaybı olur. Isı geri kazanım sistemi uygulayarak bunun % 70 ... 75 'i geri kazanılabilir. Uygulama ile yaklaşık % 50' si geri kazanılabilir (Şekil 28-29). Yüzey blof sisteminin yaklaşık geri ödeme süresi 2 aydır.

### 3. Bazı Parametrelerin İşı Transferine Etkileri

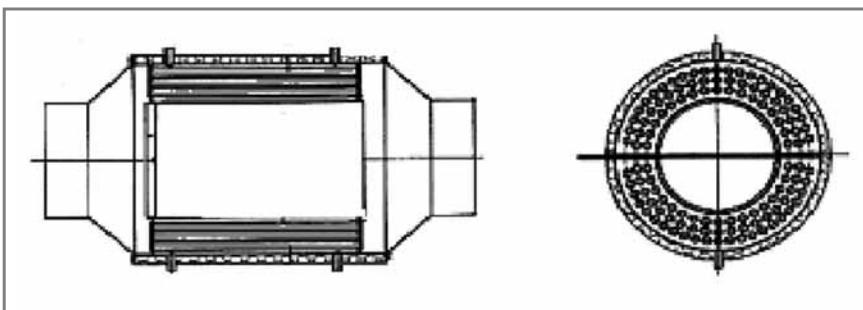
#### 3.1. Kazan Isıtma Yüzeylerinde (Su Tarafında) Biriken Kazan Taşının Etkileri

Kazan ısıtma yüzeylerinde taş (kışır) oluşumu istenmeyen bir unsurdur. 1 mm kalınlığa kadar kışır kabul edilebilir, bu da % 1 verim kaybına sebep olur. Normal yanma neticesinde kazanı terk eden duman gazlarının sıcaklığı normal değerlerin üzerine çıkarsa her 20°C duman gazı sıcaklığı yaklaşık %1 verim kaybı demektir. Ayrıca kışırın oluşturduğu ısıtma yüzeylerinde ısı geçiminin azalması neticesinde ısıyı yükseltmesi olur ve metal sıcaklığı artar.

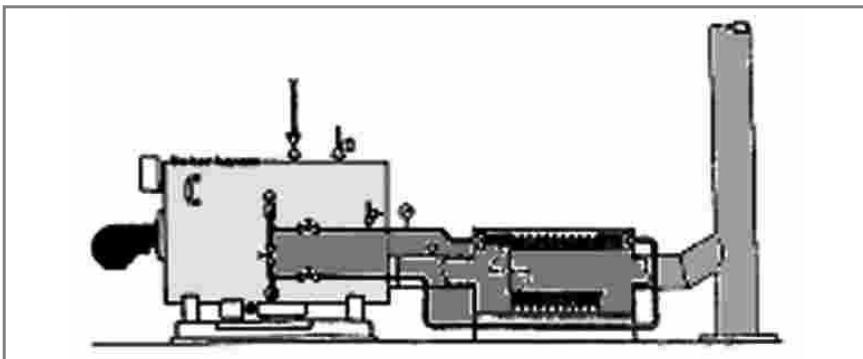
Aşırı kışır bağlama durumunda metal sıcaklığı aşırı yükselir. Bu ise yarıılma ve patlamalara sebep olabilir. Bunları engellemek için besi suyunun özelliklerine daha uygun iyi bir arıtma sistemi, devamlı sertlik ve TDS kontrolü, kazan besi suyuna ilave uygun kazan kimyasalları takviyesi, yılda bir defa kazanın kışırından temizlenmesi için ilgili kazan kimyasalı ile yıkanması (lavaj yapılması). Kazan ısıtma yüzeylerinin kışır biriken kısımlarında, kışır kalınlığına göre kayıplar aşağıda verilmektedir.

#### 3.2. Kazan Isıtma Yüzeylerinde (Duman Tarafında) Biriken İş ve Kurumun Etkileri

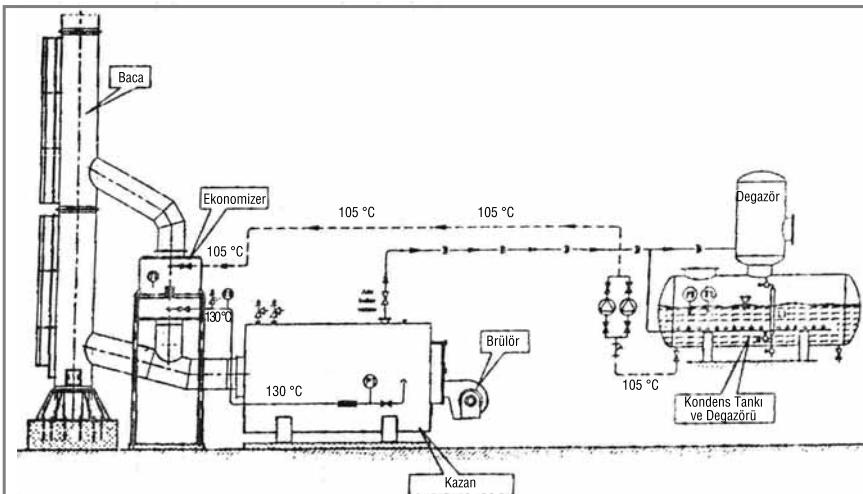
Gaz yakımında iyi ayarlanmış bir yanma neticesinde is ve kurum oluşmaz. Fuel-Oil ve kömür yakımında iyi bir yanma ayarı olsa da uçucu küller ve kurum ısıtma yüzeylerinde birikebilir. 1-2 haftada bir temizlik yapılmalıdır. Bilhassa su borulu kazanlarda manuel



