

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÇAY KAZANLARINDA VERİMLİ ISI DEĞİŞTİRİCİSİ
TASARIMI VE UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS

Makine Müh. Caner Can AKGÜN

Anabilim Dalı: Makine Mühendisliği

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Hasan KARABAY

KOCAELİ, 2009

**ÇAY KAZANLARINDA VERİMLİ ISI DEĞİŞTİRİCİSİ
TASARIMI VE UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS

Makine Müh. Caner Can AKGÜN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 22 Mayıs 2009

Tezin Savunulduğu Tarih: 29 Haziran 2009

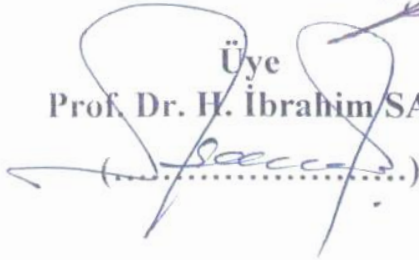
Tez Danışmanı

Yrd.Doç. Dr. Hasan KARABAY

(......)

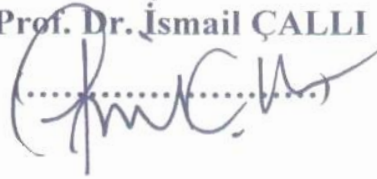
Üye

Prof. Dr. H. İbrahim SARAC

(......)

Üye

Prof. Dr. İsmail ÇALLI

(......)

KOCAELİ, 2009

ÖNSÖZ

Enerji tasarrufunun önemi ve uygulama alanları günlük hayatımızda giderek daha çok yer almaya başlamıştır. En ucuz enerjinin tasarruf edilen enerji olduğu gerçeği bize öncelikle konutlarımızda enerji tasarrufunu ve ekonomik kazançlarını düşündürmektedir. Aynı zamanda kişi başı ortalama enerji tüketimi de medeniyet seviyesinin bir göstergesidir. Fakat enerji, ancak verimli olarak kullanılırsa medeniyet seviyesinden ödün vermeden ihtiyaçlar en verimli seviyede karşılanabilmektedir. Bu amaçla konutlarımızda kullanılan enerji tüketim araçları olan ısı değiştiricilerinin daha verimli hale getirilmesi önemli bir konudur.

Gerçekleştirilen çalışmada bu teze konu olan çay kazanlarında enerji verimliliğini arttıracak ısı değiştiricisi tasarımının konutlarımıza uygulanabilirliği ve ihtiyaca cevap verebilirliği araştırılmıştır.

Deneysel çalışmaların malzeme teminini sağlayan TOKOSAN firmasına, bilgi ve tecrübelerini sonuna kadar paylaşan mesai arkadaşım ve meslektaşım sayın Hasan CANPOLAT'a, yakınlığını ve tecrübesini hiçbir zaman esirgemeyen arkadaşım Mak. Yük. Müh. Alpay Tamer ERTÜRK'e, bu çalışma sırasında her an sabırla yanımda olan sevgili eşim Hatice AKGÜN'e, manevi desteklerini her zaman hissettiğim annem Gülsüm AKGÜN'e ve babam Mehmet AKGÜN'e sonsuz minnet ve şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iii
TABLO DİZİNİ.....	iv
SİMGELER	v
ÖZET	vi
1. GİRİŞ	1
2. ÇAY KAZANLARI.....	2
2.1. Çay Kazanları İle İlgili Piyasa Araştırması	3
3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	4
3.1. Piyasada Kullanılan Bir Çay Kazanının Verimi İle İlgili Deney Çalışması	5
3.1.1. Çay kazanı verimi ile ilgili deney çalışmasından elde edilen veriler	6
3.2. Verim Artışı İle İlgili Deney Çalışması	10
3.2.1. Deneyin açıklanması	14
3.2.2. Verim artışı ile ilgili deney çalışmasından elde edilen veriler	14
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	16
4.1. Çay Kazanı Verimi İle İlgili Deney Sonuçlarının Yorumlanması.....	16
4.2. Verim Artışı Deneyi İle İlgili Deney Sonuçlarının Yorumlanması	17
4.3. Öneriler.....	18
KAYNAKLAR.....	20
ÖZGEÇMİŞ.....	21

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1: Türkiye'nin Kullandığı ve Ürettiği Enerji Miktarları[1,2].....	1
Şekil 3.1: Piyasada Kullanılan Bir Çay Kazanının Verimi İle İlgili Deney Düzeneği.....	5
Şekil 3.2: Kazan suyu sıcaklığının zamanla değişimi ($m_{su}=30$ kg).....	6
Şekil 3.3: Baca cidar ve ortam sıcaklıklarının zamanla değişimi ($m_{su}=30$ kg).....	8
Şekil 3.4: Kazan veriminin zamanla değişimi ($m_{su}=30$ kg).....	8
Şekil 3.5: Verimin zamana göre değişimi ($m_{su}=22.5$ kg).....	9
Şekil 3.6: Verimin zamana göre değişimi ($m_{su}=7.5$ kg).....	9
Şekil 3.7: Kazan suyu sıcaklığının soğuma eğrisi ($m_{su}=30$ kg).....	10
Şekil 3.8: Deney düzeneği.....	11
Şekil 3.9: Deney düzeneği fotoğrafı.....	12
Şekil 3.10: Deney düzeneği fotoğrafı.....	13
Şekil 3.11: Deney düzeneği fotoğrafı.....	13
Şekil 4.1: Çay kazanı içerisinde baca görevi görececek ısı değiştiricisi çalışma prensibi.....	18

TABLO DİZİNİ

Şekil 1.1: Türkiye'nin Kullandığı ve Ürettiği Enerji Miktarları[1,2].....	1
Tablo 2.1: Bazı İllerde Kahvehaneciler Derneğine Kayıtlı Kahvehane ve Çay Ocakları Sayıları	3
Tablo 3.1: Çay kazanının farklı yüklemelerdeki genel verimleri	8
Tablo 3.2: Deney değişkenleri değerleri	11
Tablo 3.3: Radyatör sayısına göre elde edilen ısı miktarları ve verim değerleri	15

SİMGELER

m_{su}	: suyun kütleel debisi,
m_{hava}	: havanın kütleel debisi,
$m_{yakıt}$	: yakıtın kütleel debisi,
Q	: ısı miktarı,
T_{su}	: suyun sıcaklık değeri,
T_{hava}	: havanın sıcaklık değeri,
$(\Delta t)_m$	: logaritmik sıcaklık farkı,
A	: yüzey alanı,
V_{hava}	: havanın hızı,
d_h	: hidrolik çap,
Re	: reynold sayısı,
Nu	: nusselt sayısı,
Pr	: prandtl sayısı,
μ	: dinamik viskozite,
k	: ısı iletim katsayısı,
h	: ısı taşınım katsayısı,
K	: toplam ısı geçiş katsayısı,
ρ	: yoğunluk,
H_u	: alt ısı değeri

ÇAY KAZANLARINDA VERİMLİ ISI DEĞİŞTİRİCİSİ TASARIMI VE UYGULAMALARI

Caner Can AKGÜN

Anahtar Kelimeler: Çay Kazanları, Su Isıtma Modülü, Isı Değiştiricileri, Enerji Verimliliği

ÖZET: Bu tezin amacı, çay kazanı ve benzeri gaz ocaklı su ısıtıcı sistemlerin ısıtma etkinliğini arttırmak için düşünülen su ısıtma modülünün deneysel olarak incelenmesi ve tasarımın etkinliğinin irdelenmesidir. Bu çalışmaya başlangıç olarak, piyasada kullanılan çay kazanlarından birinin değişik yüklerde veriminin tespit edildiği bir deney çalışması gerçekleştirilmiş, deney sonuçları tablo ve grafiklerle incelenmiştir. Isıtma etkinliğinin artırılması için düşünülen ısıtma modülünün akışkan geçiş sayısı tespiti için bir başka deney çalışması gerçekleştirilmiş ve deney sonuçlarından tasarımın ısıtma etkinliğine katkısı tespit edilmiştir.

