

KAZANLARDA ENERJİ VERİMLİLİĞİ

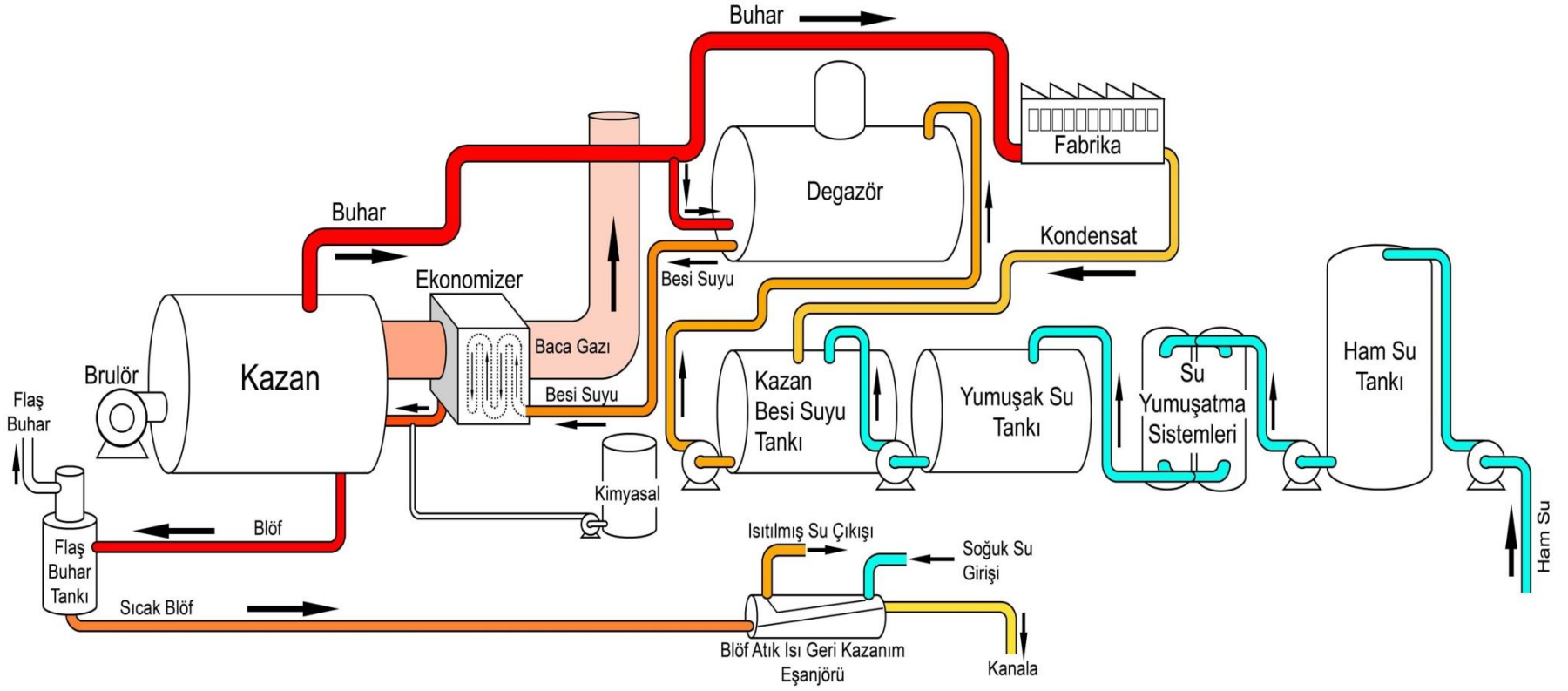
BİRSEN BAKIR
ELEKTRİK MÜH. ENERJİ YÖNETİCİSİ

EVD ENERJİ YÖNETİMİ

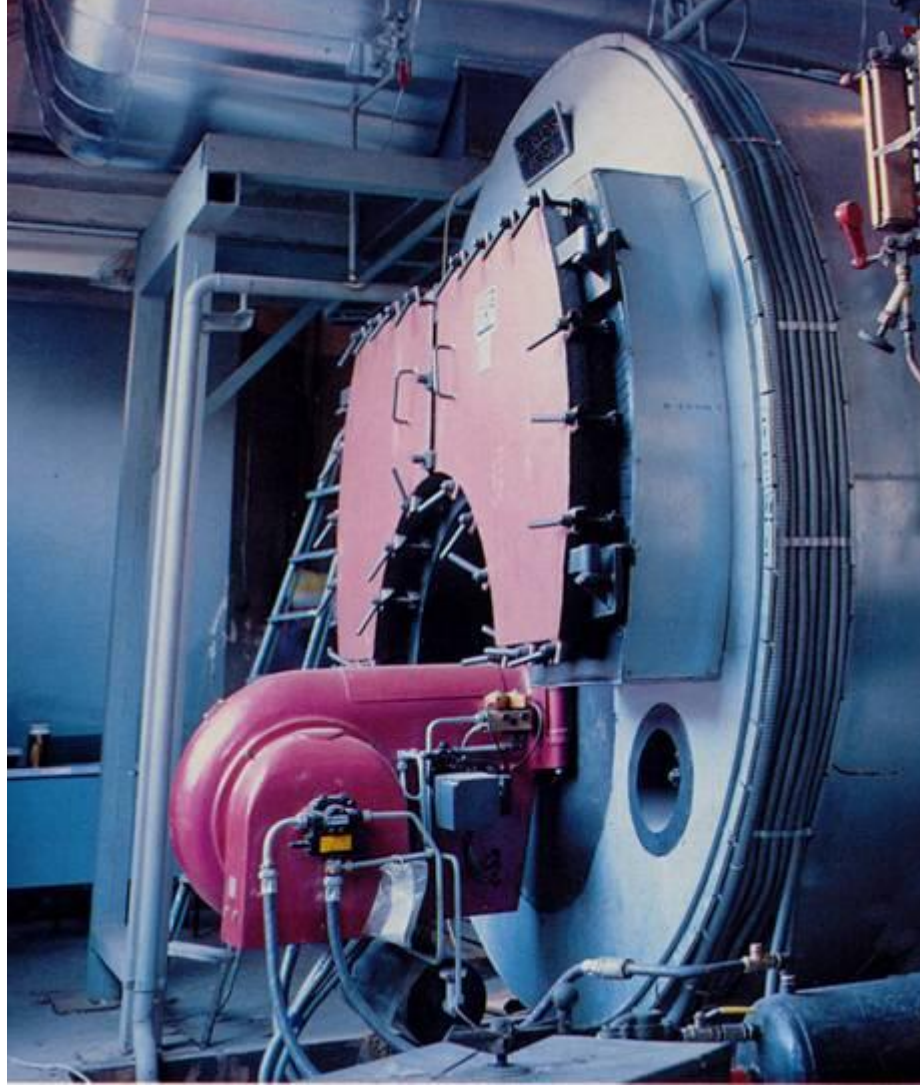
Kazanlar

- ❧ Yakıtın kimyasal enerjisini yanma yoluyla ısı enerjisine dönüştüren ve bu ısı enerjisini taşıyıcı akışkana aktaran makinalara '**kazan**' diyoruz.
- ❧ Kazanların verimi ise yanma sonucu oluşan bu ısı enerjisinin hangi oranda taşıyıcı akışkana veya kullanma mahalline taşınmasına bağlıdır.
- ❧ Yanma sonucu oluşan ısı enerjisinden ne kadar yüksek yararlanırsak o oranda **yakıt tüketimimiz düşük**, atmosfere attığımız atık gazlar o kadar az olacaktır.

