

**T.C.
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FIRIN VE SET ÜSTÜ OCAKLARI İÇİN KAPLAMA TASARIMININ
DENEYSEL İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MEHMET AKİF UÇGUN**

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Mehmet Salih CELLEK**

BİNGÖL-2023



T.C.
BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Fırın Ve Set Üstü Ocakları İçin Kaplama Tasarımının Deneysel İncelenmesi

Doç. Dr. Mehmet Salih CELLEK danışmanlığında, Mehmet Akif UÇGUN tarafından hazırlanan bu çalışma 10/02/2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Makine Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak **oybirliği (3/3)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prf. Dr. Cengiz ÖNER

İmza :

Üye : Doç. Dr. Mehmet Salih CELLEK

İmza :

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Üsame DEMİR

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulunun// tarih ve/
nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Zafer ŞİAR
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖNSÖZ

Öncelikle bilimsel çalışmam boyunca ve tez çalışmamın tamamlanabilmesi için bilgi birikiminden yararlandığım desteğini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Mehmet Salih CELLEK’e teşekkür ederim. Tez çalışmasına desteklerinden dolayı Bingöl Üniversitesi Rektörlüğüne, Bingöl Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığına ve çalışmalarım esnasında gerekli kaplama imalatlarında yardımlarından dolayı BNG Klima ve Havalandırma’ya teşekkür ederim.

Bilimsel çalışma esnasında yaptıkları yönlendirmeler ve katkılarından dolayı değerli hocalarım, Dr. Öğr. Üyesi Zeynep DUMANOĞLU ve Dr. Öğr. Görevlisi Serhat ŞAP’a teşekkürlerimi sunuyorum.

Hayatımın her alanında üzerimde büyük emekleri olan, hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan ve dualarıyla her zaman yanımda olan anneme ve babama, gösterdiği sabır, fedakârlık ve çabalarından dolayı eşime, çocuklarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Mehmet Akif UÇGUN
Bingöl 2023

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	ix
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Doğal Gaz.....	1
1.2. Doğal Kullanım Alanları.....	3
1.3. Türkiye’de Doğal Gaz Kullanımı.....	5
1.4. Doğal Gaz Yanması.....	5
1.5. Yanma Hesabı.....	6
2. ISI TRANSFERİ.....	12
2.1. İletim (Kondüksiyon).....	13
2.2. Taşınım (Konveksiyon).....	16
2.2.1. Doğal Taşınım	16
2.2.2. Zorlanmış Taşınım	17
2.2.3. Newton Soğuma Kanunu	17
2.3. Işınım (Radyasyon).....	18
2.3.1. Siyah Cisim Işınımı.....	21
2.3.2. Gri Cisim Işınımı.....	21
2.4. Gri Yüzeylerde Işınım İle Isı Geçişi	23
2.4.1. Bir Yüzeye Net Işınım Yöntemi	23
2.5. Gazlı Ocaklar	25
3. TEORİK HESAPLAMA.....	27
3.1. Enerji Dengesi	27
3.2. Sürekli Akış Sistemleri İçin Enerji Dengesi.....	28
3.3. Normal Ocak İçin Isı Hesabı.....	29

3.4. Kaplamalı Ocak İçin Isı Hesabı.....	31
4. METARYAL VE YÖNTEM.....	34
4.1. Deney Tesisatı	34
4.2. Test Düzenegi	34
4.2.1. Deney Tesisat Ekipmanları	35
4.3. Deneyin Yapılması	37
4.3.1. Kaplamaların Çaplarına Göre Gruplandırılması.....	37
4.3.2. Kaplamaların Alt Ayak Kalınlıklarına Göre Gruplandırılması.....	42
4.3.3. Kaplamaların Yüksekliklerine Göre Gruplandırılması	45
4.3.4. Yakıt Tüketimi Ve Maliyetinin Hesaplanması.....	56
4.4. Kaplama Verilerinin Grafikselsel Olarak İncelenmesi	60
4.4.1. Kaplamaların Çaplarına Göre İncelenmesi.....	60
4.4.2. Kaplamaların Alt Ayak Kalınlıklarına Göre İncelenmesi.....	62
4.4.3. Kaplamaların Yüksekliklerine Göre İncelenmesi.....	63
4.4.4. Su Miktarlarına Göre İncelenmesi.....	65
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	72
KAYNAKLAR.....	76
ÖZGEÇMİŞ.....	78

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

CFD	: Computational fluid dynamics (Sayısal akışkanlar dinamiği)
CO	: Karbon monoksit
CO ₂	: Transfer birim sayısı
HFK	: Hava fazlalık katsayısı
kW	: Kilo watt
NO _x	: Azot oksitler
NTU	: Transfer birim sayısı
TSE	: Türk standartlar enstitüsü
LCV	: Doğalgaz alt ısı değeri
A	: Alan (m ²)
C _v	: Özgül ısı (J/kg.K)
C _p	: Özgül ısı (J/kg.K)
E	: Işınım akısı (W/m ²)
E _s	: Siyah cisim ışıınım akısı (W/m ²)
F	: Şekil faktörü
G	: Gelen ışıınım akısı (W/m ²)
H	: Isı taşıınım katsayısı (W/m ² K)
I	: Işınım şiddeti (W/m ² sr)
J	: Giden ışıınım akısı (W/m ²)
k	: Isı iletim katsayısı (W/mK)
L	: Uzunluk (mm)
m	: Kütle (kg)
m	: Kütleli debi (kg/s)

Q	: Isı miktarı, Isıl kapasite (W)
$Q_{\text{atık}}$	: Atık ısı miktarı (W)
R_e	: Elektrik direnci
R_g	: Gaz ışıınım direnci
R_i	: Isıl iletim direnci (K/W)
R_t	: Isıl taşıınım direnci ($\text{m}^2\text{K/W}$)
r	: Yarı çap (mm)
T	: Sıcaklık (K)
$T_{\text{ç}}$	: Çevre sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)
T_x	: Logaritmik sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)
t	: Zaman (sn)
U	: İç enerji (kJ)
V	: Hacim (m^3)
v	: Özgöl hacim (m^3/kg)
α	: Yutma katsayısı
β	: Isıl genleşme katsayısı (K^{-1})
ε	: Yayma katsayısı
λ	: Dalga boyu (μm)
σ	: Stefan-Boltzmann katsayısı
q	: Isı akısı (W/m^2)
ρ	: Özgöl kütle (kg/m^3)

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. 2021 yılı sektörlerin doğalgaz tüketim payı.....	3
Şekil 1.2. 2020 yılı sektörlerin doğalgaz tüketim payı.....	3
Şekil 1.3. 2011-2021 yılları arasında konutlarda doğalgaz tüketim (milyar m ³) değişimi .	4
Şekil 1.4. Set üstü ocakta doğalgaz yanması.....	6
Şekil 2.1. Isı transfer mekanizmaları.....	13
Şekil 2.2. Isı İletim mekanizmaları	14
Şekil 2.3. İletimle bir boyutlu ısı iletimi	14
Şekil 2.4. Isı taşınım mekanizmaları	16
Şekil 2.5. Doğal taşınım	17
Şekil 2.6. Zorlanmış taşınım	17
Şekil 2.7. Isıl ışıınım	18
Şekil 2.8. Elektromanyetik ışıınım spektrumu	19
Şekil 2.9. Işıınım	20
Şekil 2.10. Gri Yüzeydekiışıınım enerjileri dengesi	24
Şekil 2.11. Ev tipi set üstü gazlı ocağı oluşturan kısımlar	26
Şekil 3.1. Alev yanma sıcaklığı (Termal kamera).....	29
Şekil 3.2. Normal ocak tencere alt taban ve iç taba sıcaklıkları. (Termal kamera).....	30
Şekil 3.3. Kaplamalı ocak tencere alt taban ve iç taba sıcaklıkları. (Termal kamera)	32
Şekil 4.1. Ocak deney düzeneği genel görünüşü.....	34
Şekil 4.2. Set üstü ocak ve ölçüleri	35
Şekil 4.3. Bek takımı	35
Şekil 4.4. Tasarım Kaplamalar	36

Şekil 4.5. Tencere.....	36
Şekil 4.6. Dijital termometre	37
Şekil 4.7. Termal kamera	37
Şekil 4.8. Normal ocak ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri	38
Şekil 4.9. Ø165 x 50 mm kaplama ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri	39
Şekil 4.10. Ø162 x 50 mm kaplama ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri	40
Şekil 4.11. Ø150 x 50 mm kaplama ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri	41
Şekil 4.12. Ø132 x 50 mm kaplama ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri	42
Şekil 4.13. Ø162 x 50 x 8 mm kaplama ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri	43
Şekil 4.14. Ø162 x 50 x 12 mm kaplama ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri ..	44
Şekil 4.15. Ø162 x 50 x 16 mm kaplama ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri ..	45
Şekil 4.16. Ø162 x 45 x 12 mm kaplama ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri ..	46
Şekil 4.17. Ø162 x 50 x 12 mm kaplama ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri ..	47
Şekil 4.18. Ø162 x 55 x 12 mm kaplama ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri ..	48
Şekil 4.19. Ø162 x 60 x 12 mm kaplama ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri ..	49
Şekil 4.20. 2 Litre için normal ocak ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri	51
Şekil 4.21. 2 Litre için kaplamalı ocak ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri	52
Şekil 4.22. 3 Litre için normal ocak ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri	53
Şekil 4.23. 3 Litre için kaplamalı ocak ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri	54
Şekil 4.24. 4 Litre için normal ocak ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri	55
Şekil 4.25. 4 Litre için kaplamalı ocak ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri	56
Şekil 4.26. Doğalgaz 1 dakikada tüketim miktarı	56
Şekil 4.27. Normal ocak ve kaplamalı ocak su miktarına göre gaz tüketimi	58
Şekil 4.28. Günde bir saat çalışan kaplamalıocakta kazanılan enerji tasarrufu	60
Şekil 4.29. Farklı tip kaplama çapları ve normal ocak için su sıcaklığı süreleri	60

Şekil 4.30. Normal ocak ve farklı çaplardaki kaplamaların gaz tüketim miktarları	61
Şekil 4.31. Normal ocak ve farklı çaplardaki kaplamaların maliyeti.....	61
Şekil 4.32. Ayaklarının kalınlıkları farklı tip kaplamalar için su sıcaklığı süreleri	62
Şekil 4.33. Ayak kalınlıkları farklı kaplamaların gaz tüketim miktarları	62
Şekil 4.34. Ayak kalınlıkları farklı kaplamaların maliyeti.....	63
Şekil 4.35. Yükseklikleri farklı tip kaplamalar için su sıcaklığı süreleri	63
Şekil 4.36. Yükseklikleri farklı kaplamaların gaz tüketim miktarları.....	64
Şekil 4.37. Yükseklikleri farklı kaplamaların maliyeti	64
Şekil 4.38. Normal ocak ve verimli kaplamaların gaz tüketim miktarları ve maliyeti	65
Şekil 4.39. Su miktarları farklı normal ocak için su sıcaklığı süreleri.....	65
Şekil 4.40. 1litre su için normal ocak termal kamera resimleri	66
Şekil 4.41. 2litre su için normal ocak termal kamera resimleri	66
Şekil 4.42. 3 litre su için normal ocak termal kamera resimleri	67
Şekil 4.43. 4 litre su için normal ocak termal kamera resimleri	67
Şekil 4.44. Su miktarları farklı kaplamalı ocak için su sıcaklığı süreleri	68
Şekil 4.45. 1 litre su için kaplamalı ocak termal kamera resimleri	68
Şekil 4.46. 2 litre su için kaplamalı ocak termal kamera resimleri	69
Şekil 4.47. 3 litre su için kaplamalı ocak termal kamera resimleri	69
Şekil 4.48. 4 litre su için kaplamalı ocak termal kamera resimleri	70
Şekil 4.49. Su miktarları farklı kaplamalı ve normal ocak için su sıcaklığı süreleri	70
Şekil 4.50. Kaplamalı ve normal ocak için aylık bazda su sıcaklığı süreleri.....	71

TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 1.1. Gaz yakacakların bileşenleri (Hacimce % olarak).....	2
Tablo 1.2. 2021 yılı ay bazlı konutlarda doğalgaz tüketimi (milyar m ³)	4
Tablo 1.3. Doğalgaz özellikleri.....	6
Tablo 1.4. Doğalgaz yakıtını oluşturan bileşenlerin molekül ağırlıkları	10
Tablo 2.1. Isıyı en iyi iletin bazı metallerin 25°C’ de ki ısı iletim katsayıları	15
Tablo 2.2. Çeşitli maddelerin ısı iletim kat sayıları mertebesi.....	15
Tablo 2.3. Tekstilde kullanılan bazı maddelerin ısı iletim kat sayıları	15
Tablo 2.4. Bazı akışkanlar için ısı ışıınım kat sayıları ortalama değerleri	18
Tablo 2.5. Bazı malzemelerin ışıınım yayma kat sayıları	22
Tablo 4.1. Farklı tip kaplama çapları ve normal ocak için su sıcaklığı süreleri	38
Tablo 4.2. Alt ayak kalınlıkları farklı tip kaplamalar için su sıcaklığı süreleri	43
Tablo 4.3. Yükseklikleri farklı tip kaplamalar için su sıcaklığı süreleri	46
Tablo 4.4. Kaplamalı ve normal ocak için farklı miktardaki suların sıcaklık süreleri.....	50
Tablo 4.5. Doğugaz konut abone sayıları.....	57
Tablo 4.6. Dört kişilik bir ailenin gaz tüketim maliyet kazancı.....	59

FIRIN VE SET ÜSTÜ OCAKLARI İÇİN KAPLAMA TASARIMININ DENEYSEL İNCELENMESİ

ÖZET

Bu tez çalışmasında doğalgaz kullanılan mutfak tipi bir ocakta yanma ile ortaya çıkan ısı enerjisinin ısıtma sırasında çevreye yaydığı ışıyım enerjisinin geri kazanımı hedeflenmiştir. Bu amaçla yanma gazları ve yanma havası geçirgenliği farklı olan 9 farklı saç kaplama tasarlanmıştır. Sıcak suyun kaynamaya başlama süresi referans alınarak, kaplamasız ve kaplamalar kullanılarak ocak üzerinde deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Yapılan deneysel çalışmalar neticesinde kaplama kullanılması durumunda suyun kaynama süresi düşürülmüş, nihayetinde en iyi ısı geri kazanımı veren kaplama tasarımı tespit edilmiştir. Elde edilen kaplama ile 1, 2, 3 ve 4 litre su için kaynama süreleri, yakıt tüketimleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak kaplama kullanılması ile atık ısıyın geri kazanılması sayesinde suyun kaynama süresi ve dolayısıyla yakıt tüketimi düşürülmüştür. Yapılan deneysel çalışmalar neticesinde en iyi tasarıma sahip kaplamanın yakıt tüketimi %9 düşürdüğü görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Doğalgaz, enerji verimliliği, set üstü ocak, kaplama.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF COATING DESIGN FOR OVENS AND COOKERS

ABSTRACT

In this thesis, it is aimed to recover the radiative energy emitted to the environment during heating by the heat energy generated by combustion in a kitchen type stove using natural gas. For this purpose, 9 different sheet metal coatings with different permeability to combustion gases and combustion air were designed. Experimental studies were carried out on the stove using uncoated and coatings, taking the boiling time of hot water as a reference. As a result of the experimental studies, the boiling time of the water was reduced in the case of using a coating, and finally, the coating design that gave the best heat recovery was determined. Boiling times and fuel consumptions for 1, 2, 3 and 4 liters of water with the obtained coating were compared. As a result, the boiling time of the water and thus the fuel consumption have been reduced thanks to the recovery of waste heat by using the coating. As a result of the experimental studies, it was seen that the coating with the best design reduced fuel consumption by 9%.

Keywords: Natural gas, energy efficiency, stovetop, coating.

1. GİRİŞ

Bu çalışmada; evlerde ve sanayi tipi mutfaklarda kullanılan gazlı ocakların ısıma yoluyla çevreye yaydıkları ısı enerjisini toplayarak sisteme verecek olan bir kaplama tasarlanacaktır. Nihai tasarımın imalatı yapılacak olup, deneysel çalışma ile kaplamanın performansı mevcut ocak bekleriyle karşılaştırılacaktır.

Ülkelerde gelişmişliğin bir göstergesi enerji tüketimi olarak alınabilir. Enerji insanların rahat bir yaşam sürmeleri için gereklidir. Dünyadaki enerji talebinin artmasından dolayı fosil yakıtların rezervleri azalmaktadır. Günümüzde enerji ihtiyacı hala fosil yakıtlar ile karşılanmaktadır. Yaşanabilir bir çevre ortamı için başta CO₂ olmak üzere bütün yanma ürünü emisyonlarının azaltılması için de fosil yakıt tüketiminin en aza indirilmesi gerekmektedir. Ülkemiz kendi enerji ihtiyacını karşılayamaması nedeniyle enerji ithal etmektedir. Ülkemizde enerji tüketimi öncelik olarak sanayi tüketiminden gelmekte ve daha sonrada evsel tüketim gelmektedir. Enerjinin sınırlı ve pahalı olması nedeniyle verimli kullanılması gerekmektedir. Bundan dolayı, ülkenin ekonomisi için enerjinin verimli kullanılması ve tasarrufu için insanların teşvik edilmesi yönünde yeniden düzenlenmelere ihtiyaç vardır.

Modern dünyamızda mutfakta fazla vakit kaybetmemek için teknolojik yemek pişirme cihazları geliştirilmiştir. Set üstü ocaklarda alevle veya elektrikle pişirme olayı gerçekleşmektedir.

1.1. Doğal Gaz

Doğal gaz, yeraltında kayaların boşluklarına sıkışmış olarak ya da petrol yataklarında gaz halinde bulunur. Doğal gaz bazı maddelerin gaz halindeki karışımından meydana gelmektedir. Bu karışım maddeleri parafin, karbon, hidrojen karışımlarıdır. Doğal gaz kokusuz ve renksiz bir gazdır. Doğal gaz kaçaklarının anlaşılabilmesi için gaz içerisine sülfür bileşeni eklenerek çürük yumurta gibi kokması sağlanır (Dağsöz, 1997).

Doğal gazın yanma işlemi kolaydır ve tam yanma gerçekleşir. Diğer fosil yakıtlar gibi duman, is ve kül oluşturmaz. Yanma verimliliği en yüksek olan yakıttır. Bu özelliği kullanım kolaylığı ve ekonomi sağlar. Doğal gaz bileşenleri içerisinde karbon içeriğinin düşük olması nedeniyle atmosfere salgılanan karbondioksit gazı emisyonu diğer fosil yakıtlara göre daha az oranda olması sebebiyle sera etkisi oluşumu ve insan sağlığına etkisi daha azdır (Anonim c, 2022).

Doğal gaz zehirsizdir fakat ortamda çok fazla birikmiş ise oksijen azlığından dolayı boğulma tehlikesine sebep olur. Havadan daha hafif olduğundan gaz kaçakları hava ile karışmadan önce yükseklerde toplanır toplanan bu gazlar havalandırma bacalarından kolaylıkla dışarı atılabilirler. Doğal gazın ısı değeri 35916 kJ/m^3 , yoğunluğu 0.76 kg/m^3 'dür. Bilindiği gibi yüksek fırın, jeneratör, kok hane ve hava gazları da benzer bileşimdedir. Tablo1.1'de yakacak olarak kullanılan muhtelif gazların bileşimleri verilmiştir. Tablodan da görüleceği üzere, doğal gazın ana bileşeni metan olup, etan, propan, bütan, CO_2 ve N_2 da bulunmaktadır. Tabloda doğalgaz, L (Low-Düşük) ve H (High-Yüksek) olarak üzere iki tip olarak verilmiştir.

Tablo 1.1. Gaz yakacakların bileşenleri (Hacimce % olarak) (Aydın, 2005)

	H_2	CO	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_nH_m	CO_2	N_2	O_2
Yüksek Fırın	4,1	21,4	-	-	-	-	-	22,0	52,5	-
Jeneratör	12,0	28,0	0,5	-	-	-	-	5,0	54,5	-
Hava gazı	51,0	18,0	19,0	-	-	-	2,0	4,0	6,0	-
Kokhane gazı	54,5	5,5	25,3	-	-	-	2,3	2,3	9,6	0,5
Doğal gaz L	-	-	81,8	2,8	0,4	0,2	-	0,8	14,0	-
Doğal gaz H	-	-	93,0	3,0	1,3	0,6	-	1,0	1,1	-

Doğal gaz H tipi “petrol gazı” olarak da adlandırılır ve petrolün açığa çıkan CH_4 yüzdesi doğal gaz L'ye nazaran daha fazladır. Petrol yatağında veya petrol içerisinde gaz halinde Doğal gaz H bulunur.

