



**T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ**

TOPLUMSAL DUYARLILIK PROJELERİ UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ

“Akışkan Yakıt Beslenen Kazanlarda Isı Ekonomisi Sağlanması”

Proje Kodu: 6218D83DDAA2A

SONUÇ RAPORU

Proje Yürütücüsü:

Doç. Dr. Mehmet Emin ARZUTUĞ
Mühendislik Fakültesi

Araştırmacılar:

Selina KURUNÇ
Ali KARA
Galal Al-SİANI
Eda ARSLAN

Mayıs, 2022

ERZURUM

İÇİNDEKİLER

Önsöz	3
Özet	4
Abstract (İSTEĞE BAĞLIDIR. DİLERSENİZ DOLDURUNUZ.).....	5
Materyal ve Yöntem	6
Proje Uygulamasına Ait Görseller	9
Projenin Güneş Kız Fen Lisesindeki Sunumu.....	14
Projeden Elde Edilen Sonuçlar	23
Projeden Elde Edilen Sonuçlara Göre Önerilen Çözümler.....	24
Kaynaklar.....	25

ÖNSÖZ

Enerji, özellikle 20. yüzyılın başlarından beri ekonomileri ve devletleri etkileyen, savaflara sebep olan bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır. Dolayısı ile enerjinin verimli kullanılması, enerji kayıplarının azaltılması çevre kirliliği ve insan yaşamı açısından büyük önem arz etmektedir. Bu proje özellikle akışkan fosil yakıtlardan ısı üretilen sistemlerde gözlenen bir mühendislik probleminin ortaya konulmasını ve çözümünü kapsamaktadır. Ayrıca bu proje, bir toplumsal duyarlılık projesi olması sebebi ile toplumu ve ülke ekonomisini ilgilendiren meselelerin belirlenmesi ve genç bilim insanların bu problemlerin farkına varmasını ve bu problemlere bilimsel çözümler üretmesine teşvik etmek için ve örnek olması için gerçekleştirilmiştir.

Bu projede, doğal gaz veya fuel oil kullanılan yanma sistemlerinde gözlenen bir ısı kaybının miktarı deneysel olarak belirlenmiş ve bu tür kayıpların önlenmesi için gerekli mühendislik tedbirleri önerilmiştir.

ÖZET

Dünyada enerji maliyetlerindeki artış trendi dikkate alındığında, doğal gaz veya fuel-oil beslemeli sanayide kullanılan veya binalarda ısınma amaçlı kullanılan kazanlardaki ısı enerjisi kayıplarının azaltılması ve yakıttan en verimli şekilde yararlanılması ülkemiz ekonomisi açısından büyük önem arz etmektedir. Katı yakıtlı kazanlarda ızgara üzerinde bulunan kömür ve kül, zaman ilerledikçe ateş miktarı düşse bile yavaş yanma ile kazan sıcaklığının düşmesine engel olmaktadır [1,2].

Fakat doğal gaz veya fueloil ile çalışan kazanlarda, termostat kontrollü olarak alevin sönmesinin ardından, kış aylarındaki bacalardaki yüksek hava emişi nedeni ile ısınmış kazan içinden geçen bu hava akışı kazanı hızlı bir şekilde soğutmaktadır. Kazan suyunun sirkülasyonu ile bu ısı kaybı çok daha fazla hızlanmaktadır.

Kazan alev borularından geçen bu soğuk hava akışı nedeni ile ısınmış olan kazan bir sonraki ateşlemeye kadar soğumaktadır. Bu şekilde kullanım yerine gönderilecek ısının bir kısmı havaya atılmaktadır [3,4]. Ayrıca havanın soğumasına bağlı olarak, kazan daha fazla ısı kaybına maruz kalmaktadır. Bu ısı kayıp miktarının belirlenmesi ve önlenmesi için gerekli mühendisli tedbirlerinin alınması hem ülke hem de toplum ekonomisine büyük katkı sağlayacağı düşüncesi ile bu proje tasarlanmıştır.

Projenin sonlandırılması ile beraber tüm materyaller diğer Mühendislik Fakültesi öğrencilerinin kullanımına olanak sağlaması amacıyla okul idaresine teslim edilmiştir.

Bu proje Atatürk Üniversitesi Toplumsal Duyarlılık Projeleri tarafından desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Isı Transferi, Enerji, Akışkan, Yakıt, Verim.

ABSTRACT

Considering the increasing trend in energy costs in the world, it is of great importance for our country's economy to reduce heat energy losses in boilers fed with natural gas or fuel-oil, or used for heating purposes in buildings, and to utilize fuel in the most efficient way. Coal and ash on the grate in solid fuel boilers prevent the boiler temperature from falling by slow burning, even if the amount of fire decreases as time progresses [1,2].

However, in boilers operating with natural gas or fuel oil, after the flame extinguishes with thermostat control, this air flow passing through the heated boiler due to the high air suction in the chimneys in the winter months cools the boiler rapidly. With the circulation of the boiler water, this heat loss accelerates much more.

Due to this cold air flow passing through the boiler flame pipes, the heated boiler cools down until the next ignition. In this way, some of the heat to be sent to the place of use is thrown into the air [3,4]. In addition, depending on the cooling of the air, the boiler is exposed to more heat loss. This project has been designed with the thought that taking necessary engineered measures to determine and prevent this amount of heat loss will contribute greatly to both the country's and society's economy.

With the termination of the project, all materials were handed over to the school administration in order to allow the use of other Engineering Faculty students.

This project was supported by Atatürk University Social Awareness Projects.

Keywords: Heat Transfer, Energy, Fluid, Fuel, Efficiency.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmanın Türü

Bu çalışma bir Toplumsal Duyarlılık Projesi'dir.

