**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ MAKİNA FAKÜLTESİ**

**MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**



**RADYASYONLU BUHAR KAZANI TASARIMI**

**BİTİRME TASARIM PROJESİ**

**Hazırlayanlar**

**030160112 Furkan KAMACI**

**222222222 Öğrenciadı SOYADI**

**333333333 Öğrenciadı SOYADI**

**Danışman: Dr. Ersin SAYAR**

**TEZİN SAVUNULDUĞU OCAK 2020**

***İtü Makine’de geçen yıllarımıza,***

# ÖNSÖZ

Bu projeyi bize veren değerli Hocamız Sayın Dr. Ersin SAYAR’a çalışmamız sırasında gösterdiği yardım ve anlayıştan dolayı teşekkürü borç biliriz.

İstanbul, Ocak 2020

İçindekiler

[ÖNSÖZ iii](#_Toc26228923)

[KISALTMALAR - SİMGELER v](#_Toc26228924)

[ALT INDISLER vi](#_Toc26228925)

[ÜST INDISLER vii](#_Toc26228926)

[ÇİZELGE LİSTESİ viii](#_Toc26228927)

[ŞEKİL LİSTESİ ix](#_Toc26228928)

[ÖZET x](#_Toc26228929)

[Bölüm 1 - GİRİŞ xi](#_Toc26228930)

[Tasarlanan Projenin Amacı xi](#_Toc26228931)

[Tasarım Probleminin Sınırları xi](#_Toc26228932)

[Literatür Özeti xii](#_Toc26228933)

[Bölüm - 2 TEORİK ESASLAR xiv](#_Toc26228934)

[ENERJI VE TERMODINAMIK ÇEVRIMLER xiv](#_Toc26228935)

[GİRİŞ xiv](#_Toc26228936)

[TEMEL TERMODİNAMİK BİLGİSİ xiv](#_Toc26228937)

[KAPALI VE AÇIK SİSTEMLER xv](#_Toc26228938)

[Enerjinin biçimleri xvi](#_Toc26228939)

[Makroskopik enerji xvi](#_Toc26228940)

[Mikroskobik enerji xvi](#_Toc26228941)

[Bir sistemin toplam enerjisi xvii](#_Toc26228942)

[Sistemin özellikleri xvii](#_Toc26228943)

[Yeğin özellikler xvii](#_Toc26228944)

[Yaygın özellikler xvii](#_Toc26228945)

[Sistemin hali xvii](#_Toc26228946)

[Hal postulası xvii](#_Toc26228947)

[Basınç xvii](#_Toc26228948)

[Mutlak basınç xviii](#_Toc26228949)

[Gösterge basıncı xviii](#_Toc26228950)

[Vakum basıncı xviii](#_Toc26228951)

[Bölüm 3 – RADYASYONLU BUHAR KAZANLARI xviii](#_Toc26228952)

