

56213

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ * FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜPRAŞ İZMİT RAFİNERİSİ PROSES ATIK BUHARI ISI
ENERJİSİNİN GERİ KAZANILMASININ ARAŞTIRILMASI

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Mak. Müh. Durmuş KAYA

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mak. Müh. Durmuş KAYA

56213

Ana Bilim Dalı : MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ

HAZİRAN 1996

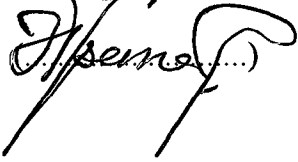
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ*FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜPRAŞ İZMİT RAFİNERİSİ PROSES ATIK BUHARI ISI
ENERJİSİNİN GERİ KAZANILMASININ ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mak.Müh. Durmuş KAYA

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 22 MAYIS 1996
Tezin Savunulduğu Tarih : 1 AĞUSTOS 1996

Tez Danışmanı
Yrd.Doç.Dr. H. İbrahim SARAÇ



Üye
Doç.Dr. H. Rıza GÜVEN



Üye
Yrd.Doç.Dr. İ. Tekin ÖZTÜRK



HAZİRAN 1996

TÜPRAŞ İZMİT RAFİNERİSİ PROSES ATIK BUHARI ISI ENERJİSİNİN GERİ KAZANILMASININ ARAŞTIRILMASI

Durmuş KAYA

Anahtar Kelimeler : Tüpraş İzmit Rafinerisi, Proses Atık Buharı Isı Enerjisi, Geri Kazanım

Özet : Bu çalışmada, Tüpraş İzmit Rafinerisi Proses Atık Buharı Isı Enerjisinin geri kazanılması incelenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda ortalama 25 000 kg/h buharın (350 kPa basınç ve 428.16 K sıcaklıkta) atmosfere atıldığı hesaplanmıştır. Bu atık buhar, rafineride çeşitli amaçlarla kullanılan fırınların yanma havasının ısıtılmasında kullanılması düşünülmüştür. Bu amaçla dizaynı devam eden Plant-10 ünitesi 10F-104A fırını ve ön ısıtıcısı olmayan Plant-36 ünitesi fırınlarına ön ısıtıcı tesis edilmesi ile toplam 14911 kg/h atık buhar kullanılacak ve yıllık 1.093.570 \$ enerji ekonomisi sağlanacaktır.

A STUDY OF THE RECOVERY OF HEAT ENERGY FROM THE PROCESS
WASTE STEAM IN TÜPRAŞ İZMİT REFINERY

Durmuş KAYA

Keywords: Tüpraş İzmit Refinery, Heat Energy of the process waste steam, Recovery

Abstract: In this study, the recovery of heat energy from the process waste steam was investigated. After a survey, it was calculated that approximately 25000 kg/h of steam was vented to atmosphere (at 350 kPa pressure and 428.16 K temperature).

This waste steam can be used to preheat the combustion air for the following furnaces: 10F-104A (currently under construction) and Plant-36 interheaters. Currently there is no preheating source for this heaters.

If the aforementioned preheaters are installed, they will use 14911 kg/h of waste steam and save us \$ 1.093.570 per year.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tüpraş İzmit Rafinerisi yıllık 11.5 milyon ton ham petrol işleme kapasitesine (Türkiye petrol ihtiyacının %40'ı) sahip olup, Türkiye'nin en büyük rafinerisidir. Çeşitli ünitelerden meydana gelen bu entegre tesiste en büyük hedef istenilen kalitedeki ürünleri en düşük maliyette elde etmektir.

Rafinerilerde en büyük işletme ihtiyacı buhardır. İhtiyaç miktarı kadar buhar üretmek ve üretilen buharın ekonomik bir şekilde kullanılması rafinaj maliyetlerine olumlu etki sağlamaktadır.

Bu tezde, İzmit Rafinerisi proses atık buharı ısı enerjisinin geri kazanılmasına yönelik çalışma yapılmış olup; bu çalışmaların sonucunda ortalama 25 000 kg/h buharın (350 kPa basınç ve 428.16 K sıcaklıkta) atmosfere atıldığı hesaplanmıştır. Atmosfere atılan bu buharın rafineride çeşitli amaçlarla kullanılan fırınların yanma havasının ısıtılmasında kullanılarak enerji tasarrufu sağlanmıştır.

Bu konuda çalışma imkanı sağlayan danışmanım sayın Yrd.Doç.Dr. Halil İbrahim SARAÇ'a (KOÜ,Müh.Fak.), yardımlarını gördüğüm sayın Fikret YARBİL(İzmit Rafinerisi) ve M. Teoman SELİMOĞLU'na (İzmit Rafinerisi) teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
SİMGELER DİZİNİ ve KISALTMALAR	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ	viii
BÖLÜM 1. GİRİŞ	1
BÖLÜM 2. BUHAR ÜRETİMİ	2
2.1. Ham Su Sistemi	2
2.2. Demin Su Sistemi	2
2.2.1. Katyon Değişirici Birimler	3
2.2.2. Degazer (Gaz Giderici)	4
2.2.3. Anyon Değişirici Birimler	4
2.2.4. Rejenerasyon	5
2.2.4.1. Nötralizasyon	5
2.3. Kazan Besleme Suyu Sistemi	5
2.3.1. Dearatörler	5
2.3.2. Demin Su Maliyeti	6
2.4. Buhar Sistemi	7
2.4.1. Kazanların Yapısı	8
2.4.1.1. Ekonomizer	8
2.4.1.2. Dramlar ve Yanma Odası	8
2.4.1.3. Süper Heater	9
2.4.1.4. Kurum Üfleyiciler	9
2.5. Yağlı ve Temiz Kondanse Sistemleri	10
2.5.1. Temiz Kondanse	10
2.5.2. Yağlı Kondanse	10

BÖLÜM 3. BUHAR BALANSININ İNCELENMESİ	13
3.1. Rafineri Proses Atık Buharının Değerlendirilmesine	
Yönelik Yapılan Çalışmalar	25
3.2. Plant 36 Ünitesi	26
BÖLÜM 4. RAFİNERİ ATIK BUHARININ ÖN ISITICISI OLMAYAN	
FIRINLARDA DEĞERLENDİRİLMESİNİN ANALİZİ	27
4.1. Rafineri Atık Buharının Plant 36 Ünitesi 36F-101/102/103/104	
Fırınları Giriş Havaasının Isıtılmasında Kullanılması	27
4.1.1. Ön Isıtıcı Dizayn Hesabı	30
4.1.1.1. Tüp Yerleştirme Planı	31
4.1.2. Basınç Kaybı Hesabı	34
4.1.3. Fan Dizaynı	37
4.1.4. Çıkış Hız Üçgeni	40
4.2. Maliyet Analizleri	40
4.2.1. Toplam Yatırım Tutarı	40
4.2.1.1. İnşaat İşleri	40
4.2.1.2. Makina ve Teçizat Giderleri	41
4.2.1.2.1. Fin Tüp Maliyeti	41
4.2.1.2.2. Heder ve Diğer Malzemeler	41
4.2.1.2.3. Radyal Vantilatör ve Elektrik Motoru	41
4.2.1.2.4. Montaj Giderleri	41
4.2.1.3. Yıllık İşletme Giderleri	41
4.2.1.3.1. Elektrik Maliyeti	41
4.2.1.3.2. Bakım ve Onarım Maliyeti	42
4.2.2. Yıllık Gelirler	42
4.2.2.1. F. Oil Tasarrufu	42
4.2.2.2. Demin Su Kazancı	42
4.2.2.3. Toplam Kazanç	42
4.2.3. Amortisman Giderleri	42
4.2.4. Gelirler	43
4.2.5. Giderler	43

4.3. Rafineri Atık Buharının Plant 36 Ünitesi 36F-1/2/105	
Fırınları Giriş Havaasının Isıtılmasında Kullanılması	43
4.3.1. Ön Isıtıcı Dizayn Hesabı	45
4.3.1.1. Tüp Yerleştirme Planı	46
4.3.2. Basınç Kaybı Hesabı	50
4.3.3. Fan Dizaynı	52
4.3.4. Çıkış Hız Üçgeni	55
4.4. Maliyet Analizleri	56
4.4.1. Toplam Yatırım Tutarı	56
4.4.1.1. İnşaat İşleri	56
4.4.1.2. Makina ve Teçhizat Giderleri	56
4.4.1.2.1. Fin Tüp Maliyeti	56
4.4.1.2.2. Heder ve Diğer Malzemeler	56
4.4.1.2.3. Radyal Vantilatör ve Elektrik Motoru	56
4.4.1.2.4. Montaj Giderleri	56
4.4.1.3. Yıllık İşletme Giderleri	57
4.4.1.3.1. Elektrik Maliyeti	57
4.4.1.3.2. Bakım ve Onarım Maliyeti	57
4.4.2. Yıllık Gelirler	57
4.4.2.1. F. Oil Tasarrufu	57
4.4.2.2. Demin Su Kazancı	57
4.4.2.3. Toplam Kazanç	57
4.4.3. Amortisman Giderleri	58
4.4.4. Gelirler	58
4.4.5. Giderler	58
4.5. Rafineri Atık Buharının Plant 36 Ünitesi 36F-201/202	
Fırınları Giriş Havaasının Isıtılmasında Kullanılması	59
4.5.1. Ön Isıtıcı Dizayn Hesabı	60
4.5.1.1. Tüp Yerleştirme Planı	63
4.5.2. Basınç Kaybı Hesabı	66
4.5.3. Fan Dizaynı	68

4.5.4. Çıkış Hız Üçgeni	71
4.6. Maliyet Analizleri	72
4.6.1. Toplam Yatırım Tutarı	72
4.6.1.1. İnşaat İşleri	72
4.6.1.2. Makina ve Teçhizat Giderleri	72
4.6.1.2.1. Fin Tüp Maliyeti	72
4.6.1.2.2. Heder ve Diğer Malzemeler	72
4.6.1.2.3. Radyal Vantilatör ve Elektrik Motoru	72
4.6.1.2.4. Montaj Giderleri	72
4.6.1.3. Yıllık İşletme Giderleri	73
4.6.1.3.1. Elektrik Maliyeti	73
4.6.1.3.2. Bakım ve Onarım Maliyeti	73
4.6.2. Yıllık Gelirler	73
4.6.2.1. F. Oil Tasarrufu	73
4.6.2.2. Demin Su Kazancı	73
4.6.2.3. Toplam Kazanç	73
4.6.3. Amortisman Giderleri	74
4.6.4. Gelirler	74
4.6.5. Giderler	74
4.7. Rafineri Atık Buharının Plant 10 Ünitesi 10F-104 A	
Fırını Giriş Havaasının Isıtılmasında Kullanılması	75
4.7.1. Ön Isıtıcı Dizayn Hesabı	76
4.7.1.1. Tüp Yerleştirme Planı	77
4.8. Maliyet Analizleri	81
4.8.1. Toplam Yatırım Tutarı	81
4.8.1.1. İnşaat İşleri	81
4.8.1.2. Makina ve Teçhizat Giderleri	81
4.8.1.2.1. Fin Tüp Maliyeti	81
4.8.1.2.2. Heder ve Diğer Malzemeler	81
4.8.1.2.3. Montaj Giderleri	81
4.8.1.3. Yıllık İşletme Giderleri	82

4.8.1.3.2. Bakım ve Onarım Maliyeti	82
4.8.2. Yıllık Gelirler	82
4.8.2.1. F. Oil Tasarrufu	82
4.8.2.2. Demin Su Kazancı	82
4.8.2.3. Toplam Kazanç	82
4.8.3. Amortisman Giderleri	82
4.8.4. Gelirler	83
4.8.5. Giderler	83
SONUÇ VE ÖNERİLER	84
KAYNAKLAR	86
ÖZGEÇMİŞ	87



SİMGELER DİZİNİ VE KISALTMALAR

ΔH	:	Entalpi farkı
$Q_{\Delta H}$:	Isıl yük
m_b	:	Kütleli debi
LMDT	:	Logaritmik sıcaklık farkı
A_f	:	Fin tüp alanı
A_o	:	Tüp kanatçık aralık alanı
d_e	:	Ortalama çap
a_s	:	Islak alan
k	:	Isı geçirme katsayısı
h_f	:	Isı akısı
r_e	:	Fin dış yarıçapı
r_b	:	Tüp dış yarıçapı
a_t	:	Tüp iç alanı
A_i	:	Toplam ısı geçiş alanı
ΔP	:	Basınç farkı
R	:	Metre başına basınç kaybı
W_e	:	Ayrılan kısımdaki akış hızı
W_d	:	Daralan kısımdaki akış hızı
Q	:	Hacimsel debi
P	:	Basınç
ρ	:	Yoğunluk
N_i	:	Pompa mil gücü
N_e	:	Elektrik motoru gücü
z	:	Kanat sayısı
NFV	:	Net serbest hacim

