



**Bu bir MMO  
yayıdır**

MMO bu yayındaki ifadelerden, fikirlerden, toplantıda çıkan sonuçlardan, teknik bilgi ve basım hatalarından sorumlu değildir.

## **ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE KULLANILAN SKOÇ TİPİ BUHAR KAZANLARININ GENEL PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ**

**ŞABAN PUSAT  
HASAN HÜSEYİN ERDEM  
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

**İSMAİL EKMEKÇİ  
İSTANBUL TİCARET ÜNİVERSİTESİ**

# ENDÜSTRİYEL TESİSLERDE KULLANILAN SKOÇ TİPİ BUHAR KAZANLARININ GENEL PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

*General Performance Evaluation of Scotch Type Steam Boilers Used in Industrial Plants*

**Şaban PUSAT**  
**Hasan Hüseyin ERDEM**  
**İsmail EKMEKÇİ**

## ÖZET

Bu çalışmada, endüstriyel tesisler için önemli bir yardımcı ekipman olan skoç tipi buhar kazanlarının işletme şartlarındaki performansları incelenmiştir. Öncelikle, buhar kazanlarının genel özellikleri ve üzerindeki yardımcı ekipmanlar değerlendirilmiştir. Daha sonra, gerekli ölçümler yapılarak indirekt verim hesaplama yöntemi ile buhar kazanı verimi hesaplanmıştır. 30'a yakın endüstriyel tesisteki 50'ye yakın buhar kazanı değerlendirmeye alınmıştır. Elde edilen sonuçlar göstermiştir ki, buhar kazanlarının verimi % 59-84 gibi çok geniş bir aralıkta değişmekte ve ortalama kazan verimi % 72 olarak görülmektedir. Ayrıca, buhar kazanlarında ki verimi takip edecek herhangi bir uygulama olmadığı gibi önemli verim artışı sağlayan enerji geri kazanım ekipmanlarının çok fazla uygulama alanı bulamadığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Buhar kazanı; Skoç tipi kazan; Performans takibi; Akıllı kazan; Enerji verimliliği; Endüstriyel tesisler

## ABSTRACT

In this study, steam boilers were investigated, which are important auxiliary equipment for industrial plants. First of all, general specifications of the steam boilers and auxiliary equipment on them were investigated. Afterwards, efficiency of the steam boiler was calculated with indirect efficiency calculation method by making the necessary measurements. Approximately 50 steam boilers were taken under review in about 30 industrial plants. The results showed that efficiency of the steam boilers varies between 59-84 % and average efficiency was determined 72 %. Additionally, it was seen that the auxiliary equipment for boilers which increase efficiency significantly, has not been utilized much.

**Key Words:** Steam boiler; Scotch boiler; Performance monitoring; Smart boiler; Energy efficiency; Industrial plants

## 1. GİRİŞ

Endüstriyel tesislerde, enerji dönüşümünde en çok kullanılan yardımcı ekipmanlardan birisi buhar kazanlarıdır. Bu tesislerde kapasite, maliyet, buhar basıncı ve sıcaklığı açısından en uygun olan skoç tipi buhar kazanlar daha çok tercih edilmektedir. Ancak ülkemizde skoç tipi buhar kazanları genellikle operatör kontrolünde ve performans dikkate alınmadan sadece kapasite odaklı çalıştırılmaktadır. Bu tip bir işletme yönteminde doğal olarak kazan verimi düşmektedir. Buhar kazanı performansının düşük

olması yani veriminin beklenen seviyenin altında olması durumunda ise aynı buhar üretimi için daha fazla yakıt tüketilmektedir. Bu durum, küçük kapasiteli kazanlarda işletmeye fazladan önemli bir enerji yükü getirmese de kapasite ve buhar tüketimi arttıkça enerji ve maliyet kayıpları dikkate değer seviyelere ulaşmaktadır.