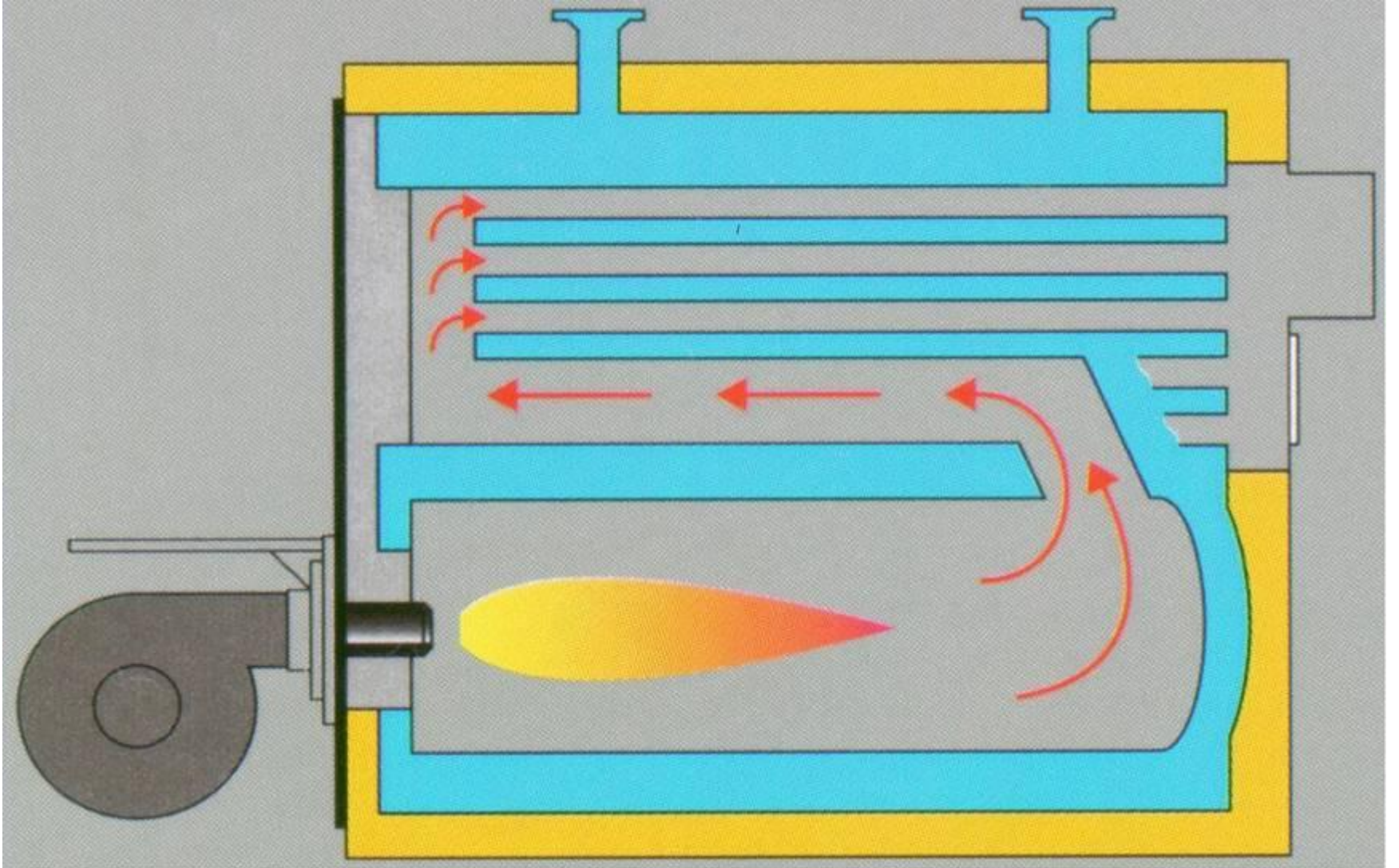
Kazanlar



Çelik Kazan



Çelik Kazan



Yarım Silindirik Kazan

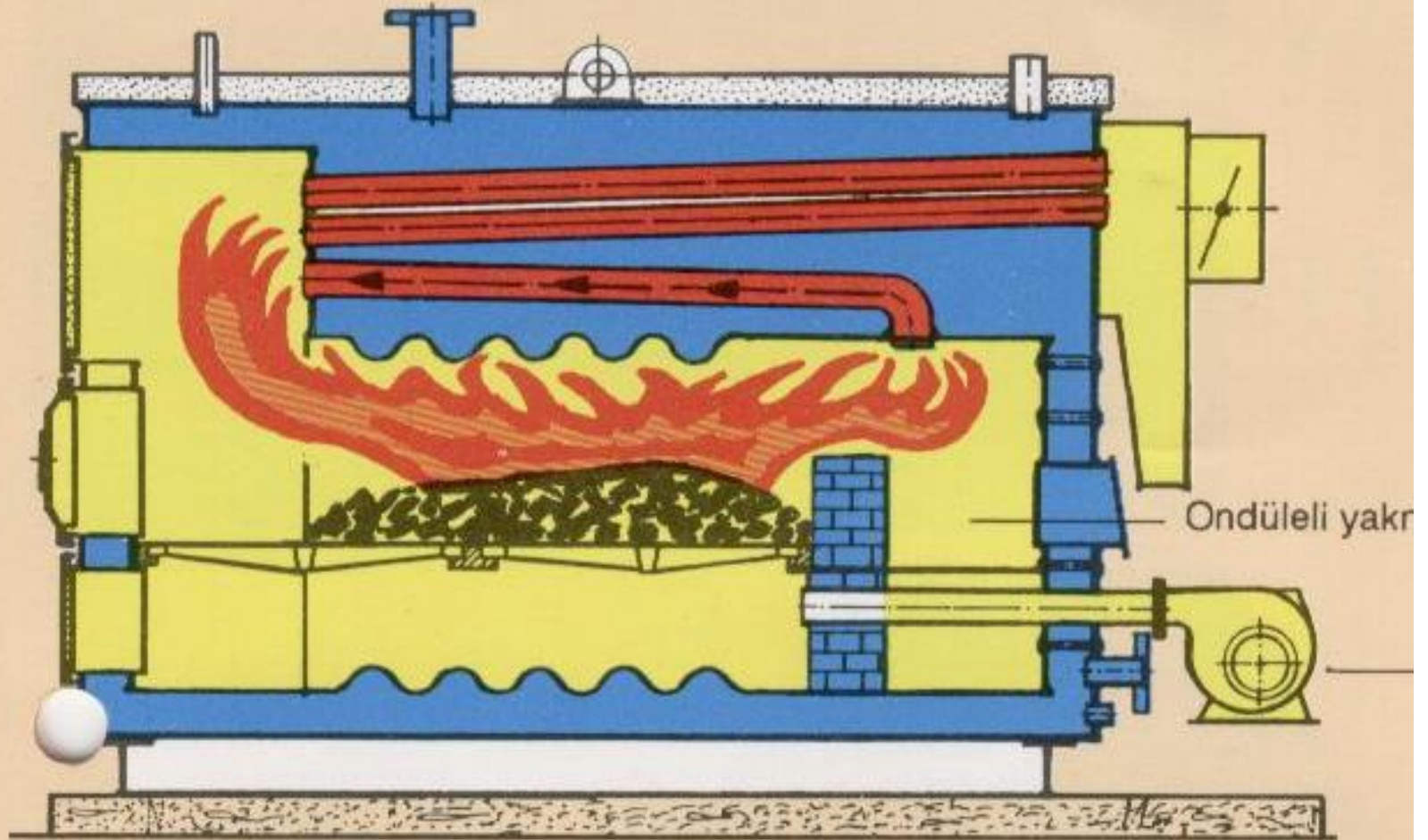


Silindirik Kazan

Katı ve Sıvı Yakıtta Göre Dizayn Edilmiş Kazan - Dıştan Görünüşü



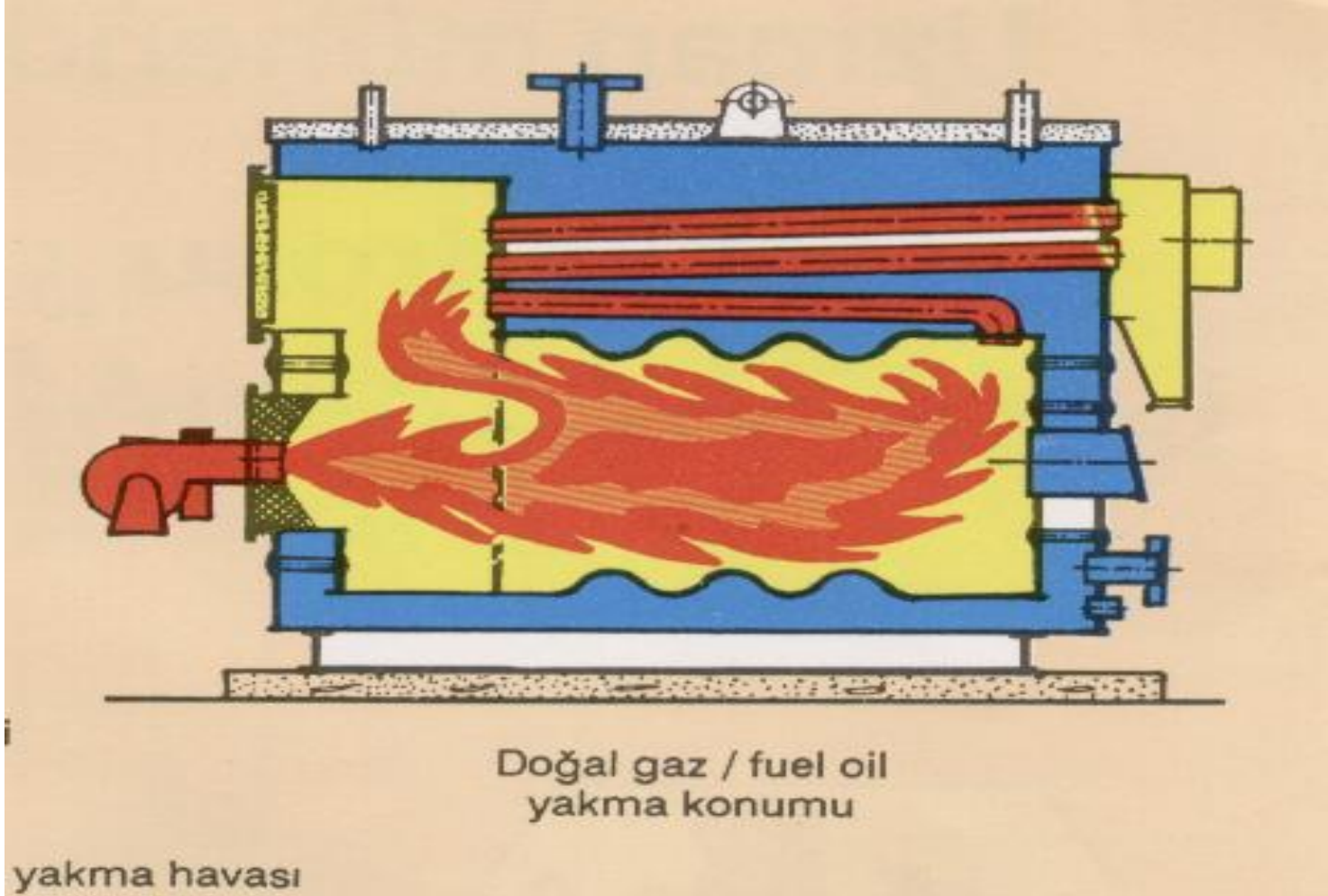
Yarım Silindirik Kazan



Katrı yakıt yakma konumu

Yarım Silindirik Kazan

Sıvı Yakıtlı Ve Üflemele Brülörlü-Su Gövdesi Altta
Devam Eden Ondüleli Yanma Odalı



Kazanların Verimli Çalıştırılması

Kazan seçimi yaparken işletmenin yıllık, aylık ve günlük bazda buhar ihtiyaçlarının göz önüne alınması gereklidir.

Kazanların Verimini Etkileyen Faktörler

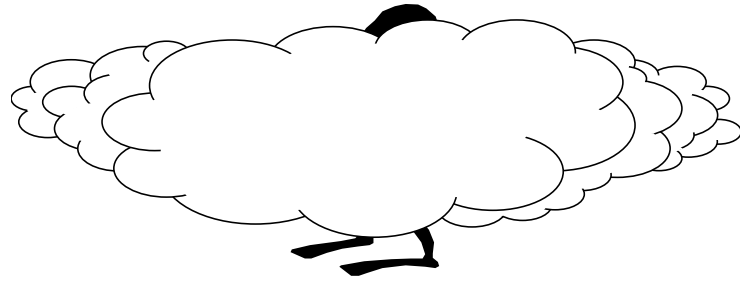
- ✦ **Eksik Yanma Nedeniyle Olan Isı Kaybı**
- ✦ **Baca Gazındaki Su buharı İle Olan Isı Kaybı**
- ✦ **Kuru Baca Gazı Nedeniyle Olan Isı Kaybı**
- ✦ **Fazla Hava Nedeniyle Olan Isı Kaybı**
- ✦ **Baca Gazı Sıcaklığı Nedeniyle Olan Isı Kaybı**
- ✦ **Yakıtın Özelliğine Bağlı Olan Isı Kaybı**
- ✦ **Yakma Sistemlerine Bağlı Olan Isı Kaybı**

Kazanların Verimini Etkileyen Faktörler

- ✱ **Kazan Yüküne Bağlı Olan Isı Kaybı**
