

## Maliyet üzerine etkiler

Şema 3'te, saat başına gerçekleşen brülör şalt sayısının bir fonksiyonu olarak bileşenlerin çalışma ömrü gösterilmektedir. Brülör şalt sayısının çalışma ömrüne etkisi açık bir şekilde görülebilmektedir.

Pratik bir örnekle, yedek parça fiyatı yaklaşık 300€ olan gaz solenoid valfinin solenoidi, sistem şema 1'e göre çalıştığında işçilik de dahil olmak üzere (değiştirme işlemi müşterinin kendisi tarafından yapıldığında) yaklaşık 500€ yıllık onarım maliyeti, şema 2'ye göre çalıştığında ise yaklaşık 200€ onarım maliyeti ortaya çıkarır. Her iki durumda da diğer parçaların değiştirilmesi, bir servis mühendisinin çağırılması, aksamaya süresi, iş kaybı gibi diğer maliyetler hesaba katılmamıştır.

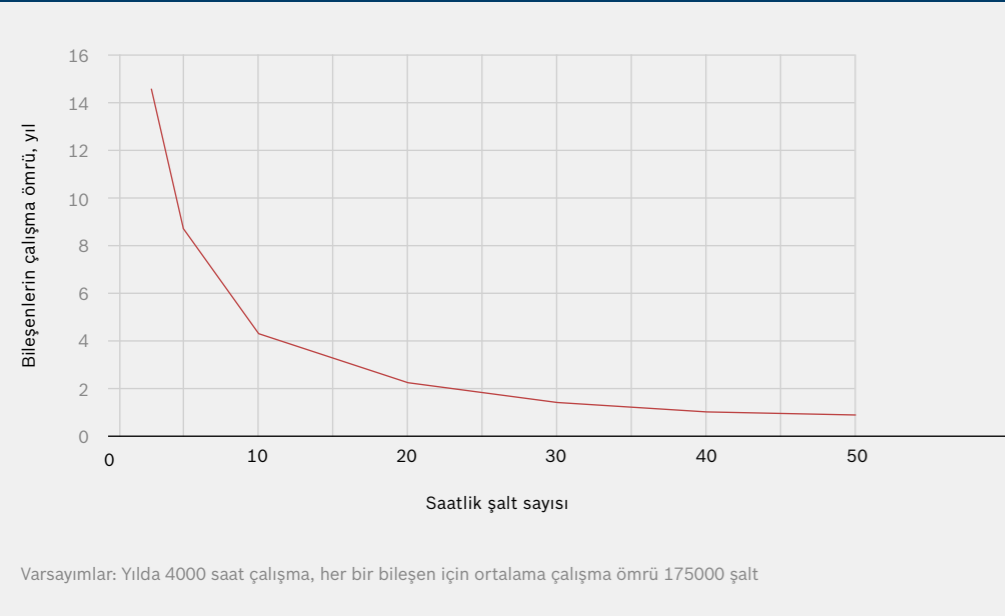
## Özet

Yukarıda verilen bilgiler, basınç emniyet toleransının ve kazan çıkış gücünün belirlenmesinin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Kazan sistemi analistleri, tecrübeli yetkin bir kazan imalatçısı ile birlikte bu sorunları erken bir aşamada öngörmek zorundadır. Bosch Industriekessel GmbH, tüm buhar kazanlarını brülörün çalışmasını izleyen bir sayaçla donatır, bu sayaç operatörün istenmeyen bir çalışma şeklini erken bir aşamada fark edebilmesini sağlar.

Kazan tesisinin tedarikçisinin yetkili servis teknisyeni tarafından düzenli olarak bakımdan geçirilmesi (tercihen üç ayda bir) ve kontrol sisteminin müşteri ihtiyaçlarına uyarlanması, tesisin değerinin korunmasında ve maliyetlerin en düşük seviyede tutulmasında eşit öneme sahip iki faktördür. Ancak, planlama aşamasında yapılmış olan hatalar genellikle telafi edilemez ve bazı durumlarda kazan tesislerinin ideal şekilde kullanılmasına büyük ölçüde engel olur.