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Plant 10 buhar üretim akış şeması	11
Şekil 2.2. Plant 9 buhar üretim akış şeması	12
Şekil 3.1. Mevcut operasyon şartlarında rafineri 7 MPa basınç ve 693.16 K sıcaklıktaki buhar üretim-tüketim balansı	21
Şekil 3.2. Mevcut şartlarda rafineri 3.8 MPa basınç ve 573.16 K sıcaklıktaki buharın üretim-tüketim balansı	22
Şekil 3.3. Mevcut operasyon şartlarında 1.05 MPa basınç ve 523.16 K sıcaklıktaki buharın üretim-tüketim balansı	23
Şekil 3.4. Mevcut operasyon şartlarında rafineri 350 kPa basınç ve 428.16 K sıcaklıktaki buhar üretim-tüketim balansı	24
Şekil 3.5. Rafineri mevcut kondense ve kazan besleme suyu sistemi	25
Şekil 4.1. Ön ısıtıcı buhar giriş-çıkış değerleri	30
Şekil 4.2. Tüp yerleştirme planı	31
Şekil 4.3. Fan yerleştirme planı	34
Şekil 4.4. Çıkış hız üçgeni	40
Şekil 4.5. Ön ısıtıcı buhar giriş-çıkış değerleri	45
Şekil 4.6. Tüp yerleştirme planı	56
Şekil 4.7. Fan yerleştirme planı	50
Şekil 4.8. Çıkış hız üçgeni	55
Şekil 4.9. Ön ısıtıcı buhar giriş-çıkış değerleri	61
Şekil 4.10. Tüp yerleştirme planı	63
Şekil 4.11. Fan yerleştirme planı	66
Şekil 4.12. Çıkış hız üçgeni	71
Şekil 4.13. Ön ısıtıcı buhar giriş-çıkış değerleri	76
Şekil 4.14. Tüp yerleştirme planı	77

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1. 3.8 MPa basınçtaki buhar tüketen ünite ve ekipmanları	15
Tablo 3.2. Plant 10 Kuvvet Santrali	16
Tablo 3.3. Plant 25 Distilasyon Ünitesi	16
Tablo 3.4. Plant 36 Unifayner, Desülfayzer, Platformer Ünitesi	17
Tablo 3.5. Plant 26 vakum ve asfalt ünitesi	17
Tablo 3.6. Plant 7 FCC Ünitesi, LPG, IC5, Nafta Merox	18
Tablo 3.7. Plant 6 Unifayner, Platformer, Desülfayzer	18
Tablo 3.8. Plant 3 Unifayner, Desülfayzer, İzomerizasyon	19
Tablo 3.9. Plant 5 Ham Petrol ve Vakum Ünitesi	19
Tablo 3.10. Plant 4 FCC Ünitesi	20
Tablo 3.11. Plant 2 Ham Petrol ve Vakum Ünitesi	20
Tablo 3.12. Plant 9 Kuvvet Santrali	20
Tablo 4.1. Plant 36 Ünitesi 36F-101/102/103/104 fırınları ve ısı yükleri	27
Tablo 4.2. Ön ısıtıcı sıcaklık değerleri	30
Tablo 4.3. Plant 36 Ünitesi 36F-1/2/105 fırınları ve ısı yükleri	43
Tablo 4.4. Ön ısıtıcı sıcaklık değerleri	45
Tablo 4.5. Plant 36 Ünitesi 36F-201/202 fırınları ve ısı yükleri	59
Tablo 4.6. Ön ısıtıcı sıcaklık değerleri	62
Tablo 4.7. Ön ısıtıcı sıcaklık değerleri	76

TÜPRAŞ İZMİT RAFİNERİSİ PROSES ATIK BUHARI ISI ENERJİSİNİN GERİ KAZANILMASININ ARAŞTIRILMASI

1. GİRİŞ

Bu tezde öncelikle Tüpraş İzmit Rafinerisinde üretilen buharın; ham su aşamasından başlayarak buhar aşamasına kadar geçirdiği aşamalar incelenecektir. Bu aşamalar;

- 1- Ham su sistemi,
- 2- Demin su sistemi,
- 3- Kazan besleme suyu sistemi,
- 4- Buhar sistemi, olmak üzere dört bölümden oluşmaktadır.

Daha sonra buharın üretim-tüketim balansları incelenecek ve atık buhar miktarı tespit edilecektir. Bugüne kadar atık buharın geri kazanılmasına yönelik birçok çalışma yapılmış ve bunların büyük bir kısmı uygulamaya sokularak atık buhar miktarı azaltılmıştır. Proses Üniteleri Müdürlüğünün yatırım teklifi olan Plant-36 ünitesi 101/102/103/104 fırınlarına ön ısıtıcı tesisi ise henüz yatırımdan çıkmamıştır. Gerek Plant-36 ünitesi 101/102/103/104 fırınları ve gerekse aynı ünitenin 1/2/105/201/202 fırınlarına ön ısıtıcı dizayn edilmesiyle sağlanacak tasarruf ve montajı devam eden Plant-10 ünitesi 10F-104 fırınının yanma havasının ön ısıtılmasında kullanılacak proses atık buhar miktarı hesaplanacaktır.

2. BUHAR ÜRETİMİ

2.1. Ham Su Sistemi

Rafinerinin su ihtiyacı Sapanca Gölünden sağlanmaktadır. Sapanca pompa istasyonları 304.8 mm ve 508 mm çaplarında iki boru hattıyla Rafineriye bağlanır. Pompalama kapasiteleri ise 272 ve 2362 m³/h'dir.

Rafineri gerektiğinde İzmit Belediyesi Karakaya Şebekesinden 304.8 mm ve Petkimden 152.4 mm çaplarında borulardan oluşan hatlarla takviye edebilme imkanına sahiptir.

Booster tip pompaları ile 304.8 mm ve 508 mm çaplarındaki hatlardan basılan ham su 10D-901/902/903 tanklarına alınır. Bu tankların kapasiteleri ise sırasıyla 7000, 11000 ve 20000 m³ dür.

2.2. Demin Su Sistemi

Bu ünite buhar kazanlarına gerekli kalitede arıtılmış suyu sağlamak amacıyla kurulmuştur.

Booster tip pompalarından gelen ham su, demineralize su arıtma ünitesine gelir. Bu ünitenin ilk aşamasını kum filitreleri teşkil eder.

Kum filitreleri sudaki asılı katı maddeleri tutarak mekaniksel arıtma yapar. Kum filitrelerinde; asılı katı maddeler çalışma suresi içinde gittikçe artan basınç düşümüne neden olur. Kum filitrelerinin çalışma süreleri tam otomatik basınç kontrol cihazları ile izlenir. Basınç farkının 500 kPa ya ulaşması durumunda ters yıkamaya geçilir.

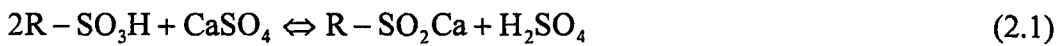
Ters yıkama işlemi ilk önce hava verilmesi, daha sonra da hava ile birlikte su verilmesi ile tamamlanır.

Ters yıkamadan çıkan kirli su mevcut çamur tanklarına alınarak içindeki askıda katı maddeciklerin havuzlarda çökmesi sağlanır. Çamur, çamur taşıyıcılarına çamur pompalarıyla basılır. Durutulmuş ters yıkama suyu, temiz atık su kanalına pompa ile deşarj edilir.

2.2.1 Katyon değiştirici birimler

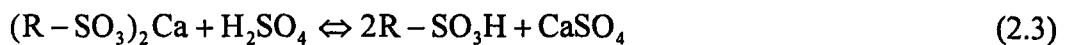
Katyon değiştirici birimler tabaka halinde yerleştirilmiş, zayıf asit ve kuvvetli asit reçine ihtiva ederler. Her iki reçinenin özgül ağırlıkları farklı olduğundan, reçineler birim içinde iki ayrı tabaka teşekül ederler; üst kısım zayıf asit, alt kısım kuvvetli asit reçineden oluşur.

Rejenerasyon sonrası her iki reçine (H^+) formundadır. İyon değiştirme sırasında zayıf asit reçine alkalite katyonlarını, kuvvetli asit reçine geri kalan tuzluluk katyonlarını, hidrojen iyonu ile değiştirir.



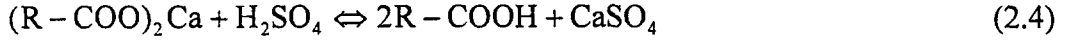
Reçinelerin işletme kapasiteleri tükendiğinde, sodyum iyonu kaçağından dolayı iletkenlik artar. Reçineler sülfirik asit ile rejenere edilerek sudan reğinelere bağlanan katyon iyonları, sülfirik asitin hidrojen iyonları ile değiştirilir.

Rejenerasyon 1



Doymuş kuvvetli asidik reçine

Rejenerasyon 2



Doymuş zayıf asidik reçine

2.2.2. Degazer (gaz giderici)

Degazere gelen su, dağıtıcılar yardımıyla dağıtılır. Suyun dağıtılması ve dolgu maddesi arasından akması, suyun yüzey alanını oldukça artırır. Yüzey alanı arttıkça yüzey gerilimi aynı ölçüde düşerek, sudaki çözünmüş karbondioksitin sudan ayrılması kolaylaşır ve artar.

Fanlar ile degazere ters akım olarak hava beslenir. Bu hava sudan ayrılan karbondioksiti sistemden dışarıya taşır.

Degazer emiş pitinden emen degazer pompaları, degazerden çıkan suyu çift yataklı anyon değiştiricilere pompalar.

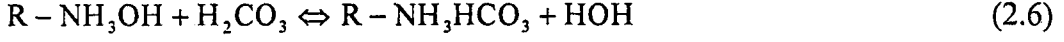
2.2.3. Anyon değiştirici birimler

Anyon değiştirici birimler, yoğunluklarından dolayı iki ayrı tabaka teşekkül eden zayıf bazik ve kuvvetli bazik reçineden oluşan iki yataklı birimlerdir. Üst yatak zayıf bazik, alt yatak kuvvetli bazik reçinedir.

Rejenerasyon sonrası her iki reçinede (OH) hidroksil formundadır. Değişim sürecinde zayıf bazik reçine, kuvvetli asitlerin anyonlarını değiştirir. (Cl, NO₃ ve SO₄ gibi).

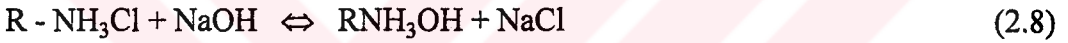
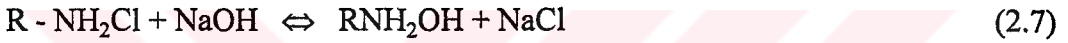


Kuvvetli-bazik reçinelerde hidroksil iyonu ile zayıf asitlerin anyon köklerini değiştirirler. (HCO_3 ve HSiO_3 gibi).



2.2.4. Rejenerasyon

Anyon değiştirici reçinelerin iyon değiştirme kapasiteleri tükendiği veya azaldığında silika kaçakları artar rejenerasyon %2 lik kostik soda çözeltisi ile yapılır. Reçinenin değiştirdiği anyon kökleri tekrar kostik (NaOH) hidroksil (OH^-) iyonu ile yer değiştirerek reçinenin yeniden işletmeye hazır (OH^-) formuna dönüşmesiyle sağlanır.



2.2.4.1. Nötralizasyon

Rejenerasyon atık suları nötralizasyon havuzunda toplanır. Havuzun içersinde toplanan atık sular, atık su pompaları ile devamlı olarak kendi içinde sirküle ettirilir. Havuzdaki suyun pH düzenlemesi yapılarak nötr bir çözeltiliye dönüşür. Pompayla deşarj edilir.

2.3. Kazan Besleme Suyu Sistemi

2.3.1. Dearatörler

Anyon değiştiricilerinden çıkan demin su, dearetörlere gelir. Demin su, burada içerdiği O_2 den arındırılır. Dearatörler su içindeki O_2 nin ayrıştırılabilmesi için, 350 kPa basıncındaki buharla basınç altına tutulur. Ayrıştırılan O_2 ler atmosfere atılır. Ayrıca burada sıcaklığın 403.15°K 'ne çıkması sağlanmış olur.

Dearatörden çıkan su kimyasal şartlanması için poliamin esaslı madde enjekte edilerek 1.050 MPa basınçtaki buharlı eşanjörden geçirilerek sıcaklığın 423.15 °K'ne çıkartılması sağlanır. Daha sonra kazanlara gönderilir. (10 F-101 A, 10 F-102 A, 10 F-103 A, 11 F-201, 9 F-1 A, 9 F-1 B, 9 F-1 C, 9 F-1 D kazanlarıdır).

2.3.2. Demin Su Maliyeti

Demin su maliyetini (A+B+C+D+E+F+G+H) oluşturan faktörler şunlardır:

A = Sapanca suyu maliyeti

B = Elektrik maliyeti; Booster pompalarından demin su depolama tankına kadar olan proseste kullanılan, elektrikli ekipmanların elektrik tüketim maliyetlerini kapsamaktadır.

C = Su tüketimi kum flitrelerinin her 4 saatte bir ters yıkanması, katyon rejanarasyonunun her 1500 m³ ve anyon rejanarasyonunda her 4500 m³ ham su artıldıkça yapıldığı göz önüne alınarak, ünitenin kendi içerisinde tükettiği ham ve demin su maliyetlerini içermektedir.

D = Kimyevi madde; kimyevi madde maliyetleri, katyon ve anyon reçineler için 4 yıl; kum, çakıl, üst baskı maddesi ve polipropilen pallring için 10 yıl işletme süresi kabul edilerek birim işlenen demin su üzerine maliyet etkisini ve rejenerasyonlarda kullanılan asit ile kostik maliyetini kapsamaktadır.

E = Operasyon işçiliği ve overhead'i

F = Malzeme: Toplam maliyetin %5 i malzeme sarfiyatı olarak ilave edilmektedir.