- ✱ **Kazan Yüzeylerinden Olan Isı Kaybı**
- ✱ **Blöf Nedeniyle Olan Isı Kaybı**
- ✱ **Besi Suyu Sıcaklığına Bağlı Olan Isı Kaybı**
- ✱ **Kondens Dönüşümüne Bağlı Olan Isı Kaybı**
- ✱ **Yanma Havası Sıcaklığına Bağlı Olan Isı Kaybı**

Eksik Yanma Sonucu Oluşan Isı Kaybı

Eksik yanma ile olan ısı kayıpları katı veya sıvı yakıt içerisinde bulunan yanabilir maddelerin yanmayarak kül, curuf içinde kaldığı yada baca gazında yanmamış karbon oluştuğu zaman meydana gelmektedir.



Su Buharı ile Olan Isı Kaybı

Yakıtlar serbest nem şeklinde ve kimyasal kompozisyonları nedeniyle içerisinde nem bulundurur.

Yakıtın içerisinde bulunan nem yanma esnasında buharlaşarak açığa çıkmaktadır. Su buharı olarak çıkan nem, kazandaki faydalı enerjinin bir kısmının bacadan dışarı atılmasına neden olmaktadır.

Yakıttaki serbest nemin mümkün olduğunca azaltılması enerji tasarrufu için gereklidir.

Kuru Baca Gazı ile Olan Isı Kaybı

Baca gazındaki CO_2 ve Azot tarafından dışarı ısı taşınmaktadır.

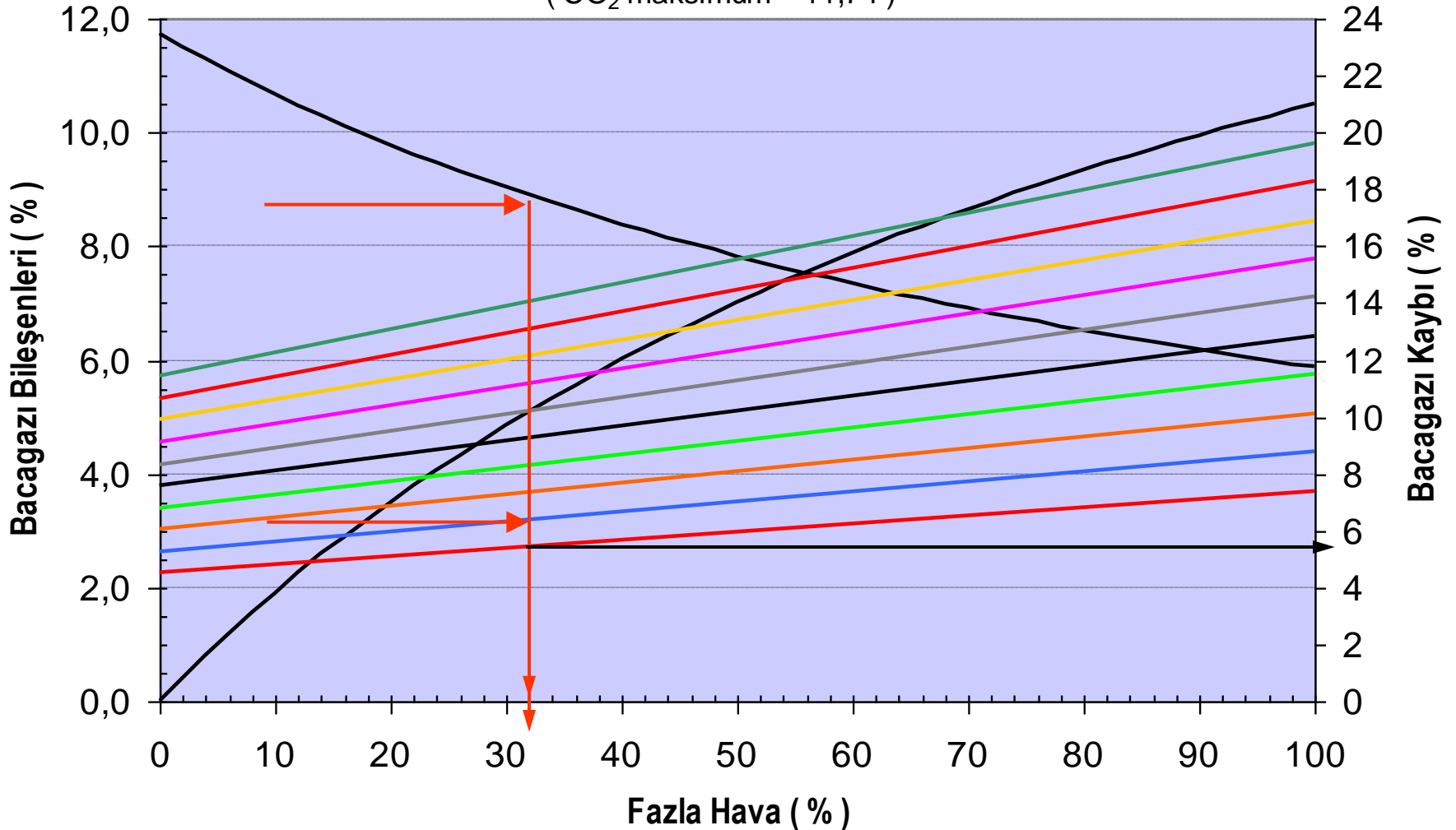
Yanma için gerekli olan O_2 nin gereğinden yüksek olması da faydalı ısıyı bacaya taşır.