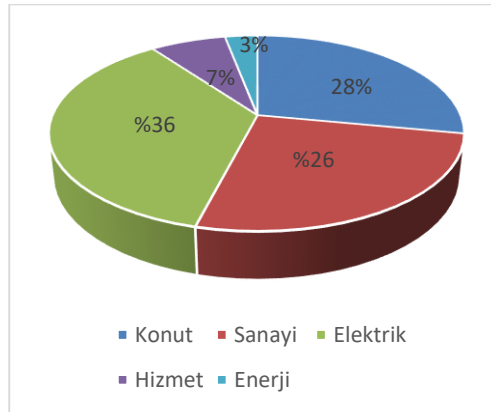
Doğal gaz bünyesinde hacimsel olarak %20 oranına kadar H_2S de bulunur. İçeriğinde bulunan H_2S miktarına göre adlandırılırlar. %1'den az olanlar fakir gaz, %1'den fazla olanlar asidik gaz olarak gruplandırılır. Bazı doğal gaz yataklarında ise su buharı bulunur.

Soğutma devresi yoluyla soğutma veya genleşme soğutması yapılarak su buharı doğal gazdan ayrıştır (Dağsöz, 1997).

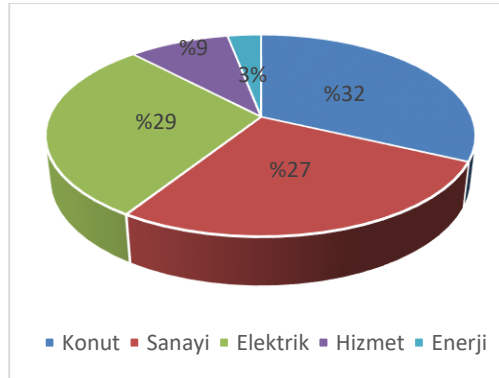
1.2. Doğal Gaz Kullanım Alanları

Doğal gaz, konutlarda ısıtma ve soğutma, sıcak su elde etme pişirme amaçlı kullanılır. Isıtma sistemleri ortak olan binalarda dairelere sıcak su ve pişirme amacıyla ayrı bir kolon hattı ile doğalgaz verilebilir.

Sanayide ise üretim amaçlı olarak kullanılır. Doğal gaz büyük sanayi kuruluşlarında önemli bir enerji kaynağıdır. Ülkemizde elektrik üretiminin büyük bir kısmı da doğal gazla çalışan santrallerde üretilir.

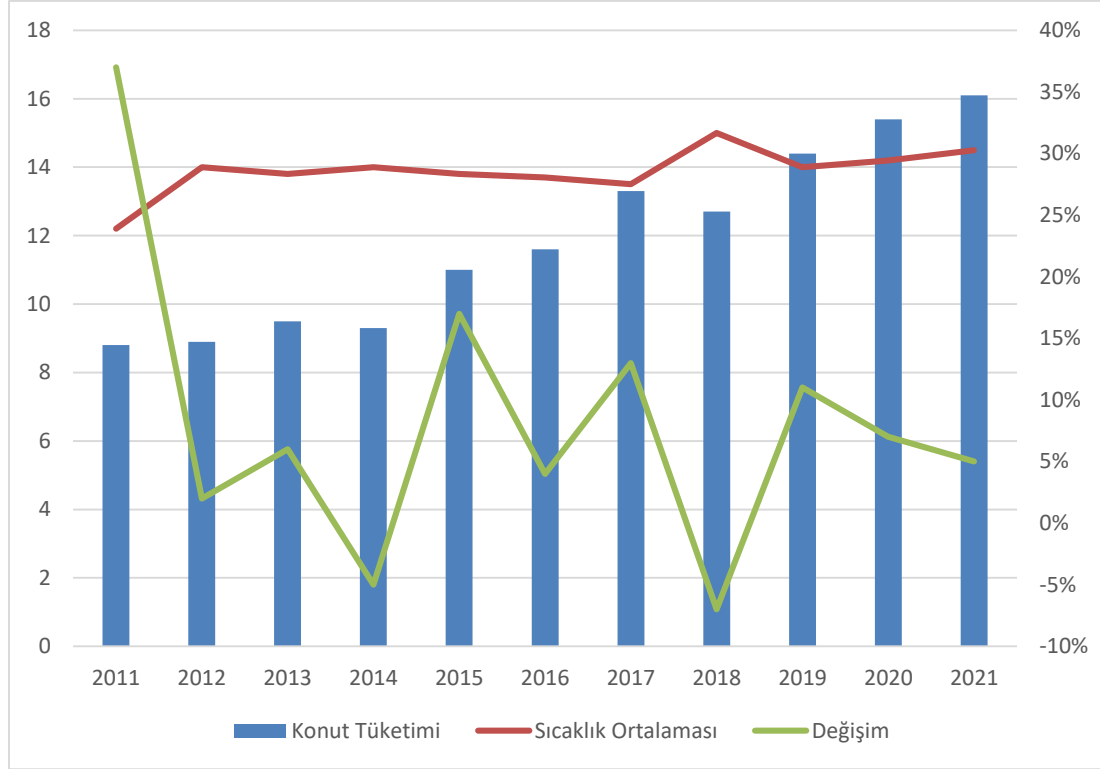


Şekil 1.1. 2021 yılı sektörlerin doğalgaz tüketiminin payı (Anonim d, 2022)



Şekil 1.2. 2020 yılı sektörlerin doğalgaz tüketiminin payı (Anonim d, 2022)

2021 yılında konutlarda doğal gaz tüketimi 2020 yılına kıyasla %4 artarak 16,1 milyar m³ olmuştur. 2010-2021 yılları arasında 2014 ve 2018 yılları hariç konutlarda doğal gaz tüketimi artmıştır. 2015-2021 yılları arasında doğalgaz tüketimi yıllık ortalama 1 milyar m³ artmıştır (Anonim e, 2022)



Şekil 1.3. 2011-2021 yılları arasında konutlarda doğal gaz tüketim (milyar m³), değişimi (Anonim d, 2022)

Tablo 1.2. 2021 yılı ay bazlı konutlarda doğalgaz tüketim (milyar m³) (Anonim d, 2021)

	2020	2021	Değişim
Ocak	2,98	2,72	%-9
Şubat	2,78	2,69	%-3
Mart	2,20	2,83	%29
Nisan	1,68	1,92	%14
Mayıs	0,83	0,73	%-12
Haziran	0,38	0,36	%-5
Temmuz	0,23	0,24	%4
Ağustos	0,27	0,31	%15
Eylül	0,25	0,30	%20
Ekim	0,39	0,50	%28
Kasım	1,15	1,25	%9
Aralık	2,30	2,25	%-2
TOPLAM	15,44	16,10	%4

1.3. Türkiye’de Doğal Gaz Kullanımı

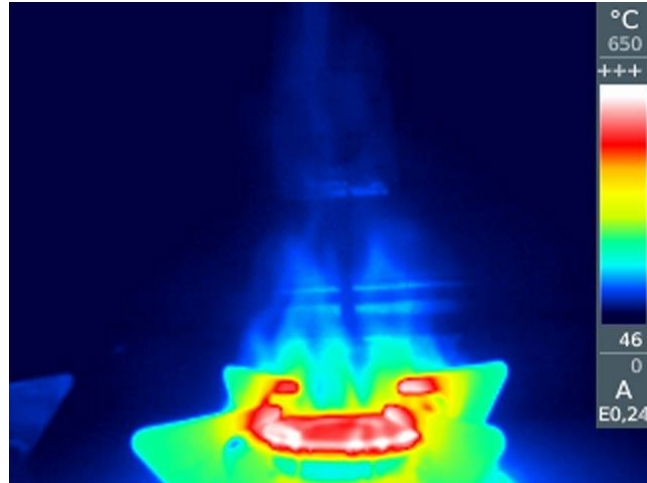
Ülkemizde doğal gaz ilk kez Hamitabat’ta ki Trakya kombine çevrim santralinde elektrik üretmek amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. İlk doğal gaz ithalatı Sovyetler Birliği ile yılda 6 milyar m³ gaz almak üzere imzalanan anlaşma ile 1987’de başlamıştır.

Türkiye 1990’lardaki yapılan antlaşmalar ile doğalgaz enerjisine yönelmiştir. Doğal gaz ısıtmanın yanında elektrik üretiminde kullanımı artmıştır. Doğalgazla çalışan elektrik üretim santrallerin üretimindeki payı %50’ye yaklaşmıştır ve hızla artmaktadır. Türkiye de 180 milyar kilovat saat yıllık elektrik üretilmektedir. Dışa bağımlılığı azaltmak için Türkiye yer altı kaynaklarındaki doğal gazı kullanılabilir hale getirmelidir. 2005 yılında dünyada toplam doğalgaz üretiminin 26 milyar 572 milyon metreküplük doğalgaz ithalatıyla Türkiye doğalgaza dışa bağımlı ülkeler içerisinde dokuzuncu sırada yer almıştır (Uğurluoğlu, 2007).

1.4. Doğal Gaz Yanması

Yanıcı bir maddenin oksijenle tepkimeye girerek ışık ve ısı yaydığı kimyasal sürece yanma denir (anonim e, 2022). Başka bir ifadeyle yakıtın, oksijen ile birleşmesiyle ısı açığa çıkaran kimyasal reaksiyona denilmektedir (Uğurluoğlu, 2007). Gazlar katı ve sıvılardaki gibi gazlaşma ya gerek yoktur. Gazların yanabilmesi için hava ile belirli bir oranda karışım halinde bulunmaları gerekir. Tam yanma sonucunda yanmış gazlar içerisinde yanıcı bileşenler bulunmamaktadır (anonim e, 2022).

Doğal gazın tam yanma sonucunda, su buharı (H₂O) ve karbondioksit (CO₂) açığa çıkar. Bunlarla birlikte doğal gazın yanması sonucunda karbonmonoksit ve azotoksit oluşan emisyonları oluşur. Düşük seviyede de karbon monoksit oluşumu unutulmamalıdır. Yüksek ocak sıcaklıklarından azot oksit oluşmaktadır. Bu çalışmada esas mantık set üstü ocaklarda yanma esnasında çevreye ışınlama yayılan ısıyı azaltmaktır. Işınımı azaltarak pişirme kabına iletilen ısı enerjisini arttırmak hedeflenmiştir (Uğurluoğlu, 2007).



Şekil 1.4. Set üstü ocakta doğalgaz yanmasını temsil eden termal kamera görüntüsü.

1.5. Yanma Hesabı

Doğal gaz yanması iki şekilde meydana gelmektedir. Bunlar ön karışımli ya da ön karışimsız şekilde meydana gelir. Ön karışımli yanmada yakıt ve yakıcı bileşen, moleküler seviyede karıştırılır. Ön karışimsız alevde ise bileşenler başlangıçta ayrırırlar (Turns, 2000).

Yanma hızını ve difüzyon alevlerin yanma olayını da karakterize etmek için genelde deneylerde laminar ön karışımli alevler kullanılır (Alemlı, 1998).

DOĞUGAZ tarafından açıklanan doğal gaz bileşenleri aşağıda ki tabloda verilmiştir. Bu özelliklere sahip doğal gaz kullanılarak deneyler yapılmıştır.

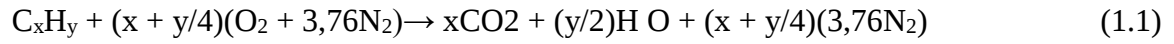
Tablo 1.3. Doğal gaz özellikleri (Anonim c, 2022)

BİLEŞEN	MOL KESRİ	% DAĞILIMI
Metan	%85	%81,25
Etan	%9	%8,60
Propan	%1,8	%1,72
Bütan	%1,7	%1,63
Pentan	%0,8	%0,76

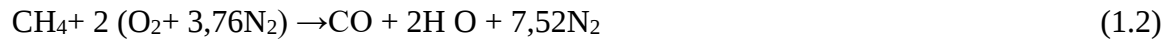
Tablo 1.3. (Devam): Doğal gaz özellikleri (Anonim c, 2022)

Oksijen	%0,42	%0,40
Karbondioksit	%1,5	%1,43
Azot	%4,38	%4,21
Kükürt	%0	%0
TOPLAM	104,6	100

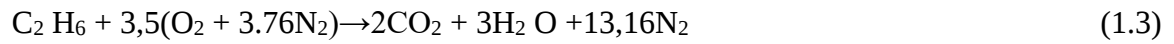
Doğal gaz bileşenlerinin tam yanması halinde yanma reaksiyonu aşağıdaki gibi yazılır (Uğurluoğlu, 2007).



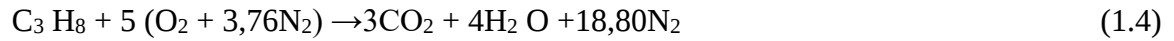
Metan için;



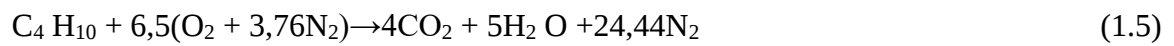
Etan için;



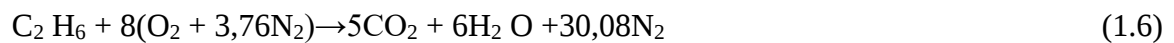
Propan için;



Bütan için;



Pentan için;



Doğal gaz bileşenlerinin tepkimelerini yüzde dağılımlarına göre düzenlersek:

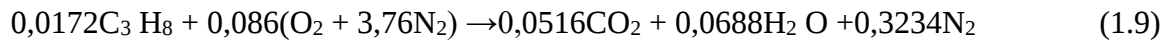
%81,25 Metan için;



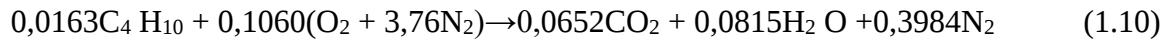
%8,60 Etan için;



%1,72 Propan için;



%1,63 Bütan için;



%0,76 Pentan için;



Gerekli O_2 miktarı şu şekilde bulunabilir:

$$\left[\begin{array}{c} \text{Bileşenlerin yanması} \\ \text{için gerekli } \text{O}_2 \text{ miktarı} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{Yakıt içindeki} \\ \text{O}_2 \text{ miktarı} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Gerekli} \\ \text{O}_2 \text{ miktarı} \end{array} \right] \quad (1.12)$$

$$1,625 + 0,301 + 0,086 + 0,1060 + 0,0608 - 0,004 = 2,175 \text{ Nm}^3\text{hava/Nm}^3\text{gaz} \quad (1.13)$$

O_2 miktarı ve birim havadaki O_2 miktarı hesaba katılarak aşağıda ki teorik yakma havası değerine ulaşılmıştır:

$$\text{Teorik yakma havası} = v_{\text{ho}} = \frac{100}{21} [2,175] = 10,372 \text{ Nm}^3\text{hava/Nm}^3\text{gaz} \quad (1.14)$$

Gerçek hava miktarı, teorik yakma havası hava fazlalık katsayısı λ ile çarpılarak bulunabilmektedir. Teorik duman miktarı bulunurken ise yanma denklemlerinin çıkanlar tarafındaki CO_2 , H_2O , N_2 , SO_2 gazlarının toplamaları hesaplanır.

Teorik özgül duman:

$$v_{g0} = (\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{N}_2 + \text{SO}_2)_{\text{miktar}} \quad (1.15)$$

$$v_{g0} = 1,1395 + 2,0789 + 8,2341 + 0,065 = 11,455 \text{ Nm}^3\text{hava/Nm}^3\text{gaz} \quad (1.16)$$

Gerçek duman miktarı ise

$$V_g = V_{g0} + (\lambda - 1) V_{h0} \quad (1.17)$$

Denklemi kullanılarak bulunabilir (Uğurluoğlu, 2007).

Yakıtın alt ısı değeri hesabı:

$$H_u = (0,8125 \times 8560) + (0,0860 \times 15370) + (0,0172 \times 21800) + (0,0163 \times 28354) + (0,0076 \times 34899) = 9331 \text{ kcal/Nm}^3$$

Yakıtın kapalı formülünün bulunması:

Yakıttaki bütün karbon (C) ve hidrojen (H) atomlarının hesaplanması ile bulunur (Aydın, 2005)

$$\text{C} : 0,8125 \times 1 (\text{CH}_4) + 0,0860 \times 2 (\text{C}_2\text{H}_6) + 0,0172 \times 3 (\text{C}_3\text{H}_8) + 0,0163 \times 4 (\text{C}_4\text{H}_{10}) + 0,0076 \times 5 (\text{C}_5\text{H}_{12}) = 1,139$$

$$\text{H} : 0,8125 \times 4 (\text{CH}_4) + 0,0860 \times 6 (\text{C}_2\text{H}_6) + 0,0172 \times 8 (\text{C}_3\text{H}_8) + 0,0163 \times 10 (\text{C}_4\text{H}_{10}) + 0,0076 \times 12 (\text{C}_5\text{H}_{12}) = 4,158$$

$C_{1,1257}H_{3,969}$ elde edilir. Bu durumda kullanılan doğal gaz bileşiminin metan (CH_4) yakıtına çok yakın olduğu görülmektedir.

Bileşenlerin molekül ağırlıkları Tablo 1.4’de verilmiştir.

Tablo 1.4. Doğal gaz yakıtını oluşturan bileşenlerin molekül ağırlıkları (Aydın, 2005)

BİLEŞEN	MA (kg/kmol)
CH_4	16
C_2H_6	30
C_3H_8	44
C_4H_{10}	58
C_5H_{12}	72
CO_2	44
O_2	32
N_2	28
S	32
SO_2	64
H_2O	18

$$\begin{aligned}
 MA_{yakıt} &= \sum n_i MA_i = (0,8125 \times 16) + (0,0860 \times 30) + (0,0172 \times 44) + (0,0163 \times 58) \\
 &\quad + (0,0076 \times 72) + (0,0143 \times 44) + (0,0040 \times 32) + (0,0419 \times 28) \\
 &= 19,76 \text{ kg/kmol}
 \end{aligned}$$

$$\text{Molar toplamı; } n_i = 1,1395CO_2 + 2,0789H_2O + 8,2341N_2 = 11,455 \text{ kmol}$$

Mol oranları;

$$n_{CO_2} = \frac{1,1395}{11,455} = 0,10$$

$$n_{H_2O} = \frac{2,0789}{11,455} = 0,18$$

$$n_{N_2} = \frac{8,2341}{11,455} = 0,72$$

$$MA_{\text{ürünler}} = (0,10 \times 44) + (0,18 \times 18) + (0,72 \times 28) = 27,8 \text{ kg/kmol}$$

Yakıttaki azot miktarı (kütle kesri) ;

$$m_{N_2} = \frac{n_{N_2} MA_{N_2}}{MA_{YAKIT}} = \frac{0,0419 \times 28}{19,76} = 0,059$$

2. ISI TRANSFERİ

Isı geçişi sıcaklık farkından dolayı, sistem ve çevresi ya da maddeler arasında meydana gelen enerji akışını araştıran bir bilim dalıdır. Madde alış verişi olmaksızın sadece sıcaklık farkından dolayı meydana gelen bu enerji akışına ısı geçişi veya ısı transferi denir. Isı alış verişinin nasıl ne şekilde ve hızda gerçekleştiğini inceleyen bilim dalı Isı Transferi bilim dalıdır (Halıcı, 2016). Enerjinin ısı olarak transferi, her zaman yüksek sıcaklıktaki bir ortamdan düşük sıcaklıktaki ortama doğrudur ve iki ortam aynı sıcaklığa eşitlendiğinde ısı transferi durur (engel, 2012).

Isı transferi konularını incelerken esas olarak aşağıda belirtilen dört temel prensipten yararlanılır (Uysal, 2019).

- i. Kütle korunumu
- ii. Newton'un ikinci yasası (Hareket yasası),

$$F = m \cdot a \quad (2.1)$$
- iii. Termodinamiğin birinci yasası (Enerji korunumu), Evrenin enerjisi sabittir. Bir sistem için :

$$\Delta E = Q - W \quad (2.2)$$

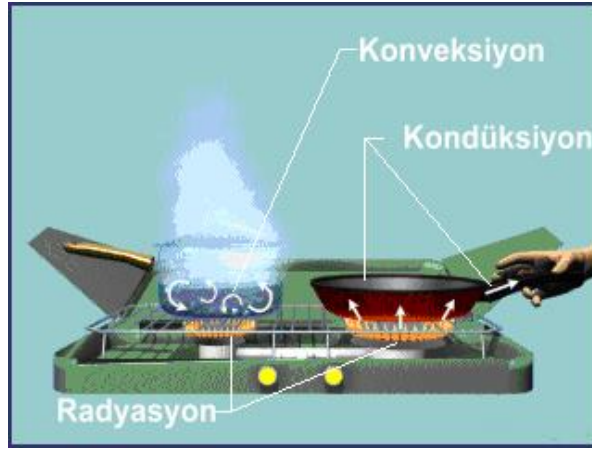
ΔE : Toplam enerjideki değişim,
 $\Delta E = \text{Kinetik enerji} + \text{Potansiyel enerji} + \text{İç enerji}$
 Q : Sisteme eklenen ısı
 W : Sistem tarafından yapılan iř
- iv. Termodinamiğin ikinci yasası

Mühendislikte daha yaygın uygulama alanları bulunan ısı transferi, bu uygulamalar içerisinde bazıları daha çok ön plana çıkmaktadır. Bu uygulamaların bazıları aşağıda sunulmuştur (Yeşilata, 2007).