# KISALTMALAR - SİMGELER

**a :** Curuftaki yanmamış yakacak oranı, boru eksenleri arasındaki açıklık

**A :** Alan, yakacağın kül yüzdesi

**b :** Uçan koktaki yanmamış yakacak oranı

**b1 :** Izgara yükü

**B :** Yakacak harcamı

**B’ :** Net yakacak harcamı

**B.H.Y. :** Buhar hacmi yükü

**c :** Özgül ısı, ızgaradan düşen kömürdeki yanmamış yakacak

oranı

**C:** Curuf oranı

**C’ :** Curuf ile ızgaradan düşen kömürün toplamınıno oranı

**Cd :** Boru demetinde yük kaybında ait dizi sayısına bağlı düzeltme katsayısı

**Ck** : Ocakta taşınımın etkisini gösteren katsayı

**Ckd :** Kirlilik direnç katsayısı

**Ckir :** Kirlilik katsayısı

**d :** Çap

**D :** Izgaradan düşen kömür oranı, çap

**e :** Kalınlık

**E :** Işınım akısı

**f :** Boru demetinde sıralanış katsayısı,birim boru boyu başına serbest geçiş kesidi

**g :** Yerçekimi ivmesi

**h :** Film katsayısı, yükseklik

**H :** Hacimsel ısıl yük

**Hkok :** Kokun ısıl değeri

**Hu :** Alt ısıl değer

**i :** Özgül entalpi

**iks :** Ergime gizli ısısı

**isb :** Buharlaşma gizli ısısı

**K :** Toplam ısı geçiş katsayısı

**l :** Uzunluk

**L :** Uzunluk

**Le :** Eşdeğer tabaka kalınlığı

**m :** Kütle

**n :** Devir sayısı, hava fazlalık kaysayısı, adet, boru dizi sayısı

**N :** Güç

**p :** Basınç, kısmı basınç

**Q :** Isı debisi

**r :** Eğreilik yarıçapı

**R :** Isıl direnç, özgül sürtünme direnci

**Re :** Reynolds sayısı

**s1 :** Boru demetinde boruların akışa dik açıklığı

**s2 :** Boru demetinde boruların akışa parallel açıklığı

**S :** Dik kesit

**t :** Zaman

**T :** Sıcaklık

**U :** Uçan kok oranı

**v :** Özgül hacim, özgül gaz miktarı

**V :** Hacim

**V :** Hız

**w :** Özgül iş

**x :** Kuruluk derecesi, uzaklık

**y :** Yakacağın yanmamış kısmının oranı

**Y :** Curuf ve uçan koktaki yanmamış yakacak oranı

**z :** Adet, kazanın günlük çalışma süresi, yükseklik

**Z :** Isıl kayıp

**ε :** Işınım yayma katsayısı, pürüzlülük

**ζ :** Yerel kayıp katsayısı

**η :** Verim

**θ :** Çevreye göre sıcaklık fazlalığı

**λs :** Sürtünme katsayısı

**μ :** Dinamik vizkozite

**ν :** Kinematik vizkozite

**ξ :** (x/l) boyutsuz uzunluk

**ρ :** Yoğunluk

**φ :** Şekil katsayısı, yakacağın ızgarada yanan kısmı

**ψ :** Boruların ocak duvarlarına yerleştiriliş şekline ait katsayı

## ALT INDISLER

**a :** Gaz + alev’e ait, çevre

**al :** Alev

**b :** Baca, boru, buhar

**bl :** Blöf

**bs :** Besi suyu

**c :** Cidar

**ç :** Çıkış

**d :** Daralma, dış, dinamik

**f :** Aralıklı çalışma

**g :** Gaz, genişleme, giriş

**go :** Ocak gazı

**h :** Hava

**ı :** Izgara

**i :** İç

**k :** Kanatlı yüzey, kanat, kuru, kayıp

**k :** Taşınım, kazan

**l :** Levha

**m :** Ortalama

**o :** Ocak, normal şartlar

**oc :** Ocak cidarı

**y :** Ocak

**r :** Işınım

**s :** Doymuş buhar, siyah cisim, sürtünmei statik

**S :** Kızgın buhar

**t :** Toplam

**th :** Teorik

**v :** Vantilatör

**w :** Su ile temastaki yüzey

**x :** Islak buhar

**X :** Blöf oranı

**yc :** Curuftaki yanmamış yakacak

**yd :** Izgaradan düşen kömürdeki yanmamış yakacak

**yi :** Yanmamış is

**yu :** Uçan kokta yanmamış yakacak

## ÜST INDISLER

**. :** Debi

**‘ :** Doymuş sıvı

**“ :** Doymuş buhar

**- :** Belirli bir doğrultuda

# ÇİZELGE LİSTESİ

# ŞEKİL LİSTESİ

# ÖZET

Teknolojinin gelişmesine paralel olarak, insanların makinelerden beklentileri artmıştır. Makinelerin işlevlerini yerine getirmeler ve insan emeği yükünü insanların üstünden mümkün olduğunca alacak şekilde çeşitli enerji kaynakları ortaya koyulmuştur.

Çağımızın getirdiği bu insan emeği alternatifi en önemli enerji kaynaklarından biri de şüphesiz elektriktir. Çeşitli imalat tesislerinde, ofislerde, hatta evlerimizde bile kullanılan elektrik ile çalışan makine sayısının artması aynı zaman da talep edilen elektrik miktarını da paralel şekilde arttırmaktadır. Bunun sonucu olarak da elektrik üretimi üzerine yapılan çalışmalar ve yatırımlar da artmıştır.

Bölüm 1 açıkla

Bölüm 2 açıkla

Bölüm 3 açıkla

Bölüm 4 açıkla

Bölüm 5 açıkla

# Bölüm 1 - GİRİŞ

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gub rgren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut lab ore sit et dolore magna.

## Tasarlanan Projenin Amacı

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gub rgren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut lab ore sit et dolore magna.

## Tasarım Probleminin Sınırları

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gub rgren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut lab ore sit et dolore magna. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gub rgren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut lab ore sit et dolore magna. Stet clita kasd gub rgren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut lab ore sit et dolore magna. Stet clita kasd gub rgren, no sea takimata sanctus est.

ÖRNEK

ŞEKİL

1. Model yapıları.

## Literatür Özeti

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum.