G = Amortisman

H = Bakım işçiliği ve overhead: Operasyon işçilik ve overheadinin 1.5 i olarak

2.4. Buhar Sistemi

İzmit rafinerisinde buhar üretimi dört farklı basınçta yapılmaktadır.

1. Süper yüksek basınç
2. Yüksek basınç
3. Orta basınç
4. Düşük basınç

Tüm buhar sistemleri gerekli durumlarda bir alt basınç seviyesindeki buhar sistemini takviye etmek için PIC (Pressure Indicator Controller) Let-down istasyonları ile donatılmıştır.

Değişik basınçlardaki buhar ringlerinde tüketimin artmasından dolayı sistem basıncı düşerse ilgili let-down istasyonlarındaki basınç kontrol vanaları açarak sistemlerin basıncını (bir üst basınçtan takviye yaparak) koruyacaktır.Sıcaklığın yükselmesini ise kazan besleme suyundan takviye yaparak sağlayacaktır.Böylece rafinerideki değişik basınçlardaki buhar basınçları güvenilir olacaktır.

Süper Yüksek basınçlı buhar Plant-9 Ünitesinde üretilmektedir. Yüksek basınçlı buhar ise Plant-10 Ünitesi ile Plant-6 ve Plant-36 Proses ünitelerinin atık ısılarından faydalanılarak üretilir.

Orta basınçlı buhar Plant-25 ve Plant-36 'daki WHB sistemleri tarafından üretildiği gibi ana orta basınçlı buhar ihtiyacı Plant-9 elektrik üretim ünitesindeki iki ana geri basınçlı Turbo Alternatör gurubları tarafından karşılanmaktadır. Bu iki Turbo Alternatör gurubu Rafinerinin Orta ve Düşük basınçlı buhar ihtiyacını kendi kontrol sistemleri vasıtasıyla takviye ve kontrol etmektedir.

Düşük basınçlı buhar tüm türbinli ekipmanların geri basınçlarından oluşmakta ve Turbo Alternatör gurubları ile Plant-9 ve Plant-10 'da bulunan eğzost/ikmal istasyonları vasıtasıyla kontrol edilmektedir.

2.4.1 Kazanların yapısı

Kazanlar verimli bir şekilde buhar üretmek amacıyla tasarlanmış çeşitli kısımlardan oluşmaktadır.

2.4.1.1 Ekonomizer

Kazan besleme suyunun kazana girdiği ilk bölümdür. Ekonomizerin görevi buhar dramına verilecek olan kazan besleme suyu sıcaklığını, yanmış gazlardan faydalanarak arttırmaktır. Böylelikle atmosfere atılan ısı miktarı önemli ölçüde azaltılmış olmaktadır. Ekonomizer yatay olarak sıralanmış paralel boru demetlerinden oluşmaktadır. Su akımı ile baca gazı ters yönlüdür. Ekonomizer 423.15 °K'de giren suyun sıcaklığını 493.15 °K'e kadar yükseltir. Buradan çıkan su buhar dramına gönderilir.

2.4.1.2 Dramlar ve yanma odası

Kazanlarda üstte buhar dramı ve altta ise su dramı denilen iki dram bulunmaktadır. Bu iki dram borular vasıtasıyla bağlanmıştır. Boru demetlerin ortası ise yanma odasını oluşturmaktadır.

Kuvvet santrali kazanları, dramlar ve yanma odasının şekline göre "O" ve "D" tiplerindedir. 10F-101A ve 10F-102A kazanları "O" tipinde; 10F-103A ve 11F-201 kazanları ise "D" tipindedir. "O" tipinde su ve buhar dramlarının ortası yanma odasını oluştururken; "D" tipinde bu bölge konveksiyon bölgesini oluşturmakta, yanma odası ise asimetrik olarak bulunmaktadır.

10F-101A ve 102A kazanlarında baca gazları, yanma odasını kazanın arkasından terk ederler ve 180 derece dönüp konveksiyon bölgesine girerler.

Baca gazları yanma odasını terkederken superheater bölgesinde geçer. 10F-103A ve 11F-201 kazanlarda ise baca gazları aynı kısımda yer alan konveksiyon tüpleri super heaterden geçerek ekonomizer'e ulaşır.

Ekonomizerden gelen su kazanın üst domuna verilir. Kazan içinde ısınan su ile soğuk suyun yoğunluk farkı nedeniyle, ısınan su iç tüplerden yükselerek buhar dramına, soğuk su ise dış tüplerden su dramına hareket eder.

Tüplerden yükselen su-buhar karışımını üst domaya verilen besleme suyundan ayıran bir perde plaka mevcuttur. Su-buhar karışımından ayrılan doymuş buhar, önce buhar ayırıcıdan ve ardından kafesli kurutuculardan geçerek, nemsiz olarak süper heater giriş hederine gönderilir.

2.4.1.3 Süper heater

Superheater, üst domda üretilen buharın sıcaklığını arttırmak amacıyla kullanılmaktadır. Süper heater aralarında 34 boru bulunan bir giriş ve bir çıkış kollektöründen ibarettir. Süper heater tüpleri birbirine göre yatay olarak yerleştirilmiş olup kazana bu şekilde girerler. Yatay bir süper heaterin avantajı ise dreyn edilebilirliği ve montajının kolay olmasıdır. Süper heater giriş hederine gelen doymuş buhar aşırı ısıtılarak çıkış hederinden sisteme gönderilir.

2.4.1.4 Kurum üfleyiciler

Kurum üfleyiciler , konveksiyon bölümü , süper heater ve ekonomizer tüplerinin bütün dış ısıtma yüzeylerinin etkili olarak temizlenmesi için tesis edilmişlerdir. Temizleme doymuş buhar kullanılarak sağlanır.

Her kazanda ;

- a) Süper heater için geri çekilebilir kurum üfleyiciler
- b) Konveksiyon bölümü için döner multi jet üfleyiciler
- c) Ekonomizer için yine döner multi jet kurum üfleyiciler vardır. Bütün kurum üfleyiciler elektrik motorlarıyla tahrik edilirler.

2.5. Yağlı ve temiz kondanse sistemleri

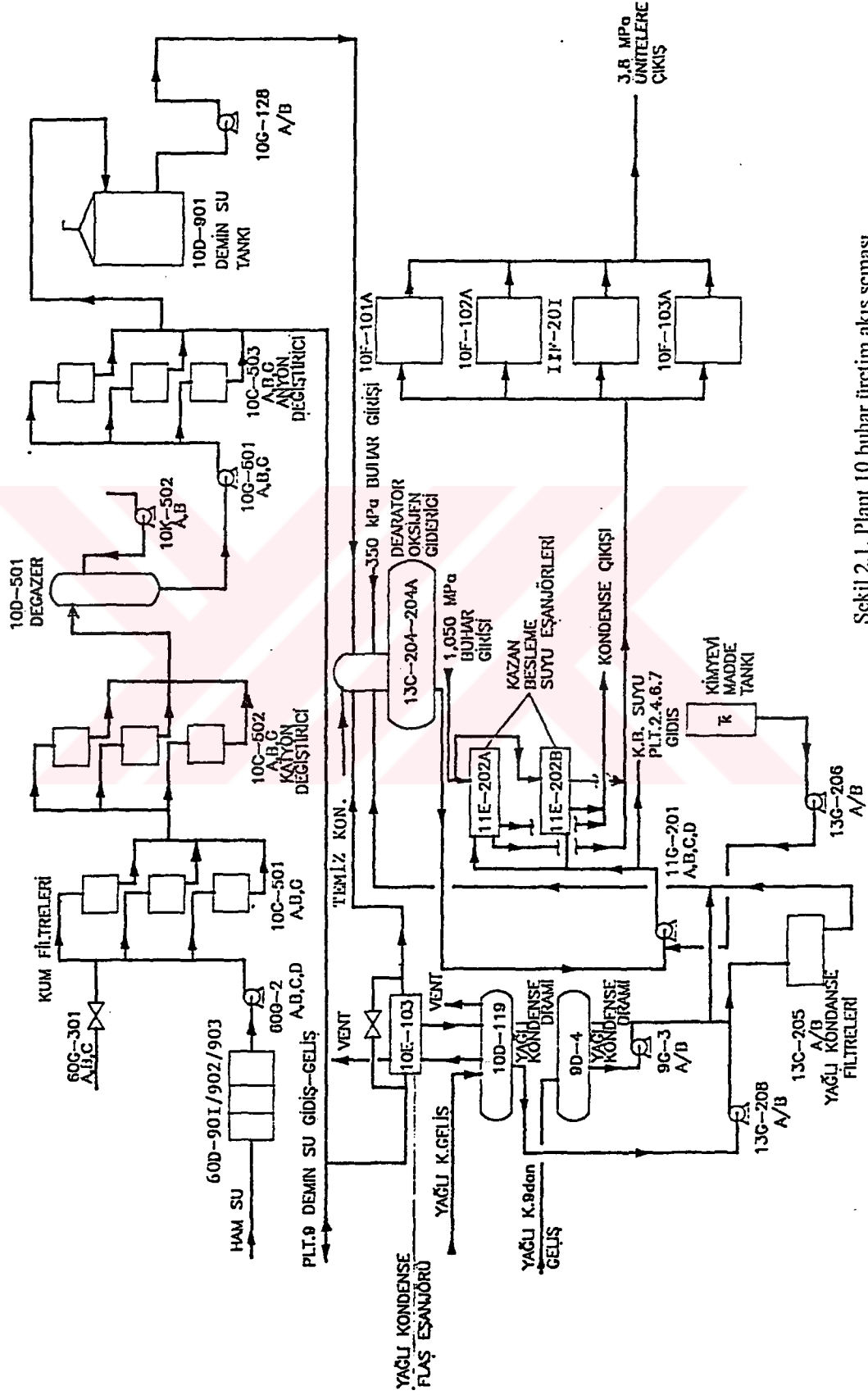
Rafineride çeşitli amaçlarla kullanılan buhar, kullanıldıktan sonra zorunlu nedenlerle atmosfere atılması gerekmiyorsa, yağlı ve temiz kondanse sistemine alınır. Kondanse sistemi, su arıtma ünitesinin yükünü ve dolayısıyla üretim maliyetlerinin düşürülmesi amacıyla kullanılmaktadır.

2.5.1 Temiz kondanse

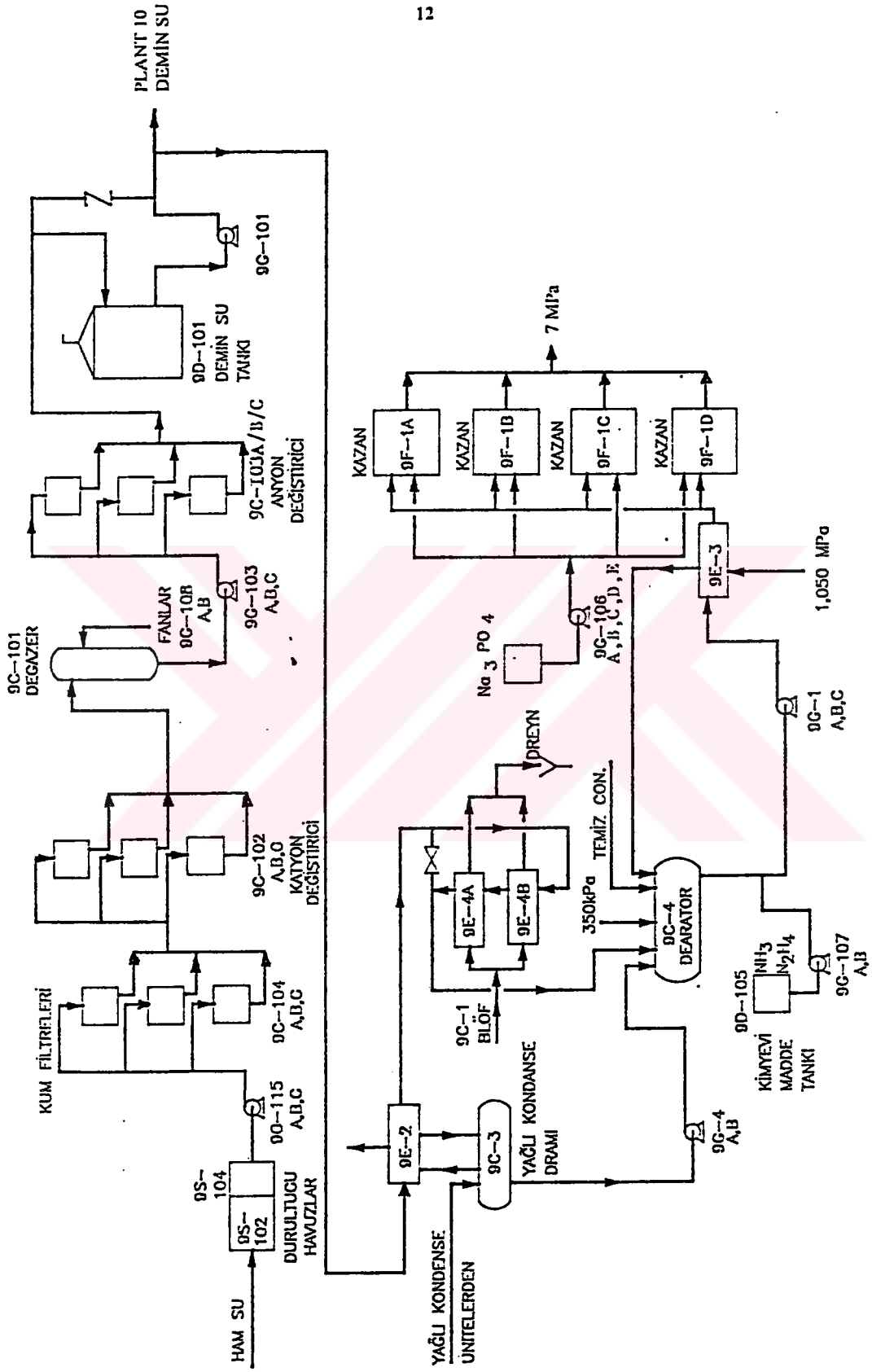
Hidrokarbonlarla temas etmemiş buharın kondenserlerde yoğuşmasından elde edilir.