Araştırmanın Yapıldığı Yer ve Zaman

Proje ekibi tarafından 01.04.2022-26.05.2022 tarihleri arasında Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiş ve Güneş Kız Fen Lisesinde hem canlı sunum halinde hem de poster sunumu şeklinde 3. Kişilerle (Okul idaresi, öğretmenler ve öğrenciler) paylaşılmıştır.

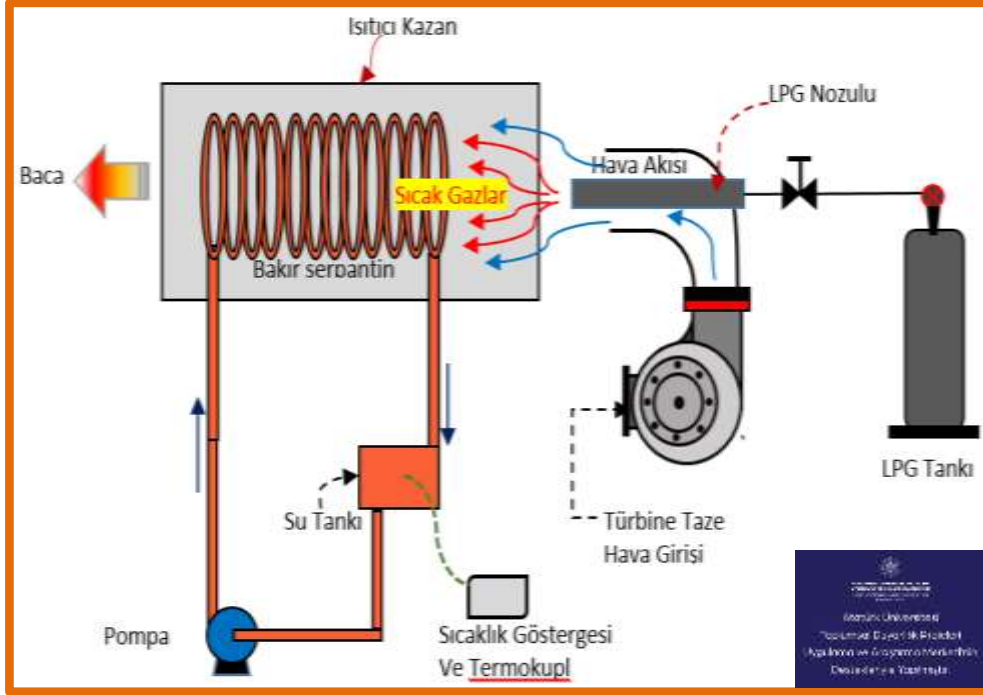
Projenin Uygulanışı

Projenin uygulanması için gerekli materyaller, proje başvuru sürecinde belirlendiği gibi Motorobit internet sitesinde su pompası, Celal Coşar Ltd.Şti.'nden hava türbini kargo yolu ile temin edilmiştir. Kanca Ticaretten bakır ve Alüminyum borular, Kuzulugil Ltd.Şti.'nden ise hortum, fittings elemanları vb. malzemeler temin edilmiştir.

Bu malzemeler kullanılarak aşağıda şekil 2.'de verilen deney düzeneği proje sorumlusu ve proje ekibi tarafından dizaynedilmiş ve montajı yapılarak ölçüm alınacak hale getirilmiştir. Montaj işlemleri 20-23 Nisan 2022 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmalar ise, proje yürütücüsü ve proje ekibi tarafından 16-18 Mayıs 2022 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Proje çıktıları ise, 24 Mayıs 2022 tarihinde Erzurum Güneş Kız Fen Lisesi yöneticileri ve öğrencilerine canlı sunum (ve poster sunumu) yapılmak suretiyle paylaşılmıştır.

Proje 3 aşamada gerçekleştirilmiştir:

Birinci aşamada, içinde 8mm iç çapında 2m boyunda bakır serpantin bulunan 10 cm çapında ve 40cm boyunda bir paslanmaz çelik boru kazanı temsil etmek üzere üretilmiştir. Çıkış gazlarının atıldığı bacayı temsilen 3m boyunda bir alüminyum boru kullanılmıştır. Kazanın girişine bir hava türbini ve bir de yakıt (LPG) besleme nozulu monte edilmiştir (**Şekil 1**).



Şekil 1. Deneysel Sistemin Şematik Gösterimi.

İkinci aşamada, bir LPG tüpünden belirli bir debide sağlanacak yakıt kazan girişindeki nozul vasıtasıyla kazan içine türbinden gelen hava ile birlikte kazana beslenip akabinde ateşlenerek yakıtın yanması sağlanmıştır. Yakıt ile stokiometrik oranda hava kazana beslenmiştir. Kazan içinde gerçekleşen yanma reaksiyonu sonucu açığa çıkan ısı enerjisi, serpantin içinden geçen suya aktarılmaktadır. Sürekli olarak Kazan ile Su Tankı arasında devrettirilen suyun sıcaklığının 85°C'ye çıkarılması için geçen süre 8 dk olarak belirlenmiştir.

Daha sonra yanma durdurulmuş ve laboratuvar dış ortamından alınan 5°C'deki soğuk hava bu seferde yanma olmaksızın direk olarak 8 dk boyunca kazana beslenmiştir. Böylece baca emişi ile kazanın içinden soğuk havanın geçmesi durumunda depodaki sıcaklık düşüşü zamana göre ölçülmüştür. Bu süre sonunda 85°C'deki suyun 60°C'ye düştüğü gözlenmiştir. Su yine devrettirilmektedir.