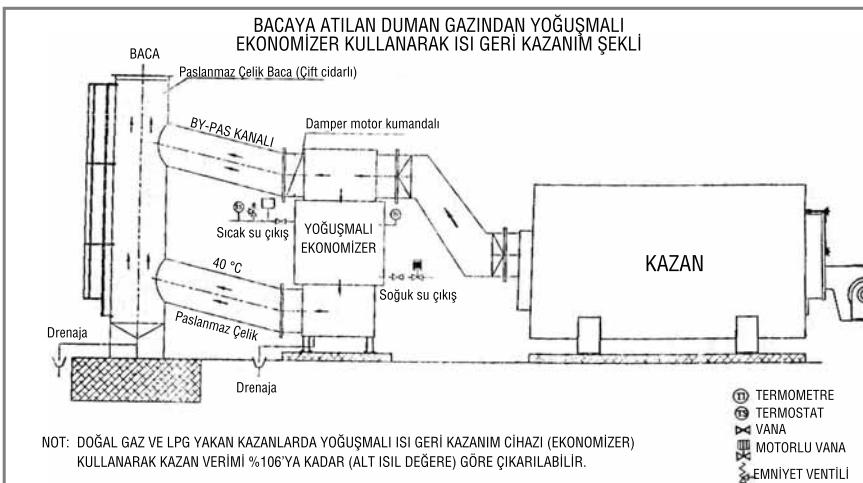
*Şekil 14. Düz Borulu Ekonomizer*



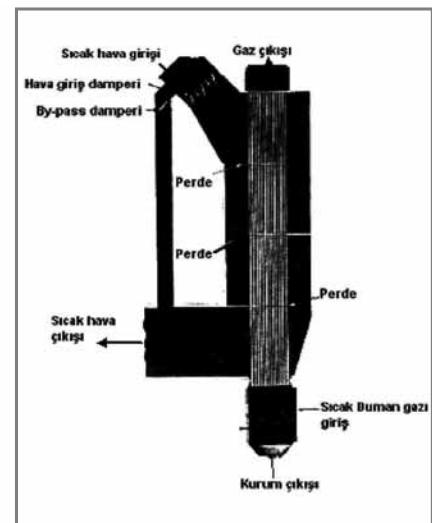
*Şekil 15. Bir buhar kazanı arkasına yerleştirilmiş 316L paslanmaz borudan yapılmış yoğunmalı ekonomizer*



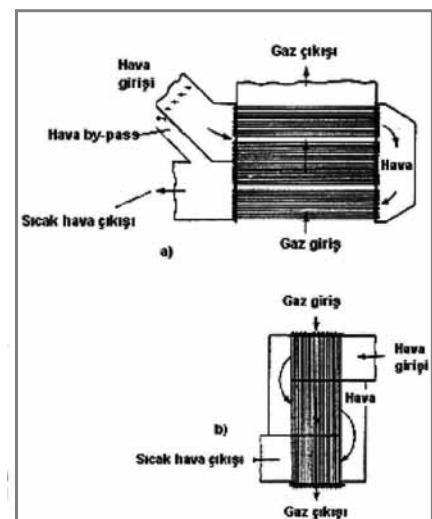
*Şekil 16. Degazörden alınan 105 °C deki suyun ekonomizerden geçirilerek 130 °C ye ısıtılarak kazan besi suyu olarak kullanılmaktadır.*



*Şekil 17. Ekonomizerden geçirilerek bacaya verilen egzost gazları*



*Şekil 18. Borulu tip hava ısıtıcı*



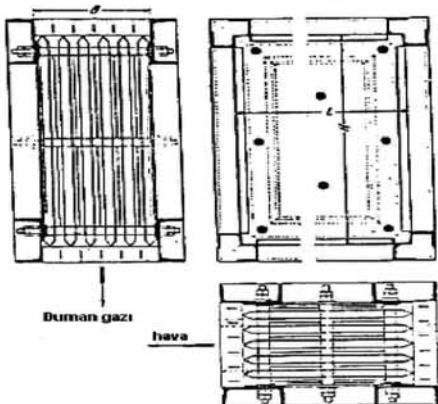
*Şekil 19. a) Yatay hava ısıtıcı  
b) Düşey hava ısıtıcı*

veya otomatik çalışan kurum üfleyiciler (basınçlı hava veya buharla temizleme yapan hava üfleyiciler) kullanılması tercih edilir.