Isı kayıpları fazla hava ve bacagazı sıcaklığı optimum seviyeye indirilerek kontrol edilmelidir.

Kuru Baca Gazı ile Olan Isı Kaybı

Doğal Gaz Oksijen - Karbondioksit - Fazla Hava Grafiği

(CO₂ maksimum = 11,74)



Fazla Hava ile Olan Isı Kaybı

Mevcut durumda fazla havanın, teorik (stokiyometrik) hava miktarına bölünmesiyle elde edilen değer **hava fazlalık katsayısı** olarak isimlendirilir.

$$\text{Fazla Hava Oranı(\%)} = \left[\frac{(\text{CO}_2)_{\text{max}}}{\text{CO}_2} - 1 \right] \times 100$$

$$\text{Fazla Hava Oranı(\%)} = \left[\frac{\text{O}_2}{21 - \text{O}_2} \right] \times 100$$

Fazla Hava ile Olan Isı Kaybı

Kazanlarda yanma sistemi yanma problemlerine neden olmayacak minimum hava / yakıt oranı verecek çalışma seviyesinde ayarlanmalıdır.

Fazla hava miktarı gereğinden çok olursa;

- ❧ Bacagazı miktarını artırır ve artan bu miktardaki hava, bacagazı sıcaklığına kadar ısınıp enerji alacağından daha fazla ısının bacadan dışarı atılmasına neden olur,
- ❧ Bacagazı miktarının artması gaz debisinin, dolayısı ile hızının artmasına ve ısı transferinin düşmesine neden olmaktadır.

Baca Gazı Sıcaklığı ile Olan Isı Kaybı

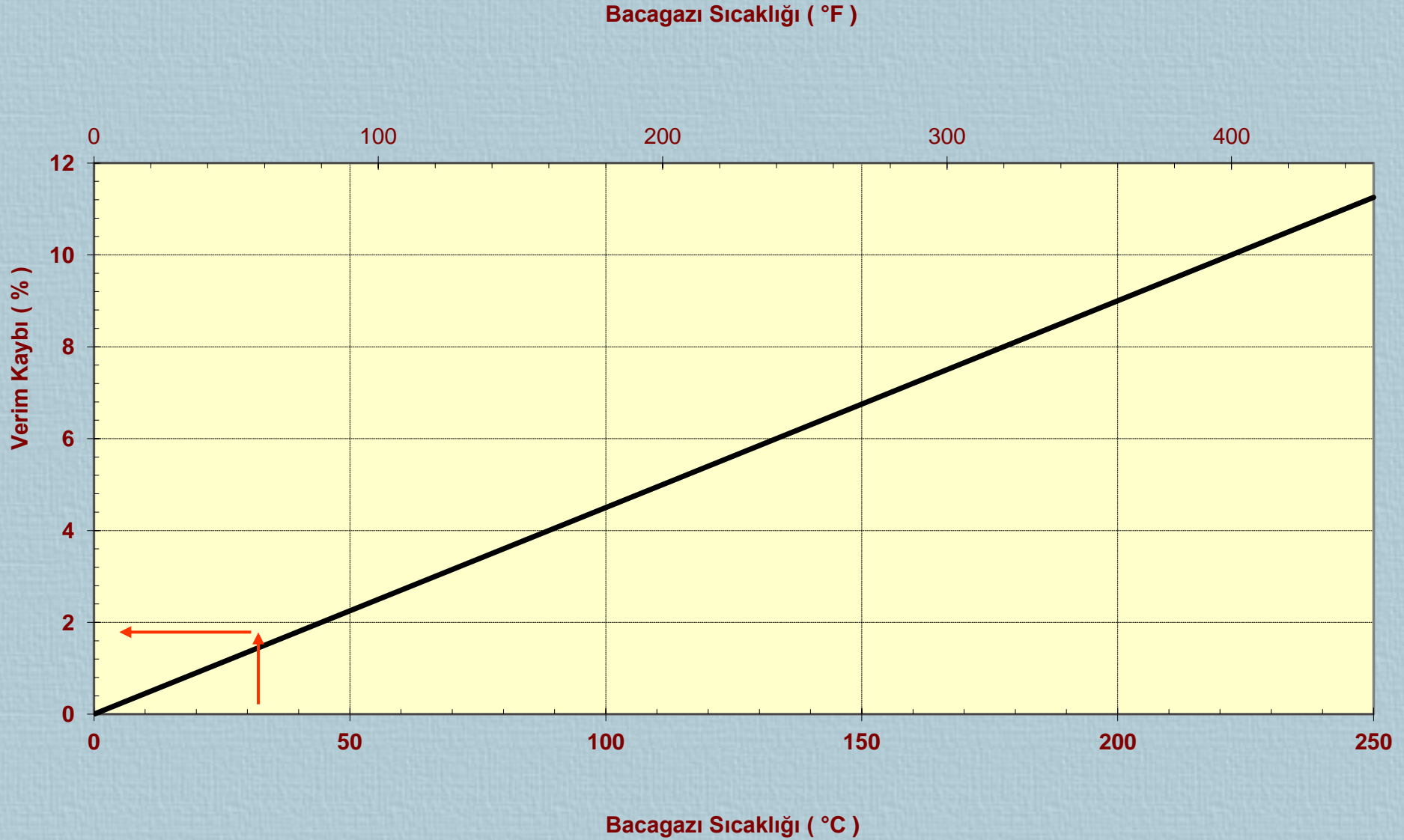
Bacagazı sıcaklığının kabul edilen değerlerin üzerinde olması halinde bacadan atmosfere fazla enerji atılmış olacaktır.

Bacagazı sıcaklığının yüksek olmasının iki ana nedeni vardır:

- ❧ Isı transfer yüzeylerinin yetersiz oluşu
- ❧ Isı transfer yüzeylerinde oluşan kirlilikler

Bacagazında normal gaz sıcaklığının üzerine çıkan **her 17°C lik artış** verimlilikte yaklaşık **%1 lik düşüşe** neden olmaktadır.