Şema 3: Brülör şalt sıklığının bir fonksiyonu olarak bileşenlerin çalışma ömrü



Bosch Termoteknik Isıtma ve Klima  
Sanayi Ticaret Anonim Şirketi  
Aydınevler Mahallesi İnönü Caddesi  
No: 20 Küçükyalı Ofis Park A Blok  
34854 Maltepe/İstanbul  
Türkiye

Tel: (0216) 432 08 00  
Faks: (0216) 432 09 86

www.bosch-industrial.com  
bosch.industrial@tr.bosch.com

© Bosch Industriekessel GmbH |  
Resimler, sadece örnek niteliğindedir |  
Teknik değişikliklere tabidir | 12 / 2014 |



# Teknik Bülten

Dipl.-Ing. Jochen Loos  
Dipl.-Wirtschaftsing. (FH), Dipl.-Informationswirt (FH)  
Markus Tuffner, Bosch Industriekessel GmbH



## Buhar kazanlarında kapasite kontrolü

### Giriş

Buhar kazanlarında kapasite kontrolü, buhar çıkış basıncına bağlı olarak brülör kapasitesinin ayarlanması ile gerçekleştirilir.

Sistemde buhar çekişi arttıkça, buhar basıncı düşer ve buna bağlı olarak brülör kapasitesi artırılır.

Sabit miktarda gerçekleşen sistem tüketimlerinde, modülasyonlu brülör ve hassas kapasite kontrolünün yapılabildiği kazanlarda, kazan çıkış basıncı belirli değerler arasında sabit tutulabilmektedir.

Kazan ve brülör tasarımları, kontrol sistemi özelliklerine bağlı olarak, sistemde buhar tüketiminin sık değişiklik göstermesi, alt ve üst işletme ayar basınçlarının küçük/büyük oranlarda aşılmasına neden olabilmektedir. Kademeli kapasite kontrolü yapılan brülörlerde, söz konusu sistem yük değişikliklerinin olması durumunda kararsız çalışma koşulları oluşabilir.

Bir buhar üretim tesisinde kazanın ve tüm sistem bileşenlerinin, enerji tasarruflu, çevreye duyarlı, uzun ömürlü ve düşük maliyetli işletilebilmesi için, bir kazanın kapasitesinin yanısıra işletim basıncının da doğru belirlenmesi önemli bir faktördür.

Devam eden bölümlerde, tasarımcının işletim basıncı, kazan kapasitesi gibi temel parametreleri belirlerken dikkat etmesi gereken hususlar ve yanlış tasarım değerleri sonucunda oluşabilecek sıkıntılara değinilmektedir.

### Tasarım aşaması

Sistem tasarımı yapılırken, işletmeciden gerçek tüketim değerleri alınmalı veya ilgili uygulama alanları için referans hesaplamalardan yararlanılarak seçim parametreleri oluşturulmalıdır.

Kazan kapasite ve işletim basıncı belirlenirken yatırımcının gereksinimleri ve yakma kontrol sisteminin özellikleri dikkate alınarak, kazan üreticisi ile karşılıklı iletişim ortamı sağlanmalıdır.

Seçim sürecinin başında ihtiyaçlar doğrultusunda kazanın temel tasarımı belirlenmelidir (örn. hızlı buhar jeneratörü veya yüksek su hacimli buhar kazanı).

Buhar jeneratörlerinin özel işletim koşulları gereği, daha yüksek basınç sınıfına göre ekipman kullanımı ve buhar ihtiyacının kesin bir şekilde belirlenmesi büyük önem taşır.

Buhar kazanında ise sadece ilk yatırım maliyetinin farkına dikkat edilmelidir.

Buhar kazanları ile birlikte sunulan çok avantajlı opsiyonel donanım ve özellikler sayesinde, ilk yatırım maliyetinde çıkabilecek farklar, 2 ila 3 yıl içerisinde amorti edilebilir.

## İşletme basıncının belirlenmesi Emniyet ventili açma basıncı

### Buhar tüketim noktalarında, +/- toleranslar ile temin edilen bir basınç (ortalama gösterge basıncı) yeterli olmaktadır.