Buhar kazanları, nükleer reaktörler, türbinler, yoğuşturucular, pompalar, kompresörler, ısı değiştirgeçleri, tasarım hesapları. Gaz türbinleri, içten yanmalı motorlar ve jet motorlarının dizaynı, yanma ve soğutma işlemlerinin analizi(Uysal, 2019).

Isı transferi mekanizmaları üç tanedir (Uysal, 2019).

- İletim (Kondüksiyon)
- Taşınım (Konveksiyon)
- Işınım (Radyasyon)

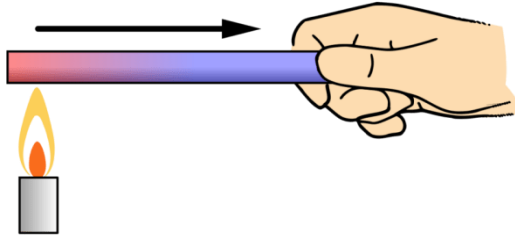


Şekil 2.1. Isı transfer mekanizmaları (www.mgm.gov.tr, 2022)

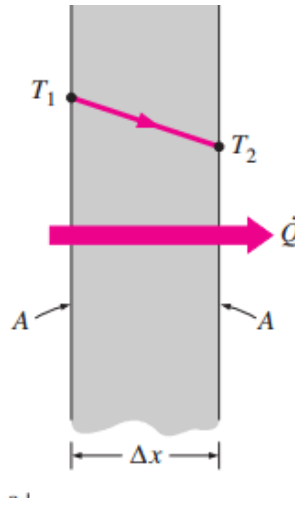
2.1. İletim (Kondüksiyon)

İletim, yüksek sıcaklıkta ki bir maddenin bitişiklerindeki daha düşük sıcaklıkta ki bir maddeye ısı aktarılmasıdır (Çengel, 2012). Başka deyişle, iki cisim arasında herhangi bir hareketli olmadan ısı enerjisinin serbest elektron hareketiyle bir molekülden diğerine etkileşimler sonucu geçmesiyle meydana gelen ısı geçişine denir (Halıcı, 2016).

Isı geçişi denklemleri, birim zamanda aktarılan enerji miktarını hesaplamak için kullanılabilir. Isı iletim denklemi, Fourier Yasası olarak bilinir (Incropera ve Dewitt, 2006).



Şekil 2.2. Isı iletim mekanizmaları (MikeRun, CC BY-SA 4.0, Wikimedia Commons)



Şekil 2.3. İletimle bir boyutlu ısı iletimi (Çengel, 2012)

Bir boyutlu düz duvar için an denklemi aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$q_x = -k \frac{dT}{dx} \quad (2.3)$$

Sıcaklık gradyanı,

$$\frac{dT}{dx} = \frac{T_2 - T_1}{L}$$

olarak ifade edilir ve ısı akısı da,

$$q_x = -k \frac{T_2 - T_1}{L} \quad (2.4)$$

veya

$$q_x = k \frac{T_2 - T_1}{L} = k \frac{\Delta T}{L} \quad (2.5)$$

Olarak yazılır. Bu eşitlikte, birim yüzeyden, birim zamanda geçen ısıyı yani ısı akısını, verdiği dikkat edilmelidir. Böylece, yüzey alanı A olan bir duvardan birim zaman da geçen ısı, q_x (W), akı ile alanın çarpımına eşittir (Incropera ve Dewitt, 2006).

$$\dot{Q}_x = q_x \cdot A = -kA \cdot \frac{T_1 - T_2}{L} \quad (2.6)$$

Tablo 2.1. Isıyı en iyi iletin bazı metallerin 25°C’ de ki ısı iletim katsayıları (Halıcı, 2016).

Metaller	k (W/mK)
Elmas	2300
Gümüş	410
Saf bakır	395
Ticari bakır	372
Altın	310
Alüminyum	237
Demir (saf)	80

Tablo 2.2. Çeşitli maddelerin ısı iletim katsayıları mertebeleri(Halıcı, 2016).

Maddeler	k (W/mK)
Gazlar	0,002 - 0,2
Yağlar	0,1 - 1,0
Su	0,5 - 0,7
Sıvı metaller	10 - 100
Katılar:8 metal olmayanlar)	0,03 - 3,0
Katılar (alaşımlar)	20 - 200
Saf metaller	40 - 400

Tablo 2.3. Tekstilde kullanılan bazı maddelerin ısı iletim katsayıları(Halıcı, 2016).

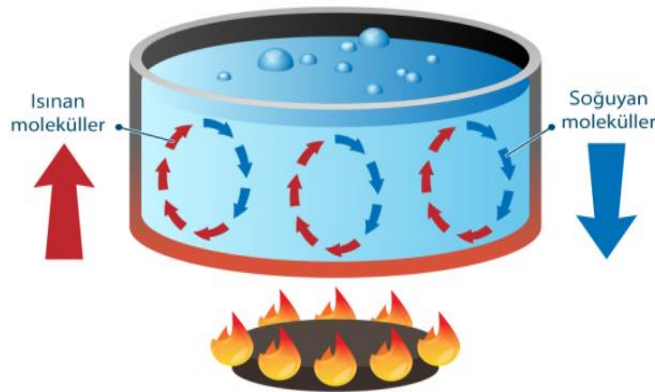
Maddeler	k (W/mK)
Pamuk	0,06
Yün	0,035
Naylon	0,29
Polyester	0,13
Deri	0,159

Tablo 2.2’de verildiği üzere ısıyı en çok saf metaller iletmektedir ve bunların ardından alaşımlar, sıvı metaller, su, yağlar ve gazlar gelmektedir. Bu tablodaki sıvı metaller, sodyum ve potasyum gibi alkali metallerin sıvı fazlarını içermektedir (Halıcı, 2016).

2.2. Taşınım (Konveksiyon)

Taşınım ile ısı transferi için bir akışkan ortam olmalıdır. Bu gaz veya sıvı olabilir. Taşınım ile ısı transferi bu akışkan ile bir yüzey veya bir ara yüzey arasında gerçekleşir. Yüzey deyince genellikle bir katının yüzeyi ve ara yüzey denince de akışkan-akışkan arasındaki yüzey anlaşılır (Uysal, 2019).

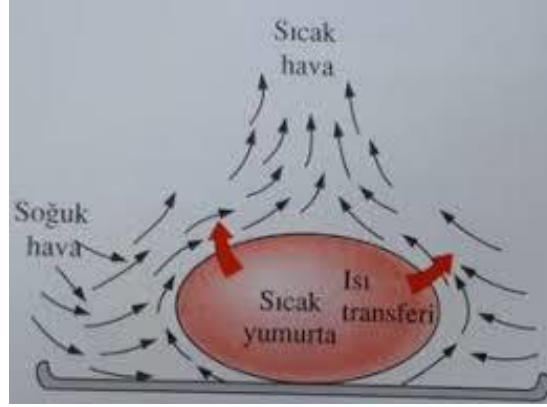
Taşınım ile ısı aktarımının büyük olması akışkanın ne kadar hızlı olduğuna bağlıdır. Yığın akışkan hareketinin ortadan kalkması halinde katı yüzeyle bitişiğindeki akışkan arasındaki ısı transferi saf iletimle olur (Çengel, 2012). Konveksiyon mekanizmasının etkin olması için akışkan hareket halinde olmalıdır. Bu hareketin oluşum sebebine bağlı olarak da taşınım, ya doğal taşınım veya zorlanmış taşınım ile olur (Uysal, 2019).



Şekil 2.4. Isı taşınım mekanizmaları (www.mgm.gov.tr, 2022)

2.2.1. Doğal Taşınım

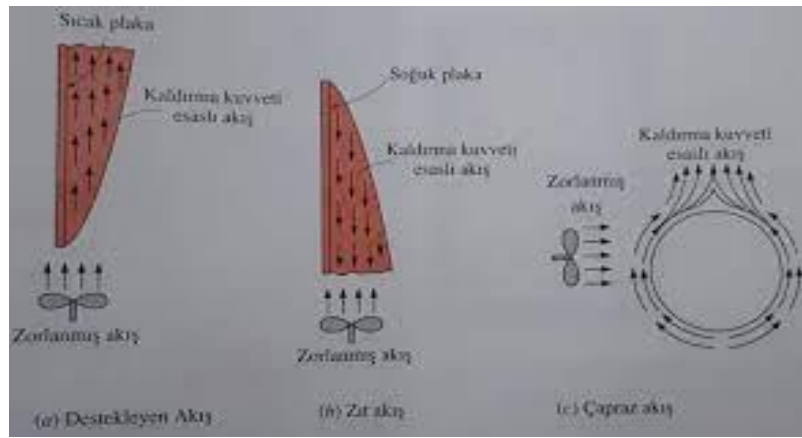
Doğal taşınım, adından da anlaşılabilir olduğu üzere, akışkanın hareketinin kendiliğinden oluştu hali belirtir. Doğal taşınım akımları, akışkanın içinde değişik konularda farklı sıcaklıklardan dolayı akışkanın yoğunluğunda oluşan fark nedeniyle kendiliğinden gerçekleşir (Uysal, 2019).



Şekil 2.5. Doğal taşınım (Çengel, 2012)

2.2.2. Zorlanmış Taşınım

Zorlanmış taşınım da ise akışkanın hareketi gaz ise bir fan veya kompresör, sıvı ise bir pompa ile sağlanır. Bu durumda akışkan bir cihaz yardımı ile akmaya ve harekete zorlanmıştır (Uysal, 2019).



Şekil 2.6. Zorlanmış taşınım (Çengel, 2012)

2.2.3. Newton'un Soğuma Kanunu

Bir yüzey veya ara yüzey ile akışkan arasında taşınım ile olan ısı transfer akısını veren ifade temel yaklaşımı ile aşağıdaki gibi yazılır ve Newton'un soğuma yasası olarak adlandırılır.

$$Q = h \cdot A \cdot (T_y - T_a) \quad (2.7)$$

Bu ifade ile tanımlanan “h” ısı transfer katsayısı olarak adlandırılır ve SI sisteminde $[W/m^2K]$ ile verilir (Uysal, 2019). Isı transfer katsayısı ‘h’ akışkanın bir özelliği değildir. Isı transfer katsayısı, akışkanın yığın hızına, akışkanın özellikleri, akışkanın hareketinin doğasına, deneysel olarak bulunan ve değeri yüzey geometrisine bağlı bir parametredir (Çengel, 2012).

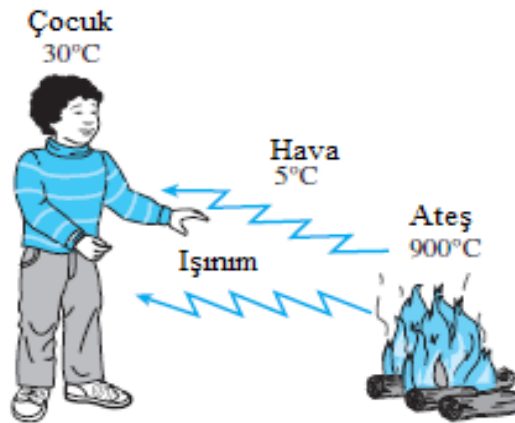
Tablo 2.4’de bazı akışkanların h değeri verilmiştir (Halıcı, 2016).

Tablo 2.4. Bazı akışkanlar için ısı taşınım katsayıları ortalama değerleri (Halıcı, 2016).

Maddeler	Doğal Taşınım (W/m^2K)	Zorlanmış Taşınım (W/m^2K)
Gazlar	5-30	30-300
Yağlar	5-100	50-3000
Su (Tek faz)	30-300	300-10000
Sıvı Metaller	50-500	500-20000
Kaynayan su	2000-20000	3000-100000
Yoğuşan su	3000-30000	3000-200000

2.3. Işınım (Radyasyon)

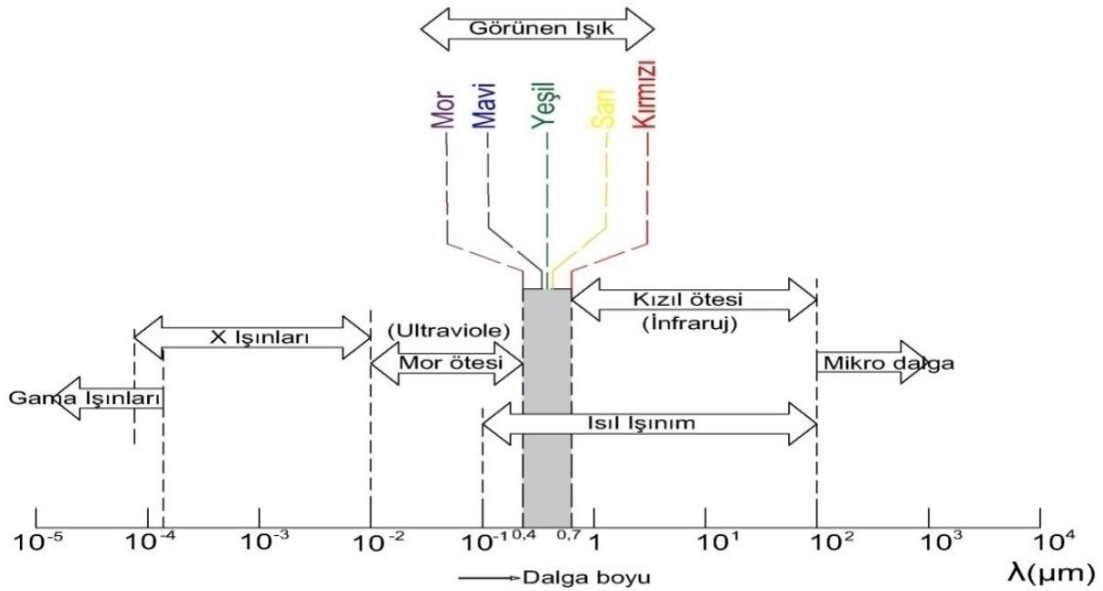
Işınım, ısıнын elektromanyetik fotonlarla (dalgalar) bir cisimden diğer bir cisme iletilmesidir(Çengel, 2012). Isıl ışıınım başka bir deyişle sonlu sıcaklığa sahip bir cismin yaydığı enerjidir (Incropera ve Dewitt, 2006).



Şekil 2.7. Isı ışıınım (Çakmak, 2022)

Ortam sıcaklıkları aynı olan bir odaya sıcak bir cismin koyulduğunu düşünelim. Bu sıcak cisim belli bir süre sonunda soğuyarak çevresiyle denge sıcaklığına gelecektir. Yani sıcaklığı odanın sıcaklığına ulaşana kadar ısı kaybedecektir (Çakmak, 2022). Isı ışıınım olayı, iletim ve taşınım olaylardan tamamen farklıdır (Halıcı, 2016).

İşınım diğer ısı transfer mekanizmalarından farklı olarak aktarım için bir cisim gerektirmemektedir (Çakmak, 2022). Şekil 2.8’de elektromanyetik işınım spektrumunda gösterildiği gibi, dalga boyuna göre çok farklı özelliklere sahiptir. Isıl işınımı 10^{-1} ile 10^2 μm dalga boyu aralığındaki işınlar yapmaktadır. Gözle görülen işınlar, 0,4 ile 0,7 μm dalga boyu arasındadır (Halıcı, 2016).

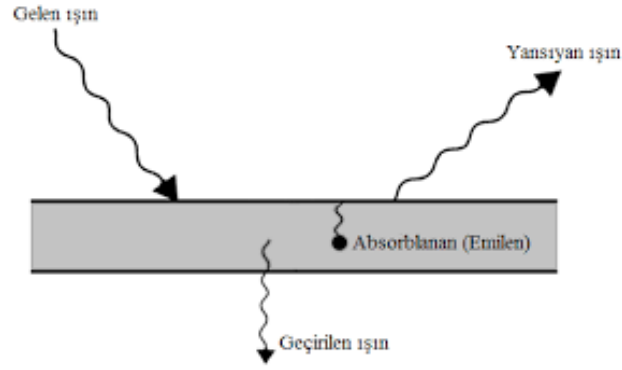


Şekil 2.8. Elektromanyetik işınım spektrumu (AutoCad, 2017)

Dalga boyu λ , ışık hızının ($c=2,998 \times 10^8 \text{ m/s}$), dalga'nın frekansına f , oranıdır.

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (2.8)$$

Sıcaklığın artması; elektron, atom ve moleküllerin hareketini arttırdığından elektromanyetik dalga şiddeti artar ve dolayısı ile ısı işınımı da artar. Bu ısı işınımı, sıfır Kelvin sıcaklığından itibaren her sıcaklıkta meydana gelmektedir. Bir cisim gelen işınım enerjisinin bir kısmı yansır, bir kısmı cisim içinde yutulur ve geri kalan kısmı cismi geçerek terk eder (Halıcı, 2016).



Şekil 2.9. Işınım (Çakmak, 2022)

Şekil 2.10’da Q gelen ışınlım enerjisi, ρ ışınlım yansıtma, α ışınlım yutma, τ ışınlım geçirme oranlarıdır.

Enerji dengesinden;

$$\rho + \alpha + \tau = 1 \quad (2.9)$$

olur. Katılarda ve sıvılarda geçen ışınlım enerjisi ihmal edilebilir. O halde;

$$\tau = 0 \rightarrow \rho + \alpha = 1 \quad (2.10)$$

olur. Gazlarda yansıma ihmal edildiğinden;

$$\rho = 0 \rightarrow \tau + \alpha = 1 \quad (2.11)$$

Siyah cisim: Üzerine gelen ışınlım enerjisinin tamamını yutuyorsa, o cisme siyah cisim denir. İdeal bir siyah cisimde;

$$\rho = 0, \tau = 0 \rightarrow \alpha = 1 \quad (2.12)$$

olur.

Beyaz cisim: Üzerine gelen ışınlım enerjisinin tamamını yansıtıyorsa, o cisme beyaz cisim denir. İdeal bir beyaz cisimde;

$$\rho = 1, \tau = 0, \alpha = 0 \quad (2.13)$$

Gri cisim: Uygulamada olan cisimler içerisinde ne tam siyah nede tam beyaz cisim vardır. Cisimler siyah ve beyaz arasında arasındadır. Bu cisimlere gri cisim denir. Gri cisimlerde;

$$0 < \rho < 1, 0 < \alpha < 1, 0 \leq \tau < 1 \quad (2.14)$$

Eşitsizlikleri yazılabilir. Şeffaf plastik ve cam gibi malzemeler, üzerine düşen ışının büyük bir kısmını geçirirler. Bu cisimlere yarı saydam cisim denir. Hava ve bazı gazlar hem yutmazlar hem de yansıtırmazlar yani tamamını geçirirler. Bu tür malzemelere de saydam cisim denir. Saydam cisimlerde ışınım geçirme oranı $\tau = 1$ dir (Halıcı, 2016).

2.3.1. Siyah Cisim Işınımı

Bir cismin mutlak sıcaklığı sıfırın üzerinde, her yöne geniş bir dalga boyu aralığında ışınım yayabilmektedir. Cismin yapıldığı materyale, yüzey koşullarına ve yüzey sıcaklığına bağlı olarak verilen bir dalga boyunda yüzey tarafından yayılan enerjinin miktarı değişmektedir. Mükemmel bir radyasyon yayma ve absorblama özelliğine sahip olan cisimler siyah cisim olarak tanımlanır.

Stefan-Boltzmann kanunu ile açıklanan siyah cisim tarafından birim yüzey alanın boyunca birim zamanda yayılan radyasyon enerjisi (Çakmak, 2022);

$$E_s = \sigma T^4 \quad \text{W/m}^2 \quad (2.15)$$

Bağıntısı ile bulunur. Burada E_s (W/m^2) siyah cismin ışınım akısı, σ = Stefan-Boltzmann katsayısı ($5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$) ve T ise yüzeyin mutlak sıcaklığıdır (K).