Baca Gazı Sıcaklığı ile Olan Isı Kaybı



Baca Gazı Sıcaklığı ile Olan Isı Kaybı

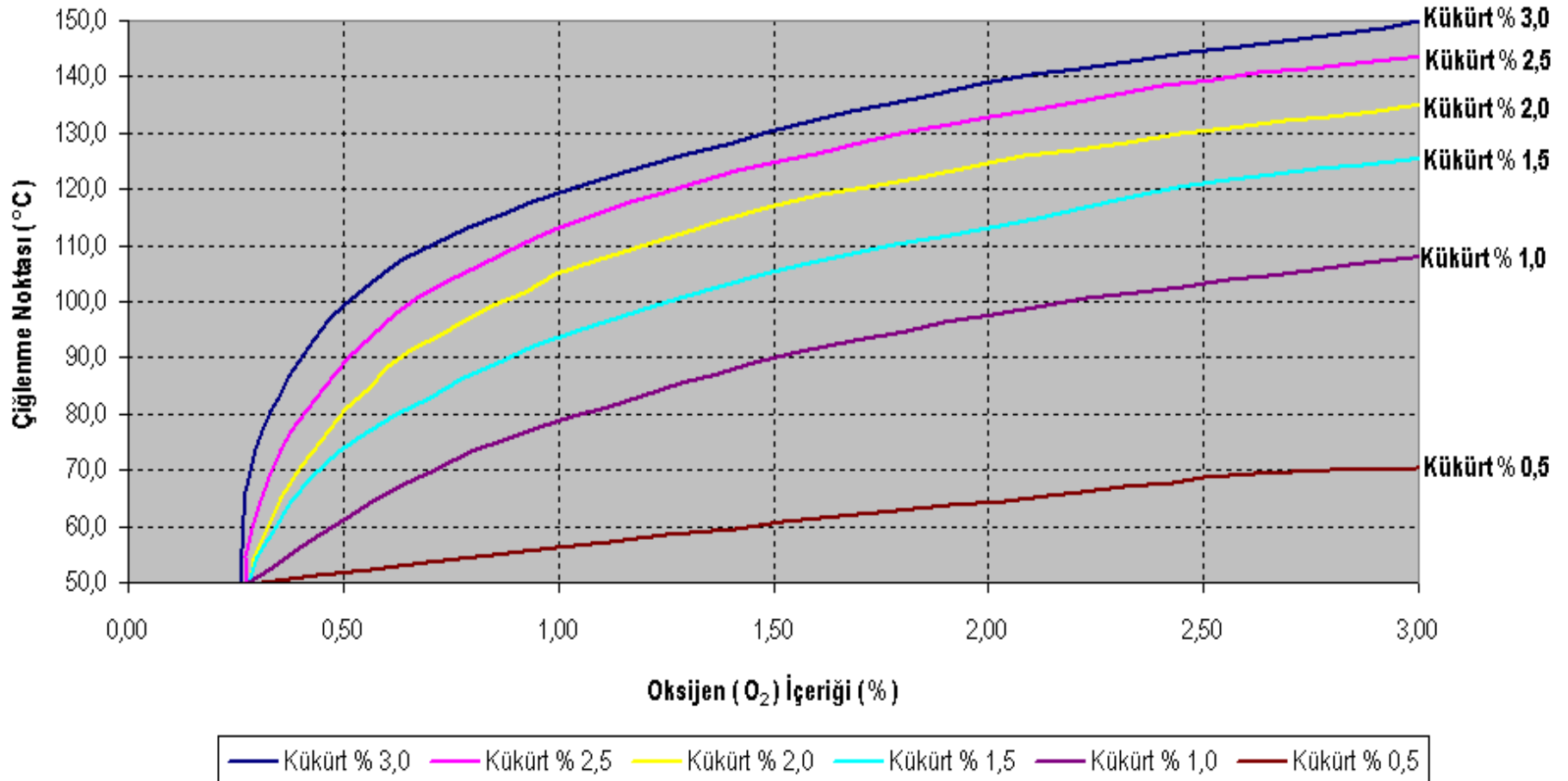
Bacagazı sıcaklığının kükürt içeren yakıtlarda asit yoğuşma sıcaklığı olan ~ 180 °C' nin, doğalgaz da ise ~ 110 °C' nin altına düşmemesi gerekmektedir.

Bacagazı sıcaklığının asit yoğuşma sıcaklığının altına düşerse;

- ❧ Bacada korozyon sorunları ile karşılaşılır.
- ❧ Baca çekişinde de önemli düşüşler meydana gelebilir.

Baca Gazı Sıcaklığı ile Olan Isı Kaybı

Yakıtta Bulunan Kükürt % sine Bağlı Olarak Sülfürik Asit Çiğlenme Noktası Grafiği



Yakıt Cinsine Bağlı Olan Isı Kaybı

Farklı yakıtlar farklı oranda karbon ve hidrojen içerdikleri için;

- Isıl değerleri
- Yanma sonucu oluşan bacagazındaki nem miktarı
- Curuf ve kurum miktarı değişmektedir.

Yakıt tipi	Atomizasyon sıcaklığı
Ağır Fuel Oil	100 – 120 °C
Orta Fuel Oil	77 – 94 °C
Hafif fuel Oil	43 – 60 °C

Kazan Yüküne Bağlı Isı Kaybı

Kazanlardan genellikle düşük yükte ve aşırı yük durumunda çalıştırılmadıkları zaman en yüksek verim elde edilir.

Maksimum yük ve devamlı çalışma durumunda çekilen yük oranı %50'nin altına düştüğünde verim eğrisi de hızla düşmektedir.

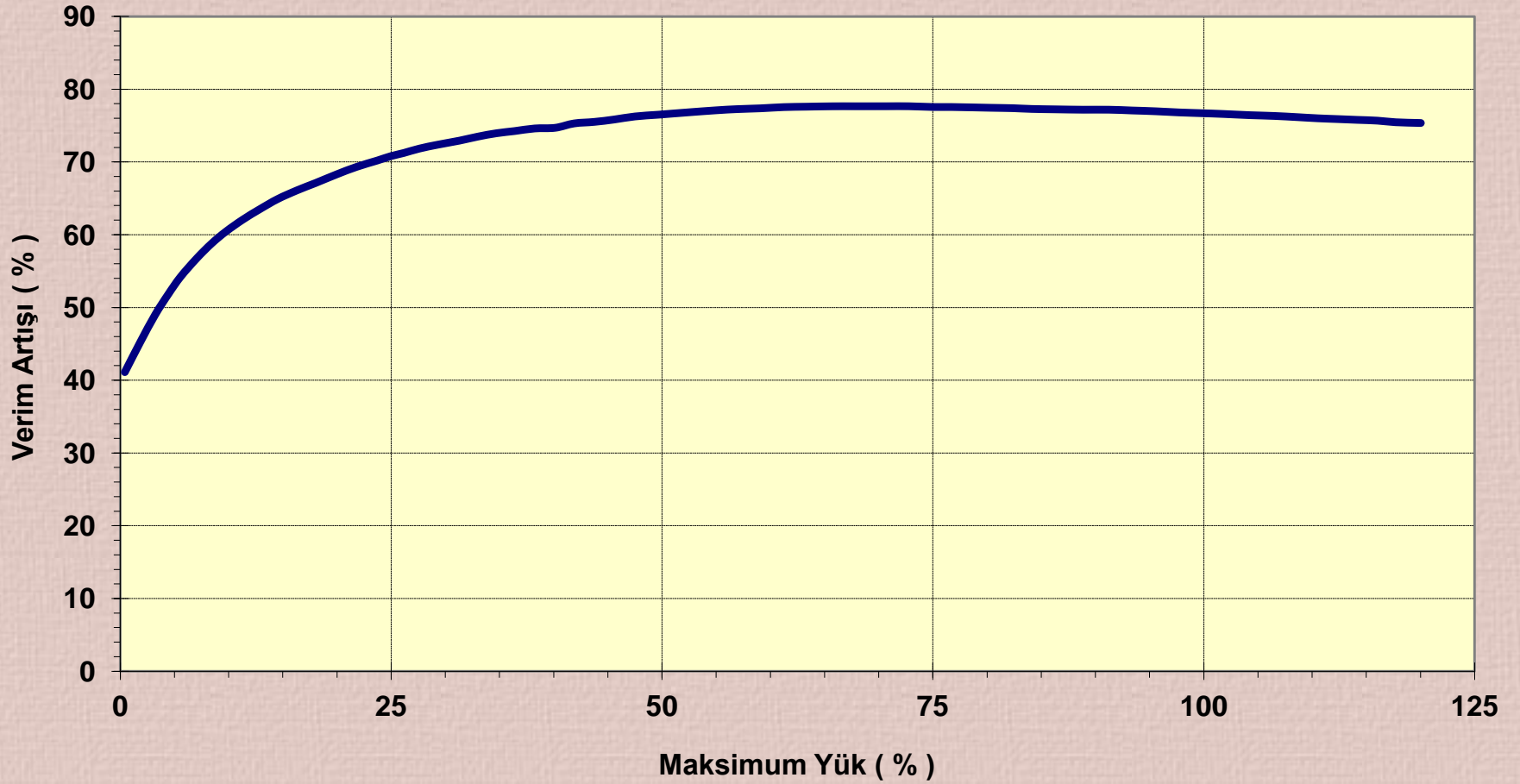
☞ kazan yüzeylerinden ısı kaybı artar.

☞ yakılan yakıt miktarı artar

Maksimum verim genel olarak kazanın **tam yükünün %50** sinden **yukarı yüklerde** çalışması durumunda ulaşılır.

Kazan Yüküne Bağlı Isı Kaybı

Kazan Yüküne Göre Verim Değişimi



Kazan Yüzeyinden Olan Isı Kaybı

Kazan yüzeyinden olan ısı kaybı radyasyon ve konveksiyon şeklinde olmaktadır.