- ▶ İki kademeli brülör ile işletilen alev-duman borulu buhar kazanlarında, emniyet ventilinin açma basıncı, gerekli ortalama gösterge basıncının en az %120 si kadar olmalıdır.
- ▶ Üç kademeli brülör ile işletilen alev-duman borulu buhar kazanlarında, emniyet ventilinin açma basıncı, gerekli ortalama gösterge basıncının en az %128 i kadar olmalıdır.
- ▶ Modülasyonlu brülör ile işletilen alev-duman borulu buhar kazanlarında, emniyet ventilinin açma basıncı, gerekli ortalama gösterge basıncının en az %120 si kadar olmalıdır.
- ▶ İki kademeli brülör ile işletilen su borulu hızlı buhar jeneratörlerinde, emniyet ventilinin açma basıncı, gerekli ortalama gösterge basıncının en az %150 si kadar olmalıdır.

### Buhar tüketici cihazların talep ettiği minimum basınç

Sistemlerde, belirli bir minimum işletme basıncının talep edilmesi, kazan değerleri belirlenirken daha yüksek basınçlar kullanılmasına neden olacaktır.

Ani yük artışlarında dahi basıncın gerekli olan minimum değerini altına düşmesini önlemek için, ortalama gösterge basıncı ve buna bağlı olarak emniyet ventilinin açma basıncı, minimum basınç üzerine çıkarılmalıdır. Bu durum için genel bir kural/formül kullanılamaz ve tasarım basıncı her bir kazan uygulaması için özel olarak belirlenmelidir.

### Diğer gereklilikler

Kazanlarda, buhar tüketicilerinin talep ettiği hassasiyette bir basınç kontrolü yapılamaz; bunun yerine, çıkış hattında (tercihen, buhar tüketim hemen öncesinde) gerekli basınç kontrol hassasiyetine sahip bir basınç regülatörü kullanılmalıdır. Ancak, kazanın kendisi bu basınç regülatörüne daima uygun şekilde yükseltilmiş basınçta buhar temin etmelidir ve kazan ile tüketici sistem arasındaki boru hattında görülen basınç kayıplarının da hesaba katılması gerekir.

Çoklu kazan uygulamalarında her bir kazanın çıkış gücünü belirlerken, farklı kriterler de göz önüne alınmalıdır. Bu kriterler, ayrı bir dokümanda açıklanmıştır (referans: Teknik bilgi föyü “Uyumlu kazan-brülör kombinasyonu”). Çok kazanlı tesislerde tasarım basıncının belirlenmesi ve kurulu kapasitenin kazanlara dağıtılması da bir sıra kontrolüne ihtiyaç duyar. Bu durum özellikle kazan sıra (strateji) kontrolü sistem çıkış basıncına göre yapılıyorsa geçerlidir.

## Yanlış tasarım basıncının sistem üzerindeki etkileri

### Kazanın tasarım basıncı çok düşükse, aşağıda belirtilen sorunlar ortaya çıkar:

- ▶ Minimum basınç korunamayabilir, sonuç olarak basınç eksikliği ve tüketici sistemlerde sorunlar ortaya çıkabilir.
- ▶ Ortalama çalışma basıncına ulaşamaz veya ortalama basınçtan çok büyük miktarlarda sapma görülür.
- ▶ Belirtilen değerlerden sapmaların mümkün olan en düşük seviyede tutulabilmesi için, ilk çalıştırma işlemini yapan mühendisin dar bir kontrol aralığı belirlenmesi gereklidir; bu durumda şalt sayısı çok artar ve brülörün çalışmasında çok sık değişiklik olur.

Sık gerçekleşen brülör şaltı nedeniyle yüksek arıza potansiyeli, verimsiz yanma ve yüksek işletim maliyetleri sonuçları doğar ve kazan/brülör ekipmanları beklenenden fazla yıpranmaya maruz kalır.

Ateşleme elektrodları, trafo, selenoid vanalar, servo motorlar ve presostatlar ile otomatik alev denetim ve kontrol donanımları gibi brülörün şalt süreçlerinden etkilenen tüm parçaları yıpranmaya daha fazla maruz kalır.

Gereksiz ön süpürme kayıpları nedeniyle enerji tüketimi artar. Kazan içerisindeki hızlı sıcaklık değişimlerinden dolayı oluşan ısıl gerilmeler nedeniyle, basınçlı gövdelerde kaynak noktalarında hassasiyet ve yıpranma gerçekleşir.