2.3.2. Gri Cisim Işınımı

Gerçek yani gri cisimlerin ışınımı, dalga boyu ve sıcaklıktan başka, ışınımın yapıldığı açığa, yüzeyin rengine, yüzey pürüzlülüğüne vb. birçok etkenlere bağlıdır. Siyah cismin aynı sıcaklıkta yaydığı ışınım enerjisi, gerçek cismin yaydığı ışınım enerjisinden daima daha

fazladır. Aynı şartlarda gerçek cismin yaydığı ışınlam enerjisinin, siyah cismin yaydığı ışınlam enerjisine oranına emisivite katsayısı denir ve ε ile gösterilir.

$$\varepsilon = \frac{E}{E_s} \quad (2.16)$$

Burada, gri cismin yaydığı ışınlam enerjisi E , siyah cismin yaydığı ışınlam enerjisi E_s . Siyah cisim için $\varepsilon = 1$ 'dir. Gri cisimler için $0 < \varepsilon < 1$ 'dir. O halde gri cismin yaydığı ışınlam enerjisi (Halıcı, 2016),

$$E = \varepsilon.E_s = \varepsilon. \sigma T^4 \quad (2.17)$$

Tablo 2.5. Bazı malzemelerin ışınlam yayma katsayıları (Genceli, 2004)

		SICAKLIK (K)								
		200	300	400	600	800	1000	1200	1500	2000
Alüminyum										
Çok parlatılmış, film	ε	0,03	0,04	0,05	0,06					
Parlak folye	ε	0,06	0,07							
Oksitlenmiş	ε	0,82	0,76							
Altın										
Parlatılmış veya film	ε	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06			
Parlak folye	ε	0,07	0,07							
Bakır										
Çok parlatılmış	ε		0,03	0,03	0,04	0,04	0,04			
Oksitlenmiş	ε				0,50	0,58	0,80			
Gümüş										
Parlatılmış	ε		0,02	0,02	0,03	0,05	0,08			
Krom										
Parlatılmış veya kaplanmış	ε	0,07	0,10	0,12	0,14					
Molibden										
Parlatılmış	ε				0,06	0,08	0,10	0,12	0,15	0,21
Pürüzlü	ε				0,25	0,28	0,31	0,35	0,42	
Nikel										
Parlatılmış	ε				0,09	0,11	0,14	0,17		
Oksitlenmiş	ε				0,40	0,49	0,57			
Paslanmaz çelik										
Parlatılmış	ε		0,17	0,17	0,19	0,23	0,30			
Temizlenmiş	ε		0,22	0,22	0,24	0,28	0,35			
Az oksitlenmiş	ε					0,33	0,40			

Tablo 2.5. (Devam): Bazı malzemelerin ısıtım yayma katsayıları (Genceli, 2004)

Çok oksitlenmiş	ε					0,67	0,70	0,76		
AISI 347, oksitlenmiş	ε				0,87	0,88	0,89	0,90		
Platin										
Parlatılmış	ε					0,10	0,13	0,15	0,18	
Tantal										
Parlatılmış	ε							0,11	0,17	0,23
Tungusten										
Parlatılmış	ε						0,10	0,13	0,18	0,25

2.4. Gri Yüzeylerde ısıtım İle Isı Geçişi

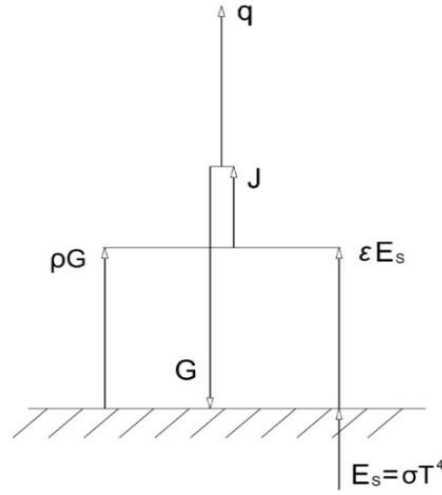
Gri yüzeylerde ısıtım ile ısı geçişi üç yolla hesaplanabilir. Bunlar:

- ısıtım izleme yöntemi
- Net ısıtım yöntemi
- Elektriksel benzeşim yöntemi

Bu yöntemlerden ısıtım izleme ve net ısıtım yöntemi, temel hesaplama yöntemleridir. Elektriksel benzeşim, net ısıtım yönteminden faydalanılarak karmaşık sistemlerin çözümünde kolaylık sağlayan bir benzeşim yöntemidir. Burada, ısıtım izleme yöntemi üzerinde durulmayacak (Halıcı, 2016).

2.4.1. Bir Yüzeye Net ısıtım Yöntemi

Bir ısıtım etkileşmesi esnasında bir yüzey ısıyarak enerji kaybeder ve diğer yüzeylerin yaydığı ısıtım soğurarak enerji kazanır. Ya net ısı kazanması veya net ısı kaybetmesi, bir yüzeyin büyük olanın hangi miktarına bağlı olarak değişir (Çengel, 2012). Şekil 2.10'da gösterildiği gibi, gri bir cismin üzerine çevreden ya da karşı yüzeylerden toplam olarak gelen ısıtım enerjisinin (G), bir kısmı yutulur ve bir kısmı yansır. Ayrıca, gri cisim de sıcaklığı dolayısıyla ısıtım enerjisi yayar (Halıcı, 2016).



Şekil 2.10. Gri bir yüzeydeki ısıtım enerjileri dengesi. (AutoCad, 2017)

Şekil 2.10’da gösterilen ısıtım enerjileri:

G	: Çevreden gelen toplam ısıtım enerjisi
ρG	: Yüzeyden yansıyan ısıtım enerjisi
J	: Yüzeyden toplam giden ısıtım enerjisi
εE_s	: Yüzeyin gri cisim olarak yaydığı ısıtım enerjisi
q	: Yüzeyin yaptığı toplam net ısıtım enerjisi
E_s	: Yüzeyin siyah cisim olarak yaydığı ısıtım enerjisi

Gelen ısıtım (G) : Yüzeyin birim alanına, birim zamanda gelen bütün ısıtım enerjilerinin toplamıdır. (W/m^2)

Giden ısıtım (J): Yüzeyin birim alanından, birim zamanda giden tüm ısıtım enerjilerinin toplamıdır. (W/m^2)

Şekil 2.11’de ki katı bir gri cisim için ısıtım enerji dengesi aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$q = J - G \quad (2.18)$$

$$J = \rho G + \varepsilon E_s \quad (2.19)$$

Katı cisimde $\rho + \alpha = 1$ ve Kirchoff kanununa göre $\alpha = \varepsilon$ olduğundan $\rho = 1 - \varepsilon$ olur ve yerine konursa;

$$J = (1 - \varepsilon)G + \varepsilon E_s \quad (2.20)$$

Bulunur. Bunlar q da yerine yazılırsa;

$$q = \frac{E_s - J}{\frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon}} \quad (2.21)$$

Şeklinde birim alandaki net ışıınım akısı bulunur. A alanından olan toplam net ısı ışıınımı ise (Halıcı, 2016),

$$Q = \frac{E_s - J}{\frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon A}} \quad (2.22)$$

Elde edilir. Bu eşitlik Ohm kanununa elektriksel benzeşimle yeniden (Çengel, 2012),

$$Q = \frac{E_s - J}{R} \quad (2.23)$$

Şeklinde düzenlenebilir; burada,

$$R = \frac{1 - \varepsilon}{A\varepsilon} \quad (2.24)$$

İşınıma karşı yüzey direncidir (Çengel, 2012).

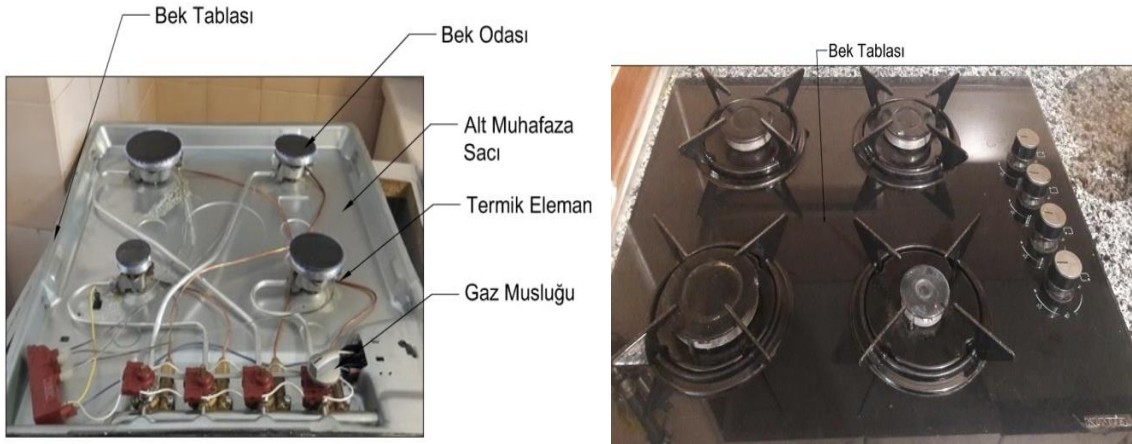
2.5. Gazlı Ocaklar

Ülkemizde enerji kaynağı bakımından gazlı ocaklarda iki ana gaz türü kullanılmaktadır. Bunlar Doğal gaz ve LPG olarak ifade ettiğimiz gaz çeşitleri olarak bilinmektedir. Bu gazlar kullanımları esnasında zararlı ortamlara zemin hazırlayabilmektedir (Anonim g, 2022). Mutfaklarda bulunan gazlı ocaklarda yanma işlemi, gaz bakır borular ile bek'e

aktarılarak gerçekleştirilmiş olmaktadır. Gazın taşındığı boru çapı ve bek' in enjektör delik çapının büyüklüğü enerjinin büyüklüğünü belirlenmektedir.

Gazlı ocaklarda enerji, zaman ve maliyet kayıpları oluşmaktadır. Bunun nedeni ise enerjinin gazlı ocaklarda direk pişirme kabına iletilememesidir. Pişirme esnasında yaklaşık olarak enerjinin %60'ının tencereye iletebilmekte olup geri kalan enerjinin ısıma nedeniyle çalışma alanına yayılmaktadır (Tucer, 2005).

Yanma sonucu oluşan karbondioksit gazının çalışılan ortam ve çalışanlar için olumsuz sonuçlarının olduğu bilinmektedir (Güler, 2002). Endüstriyel mutfaklarda çalışanların sağlıklarını etkilememsi için ortaya çıkan bu gazların dışarı atılması gerekmektedir buda işletmelere yeni maliyetler doğurmaktadır (Türkan, 2010). Ev tipi set üstü gazlı ocaklar Şekil 2.12'de görüldüğü gibi gaz musluğu, bek odası, termik eleman, bek tablası alt muhafaza. Aksamalar, alt muhafazaya monte edilerek bir arada durmaları sağlanmaktadır (Numanoğlu ve Erden, 2019).



Şekil 2.11. Ev tipi set üstü gazlı ocağı oluşturan kısımlar (Anonim f., 2022)

3. TEORİK HESAPLAMA

3.1. Enerji Dengesi

Termodinamiğin birinci kanunu olarak ta bilinen enerjinin korunumu prensibi, enerjinin vardan yok, yoktan var edilemeyeceğini, sadece biçim değiştireceğini ifade eder. Bir sistemin toplam enerjisindeki artma veya azalma, işlem esnasında sisteme giren ve çıkan toplam enerjiler arasındaki farka eşittir. Enerji dengesi herhangi bir işleme tabi herhangi bir sistem için şöyle yazılabilir (Çengel, 2012),

$$\left(\begin{array}{c} \text{Sisteme} \\ \text{giren toplam} \\ \text{enerji} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{Sisteme} \\ \text{çıkan toplam} \\ \text{enerji} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Sistemin toplam} \\ \text{enerjisindeki} \\ \text{değişim} \end{array} \right) \quad (3.1)$$

Herhangi bir işleme tabi herhangi bir sistem için enerji dengesi şöyle yazılabilir.

$$E_{\text{giren}} - E_{\text{çıkan}} = \Delta E_{\text{sistem}} \quad (J) \quad (3.2)$$

Veya hız cinsinden

$$\dot{E}_{\text{giren}} - \dot{E}_{\text{çıkan}} = dE_{\text{sistem}}/dt \quad (W) \quad (3.3)$$

Bir özellik olan enerjinin sistemin durumu değişmedikçe özelliğin değeri değişmez. Bu yüzden, bir işlem süresince bir sistemin durumu değişmez ise, sistemin enerji değişmesi sıfırdır ($\Delta E_{\text{sistem}} = 0$); yani işlem bir sürekli işlemdir (Çengel, 2012).

Bu durumda enerji dengesi,

$$E_{\text{giren}} = E_{\text{çıkan}} \quad (3.4)$$

3.2. Sürekli Akış Sistemleri İçin Enerji Dengesi

Mühendislik cihazı olarak alabileceğimiz radyatör, su ısıtıcıları benzeri çok sayıda cihazlar, bir sisteme giren ve çıkan kütle akışı içerir ve kontrol hacmi olarak modellenir. Kontrol hacimlerinin çoğu sürekli şartlar altında çözömlenir. Belli bir konumda zamana bağılı değışimin olmamasına sürekli şartlar demektir (Çengel, 2012).

$$\dot{m} = \rho \times \dot{V} \quad (\text{kg/s}) \quad (3.5)$$

Kinetik ve potansiyel enerjilerdeki değışmeler ihmal edilebiliyorsa ki genellikle durum böyledir ve iş etkileşimi yoksa böyle bir sürekli akış sistemi enerji dengesi (Çengel, 2012),

$$Q = m \times c_p \times \Delta T \quad (\text{kJ/s}) \quad (3.6)$$

Buradan ocaktan giren ısı formölü;

$$Q_{\text{giren}} = m_{\text{gaz}} \times c_p \times \Delta T \quad (3.7)$$

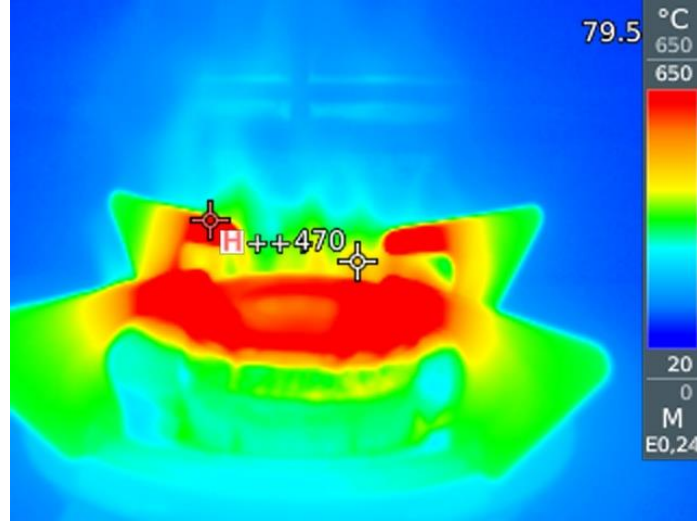
veya

$$Q_{\text{giren}} = m_{\text{gaz}} \times \text{LCV} \quad (3.8)$$

Şeklinde de yazılabilir.

Denklem 3.5’de gazın yoğunluğu $\rho = 0,76 \text{ kg/m}^3$ kabölü ile gaz hacmi yerine konulup gaz kütlesi bulunur. Gazın hacmi Şekil 4.20’den set üstü ocağın 1 dakikada ki $0,003 \text{ m}^3$ lük gaz tüketimi saniye cinsin hesaplandığında set üstü ocak 1 saniyede $0,00005 \text{ m}^3/\text{s}$ gaz tüketir.

$m_{\text{gaz}} = 0,76 \text{ kg/m}^3 \times 0,00005 \text{ m}^3/\text{s} = 0,000038 \text{ kg/s}$ olarak bulunur.



Şekil 3.1. Alev yanma sıcaklığı (Termal kamera)

Doğalgazın özgül ısısı $c_p = 2,34 \text{ kJ/kgK}$ kabulü ile (Çengel, 2012);

LCV: $50 \text{ MJ/s} = 50000 \text{ kJ/s}$

Denklem 3.8’de değerler yerine konup hesaplanırsa;

$Q_{\text{giren}} = 1,9 \text{ kJ/s}$ sisteme giren ısı bulunur.

3.3. Normal Ocak İçin Isı Hesabı

Tencerede bulunan suyun aldığı ısı enerjisi için hesaplama aşağıda ki gibidir.

$$Q_{su} = m \times c_p \times \Delta T \quad (\text{kJ/s}) \quad (3.9)$$

Suyun özellikleri (Çengel, 2012);

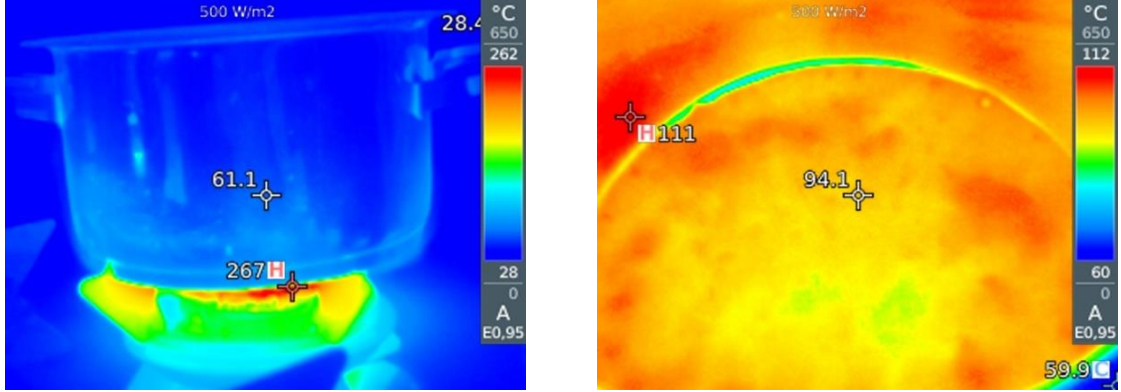
Özgül ısı kapasitesi $c_p = 4,182 \text{ kJ/kg K}$ ve 1lt su (1 kg) , su sıcaklıkları $T_1 = 20^\circ\text{C}$, $T_2 = 90^\circ\text{C}$ olarak alınır ve hesaplamalar yapılırsa;

$$Q_{su} = 1 \text{ kg} \times 4,182 \text{ kJ/kg K} \times 70 \text{ K}$$

$Q_{su} = 292,74$ kJ olarak bulunur.

Buradan normal ocak 711 sn de su kaynama noktasına geldiği için;

$$Q_{su} = \frac{292,74 \text{ kJ}}{711 \text{ s}} = 0,411 \text{ kJ/s olarak bulunur.}$$



Şekil 3.2. Normal ocak tencere alt taban ve iç taban sıcaklıkları. (Termal kamera)

Tencere tabanının ısı enerjisi hesabı aşağıda ki gibidir.

$$Q_{tencere} = m \times c_p \times \Delta T \quad (\text{kJ/s}) \quad (3.10)$$

Tencerenin özellikleri (Çengel, 2012);

Özgül ısı kapasitesi $c_p = 0,477$ kJ/kg K ve özgül kütlesi $\rho = 7900$ kg/m³, Ø22 cm, taban yüksekliği (h) 1 cm ve tencere sıcaklıkları Şekil 3.2'den $T_1 = 267^\circ\text{C}$, $T_2 = 94^\circ\text{C}$

$$V_{tencere} = \pi \times r^2 \times h \quad (\text{m}^3) \quad (3.11)$$

$$m = \rho \times V \quad (\text{kg}) \quad (3.12)$$

Denklem 3.11'de değerler yerine konularak tencerenin hacmi,

$V_{tencere} = 3,80 \times 10^{-4} \text{ m}^3$, olarak bulunur.