Buhar kazanlarının verim kayıplarını tasarım kaynaklı ve işletme kaynaklı olmak üzere iki kısma ayırmak mümkündür. Daha çok tasarım kaynaklı verimsizlikler enerji geri kazanım uygulamaları ile sonradan işletme sırasında giderilmeye çalışılmaktadır. Bu tür verimsizlikleri azaltmak için çoğu yatırım gerektiren bilenen uygulamalar mevcuttur. Bunların en çok uygulananları, ekonomizer ile besi suyunun ısıtılması, reküperatör ile yakma havasının ısıtılması, baca gazı oksijen ölçümleri ile hava miktarının optimize edilmesi, otomatik blöf sistemleri ile atılan blöfün optimizasyonu ve flash tank kullanılması ile flash buharın geri kazanılmasıdır. Ancak işletme sırasında kirlenme başta olmak üzere yaşlanma, yıpranma vb. sebepler ile meydana gelen verim kayıplarının da belirlenmesi ve gerekli tedbirlerin alınması gereklidir. Bunun için kazan verimlerinin sürekli ya da belirli periyotlar ile takip edilmesi gerekmektedir. Ancak, hâlihazırda kazan performansını takip ederek verimin maksimum tutulmasını sağlayabilecek sistemler piyasada mevcut değildir. İşletmelerde performans yerine daha çok kapasite odaklı bir işletme tercih edildiğinden, buhar kazanları tamamen operatör kontrolünde ve istenen buharı temin etme amacıyla yüksek performans hedeflenmeden çalıştırılmaktadır.

Buhar kazanları için birçok verim artırıcı yöntem mevcuttur. Kanoğlu çalışmasında, zamanında ve yeterince uygulanan otomatik blöf sistemleri ve iyi ayarlanmış hava-yakıt oranı ile önemli bir verim artışı sağlanabileceğini belirtmiştir [1]. Diğer bir çalışmada ise yanma havasının her 28 °C'lik artışında yanma veriminin yaklaşık % 1 artacağı vurgulanmıştır [2]. Bilgin yaptığı çalışmada, kazanlar için yanma analizini baca gazı emisyonlarını detaylı bir şekilde inceleyerek yapmıştır [3-4]. Bazı çalışmalar ise buhar kazanları için verim hesap yöntemini detaylandırarak kayıpların analizini yapmıştır [5-6].

Bu çalışmada, endüstriyel tesislerdeki kazan daireleri üzerinde yapılan inceleme ve değerlendirmelerin sonuçları verilecektir. İncelemeler iki ana bölümde yapılmıştır. Birincisi, kazan dairesinin genel olarak incelenerek buhar kazanları üzerindeki ekipmanların ve özelliklerinin belirlenmesini amaçlamaktadır. İkincisi ise, buhar kazanı için gerekli ölçümlerin yapılması ile kazan performansının belirlenmesi amacı ile kazan veriminin hesaplanmasıdır. Yapılan incelemeler ve değerlendirmeler ışığında endüstride kullanılan skoç tipi buhar kazanlarının performans durumu için genel bir sonuç ortaya konulması amaçlanmıştır.

## 2. VERİLER VE YÖNTEM

Bu bölümde, endüstriyel tesisler ile ilgili yapılan çalışmalarda kullanılan yöntem ve veriler bulunmaktadır. Elde edilen sonuçların önemli bir kısmı, yıllık enerji tüketimi 5000 TEP ve üzeri olan sanayi tesisleri için geçerli olan zorunlu enerji etüdü çalışmalarından elde edilmiştir. Öncelikle, performans değerlendirmesi yapılarak olması beklenen performans ile mukayesesi yapılmıştır. Daha sonra, performansı düşüren parametre ve ekipmanlar değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, kazan daireleri detaylı bir şekilde incelenerek gerekli ölçümlerle beraber performans değerlendirme raporu oluşturulmuştur.

Çalışma kapsamında incelenen buhar kazanları, endüstriyel tesislerde en çok kullanılan skoç tipi kazanlardır. Bu çalışmada değerlendirilen kazanlar, 10 farklı kazan üreticisine ait farklı kapasite ve basınçlarda doymuş buhar kazanlarıdır. Tüm kazanlarda yakıt olarak doğalgaz kullanılmaktadır.

Kazanların bulunduğu endüstriyel tesisler sektör olarak incelendiğinde birçok farklı sektör karşımıza çıkmaktadır:

- ✓ Gıda
- ✓ Demir-çelik
- ✓ Tekstil
- ✓ Plastik

- ✓ Kağıt
- ✓ Ambalaj
- ✓ İnşaat
- ✓ Kimya

İncelenen tesislerin konumuna bakıldığında ise, çoğunluğu Marmara Bölgesi'nde yer almakla beraber İç Anadolu ve Akdeniz Bölge'lerinde yer alan tesisler de incelenmiştir. Yaklaşık 30'a yakın tesis ve 50'ye yakın buhar kazanı incelemeye dâhil edilmiştir.