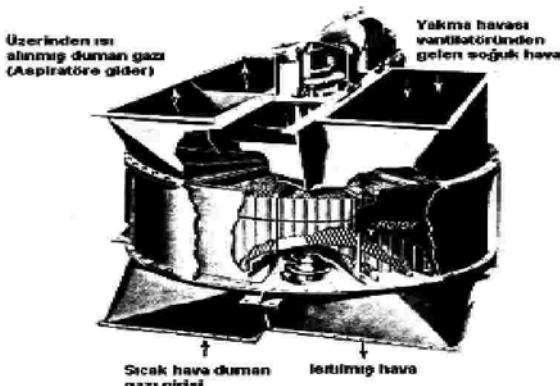
Yanma ayarı tercihan baca gazi analiz cihazı ile yapılmalıdır. Baca gazi sıcaklığının normal değerlerin üzerine çıkmaya başlamasının sebeplerinden birinin de ısıtma yüzeylerinde kül ve kurum birikiminden dolayı olabileceği düşünülmelidir. Kül ve kurum birikiminin sebep olacağı kayıplar aşağıda görülebilir.

### 3.3. Otomatik Kontrol Sistemlerinin Kazan Besi Suyu Sistemlerinde ve Yakıcıılarda Kullanılması

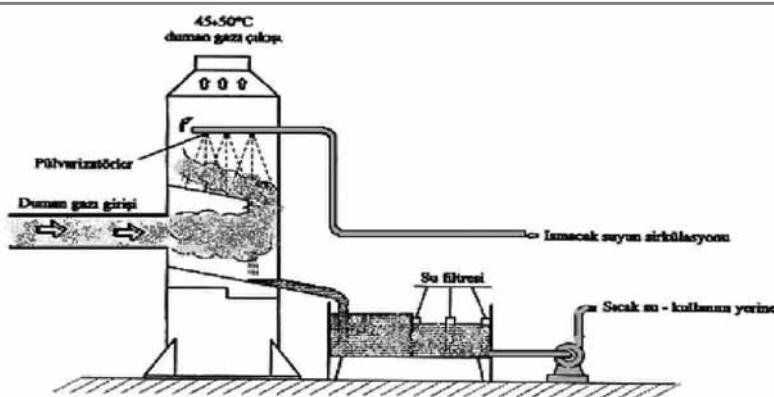
Not: Isınma ile ilgili otomatik kontrol sistemleri konu dışı olduğundan bahsedilmemiştir.) İmalatçılar buhar çekimine bağlı olarak kazana düzgün bir kazan besi suyu beslemesi



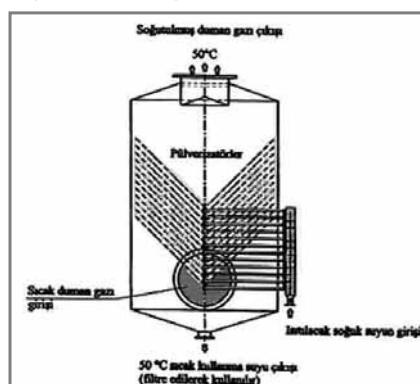
**Şekil 20.** Levhalı hava ısıtıcısı



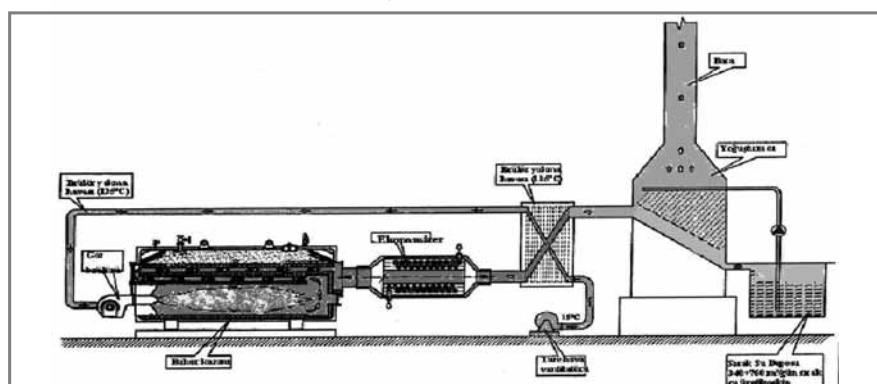
**Şekil 21.** Regeneratif (dönel) hava ısıtıcısı



**Şekil 22.** Doğal gaz yakımında duman gazlarına ısıtılmak üzere su püskürtüllererek 50°C'da ısıtıltırken; duman azı bünyesindeki su buharı da yoğunlaşmakta ve bacaya giden duman gazi sıcaklığı 45-50 °C'ye düşmektedir. Bu şekilde duman gazlarının %15 miktarına ısı geri kazanımı sağlanmıştır.