Denklem 3.12’de tencerenin yoğunluğu ve hacim değerleri yerine konularak tencerenin kütlesi,

$$m = 7900 \text{ kg/m}^3 \times 3,80 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = 3 \text{ kg olarak bulunur.}$$

Bulunan değerler Denklem 3.9’da değerler yerine konulursa;

$$Q_{tencere} = 3 \text{ kg} \times 0,477 \text{ kJ/kg K} \times -173 \text{ K} = -247,56 \text{ kJ olarak bulunur.}$$

Buradaki eksi işareti ısı aldığını gösterdiği için bu değer 247,56 kJ olarak alınabilir. Normal ocakta ki su 711 sn de kaynama noktasına geldiği için;

$$Q_{tencere} = \frac{247,56 \text{ kJ}}{711 \text{ s}} = 0,348 \text{ kJ/s olarak bulunur.}$$

$$Q_{giren} - Q_{su} - Q_{tencere} = Q_{atık \text{ ısı}} \quad (3.13)$$

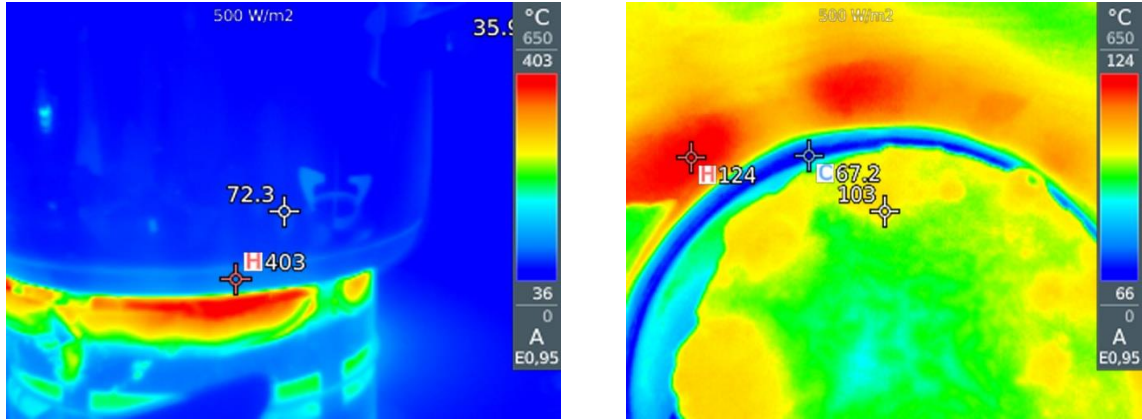
Bulunan değerler Denklem 3.13’de yerine konulduğunda normal ocak için atık ısı değeri;

$$Q_{atık \text{ ısı}} = 1,141 \text{ kJ/s olarak hesaplanır.}$$

3.4. Kaplamalı Ocak İçin Isı Hesabı

Şekil 3.3’de görüldüğü üzere kaplama kullanıldığı zaman tencere taban ve tencere iç yüzey sıcaklığında artış olduğu gözlenmiş ve bu sıcaklıklar baz alınarak tencere tabanına geçen ısı miktarı hesaplandı.

Bu hesaplamada; ocaktan giren ısı enerjisi, suyun ısı enerjisi, tencerenin hacmi ve kütlesi için Bölüm 3.3’de yapılan hesaplamalarda bulunan değerler alınacaktır.



Şekil 3.3. Kaplamalı ocak tencere alt taban ve iç taba sıcaklıkları. (Termal kamera)

Tencere sıcaklıkları Şekil 3.3'den; $T_1 = 403^\circ\text{C}$, $T_2 = 103^\circ\text{C}$

Denklemden değerler yerine konulursa;

$$Q_{k.tencere} = 3 \text{ kg} \times 0,477 \text{ kJ/kg K} \times -300 \text{ K} = -429,3 \text{ kJ} \text{ olarak bulunur.}$$

Buradaki eksi işareti ısı aldığını gösterdiği için bu değer 429,3 kJ olarak alınabilir. Kaplamalı ocakta ki su 645 sn de kaynama noktasına geldiği için;

$$Q_{tencere} = \frac{429,3 \text{ kJ}}{645 \text{ s}} = 0,665 \text{ kJ/s} \text{ olarak bulunur.}$$

Deneyde kullanılan su miktarı aynı olduğu için suya giren ısı enerjisi;

$$Q_{su} = 292,74 \text{ kJ} \text{ olarak alınır.}$$

Buradan kaplamalı ocak 645 sn de su kaynama noktasına geldiği için;

$$Q_{su} = \frac{292,74 \text{ kJ}}{645 \text{ s}} = 0,453 \text{ kJ/s} \text{ olarak bulunur.}$$

Bulunan değerler Denklem 3.13'de yerine konulduğunda kaplamalı ocak için atık ısı değeri;

$Q_{\text{atık ısı}} = 0,782 \text{ kJ/s}$ olarak hesaplanır.

Hesaplamalar ocakta kaplama kullanılması halinde çevreye verilen atık ısının azaldığını göstermiştir. Kaplamalı durumda ocağın çevreye verdiği atık ısının $0,782 \text{ kJ/s}$ iken kaplamasız durumda 1.141 kJ/s dir. Isı enerji transferine katkısı olan bu kaplama malzemelerinin ocak üzerinde kullanılmaları durumunda ısı enerji performansına etkilerini araştırmak için deneysel çalışmalar yapıldı.

4. MATERYAL VE YÖNTEM

4.1. Deney Tesisatı

İki kısımda incelenen deney düzeneğinin, birinci kısmı yakıcı (bek) oluşturmaktadır. İkinci kısmını ise ölçüm cihazları oluşturmaktadır. Şekil 4.1’de deney tesisatını gösteren bir resim verilmiştir. 21 mbar basınçta temin edilen doğalgaz, set üstü ocak atmosferik basınçta yakılmaktadır. Yanma sonu gazlarının ısısı tenceredeki suya aktarılır. Deneylerde tencere içerisinde başlangıçta 20°C, belli bir süre sonunda suyun sıcaklığı ise 90 °C olmuştur.



Şekil 4.1. Deney düzeneği genel görünüşü

4.2. Test Düzeneği

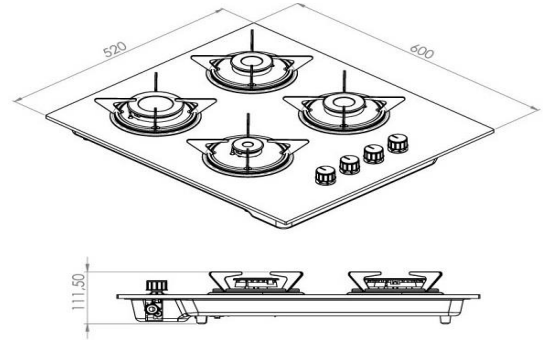
Tez çalışmasında kullanılması planlanan materyaller Şekil 4.1’de verilen ocak düzeneğine uygun sırasıyla;

- Set üstü ocak (Doğalgazlı)
- Ø106 mm enjeksiyon bek başlığı
- Kaplama

- Ø 22 cm çelik tencere
- 1lt su (20°C)
- Termometre (1 Adet)
- Su ölçüm kabı
- Kronometre
- Testo 871 Termal kamera

4.2.1. Deney Tesisatı Ekipmanları

Set üstü ocak: 4 gözü doğal gaz ayarlı, yandan düğmeli, düğmeden otomatik çakmaklı, gaz emniyet sistemli, Paslanmaz emaye ızgara ve bek kapakları, 8 mm kalınlığında 60 cm genişliğinde ısıya ve darbelere dayanıklı temperli camdan imal edilmiş (Anonim f, 2022).



Sekil 4.2. Set üstü ocak ve ölçüleri (Anonim f, 2022)

Bek Takımı: Bek takımı bek havuzu, enjektör memesi, bek ve bek kafasından oluşur. Bek takımı ocağın gaz ve hava ile birleşerek yanmasını sağlar



a



b



c

Şekil 4.3. a) Bek havuzu, b) Bek ve bek kafası, c) Enjektör (Anonim f, 2022)

Tasarım kaplamalar: Tasarım kaplama belirli çap ve yüksekliklerde 0,5 mm et kalınlığında çelik saçtan imal edildi.



Sekil 4.4. Tasarım kaplamalar

Tencere: Ø220 mm genişliğinde 125 mm yüksekliğinde çelik malzemeden imal edilmiş.



Sekil 4.5. Tencere

Dijital termometre: 77 x 35 mm ebatlarında, -50°C ile +150°C arası ölçüm değerli, dijital göstergeli, seçilebilir ısıtma ve soğutma fonksiyonlu ve 230 V elektrikle çalışabilir olarak imal edilmiştir (Anonim b, 2022).



Şekil 4.6. Dijital termometre (Anonim b, 2022)

Termal kamera: Boyutları 219 x 96 x 95 mm, gövde malzemesi PC-ABS ve gövde koruma sınıfı IP54, Yüksek çözünürlük sebebiyle çok iyi görüntü kalitesi, otomatik sıcak-soğuk nokta belirleme özelliği, ölçüm aralığı 0°C - 650°C arasında ölçüm yapılabilir (Anonim h, 2022).



Şekil 4.7. Termal kamera (Anonim h, 2022)

4.3. Deneyin Yapılması

Deney başlamadan önce su sıcaklığı 20°C olarak ayarlanmıştır. Bundan sonra gazlı ocakta gaz debisi ayarlanmıştır. Tam yanma ve ortam şartları oluşuktan sonra deneylere başlanmış ve su sıcaklıkları ve süreleri kaydedilmiştir.

4.3.1. Kaplamaların Çaplarına Göre Gruplandırılması

Kaplama çaplarına göre deneylerin yapıldığı ocağın su ısıtma süreleri Tablo 4.1’de verilmiştir. Bu deneyde kaplama çapı en uygun olanı belirlendi.

Tablo 4.1. Farklı tip Kaplama çapları ve normal ocak için su sıcaklığı süreleri

Kaplama Çap ve yükseklikleri	Başlangıçtaki Su Sıcaklığı	Son Durumdaki Su Sıcaklığı	Zaman (Saniye)
Normal Ocak	20 °C	90 °C	711
Ø165 x 50 mm	20 °C	90 °C	665
Ø162 x 50 mm	20 °C	90 °C	660
Ø150 x 50 mm	20 °C	90 °C	766
Ø132 x 50 mm	20 °C	90 °C	924

Normal ocak ilk durum su sıcaklığı süresi ve son durum su sıcaklığı süresi Şekil 4.8’de gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Normal ocak ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri

Ø165x50 mm kaplamanın ilk durum su sıcaklığı süresi ve son durum su sıcaklığı süresi Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9. Ø165 x 50 mm kaplama ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri

Ø162x50 mm kaplamanın ilk durum su sıcaklığı süresi ve son durum su sıcaklığı süresi Şekil 4.10'da verilmiştir.



Şekil 4.10. Ø162 x 50 mm kaplama ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri

Ø150x50 mm kaplamanın ilk durum su sıcaklığı süresi ve son durum su sıcaklığı süresi Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.11. Ø150 x 50 mm kaplama ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri

Ø132x50 mm kaplamanın ilk durum su sıcaklığı süresi ve son durum su sıcaklığı süresi Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12. Ø132 x 50 mm kaplama ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri

4.3.2. Kaplamaların Alt Ayak Kalınlıklarına Göre Gruplandırılması

Kaplama çapları ve yükseklikleri sabit tutularak alt ayak kalınlıklarına göre deneylerin yapıldığı ocağın su ısıtma süreleri Tablo 4.2’de verilmiştir. Bu deneyde kaplama alt ayak kalınlıklarının en uygun olanı belirlendi.

Tablo 4.2. Alt ayaklarının kalınlıkları farklı tip kaplamalar için su sıcaklığı süreleri

Kaplama Alt Ayak Kalınlıkları	Başlangıçtaki Su Sıcaklığı	Son Durumdaki Su Sıcaklığı	Zaman (Saniye)
Ø162 x 50 x 8 mm	20 °C	90 °C	666
Ø162 x 50 x 12 mm	20 °C	90 °C	660
Ø162 x 50 x 16 mm	20 °C	90 °C	680

Ø162x50x8 mm kaplamanın ilk durum su sıcaklığı süresi ve son durum su sıcaklığı süresi Şekil 4.13’de verilmiştir.



Şekil 4.13. Ø162 x 50 x 8 mm kaplama ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri

Ø162x50x12 mm kaplamanın ilk durum su sıcaklığı süresi ve son durum su sıcaklığı süresi
Şekil 4.14’de verilmiştir.



Şekil 4.14 Ø162 x 50 x 12 mm kaplama ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri

Ø165x50x16 mm kaplamanın ilk durum su sıcaklığı süresi ve son durum su sıcaklığı süresi
Şekil 4.15’de verilmiştir.



Şekil 4.15. Ø162 x 50 x 16 mm kaplama ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri

4.3.3. Kaplamaların Yüksekliklerine Göre Gruplandırılması

Kaplama çapları ve alt ayak kalınlıkları sabit tutularak yükseklikleri farklı olan kaplama deneylerinin yapıldığı ocağın su ısıtma süreleri Tablo 4.3'de verilmiştir. Bu deneyde kaplama yüksekliklerinin en uygun olanı belirlendi.

Tablo 4.3. Yükseklikleri farklı tip kaplamalar için su sıcaklığı süreleri

Kaplama Yükseklikleri	Başlangıçtaki Su Sıcaklığı	Son Durumdaki Su Sıcaklığı	Zaman (Saniye)
Ø162 x 45 mm	20 °C	90 °C	645
Ø162 x 50 mm	20 °C	90 °C	660
Ø162 x 55 mm	20 °C	90 °C	687
Ø150 x 60 mm	20 °C	90 °C	696

Ø162x45x12 mm kaplamanın ilk durum su sıcaklığı süresi ve son durum su sıcaklığı süresi Şekil 4.16’de verilmiştir.



Şekil 4.16. Ø162 x 45 x 12 mm kaplama ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri

Ø162x50x12 mm kaplamanın ilk durum su sıcaklığı süresi ve son durum su sıcaklığı süresi Şekil 4.17’de verilmiştir.



Şekil 4.17. Ø162 x 50 x 12 mm kaplama ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri

Ø162x55x12 mm kaplamanın ilk durum su sıcaklığı süresi ve son durum su sıcaklığı süresi Şekil 4.18’de verilmiştir.



Şekil 4.18. Ø162 x 55 x 12 mm kaplama ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri

Ø162x60x12 mm kaplamanın ilk durum su sıcaklığı süresi ve son durum su sıcaklığı süresi Şekil 4.19’da verilmiştir.



Şekil 4.19. Ø162 x 60 x 12 mm kaplama ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri

Yapılan deneyler sonucunda en verimli olan kaplama seçilmiştir. Tablo 4.4’de seçilen bu kaplama malzemesi ile normal ocakta yeniden 1, 2, 3 ve 4 litre sular aynı şartlarda yeniden deney yapılarak aralarındaki süre farklarındaki değişimlerine bakıldı.

Tablo 4.4. Kaplamalı ve normal ocak için farklı miktardaki suların sıcaklık süreleri

Ocak Durumu ve Su Kapasitesi	Başlangıçtaki Su Sıcaklığı	Son Durumdaki Su Sıcaklığı	Zaman (Saniye)
Normal Ocak 1 Litre	20°C	90°C	711 sn.
Normal Ocak 2 Litre	20°C	90°C	1006 sn.
Normal Ocak 3 Litre	20°C	90°C	1393 sn.
Normal Ocak 4 Litre	20°C	90°C	1775 sn.
Kaplamalı Ocak 1 Litre	20°C	90°C	645 sn.
Kaplamalı Ocak 2 Litre	20°C	90°C	939 sn.
Kaplamalı Ocak 3 Litre	20°C	90°C	1325 sn.
Kaplamalı Ocak 4 Litre	20°C	90°C	1709 sn.

2 litre su için normal ocak ilk durum su sıcaklığı süresi ve son durum su sıcaklığı süresi Şekil 4.20’de verilmiştir.





Şekil 4.20. 2 litre için normal ocak ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri

2 litre su için kaplamalı ocak ilk durum su sıcaklığı süresi ve son durum su sıcaklığı süresi Şekil 4.21’de verilmiştir.





Şekil 4.21. 2 litre için kaplamalı ocak ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri

3 litre su için normal ocak ilk durum su sıcaklığı süresi ve son durum su sıcaklığı süresi Şekil 4.22’de verilmiştir.





Şekil 4.22. 3 litre için normal ocak ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri

3 litre su için kaplamalı ocak ilk durum su sıcaklığı süresi ve son durum su sıcaklığı süresi Şekil 4.23’de verilmiştir.





Şekil 4.23. 3 litre için kaplamalı ocak ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri

4 litre su için normal ocak ilk durum su sıcaklığı süresi ve son durum su sıcaklığı süresi Şekil 4.24’de verilmiştir.





Şekil 4.24. 4 litre için normal ocak ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri

4 litre su için kaplamalı ocak ilk durum su sıcaklığı süresi ve son durum su sıcaklığı süresi Şekil 4.25’de verilmiştir.



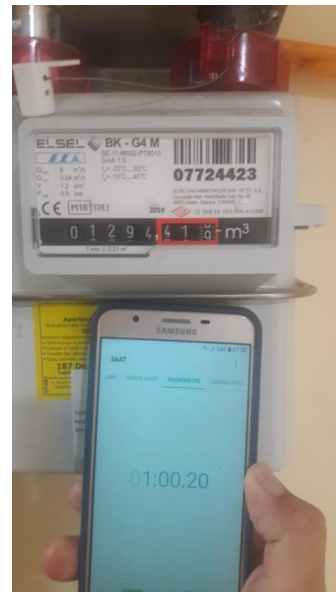
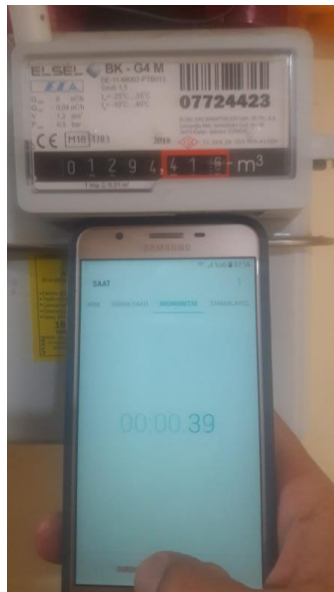


Şekil 4.25. 4 litre için kaplamalı ocak ilk durum ve son durum su sıcaklığı süreleri

4.3.4. Yakıt Tüketimi ve Maliyet Hesabı

Set üstü doğal gazlı ocakta enjektör çapı 106 mm olan orta boy bek yakılarak Şekil 4.26'da görüldüğü üzere 1 dakika ki doğalgaz tüketimi hesaplandı. Ocak 1 dakikada gaz tüketiminin 0,003 sm³ olduğu görüldü. Maliyet hesabında doğalgazın sm³ fiyatı güncel olarak 5,853395 TL olarak alınarak hesaplamalar yapıldı (Doğugaz, 2022).

$$\text{Maliyet hesabı} = \text{Doğalgaz sm}^3 \text{ fiyatı} \times \text{Harcanan sm}^3 \quad (4.1)$$



Şekil 4.26. Doğalgaz 1 dakikada tüketim miktarı

Bu deney sonucunda yapılan tasarruf miktarı aşağıda hesaplanmıştır.

Tablo 4.5. Doğugaz bölge abone sayıları (Doğugaz, 2022)

İller	Abone Sayısı (Kişi)
Bingöl	44500
Muş	35700
Bitlis	12500

1 litrelik su ile kaplamalı ve normal ocak maliyet hesabı: Maliyet farkı Şekil 4.27’de verilenlere göre normal ocak 1lt suyu 20°C den 90°C sıcaklığa getirebilmek için 0,0355 sm³ gaz tüketmiştir. Şekil 4.27’de Ø162 x 45 x 12 mm Kaplama konduktan sonra 1 lt suyu 20°C den 90°C sıcaklığa getirebilmek için 0,0322 sm³ tüketmiştir.

Aradaki fark hesaplandığında 0,0033 sm³fark oluşmaktadır. Aradaki fark saat bazında hesaplandığında 1 saatte 0,18 sm³ gaz tasarrufu olur. Dört kişilik bir ailede günde ortalama 1 saat set üstü ocakta doğalgazın yandığı düşünülürse bir evde günde 0,18 sm³ gaz tasarrufu olur. Buda ayda 5,4 sm³ lük bir kazanç sağlar. Yıl bazında hesaplanırsa 1 yılda 64,8 sm³ gaz tasarrufu sağlanır.

2 litrelik su ile kaplamalı ve normal ocak maliyet hesabı: Maliyet farkı Şekil 4.27’de verilenlere göre normal ocak 2 lt suyu 20°C den 90°C sıcaklığa getirebilmek için 0,0503 sm³ gaz tüketmiştir. Şekil 4.27’de Ø162 x 45 x 12 mm Kaplama konduktan sonra 1 lt suyu 20°C den 90°C sıcaklığa getirebilmek için 0,0469 sm³ tüketmiştir.