Deneyler sonucunda, piyasada kullanılan bir çay kazanının ortalama veriminin %65 civarında olduğu, bu verim düşüklüğünün bacadan atılan egzost havasının sıcaklığının 180 °C gibi yüksek bir değerden kaynaklandığı, egzost havası sıcaklığının 100 °C'ye düşürülebilmesinin yoğunlaşma sağlanarak ısıtma etkinliğini arttıracakı tespit edilmiştir. Ayrıca baca sıcaklığının düşürülmesi amacıyla düşünülen kanatlı tip ısı değiştiricili ısıtma modülünün, akışkan geçiş sayısının tespiti için her geçiş değerine karşılık verim değerinin hesapladığı bir optimizasyon çalışması gerektiği belirlenmiştir.

Ayrıca bu çalışmanın devamında baca sıcaklığının 100 °C'nin altına inmesiyle yoğunlaşmanın verime etkisinin incelendiği ve kanatlı ısı değiştiricisinin egzost tarafına bir emiş fanı eklenmesinin ısıtma etkinliğini ne kadar değiştirdiğinin tespiti amacıyla oluşturulacak bir deney düzeneği ve bu sistemin sonlu elemanlar yöntemi kullanan bir bilgisayar programıyla sayısal hesaplarının çıkarılacağı bir gelecek çalışma gerçekleştirilecektir.

DESIGN AND APPLICATION OF PRODUCTIVE HEAT EXCHANGERS IN TEA BOILERS

Caner Can AKGÜN

Keywords: Tea Boilers, Water Heater Module, Heat Exchangers, Energy Efficiency

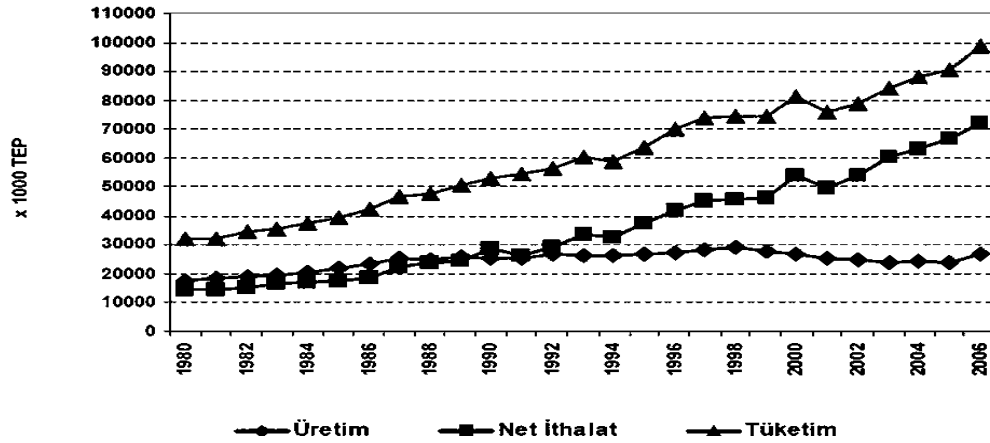
Abstract: This study's aim is increasing the activity of tea boilers and same heat exchangers with water heater modul and investigate of the heater module design effectivity in experiment. For this, first, we define the efficiency of tea boilers in different load parameters with experiment and researh the results with diagrams. Second, we apply another experiment for determine the fluid pass number in effective heater module and research the result's contribution.

Results of the experiments, we experience the tea boilers average production is %65, this stiuation's reason is because of the flue air temperature value, 180 °C and we make increase heat effective with reduce flue air temperature 180 °C to 100 °C for to become dense. Also, for dropping the flue air temperature with heater module, we determine it's necessary the optimization study for each fluid pass number with production calculation

Continuation after this study, it is the future work as we are going to study intence in flue when flue air temperature is fall under 100 °C and also we are going to study on experiment mechanism with added fan blower on the exit of the flue. With this results and measure values we can simulate the events and determine with finite elements on computer program.

1. GİRİŞ

Enerjide %60 dışarı bağı olarak bilinen ülkemizde, 2006 yılı verilerine göre bu oranın %74 e çıktığı görülmektedir[1,2]. Şekil 1.1`de ülkemizde yıllara göre üretilen, tüketilen ve ithal edilen enerji değerleri gösterilmiştir. Bu grafikten de görüldüğü üzere Türkiye de kullanılan enerji miktarının özellikle 2001 yılından sonra giderek arttığı ancak buna karşılık yerli kaynaklardan elde edilen enerji miktarlarında fazla bir artış olmadığı gözükmemektedir. Dolayısıyla bu kısıtlı enerji kaynaklarımız karşısında, gittikçe artan enerji ihtiyacımız, ülkemizi, her yeni yılda gittikçe artan oranlarda dışa bağımlı hale getirmektedir. Enerji kaynaklarımızın kısıtlı olmasından dolayı bu dışa bağımlılık tehlikesi ancak ülke içi önlemlerle ve stratejilerle, teknolojik araştırma ve geliştirmelerle sağlanacak enerjinin verimli kullanılması ile geciktirilebilir veya mertebesi düşürülebilir.



Şekil 1.1: Türkiye'nin Kullandığı ve Ürettiği Enerji Miktarları[1,2]

Bununla beraber insanların yükselen yaşam standardı günlük hayatlarında tükettikleri enerji ile de doğrudan ilişkilidir. Bu kullandığımız enerjinin çoğunluğu ise ısıtma-soğutmada ve ulaşımda harcanmaktadır. Ayrıca beslenmemiz için de ciddi miktarda enerji tüketimi söz konusudur. Hiç bir şey yapmasak yiyecek içecek hazırlamak için günde yalnızca 1 lt musluk suyunu 20°C den 100°C ye kadar %100 verimli ısıtıcılar kullanılarak ısıtsak bile gerekli enerji miktarı yılda 200 bin TEP olmaktadır.

Bu önemli enerji miktarının harcandığı yerlerden biri olan çay kazanları hem deneysel olarak incelenebilir olması hem de geliştirmeye açık olması açısından bu çalışmaya konu olarak seçilmiştir. ay kazanının geleneksel görünüşünü ve ergonomiğini değiştirmeden ısıtma prensibinin değiştirilmesi ve etkinliğinin arttırılması amacıyla düşünülen ısıtma modülü ile sağlanacak enerji tasarrufunun ülke ekonomisine sağlayacağı katkı %5’lik verim artışıyla yılda 80 bin TEB kadardır

2. ÇAY KAZANLARI

Ülkemizde içme suyu kalitesinde sıcak suyun gün boyu en çok kullanıldığı yerlerden biri de çay kazanlarıdır. Geçmişten günümüze kadar çay kazanlarının kullanım alanları çeşitlenmiş ve sayıları artmış olmasına rağmen çalışma prensibinde bir değişiklik olmamıştır. Isıtılacak suyun bir kazan haznesine doldurulması ve alttan bir ocak vasıtasıyla da bu suyun kaynayanaya kadar ısıtılması prensibine şamandıra, otomatik kontrollü brülör sistemi, termostat ve izolasyonlu kazan gibi yenilikler getirilmiş fakat bu yenilikler kazan verimini çok fazla etkilememiştir.

Bununla beraber çay kazanlarının Türkiye’de kullanıldığı alanlar olarak yaklaşık 87 bin adet olan küçük, orta ve büyük fabrika sayısı ile yaklaşık 1,6 milyon adet olan mağaza, dükkân, lokanta, kahvehane ve kafeterya türü yerlerin tamamında günlük içme suyu kalitesinde sıcak suya ihtiyaç duyulmaktadır ve bu su genelde çay kazanları kullanılarak ısıtılmaktadır. Çay kazanları bugün neredeyse tüm lokantalarda, çay bahçelerinde, kahvehanelerde, fabrikalarda, şantiyelerde, kafeteryalarda, çay ocaklarında kullanılmaktadır. Genel olarak konutlar hariç hemen hemen her yerde karşımıza çıkmaktadırlar.