Bu durumlarda bazen kazanın kullanım ömrü büyük ölçüde kısılır. Yukarıda belirtilen işletim maliyeti faktörleri yanısıra, bu tarz işletim şekilleri, sistemin olumsuz çevresel etkiler yaratmasına da neden olur. Devreye girme ve rejim süreçlerinde gerçekleşen yüksek emisyon salımı (özellikle CO ve NO<sub>x</sub>) alev kararlı hale gelinceye kadar devam eder.

### Gerçek tüketim değerinin çok üzerinde belirlenmiş tasarım kapasitesinin olumsuz etkileri

Projelerde karşılaşılan en büyük hatalardan biri de sistemde bir kazanın veya tüm sistemin fazlasıyla büyük boyutlandırılmış olmasıdır. Bu durum, brülörün sistemde talep edilen minimum çalışma aralığının çok dışında kalan kapasitelerde işletilmesine sebep olur, sonuç olarak brülör çok sık açılıp kapanır, aşırı basınç dalgalanmaları ve yukarıda da belirtilen diğer olumsuzluklar meydana gelir. Özellikle alev/duman borulu kazanla karşılaştırıldığında, su borulu hızlı buhar jeneratörü için durum daha olumsuzdur. Tüketimde ihtiyaç duyulacak buhar miktarının ve bunun sonucunda kazan kapasitesinin çok hassas bir şekilde analiz edilerek belirlenmesi gerekir.

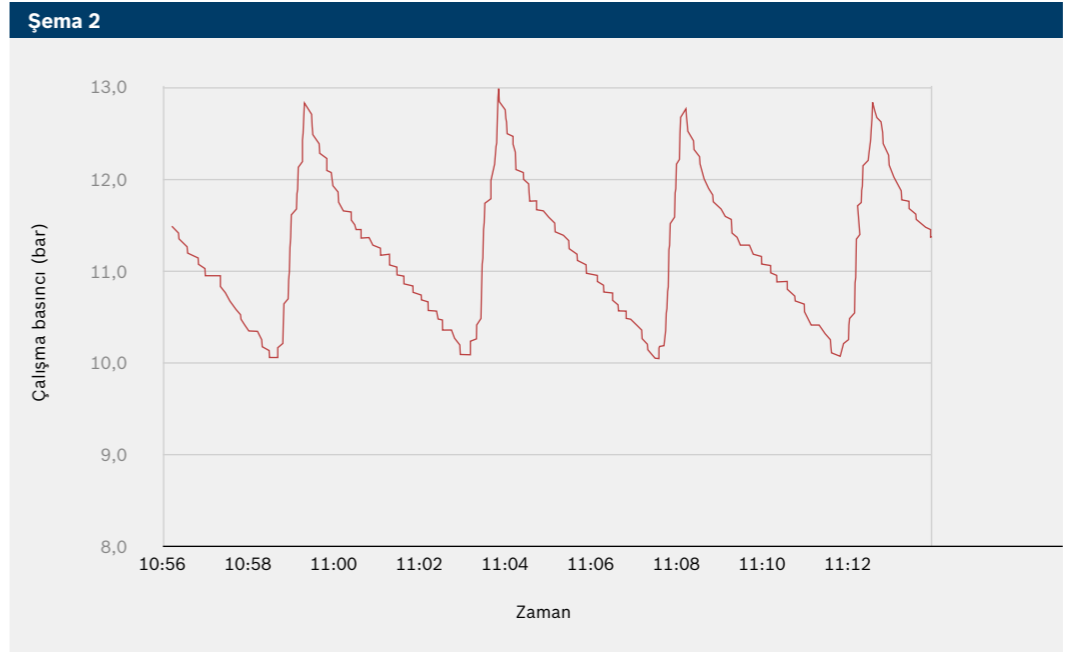
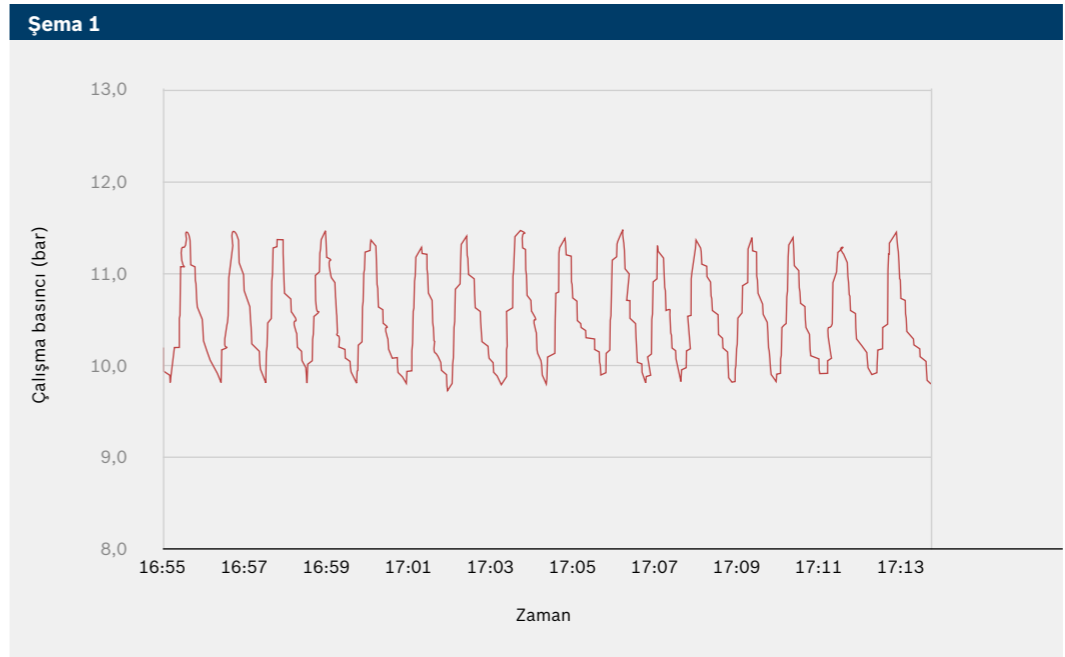
## Örnek bir tesisin incelenmesi