Üçüncü aşamada, kazan içinde yakıtın yakılması ile su yine 85°C'ye çıkarılmış ve daha sonra yanma durdurulmuştur. Kazan girişi kapatılarak kazanın ve suyun kendi kendine 60°C'ye soğuması sağlanmıştır. Soğuma sürecinin 36 dk sürdüğü gözlenmiştir.

Deneylein sonunda sıcaklık ölçümlerinden; suya aktarılan enerji, kazandan 8dk boyunca soğuk hava akışı olan durumda kayıp enerji miktarı ve ısı kayıp hızı ve kazan suyu 85°C'den 60°C'ye düştüğü durumdaki kayıp enerji miktarı ve ısı kayıp hızı belirlenmiştir.

Deneyleer kararlı hal şartlarında yapılmış; hava türbini debisi ve pompa debisi sabit tutulmuştur. Depo yalıtılmayarak bir miktar ısının atmosfere kaçmasına müsaade edilmiştir. Böylece gerçek şartları simüle eden bir deney seti kurulmaya çalışılmıştır (**Şekil 2**).



Şekil 2. Deneysel Sistem: Hava türbini, Gaz Besleme sistemi, Kazan, Su tankı, Su pompası, LPG tankı, Alüminyum baca borusu

PROJE UYGULAMASINA AİT GÖRSELLER



Şekil 3. Deney sisteminin bileşenleri.



Şekil 4. Kazan içi bakır serpantin boru.



Şekil 5. Kazan.



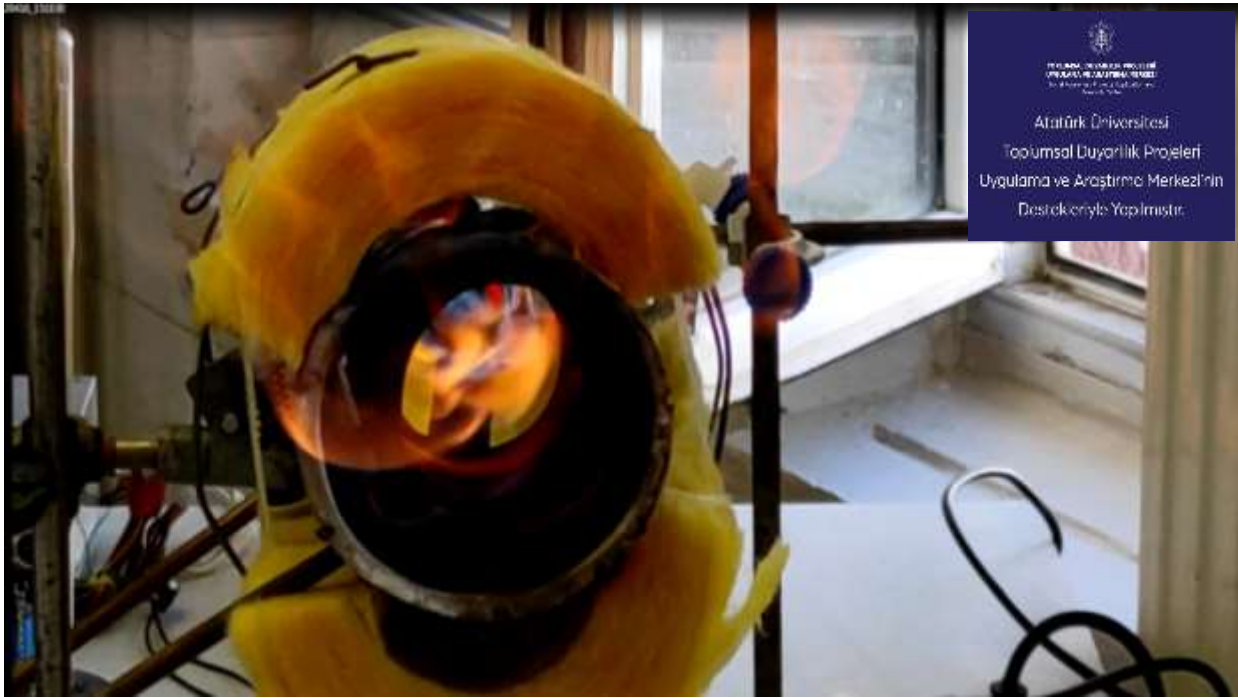
Şekil 6. Deneysel çalışma yapılırken sistemin durumu.



Şekil 7. Kazan içine hava besleme sistemi (hava türbini).