2.5.2 Yağlı kondanse

Petrol ürünleri ile buluşma ihtimali olan buharın yoğuşmasından oluşur. Mevcut ünitelerden gelen yağlı kondanse hatları yağlı kondanse dramına, Tevsii ünitelerden gelen yağlı kondanse hatları ise yağlı kondanse dramına gelir. Kondanse içindeki atık maddeler bırakılarak yağlı kondanse pompaları ile filitrelerden geçirilerek Degazere verilir.



Şekil 2.1. Plant 10 buhar üretim akış şeması



Şekil 2.2. Plant 9 buhar üretim akış şeması

3. BUHAR BALANSININ İNCELENMESİ

Rafineri buhar üretim kapasitesi ve üretilen buharın özellikleri:

a- Süper yüksek basınçlı buhar (7 MPa);

<u>Ekipman adı</u>	<u>Dizayn kapasitesi (kg/h)</u>	<u>Ortalama yıllık üretim (kg/h)</u>	<u>Sıcaklık (K)</u>
9F-1A kazanı	110000	66800	693.16
9F-1B kazanı	110000	66800	693.16
9F-1C kazanı	110000	66800	693.16
9F-1D kazanı	110000	66800	693.16

b- Yüksek basınçlı buhar (3.8 MPa);

<u>Ekipman adı</u>	<u>Dizayn kapasitesi (kg/h)</u>	<u>Ortalama yıllık üretim (kg/h)</u>	<u>Sıcaklık (K)</u>
10F-101A kazanı	100000	57000	573.16
10F-102A kazanı	100000	57000	573.16
10F-103 kazanı	100000	57000	573.16
11F-201 kazanı	80000	48000	573.16
6 WHB-A/B	20000	17000	573.16
36F-106	20000	17000	573.16

c- Orta basınçlı buhar (1.05 MPa);

<u>Ekipman adı</u>	<u>Dizayn kapasitesi (kg/h)</u>	<u>Ortalama yıllık üretim (kg/h)</u>	<u>Sıcaklık (K)</u>
25F-3 baca gazı	13700	13700	523.16
26F-3 baca gazı	2100	2100	523.16
36 WHB	4400	4400	523.16
9K-201A/B	77000	77000	523.16
Plt-9 daimi blöf	2000	2000	523.16

d- Düşük basınçlı buhar (350 kPa);

<u>Ekipman adı</u>	<u>Dizayn kapasitesi (kg/h)</u>	<u>Ortalama yıllık üretim (kg/h)</u>	<u>Sıcaklık (K)</u>
4E ve			
7WHB-2/26E-114AB	8000	8000	428.16
9K-201A/B alternatör	116000	116000	428.16
Türbin çıkışları	200000	200000	428.16

Türbinlerin ihtiyaç duyduğu buhar miktarı; türbin giriş ve çıkış şartlarına bağlı olduğu gibi; güçlerine de bağlıdır. Türbin giriş ve çıkış şartları aynı olduğu halde güçlerindeki değişimler buhar sarfiyatını değiştirmektedir.

Rafineri; alternatör ve kompresör türbinleri hariç olmak üzere; diğer türbinlerin giriş ve çıkış şartları tamamıyla aynı kalmaktadır. Tüm girişler birbirine bir ring ile bağlı olup 3.8 Mpa basınç ve 573.16 K sıcaklıktadır. Tüm çıkışlarda birbirine bağlı olup 350 kPa basınç ve 428.16 K sıcaklıktadır.

Alternatör giriş şartları 7 MPa basınç ve 693.16 K sıcaklıkta olup 9 KT-201A/B türbinleri karşı basınçlı bir çıkışa sahiptir. Karşı basınç 350 kPa ve 428.16 K sıcaklıkta olduğundan yine 350 kPa basınç ringine bağlıdır. Diğer alternatör türbini 9KT-201C ise bir kondenzasyon türbinidir.

Kompresör türbinlerinin tamamı 144T-1/101, 6KT-101, 7KT-101, 7KT-1, 36KT-101 kondenserli olup türbin giriş şartları 3.8 MPa ringine iştiraklidir.

Normal operasyon koşullarında türbin girişleri 3.8 MPa ringi tarafından beslendiklerinden, çıkışları ise 350 kPa ring sistemine bağlı olduğundan; giriş ve çıkış koşulları hiçbir şekilde değişmemektedir.

Tablo 3.1. 3.8 Mpa Basıncındaki Buharı Tüketen Ünite ve Ekipmanları

ÜNİTESİ	NORMAL OPERASYON ŞARTLARINDA 3.8 MPa BASINCINDA BUHAR TÜKETİMİ(ton/h)
Plant 25 - Ham petrol distilasyon ünitesi	29283
Plant 36 - Unifiner desulfayzer platformer ünitesi	20889
Plant 26 - Vakum ve asfalt ünitesi	1676
Plant 7 - FCC ünitesi, LPG, IC5, Nafta Merox	46506
Plant 6 - Unifiner platformer , desulfayzer	20999
Plant 5 - Ham petrol ve Vakum ünitesi	35370
Plant 4 - FCC ünitesi	19333
Plant 2 - Ham petrol ve Vakum ünitesi	9396
Plant 3 - Unifiner desulfayzer ,izomerizasyon ve solvent	10079
Plant 9 - Kuvvet santralı	31017
Plant 10 - Kuvvet santralı	58434
	282982

Tablo 3.2. Plant 10 Kuvvet Santrali

EKİPMAN NO	EKİPMAN ADI	NORMAL OPERASYONDA 3.8 MPa BASINCINDAKİ BUHAR TÜKETİMİ(ton/h)
10G-128A	Deminarilize su pompası	1692
10G-128B	Deminarilize su pompası	169
10G-129C	Fuel oil pompası	61
15K-201B	Hava kompresörü	6549
15K-201C	Hava kompresörü	758
10G-101C	Sogutucu su sirkulasyon pompası	1119
10G-102	Yangın suyu pompası	216
10KT-102A	10F-102A fanı	6804
10KT-101A	10F-101A fanı	10337
11KT-202	11F-202 fanı	7917
11KT-201	11F-201 fanı	7907
10KT-103	10F-103 fanı	1149
11G-201B	Boiler fit su pompası	9070
11G-201C	Boiler fit su pompası	878
13G-208B	Yağlı kondanse pompası	141
17G-201C	Sogutucu su sirkulasyon pompası	1416
16G-201B	Fuel oil pompası	118
60G-2B	Ham su pompası	1939
60G-2C	Ham su pompası	194
		58434

Tablo 3.3. Plant 25 Distilasyon Ünitesi

EKİPMAN NO	EKİPMAN ADI	NORMAL OPERASYONDA 3.8 MPa BASINCINDAKİ BUHAR TÜKETİMİ(ton/h)
25 G- 1A	Ham petrol şarj pompası	20224
25 G -1B	Ham petrol şarj pompası	2022
25 G -2B	Prefleş kalım riboiler pompası	1061
25 G-3B	Atmosferik kalım fit pompası	758
25 G-4B	Prefleş kalım reflex pompası	120
25 G-5A	Atmosferik kalım O/H Reflex pompası	2778
25 G-5B	Atmosferik kalım O/H Reflex pompası	278
25 G-10B	Atmosferik kalım batım pompası	1290
25 G-14B	Atmosferik kalım top reflex pompası	618
25 G-24B	Buhar generator su pompası	65
25 G-26	Dizel pompası	70
		29283

Tablo 3.4. Plant 36 Unifayner, Desulfayzer ,Platformer Ünitesi

EKİPMAN NO	EKİPMAN ADI	NORMAL OPERASYONDA 3.8 MPa BASINCINDAKİ BUHAR TÜKETİMİ(ton/h)
36G-1A	Unifayner şarj pompası	3649
36G-1B	Unifayner şarj pompası	365
36G-105B	HPS pompası	142
36G-109B	36 K-101 RGC kondanse pompası	56
36G-110B	Su sirkülasyon pompası	94
36G-111B	36K-101 RGC yağ pompası	128
36G-201G	Desulfayzer fit pompası	953
36G-204B	Desulfayzer riboylar pompası	564
36G-209B	BFW sirkülasyon pompası	40
36K-101	Risaykıl gaz kompresörü	14897
		20889

Tablo 3.5. Plant 26 Vakum ve Asfalt Ünitesi

EKİPMAN NO	EKİPMAN ADI	NORMAL OPERASYONDA 3.8 MPa BASINCINDAKİ BUHAR TÜKETİMİ(ton/h)
26G-101B	Vakum tower şarj pompası	417
26G-102B	LVGO Top pompası	226
26G-103B	HVGO pompası	642
26G-105B	Vakum pompası	392
		1677

Tablo 3.6. Plant 7 FCC Ünitesi , LPG , IC5, Nafta Mercox

EKİPMAN NO	EKİPMAN ADI	NORMAL OPERASYONDA 3.8 MPa BASINCINDAKİ BUHAR TÜKETİMİ(ton/h)
7K-1	Hava üfleyicisi	27624
7K-101	Gaz kopresörü	11839
7G-1B	7K-1 Kondanser pompası	64
7G-4A	Fraktionater batım pompası	410
7G-4B	Fraktionater batım pompası	410
7G-6B	HCGO pompası	145
7G-7B	LCGO pompası	192
7G-10B	Nafta sirkülasyon pompası	41
7G-11B	HVGO şarj pompası	152
7G-12B	Fraktionater reflex pompası	57
7G-13B	Fraktionater net O/H pompası	173
7G-16A	7K-1 yağ pompası	38
7E-12	Fraktionater O/H kondanser fanı	4500
7G-103B	Interstage alıcı pompası	55
7G-104B	Stripper fit pompası	156
7G-105B	Primeri Absorber batım pompası	69
7G-101B	7K-101 kondanse pompası	38
7G-112A	7K-101 yağ pompası	23
7G-111B	Debütanizer O/H pompası	74
7G-110B	Debütanizer batım pompası	207
7E-1	7K-1 kondanser enjektörü	168
7E-101	7K-101 kondanser enjektörü	73
		46506

Tablo 3.7. Plant 6 Ünifayner, Platformer, Desülfayzer

EKİPMAN NO	EKİPMAN ADI	NORMAL OPERASYONDA 3.8 MPa BASINCINDAKİ BUHAR TÜKETİMİ(ton/h)
6G-1	Unifayner şarj pompası	2772
6G-2B	Unifayner striper riboylar pompası	130
6E-102	Platformer product kondanser	1960
6G-102	Platformer şarj pompası	2571
6K-101	Risaykıl gaz kompresörü	8029
6G-103B	Debütanizer riboylar pompası	153
6G-104B	Debütanizer rüflex pompası	42
6G-201A	Desülfayzer şarj pompası	4504
6G-201B	Desülfayzer şarj pompası	450
6G-203B	Desülfayzer striper product pompası	203
6G-108	6K-101 yağ pompası	120
6E-110	6K-101 kondanser vakum enjektörü	64
		20999

Tablo 3.8. Plant 3 Ünifayner ,Desülfayzer ,İzomerizasyon

EKİPMAN NO	EKİPMAN ADI	NORMAL OPERASYONDA 3.8 MPa BASINCINDAKİ BUHAR TÜKETİMİ(ton/h)
3G-1	Unifayner şarj pompası	1887
3G-101A	Unifayner desülfayzer şarj pompası	293
3G-4A	Unifayner striper kalım riflex pompası	146
3G-2A	Unifayner striper batım pompası	116
3G-5A	3C-2 Batım pompası	79
3G-7	İzomerizasyon şarj pompası	149
3E-9	3C-3 Boiler	2500
3G-8A	3C-3 Riflex pompası	21
3G-102	Dsülfayzer striper batım pompası	721
3E-111	Dsülfayzer striper riboylar	4167
		10079

Tablo 3.9. Plant 5 Ham Petrol ve Vakum Ünitesi

EKİPMAN NO	EKİPMAN ADI	NORMAL OPERASYONDA 3.8 MPa BASINCINDAKİ BUHAR TÜKETİMİ(ton/h)
5G-1A	Ham petrol şarj pompası	12937
5G-1B	Ham petrol şarj pompası	1294
5G-4B	Mid sirkülasyon rüflex pompası	333
5G-9B	Atmosferik batım pompası	440
5E-6	Ham petrol tower O/H kondanser	3379
5G-8B	Dizel product pompası	310
5G-7B	Kerosin product pompası	204
5G-14	5G-3 ve 5G-6 için yedek	302
5G-13	Debütanizer fit pompası	406
5G-12	Debütanizer O/H pompası	101
5G-104B	Vakum resid pompası	501
5G-102A	HVGO pompası	6042
5G-102B	HVGO pompası	604
5G-101B	LVGO - HVGO pompası	401
5G-107	Kesici stok pompası	962
5K-2	5F-3 ön ısıtıcı türbin	4264
5K-3	5F-3 ön ısıtıcı türbin	2592
5F-1	Hava ısıtıcı fanı	298
		35370