Yaptığımız piyasa araştırmalarına göre, bugün önemli sayıda çay kazanı üreten firmaların sayısı 8 adettir. Bu firmalardan edinilen bilgilere göre ömrü 4-5 yıl olan çay kazanlarının Türkiye pazarı yaklaşık 4000 adet/ay’dır. Üretilen bu çay kazanlarında sıcak su elde edilmesi için harcanan enerji türü başta mutfak tüpü olmak üzere elektrik, LPG ve giderek yaygınlaşan doğalgazdır. Yapılan bu araştırmaların sonucu olarak, Türkiye’de şu an aktif olarak yaklaşık 200 bin adet çay kazanı çalıştığını tahmin etmekteyiz. Bir çay ocağının ortalama 6 günde 12 kg’lık LPG tüpünü bitirdiği kabul edilirse ve tüm çay kazanlarının mutfak tüpü ile çalıştığı varsayılırsa günlük Türkiye çapında harcanan mutfak tüpü sayısı yaklaşık 33.33 bin civarında olmaktadır. Yani yılda 166 bin TEP enerji tüketimine eşdeğerdir.

2.1. ay Kazanları İle İlgili Piyasa Araştırması

Diğer bir araştırmada, Türkiye’de çay kazanlarının sayısını ve tükettiği toplam enerjiyi bulabilmeye yönelik kıyı illeri kahveciler odalarından alınan bilgilerin sonuçları Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1: Bazı İllerde Kahvehaneciler Derneğine Kayıtlı Kahvehane ve ay Ocakları Sayıları

Kocaeli		İstanbul		Bursa		İzmir		Antalya	
Merkez	1050	Merkez	15000	Merkez	3176	Merkez	4500	Merkez	1300
evre	800	evre	12000	evre	2000	evre	3000	evre	300

Sonuç olarak 7 il için yapılan araştırmada, Tablo 2.1’de gösterildiği üzere yaklaşık olarak 46 bin kayıtlı kahvehane, çay bahçesi ve kafeterya sayısına ulaşılmıştır. ay kazanı üreten bir firmanın pazarlama müdüründen alınan bilgiye göre Türkiye’nin batı ve güney kıyı şeridi çay kazanı pazarının yaklaşık %60’ıdır. Bu orandan yola çıkarak Türkiye geneli kayıtlı kahvehane, çay bahçesi, kafeterya sayısı yaklaşık 80 bin civarında olduğu sonucuna varılmaktadır ve yukarıda verilen 200 bin değerinden oldukça düşüktür. Fakat bu 80 bin değerine kayıtsız olanlar, şantiyeler, kantinler, restoranlar, fabrikalar ve resmi daire ve iş yerlerindeki kazanlar dahil değildir.

Sanayide kullanılan su ısıtıcılarına göre, boyutlarının çok küçük olmasına rağmen sayılarının çokluğu ve yaz-kış, gece-gündüz durmadan çalışıyor olmaları çay kazanlarının enerji verimliliğindeki iyileştirmelerin yapılmasını adeta zorunlu kılmaktadır.

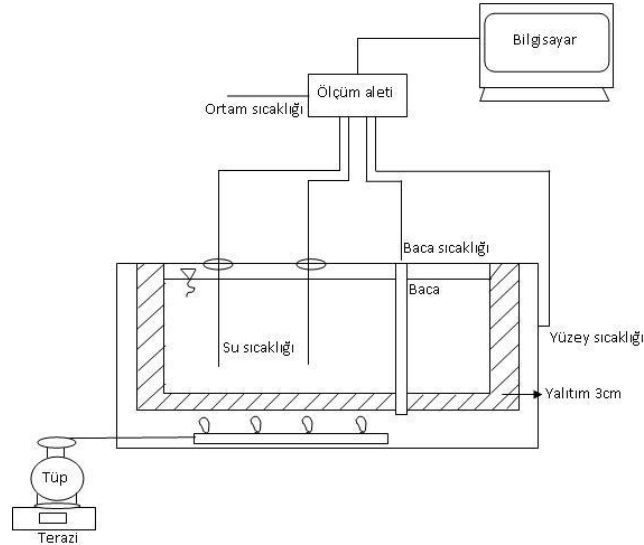
3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

İlk olarak piyasada kullanılan bir çay kazanının değişik yüklerde veriminin ölçüldüğü ve kaynamış suyun soğumaya bırakılarak kazandan çevreye olan ısı kayıplarının belirlendiği bir deney çalışması uygulanmıştır. Bu çalışma ile kazan suyu sıcaklığının zamanla değişiminin belirlenmesi; ısıtma esnasında baca sıcaklığı, cidar sıcaklığı, ortam sıcaklığı değerlerinin zamanla değişiminin belirlenmesi; kazanın farklı yüklerdeki genel veriminin belirlenmesi ve soğuma eğrisinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. İncelenen sonuçlar ile kazan izolasyonun verime etkisi, ayrıca kazan kullanım şartları dikkate alınarak bir kazan için gün içinde gereksiz harcanan ve tasarruf edilebilecek ısı miktarı tespit edilmiş olacaktır.

Ayrıca bu çalışmada, 3 adet 2 geçişli kanatlı tip ısı değiştiricisinin sırasıyla devreye alınarak akışkan geçiş miktarının arttıkça ne kadar verim artışı sağladığının ölçüldüğü ikinci bir deney çalışması daha uygulanmıştır. Bu deneyler ile ısı değiştiricisi yüzey alanının artmasının ısıl etkinliğe katkısının belirlenmesi, çıkış suyu sıcaklığının zamanla değişiminin belirlenmesi, ısıtma esnasında baca sıcaklığı ve cidar sıcaklığının zamanla değişiminin belirlenmesi, ısı değiştiricisi miktarı arttıkça kanat sıklığından dolayı yanma havasının ne kadarının kanatlar arasından geçtiğinin ve bu durumun genel verime etkisinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. İncelenen sonuçlar ile ısı değiştirici sayısının artmasıyla genel verimin arttığı fakat bu deneylerin genel veriminin kazan verimi deney çalışmasının verim değerlerinden daha düşük kaldığı, bunun nedeninin izolasyonsuz deney düzeneği ve ısı değiştiricisi kanatları arası mesafelerin sıklığından kaynaklandığı tespit edilmiş olacaktır. Ayrıca genel verimin artırılması için baca sıcaklığının 100 C°'den düşük değerlere indirilerek bacada yoğunlaşma sağlanması ve baca çıkışında bir fan kullanılarak kanatlar arasında basınç kaybının giderilmesi gerektiği belirlenmiştir.

3.1. Piyasada Kullanılan Bir ay Kazanının Verimi İle İlgili Deney alışması

Deneylerde piyasada kullanılan mevcut kazanlardan biri alınarak, bu kazana değişik miktarda su eklenmiş ve kaynayıncaya kadar ısıtılmış, zamana bağlı olarak toplam harcanan enerji miktarı tespit edilmiş ve laboratuvar ortamında verimleri ölçölmüştür. Kullanılan ay kazanı 40 litre kapasiteli, yalıtımlı bir kazandır. Deneyde ay ocağına 30 lt, 22,5 lt ve 7,5 lt olmak üzere üç ayrı miktarda musluk suyu konularak farklı ısıtma güçlerinde ölçömler yapılmıştır. Yakıt olarak LPG kullanılmıştır. Harcanan yakıt miktarındaki ölçme hatalarının küçük olabilmesi için, ocak 2 kg'lık küçük LPG tüpünden beslenmiştir. Her deney sonunda harcanan yakıt miktarı 5 kg'lık hassas terazi ile ölçölmüştür. Deney tesisatı şekil 3.1'de şematik olarak gösterilmiştir. Deneylerde, ısıtılan suyun kütlesi, harcanan yakıtın kütlesi ve sıcaklık ölçömleri yapılmıştır. Sıcaklıklar bakır-konstantan termoelemanlar ile dinamik olarak ölçölerek veri toplama sistemiyle bilgisayara kaydedilmiştir. ay kazanı içindeki suyun iki farklı noktasındaki su sıcaklığı, çay ocağının yüzey sıcaklığı, ortam sıcaklığı ve baca sıcaklığı olmak üzere toplam 5 farklı sıcaklık ölçölmüştür.