Tek satırlı ve kolonlar ortalanmış çizelge.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Kolon A | Kolon B | Kolon C | Kolon D |
| Satır A | Satır A | Satır A | Satır A |
| Satır B | Satır B | Satır B | Satır B |
| Satır C | Satır C | Satır C | Satır C |

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gub rgren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut lab ore sit et dolore magna. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut lab ore sit et dolore magna. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum.

# Bölüm - 2 TEORİK ESASLAR

## ENERJI VE TERMODINAMIK ÇEVRIMLER

### GİRİŞ

Günümüzde insan hayatında makinaların gittikçe daha fazla yer kaplaması söz konusudur. Sadece fabrikalar ve üretim tesislerinde değil ofislerde, tarımda hatta ev ortamında bile makinalar gittikçe daha fazla yer kaplamaktadır.

Enerji, önemli bir kavramdır ve tam olarak tanımlaması güç olsa bile

enerji doğrudan doğruya gözlemlenemeyen fakat kendi konumundan hesaplanabilen fiziksel sistemin geniş ve korunmuş bir özelliğidir şeklinde tanımlanabilir. (Vikipedia)

### TEMEL TERMODİNAMİK BİLGİSİ

**Termodinamik, kelime olarak ısı(therme) ve güç(Dynamics) terimlerinden türeyen, ısının işe dönüştürülmesi ile ilgili temel ilkeleri tanımlayan bir bilim dalıdır.**

**Termodinamik 4 ana yasa ile temellendirilmiştir.**

1. Termodinamiğin 0. Yasası

**Termodinamiğin Sıfırıncı Yasası**, temel olarak şunu söyler: Eğer A ve B cisimleri termal olarak dengedeyse (aralarında ısı alışverişi yoksa, yani sıcaklıkları eşitse) ve eğer sıcaklığını bilmediğimiz bir C maddesini, önce A'ya, sonra B'ye (veya tam tersi) değdirdiğimizde, bu 3 cisim arasında da ısı transferi olmuyorsa, C'nin sıcaklığı da A ve B ile aynıdır.

Bu yasanın adının bu şekilde olmasının sebebi, birinci ve ikinci yasadan sonra ileri sürülmesi ve yasalaştırılmasıdır. Ancak bilim literatürüne son derece yer etmiş olan 1. ve 2. yasaların sayılarını kaydırmak istemedikleri için, en başa koyarak Sıfırıncı Yasa adını vermişlerdir.

1. Termodinamiğin 1. Yasası

Termodinamiğin birinci yasası enerji korunumu ilkesini ifade eder. Bu yasa, bir etkileşim sırasında enerjinin bir bicinden başka bir biçime dönüşebileceğini, fakat topma miktarının sabit kalacağni belirtir. Başka bir deyişle enerji yaratılamaz veya yokedilemez.(yunus çengel). Örneğin bir yükseklikten aşağı atılan cisim potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüşmesi sonucu hız kazanır.

1. Termodinamiğin 2. Yasası

Termodinamğin ikinci yasası, enerjinin niceliğinin yanında niteliğini de dikkate alınması gerektiğini ortaya koyar ve doğadaki değişimlerin enerjinin niteliğin azaltan yönde gerçekleştiğini beliritr. Örneğin masaya bırakılan bir fincan kahve zmanla soğır, fakat hiçbir zamna kendilinden ısınmaz.

1. Termodinamğin 3. Yasası

**Termodinamiğin üçüncü yasası**,  bir maddenin sıcaklığı mutlak sıfır sıcaklığına yaklaştıkça kimyasal reaksiyonlardaki entropi değişimide sıfıra yaklaşmaktadır.  Bu yasaya göre, bir elementin veya bileşiğin saf ve hatasız kristal yapısı mutlak sıfıra ulaştığında mutlak entropileride sıfırdır. Kısaca yasayı şu şekilde özetleyebiliriz:

ΔT⇒0 K ise S=0’dır. (https://muhendistan.com/termodinamigin-ucuncu-yasasi-nedir/)

### KAPALI VE AÇIK SİSTEMLER

Termodinamik sistem (bundan sonra kısaca sistem olarak bahsedeceğiz) belirli bir kütleyi veya belirli bir uzayın incelmek üzere ayrılan bir bölgesini bilirtir. Sistemin dışında kalan kütle veya bölgeye çevre adı verilir. Sistemi çevresinden ayıran gerçek veya hayali yüzey de sınır olarak adlandırılır.

Buraya sistem çevre ve sınır hakkında figür

Sistem sınırları sabit veya hareketli olabilr. Matematiksel açıdan sınırın kalınlığı sıfırdır. Bu yüzden kütlesi ve hacmi yoktur.