Tablo 3.10. Plant 4 FCC Ünitesi

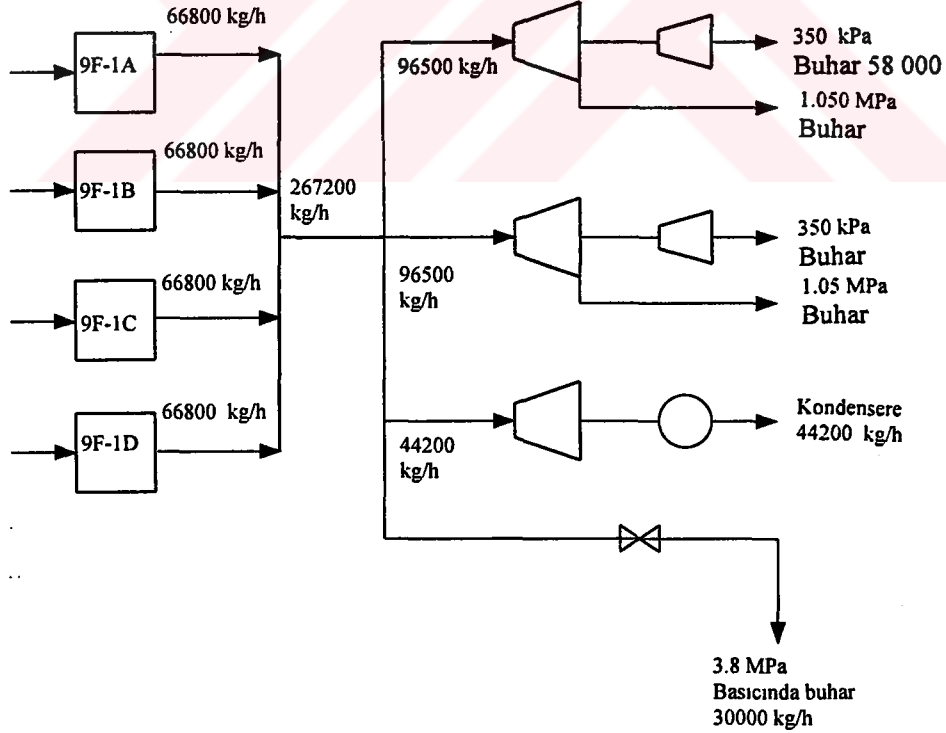
EKİPMAN NO	EKİPMAN ADI	NORMAL OPERASYONDA 3.8 MPa BASINCINDAKİ BUHAR TÜKETİMİ(ton/h)
4G-4A	Risaykıl yağ pompası	137
4G-2	Fraktionater batım pompası	2418
4G-2A	Fraktionater batım pompası	242
4G-6A	Sünger yağ pompası	65
4G-8A	Fraktionater riflex pompası	125
4K-1	Hava yenileme üfleyicisi	8800
4K-101	Gaz komresörü	6929
4G-1A	Fresh fit pompası	100
4G-101A	Absorber stripper şarj pompası	27
4G-101B	4K-1 yağ pompası	50
4G-101C	4K-101 yağ pompası	50
4H-1	4K-1 kondenser enjektörü	163
4H-2	4K-101 kondanser enjektörü	125
4D-1	Reaktör	102
		19333

Tablo 3.11. Plant 2 Ham Petrol ve Vakum Ünitesi

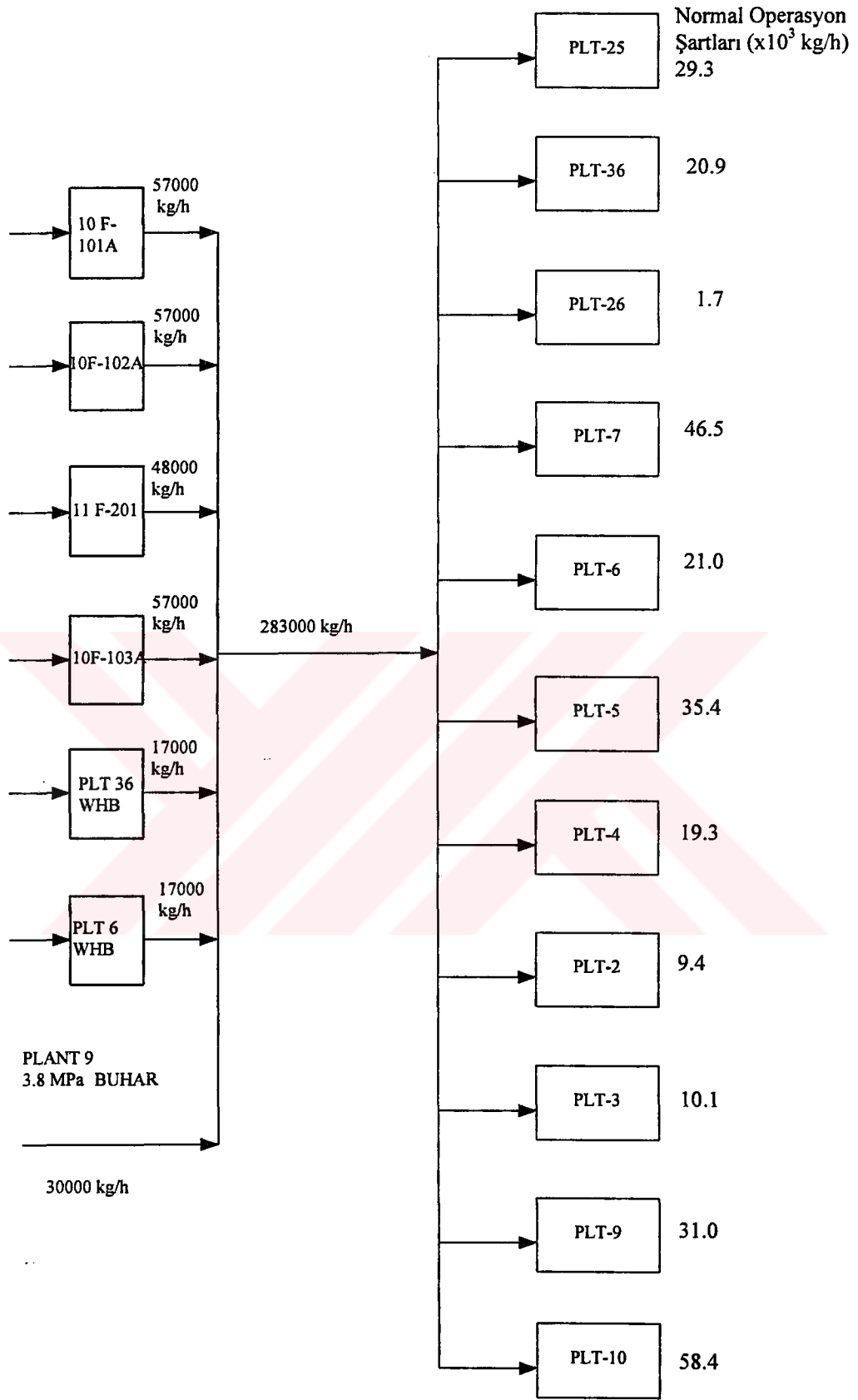
EKİPMAN NO	EKİPMAN ADI	NORMAL OPERASYONDA 3.8 MPa BASINCINDAKİ BUHAR TÜKETİMİ(ton/h)
2G-1	Ham petrol şarj pompası	6273
2G-1A	Ham petrol şarj pompası	627
2G-16A	Ham petrol tower top riflex pompası	83
2G-8A	Ham petrol tower batım pompası	460
2G-7A	Ham petrol tower lower riflex pompası	50
2G-5A	Dizel kerosin pompası	77
2G-3A	Ham petrol tower O/H pompası	176
2G-9A	Stabilizer O/H pompası	42
2G-13B	Vakum rezit pompası	400
2G-10A	Vakum tower riflex pompası	403
2F-3	Ham petrol şarj ısıtıcısı	342
2G-17	Kesici stok pompası	462
		9396

Tablo 3.12. Plant 9 Kuvvet Santrali

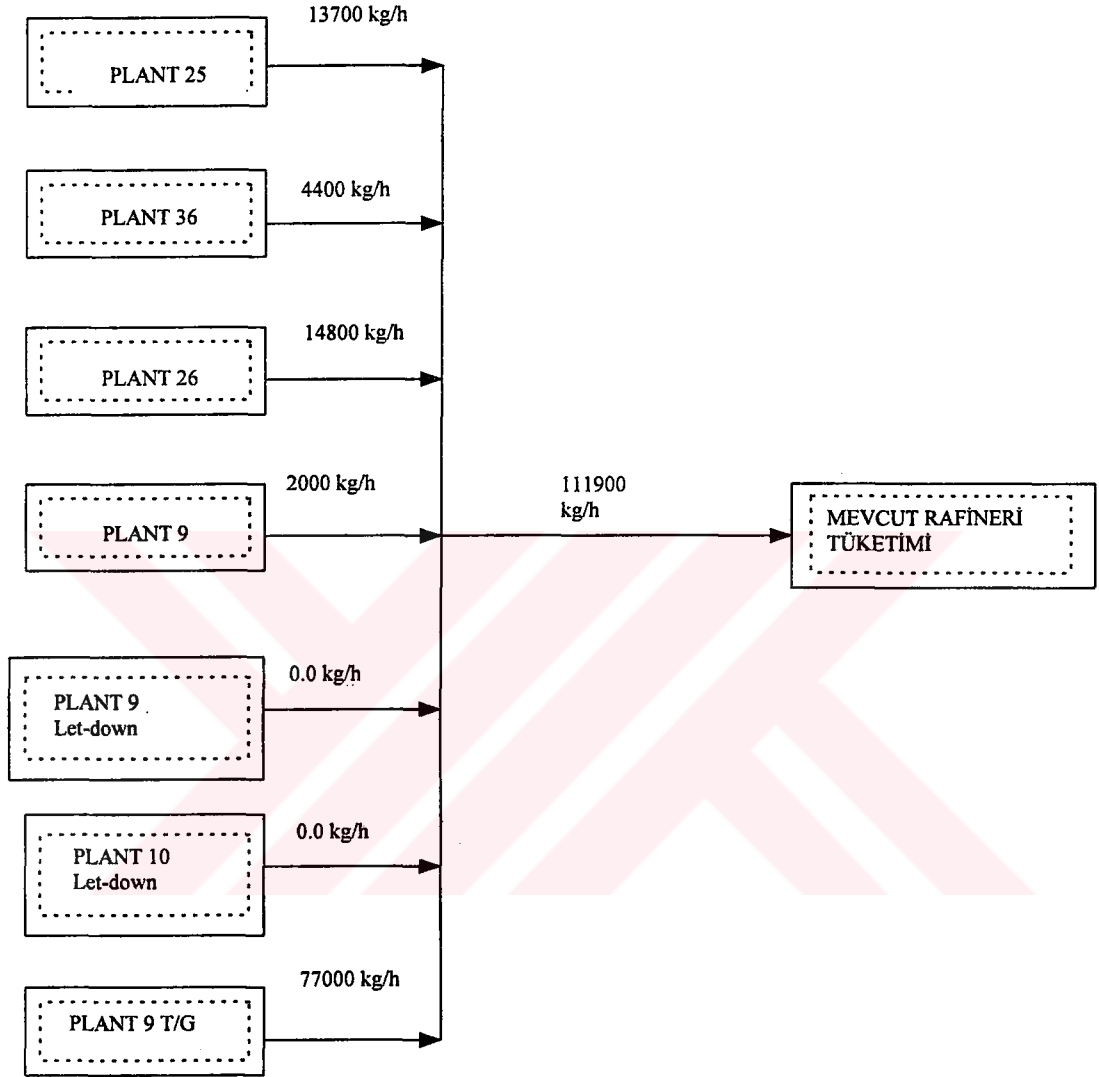
EKİPMAN NO	EKİPMAN ADI	NORMAL OPERASYONDA 3.8 MPa BASINCINDAKİ BUHAR TÜKETİMİ
9G-501B	Sogutucu su sirkulasyon pompası	1421
9G-1C	BFW pompası	1328
9K-301B	Hava kompresörü	572
9G-401B	Fuel oil pompası	194
9G-5B	WHB fit su pompası	569
9G-101B	Treated su pompası	243
9G-115C	Arıtıcı su pompası	168
9G-103C	Degassed su pompası	330
9G-201B	Yağ pompası	117
9G-202B	Yağ pompası	117
9G-203B	Yağ pompası	117
9KT-4A	9F-1A fanı	8614
9KT-4B	9F-1B fanı	8614
9KT-4C	9F-1C fanı	8614
		31017