**Şekil 23.** Soğuk suyun, doğal gaz dumanına direkt püskürtüllererek ısıtılması. Bu sistemde %14-18 ısı geri kazanımı sağlanır.



**Şekil 24.** Yukarıdaki sistem bünyesinde 1 adet 6 s/h 13 bar olan buhar kazanı, 1 adet 12 s/h 18 bar buhar kazanı bulunan boru üretim tesisinde uygulanmış ve 52 °C sıcaklıkta 340 -760 m<sup>2</sup>/gün ancak su elde edilmişdir. Böylece %18 geri kazanım sağlanmıştır.

yapılması istenir. Brülör birim zamanda çok az şalt yapmalı veya ihtiyacı karşıladığı sürece hiç devreden çıkmalıdır.

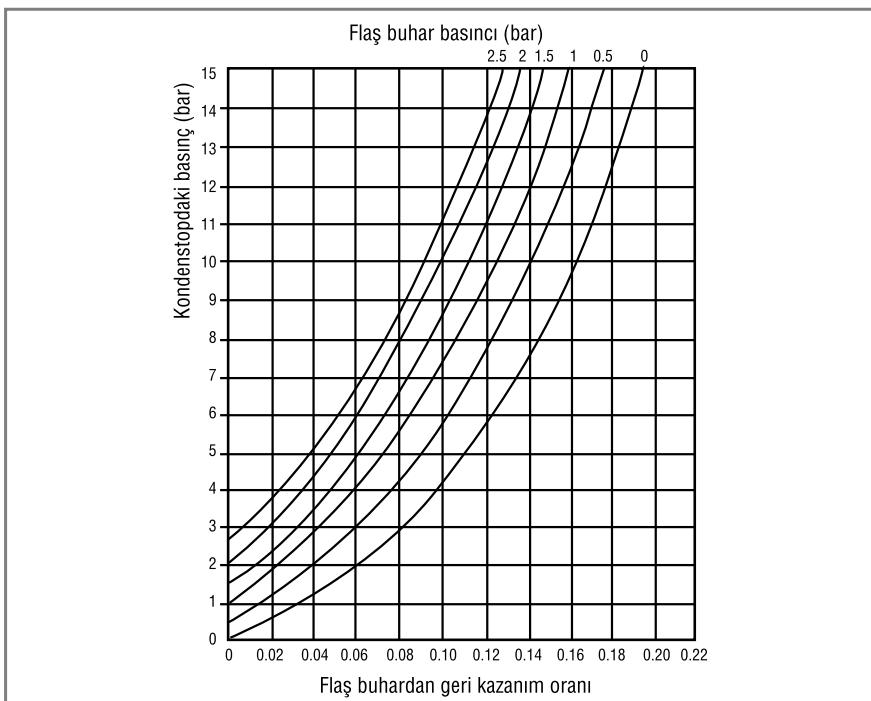
Bilindiği gibi kazan besi pompalarının, yakma havası fanının ve baca gazı aspiratörünün seçiminde emniyet düşüncesi ile seçim fazla bir kapasite ile yapılmakta buna bağlı olarak motor güçleri de büyük seçilmektedir. Bunların direk çalışması halinde elektrik sarfiyatları fazla olmaktadır. Halbuki ihtiyaca göre hızı değiştirilebilen motorları (frekans kontrollü) kullanıldığında harcanan güç azalacaktır. Keza brülörlerde arızalar devreye girilerde oluşmaktadır, ayrıca başlangıçta iyi bir yanma oluşmadığı için yakıt kaybı ve hava kirliliği oluşmaktadır.