Aşağıdaki örnekte yanlış sistem tasarımı ve basınç seçiminden kaynaklanan önemli ekonomik olumsuzluklar açık bir şekilde ifade edilmektedir.

Şema 1’de, servis mühendisi tarafından yapılan düzeltmeden önceki basınç gelişimi ve şema 2’de ise düzeltmeden sonraki basınç gelişimi gösterilmektedir.

Esas olarak, kurulumu yapılan kazan sistem ihtiyacına göre oldukça fazla büyüktür ve iki kademeli kontrollü bir brülöre sahiptir.

İşletim parametrelerinin düzeltilmesinden önce (şema 1), yüksek yükten düşük yüke veya tersi geçişte oluşan basınç farkı 1.6 bar seviyesindeydi. Brülör saatte 54 defa bu basınç değişimine göre şalt yapmıştır.



İşletim parametrelerinin düzeltilmesinden sonra (şema 2) brülör şalt sayısının saatte 18’e düşürülebilmesine rağmen, tüketimle ilgili olarak brülörün aşırı yüksek kapasitede seçilmiş olması nedeniyle brülör çalışmasındaki dengesizlikler ortadan kaldırılamamıştır.

Yılda 4000 saat çalıştığı ve ömrünün sonuna kadar 175000 döngü gerçekleştirebileceği varsayılan bu brülörün şema 1’deki gibi çalışması durumunda beklenen ortalama çalışma ömrü bir yıldan kısa olacaktır. Çalışma şekli şema 2’deki gibi olduğunda ise, brülörün çalışma ömrü yaklaşık iki buçuk yıla yükselmiştir.

Bu çalışma ömrünün de yeterli olmadığı açıkça görülmektedir, fakat çalışma ömrünün büyük ölçüde artırılması, sadece basınç ayar parametrelerinde değişiklik yaparak mümkün olamayacaktır. Daha büyük gelişmeler yalnızca kazanın yükleme kapasitesinin azaltılması ile elde edilebilir.

Bu örnekte, daha iyi bir kontrol aralığı elde edebilmek için brülörün daha küçük bir brülörle değiştirilmesi gereklidir.