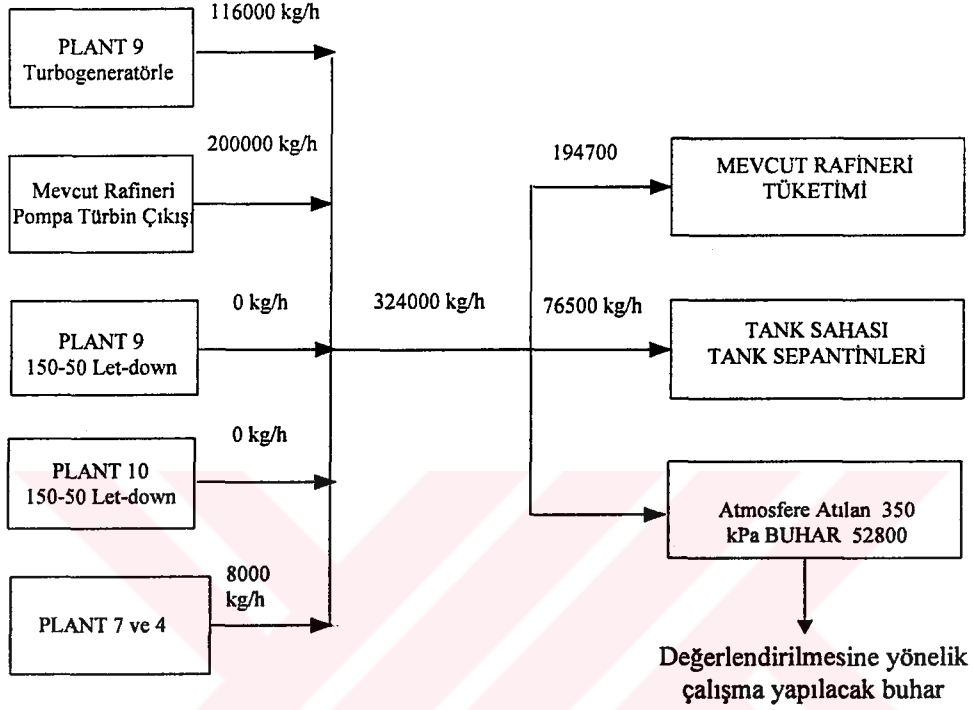
Şekil 3.1. Mevcut operasyon şartlarında Rafineri 7 Mpa basınç ve 693.16 K sıcaklıktaki buhar üretim-tüketim balansı



Şekil 3.2. Mevcut şartlarda Rafineri 3.8 MPa basınç ve 573.16 K sıcaklıktaki buharın üretim-tüketim balansı

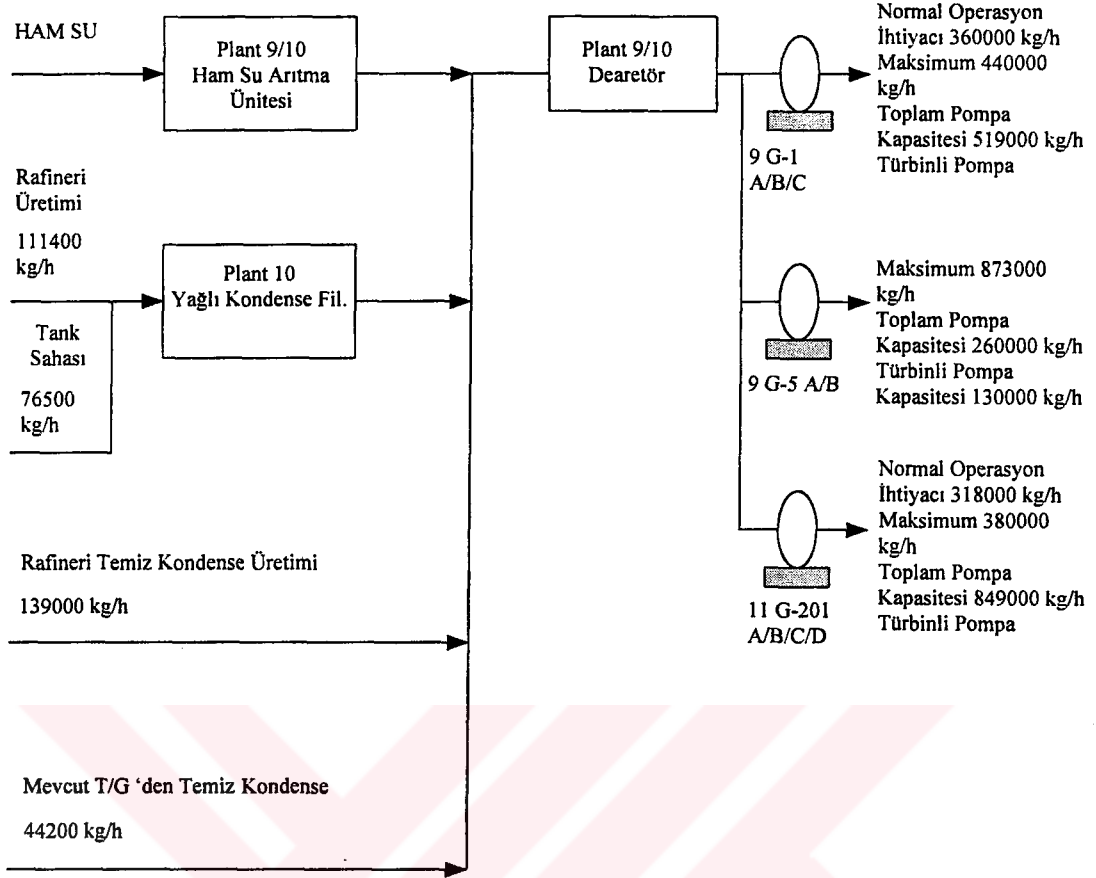


Şekil 3.3. Mevcut Operasyon Şartlarında Rafineri 1.050 MPa Basınç ve 523.16 K Sıcaklıktaki Buharın Üretim- Tüketim Balansı



Şekil 3.4. Mevcut operasyon şartlarında Rafineri 350 kPa basınç ve 423.16 K sıcaklıktaki buhar üretim- tüketim balansı

Atmosfere atılan 52800 kg/h buhar yıllık ortalama değer olup; kış aylarında 350 kPa basınçtaki buhar ihtiyacının artması nedeniyle 25000 kg/h'a kadar düşmekte, yaz aylarında ise ortalama değer üzerine çıkmaktadır. Bu bakımdan atık buharın değerlendirilmesine yönelik kurulacak olan sistemlerin dört mevsimde çalışması durumunda buhar tüketim miktarı en fazla 25000 kg/h olmalıdır.



Şekil 3.5. Rafineri Mevcut Kondense ve Kazan Besleme Suyu Sistemi

3.1. Rafineri Proses Atık Buharının Değerlendirilmesine Yönelik Yapılan Çalışmalar

1.İzmit Rafinerisinde sürekli olarak en az saatte 25 ton buharın (350 kPa basınç ve 428.15 °K sıcaklıkta) atmosfere atıldığı,

2.Bu atık buharın Rafineride çeşitli amaçlarla kullanılan fırınların yanma havasının ısıtılmasında kullanılabileceği,

3.Böylelikle hem yakıttan hemde atmosfere atılan buharın kondenseye çevrilmesiyle demin su maliyetinden tassarruf sağlanacağı, sonucuna varılmıştır.

Bu söylenenler doğrultusunda hava ön ısıtıcısı olmayan Plant-36 Ünitesinin 36F-101/102/103/104/1/2/201/202/105 nolu fırınları ile montajı devam eden Plant-10 ünitesinin 10F-104A fırınına ele alarak yanma havasının ısıtılmasıyla sağlanacak enerji ekonomisini inceleyelim.

3.2. Plant-36 ünitesi

Plant-36 Unifayner , Platformer ve Desulfayzer olmak üzere 3 kısımdan meydana gelen bir ünedir. Bunlardan Platformer ve Unifayner kısımları biri diğerinin devamı olarak birlikte , Desulfayzer kısmı ise diğerinden bağımsız olarak çalışmaktadır.

Unifayner kısmı günde 2230 m³ ham naftayı işleyecek şekilde dizayn edilmiş olup, amacı naftayı yüksek basınç ve yüksek sıcaklıkta H₂ ortamında kimyasal reaksiyonlar sonucu O₂ , Kükürt ve Azot gibi maddelerden arıtarak platformer kısmına temiz şarj hazırlamaktır. Platformer kısmı Unifaynerin hazırladığı şarjı işler. Burada düşük oktanlı nafta yüksek sıcaklık ve basınçta kimyasal reaksiyonlar sonucu benzine dönüştürülür. Bu sırada bir miktar LPG ürünü elde edilir.

Desulfayzer kısmı tercihe göre 5720 m³ kerosin veya 3180 m³ dizel işleyecek şekilde dizayn edilmiştir. Bu ürünler içerisindeki kükürt , O₂ ve azot gibi kirlilikler H₂ ortamında yüksek basınç ve sıcaklıkta kimyasal reaksiyonlar sonucu temizlenir.

Unifayner kısmından gelen , temiz nafta şarj pompasıyla basıldıktan sonra hidrojen zengin Recycle gazıyla birleşerek önce , 36E-101 ısı değiştiricisinde son reaktör dibinden çıkan akıma karşı sonrada 36F-101 fırınında reaksiyon sıcaklığına kadar ısıtılıp ilk reaktör olan 36C-101'e tepeden girer. Seri haldeki reaktörlerin dip çıkışları ilgili şarj fırınlarında ısıtıldıktan sonra bir sonraki reaktörün tepesine döner. Reaktörlerde katalizin etkisiyle reaksiyonlar sonucunda reaksiyon şiddetine de bağlı olarak , yüksek aromatik içeriğine, dolayısıyla yüksek oktan sayısına sahip ürün elde edilir.

4. RAFİNERİ ATIK BUHARININ ÖN ISITICISI OLMAYAN FIRINLARDA DEĞERLENDİRİLMESİNİN ANALİZİ

4.1. Rafineri Atık Buharının Plant-36 Ünitesi 36F-101/102/103/104 Fırınları Giriş Havaasının Isıtılmasında Kullanılması

Tablo 4.1. Plant-36 Ünitesi 36F-101/102/103/104 fırınları ve ısı yükleri

Fırın Adı	Saatteki Yüğü Watt	Effektif Fırın Verimi %	%100 Effektife Göre Watt
36F-101	9199330	51.2	17724120
36F-102	8455010	52.2	16200590
36F-103	4454290	52.3	8513160
36F-104	2616750	52.9	4942750
		TOPLAM	47380620

Operasyon için 1 saatte gerekli F.oil miktarı:

1 kg F.oil'in ısı değeri 10000 kcal alalım;

$$\text{Gerekli F. oil} = \frac{47380620}{(10000 \times 1.163)}$$

$$= 4074 \text{ kg F.oil/h bulunur.}$$

Operasyon için gerekli hava miktarı:

F.oil'in içeriğı %84.5 Karbon, %12.5 Hidrojen, %2.5 Oksijen, %0.5 Diğer maddeler olduğu kabulünden



Aşama 1.



$$12 + 32 = 44$$

$$1 + 32/12 = 44/12$$

Aşama 2.



$$4 + 32 = 36$$

$$1 + 8 = 9$$

Aşama 3

F.oil'in Bileşenleri	Yüzdesi	Oksijen İhtiyacı(kg)
C	0.845	$0.845 \times (32/12) = 2.25$
H ₂	0.125	$0.125 \times 8 = 1$
O ₂	0.025	
Diğer	0.005	

Toplam Oksijen İhtiyacı 3.25 kg

Havanın Oksijen içeriği %23 alarak

Toplam Hava ihtiyacı $3.25 \times 100/23 = 14.13$ kg hava/kg F.oil

Operasyon için gerekli hava miktarı:

Teorik Hava Miktarı = $14.13(\text{kg.hava/kg.f.oil}) \times 4074(\text{kg.f.oil/h})$

Teorik Hava Miktarı = 57565 (kg.hava/h)

Pratik hava miktarını , hava fazlalık katsayısını %20 alarak bulalım.

Gerekli hava miktarı; 57565×1.20

Gerekli hava miktarı $\cong 68750$ (kg.hava / h)

Hava Entalpileri

$298.16 \text{ } ^\circ\text{K} = 77 \text{ } ^\circ\text{F}$ için 534.5 kJ/kg

$393.16^\circ\text{K} = 248 \text{ } ^\circ\text{F}$ için 627.5 kJ/kg

Entalpi farkı $\Delta H=627.5-534.5=93 \text{ kJ/kg}$

Gerekli ısı miktarı (havanın sıcaklığını arttırmak için)

$$Q_{\Delta H} = 68750(\text{kg.hava / h}) \times 93 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_{\Delta H} \cong 6393750 \text{ kJ/h}$$

Yıllık Yakıt Sarfıyatı (ön ısıtıcı yılda 35 gün kullanılmadığı düşütülerek; bakım

$$\text{v.s.)} = 6393750(\text{kJ/h}) \times 24 (\text{h / gün}) \times 330 (\text{gün / yıl}) \times 1 (\text{kg.f.oil / 41860 kJ})$$

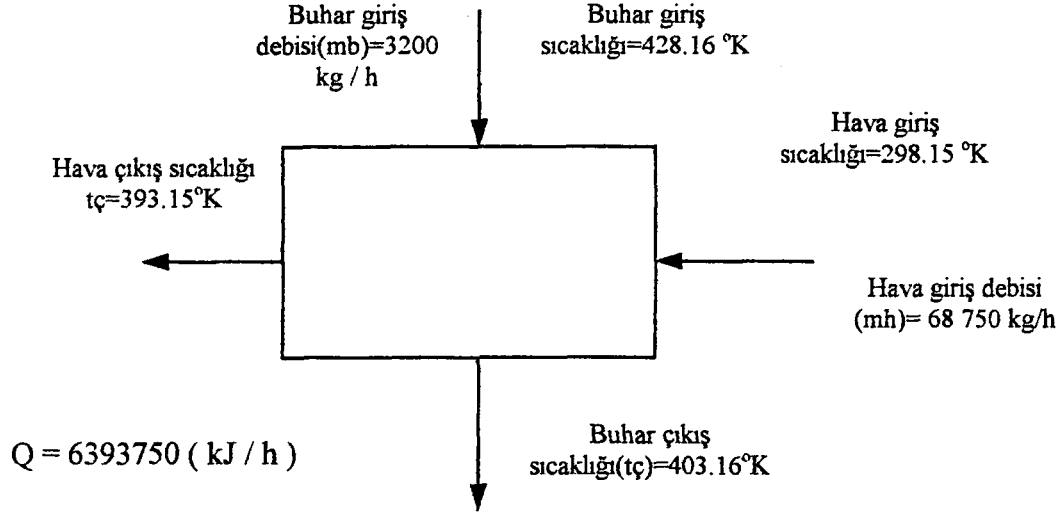
$$=1212000 \text{ kg f.oil / yıl}$$

Havayı ısıtmak için gerekli buhar miktarının tesbiti;