#### 3.4. Brülörün Çalışma Şeklinin Etkisi

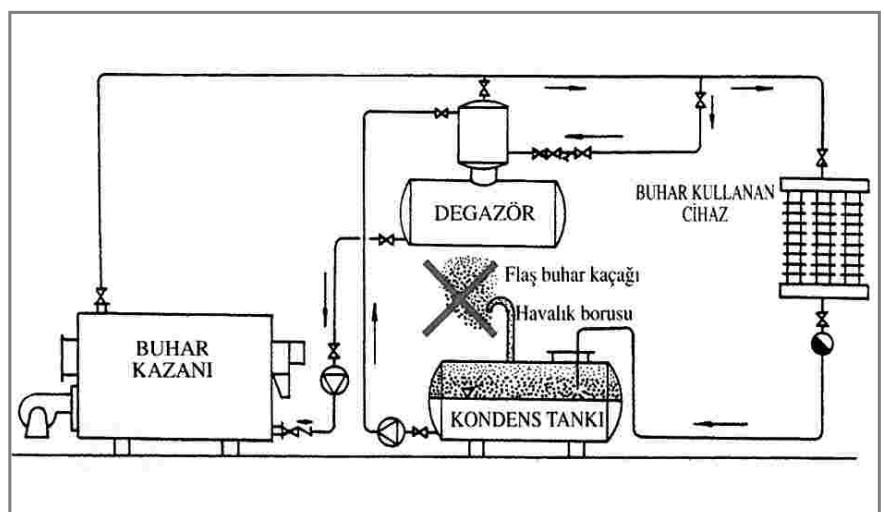
Ayrıca brülörün duruşu esnasında, brülörden giren hava kazanısının bir kısmını alarak; bacadan atmosfere gitmektedir.

Yakıcılar 3 türlü çalıştırılabilirler.

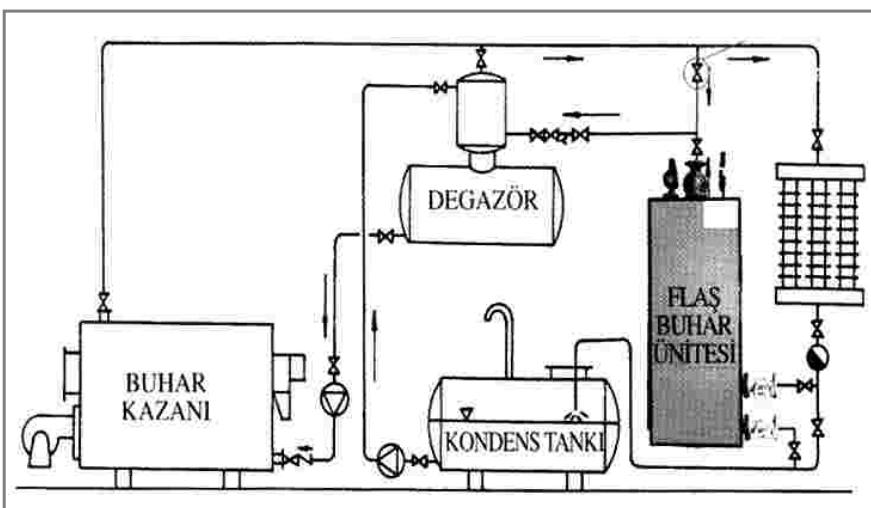
- a) Start-Stop (on-off) kontrollü çalışma (tek kademeli çalışma),
- b) 2 veya 3 kademeli (High / Low / Off), çalışma,
- c) Oransal (Modulating) kontrollü çalışma  
Şekil 32 'de görüldüğü gibi oransal kontrollü çalışan bir brülörü haiz 3 geçişli Skoç tipi 4,8 MW gücünde 180°C gidiş sıcaklığını haiz bir kızgın su kazanında muhtelif yüklerde doğal gaz yakılması esnasındaki baca gazı sıcaklıklarının değişimi görülmektedir.