☞ yeni kazanlarda % 1

☞ eski kazanlarda %10

$$\text{Kayıp (\%)} = \frac{100}{\text{Kazan Çalışma Yüğü (\%)}}$$

Blöf Nedeniyle Olan Isı Kaybı

Kazan suyunun içindeki bazı mineraller yüksek sıcaklıkta çözünürlüklerinin değişmesi sonucu suyun içerisinde tortulaşırlar ve kazanda ısı transferini azaltarak verimin düşmesine sebep olurlar.

Kazana iletkenliği düşük besi suyu verilmelidir. Kazan suyunda oluşan tortular temizlenmezse kireç taşı oluşur.

Kazan içerisindeki suyun bir miktarının belli aralıklarla boşaltılmasına **BLÖF** adı verilir.

Blöf Nedeniyle Olan Isı Kaybı

Blöf miktarı yüksek olan işletmelerde yapılan blöf ile dışarıya atılan enerjinin bir kısmı geri kazanılabilir.

☞ ısı değiştirici vasıtası ile ısı geri kazanımı

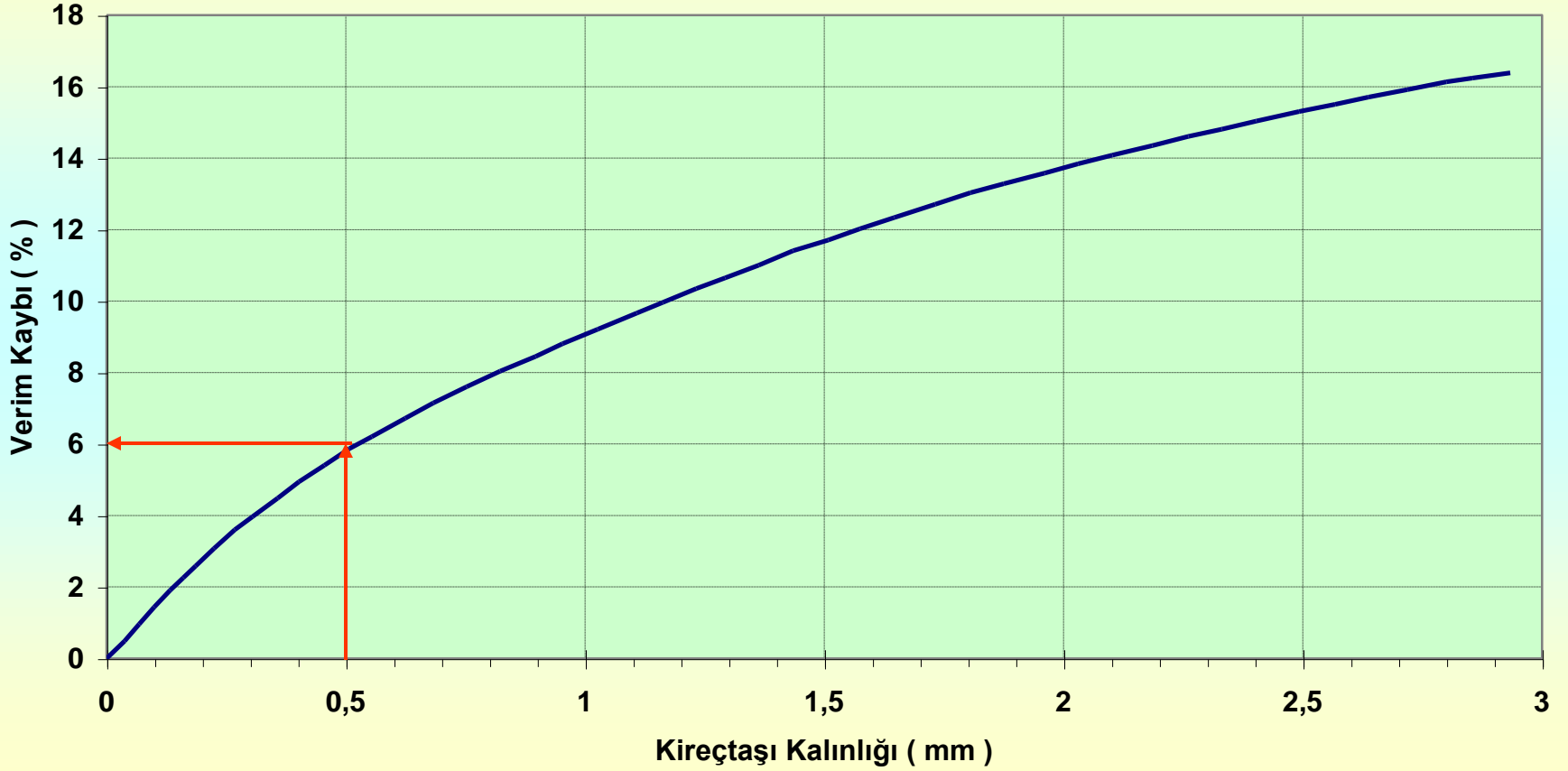
☞ flaş tankında basıncın düşürölmesi ile sıcak suyun tekrar buharlaştırılması sonucunda oluşan flaş buharın yeniden kullanılması yoluyla ısı geri kazanımı

$$BD = \frac{S_f}{S_b} \times 100$$

Kazan Basıncı (bar)	İletkenlik (ppm)
0-20	3500
21-30	3000
31-40	2500
41-50	2000
51-60	1500
61-67	1250
68-100	1000
101-133	750
134 ve üstü	500

Kireçtaşı Nedeniyle Olan Verim Kaybı

Kireçtaşı Kalınlığı - Verim Kaybı



Kireçtaşı Oluşumu ve Sonuçları



Kireçtaşı

Besi Suyu Sıcaklığı Nedeniyle Olan Isı Kaybı

Kazan suyu;