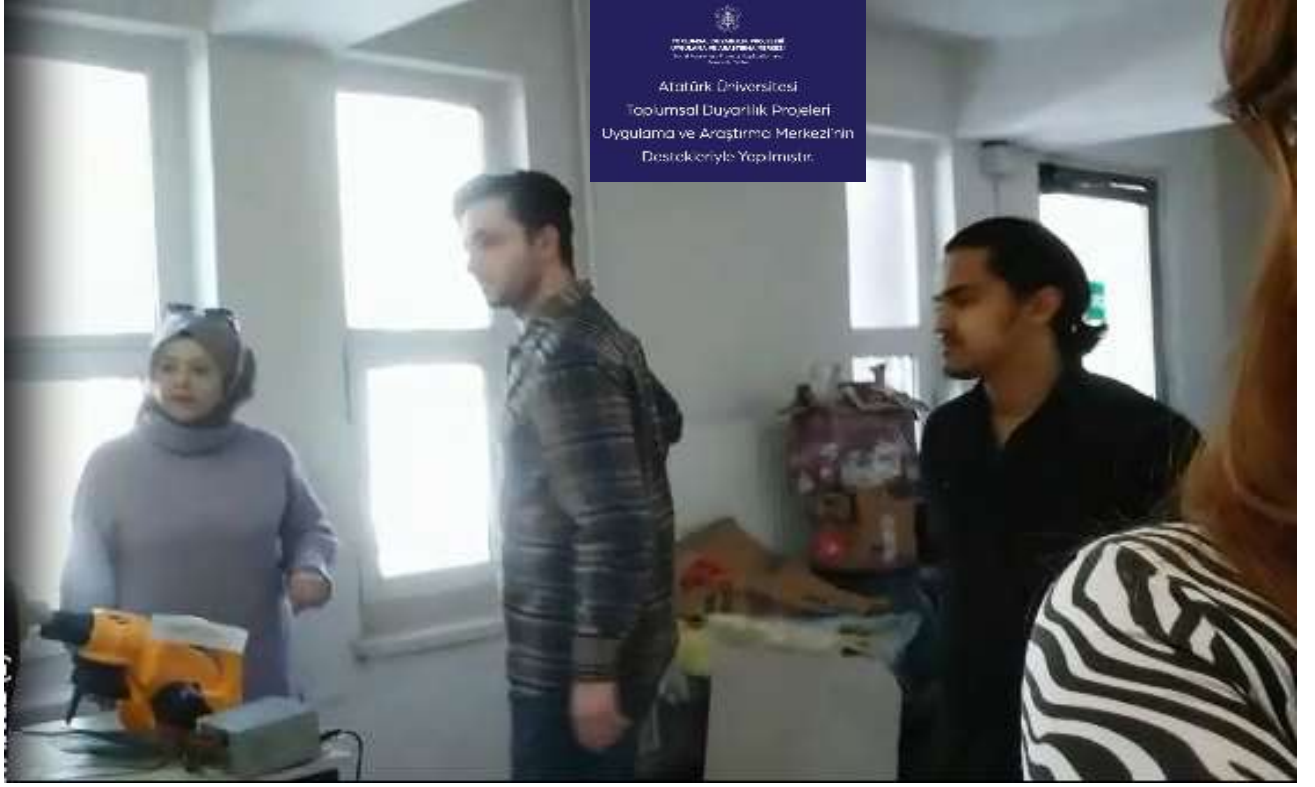
Şekil 8. Gaz besleme sistemi ve LPG tank ile olan hortum bağlantısı.



Şekil 9. Kazan içinde meydana gelen yanma reaksiyonu.



Şekil 10. Proje kapsamında temin edilen malzemelerin proje ekibi tarafından birleştirilmesi ve deneysel sistemin montajının gerçekleştirilmesi.



Şekil 11. Proje ekibinin deney sistemini çalıştırarak sıcaklık ölçümleri alması.

PROJENİN GÜNEŞ KIZ FEN LİSESİNDEKİ SUNUMU

Proje sonuçları, Güneş Kız Fen Lisesi Seminer salonunda 11. Sınıf öğrencilerine hem canlı olarak sunulmuş hem de poster ile sunum yapılmıştır.

Projenin 3 adet 110cm x 65cm ebatlarında bastırılan posterleri aşağıda verilmiştir.

AKIŞKAN YAKIT BESLENEN KAZANLARDA ISI EKONOMİSİ SAĞLANMASI

GİRİŞ

Dünyada enerji maliyetlerindeki artış trendi dikkate alındığında, doğal gaz veya LPG, benzerim benzerim kullanılan veya benzerim benzerim enerji kullanarak kazanlarda ısı enerjisi kaygıların azaltılması ve yakıtın en verimli şekilde kullanılmasını ilgilendiren ekonomik açıdan büyük önem arz etmektedir. Halbuki yakıtı kazanlarda ısıya dönüştürülen kömür ve köy, zaman ilerledikçe ısıya dönüştürülen diğer yakıtın enerji verimliliğinin düşmesine sebep olmaktadır (1,2).

YÖNTEM

Şekil 1. Deneysel Sistem.

Şekil 2. Deneysel Sistem.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Su tankındaki su miktarı 1,25 kg $Q = m \cdot Cp \cdot \Delta T$ formülü

1,25kg suyun 20°C'den 85°C'ye ısıtılması için verilen enerji miktarı (işlem süresi 8 dk)
Isıtma Hızı= 707 J/sn

$Q = 1,25 \text{ kg} \cdot 4174 \text{ (J/kg}^\circ\text{C)} \cdot (85 - 20^\circ\text{C)} = 339140 \text{ Joule}$

* Kazan termostat kontrollü olarak durduğu kısa zaman periyodunda, kazan bacasında 3 m/s hızla hava emişi olduğu durumda 8dk boyunca meydana gelen soğuma işlemi sonunda kaybedilen ısı miktarı ve soğuma hızı belirlendi:

Kaybedilen ısı miktarı= $Q = 1,25 \text{ kg} \cdot 4186 \text{ (J/kg}^\circ\text{C)} \cdot (85 - 60^\circ\text{C)} = 130813 \text{ Joule}$
Soğuma Hızı = 273 J/sn

$\text{Soğuma Hızı} \cdot 100 = \frac{273 \text{ J/sn} \cdot 100}{707 \text{ J/sn}} = 38,6$

Isıtma hızı, soğuma hızının 2,6 katıdır.