şekil 3.1: Piyasada Kullanılan Bir ay Kazanının Verimi İle İlgili Deney Düzenegi

Isıtma işlemi bittikten sonra, sıcaklık ölçümlerine soğuma esnasında da devam edilmiş ve kazan etrafındaki izolasyonun etkisinin belirlenebilmesi için kazandan çevreye olan ısı kayıpları tespit edilmiştir.

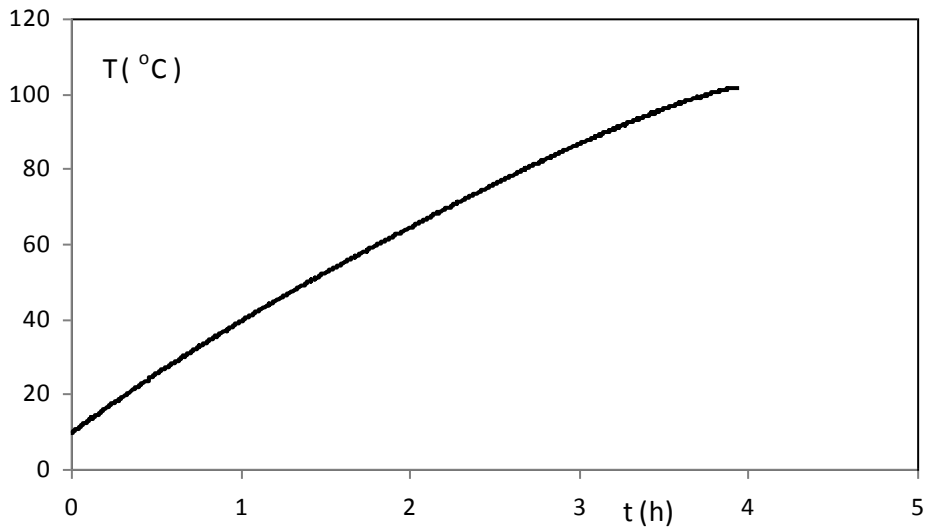
3.1.1. Çay kazanı verimi ile ilgili deney çalışmasından elde edilen veriler

Farklı su miktarları ve farklı ısıtma yükleri için alınan ölçüm değerlerine göre kazanın anlık ve genel verimleri sırasıyla denk (3.1) ve (3.2) ile hesaplanmıştır [3,4].

$$\eta(t) = \frac{m_{su} c_p \Delta T}{\dot{m}_{yaka} Hu_{lpg} \Delta t} \quad (3.1)$$

$$\eta_{genel} = \frac{m_{su} c_p (T_{son} - T_{ilk})}{m_{yaka} Hu_{lpg}} \quad (3.2)$$

Burada m su ve yakıtın kütlelerini göstermekte olup $5 \text{ kg} \pm 0.2 \text{ gr}$ 'lık terazi ile ölçülmüştür. $\dot{m}$ yakıt debisini göstermektedir, ölçülen toplam yakıt miktarı/ toplam deney süresinden elde edilmiştir. Hu_{lpg} LPG nin alt ısı değeri olup 47649 kJ/kg olarak alınmıştır[5].



Şekil 3.2: Kazan suyu sıcaklığının zamanla değişimi ($m_{su}=30 \text{ kg}$)

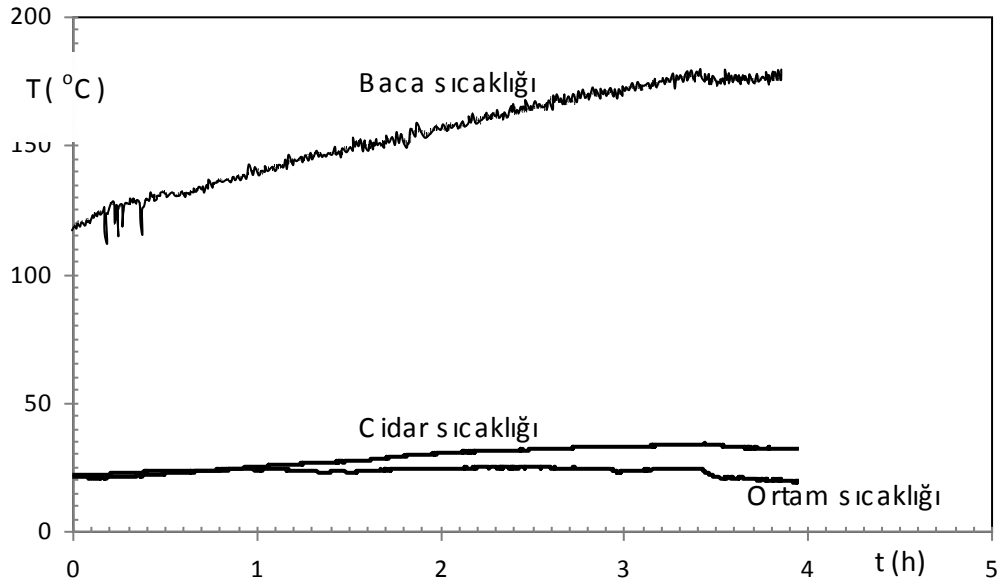
Şekil 3.2’de 30 kg su için yapılan deneyden elde edilen kazan suyu sıcaklığının zamanla değişimi görülmektedir. Şekilden de görüldüğü kazandaki suyun 10°Cden 100 °C ye çıkması yaklaşık 4 saat sürmektedir. Şekil 3.3’de ise aynı deneye ait baca, ortam ve kazan cidar sıcaklıklarının zamanla değişimleri görülmektedir. Şekil 3.3’den görüldüğü gibi baca sıcaklığı ilk başlangıçta yaklaşık 120 °C iken su sıcaklığının artması ile deney sonuna doğru 180 °C yaklaşmıştır. Kazan cidar sıcaklığında ise yaklaşık 10 °C sıcaklık artışı olduğu görülebilir.

Şekilde görülen ortam sıcaklığındaki düşüş ise laboratuvarın ısıtmasının kapatılmasından dolayı odanın soğumasından kaynaklanmıştır.