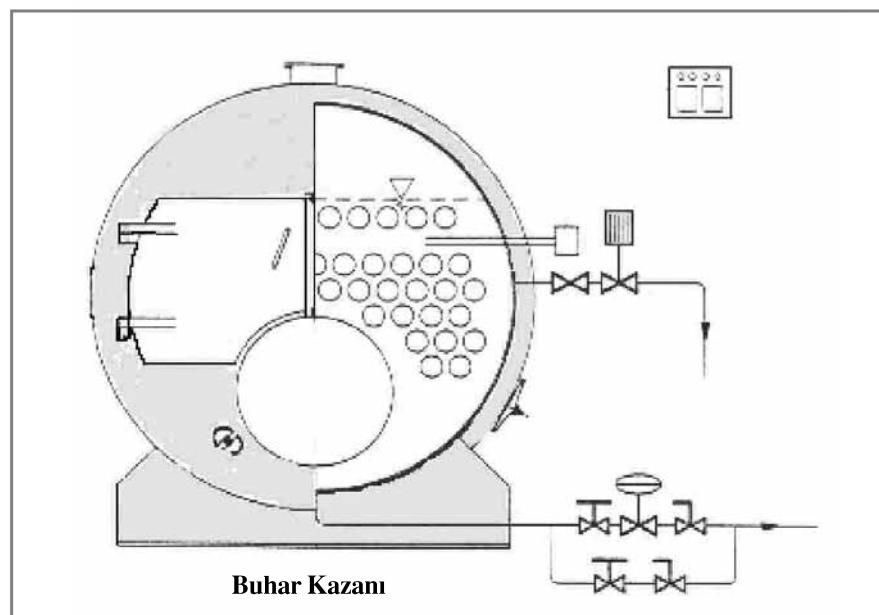
Şekil 25. Flaş buhardan geri kazanım



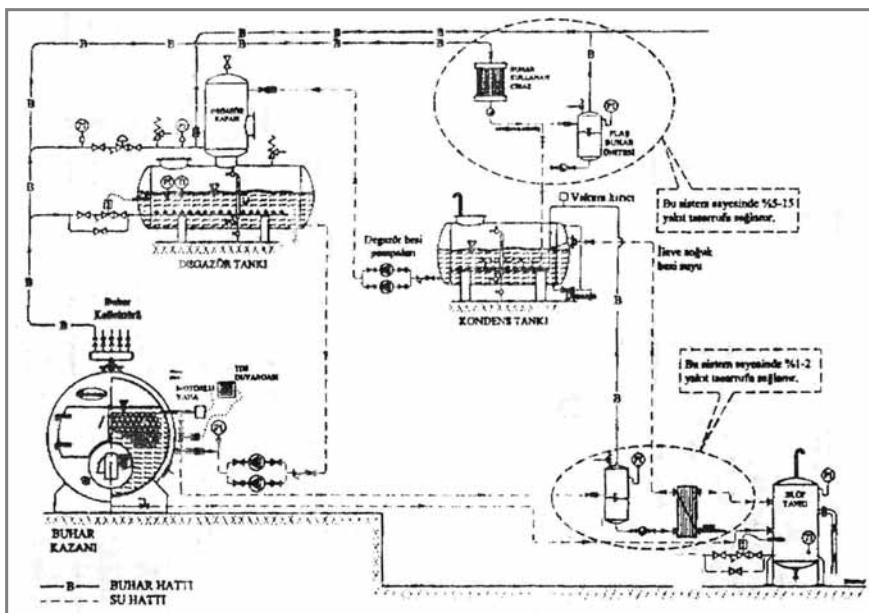
Şekil 26. Kondens tankı havalık borusundan flaş buhar kaçağı



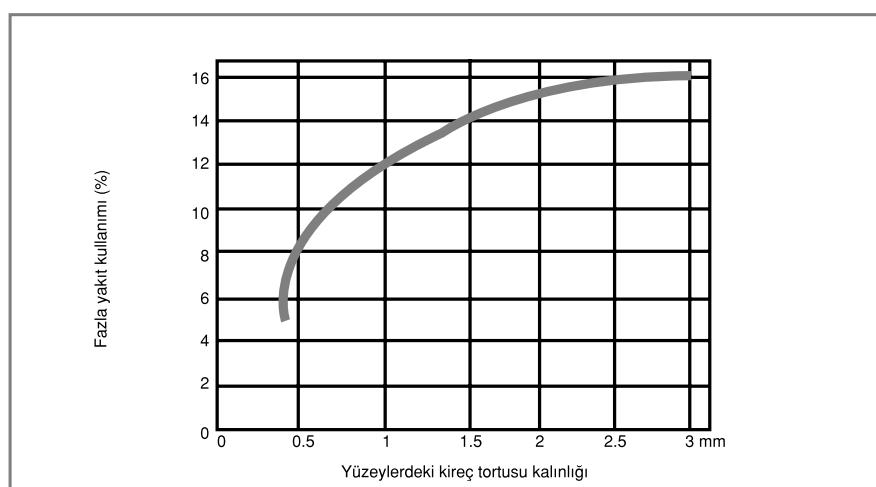
Şekil 27. Flaş buhar uygulama örneği (degaözre uygulama).



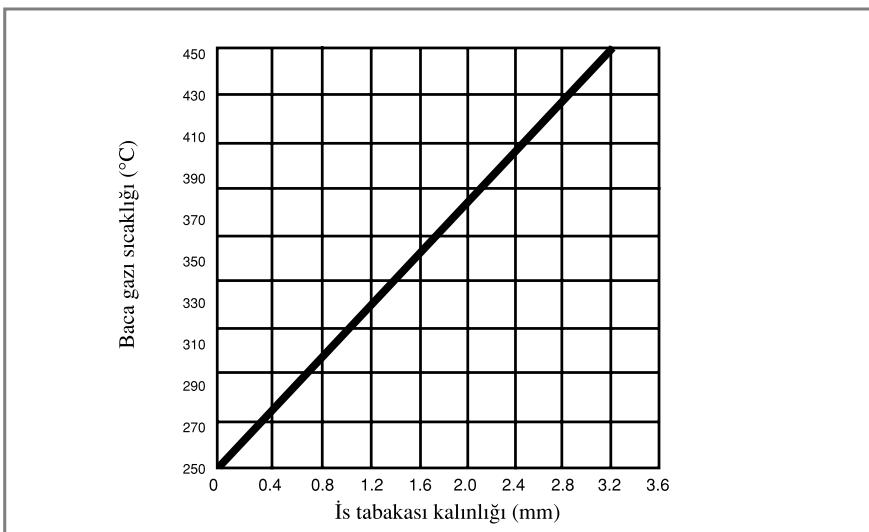
*Şekil 28. Buhar kazanına yüzey bлоf uygulaması*