* Kazan ısıtılmadığı periyotta (kazan bacasında hava emişi olmayan durumda) 36 dk süre sonunda 60°C'ye ulaşılması durumunda, kaybedilen ısı miktarı ve soğuma hızı belirlendi:

Kaybedilen ısı miktarı= $Q = 1,25 \text{ kg} \cdot 4186 \text{ (J/kg}^\circ\text{C)} \cdot (85 - 60^\circ\text{C)} = 130813 \text{ Joule}$
Soğuma Hızı = 60,6 J/sn


Bacanın Hava Emişi durumunda Soğuma Hızı, $\frac{273 \text{ J/sn}}{60,6 \text{ J/sn}} \cdot 100 = 4,5 \text{ kat}$
Bacanın kapalı olduğu durumda soğuma hızı

- Kazanlarda yanmanın durduğu kısa zaman periyotlarında soğuk hava akışının kesilmesi, kazanın soğumasını 4,5 kat azaltmaktadır.
- Kazan yanmanın durduğu periyotta, soğuk havaya enerji kaybettiği durumda:
 $\frac{339140}{273} \text{ J/m}^3 = 1242 \text{ m}^3 = 20,7 \text{ dk'da } 85^\circ\text{C'den } 60^\circ\text{C'ye soğumaktadır.}$
- Kazan yanmanın durduğu periyotta soğuk havaya enerji kaybetmese:
 $\frac{339140}{60,6} \text{ J/m}^3 = 5596 \text{ m}^3 = 93,2 \text{ dk'da } 85^\circ\text{C'den } 60^\circ\text{C'ye soğumaktadır.}$

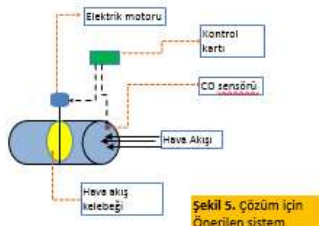
Sonuç: Soğuma ne kadar geç olursa o oranda az yakıt harcanmaktadır ve bu ise yakıt ekonomisi sağlanmaktadır.

ÖNERİLEN ÇÖZÜM

- Kazan hava beslemesi, bir elektrik tahrikli motorla kapatılıp açılan gaz kelebeğine benzer bir kapakla açılıp kapatılmaktadır (Şekil 4-5).
- Ayrıca, kazan dairesi içinde CO ve CO₂ miktarını kontrol eden bir sensör sistemi ve buna bağlı çalışan bir havalandırma sistemi olmalıdır.
- Bu tedbirlerin alınması neticesinde, %60 civarında ısı ekonomisi sağlanmaktadır.



Şekil 4. Gaz Kelebeği



Şekil 5. Çözüm için Önerilen sistem

KAYNAKLAR

[1] Rok, G. & Yönel, B. "Changes Of Properties In Combustion Gases Due Fuel And Combustion Air". Conference 19. Uluslararası Yıkma Sempozyumu (2016), Bursa / Türkiye.

[2] Kılıç, F.P. "Bölünmüş Katmanlı Sıvı Yalıtımlı ve Entegrasyonlu Akışkan, Gaz Üstünlüğü Renk Sistemleri". (2017) SÜJ. S.1, Part 2, S.2: 147-152. <http://www.gu.edu.tr/~guj/2017/2017-152>

[3] Reşgin, İsmail & PhD, D.Ö. "Elementary and Chemical Technology". www.chemistry.turkey.com (2011).

[4] Ünçözgen, İ. M., Van Mohamed, A. N. "Comparison Of Combustion Performance Between Natural Gas And Mixture Fuel Oil At Different Air/Fuel Ratios". International Conference on Energy and Environment (ICEE) (2008). www.icee.org