İncelenen tesislerin hiçbirisinde aktif olarak kullanılan 'kazan dairesi performans takip sistemi' bulunmamaktadır. Birkaç tesiste kurulu olan yurtdışı menşeli 'buhar kazanı performans takip sistemi' işletme tarafından doğru çalışmadığı gerekçesi ile kullanılmamaktadır. Birkaç tesiste ise 'kazan dairesi otomasyon sistemi' adı altında kurulu olan sistemler ile bazı ölçüm değerlerinin anlık ve geçmişe dönük değerleri görülebilmektedir. Ancak, bu sistemler ile sadece ölçüm verisi okunduğu yani performansa dönük herhangi bir hesap yer almadığı için operatöre performansı iyileştirici müdahaleleri yapabileceği anlamlı bir bilgi sunmamaktadır. Sonuç olarak, tesislerin çok az bir kısmında kazan dairesi izlenmeye çalışılmıştır, ancak bu durum göstermelik olmanın ötesine gidememiştir.

Buhar kazanlarında performans takibi için en önemli parametre kazan verimidir. Buhar kazanlarında verim 2 şekilde hesaplanır:

1. **Direkt Verim Hesaplama Yöntemi:** Yakıtle kazana giren enerji ile üretilen buharın enerjisinin oranıdır. Bu yöntem ile kazan veriminin hesaplanabilmesi için doğalgaz debisinin ve üretilen doymuş buhar debisinin ölçülmesi gereklidir.
2. **Endirekt Verim Hesaplama Yöntemi:** Eğer buhar tarafının debisi ölçülemiyorsa endirekt verim hesap yöntemi ile kazan verimi hesaplanabilir. Bu yöntem, giren enerji ile kayıplar arasındaki farka dayanmaktadır. Yakıtle kazana giren enerji % 100 kabul edilir ve kazandan çıkan/atılan enerjilerin oranları toplanır. Giren enerji oranı ile kazandan çıkan/atılan enerjilerin oranları toplamı arasındaki fark endirekt kazan verimi olarak tanımlanır. Bu yöntem kazan sistemi kurulurken buhar debisinin ölçülmediği durumlarda sonradan kazan verimi hesaplamak için daha uygundur. Kazandan atılan/çıkan enerjiler ise:
  - a. Bacadan baca gazı ile atılan ısı enerjisi
  - b. Eksik yanma kaybı
  - c. Sıcak kazan yüzeyinden kaçan enerji kaybı

Blöfle atılan ısı enerjisidir.

Kazana giren ve çıkan enerji temsili olarak Şekil 1'de verilmiştir.

Kazan verimi hesaplamasında direkt ve endirekt verim arasında bir fark olur. Bu fark, ölçüm hataları ve ölçüm belirsizliklerinden kaynaklanır ve draft kaybı olarak isimlendirilir.



Şekil 1 Kazan enerji girdi/çıkış kalemleri

Buhar kazanlarında yakıt ile giren enerji iş akışkanına yeterince aktarılamaz ise baca gazı ile atılır. Bu nedenle kazandaki en büyük kayıp kaynağı baca gazından atılan enerjidir. Kısmen sıcaklığı daha düşük olduğu için kalitesi düşük olan bu atılan enerji kalitesine uygun olarak yakma havasını ya da besleme suyunu ön ısıtmada kullanılarak kazanda verilmesi gereken enerji azaltılır ve dolayısı ile kazan verimi artar. Kazanlarda yakıt için uygun hava oranı farklı sebepler ile işletme esnasında değişebilir. Hava oranının değişmesi hem emisyonların artmasına hem de enerji kayıplarının artmasına neden olur. Çünkü kazana fazla hava girdiğinde yanmaya katılmayan bu hava çevre sıcaklığından baca sıcaklığına kadar kazansa ısıtılmakta ve bu ısıtma için gerekli enerjiyi sağlayacak yakıt fazladan yakılmaktadır. Buda kazan verimini düşürmektedir. Kazan suyunun kirlilik seviyesinin istenen değerler de tutulması özellikle kazan borularının iç yüze kirlenmesinin önlenmesi için gereklidir. Bu amaçla yapılan blöf işlemindeki blöf miktarının artması kazandaki sıcak akışkanın atılmasına neden olduğundan kazan verimini düşürür. Ayrıca blöfteki enerjinin geri kazanılması için flashlama yapılabilir. Bu amaçlar doğrultusunda buhar kazanlarında performans iyileştiren en önemli yardımcı ekipmanlar aşağıda sıralanmıştır:

- ✓ Ekonomizer
- ✓ Reküperatör
- ✓ Oksijen trim sistemi
- ✓ Otomatik blöf sistemi
- ✓ Flash buhar geri kazanım sistemi

Bu ekipmanlar enerjinin atıldığı/çıktığı noktalara konularak enerjini geri kazanılmasını sağlamaktadır. Dolayısıyla, kazan dairesinde kullanıldığında kazan performansı önemli ölçüde iyileşmektedir.

Bu çalışmada kazan verimi hesaplamasında endirekt verim hesaplama yöntemi kullanılmıştır. Yukarıda bahsedilen bu yöntemin hesaplamalarda kullandığı kazana ait sıcaklık, oksijen oranı, kazan boyutları vb. değerler ölçülmüştür. Ekonomik değerlendirme yapılırken, doğalgazın birim fiyatı 0.85 TL/Nm<sup>3</sup> kabul edilmiştir.

### 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu bölümde, önceki bölümde belirtilen veriler ve yöntemler ışığında elde edilen değerlendirmelerin sonuçları verilmiştir. Analizler aşağıdaki temel parametrelere bağlı olarak yapılmıştır:

- ✓ Buhar kapasitesi
- ✓ Buhar basıncı
- ✓ Doğalgaz tüketimi
- ✓ Kazan çalışma süresi
- ✓ Yardımcı ekipmanların durumu
- ✓ Endirekt kazan verimi

Buhar kapasitesi, buhar basıncı, doğalgaz tüketimi ve kazan çalışma süresi için yapılan analizlerin sonucu Tablo 1'de verilmiştir. İncelenen kazanların buhar kapasiteleri (1250-18000 kg/h) ve buhar basınçları (3-16 barg) geniş bir aralıktadır. Bununla birlikte, doğalgaz tüketimi çok düşük ve çok yüksek olan ve yıllık çalışma süresi çok az ve çok fazla olan kazanlar incelenmiştir.

**Tablo 1.** Buhar kapasitesi, buhar basıncı, doğalgaz tüketimi ve kazan çalışma süresi için sonuçlar

<b>Parametre</b>	<b>Birim</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maksimum</b>	<b>Ortalama</b>
Buhar kapasitesi	kg/h	1250	18000	4871
Buhar basıncı	barg	3	16	8.5
Doğalgaz tüketimi	Nm <sup>3</sup> /h	21	3650	684
Kazan çalışma süresi	h/yıl	350	8400	5339

Tablo 1’de elde edilen sonuçlar incelendiğinde; endüstriyel tesislerde, ortalama 4871 kg/h buhar kapasiteli, 8.5 barg buhar basıncına sahip, 684 Nm<sup>3</sup>/h yakıt tüketen ve 5339 h/yıl çalışan buhar kazanları kullanılmaktadır. Belirlenen ortalama doğalgaz tüketimi ve kazan çalışma süresi için bir adet buhar kazanının yıllık yakıt masrafı 3 milyon TL’den daha fazladır. Bu değer, buhar kazanlarının tesisler için ne kadar büyük bir masraf kalemi olduğunu göstermektedir. Ayrıca, yapılacak ufak iyileştirmelerin ne kadar büyük ekonomik kazanç sağlayabileceğinin göstergesidir.

Yardımcı ekipmanların durumu açısından bakıldığında incelenen buhar kazanlarının durumu Tablo 2’de verilmiştir. Kazanların % 90’ında doğalgaz sayacı bulunurken, sadece % 55’inde buhar sayacı bulunmaktadır. Elde edilen bu sonuç gösteriyor ki tesislerin önemli bir kısmında kazan tarafından üretilen buhar miktarı ölçülmektedir. Dolayısıyla, bu tesislerde direkt kazan verimi hesaplanmamaktadır. Bu tesislerde, talep edilen buharın üretiliyor olması yeterli bir gösterge kabul edilmektedir ve kazan performansı dikkate alınmamaktadır.