Kapalı sistem

Kapalı sistem veya diğer adıyla kontrol kütlesi, sınırlarında kütle geçişi olmayan sabit bir kütledir. Fakat enerji, iş veya ısıbiçimin kapalı sistem sınırlarında geçebilir. Kapalı sistemin hacminin sabit olması gerekmez.

Sekil ekle

Ayrık sistemler

Ayrık sistemleri kapalı sitemlerin bir alt kümesi olup, bu tür sistemlerin sınırları kütle yanında enerji geçişine de kapalıdır.

Açık sistem

Açık sistem veya yaygın olaral biline adıyla kontrol hacmi, uzayın problemin çözümüne uygun bir şekilde seçilmiş bir bölgesidir.

Genellikle kompresör , türbini lüle gibi içinden kütle akışı olan bir makineyi içine alır.

Şekil gelsin

### Enerjinin biçimleri

Enerji; ısıl, mekanik, kinetik , potansiyel, elektrik, manyetik , kimyasal, nükleer gibi değişik biçmlerde olaiblr. Bunların tümünü n toplamı, sistemin toplam enerjisini(E) oluşturu. Sistemin birim kütlesi esas alınaar tanımlanna özgül enerjisi, e ile gösterlir

e = E/m (kJ/kg)

Termodinamik, bir sistemin toplma enerjisin mutlak değer hakkına bilgi vermez. Termodinamik sadece toplam enerjideki değişimlerler ilgilenir, mühendislik açısından önem taşıyan husus da budur. Böylece sistemin uygun bir referan noktasındaki toplam enerjisi sıfır (E = 0) kabul edilebilir. Sistemin toplam enerjisin seçilen referans noktasına bağimsiızdır.

### Makroskopik enerji

Bir sistemin tümünün bir dış referans noktasın göre sahip olduğu enerjidir, kinetik ve potansiyel enerji gibi.

Kinetik enerji KE=

Birim kütle kinetik nernj fomrmu ekle

### Mikroskobik enerji

Bir sistemin moleküler yapısı ve moleküler hareketliliğiyle ilgilirdir ve dış referans noktalınra bağımsızdır. Mikrsokobik enerjilerin tümünün toplamı, sitemin iç enerjisi diye adlandırlı ve U ile gösterilir.

Potansiye enerji formuül

Birim kütel PE formülü

### Bir sistemin toplam enerjisi

Manyetik, elektirk ve yüzey gerilmesyle ilişkili enerjiler sadece bazı özel durumlarıa önem kazanrı ve bu çalışmada gözarı edilmitir.

Toplam enerji formulu

Birim kğtle icn formül

### Sistemin özellikleri

Sistemi nitelendiren büyüklüklere özellik adı verilir. Yakında bilinen özellikler bazıları basınç P sıcaklık T, hacim V ve kütle m’dir. Listeye daha az kullanla viskozite, ısıl iletkenlik, elsatisite modlü, ısıl genleşme katsayı , elektrik drienl katsayısı hatta hız ve yükseklik eklenebilir.

### Yeğin özellikler

### Yaygın özellikler

Şekil gelsin

### Sistemin hali

Verilen bir anda özellikerl değişmeye n bir sistemin her noktasındaki tüm özellikler ölçülebilr veya hesaplanabilir iken sistem tanımlanabilir durumdadır. Bu duruma sistemin hali denir.

### Hal postulası

Basit sıkıştırılabilir bir sitemin hali iki bağımsız yeüin özelliğin verilmesyile tanımlanır.

### Basınç

Basınç bir akışkanın birim alana uyguladığı kuvvetir. Basınç sadece gaz ve sıvı ortamlarda söz konusudur. Katı cisimlerde basınç olgusunun yerini gerilme alır. Birimi pascal (Pa) dır.

### Mutlak basınç

Bir noktadaki gerçek basınç, mutlak basınç diye adlandırlır ve mutlak boşluğa veya mutlak sıfır basınca göre ölçülür.

### Gösterge basıncı

Basınç ölçen cihazların birçoğo yerel atmosfer basıcında sıfır okunacak şekilde ayarlanmışlarıdır. Bu nedenle, gösterdikleir i basınç mutlak basınçla yerel atmosfer basıncı arasındaki farktır.

### Vakum basıncı

Atmosfer basıncı altındaki basınçlar vakum basınç olarak bilinir ve vakum gsötergelri adı veril cihazlarla ölçülür.

# Bölüm 3 – RADYASYONLU BUHAR KAZANLARI

## Isıl Verimin Belirlenmesi

Isıl verim

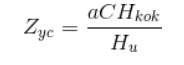


olarak tanımlanabilir. Burda Z ısıl kayıp (%) anlamındadır.