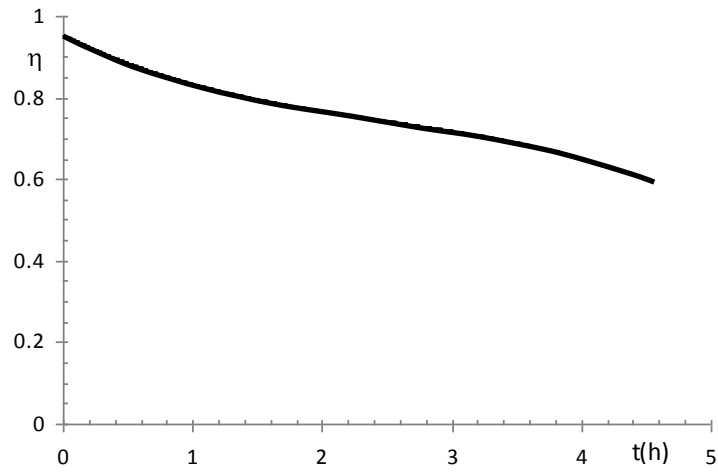
Şekil 3.4’de ise, aynı teste ait kazan veriminin zamanla değişimi gösterilmiştir. İlk başlangıçta su sıcaklığının düşük olması suya aktarılan enerjiyi artırmış, dolayısı ile kazan verimini %100 e yaklaştırmıştır. Fakat Su sıcaklığının artışı ile kazan verimi %65 mertebelerine düştüğü görülmektedir. Benzer şekilde 22.5 kg su bulunan çay ocağı için çizilen verim eğrisi Şekil 3.5’da, 7.5 kg su bulunan çay ocağı için çizilen verim eğrisi Şekil 3.6’de verilmiştir. Bu şekillerden görüldüğü gibi kazan içerisindeki su miktarı azaldıkça verimler azalmaktadır. Kazandaki su miktarının azaltılması kazan içerisindeki suyun yüksekliğini azaltmıştır. Yüksekliğin azalması su tarafındaki doğal taşınımın ısı taşınım katsayısını düşürmüş ve toplam ısı transfer katsayısının küçülmesine sebep olmuştur. Dolayısı ile bu etki ocağın suya geçen enerjinin azalmasına sebep olarak verimi düşürmüştür. Her üç farklı kapasite için yapılan deneylerin verim eğrilerinden, kazan içerisindeki su sıcaklığı arttıkça, yani kazanların günlük normal çalışma modlarındaki verimleri yaklaşık %60-70 mertebelerine düştükleri söylenebilir. Kazanın anlık veriminin yanında ayrıca genel verimi de üç farklı doluluk için denk.(3.2) ye göre hesaplanarak Tablo 3.1’de verilmiştir. Tablo 3.1’den de görüleceği üzere test edilen kazanın genel veriminin %65 olduğu sonucuna varılabilir. Kullanıcı kazan şamandırası ile oynayıp kazandaki su miktarını azaltma yoluna giderse verimi belki de farkında olmadan %60’lara düşürebilir.

Tablo 3.1: Çay kazanının farklı yüklemelerdeki genel verimleri

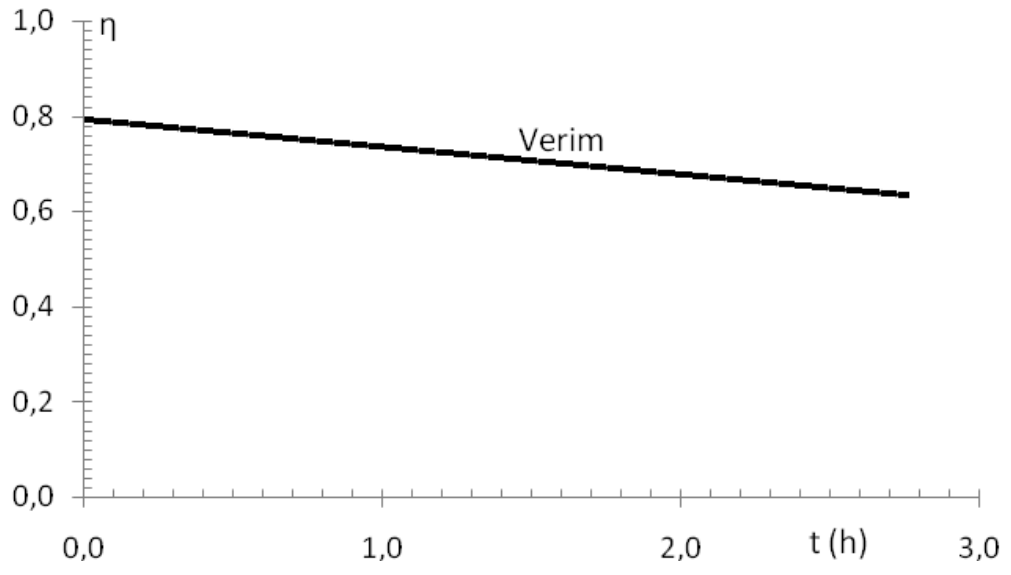
Su Kütlesi(kg)	Genel Verim
30	0.65
22.5	0.63
7.5	0.61



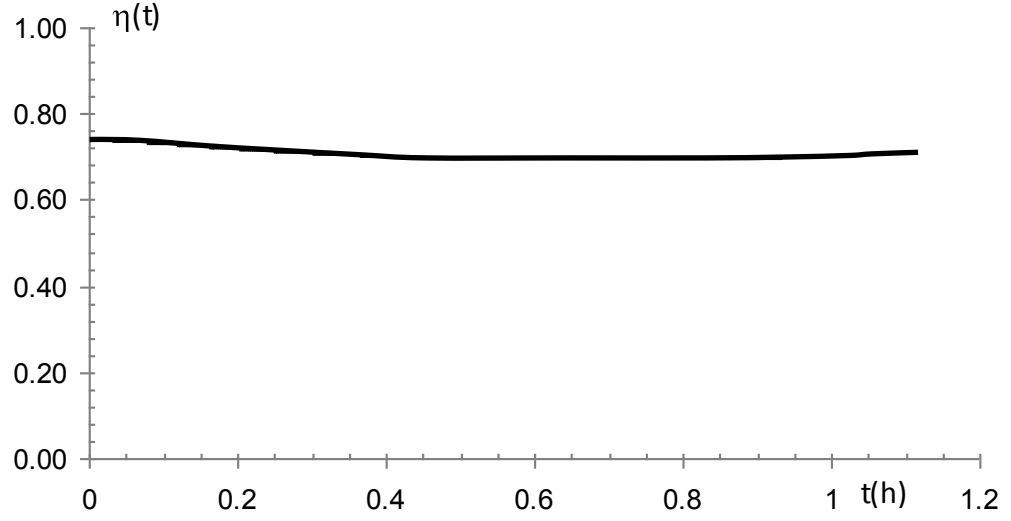
Şekil 3.3: Baca cidar ve ortam sıcaklıklarının zamanla değişimi ($m_{\text{su}}=30 \text{ kg}$)



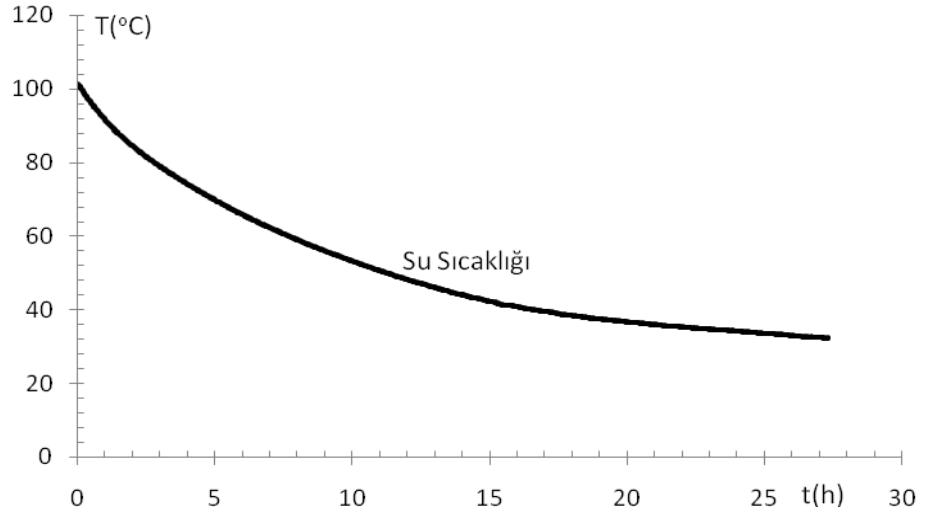
Şekil 3.4: Kazan veriminin zamanla değişimi ($m_{\text{su}}=30 \text{ kg}$)



Şekil 3.5: Verimin zamana göre değişimi ($m_{su}=22.5$ kg)



Şekil 3.6: Verimin zamana göre değişimi ($m_{su}=7.5$ kg)



Şekil 3.7: Kazan suyu sıcaklığının soğuma eğrisi ($m_{su}=30$ kg)