**Tablo 2.** Yardımcı ekipman kullanım durumu için sonuçlar

<b>Yardımcı ekipman</b>	<b>Değer [%]</b>
Ekonomizer kullanan kazan	39
Rekuperatör kullanan kazan	3
Oksijen trim kullanan kazan	19
Otomatik blöf sistemi kullanan kazan	52
Flash buhar sistemi kullanan kazan	16
Doğalgaz sayacı kullanan kazan	90
Buhar sayacı kullanan kazan	55

Diğer ekipmanlar açısından Tablo 2’deki sonuçlar incelendiğinde, otomatik blöf sistemi haricindeki yardımcı ekipmanların kullanım oranının % 50’nin altında olduğu görülebilir. Ekonomizer ve rekuperatör baca gazı ile dışarı atılan enerjinin geri kazanımı için çok önemli ekipmanlardır. Nadiren de olsa iki sistem beraber kullanılabilir olmakla birlikte genellikle birisi kullanılmaktadır. Sonuçlar incelendiğinde rekuperatör kullanımının çok fazla olmadığı, ekonomizer kullanımının ise kısıtlı oranda olduğu görülebilir. Dolayısıyla, buhar kazanlardaki enerjinin önemli bir kısmı bacadan dışarı atılmaktadır.

Oksijen trim sistemi yanma için gerekli optimum yakma havasının brülöre verilmesini sağlayan önemli bir ekipmandır. Kullanılmadığı takdirde, optimum hava miktarının operatör tarafından sürekli kontrollerle ayarlanması gerekmektedir. İncelenen tesislere bakıldığında, genellikle sadece yaz kış ayarı yapılarak hava miktarının ayarlanmaya çalışıldığını görülmüştür. Yapılan baca gazı ölçümleri göstermiştir ki, baca gazındaki oksijen oranı % 3 mertebesinde olması gerekirken % 12’lere kadar çıkabilmektedir. Bu durum yakma havasının fazlalığından kaynaklanmaktadır. Fazla hava ile yakma işlemi yapılması durumunda, enerjinin önemli bir kısmı fazladan alınan havanın ısıtılarak atılmasına harcanmaktadır. Dolayısıyla, buhar kazanının verimi düşmektedir. İncelenen tesislerin sadece % 19’unda oksijen trim sisteminin olması büyük bir verimsizliği ortaya koymaktadır.

İncelenen buhar kazanları için baca gazı ölçümlerinin sonuçları ekonomizerin ve oksijen trim sisteminin olmadığı kazanlar için Tablo 3’te verilmiştir. Baca gazı sıcaklıkları 153 °C ile 350 °C aralığında değişirken baca gazı oksijen içerikleri % 4.6 ile % 12.6 aralığında değişmektedir. Elde edilen ölçüm sonuçları göstermektedir ki ekonomizerin olmadığı kazanlar için ekonomizer uygulaması ile önemli oranda verim artışı sağlanabilir. Benzer şekilde, oksijen trim sisteminin olmadığı kazanlarda oksijen trim sisteminin uygulanması ile ciddi verim artışı sağlanabilir.

**Tablo 3.** Baca gazı ölçüm sonuçları

<b>Baca gazı sıcaklığı (Ekonomizerin olmadığı kazanlar için)</b>	
Ortalama	229
Maksimum	°C 350
Minimum	153
<b>Baca gazı oksijen içeriği (Oksijen trimin olmadığı kazanlar için)</b>	
Ortalama	7.4
Maksimum	% 12.6
Minimum	4.6

Kazan içinde oluşan kirleticileri maddelerin kirlenmeye sebep olmadan atılması blöf sistemi ile olur. Ancak, iyi ayarlanmadığı takdirde kazan içerisindeki yüksek enerjili akışkanın fazladan dışarı atılmasına neden olur ve büyük bir enerji kaybına yol açar. Tesislerin yaklaşık yarısında otomatik blöf sistemi bulunurken yarısında manuel kontrollü blöf sistemleri bulunmaktadır. Otomatik blöf sistemi limitleri iyi ayarlandığında önemli bir enerji tasarrufu sağlamaktadır.

Buhar kullanılan tesislerde flash buhar oluşması kaçınılmazdır. Ancak, oluşan flash buhar genellikle önemsenmemektedir. Dolayısıyla, önemli miktarda enerji flash buhar olarak dışarı atılmaktadır. İncelenen tesislerin sadece % 16'sında flash buhar ısı geri kazanım sistemi kullanılıyor olması büyük bir verimsizliğin işareti olarak karşımıza çıkmaktadır.