### ISIL KAYIPLAR

#### Yanmamış yakacak kaybı (Zy)

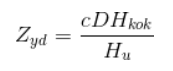
##### Curuftaki yanmamış kömür kaybı (Zyc)



##### Uçan kok kaybı ( Zyu)



##### Izgara aralıklarından düşen kömür kaybı (Zyd)



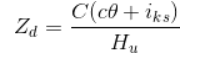
##### İs kaybı (Zyi)

Uçucu maddedeki karbonlu hidrojenlerin hidrojeni yandıktan sonra açığa çıkan, fakat yanma reaksiyonuna katılamayan, karbon zerrelerinin doğurduğu bir kayıptır. Bugünkü modern kazanlarda bu kayıp ihmal edilecek mertebededir. O halde yanmamış yakacak kaybı şöyledir.

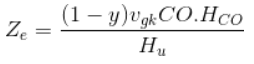


Ek bilgiler gelecek #####

#### Curuftan gelen duyulur ve gizli ısı kaybı (Zd)



#### Eksik yanma kaybı (Zc)



#### Sıcak cidar kaybı (Zc)

#### Baca kaybı (Zb)

#### Blöf kaybı (Zbl)

#### Aralıklı çalışma kaybı (Zf)

### ISIL VERİM (η)



## Ocak boyutlandırılması

### Izgaralı ocaklar

#### Düz ızgara

#### Sonsuz zincirli ızgara

#### Sabit basamaklı ızgara

#### Kayan basamaklı ızgara

#### Titreşimli ızgara

#### Fırlatmalı ızgara

#### Alttan beslemeli ızgara

### Tozkömür, sıvı ve gaz yakacak ocakları

### Ocak hacminin şekillendirilmesi

## Ocak sıcaklığının tayini

### Genel düşünceler

## Hesap yöntemi

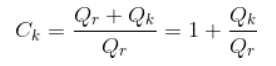




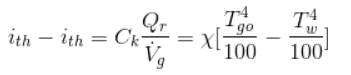










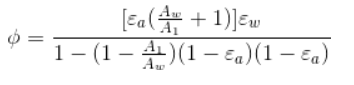


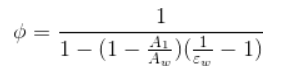


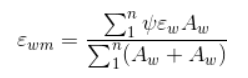
### Izgaralı ocaklar

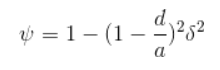
#### İç ocak











#### Tam yansıtıcı duvarlı ocak

### Tozkömür, gaz ve sıvı yakacak ocakları

**4.1. MÜHENDİSLİK HESAPLAMALARI**

**4.1. Yanma Hesaplamaları**

Kullandığımız doğalgaz yakıtı, kuru tipik doğalgazdır.Tablo 3.1’de kuru tipik doğalgazların karekteristikleri verilmiştir.Hacimsel yüzdeleri de verilmiş olan, birinci sıradaki kullanacağımız doğalgazın yanma denklemlerini oluşturmadan önce bazı kabuller yapmamız gerekmektedir.

**Tablo 4.1:** 15°C sıcaklık ve 1 bar basınçtaki kuru tipik doğal gazların karakteristikleri

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| % Hacim | | | | | | | | | Yoğunluk kg/m³ | Üst Isıl Değer | |
|  |  |  |  | |  |  |  |  | kJ/m³ | kJ/kg |
| 5,50 |  | 7,00 | 77,73 | | 5,56 | 2,40 | 1,18 | 0,63 | 0,900 | 39470 | 43915 |
| 3,51 | 32,00 | 0,50 | 52,54 | 3,77 | | 2,22 | 2,07 | 3,44 | 1,058 | 32510 | 30750 |
| 26,20 | 0,70 |  | 59,20 | 13,90 | |  |  |  | 1,080 | 31580 | 29260 |
| 0,17 | 87,69 |  | 10,50 | 1,64 | |  |  |  | 1,140 | 5060 | 4440 |
| 0,20 | 0,60 |  | 99,20 |  | |  |  |  | 0,719 | 37420 | 52125 |
|  | 0,60 |  |  | 79,40 | | 20,00 |  |  | 1,411 | 71980 | 51960 |
|  | 0,60 |  |  | 21,80 | | 77,70 |  |  | 1,774 | 88860 | 50150 |