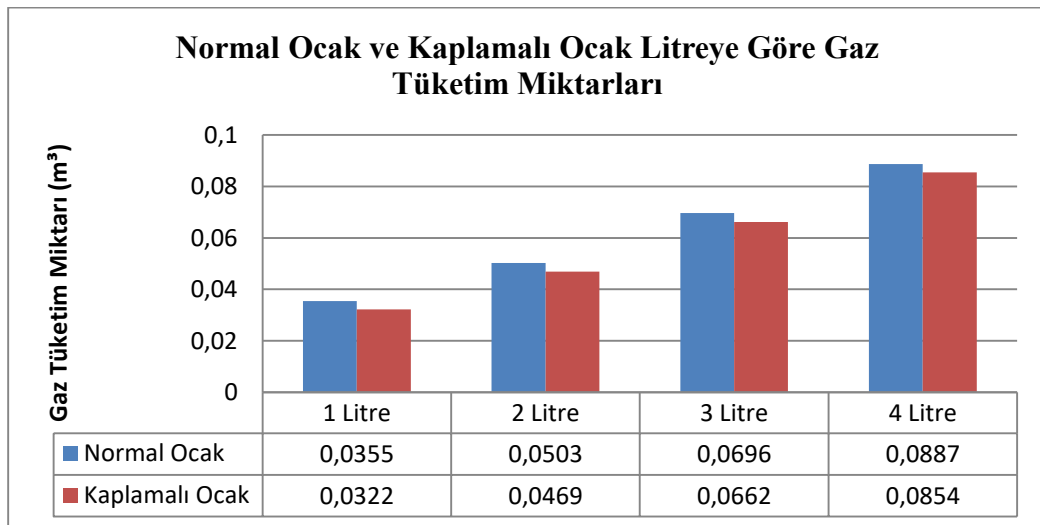
Aradaki fark hesaplandığında 0,0034 sm³ fark oluşmaktadır. Aradaki fark saat bazında hesaplandığında 1 saatte 0,182 sm³ gaz tasarrufu olur. Dört kişilik bir ailede günde ortalama 1 saat set üstü ocakta doğalgazın yandığı düşünülürse bir evde günde 0,182 sm³ gaz tasarrufu olur. Buda ayda 5,46 sm³ lük bir kazanç sağlar. Yıl bazında hesaplanırsa 1 yılda 65,52 sm³ gaz tasarrufu sağlanır.

3 litrelik su ile kaplamalı ve normal ocak maliyet hesabı: Maliyet farkı Şekil 4.27’de verilenlere göre normal ocak 3 lt suyu 20°C den 90°C sıcaklığa getirebilmek için 0,0696 sm³ gaz tüketmiştir. Şekil 4.27’de Ø162 x 45 x 12 mm Kaplama konduktan sonra 1 lt suyu 20°C den 90°C sıcaklığa getirebilmek için 0,0662 sm³ tüketmiştir.

Aradaki fark hesaplandığında 0,0034 sm³ fark oluşmaktadır. Aradaki fark saat bazında hesaplandığında 1 saatte 0,18 sm³ gaz tasarrufu olur. Dört kişilik bir ailede günde ortalama 1 saat set üstü ocakta doğalgazın yandığı düşünülürse bir evde günde 0,18 sm³ gaz tasarrufu olur. Buda ayda 5,4 sm³ lük bir kazanç sağlar. Yıl bazında hesaplanırsa 1 yılda 64,8 sm³ gaz tasarrufu sağlanır.

4 litrelik su ile kaplamalı ve normal ocak maliyet hesabı: Maliyet farkı Şekil 4.27’de verilenlere göre normal ocak 4 lt suyu 20°C den 90°C sıcaklığa getirebilmek için 0,0887 sm³ gaz tüketmiştir. Şekil 4.27’de Ø162 x 45 x 12 mm Kaplama konduktan sonra 4lt suyu 20°C den 90°C sıcaklığa getirebilmek için 0,0854 sm³ tüketmiştir.

Aradaki fark hesaplandığında 0,0033 sm³ fark oluşmaktadır. Aradaki fark saat bazında hesaplandığında 1 saatte 0,18 sm³ gaz tasarrufu olur. Dört kişilik bir ailede günde ortalama 1 saat set üstü ocakta doğalgazın yandığı düşünülürse bir evde günde 0,18 sm³ gaz tasarrufu olur. Buda ayda 5,4 sm³ lük bir kazanç sağlar. Yıl bazında hesaplanırsa 1 yılda 64,8 sm³ gaz tasarrufu sağlanır.



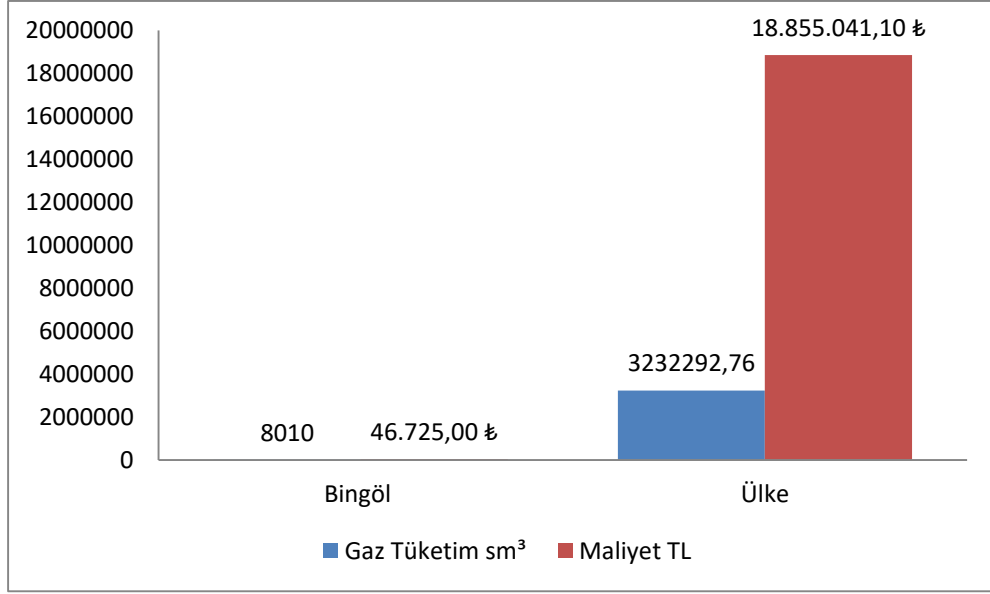
Şekil 4.27. Normal ocak ve kaplamalı ocak su miktarına göre gaz tüketimi

Yapılan hesaplamalar sonucunda çıkan ortalama maliyet hesabı ve gaz maliyet tasarrufu aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.6. Dört kişilik bir ailenin gaz tüketim maliyet kazancı

Normal ve kaplamalı ocak arasındaki ortalama 66 saniyelik farktaki gaz tasarrufu	0,0033	sm ³
Günde 1 saat çalışan bir evde ki set üstü ocaktaki gaz tasarrufu	0,18	sm ³
Ayda bir evdeki gaz tasarrufu	5,4	sm ³
Yılda bir evdeki gaz tasarrufu	64,8	sm ³
Bingöl ili Doğu gaz dağıtım şirketinin 1sm ³ gaz tüketim fiyatı (2022 yılı Aralık ayı fiyatı)	5,853395	TL
Günde 3 saat çalışan set üstü ocağın maliyet tasarrufu	$0,18 \times 5,853395 = 1,05$	TL
1 ayda yapılan maliyet tasarrufu	$1,05 \times 30 = 31,5$	TL
1 yılda yapılan maliyet tasarrufu	$31,5 \times 12 = 378$	TL

Yapılan maliyet hesaplamaları sonucunda Tablo 4.5’de verilen il bazında ki doğal gaz abone sayısının 1 günlük tüketimi hesaplandığında yaklaşık olarak 46.725,00 TL. Ülkemizde 2022 tarihli GAZBİR verilerine göre doğal gaz konut abone sayısı 17.957.182 kişi olduğu ve bu veriye göre 1 günlük tüketim hesaplandığında ülke genelinde toplam olarak Şekil 4.28’de de görüldüğü üzere 18.855.041,1 TL kazanç sağlana bileceği görüldü.

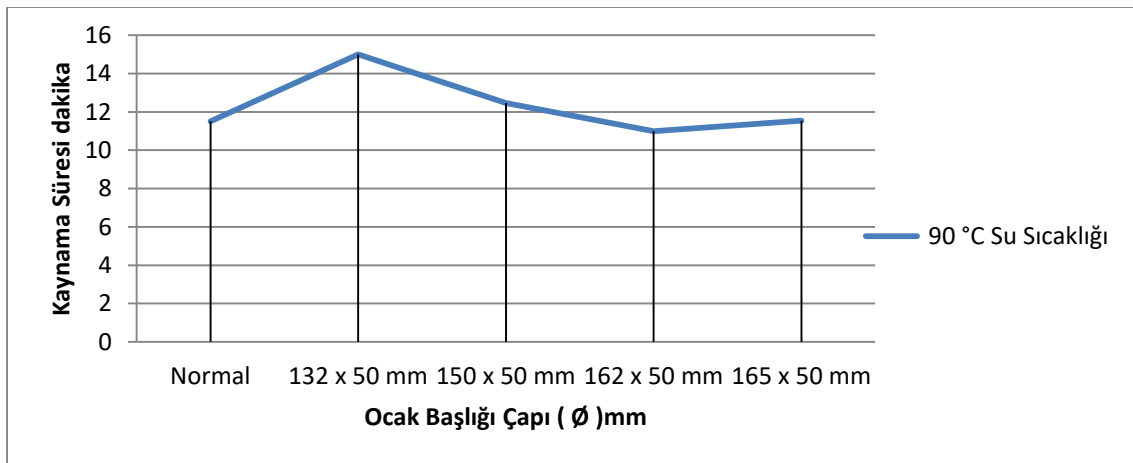


Şekil 4.28. Günde bir saat çalışan kaplamalı ocakta kazanılan enerji tasarrufu

4.4. Kaplama Verilerinin Grafiksel Olarak İncelenmesi

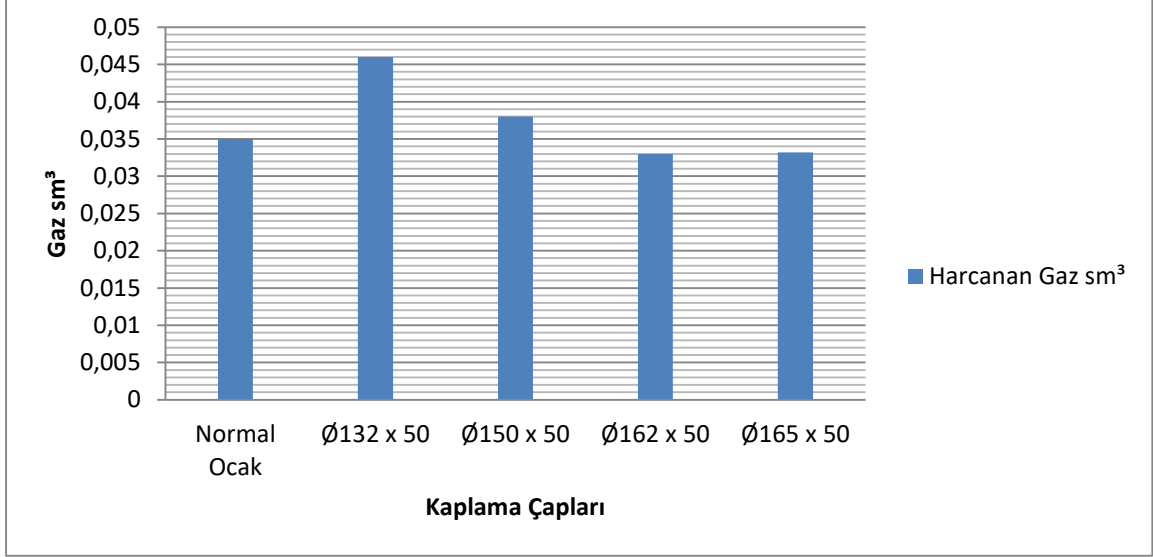
4.4.1. Kaplamaların Çaplarına Göre İncelenmesi

Bu deneyde en ideal yanmayı ve ısı iletimini sağlayacak çaplar üzerinde çalışılmıştır. Kaplama yükseklikleri sabit tutularak ve çaplar değiştirilerek elde edilen Şekil 4.29'da görüleceği üzere kaplama çap değerleri büyüdükçe veya küçüldükçe su ısınma süreleri artmaktadır. Bu deneyde en uygun kaplama çapı belirlenmiştir.



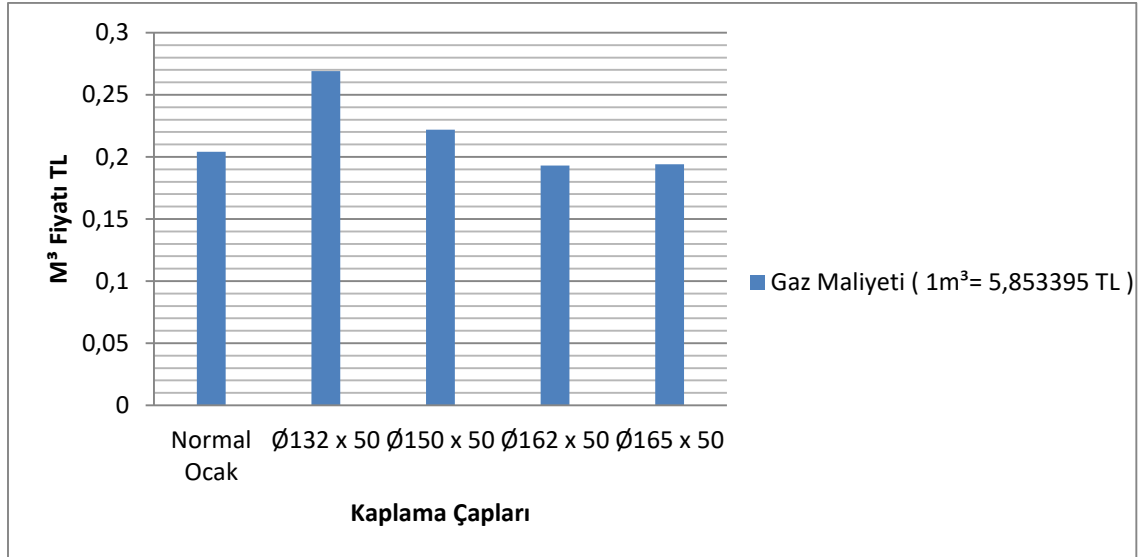
Şekil 4.29. Farklı tip kaplama çapları ve normal ocak için su sıcaklığı süreleri

Yapılan deneyde normal ocak ve kaplama çaplarının suyu 20°C den 90°C çıkarmak için geçen sürede gaz tüketim mi Şekil 4.30'da verilmiştir.



Şekil 4.30. Normal ocak ve farklı çaplardaki kaplamaların gaz tüketim miktarları

Şekil 4.31'de görüldüğü üzere yapılan deneyde normal ocak ve kaplama çaplarında suyu 20°C den 90°C çıkarmak için geçen sürede fiyat maliyeti verilmiştir.



Şekil 4.31. Normal ocak ve farklı çaplardaki kaplamaların maliyeti

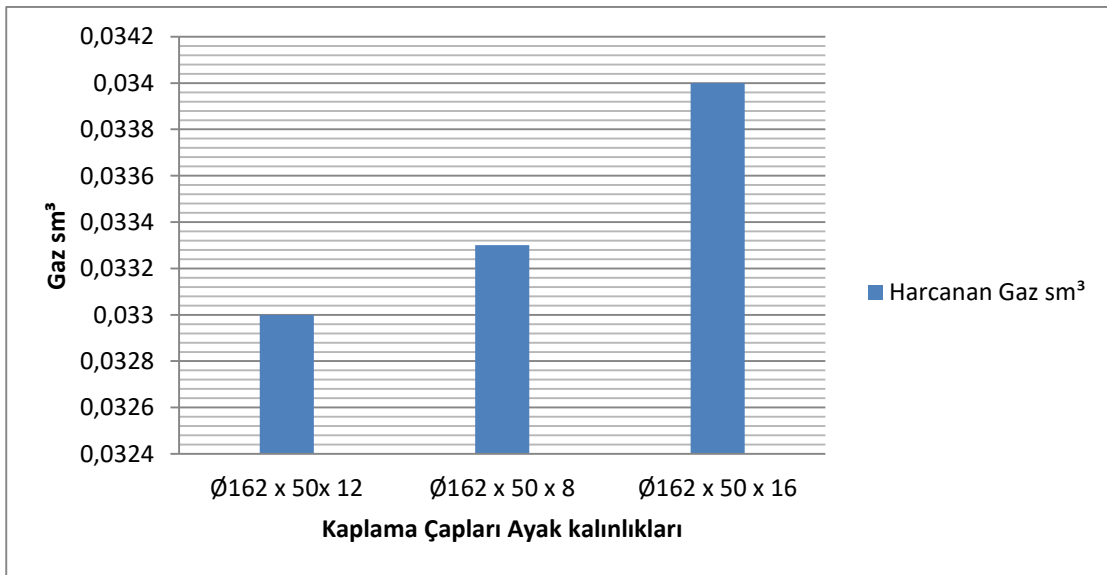
4.4.2. Kaplamaların Alt Ayak Kalınlıklarına Göre İncelenmesi

Bu deneyde bir önceki deneyde belirlenen çapların yüzeye ısı iletimini düşürmek için çalışmalar yapılmıştır. Şekil 4.32’de deneyde çap ve yükseklikler sabit tutulmuş taban yüzeyine basan ayakların kalınlıkları değiştirilerek en uygun kaplama seçimi yapılmıştır.



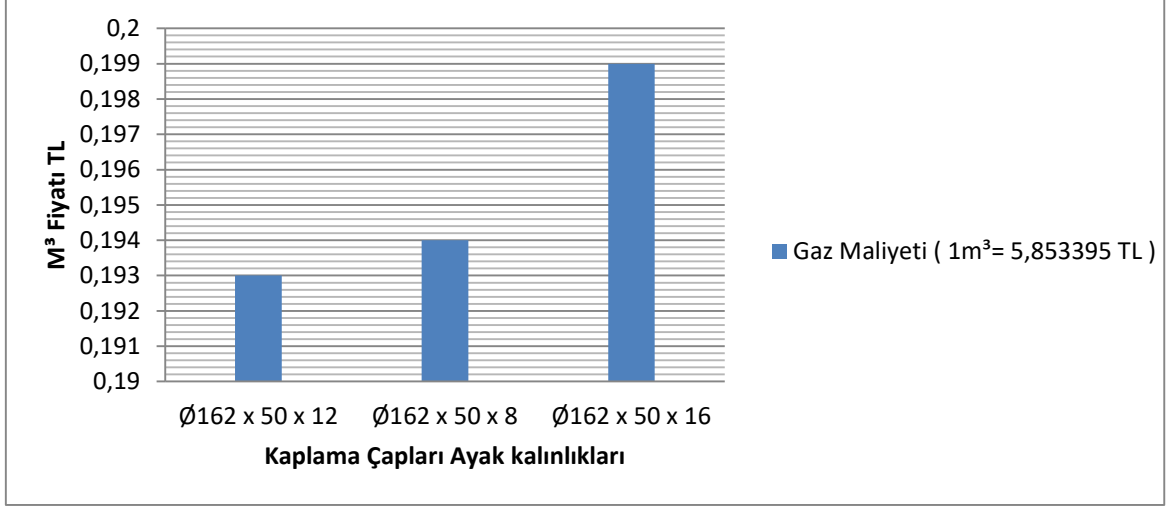
Şekil4.32. Ayaklarının kalınlıkları farklı tip kaplamalar için su sıcaklığı süreleri

Yapılan deneyde kaplama çaplarının ayak kalınlıklarının farklı olması halinde su 20°C den 90°C çıkarmak için geçen sürede gaz tüketim mi Şekil 4.33’de verilmiştir.



Şekil 4.33. Ayak kalınlıkları farklı kaplamaların gaz tüketim miktarları

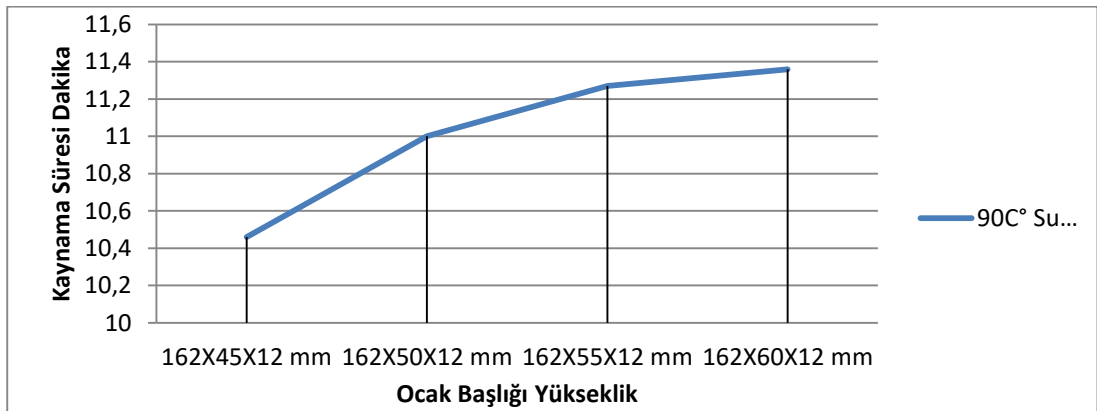
Şekil 4.34’de görüldüğü üzere yapılan deneyde kaplama çaplarının ayak kalınlıklarının farklı olması halinde suyu 20°C den 90°C çıkarmak için geçen sürede fiyat maliyeti verilmiştir.