☞ buharlaşma,

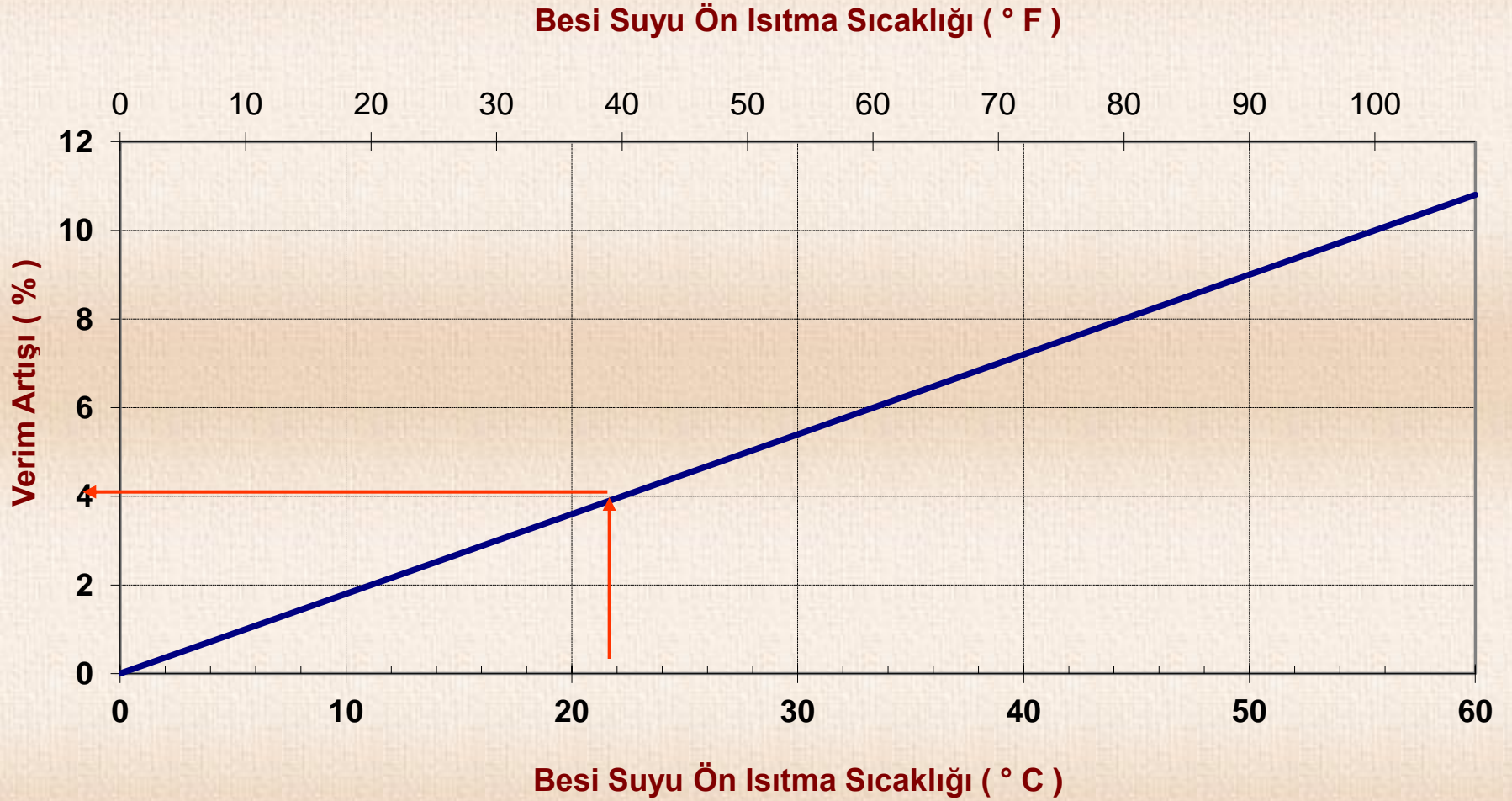
☞ proseste direkt buhar kullanımı

☞ blöf

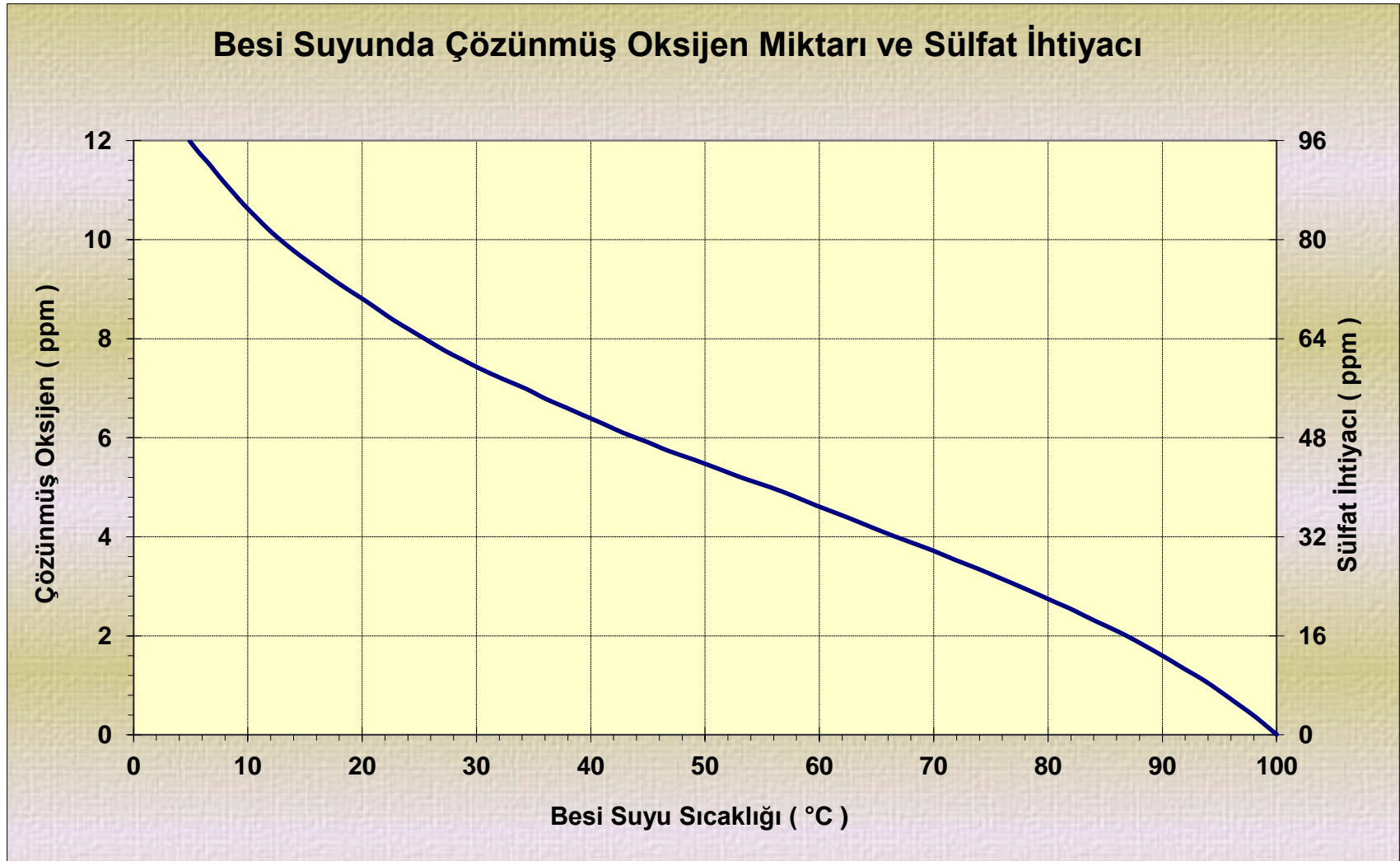
zaman içerisinde bir miktar eksilmektedir. Bilindiği gibi besi suyu adını verdiğimiz tasfiye edilmiş su ve kondens suyu ile kazan suyu takviye edilmeli ve bu su mümkün olduğu kadar yüksek sıcaklıkta olmalı. Besi suyuna ilave olarak verdiğimiz tasfiye edilmiş suyun sıcaklığının da yüksek olması verimi olumlu yönde etkilemektedir.

Besi Suyu Sıcaklığı Nedeniyle Olan Verim Artışı

Besi Suyu Ön Isıtma Sıcaklığına Göre Verim Artışı



Besi Suyunda Çözünmüş Oksijen ve Sonuçları



Çözünmüş Oksiyen Nedeniyle Olan Korozyon



Korozyon

Çözünmüş Oksijen Nedeniyle Olan Korozyon



Korozyon



Degazör

Besi suyu tankındaki korozyif gazları ayırmaya yarayan cihaza **degazör** denir. Korozyif gazlar: Oksijen (O_2) ve Karbondioksit (CO_2)



Kondesatın Geri Kazanımı

Kazanlarda üretilen buhar, sistemde kullanıldıktan sonra bir kısmı doymuş buhar bir kısmı da su olarak sistemden ayrılmaktadır.

Buhar kullanan ekipmanlardan sonra ve buhar hatlarında uygun yerlere konulacak buhar kapanları ile buharın sistemde kalması sağlanabilmektedir. Sıcak su olarak ayrılan diğer akışkan yani kondesatın ise prosesten kaynaklanabilecek herhangi bir kirlenme söz konusu değilse besleme suyu olarak maksimum oranda kazana döndürülmesi ile kazanın verimi artırılabilir.

Kondensatın Geri Kazanımı

Kondens geri dönüş oranına ve kondensat sıcaklığına bağlı olarak kazan verimi artırılmakta ve bunun sonucunda yakıt tasarrufu yapılabilmektedir.

Kondensatın kirli olması ve kazana döndürülememesi durumunda;