Hava;oksijen,azot,argon,karbon dioksit,su buharı (nem) ve az miktarda diğer   
gazlardan oluşur.Yanma olayında hacimsel olarak %21 oksijen,%79 azot olarak   
kabul edilir.İdeal durumda,yanma olayının tam yanma şeklinde olduğu;yani teorik olarak istenen oksijenle,gaz yakacağın tepkimeye girdiği öngörülür.Fakat bir buhar kazanında tam yanmanın gerçekleşmesi için teorik seviyeden daha fazla oksijen gönderilmesi gerekir.Pratikte iyi yanma şartlarına,atmosferden alınan fazla havanın şeklinde ve ocağa fazladan oksijen gönderilmesi ile ulaşır.Fazla hava miktarı yakıtın ve yanma elemanlarının cinsine göre değişir.İyi bir yanmanın amacı; yakacaktaki mevcut tüm ısı enerjisinin tamamının açığa çıkarılmasıdır.İyi bir yanma olayı;yanıcı elemanlarla oksijenin birleşerek çok iyi bir karışım oluşmasına,tutuşma için gerekli sıcaklığa ve yanmanın tamamlanması için yeterli zaman olmasına bağlıdır.İyi bir yanma için sıcaklık,türbülans ve zaman parametreleri çok önemlidir.

Bir hidrokarbonun yanma denkleminin genel ifadesi şu şekildedir:

**(4.1)**Doğalgaz yakacağımızın bileşenlerinin yanma denklemleri ve karakteristikleri Tablo 3.2’de verilmiştir.

**Tablo 4.2:**Bazı hidrokarbonların ve gaz bileşenlerinin yanma tepkimeleri

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Molsel(Hacimsel Yüzde) | Yanma Denklemi | Üst Isıl Değer kJ/kg | Mol Kütlesi   kg/kmol |
| 0,777 |  | 55590 | 16 |
| 0,0559 |  | 51870 | 30 |
| 0,024 |  | 50000 | 44 |
| 0,0181 |  | 49540 | 58 |
| 0,07 |  | 16613 | 34 |
| 0,055 |  |  | 44 |

Yakıtımızın mol kütlesi hesabı mol kütlesi ve mol yüzdesi yardımıyla hesaplanabilir.

**(3.2)**

**4.1.1 Alt Isıl Değerin Bulunması**

Yanma ürünleri arasında bulunan su buharının buhar fazında mı,yoksa yoğuşmuş olarak sıvı fazında mı bulunduğuna bağlık olarak yakacağımızın ısıl değeri değişir.Kalorimetre deneylerinde yapılan ölçümlerde eğer; su buharı tamamen sıvı fazında ise üst ısıl değer,tamamen gaz fazında ise alt ısıl değer ölçülmüş olur.Üst ısıl değerde yakıtın suyun gizli buharlaşma ısısını da içermesi ısıl değeri arttırmaktadır.Alt ısıl değer ile üst ısıl değer arasındaki ilişki **(3.3)**  
şeklindedir.   
  
(kJ/kg) alt ısıl değer,(kJ/kg) üst ısıl değer ve (kh/kg) 1kg yakıttan oluşan su buharının miktarıdır.2440 değeri ise suyun 25°C sıcaklıktaki gizli buharlaşma ısısıdır.   
  
 **(4.4)**

1 kg yakıtımızın tam yanması sonucu 1,6944kg su buharı oluşmaktadır.  
Bu durumda alt ısıl değerimiz

olur. **4.1.2 Yanma Havası Miktarının Bulunması**

İlk önce teorik olarak gerekli özgül hava miktarı hesaplanmalıdır.Yakacağımızı ideal gaz kabul etmemiz durumunda; hacimsel yüzdeler, molar yüzdeler olarak kullanılarak;yanma hesaplamalarında kolaylık sağlayacaktır.Aynı zamanda ideal gaz kanununa göre 1kmol gazın uzayda 22,4 Nm³ hacim kapladığı kabülune göre hesaplama yapacağız.

**(4.4)**

Teorik olarak 1kg yakıtımızın yanması için gerekli hava hacmi 11,89Nm³’tür.Gerçek özgül hava miktarı tayin edebilmemiz için hava fazlalık katsayısı belirlenmelidir.Doğalgaz kullanmaya uygun ocaklarda bu değer genellikle (1,07-1,12) değerleri arasında değişmektedir.

**(3.5)**  
  
n=1,1 alınması gerçek özgül hava miktarımızı olarak belirlemiş olur.

**4.1.3 Yanma Ürünleri (DumanGazı) Miktarı**

Yanma reaksiyonu sonucunda ürün olarak su buharı,karbon dioksit,kükürt dioksit ve havadan gelen azot gazları çıkacaktır.