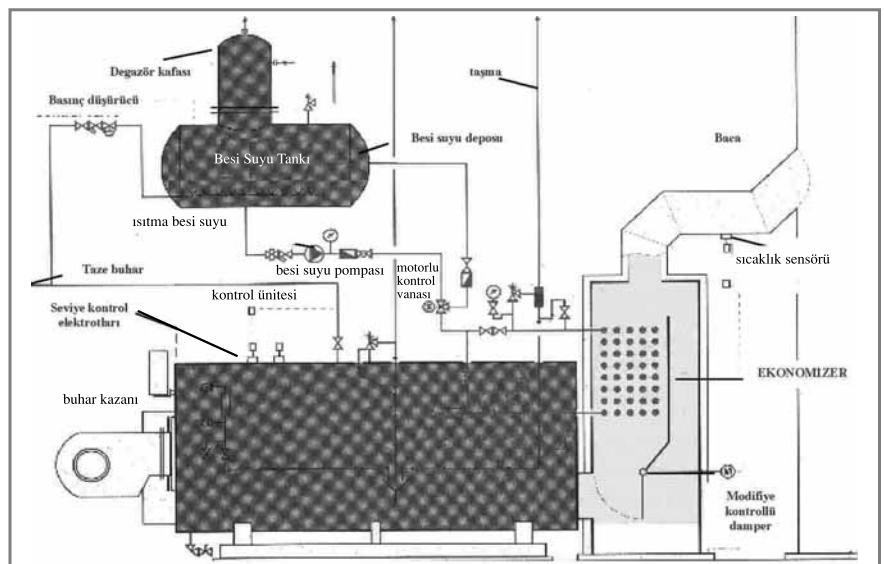
*Şekil 29. Buhar tesisatında flaş buhardan ve yüzey bлоfünden ısı geri kazanım örneği*



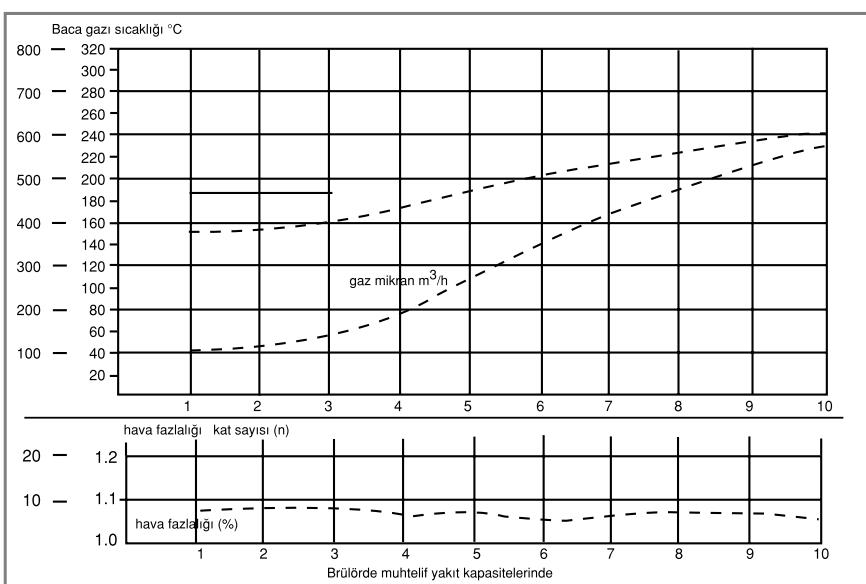
*Şekil 30. Tipik bir kazan içindeki kireç tortusundan dolayı oluşan yakıt kullanım oranı*



Şekil 31. İş tabakası kalınlığının baca gazının kaybına etkisi



Şekil 32. Klasik ekonomizerin kazana ve tesisata bağlanması (Not: Kazana su beslenmesi tam otomatik sisteme bağlıdır).



Şekil 33. Akımlı, Skoç tipi, 4,8 MW (4 128 000 kcal/h) kapasiteli, 180°C kızgın su üreten bir kazanda montajlı, oransal (modileting) kontrollü dönel (rotatif) brülörde doğal gaz ( $H_u = 7.593 \text{ kcal/Nm}^3$ )'in muhtelif yüklerde (kapasitelerde) yakılması neticesi oluşan duman gazları sıcaklıkları.