Şekil 4.34. Ayak kalınlıkları farklı kaplamaların maliyeti

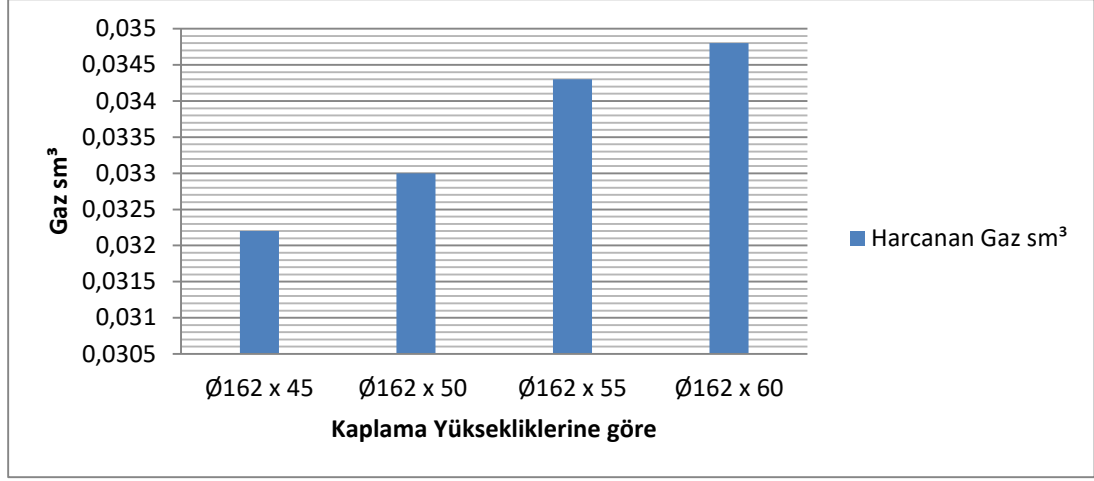
4.4.3. Kaplamaların Yüksekliklerine Göre İncelenmesi

Bu deneyde bir önceki deneyde seçilen en uygun kaplama ısı iletimini arttırmak için çalışmalar yapılmıştır. Şekil 4.35’de deneyde çap ve ayak kalınlıkları sabit tutulmuş yükseklikleri değiştirilerek en uygun kaplama seçimi yapılmıştır. Grafikten de anlaşılacağı üzere yükseklik düştükçe ısı iletimi artmaktadır.



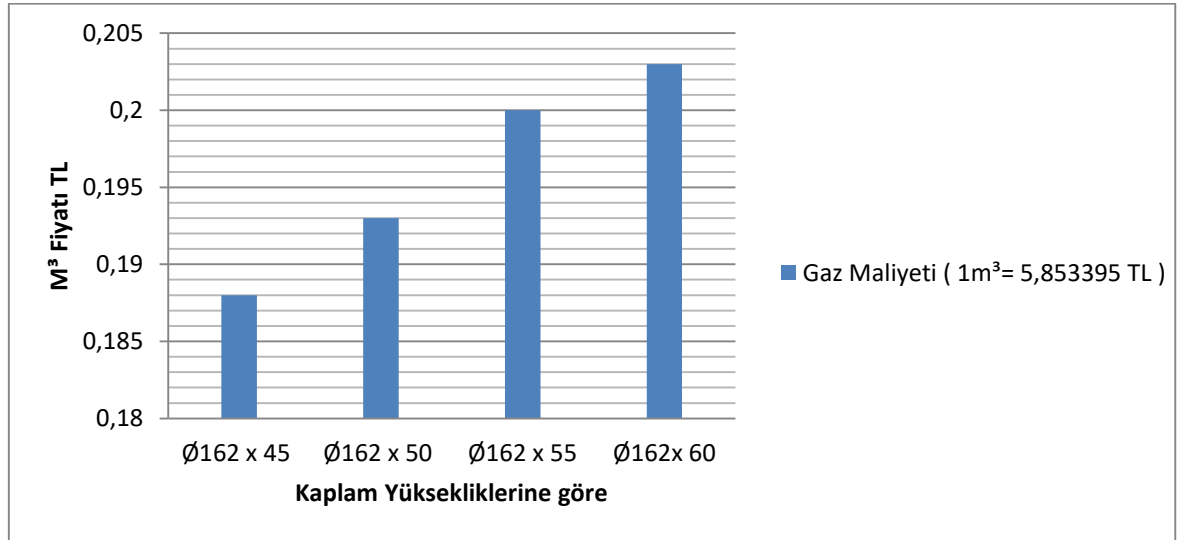
Şekil 4.35. Yükseklikleri farklı tip kaplamalar için su sıcaklığı süreleri

Yapılan deneyde kaplama çapları aynı yükseklikleri farklı olması halinde su 20°C den 90°C çıkarmak için geçen sürede gaz tüketim mi Şekil 4.36'da verilmiştir.



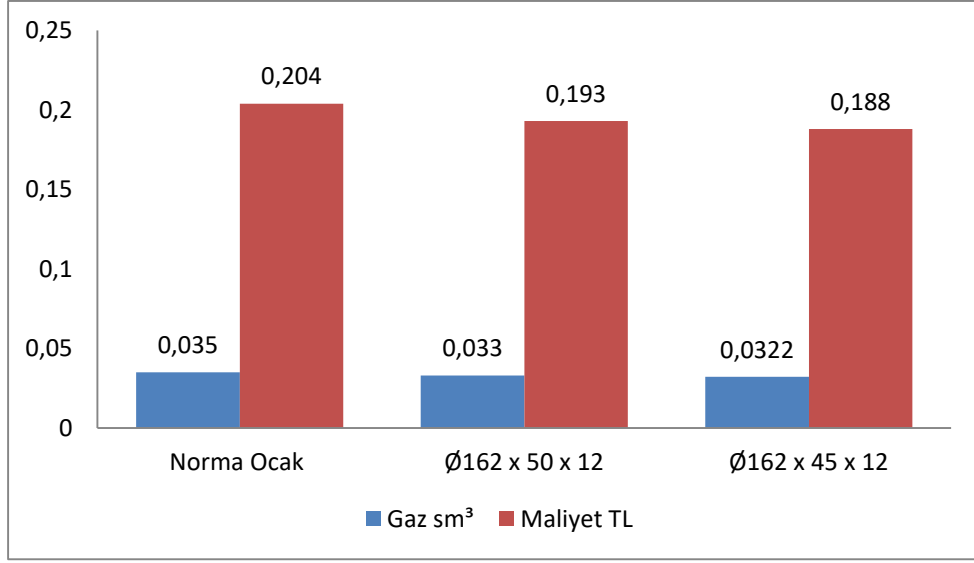
Şekil 4.36. Yükseklikleri farklı kaplamaların gaz tüketim miktarları

Şekil 4.37'de görüldüğü üzere yapılan deneyde kaplama çapları aynı yükseklikleri farklı olması halinde suyu 20°C den 90°C çıkarmak için geçen sürede fiyat maliyeti verilmiştir



Şekil 4.37. Yükseklikleri farklı kaplamaların maliyeti

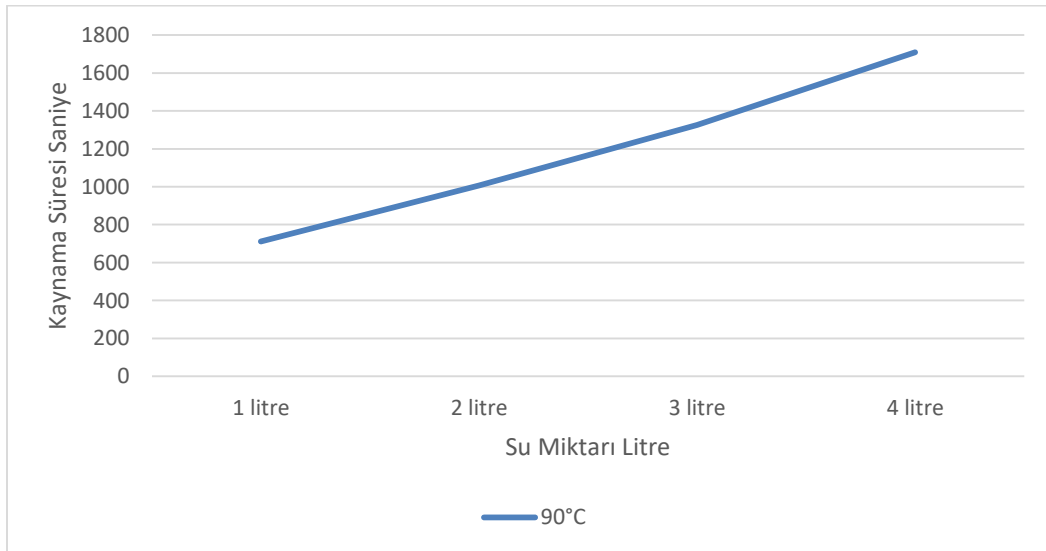
Genel olarak Şekil 4.38'de yapılan bütün deneylerde en verimli kaplamaların gaz tüketim ve maliyetleri hesaplanış olup en verimlisi seçilmiştir.



Şekil 4.38. Normal ocak ve verimli kaplamaların gaz tüketim miktarları ve maliyeti

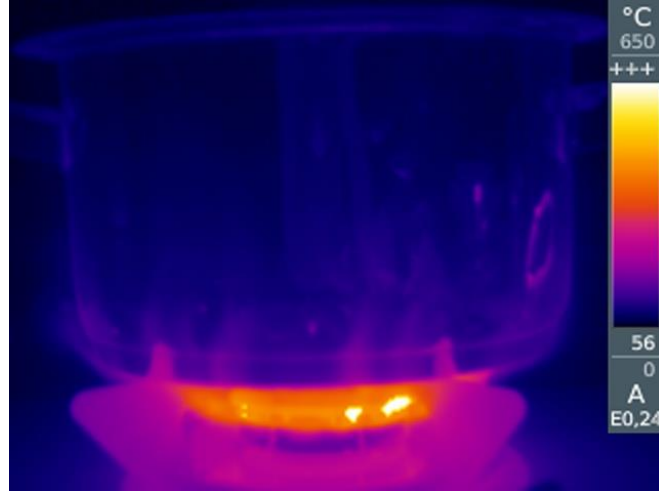
4.4.4. Su Miktarlarına Göre İncelenmesi

Bu deneyde önceki deneylerde seçilen en uygun kaplama ile normal ocak arasında su miktarının değişmesi sonucu ısı iletimin de değişmeler olup olmadığına dair çalışmalar yapılmıştır. Şekil 4.39’da deneyde normal ocağın su miktarları değiştirilerek su ısınma sürelerine bakıldı.



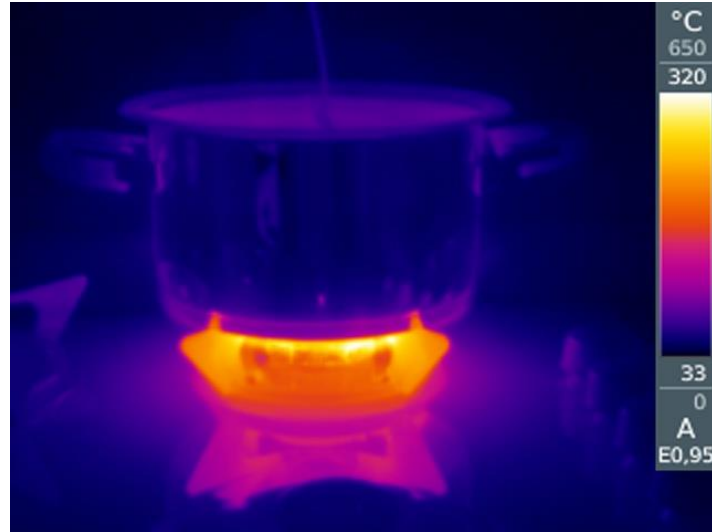
Şekil 4.39. Su miktarları farklı normal ocak için su sıcaklığı süreleri

Normal ocakta 1 lt su miktarları ile yapılan deneyin termal kamera görüntüsü Şekil 4.40'da verilmiştir.



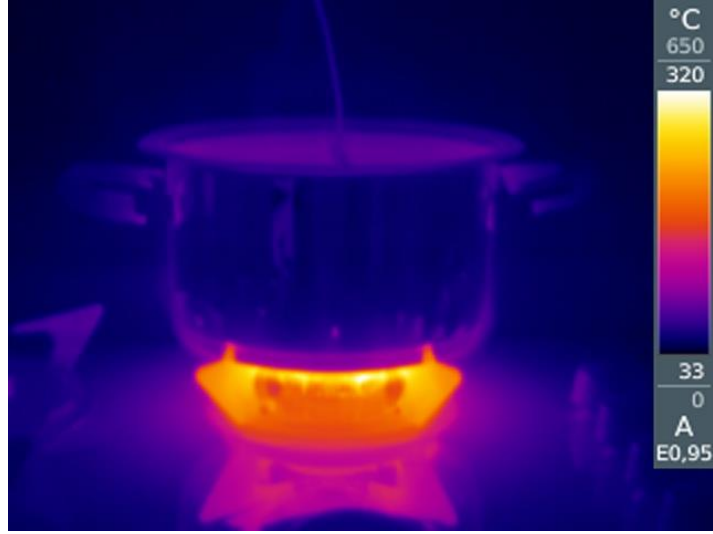
Şekil 4.40. 1litre su için normal ocak termal kamera resimleri

Normal ocakta 2 lt su miktarları ile yapılan deneyin termal kamera görüntüsü Şekil 4.41'de verilmiştir.



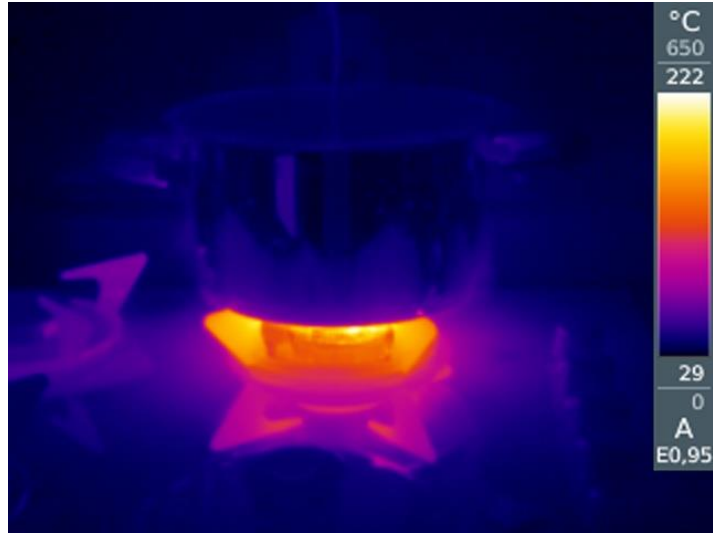
Şekil 4.41. 2litre su için normal ocak termal kamera resimleri

Normal ocakta 3 lt su miktarları ile yapılan deneyin termal kamera görüntüsü Şekil 4.42'de verilmiştir.



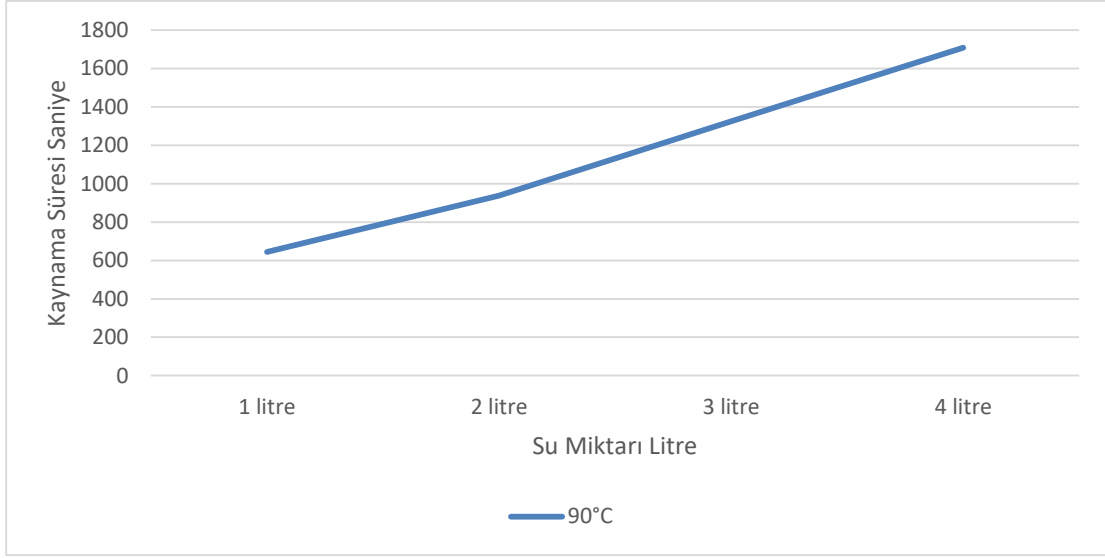
Şekil 4.42. 3 litre su için normal ocak termal kamera resimleri

Normal ocakta 4 lt su miktarları ile yapılan deneyin termal kamera görüntüsü Şekil 4.43’de verilmiştir.



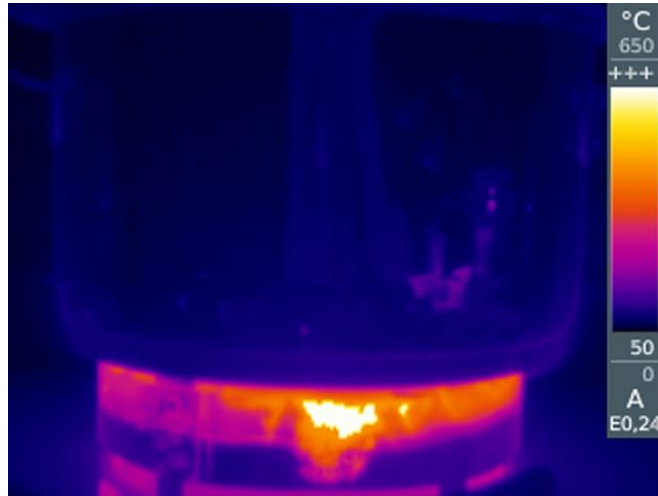
Şekil 4.43. 4 litre su için normal ocak termal kamera resimleri

Şekil 4.44’de deneyde kaplamalı ocağın su miktarları değiştirilerek su ısınma sürelerine bakılmıştır.



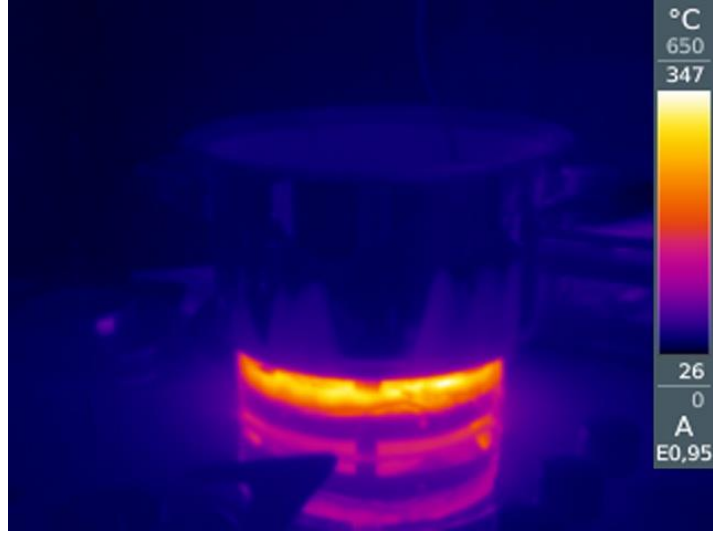
Şekil 4.44. Su miktarları farklı kaplamalı ocak için su sıcaklığı süreleri

Kaplamalı ocakta 1 lt su miktarları ile yapılan deneyin termal kamera görüntüsü Şekil 4.45’de verilmiştir.