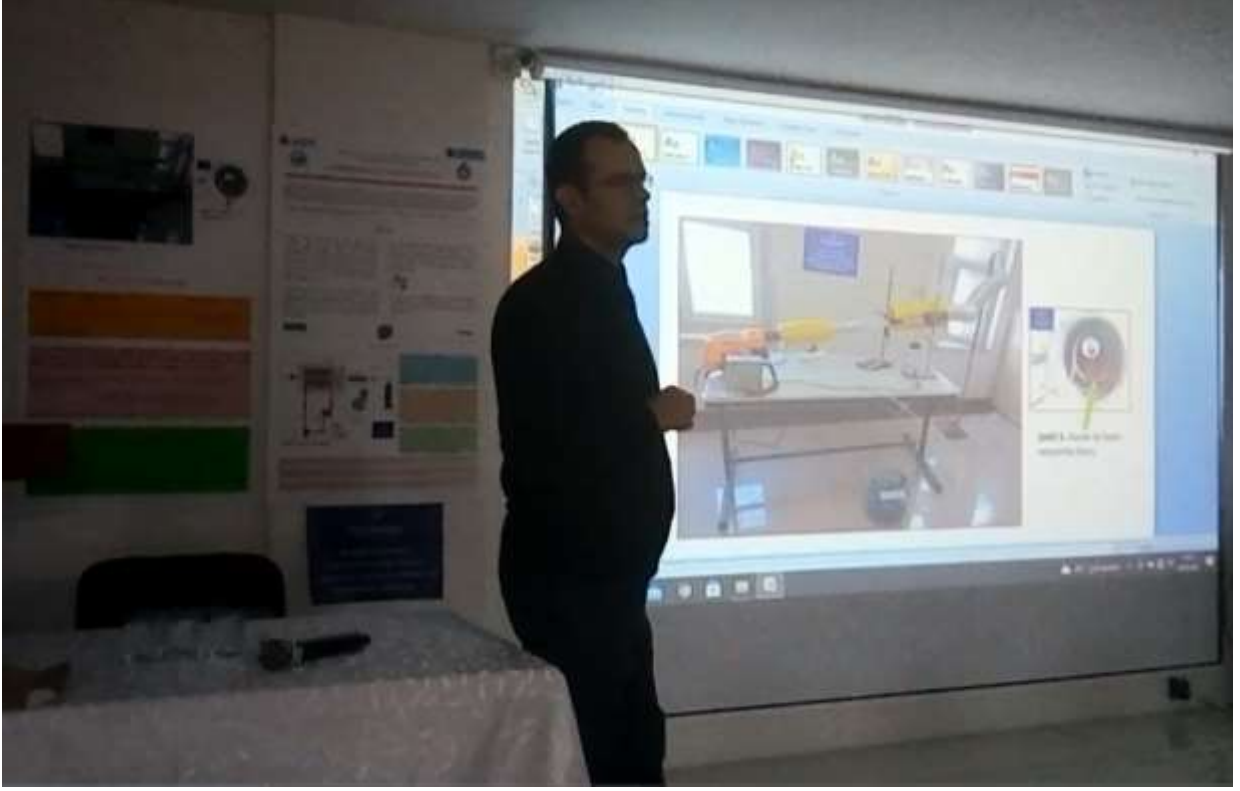
Şekil 12. Projeye ait poster sunumları



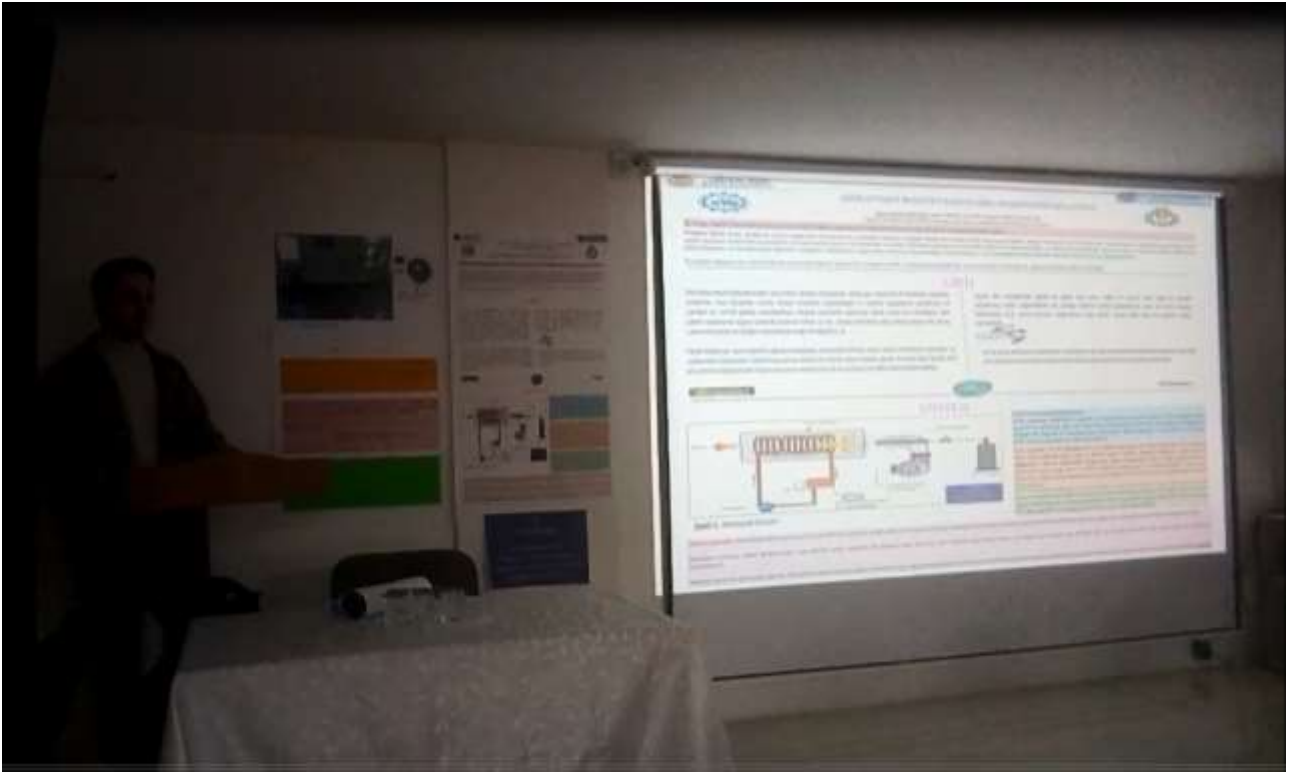
Şekil 13. Proje çıktılarının sunumu Güneş Fen Lisesi idarecileri ve öğrencileri.



Şekil 14. Proje yürütücüsünün Güneş Kız Fen Lisesinde yaptığı sunum.



Şekil 15. Proje yürütücüsünün Güneş Kız Fen Lisesinde yaptığı sunum.



Şekil 16. Proje ekibinden Ali Kara isimli öğrencimizin yaptığı sunum.



Şekil 17. Proje ekibinden Eda Arslan isimli öğrencimizin yaptığı sunum.