350 kPa basınç ve $428.16 \text{ } ^\circ\text{K}$ sıcaklıktaki buharı $403.16 \text{ } ^\circ\text{K}$ 'e düşürerek entalpi farkını yaklaşık 2000 kJ/kg alarak ;

$$m_b = 6393750 (\text{kJ/h}) / 2000 (\text{kJ/ kg}) = 3200 \text{ kg.buhar/h bulunur.}$$

4.1.1. Ön ısıtıcı dizayn hesabı



Şekil 4.1. Ön ısıtıcı buhar giriş-çıkış değerleri

Tablo 4.2. Ön ısıtıcı sıcaklık değerleri

Buhar Değerleri	311	→	266	45
Hava Değerleri	248	←	77	171
	63		189	

$$\text{LMDT} = ((311-248)-(266-77))/(\ln(311-248)/(266-77)) = 113.718 \text{ °F} = 318.55 \text{ °K}$$

Çapraz akım için F katsayısını bulalım;

$$R = (T_1 - T_2) / (t_2 - t_1)$$

$$R = 45/171 = 0.26, \quad S = (t_2 - t_1) / (T_1 - t_1)$$

$$S = (248-77)/(311-77) = 0.730 \text{ için}$$

$$F = 0.985 \text{ (Kern 1950)}$$

$$\Delta t_m = F \times \text{LMDT} = 0.985 \times 113.718 = 112 \text{ °F} = 317.60 \text{ °K}$$

Seçilen kanatlı borunun Özellikleri :

Kanatçık adedi 25.4 mm için ; 10

Kanatçık kalınlığı =0.4975 mm

Kanatçık üzerindeki çap = 57.15 mm

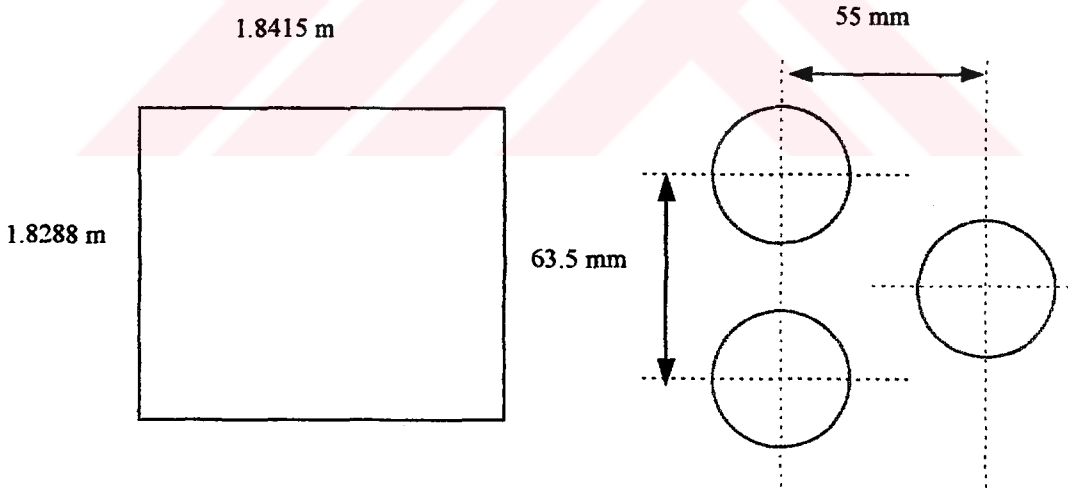
Bir metredeki Boru Alanı :

$$\begin{aligned} \text{Kanatçık alanı } (A_f) &= \frac{\pi}{4} * ((57.15 \times 10^{-3})^2 - (25.4 \times 10^{-3})^2) * 2 * 393 \\ &= 1.62 \text{ m}^2/\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bare boru alanı } (A_0) &= (\pi * 25.4 \times 10^{-3}) - (\pi * 25.4 \times 10^{-3} * 393 * 0.004975) \\ &= 0.0642 \text{ m}^2/\text{m} \end{aligned}$$

$$\text{Toplam alan} = 1.6842 \text{ m}^2/\text{m}$$

4.1.1.1. Tüp yerleştirme planı



şekil 4.2. Tüp yerleştirme planı

$$\text{Islak çevre faktörü} = 2 * 0.015875 * 2 * 393 + 2 * (1 - 393 * 0.0004975)$$

$$\text{Islak çevre faktörü} = 26.6 \text{ m/m}$$

$$de = 2 * \text{Toplam alan} / (\pi * \text{Islak çevre faktörü})$$

$$de=2 \times 1.6842 / (\pi \times 26.6) = 0.0403 \text{ m}$$

$$D_E = 0.0403 / 1 = 0.0403 \text{ m}$$

Akış alanı

29 ilk sıra tüp

28 ikinci sıra tüp

$$a_s = (1.8288 \times 1.8415) - (29 \times 25.4 \times 10^{-3} \times 1.8288) - 29 \times (31.75 \times 10^{-3} \times 0.0004975 \times 393 \times 1.8288) = 1.6917 \text{ m}^2$$

$$\text{Soğuk akışkan (Hava) } G_s = W/a_s = 68750 / 1.6917 = 40639.6 \text{ kg/m}^2\text{h}$$

$$345.6 \text{ }^\circ\text{K}'\text{de } \mu = 0.033 \times 1.47 \times C_p$$

$$\mu = 0.0033 \times 1.49 \times 2.42 = 0.119 \text{ kg/mh}$$

$$Re_s = De G_s / \mu = 0.132 \times 8329.5 / 0.07986$$

$$Re_s = 13766.9 \text{ için}$$

$$J_f = 90 \text{ (Kern 1950)}$$

$$T_a = 380 \text{ }^\circ\text{K için}$$

$$k = 0.03167 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$(C\mu/k)^{1/3} = (0.25 \times 0.07986 / 0.0183)^{1/3} = 1.020$$

$$h_f = J_f \times (k/De) \times (C\mu/k)^{1/3} = 90 \times (0.0183 / 0.132) \times 1.020 = 12.72$$

$$\text{Kirlenme faktörü } R_{do} = 0.003$$

$$R_{do} = 0.003 \text{ için } h_{do} = 1 / 0.003 = 333$$

$$h_f' = 0.147 \times (h_{do} \times h_f) / (h_{do} + h_f) = 0.147 \times (333 \times 12.72) / (333 + 12.72) = 1.8 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

Kanatlı Boru Verim Hesabı

$$\text{Alüminyum için ; } k = 204.14 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$Y_b = 0.4975 / 2 = 0.2487 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{aligned} r_e &= \text{Fin } 0.D/2 = 57.15/2 = 28.575 \\ r_b &= \text{tüb } 0.D/2 = 25.4/2 = 12.7 \end{aligned} \right\} r_e/r_b = 28.575/12.7 = 2.25$$

$$(r_e - r_b) \sqrt{(h_f' / k_{yb})} = (1.125 - 0.5) / 12 \times \sqrt{(12.25) / (118 \times 0.00082)} = 0.598 \text{ için}$$

$$\Omega = 0.84 \text{ (Kern 1950)}$$

$$\begin{aligned} h_f' &= (\Omega \times A_f + A_o) \times h_f' / A_i = (0.84 \times (765.76/144) + (30.38/144)) \times 12.72 / 0.218 \\ &= (4.573 + 0.21) \times 58.34 = 278 \end{aligned}$$

Sıcak Akışkan (Buhar)

$$a_t' = 0.0003522 \text{ m}^2 \text{ (25.4 mm'lik kanatlı boru için)}$$

$$a_t = N_t (a_t' / 144n)$$

$$a_t = 29 \times (0.0003522) = 0.010215 \text{ m}^2$$

$$D = 0.0211836 \text{ m}$$

$$415.65 \text{ }^\circ\text{K' de}$$

$$\mu = 0.135 \times 1.49 \times 2.42 = 0.486 \text{ kg/mh}, k_f = 0.398, \rho_t = 920.76 \text{ kg/m}^3$$

$$N_t = (29 + 28) = 57 \text{ tüp (2 bank)}$$

$$G' = 4.886 \times W / (N_t \times \pi / 12) = 4.886 \times 7048.45 / (57 \times \pi / 12) = 2309 \text{ kg/m}^2\text{h}$$

$$Re = 4 G' / \mu = 4 \times 472.57 / 0.3267 = 5768$$

$$h' (\mu f^2 / k_f^3 \times \rho_t^2 \times g)^{1/3} = 0.219, \quad g = 4.18 \times 10^8 \text{ sabit}$$

$$(\mu f^2 / k_f^3 \times \rho_t^2 \times g)^{1/3} = ((0.3267)^2 / (0.398)^3 \times (57.43)^2 \times 4.18 \times 10^8)^{1/3} = 1.514 \times 10^{-4}$$

$$h' = 0.219 / (1.514 \times 10^{-4}) = 1447$$

$$h_i \times D_i = h_o \times D_o \Rightarrow 1447 \times 0.834 = h_i \times 1 \Rightarrow h_i = 1207$$

$$R_{di} = 0.03 \text{ alınırsa } h_{di} = 333$$

$$h_{fi}' = h_{di} \times h_i / (h_{di} + h_i) = 333 \times 1207 / (333 + 1207) = 260$$

$$U_{di} = h_{fi}' \times h_i' / (h_{fi}' + h_i') = 278 \times 260 / (278 + 260) = 134.34$$

$$\text{İç yüzey/ bank} = 29 \times 1.8288 \times 0.6644 = 3.52 \text{ m}^2$$

$$A_i = 0.0928 \times Q / (U_{di} \times \Delta t) = 0.0928 \times 6071428 / (134.34 \times 112) = 37.53 \text{ m}^2$$

Bank sayısı=37.53/3.52=10.65 \cong 11 bank

Basınç Düşümü

Dev' =4*Net serbest hacim/Sürtünme yüzeyi

$$\text{Net serbest hacim}=(1.8288 \times 18415 \times 0.055)-1/2 \times (29+28) \times (\pi/4) \times (25.4 \times 10^{-3})^2 \times 1.8288 -\pi/4(((57.15 \times 10^{-3})^2-(25.4 \times 10^{-3})^2)/) \times 0.0004975 \times 393 \times 1.8288=0.158 \text{ m}^3$$

$$\text{Sürtünme yüzeyi}=1/2 \times (29+28) \times 1.6842 \times 1.8288=8778 \text{ m}^2$$

$$\text{Dev}'=4 \times 0.158/8778=0.000072 \text{ m}$$

$$\text{Gs}=40639.6 \text{ kg/h m}^2$$

$$\text{Res}=\text{Dev}' \times \text{Gs}/\mu=0.024 \times 8329.5/0.07986=2503, F=0.00691 \text{ m}^2/\text{m}^2 \text{ (Kern 1950)}$$

$$\rho=1.181 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Specific gravity}=s=\rho/\rho_t=1.181/920.76=0.00128$$

$$\text{Ip}=11 \times 0.0055=0.605 \text{ m}$$

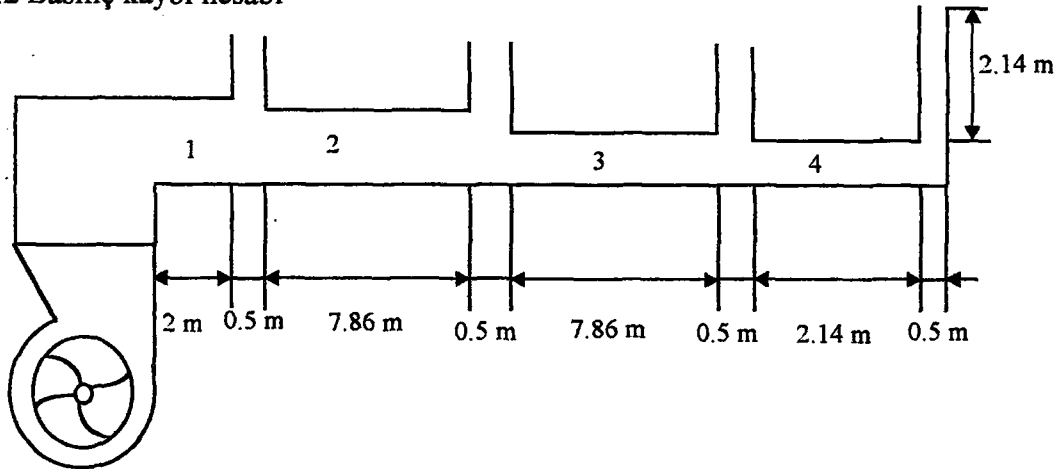
$$(\text{Dev}'/S_T)^{0.4}=(0.024/2.5)^{0.4}=0.155$$

$$\Delta P=0.069 \times (f \times \text{Gs}^2 \times \text{Ip}) / (5.22 \times 10^{10} \times \text{Dev}' \times S \times \varnothing_s \times (\text{Dev}'/S_T)^{0.4} \times (S_L/S_T)^{0.6}$$

$$\Delta P=0.069 \times 0.0048 \times (8329.59)^2 \times 1.984 / (5.22 \times 10^{10} \times 0.024 \times 0.0128 \times 1) \times 0.155 \times 1$$

$$\Delta P=0.000439 \text{ bar}$$

4.1.2 Basınç kaybı hesabı



Şekil 4.3. Fan yerleştirme planı

(1) Nolu Parça

$$\text{Debi} = 19.1 \text{ m}^3 / \text{sn}$$

$$\text{Hız} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Kanal Boyutu} = 1.000 \text{ mm} \times 1.365 \text{ mm}$$

$$\text{Uzunluk} = 3 \text{ m}$$

$$\text{R değeri} = 9.796 \times 10^{-5} \text{ bar/m (Harzadın 1972)}$$

$$\text{Basınç Kaybı} = 2.93 \times 10^{-4} \text{ bar}$$

(1) Nolu Ayrılma

$$\text{We} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Wd} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Basınç Kaybı} = 6.24 \times 10^{-5} \text{ bar (Harzadın 1972)}$$