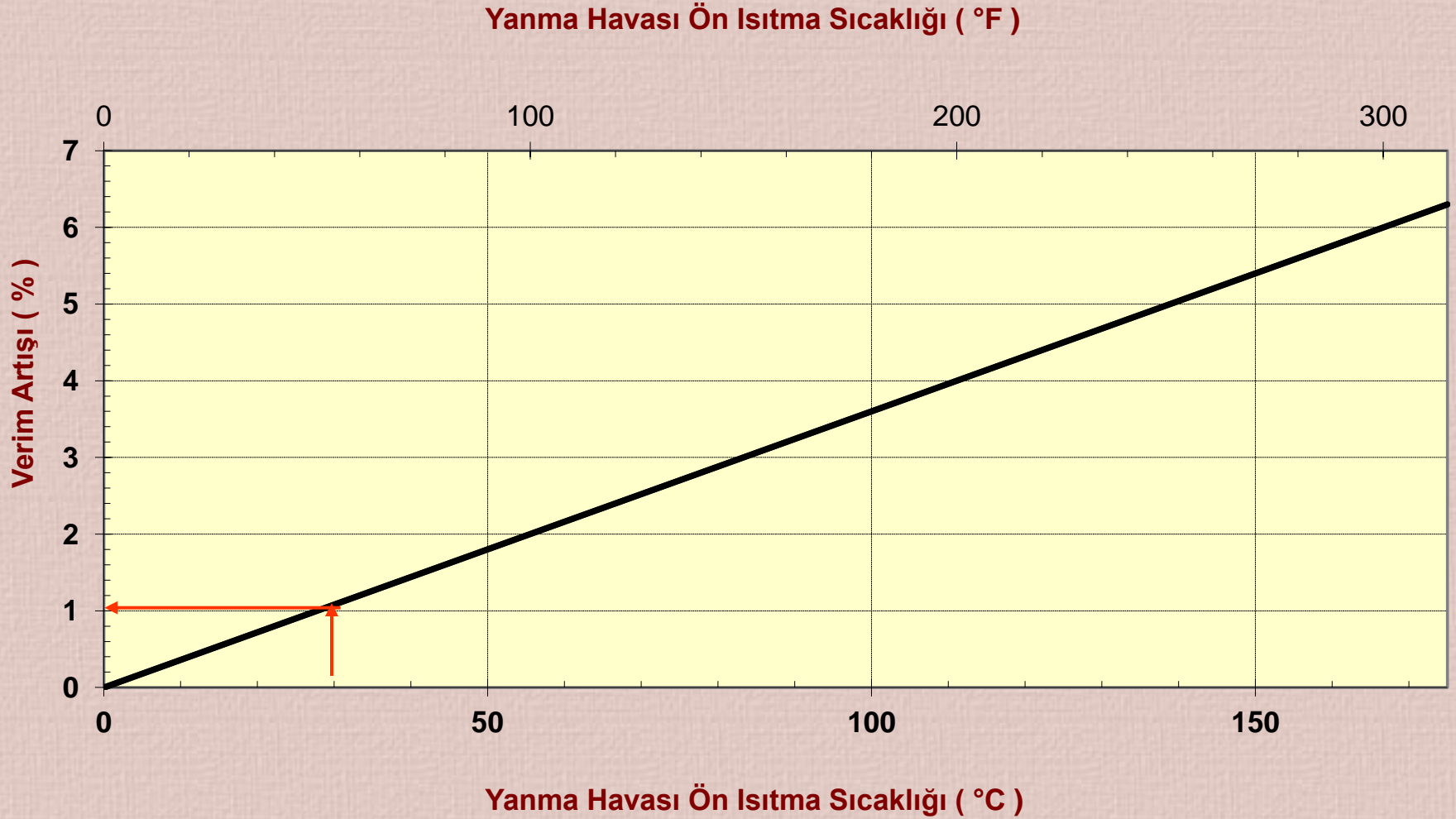
❧ sıcak kondensat saf su aranmayan yerde kullanılabilir.

❧ kirli kondensatın bir ısı değiştiriciden geçirilmesi ile ısı geri kazanılabilir.

Yanma Havası Sıcaklığı

Yanma havasının ısıtılmasıyla sağlanacak her 28°C'lik bir sıcaklık artışı kazan verimini yaklaşık olarak %1 artırabilmektedir.

Yanma Havası Sıcaklığı



Isı geri kazanımı

Ekonomizör:

Bacadan çıkan yüksek sıcaklıktaki atık gazların ıslsının, kazan besi suyu ön ısıtılmasında kullanılmasını sağlayan düzenek.

Kazan Verim Hesaplama Metodları

1. Direkt Metot:

Faydalı enerji, verilen enerjiye oranlanır.

Verim doğru hesaplanır, ancak nerelerde iyileştirme yapılması gerektiği görülemez.

$$\eta = \frac{\text{Faydalı Enerji}}{\text{Verilen Enerji}} \times 100$$

2. Kayıpların Tespiti Metodu

Tercih edilen yöntemdir. Tüm kayıpların toplamı 100'den çıkarılmasıyla bulunur. Kayıplar ayrı ayrı hesaplandığından, en büyük kayıp nerelerde görülür.

$$\eta = 100 - \text{Toplam kayıplar (\%)}$$

Kazan Verim Hesaplama Metodları

$$\eta = 100 - \text{Toplam kayıplar (\%)}$$

Toplam Kayıplar:

1. Uçucu küldeki yanabilir maddeler nedeniyle kayıplar
2. Curuftaki yanabilir maddeler nedeniyle kayıplar
3. Uçucu küldeki yararlı ısı olarak atılan kayıplar
4. Curuftaki yararlı ısı olarak atılan kayıp
5. Kuru baca gazı kaybı
6. Su buharı duyulur ısısı nedeniyle olan kayıplar
7. Yanmamış karbonmonoksit nedeniyle olan kayıplar
8. Kazan yüzeyinden radrasyon ve konveksiyonla olan ısı kaybı
9. Blöfle olan ısı kaybı

ÖRNEK PROBLEM

Kazan Verim Hesaplama Örnek

Veriler:

1. Uçucu küldeki yanabilir maddeler nedeniyle kayıplar: $L_{FA} = \% 0,41$
 2. Curuftaki yanabilir maddeler nedeniyle kayıplar: $L_{SA} = \% 6,31$
 3. Uçucu küldeki yararlı ısı olarak atılan kayıplar: $L'_{FA} = \% 0,03$
 4. Curuftaki yararlı ısı olarak atılan kayıp: $L'_{SA} = \% 0,37$
 5. Kuru baca gazı kaybı: $L_{DG} = \%13,09$ (ekonomizerli: $L_{DG} = \% 7,51$)
 6. Su buharı duyulur ısı nedeniyle olan kayıplar: $L_{H2O} = \% 5,08$
(ekonomizerli: $L_{H2O} = \% 4,01$)
 7. Yanmamış karbonmonoksit nedeniyle olan kayıplar: $L_{CO} = \% 0,09$
 8. Kazan yüzeyinden radrasyon ve konveksiyonla olan ısı kaybı: $L_1 = \%1$
 9. Blöfle olan ısı kaybı: $L_{BD} = \%0,72$
- Baca gazı ölçüm analizi sonucu: $O_2: \%7,9$

Kazan Verim Hesaplama Örnek

Verilen bilgileri kullanarak,

- a) Kazandaki verimi hesaplayınız.**
- b) Fazla hava oranını hesaplayınız.**
- c) Hava fazlalık katsayısını hesaplayınız.**
- d) Ekonomizerli verim artışını hesaplayınız.**

Kazan Verim Hesaplama Örnek

$$\eta = 100 - \text{Toplam kayıplar (\%)}$$

Toplam Kayıplar (Ekonomizersiz)

$$\Sigma L = L_{FA} + L_{SA} + L'_{FA} + L'_{SA} + L_{DG} + L_{H2O} + L_{CO} + L_{RC} + L_{BD}$$

$$\Sigma L = 0,41 + 6,31 + 0,03 + 0,37 + 13,09 + 5,80 + 0,09 + 1 + 0,72$$

$$\Sigma L = \% 27,81$$

Kazan Verimi: $\eta = 100 - \Sigma L$

$$\eta = 100 - 27,81$$

$$\eta = 72,19$$

Kazan Verim Hesaplama Örnek

$$\begin{aligned}\text{Fazla hava oranı \%} &= \frac{O_2}{21-O_2} \times 100 \\ &= \frac{7,9}{21-7,9} \times 100 \\ &= \% 60\end{aligned}$$

Kazan Verim Hesaplama Örnek

Hava fazlalık

katsayısı

$$= \frac{O_2}{21 - O_2} + 1$$

$$= \frac{7,9}{21 - 7,9} + 1$$

$$= 1,60$$

Kazan Verim Hesaplama Örnek

$$\eta = 100 - \text{Toplam kayıplar (\%)}$$

Toplam Kayıplar (Ekonomizerli)

$$\Sigma L = L_{FA} + L_{SA} + L'_{FA} + L'_{SA} + L_{DG} + L_{H_2O} + L_{CO} + L_{RC} + L_{BD}$$

$$\Sigma L = 0,41 + 6,31 + 0,03 + 0,37 + 7,51 + 4,01 + 0,09 + 1 + 0,72$$

$$\Sigma L = \% 21,16$$

Kazan Verimi: $\eta = 100 - \Sigma L$

$$\eta = 100 - 21,16$$

$$\eta = 78,84$$

Kazan Verim Hesaplama Metodları

Verim Hesabı

$$\eta(\text{artış}) = \frac{\text{Yeni Verim} - \text{Eski Verim}}{\text{Yeni Verim}} \times 100$$

$$\begin{aligned}\eta &= \frac{78,84 - 72,19}{78,84} \times 100 \\ &= 8,43\end{aligned}$$

TEŐEKKÜRLER