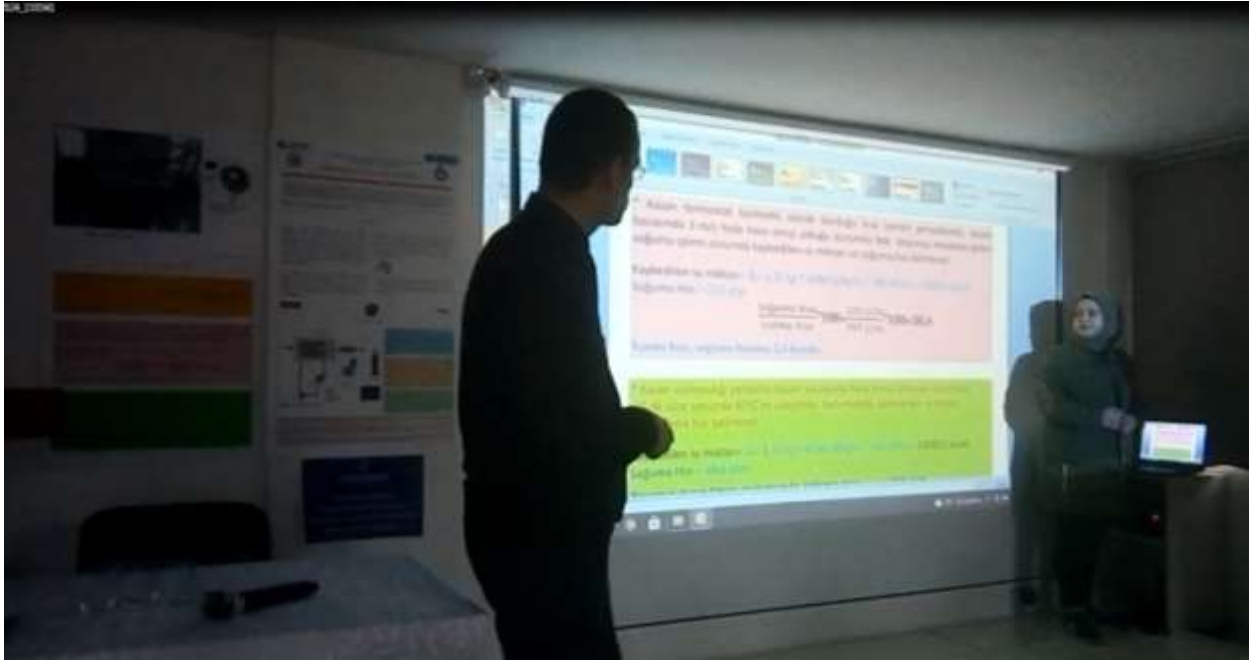
Şekil 18. Proje ekibinden Selina Kurunç isimli öğrencimizin yaptığı sunum.



Şekil 19. Proje ekibinden Selina Kurunç isimli öğrencimizin yaptığı sunum.



Şekil 20. Projenin sunumundan görüntüler.



Şekil 21. Projenin sunumundan görüntüler.

Proje kapsamında elde edilen sonuçlar, 24 Mayıs 2022 tarihinde öğleden sonra saat 15.00 ile 16.00 saatleri arasında Güneş Kız Fen Lisesinde bir slayt gösterisi ile proje ekibi tarafından okul idarecilerine ve 11. Sınıf öğrencilerine sunulmuştur.

Proje çalışmalarından elde edilen sonuçlar hem slayt gösterisi ile hem de asılan 3 adet büyük posterlerle sunulmuştur. Öğrencilere yapılan canlı sunumda interaktif olarak proje detaylı olarak anlatılmıştır.

Sunumun yapıldığı seminer salonunun içine ve gerekli bölümlere projenin Atatürk Üniversitesi Toplumsal Duyarlılık Projeleri tarafından desteklendiğini gösteren afişler asılmıştır.

Proje ekibinden Atatürk Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü öğrencilerinden Ali KARA tarafından Enerjinin önemini, ısı kazanlarında ısı ekonomisi konulu bir bilgilendirme konuşması yapılmıştır.

Daha sonra proje ekibinden, Atatürk Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü öğrencisi Eda ARSLAN tarafından projenin genel hatlarını belirleyen bir konuşma yapılmıştır.

Projenin nasıl yapıldığını ifade eden Yöntem ve elde edilen Sonuçlar ve bu sonuçlara dayalı İrdelemeler ve Yorumlar proje yürütücüsü Doç.Dr. Mehmet Emin Arzutuğ tarafından detaylı olarak sunulmuştur.

Proje sonunda, ısı kazanlarında gözlenen ısı kaybının azaltılması ve toplumun daha aza para harcayarak ısınması için önerilen Mühendislik çözümü, proje ekibinden Atatürk Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü öğrencisi Selina Kurunç tarafından sunulmuştur.

Afişlerin asılması ve Sunumun kameraya alınması işlemleri ise, proje ekibinden olan Atatürk Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü öğrencisi Galal Al-Siani tarafından yapılmıştır.

Fen Lisesi olan Güneş Kız Fen Lisesi öğrencilerine, toplumun problemleri ve çözümü hakkında farkındalık oluşturulmuş ve ayrıca ısınma maliyetlerinin yüksek olduğu memleketimizde ısınma maliyetlerinin düşürülmesi konusunda ne gibi tedbirler alınması konularında toplumsal bilincin

oluşmasına katkıda bulunulmuştur. Öğrencilerin projeye ve proje çıktılarına ilgisi büyük olmuştur.

Projemizin sunulması ile öğrencilerin mühendislik problemlerine ilgisinin arttığı gözlenmiştir. Proje çalışmaları tamamlandıktan sonra, projede alınan materyaller diğer Mühendislik öğrencilerin kullanımına sunulmak üzere Mühendislik Fakültesi idaresine teslim edilmiştir.

Projemizi destekleyerek öğrenci ve öğretmenler için çok önemli bir aktivite ortamı sağladığından dolayı Atatürk Üniversitesi Toplumsal Duyarlılık Projeleri Uygulama ve Merkezi'ne teşekkür ederiz.