**(3.6)**  
  
  
Buradaki ifadesi havanın %79’unu oluşturan ve tepkimeye girmeden çıkan azot gazının matematiksel ifadesidir.

Gerçek özgül duman gazı miktarına gitmek içn tekrar hava fazlalık katsayısından faydalanmamız gerekmektedir.

**(4.7)**

Bir(1) Nm³ yakıtımızın yanması sonucu 15,24Nm³ duman gazı oluşmaktadır.  
  
  
  
  
  
 **4.1.4 Kuru Duman Ve Karbondioksit Miktarlarının Bulunması**

Yanma ürünlerinde bizim için önemli olan karbondioksit ve subuharının özgül miktarlarını belirlememiz, ileride gaz ışınımıyla alakalı hesaplamalarda yardımcı olacaktır.

**(3.8)**

**(3.9)**

**(4.9)**

**4.2 Isıl Verim Tayini**

Bir buhar kazanının ısıl verimini yanmamış yakacak kaybı,cüruftan gelen duyulur ve gizli ısı,eksik yanma kaybı,sıcak cidar kaybı,baca kaybı,blöf kaybı,fasılalı(aralıklı) çalışma kaybı şeklindeki kayıplar belirler.

**(3.9)**   
 **(3.10)**

**4.2.1. Yanmamış Yakacak Kaybı**

Yakacak olarak doğalgaz kullandığımızdan dolayı; yanmamış yakacak kaybımız yoktur.

**4.2.2 Cüruftan Gelen Isıl Kayıp**

Bu kayıp kömür yakacaklar için geçerlidir.Sıvı ve gaz yakacalar için söz konusudeğildir.

**4.2.3 Eksik Yanma Kaybı**

Yakıtımızdaki karbonun bir kısmının karbonmonoksit oluşacak şekildeYakacağımızınPratikte sıvı ve gaz yakacaklar için ihmal edilerek sıfır kabul edilebilir.

**4.2.4.Sıcak Cidar Kaybı**

Buhar kazanının sıcak dış yüzeylerinden çevreye doğru ışınım ve taşınım yolu ile ısı kaybı olmaktadır.Yüzeylerin gelişigüzel olmasından dolayı bu kaybın hesaplanması çok zordur;hatta pek çok durumda imkansız hale gelir.Deneysel değerlerle pratik bir yaklaşım oluşturulur.Genellikle %0,5-12 gibi geniş bir aralıkta değişir.  
Buhar yükü buhar yükü için,

**(4.11)**

yaklaşık bağıntsı kullanılabilir.

olarak hesaplanır.

**4.2.5. Baca Kaybı**

Duman gazını bacadan atarken belli bir sıcaklığın altına düşmeden atmamız gerekmektedir.Baca sıcaklığının düşmesi doğal çekmeyi kötüleştirirken,gaz ile ısıtma yüzeyi arasındaki sıcaklık farkı azaldığından; yüzeyin büyümesine ve maliyetin artmasına neden olur.Sıcaklığın sınırılarını belirleyen unsur duman gazının çiğ noktasıyla alakalıdır.Duman gazının çiğ noktası altına düşerek,yoğuşması, gazdaki ile suyun birleşmesiyle oluşan asite, dolayısıyla korozyona sebep olur.Baca sıcaklığı tüm unsurlar gözden geçirildiğinde 170-180°C altına düşmemesi gerektiği anlaşılır.

Baca kaybı,

**(4.12)**bağıntısı ile hesaplanabilir.

olarak hesaplanır.

**4.2.6 Blöf Kaybı**

Kazan suyu buharlaştıkça,su içerisindeki katışıklar kazan suyunun derişimini gittikçe arttırır.Bu durum belli bir konsantrasyondan sonra buharın kalitesini kötü etkiler.Kazan çalışamaz duruma gelebilir.Temiz bir buhar elde etmek ve yakıt ekonomisini kötü etkilememek için kazandaki suyun bir kısmı çevreye atılır.Blöf kaybı genelde büyük kazanlarda söz konusudur.

Bu kayıp,

**(4.13)**  
şeklinde hesaplanabilir.

Buradaki ‘B’ yakacak harcamını ifade eder ve verimin bilinmesiyle belirlenebileceğinden ilk önce; ‘B’ takdir edilir,sonra verim hesabındaki değerle karşılaştıralarak gerekli düzeltmeler yapılır.Blöf kaybı üzerinden verim hesabı yapıldığında

**(4.13)**  
B=342,27 [kg/h] olarak hesaplanır ve

Blöf oranımız %5 olup,Blöf kaybımız;.

Isıl verimimiz;  
  
 %85,64 olur.