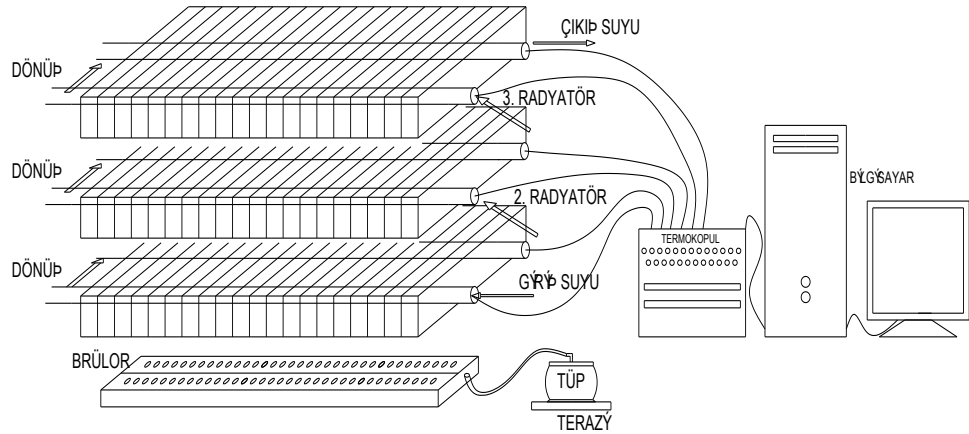
Kazan cidarlarındaki ısı kayıplarının belirlenebilmesi için, kaynama sıcaklığına kadar ısıtılmış olan kazanın ocağı kapatılarak soğumaya terk edilmiş ve ısıtma esnasında yapılan sıcaklık ölçümleri devam ettirilmiştir. Soğuma eğrilerinden biri Şekil 3.7’de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi yalıtımlı olan kazanımızın içindeki suyun sıcaklığının çevre sıcaklığına kadar düşmesi 30 saattir. Bu süreçteki ısı kaybı ortalama 80 W’tır. Ocağın tam yükte ısıtma gücü ise yaklaşık 1.23 kW’tır.

3.2. Verim Artışı İle İlgili Deney Çalışması

Akışkan geçiş miktarının arttırılmasıyla ısıtma etkinliği artışının gözlemlenebilmesi için 9 adet deney gerçekleştirilmiştir. Deneylerde yanıcı gaz olarak propan kullanılmıştır. Deney parametreleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Suyun debisi, belli bir hacimdeki suyun ne kadar zamanda elde edildiği ölçülerek; yakıt debisi, birbirini takip eden deneylerden sonra kullanılan propan piknik tüpünün ağırlığının hassas teraziyle ölçülerek tespit edilmiştir.

Tablo 3.2: Deney değişkenleri değerleri

		Yakıt Debisi	Su Debisi
		[kg / s]	[kg / s]
Deney 1	1 Radyatör	$0,356 \times 10^{-3}$	0,127
Deney 2	1 Radyatör	$0,340 \times 10^{-3}$	0,127
Deney 3	1 Radyatör	$0,366 \times 10^{-3}$	0,127
Deney 4	2 Radyatör	$0,289 \times 10^{-3}$	0,127
Deney 5	2 Radyatör	$0,393 \times 10^{-3}$	0,127
Deney 6	2 Radyatör	$0,293 \times 10^{-3}$	0,127
Deney 7	3 Radyatör	$0,253 \times 10^{-3}$	0,127
Deney 8	3 Radyatör	$0,285 \times 10^{-3}$	0,127
Deney 9	3 Radyatör	$0,296 \times 10^{-3}$	0,127



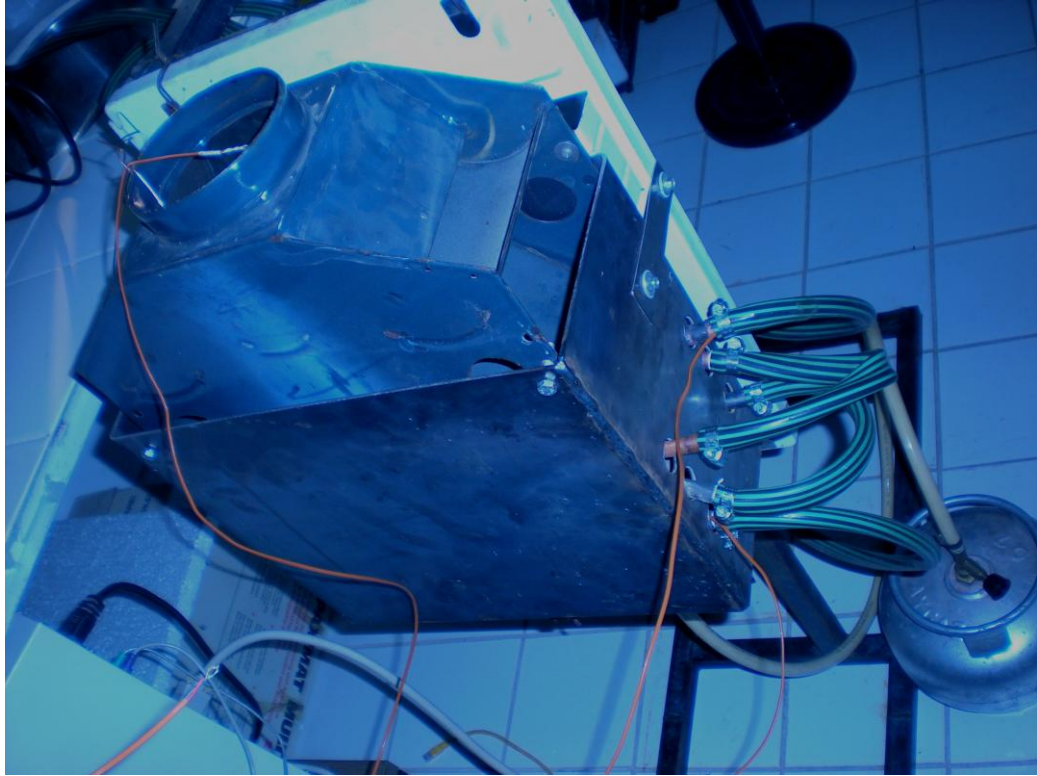
Şekil 3.8: Deney düzeneği

Radyatörler: 0,80 m² yüzey alanına sahip kanatlı dairesel borulu ısı değiştiricileri