PROJEDEN ELDE EDİLEN SONUÇLAR

Su tankındaki su miktarı 1,25 kg

$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$ formülünden

1,25kg suyun 20 C'den 85 C'ye ısıtılması için verilen enerji miktarı (8 dk)

$$Q = 1,25 \text{ kg} * 4174 \text{ (J/kg C)} * (85 - 20 \text{ C}) = 339140 \text{ Joule}$$

$$\text{Isıtma Hızı} = 707 \text{ J/sn}$$

Kazan ısıtılmadığı peryotta kazan bacasında 3 m/s hızla hava emişi olduğu durumda 8dk boyunca yapılan soğuma işlemi sonunda kaybedilen ısı miktarı ve soğuma hızı belirlendi:

$$\text{Kaybedilen Isı miktarı} = Q = 1,25 \text{ kg} * 4186 \text{ (J/kg C)} * (85 - 60 \text{ C}) = 339140 \text{ Joule}$$

$$\text{Soğuma Hızı} = 273 \text{ J/sn}$$

$$(\text{Soğuma Hızı}) / (\text{Isıtma Hızı}) * 100 = (273 \text{ J/sn}) / (707 \text{ J/sn}) * 100 = 38,6$$

Isıtma hızı, soğuma hızının 2,6 katıdır.

Kazan ısıtılmadığı peryotta (kazan bacasında hava emişi olmayan durumda) 36 dk süre sonunda 60 C'ye ulaşılması durumunda, kaybedilen ısı miktarı ve soğuma hızı belirlendi:

$$\text{Kaybedilen Isı miktarı} = Q = 1,25 \text{ kg} * 4186 \text{ (J/kg C)} * (85 - 60 \text{ C}) = 339140 \text{ Joule}$$

$$\text{Soğuma Hızı} = 60,6 \text{ J/sn}$$

$$(\text{Bacanın Hava Emişi durumunda Soğuma Hızı}) / (\text{Bacanın kapalı olduğu durumda soğuma hızı}) * 100 = (273 \text{ J/sn}) / (60,6 \text{ J/sn}) * 100 = 4,5 \text{ kat}$$

- Kazanlarda yanmanın durduğu kısa zaman periyotlarında soğuk hava akışının kesilmesi, kazanın soğumasını 4,5 kat azaltmaktadır.

- **Kazan soğuk hava akışına maruz kalırsa;**

$$(339140 \text{ J}) / (273 \text{ J/sn}) = 1242 \text{ sn} = 20,7 \text{ dk'da } 85 \text{ C'den } 60 \text{ C'ye soğumaktadır.}$$

- **Kazanın soğuk hava ile soğuması engellenirse;**

$$(339140 \text{ J}) / (60,6 \text{ J/sn}) = 5596 \text{ sn} = 93,2 \text{ dk'da } 85 \text{ C'den } 60 \text{ C'ye soğumaktadır.}$$

Sonuç: Soğuma ne kadar geç olursa harcanan yakıt o kadar az kullanılmaktadır ve yakıt ekonomisi sağlanmaktadır.

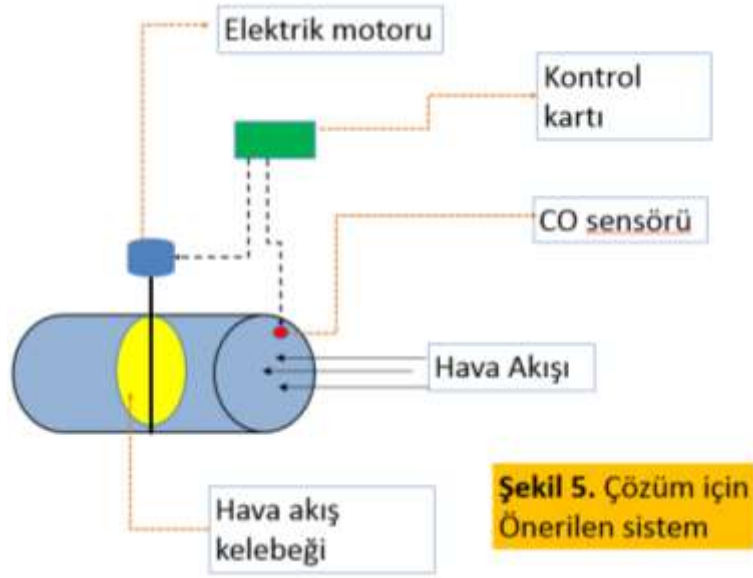
PROJEDE ELDE EDİLEN SONUÇLARA ÖNERİLEN ÇÖZÜMLER

* Kazan hava beslemesi, bir elektrik tahrikli motorla kapatılıp açılan gaz kelebeğine benzer bir kapakla açılıp kapatılmalıdır (Şekil 4-5).

* Ayrıca, kazan dairesi içinde CO ve CO₂ miktarını kontrol eden bir sensör sistemi ve buna bağlı çalışan bir havalandırma sistemi olmalıdır.



Şekil 4. Gaz Kelebeği



KAYNAKLAR

- [1] Kon, O. & Yüksel, B. «Changes Of Properties In Combustion Gases Due Fuel And Combustion Air». Conference: 13 .Uluslararası Yanma Sempozyumu (2015), Bursa / Turkey.
- [2] Kılıç, F.Ç. «Endüstriyel Kazanlarda Enerji Verimliliği ve Emisyon Azalımı Fırsatları». Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, (2017) GU J Sci, Part C, 5(2): 147-158. <http://dergipark.gov.tr/http-gujsc-gazi-edu-tr>
- [3] Speight, James G. PhD, DSc. «Chemistry and Chemical Technology», [Handbook of Industrial Hydrocarbon Processes](#) (2011).
- [4] Arhosazani, A.M., Wan Mohamed, A.N. «Comparison Of Combustion Performance Between Natural Gas And Medium Fuel Oil at Different Firing Settings For Industrial Boiler», Conference: International Conference on Energy and Environment (ICEE) (2006), Malaysia.