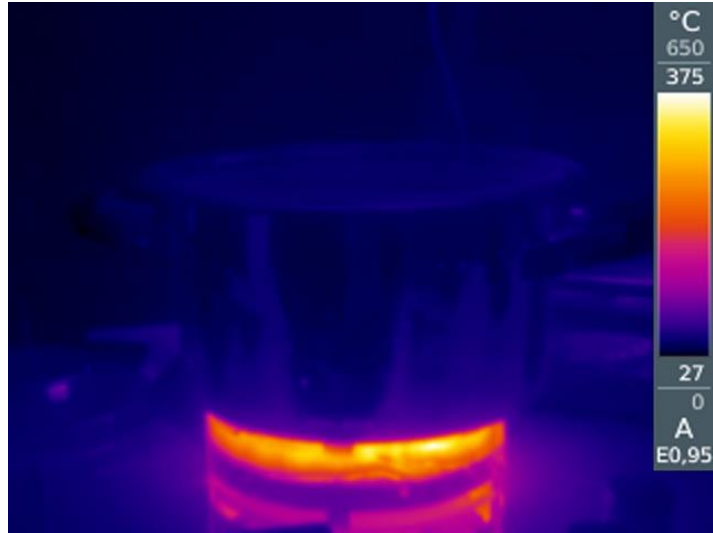
Şekil 4.45. 1 litre su için kaplamalı ocak termal kamera resimleri

Kaplamalı ocakta 2 lt su miktarları ile yapılan deneyin termal kamera görüntüsü Şekil 4.46’da verilmiştir.



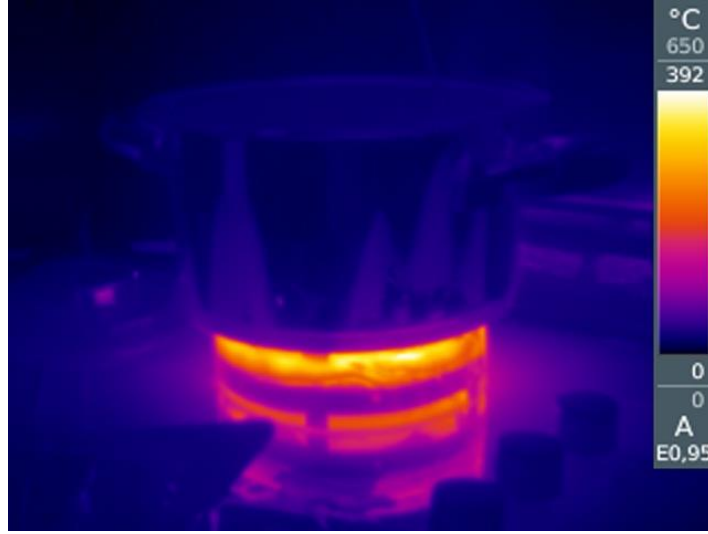
Şekil 4.46. 2 litre su için kaplamalı ocak termal kamera resimleri

Kaplamalı ocakta 3 lt su miktarları ile yapılan deneyin termal kamera görüntüsü Şekil 4.47’de verilmiştir.



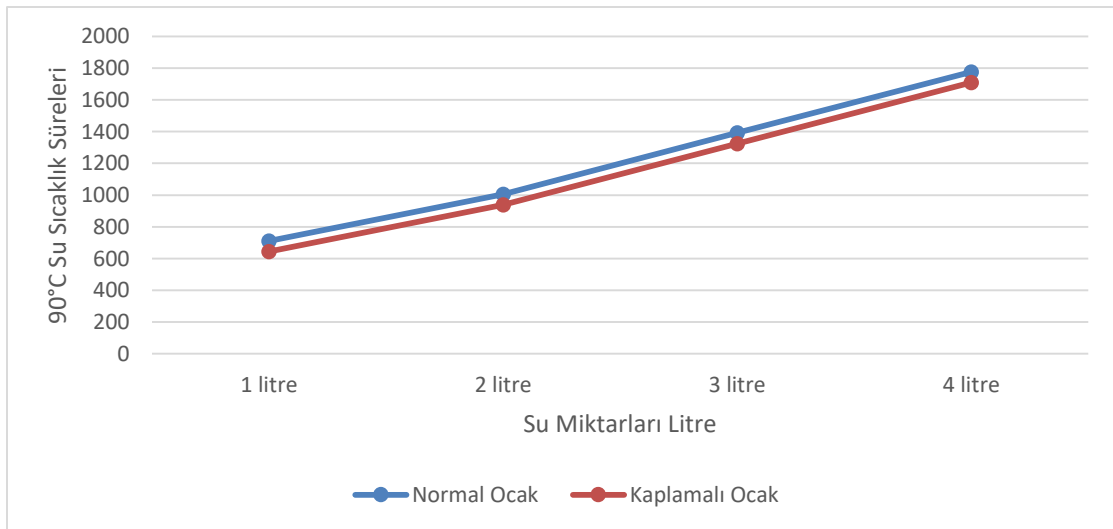
Şekil 4.47. 3 litre su için kaplamalı ocak termal kamera resimleri

Kaplamalı ocakta 4 lt su miktarları ile yapılan deneyin termal kamera görüntüsü Şekil 4.48’de verilmiştir.



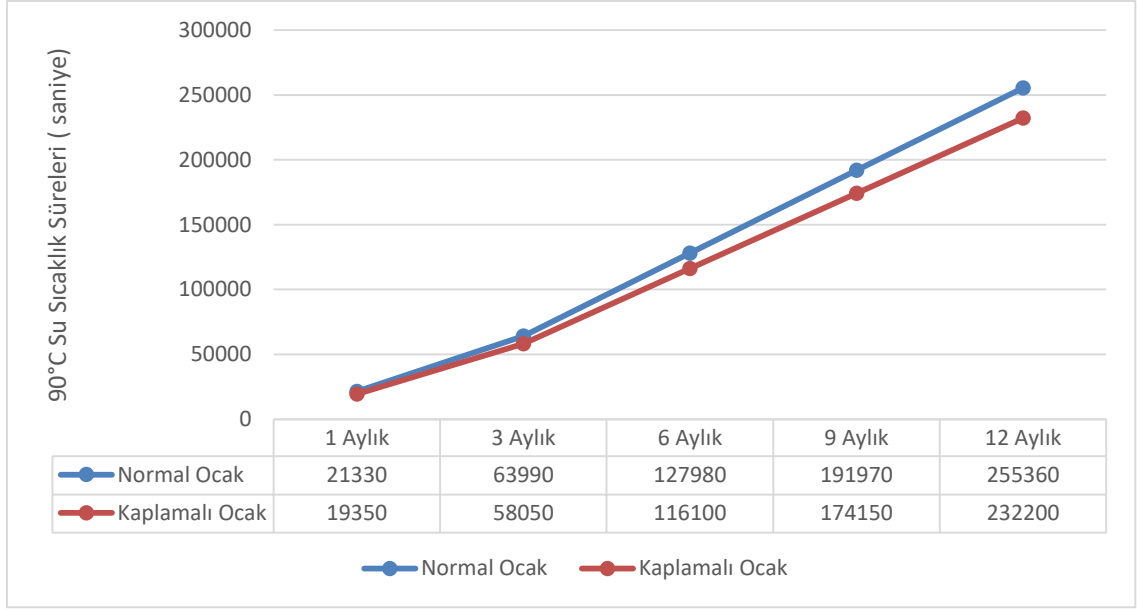
Şekil 4.48. 4 litre su için kaplamalı ocak termal kamera resimleri

Şekil 4.49’de kaplamalı ve normal ocağın su miktarları değiştirilerek su ısınma süreleri karşılaştırılmıştır. Şekilde de görüldüğü üzere normal ocak ve kaplamalı ocak su ısıtma süreleri farkı farklı su miktarlarında da yaklaşık olarak aynı olmaktadır.



Şekil 4.49. Su miktarları farklı kaplamalı ve normal ocak için su sıcaklığı süreleri

Şekil 4.50’de kaplamalı ve normal ocağın su miktarları değiştirilerek su ısınma süreleri 1, 3, 6, 9 ve 12 aylık dönemlerde karşılaştırılmıştır.



Şekil 4.50. Kaplamalı ve normal ocak için aylık bazda su sıcaklığı süreleri

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ülkemiz enerjide dışa bağımlı bir ülke konumundadır. Enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasının öncelikli yolu mevcut enerjinin verimli bir şekilde kullanılmasıdır. Gelişen dünyada enerji ihtiyacının sürekli arttığı fakat kaynakların gittikçe azaldığı bu yüzden enerjinin verimli kullanılmasını sağlamak için çok çeşitli programlar uygulanmaktadır. Gazlı ocaklarda alev enerjisinin direk pişirme kabına iletilememesi nedeniyle zaman, enerji ve maliyet kayıplarına neden olduğu bilinmektedir. Yapılan bu deneyde gazlı ocaklarda gaz kayıplarının azaltılması, enerjinin direk olarak pişirme kabına iletilmesi ile zaman ve maliyet açısından kazanç sağlamak amaçlanmıştır.

Bu çalışmada, doğal gazlı set üstü ocak bek'i üzerine kaplama malzemesi yerleştirilmiş su konmuş bir tencerenin kaynama süreleri incelenmiştir. Deney malzemesi, kaplama çapı, yükseklikleri ve ocak yüzeyine basan ayakları farklı ölçülerde olup deneysel çalışmalar aynı malzemeden 9 farklı ölçülerde kaplama yapılmıştır. Bu kaplama boyutları normal ocak, Ø162 x 50 x12 mm, Ø165 x 50 x12 mm, Ø150 x 50 x12 mm, Ø132 x 50 x12 mm, Ø162 x 50 x12 mm, Ø162 x 50 x16 mm, Ø162 x 50 x8 mm, Ø162 x 45 x12 mm, Ø162 x 55 x12 mm, Ø162 x 60 x12 mm olarak tasarlanmıştır.

- Gaz yakıt yakan ocaklarda kaplama kullanılmadığında Şekil 4.40'de görüldüğü üzere tencereye iletilen alev ısı ortama ısıma yoluyla yayılmaktadır. Ortama yayılan ısı kaybından dolayı gaz tüketimi artmakta ve enerji kayıpları yaşanmaktadır. Şekil 4.45'de görüldüğü üzere kaplama kullanılarak bu olumsuzluklar önemli ölçüde azaltıcı yönde etkileyecektir.
- Kurulan deney düzenğinde normal ocak deney süresi boyunca çevreye yaydığı gaz ısınımı ve alev sıcaklığının tencereye yeterince iletilememesi nedeniyle Tablo 4.1'de verildiği gibi su ısıtma süresinin 20°C den 90°C sıcaklığa 711 saniyede ulaştığı görülmüştür.

- Bu ışınmı azaltmak ve alev sıcaklığını tencereye ye daha iyi iletmek için farklı çaplarda kaplamalar tasarlamıştır. İlk olarak Ø165x50x12 mm kaplama tasarlanmış ve deney yapılmıştır. Yapılan deneyde su ısınma süresi 20°C den 90°C sıcaklığa 665 saniye ye düştüğü saptanmıştır.
- Gaz ışınmı daha çok azaltmak ve alev sıcaklığını tencereye ye daha iyi iletmek için kaplama çapında değişikliğe gidilmiş ve Ø162x50x12 mm olarak tasarlanıp yeniden deney yapılmıştır. Yapılan deneyde su ısıtma süresinin 20°C den 90°C sıcaklığa 660 saniye de ulaştığı ve sürenin düştüğü görülmüştür.
- Yapılan çalışmada görüldüğü üzere çaplar küçüldükçe su ısıtma süresinin düştüğü ve bunun üzerine yeniden çaplarda değişiklik yapılarak Ø150x50x12 mm olarak tasarlanmış ve deney yapılmıştır. Yapılan deneyde su ısınma süresinin 20°C den 90°C sıcaklığa 766 saniye ulaştığı ve normal ocağın su ısıtma süresinin üstüne çıktığı görülmüştür. Tablo 4.1’de görüldüğü gibi kaplama çaplarının küçültülmesi su ısıtma süresi üzerinde olumsuz olmuştur. Bu deneyde en uygun kaplama ölçüsü olarak 162x50x12 mm olarak belirlenmiştir.
- Belirlenen en uygun çaplı kaplama üzerinde Tablo 4.2’de görüldüğü üzere yeniden değişikliğe gidilmiştir. Yere temas eden yüzeylerden taşınım ile ocak yüzeyine iletilen ısıdan kazanç sağlamak için yere temas eden yüzeylerin kalınlıkları üzerinde değişiklik yapılarak kaplama tasarımları yapılmıştır.
- İlk olarak Ø162x50x8 mm olarak yapılan yeni tasarımın deneyleri yapılmış Tablo 4.2’de görüldüğü üzere su ısıtma süresinin 20°C den 90°C sıcaklığa 666 saniyede ulaştığı ve sürenin arttığı saptanmıştır. Yeniden kaplamanın yere temas eden yüzeyi üzerinde değişikliğe gidilerek Ø162x50x16 mm olarak tasarlanmış ve deneyler yapılmıştır.
- Yine Tablo 4.2’de görüldüğü üzere su ısıtma süresinin 20°C den 90°C sıcaklığa 680 saniyede ulaştığı ve sürenin arttığı saptanmış olup bu deneyde de en uygun kaplamanın yere temas eden yüzey kalınlığının 12 mm olarak belirlenmiştir.

- Yapılan deneyler sonucunda belirlenen Tablo 4.2’de seçilen kaplamanın üzerinde Tablo 4.3’de görüldüğü üzere ateşin tencereye yaklaştırılması veya uzaklaştırılması amacıyla kaplamanın yüksekliğinde değişiklikler yapılması durumunda ki su ısıtma sürelerine bakılmıştır. İlk olarak kaplama yüksekliği arttırılarak kaplama Ø162x60x12 mm olarak tasarlanmış ve deneyler yapılmıştır. Yapılan deneyde Tablo 5.3’de görüldüğü üzere su ısıtma süresi 20°C den 90°C sıcaklığa 696 saniyede ulaşmış ve sürenin uygun olarak seçilen kaplamaya göre arttığı görülmüştür.
- Bunun üzerine kaplama yüksekliği düşürülerek Ø162x55x12 mm olarak tasarlanmış ve deney yapılmıştır. Bu deneyde de su ısıtma süresinin 20°C den 90°C sıcaklığa 687 saniyede ulaşmış ve sürenin uygun olarak seçilen kaplamaya göre arttığı ancak yüksekliği Ø162x60x12 mm olan kaplamaya göre düştüğü görülmüştür.
- Bunun üzerine kaplama yüksekliği daha önce belirlenen yükseklik daha düşük olacak şekilde Ø162x45x12 mm kaplama tasarlanmış ve deneyler yapılmıştır. Yapılan deneyde yüksekliğin düşürülmesi su ısıtma süresi 20°C den 90°C sıcaklığa 645 saniyede ulaşmış ve süre daha da azalmıştır. Bu yükseklikten daha düşük yükseklik yapılması durumunda tencere kaplama üzerine oturmayacağı ve alev ışıması artacağı için daha düşük yükseklikler yapılmamıştır.

Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, set üstü gazlı ocaklarda ışıınımı azaltıcı katı yüzeylerden oluşan kaplama malzemeleri kullanıldığı zaman tencereye ısı geçişinin arttığı görülmüştür. Farklı kaplama geometrilerinde ısı geçişi çapı, yüzeye basma kalınlıkları ve yüksekliklerine bağılı olarak değişmektedir. Deneysel çalışmalar sonucunda belirli bir çapta, yüzeye basma kalınlıkları ve yükseklikte bir kaplamanın ısıyı tencereye daha iyi iletteğı görülmüştür.

Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen kaplama ile normal ocakta su miktarları 2, 3 ve 4 litre sularla yapılan deneylerde de Şekil 4.49’da görüldüğü üzere su sıcaklık sürelerinde aynı oranlarda azalmalar olmuştur. Buda gösteriyor ki su miktarları değişse de kaplamalı ocak daha verimli olduğı anlaşılmıştır.

Su miktarları değişse de bu tasarım sayesinde ortalama olarak verim %9 daha arttırarak gaz tüketiminde azaltma sağlanmıştır. Tasarlanan bu kaplama ÷lkemizde her evde ve endüstri mutfaklarında kullanılması sonucunda ÷lke genelinde önemli derecede doğalgaz tüketimi tasarrufu sağlanacaktır. Saęlanan gaz ve enerji tasarrufu doğalgaz ithal eden ÷lkemizin üzerindeki milli gelir açığıını azda olsa azaltacaktır.

KAYNAKLAR

Akgüngör, A. A. (2000). Doğal gaz yanması ve emisyon oluşumu, İTÜ Yüksek Lisans Tezi.

Alemli, S. (1998). Doğal gazın yanma mekanizmasının incelenmesi, İTÜ Yüksek Lisans Tezi.

Anonim a. (2022). www.botas.gov.tr

Anonim b. (2022). www.emkoelektronik.com.tr

Anonim c. (2022). www.dogugaz.com.tr

Anonim d. (2022). www.gazbir.org.tr

Anonim e. (2022). www.gazmer.com.tr

Anonim f. (2022). www.kumtel.com.tr

Anonim g. (2022). www.maden.org.tr

Anonim h. (2022). www.testo.com.tr

Arısoy, A. ve Çelik, C. (1995). Doğal gaz yanmasında azotoksit oluşumu, Doğal Gaz Dergisi, 40.

Aydın, Ö. (2005). Gaz yakıtlı ocaklarda katı yüzeyin emisyonu ve verime etkisi , Osman Gazi Üniversitesi Doktora Tezi, Eskişehir.

Borat, O. (1982). Termokimyasal Denge ve Yanma, İTÜ Makina Fakültesi, İstanbul.

Borat, O. (1983). Yanma Stokiyometrisi, İTÜ Makina Fakültesi, İstanbul.

Çakmak, H. (2022). Karasız Hal (Zamana Bağlı) Isı Transferi, Gıda Mühendisliği Bölümü Hitit Üniversitesi, Çorum.

Çengel, Y. A. (2012). Isı ve Kütle Transferi Pratik Bir Yaklaşım, (Çev. V. Tanyıldız), Güven Bilimsel Yayınevi, 3. basım.

Dagsöz, A. K. (1999). Doğal gaz tanımı cihazları devreleri hesabı, Demirdöküm Teknik Yayınları, 3, 199.

Genceli, O. F. (2004). Çözümlü Isı Işınımı Problemleri, Birsan Yayınevi, İstanbul, 300.

Güler, Ç. (2002). Kapalı ortam hava kirliliği, Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, Ekim-Kasım-Aralık Sayısı.

Halıcı, F. (2016). Isı Transferi ve Örnek Problemler Isı Geçişi, Birsan Yayınevi.

Incopera, P. F. and Dewitt, D. P. (2006). Isı ve Kütle Geçişinin Temelleri, (Çev. T. Derbentli, O. Genceli, A. Güngör, A. Hepbaşı, Z. İlken, N. Özbalt, F. Özgüç, C. Parmaksızoğlu, Y. Uralcan) Literatür yayıncılık.

Numanoğlu, A. ve Erden, O. (2019) Ev tipi set üstü gazlı ocaklarda maliyet ve kalite iyileştirme amaçlı bir değer mühendisliği uygulaması, Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi.

Onat, K. (1969). Buhar Kazanlarının Isıl Hesapları, İTÜ Kütüphanesi, İstanbul.

Tucer, S. (2005). Katı Yüzey ışıınımı ile Gaz Yakıtlı Ocaklarda Isı Geçişinin Arttırılması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.

Turns, S. R. (2000). An introduction to combustion, McGraw-Hill, Inc., New York, p 675.

Türkan, C. (2010). Mutfak Teknolojisi, Sistem Ofset, Ankara.

Uğurluoğlu, E. (2007). Doğal Gaz Yakılan Bir Ocaktaki Katı Yüzeyin Emisyon ve Verim Üzerindeki Etkisi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi
Uysal, B. Z. 2019, Isı Transferi, Gazi kitabevi.

Yeşilata, B. (2007). Mühendislikte Temel Isı Transferi (Termo-akışkan sistemler ders kitapları serisi-2) Harran Üniversitesi, Makina Mühendisliği Bölümü.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler
Adı Soyadı: Mehmet Akif UÇGUN Doğum tarihi: 03.06.1980 Doğum Yeri: Erdemli Uyruğu: T.C Adres: Şehit Mustafa Gündoğdu Mah. Üniversite Cad. Üniversite Lojmanları C Blok No:2 Tel: 0538 977 0265 E-mail: maucgun@bingol.edu.tr
Eğitim
Lise: Erdemli Lisesi Lisans: Bingöl Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Makine Mühendisliği Yüksek lisans: Bingöl Üniversitesi Makine Mühendisliği
Yabancı Dil Bilgisi
İngilizce: Orta