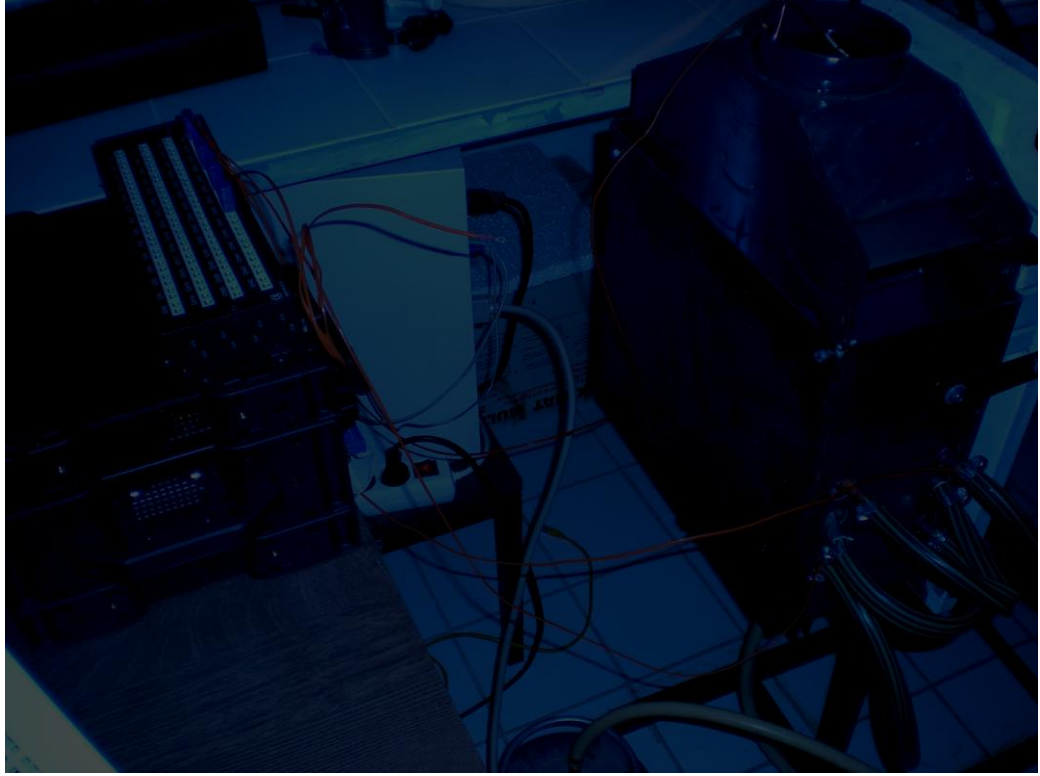
Tüp: 0,600 x 10⁻³ kg/s propan

Termoelemanlar: bilgisayar kontrollü dinamik ölçüm ve kayıt sağlayan bakır-konstantan termokopullar.

Brülor: piyasada kullanılan şofben brüloru



şekil 3.9: Deney düzeneği fotoğrafı



Şekil 3.10: Deney düzeneği fotoğrafı



Şekil 3.11: Deney düzeneği fotoğrafı

3.2.1. Deneyin açıklanması

Deneylerde piyasada kullanılan şofbenlerden sökülen 3 adet 0,192 m² yüzey alanına sahip kanatlı dairesel borulu tip ısı değiştiricileri kullanılmıştır. Deneylerde propan gazı yakılarak sırasıyla 1, 2 ve 3 adet ısı değiştiricisinin devreye alınmasıyla, giren suyun sıcaklığına göre çıkan su sıcaklığı zamana bağlı olarak ölçülmüştür. Besleme suyunun debisi kullanım şartlarına uygun olarak 0,127 kg/s olarak sabitlenmiştir. Deneylerin her biri ortalama 150 saniye sürmüştür. Her deneyden sonra tüpün ağırlığı 5 kg'lık hassas terazi ile ölçülerek harcanan yakıt miktarı bulunmuştur. Bu değer ortalama 1 radyatör için 0,331 gr/s, 2 radyatör için 0,222 gr/s, 3 radyatör için 0,191 gr/s dir. Suyun giriş ve çıkış sıcaklık değerlerinin yanında yanma düzeneğinin yakınında çevre sıcaklığı ve baca sıcaklıkları da ölçülmüştür.

Bu deneylerdeki amaç deney düzeneğinde gösterildiği gibi radyatör sayısının artırılmasıyla kullanılan yakıt miktarının sabit kalması koşuluna karşılık baca atık ısısının geri kazanılarak toplam ısıl etkinliğinin arttığını göstermektir. Böylelikle su kazanı içine konuşturılacak radyatörlerin baca boyunca artırılmasıyla da etkinlik artışı sağlanabilecektir.

3.2.2. Verim artışı ile ilgili deney çalışmasından elde edilen veriler

Verim artışı ile ilgili oluşturulan deney düzeneği ile 9 adet deney gerçekleştirilmiştir. Yapılan deneylerden elde edilen veriler tablo 3.3 de verilmiş ve her deneyin genel verim değerleri hesaplanmıştır.

Tablo 3.3: Radyatör sayısına göre elde edilen ısı miktarları ve verim değerleri

	DENEY	SUYUN DEBİSİ (GR/S)	DENEY SÜRESİ (S)	ORTALAMA SICAKLIK FARKI	ELDE EDİLEN ISI (KJ)	HARCANAN YAKIT MİKTARI	ISIL DEĞER (KJ/GR)	HARCANAN ISI (KJ)	VERİM (%)
1 RADYATÖR	1	0,127	150	14	259,461	49	47,649	2334,801	11,11
	2	0,127	150	14	265,748	51	47,649	2430,099	10,94
	3	0,127	150	14	267,081	49	47,649	2334,801	11,44
2 RADYATÖR	4	0,127	150	14	257,937	42	47,649	2001,258	12,89
	5	0,127	150	10	183,452	29	47,649	1381,821	13,28
	6	0,127	150	10	185,738	29	47,649	1381,821	13,44
3 RADYATÖR	7	0,127	150	9	176,213	26	47,649	1238,874	14,22
	8	0,127	150	11	207,455	30	47,649	1429,47	14,51
	9	0,127	150	11	208,788	30	47,649	1429,47	14,61

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan iki ayrı deney çalışması sonucunda elde edilen verilerin yorumlanması iki ayrı başlık altında toplanmıştır. Bu yorumlara göre düşünülen verimli ısı değıştiricisi tasarım esasları ayrı bir çalışma konusu olarak belirlenecektir.

4.1. Çay Kazanı Verimi İle İlgili Deney Sonuçlarının Yorumlanması

Çay kazanı genel veriminin tespiti için yapılan deneyler sonucunda kazandaki ısı kayıplarının genel verim üzerine etkisi yaklaşık %6 mertebelerinde olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla kazan veriminin %60'lar mertebesinde olmasının sorumlusu kazandan çevreye olan kayıplar değil bacadan atılan enerjidir. Kısık yükte yapılan deneylerde ocak gücünün yaklaşık 630 W olduğu ölçülmüştür. Kullanıcı ocağı, ilk ısıtma ve taze su alışları dışında kısık yükte çalıştırmaktadır. Yani 550 W'lık güç gereksiz yere kullanılmaktadır. Şekil 4'de görüldüğü gibi, kazanın dış yüzey sıcaklığı 80 W'lık ısı kaybına sebep olacak kadar yüksek değildir, soğuma esnasında ölçülen 80 W'lık ısı kaybının çoğunluğu, kazan dış yüzeyinden değil kazan içinde bulunan bacadan gerçekleşmektedir. Kısık ateşte, bacadaki gaz sıcaklığı kazandaki su sıcaklığından da yüksek olacağından çay kazanını hazır bekletmek için 500–600 W'lık güce karşılık gelen enerji gereksiz yere sürekli olarak tüketilmektedir.

Laboratuvar ortamında yapılan deneyler sonucu test edilen çay kazanının veriminin %65 civarında olduğu bulunmuştur. Bu değer benzer işlevi yapan diğer su ısıtıcıları ile karşılaştırıldığında, yani bir kombi, şofben veya kazana göre oldukça düşüktür. Aslında kullanılan kazan piyasadaki emsalleri arasında kaliteli ve verimli olarak anılan bir kazandır. Bu kazan yalıtımlı ve su haznesinin altı girintili yapılarak ocak üstündeki ısı transfer yüzeyi de artırılmış bir kazandır. Nitekim soğuma durumunda ölçülen, kazandan atmosfere olan ısı kayıpları da 80 W civarında oldukça düşük bir değerde çıkmıştır.

Yalıtımsız ve su kazanı altı düz olarak üretilenlerin verimleri %65 den çok daha düşük olacaktır. Sorun, çay ocağının tasarımı veya imalatından kaynaklanmamaktadır. Çalışma prensibinden kaynaklanmaktadır. En klasik yöntem olan, suyun bir kap içine doldurularak bir ocak üstünde ısıtılması verim düşüklüğünün en önemli sebebidir. Bunu iyileştirmek için bacadan olan ısı kayıplarını en aza indirmek ve her an kullanılmaya hazır 100C° suyu bu sıcaklıkta tutacak ısıtma giderini ortadan kaldırmak gerekmektedir.

4.2. Verim Artışı Deneyi İle İlgili Deney Sonuçlarının Yorumlanması

Yapılan deneyler üç çeşit sonuca göre yorumlanmıştır.