Son olarak, incelenen buhar kazanları için indirekt verim hesabı yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir. Kazan indirekt verimi en düşük % 59, en yüksek % 84 olarak hesaplanmıştır. Ortalama kazan verimi ise % 72 olarak belirlenmiştir. Doğalgaz yakıtlı buhar kazanlarında verim % 95'lere kadar çıkabilmektedir. İncelemeler sonucunda elde edilen % 72'lik ortalama verim değeri endüstriyel tesislerde kullanılan buhar kazanlarının ne kadar verimsiz olduğunu göstermektedir.

**Tablo 4.** Kazan verimi ile ilgili sonuçlar

<b>Parametre</b>	<b>Birim</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maksimum</b>	<b>Ortalama</b>
Endirekt Verim	%	59	84	72

Endüstriyel tesislerde kullanılan buhar kazanları ile ilgili yapılan incelemelerin sonuçları değerlendirildiğinde, buhar kazanlarının genellikle istenen buharı üretebilmesi üzerine kurulu bir işletme yönteminin ağır bastığını göstermektedir. Operatörlerin yeterli bilgiye sahip olmadıkları için ve sadece birkaç ölçüm parametresine bağlı olarak yorum yapamamalarından dolayı buhar kazanları verimsiz olarak işletilmektedir. Ayrıca, kazan daireleri için verimlilik artıran önemli yardımcı ekipmanların yeterince yaygın olarak kullanılmıyor olması da buhar kazanlarındaki önemli bir verimsizlik kaynağıdır.

Türkiye'de hâlihazırda kaç adet buhar kazanı olduğu bilinmemektedir. Ancak, buhar kazanı sektörü ihracatta önemli bir yere sahiptir. 2014 yılında 28 milyon dolarlık buhar kazanı ihracatı gerçekleşmiştir [7]. Sektörde faaliyet gösteren yaklaşık 50 adet firmanın standartlara uygun buhar kazanları ürettiği bilinmektedir [7].

Buhar kazanlarının birçok farklı sektörde kullanılıyor olması göstermektedir ki binlerce buhar kazanının hâlihazırda endüstriyel tesislerde kullanılmaktadır. Dolayısıyla, buhar kazanları ile ilgili ülke genelinde yapılacak çalışmaların önemli tasarruf potansiyeli söz konusudur. Buhar kazanları için, yardımcı ekipmanlarla verimlilik artırıcı projeler geliştirilmelidir. Sadece operatör kontrolünde çalışan buhar kazanları yerine 'Akıllı Kazan Sistemlerinin' geliştirilmesi ve kazan performansının anlık olarak takip edilmesi sağlanmalıdır. Böylece, buhar kazanlarının sürekli yüksek verimle çalışması sağlanacaktır. Dolayısıyla, yüksek verimli kazanlar ile daha az yakıt tüketimi hedefleri sağlanarak, doğalgaz ithalatının azalması adına önemli bir katkı sağlanmış olur.

## SONUÇ

Bu çalışmada, endüstriyel tesisler için önemli bir yardımcı ekipman olan buhar kazanları incelenmiştir. Yapılan incelemelerde buhar kazanlarının verimlerinin düşük olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, verim artırıcı enerji geri kazanım sağlayan yardımcı ekipmanların (ekonomizer, reküperatör, oksijen trim sistemi vb.) kazan dairelerinde uygulanmadığı görülmüştür. Ortalama kazan verimi % 72 olarak hesaplanmıştır ki bu değer olması gerekenin çok altındadır. Hâlihazırda, binlerce kazanın işletildiği düşünüldüğünde bu verimsizliğin önemli bir sonucu olarak yüksek yakıt tüketim maliyetleri tesisleri etkilemekte iken ayrıca doğalgaz ithalatını da önemli miktarda etkilemektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] Kanoğlu, M., “Enerji verimliliği örnek projeleri”.
- [2] EİEİ/UETM, “Sanayide enerji yönetimi”, Cilt I, III, Ankara, 1997.
- [3] Bilgin, A., “Kazanlarda enerji verimliliği”, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı: 95:13-18, 2006.
- [4] Bilgin, A., “Kazanlarda Enerji Verimliliği ve Emisyonlar”, Doğalgaz Semineri, 2007.
- [5] Bilgiç, M., “Endüstri kazan dairelerinde enerjinin etkin kullanılması için; yakıttan baca gazına kadar dikkate alınması gereken hususlar”, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı: 31;Ek 8:1-11, 2004.
- [6] Arısoy, A., “Buhar kazanlarında ve tesisatında enerji tasarrufu”, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı: 38;Ek 1:1-22, 2005.
- [7] Makine Magazin, “Endüstriyel buhar sektörü, dünya pazarında söz sahibi olmayı hedefliyor”, 2015.