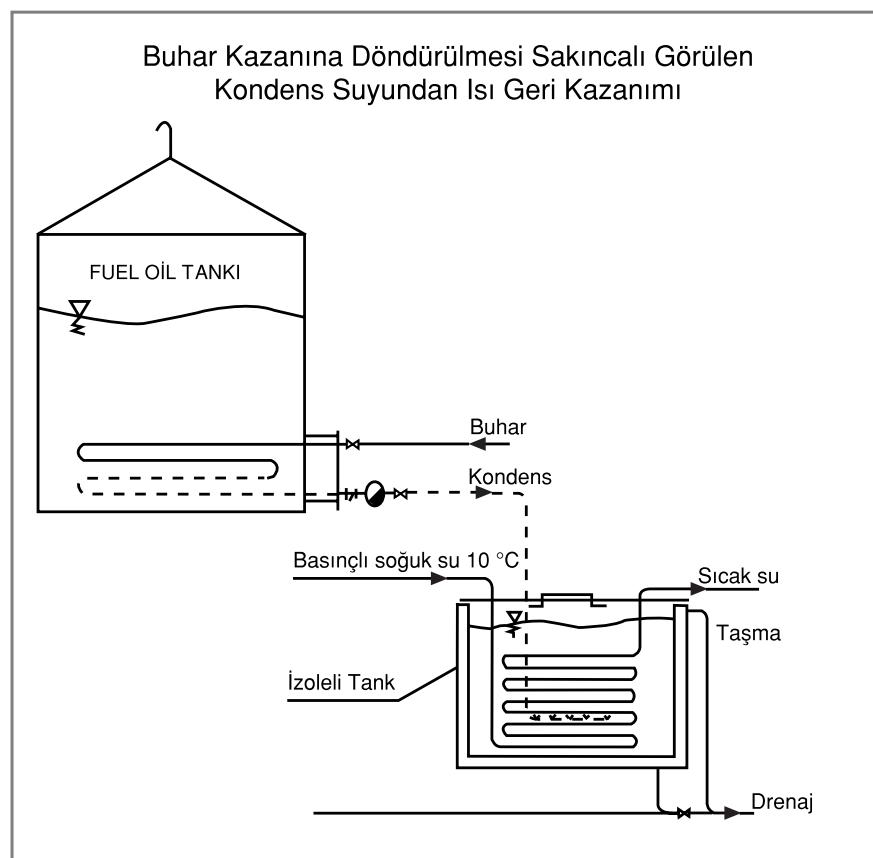
#### 4. Buhar Kaçaklarının Önlenmesi

Bilhassa kondenstop buhar kaçakları büyük yekün tutmaktadır (Cetvel 3).

*Cetvel 3. Kondenstop buhar kaçakları*

Kondenstop buhar kaçaklarından meydana gelen kayıp				
Kondenstop çapı	Kondenstoplardaki ortalama orifis çapı	Buhar kaybı (kg/h)		
		6 barg	14 barg	32 barg
DN 15	3,0 mm	17	38	86
DN 20	5,0 mm	48	107	239
DN 25	7,5 mm	110	242	539
DN 32	10,0 mm	195	429	956
DN 50	12,5 mm	305	670	1496

Bu kaçakların sebepleri; yanlış veya kalitesiz kondenstop seçimi, kondenstop tamir, bakım ve kontrollerinin zamanında yapılmayışıdır. Hangi kondenstop olursa olsun, zamanla kaçırılmaya başlayabilir. Bu bakımından kondens hatları kondens tankına girmeden evvel muhakkak bir flaş tankında toplanmalıdır. Ayrıca bazı tesislerde yağ veya fuel-oil tankı serpantinin delinmesi neticesi kondens suyuna yağ, yakıt karışır endişesi ile kondens dışarı atılır. Bu zararı azaltmak için dışarı atılan ısıdan endirekt yolla ısı geri kazanımı yapılabilir (Şekil 34).



**Şekil 34.** Herhangi bir boru delinmesi riskinde kazana dönen kondens suyuna zararlı maddelerin (fuel-oil, korozyif kimyasal katkılı su vs.) karışması ihtimali varsa bu kondens suyu ayrı bir kaba aktılarak, bünyesinden alınamabilecek azami ısı alındıktan sonra drenaj'a verilir.

#### Kaynaklar

- 1) Improving Boiler Efficiency, Samuel G. Dukalow, 2.nd Edition.
- 2) Energy Saving by Increasing Boiler Efficiency, L.H. Yaverboum.
- 3) Kazan Dairesi El Kitabı, Metin Bilgiç.
- 4) INTERVALF Buhar Cihazları El Kitabı.

*Yazar,  
Metin Bilgiç,*

*1941 yılında Malatya'da doğdu. 1965 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi Makina Fakültesinden mezun oldu. Öğrencilik yılları dahil, buhar, kaynar su, kızgın yağı, su şartlandırma, sıcak hava, duman gazı şartlandırma, yakıt yakma tesislerinde proje, imalat, montaj saflalarında bulundu. Halen aynı faaliyetlerine devam etmektedir.*