- 1- Giriş suyu sıcaklığına göre elde edilen çıkış suyu sıcaklığı
- 2- Yalıtımsız deney düzeneği çevresinde kayıp ısı miktarına gösterge teşkil edecek yakın çevre sıcaklığı
- 3- Bacadan kaybolan ısı miktarının belirlenebilmesi için ölçülen baca sıcaklığı.

Tek radyatör ile yapılan deneylerde verim %11,

İki radyatör ile yapılan deneylerde verim %13,

Üç radyatör ile yapılan deneylerde verim %15,

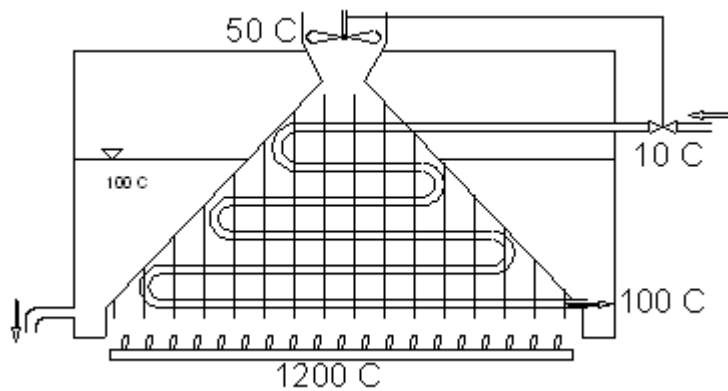
olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi radyatör sayısı arttıkça verim değerleri de yükselmiştir. Fakat baca sıcaklıklarının ve yakın çevre sıcaklıklarının çıkış suyu sıcaklığından yüksek değerlerde ölçülmesine, deney düzeneğinin izolasyonsuz ve radyatör kanatlarının sıklığından kaynaklanan egzost gazının çekiş basıncının düşmesi sebep olmuştur. Bu yüzden su kazanı için düşünülen ısı değiştiricisi, baca sıcaklığının düşürülebilmesi için kazanın egzost sistemine yerleştirilmeli ve çekiş basıncının düşmemesi için kanatlar arası mesafe daha açık olmalı. Bu da bizi, toplamda kaybedilen ısıнын tamamının geri kazanılması amaçlandığından, ısıyı geri kazanabilecek toplam yüzey alanını verecek kadar kanat miktarını ancak kazan boyunca kullanılması halinde sonuca götürecektir.

Çıkış suyu sıcaklığını rejim halinde bile bu boyutlarda bir su kazanı için radyatör kullanılması halinde ancak 35 °C 'ye çıkarabildiğimiz için baca yüzeylerinden suyu ısıtmak da bu tasarımda dikkate alınmıştır. Ayrıca bacadan kaybedilen ısı miktarının da yüzey alanı arttırılmış bir başka baca tasarımıyla geri kazanılması amaçlanmaktadır.

Radyatör sıklığından kaynaklanan basınç kaybını baca çıkışına yerleştirebileceğimiz bir fan sayesinde giderebiliriz. Ayrıca basınç kaybını gideremediğimiz takdirde yakıt besleme miktarını arttırsak dahi suyun çıkış sıcaklığını arttıramadığımızı deney sonuçlarından gözlemledik. Yakıt debisini arttırmış olmamıza rağmen çıkış suyu sıcaklığını değil de özellikle çevre sıcaklığın arttığı ve bu durumun özellikle 3 radyatör kullanma durumunda ortaya çıktığını belirledik.

En düşük baca sıcaklıklarını 3 radyatör kullandığımız deney sonuçlarında gözlemledik. Aynı deneylerde harcanan yakıt miktarı ve çevre sıcaklığı değerleri de diğerlerinden daha düşük değerlerdeydi. Bunun sebeplerini atık gazın geri kazanımının 3 radyatör ile daha kolay sağlanmış olması ve yanma hızının bir optimal değeri aşmaması durumunda en iyi sonucu vermesi şeklinde sıralayabiliriz.

4.3. Öneriler



Şekil 4.1: Çay kazanı içerisinde baca görevi görececek ısı değiştiricisi çalışma prensibi

Deneylerden elde edilen verilere göre su kazanının ısıtılması için kullanılacak radyatörlerin yeri çevreye ısı kaybına sebep olmayacak şekilde kazanın ortasında olmalı, radyatör kanatları toplam yüzey alanı, açığa çıkan ısıнын mümkün olduğu kadar suya aktarılabilir kadar çok ve sık fakat basınç kaybına sebep olmayacak kadar seyrek olmalı, ısı geçişi sadece radyatörlerden değil aynı zamanda baca yüzeylerinden kazana doğru taşınım yoluyla olacağı için baca yüzey alanının radyatörlerden elde edilemeyen ısıнын geri kalanını kazanabilecek şekilde artırılmasına yönelik kanatlı yüzeyli veya iğneli yüzeyli şekillendirilmelidir. Su geçiş miktarının tespiti amacıyla baca çıkış sıcaklığının amaçlanan yoğunlaşma için 100 C°'den küçük değerleri verecek bir optimizasyon çalışması yapılmalıdır.

Belirlenen çalışma şartlarına göre yakıttan elde edilecek toplam ısıнын ne kadarının radyatörlerden suya iletileceği, ne kadarının baca yüzeylerin suya iletileceği ve ne kadarının bacadan dışarı atılacağı hesaplanmalıdır.

Tasarıma esas teşkil edecek hesaplamalar kanatlı tip ısı değiştiricisinin olması gereken toplam yüzey alanının bulunması ve baca yüzey alanının boyutlandırılması şeklinde olmalıdır.

Baca ısıtma yüzey alanının boyutlandırılabilmesi için yakıttan elde edilen enerjinin ne kadarının baca içerisindeki ısı değiştiricisinden ve ne kadarının baca yüzey çeperlerinden suya aktarılacağı hesaplanmalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] Gün, V., “Türkiye’nin Enerji Politikalarında Öncelikler”, **Enerji Ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı**, 1-5, (2006)
- [2] Güner, S., Albostan, A., “Türkiye’nin Enerji Politikası”, **Bahçeşehir Üniversitesi**, 1-4, (2007)
- [3] Genceli, O., “Isı Değiştiricileri”, İstanbul, 90-417, (2005)
- [4] Tunç, M., “Isı Transferi”, İstanbul, 113-291, (Ekim 2000)
- [5] Sayın, C., Çanakçı, M., “Benzinli Bir Motorda Benzin LPG Kullanımının Performans Ve Emisyonlara Etkisi”, **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 21**, 117-127, (2005)
- [6] Durukan M., “Yanma Gaz Analizleri Ve Doğalgaz Uygulamalarında Önemi”, 2-5, (2006)
- [7] Sayın, C., Çanakçı, M., “Çift Yakıtlı Bir Benzin Motorunun İdeal Emisyon Ürünlerine Bağlı Olarak Optimal Karışım Oranının İncelenmesi”, **DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen Ve Mühendislik Dergisi**, 37-40, (Mayıs 2004)
- [8] Çengel, Y., Boles, M., “Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik”, İstanbul, 787-845, (Ekim 2000)

ÖZGEÇMİŞ

Caner Can AKGÜN 27.11.1981 tarihinde İstanbul ili Bakırköy ilçesinde doğdu. İlk okul öğrenimini 1992 yılında Bahçelievler İlk Okulu'nda tamamladıktan sonra, eğitim hayatına Büyükşehir Hüseyin Yıldız Anadolu Lisesi'nde devam etti. Makina Mühendisliği eğitimini 2005 yılında Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Müh. Bölümü'nde tamamladı. Almış olduğu makine mühendisliği eğitimi sonrasında Temsan (9 ay), GTT Müh. (4 ay), Baydar Çelik Yapı(4 yıl) firmalarında sanayi tesisleri taahhüt ve imalat sektöründe makine mühendisi olarak çalışmıştır. Halen Baydar Çelik Yapı firmasında proje sorumlusu olarak meslek hayatına devam etmektedir.