## ÖZGEÇMİŞ

### Şaban PUSAT

1984 yılında İstanbul’da doğmuştur. 2007 yılında Marmara Üniversite’si Makine Mühendisliği Bölümünden mezun olmuştur. Yüksek Lisans eğitimine Danimarka Teknik Üniversitesi’nde başlamış, Marmara Üniversitesi’nde devam etmiş ve Yıldız Teknik Üniversitesi’nde 2010 yılında tamamlamıştır. Doktora eğitimini ise 2015 yılında Yıldız Teknik Üniversitesi’nde tamamlamıştır. Halen Yıldız Teknik Üniversitesi’nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır. Termik santraller, rüzgar ve güneş enerjisi santralleri, kurutma, ısı ve kütle transferi konularında çalışmaktadır.

### Hasan Hüseyin ERDEM

1972 yılında Denizli’de doğmuştur. Yıldız Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümünde başladığı lisans eğitimini 1993 yılında tamamlamıştır. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Enerji Makinaları programından 1996 yılında yüksek lisans ve 2003 yılında doktora ünvanlarını almıştır. 1993-1995 yılları arasında Diyarbakır Tarım İl Müdürlüğü’nde Makine Mühendisi olarak çalışmıştır. 1995 yılında Makine Fakültesi Makine Mühendisliği Hidromekanik ve Hidrolik Makinalar Anabilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak göreve başlamıştır. 2004 yılında Yardımcı Doçent ve 2011 yılında Doçent ünvanı aldı. Doç.Dr. Hasan Hüseyin ERDEM 2004 yılından beri Makine Mühendisliği bölümünde lisans ve yüksek lisans dersleri yürütmektedir. Bu sürede enerji üretimi ve enerji verimliliği başta olmak üzere ulusal ve uluslararası dergilerde makaleleri yayınlanmıştır. İki adet TÜBİTAK destekli 1007 projesinde proje yürütücülüğü yapmıştır. Konvansiyonel güç sistemleri, enerji maliyeti ve enerji verimliliği konularında çalışmaktadır.



**İsmail EKMEKÇİ**

1957 Bursa doğumludur. 1980 yılında YTÜ (İDMMA) Makine Mühendisliği Bölümünü bitirmiştir. Aynı üniversiteden 1983 yılında Yüksek Makine Mühendisi; 1984 yılında da İTÜ Endüstri Yüksek Mühendisi; 1995 yılında YTÜ Makine Müh. Isı Tekniği Ana Bilim Dalında doktor ünvanı almıştır. 1997 yılında Makine Müh. Isı Tekniği Bilim dalında Doçent ünvanını aldı. 1981-1996 yılları arasında YTÜ Makine Müh. Bölümünde Araştırma Görevlisi; 1997-1998 SAÜ Yard.Doç.Dr. olarak; 1998-2003 SAÜ'de doçent olarak; 2003-2006 SAÜ'de Profesör olarak; 2006-2011 yılları arasında MÜ Prof. olarak görev yapmış; 2011 yılından bu yana da İstanbul Ticaret Üniversitesinde Prof. olarak çalışmaktadır. 2009-2010 yılları arasında KÜ Teknik Eğitim Fakültesinde Dekanlık görevi; 2010-2011 tarihleri arasında MÜ Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu Müdürlüğü; 2013-2014 yılları arasında İstanbul Ticaret Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dekanlık görevlerinde bulunmuş; 2014 yılından bu yana aynı fakültede Basım Yayın Üretim Teknolojileri Bölüm Başkanlığı görevinde bulunmaktadır. Isı Tekniği; Enerji; Optimizasyon ve Sayısal Metotlar konularında çalışmaktadır