**4.3. Ocak Boyutlandırması**Tozkömür,sıvı ve gaz yakacak ocakların boyutlandırılması genel olarak tasarım ve işletmeye ait şartların bilinmesiyle mümkündür.Ocak hacminin boyutlandırılması için dikkat edilmesi gereken hususlar ise mevcuttur:

-Yakacağın tamamiyle yanması için ocak yeterli hacme sahip olmalı,ocak uzunluğu yanmanın tamamlanmasına izin vermelidir.

-Yakıt ile yakma havası iyi bir şekilde karışmalıdır.

-Yakıcılar uygun bir şekilde yerleştirilmelidir.

-Isı yutan yüzeylere birim ocak hacmi başına maksimum ısı geçişi yapılabilmelidir.

-Kazanın bakım ve onarımı için ocaktan geçiş imkanları sağlanmalıdır.

Ocak hacmi küçük tutulursa,birim hacim başına fazla yakıt yakılır ve yakıtın bir kısmı yanmasını tamamlayamadan ocağı terk eder.Bu durum eksik yanma kaybının artmasına neden olur.Ayrıca ocak sıcaklığının yükselmesinden dolayı;ateş tuğlasından malzeme bozulabilir.Ocak hacminin büyük tutulması ise; alev ışınımından daha iyi bir şekilde faydalanmayı sağlar.Bunun yanında ocak hacmi gereğinden fazla büyük tutulursa ocak sıcaklığı ve buna bağlı olarak ışınımla ısı geçişi düşer.

Ocak yükü;

**(4.14)**  
şeklinde tanımlanır.Buradaki havanın debisini, havanın entalpisini, ocak hacmini ifade eder.

Ek E-1’de verilen ocak yükü değerlerinden radyasyonlu kazanlar için 20000-200000 [kcal/m³h] aralığından bir değer seçmek bizim için faydalı olacaktır.

Ocak boyutlandırması,su borularına olan ısı geçişinde geçiş alanı belirlenmesinde etkili olacağından ocak sıcaklığı tayiniyle parelel bir hesaplama bizim için optimum boyutları verecektir.

Gereken sınırlamaları uyguladığımızda;

Ocak genişliği: 1,3 m  
Ocak uzunluğu: 6,6 m  
Ocak eni: 1,3 m

boyutlarını kullanabiliriz.  
Hava debimiz ‘dır.

Havamızın 15°C’deki entalpisi Ek B-1’den ’dır.

olarak hesaplanan ocak yükümüz pratik değerlerle örtüşmektedir.

**4.4 Ocak Sıcaklığının Tayini**

Ocak sıcaklığının tayini için pek çok yöntem vardır.Bu yöntemlerin verdikleri değerler arasında hissedilir farklar mevcuttur.Aslında hesaba giren çok sayıda yaklaşık pratik değerler nedeniyle net bir yöntem vermek imkansızdır.Asıl amaç yaklaşıklığı mümkün olduğu kadar azaltarak sonuca varmaya çalışmaktır.Ocak sıcaklığının hesabını basitleştirmek içi bazı kabuller yapılması gerekir,aksi takdirde çözülmesi son derece güç,hatta imkansız matematiksel işlemler ortaya çıkar.

-Sıcaklık ocağın her yerinde sabit kalır.Bir başka deyişle ortalama bir ocak sıcaklığı kabul edilir.  
-Alev ocağı tamamen doldurur.Pratikte alev yakacağın cinsine göre ocağın az veya çok oranda bir kısmını kaplar.Alev hacminin tayininde bir yanlışlık yapılsa bile bu sonucu pek etkilemez.Örneğin alev hacmi gerçekten daha büyük takdir edilsin.Bu durumda alev dış yüzeyinin büyümesi ışınımla ısı geçişini arttırır;fakat diğer taraftan alev hacminin büyümesi alev yükünü,dolayısıyla buna bağlı olarak da ışınım yayma katsayısını,dolayısıyla ışınımla ısı geçişini azaltır.Böylece birbirine zıt yönde çalışan iki olay ısı geçişini pek değiştirmez.  
-Ocak içerisinde gazın bileşimi ve fiziksel özellikleri değişmez.  
-Alev ışınım yayma katsayısı için bütün ocağı kaplayan ortalama değer alınır.  
-Işınım yayma ve yutma katsayıları birbirine eşit alınır.  
-Yanma ocak çıkışında son bulur.

**4.4.1. Hesap Yöntemi**

Yakacağın yanması sonucu ortaya çıkan ısının asıl kısmı ışınım,çok küçük bir oranda da taşınım yoluyla ocak ısıtma yüzeylerine geçer.