(2) Nolu Parça

$$\text{Debi} = 11.95 \text{ m}^3 / \text{sn}$$

$$\text{Hız} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Kanal Boyutu} = 1.000 \text{ mm} \times 854 \text{ mm}$$

$$\text{Uzunluk} = 7.86 \text{ m}$$

$$\text{R değeri} = 9.796 \times 10^{-5} \text{ bar / m}$$

$$\text{Basınç Kaybı} = 7.7 \times 10^{-4} \text{ bar}$$

(2) Nolu Dirsek

$$\text{We} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Wd} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Basınç Kaybı} = 6.24 \times 10^{-5} \text{ bar}$$

(3) Nolu Parça

$$\text{Debi} = 5.43 \text{ m}^3 / \text{sn}$$

$$\text{Hız} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Kanal Boyutu} = 622 \text{ mm} \times 622 \text{ mm}$$

$$\text{Uzunluk} = 7.86 \text{ m}$$

$$\text{R değeri} = 9.796 \times 10^{-5} \text{ bar/m}$$

$$\text{Basınç Kaybı} = 7.70 \times 10^{-4} \text{ bar}$$

(3) Nolu Ayrılma

$$\text{We} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Wd} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Basınç Kaybı} = 6.24 \times 10^{-5} \text{ bar}$$

(4) Nolu Parça

$$\text{Debi} = 1.99 \text{ m}^3 / \text{sn}$$

$$\text{Hız} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Kanal Boyutu} = 377 \text{ mm} \times 377 \text{ mm}$$

$$\text{Uzunluk} = 4.28 \text{ m}$$

$$\text{R değeri} = 9.796 \times 10^{-5} \text{ bar/ m}$$

$$\text{Basınç Kaybı} = 4.192 \times 10^{-4} \text{ bar}$$

(4) Nolu Dirsek

$$\text{R/D} = 1 \Rightarrow$$

$$\text{Basınç Kaybı} = 4 \times 10^{-4} \text{ bar}$$

$$\text{Toplam Basınç Kaybı} = 32.784 \times 10^{-4} \text{ bar}$$

Emniyetli Kayıp : % 5 fazla Basınç Kaybı = 34×10^{-4} bar=35 mmSS

4.1.3 Fan dizaynı

$$Q = 19.1 \text{ m}^3 / \text{sn}$$

$$P = 34 \times 10^{-4} \text{ bar} = 35 \text{ mmSS}$$

$$\rho_{\text{hava}} = 1.2 \text{ kg} / \text{m}^3$$

a-) Radyal akımlı vantilatörün tipini ele alalım

$$Dq = D_2 \times \sqrt[4]{\frac{\Delta P}{\rho \times Q^2}} = D_2 \times \sqrt[4]{\frac{35}{1.2 \times 19.1^2}} = 0.532 \times D_2$$

En iyi verim : $\eta_1 = 0.85$

$$Dq = 1 \text{ (En iyi verimde)}$$

$$1 = 0.532 \times D_2 \Rightarrow D_2 = 1.880 \text{ m kabul edilebilir}$$

Özgül çap : $Dq = 1$

Çalışma sayısı : $\phi = 0.21$

Basınç sayısı : $\psi = 0.58$

Çevre Hızı : (U_2)

$$U_2 = \sqrt[2]{\frac{2 \times g \times \Delta P}{\rho \times \Psi}} = \sqrt[2]{\frac{2 \times 9.81 \times 35}{1.2 \times 0.58}} = 31.4 \text{ m} / \text{sn}$$

$$\text{Devir Sayısı : } n = (60 \times U_2) / (\pi \times D_2) = (60 \times 31.4) / (\pi \times 1.88)$$

$$n = 320 \text{ d/dk}$$

$$\text{Güç : } Ni = (Q \times \Delta P) / (102 \times \eta_1) = (19.1 \times 35) / (102 \times 0.85)$$

$$Ni = 7.71 \text{ kW}$$

$$n_q = n \times (Q^{1/2} / H^{3/4}) = 320 \times (19.1^{1/2} / 29^{3/4}) = 112 \text{ Radyal Vantilatör .}$$

$\eta_m = 0.80$ alınırsa ;

Elektrik Motoru gücü : $N_e = N_i / \eta_m = 7.71 / 0.80$

$N_e = 9.64 \text{ kW}$

$\eta_v = 0.92$ (Kabul)

$\eta_h = 0.92$ (Kabul)

b-) Çarkın Boyutlandırılması

Emme Hızı

$$C_s = \varepsilon \times (2 \times g \times H)^{1/2} = 0.55 \times (2 \times 9.81 \times 29)^{1/2}$$

$$C_s = 13.1 \text{ m/sn}$$

Emme Çapı (Giriş Çapı)

$$D_s \cong D_1 = (4 \times Q / \pi \times C_s \times \eta_v)^{1/2} = (4 \times 19.1 / \pi \times 13.1 \times 0.92)^{1/2}$$

$$D_s \cong D_1 = 1.42 \text{ m}$$

$$U_2/U_1 = D_2/D_1 \Rightarrow U_1 = 31.4 \times 1.42 / 1.88 \Rightarrow U_1 = 23.7 \text{ m/sn}$$

$$m = Com/C_s = 0.5 \times (100/n_q)^{1.6} \Rightarrow Com = 6.57 \text{ m/sn}$$

Giriş Kanat Genişliği

$$b_1 = Q / (\pi \times D_1 \times Com \times \eta_v) = 19.1 / (\pi \times 1.42 \times 6.57 \times 0.92)$$

$$b_1 = 700 \text{ mm}$$

Kanat Giriş Açısı

$$\text{tg } \beta_1 = Com/U_1 = 6.57/23.7 \Rightarrow \beta_1 = 15.5^\circ$$

Kanat Çıkış Açısı

$$\beta_2 = \beta_1 + 10 = 15.5 + 10 \Rightarrow \beta_2 = 25.5^\circ$$

Kanat Sayısı

$$z = 3 \times (D_2 + D_1) / (D_2 - D_1) \times \sin(\beta_2 + \beta_1) / 2$$

$$z = 3 \times (1.88 + 1.42) / (1.88 - 1.42) \times \sin(25.5 + 15.5) / 2 \Rightarrow z = 8$$

Kanat Kalınlığı

$S = 4 - 6$ mm seçilebilir .

$$H_{th\infty} = 1.35 \times (H / \eta_h) = 1.35 \times (29 / 0.92) \Rightarrow H_{th\infty} = 42.6 \text{ m}$$

$$C_{2m} = 0.8 \times C_{1m} = 0.8 \times 6.57 \Rightarrow C_{2m} = 5.26 \text{ m } (C_{1m} = C_{om})$$

U_2 Hızının Kontrolü

$$U_2 = \frac{C_{2m}}{2 \times \tan \beta_2} + \sqrt{\left(\frac{C_{2m}}{2 \times \tan \beta_2} \right)^2 + g \times H_{th\infty}}$$

$$U_2 = \frac{5.26}{2 \times \tan 25.5} + \sqrt{\left(\frac{5.26}{2 \times \tan 25.5} \right)^2 + 9.81 \times 42.6}$$

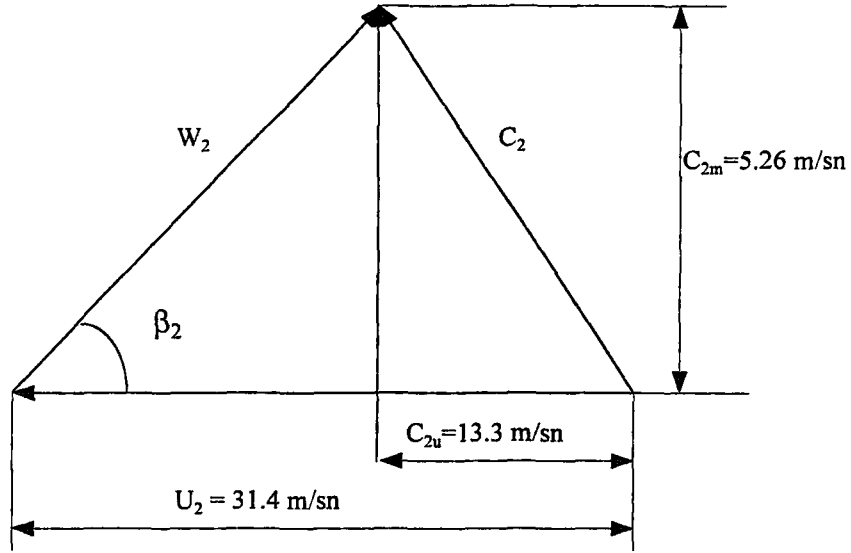
$$U_2 = 26.68 \text{ m / sn}$$

Başlangıçta seçtiğimiz $U_2 = 31.4$ m/sn ile $U_2 = 26.68$ m/sn arasındaki fark küçük ve bizim ihmallerimizden kaynaklanmaktadır. Bu yüzden hesaplarımız uygundur.

Kanat Çıkış Genişliği

$$b_2 = Q / (\pi \times D_2 \times C_{2m} \times \eta_v) = 19.1 / (\pi \times 1.88 \times 5.26 \times 0.92) \Rightarrow b_2 = 668 \text{ mm}$$

4.1.4 Çıkış hız üçgeni



Şekil 4.4. Çıkış hız üçgeni

$$C_2 = (C_{2u}^2 + C_{2m}^2)^{1/2} = (13.3^2 + 5.26^2)^{1/2}$$

$$C_2 = 14.3 \text{ m/sn} \text{ (Çark çıkışındaki havanın hızı)}$$

Kanal içindeki havanın hızı C_2 kabul edilebilir. $C_2 = 14.3 \text{ m/sn}$ ' dir.

4.2. Maliyet Analizleri

4.2.1 Toplam yatırım tutarı

4.2.1.1 İnşaat işleri

Ön ısıtıcı ve fanın yerleştirilebilmesi için beton platforma ihtiyaç vardır. Toplam 150.000.000 TL. malzemeye ve 50.000.000 TL işçiliğe olmak üzere 200.000.000 TL gider ayrılmıştır.

4.2.1.2 Makina ve teçhizat giderleri

4.2.1.2.1 Fin tp maliyeti

Toplam 314 adet fin tüpü maliyeti 225.000.000 TL'dir.

4.2.1.2.2 Heder ve diğer malzemeler

Fin tüplerin iştirak olduğu heder ve diğer malzemeler için (kanat saçları,bağlantı elemanları,v.s.) 100.000.000 TL ayrılmıştır.

4.2.1.2.3 Radyal vantilatör ve elektrik motoru

İstenilen radyal vantilatör ve elektrik motoru için 1.000.000.000 TL ayrılmıştır.

4.2.1.2.4. Montaj giderleri

Makina donanımının montajı için 100.000.00 TL ayrılmıştır.

4.2.1.3 Yıllık işletme giderleri

4.2.1.3.1 Elektrik maliyeti

1 kWh = 3970 TL

9.5 kW. gücündeki elektrik motoru 330 gün kullanılmaktadır.

Toplam Elektrik Gücü = $9.5 \times 24 \times 330 = 75.240$ kW

Toplam Elektrik Maliyeti = $75.240 \times 3970 = 298.702.800$ TL.

4.2.1.3.2. Bakım ve onarım maliyeti

Yıllık 50.000.000 TL bakım ve onarım gideri ayrılmıştır.

4.2.2. Yıllık gelirler

4.2.2.1. F.oil tasarrufu yıllık 1212 ton 'dur.

1 ton f.oil = 13565347 TL

Yıllık F.Oil Kazancı = $1212 \times 13.565.347 = 16.441.200.564$ TL.

4.2.2.2. Demin su kazancı 3200 kg/h 'dır.

1 ton demin su = 29668 TL

Yıllık Demin Su Kazancı = $3.2 \times 24 \times 330 = 25344$ ton'dur.

Yıllık Demin Su Kazancı = $25344 \times 29668 = 751.905.792$ TL

4.2.2.3 Toplam kazanç = F.Oil kazancı + Demin Su Kazancı

Toplam Kazanç = $16.441.200.564 + 751.905.792 = 17.193.106.356$ TL.

4.2.3 Amortisman giderleri

HARCAMA TÜRÜ	MALİYET Milyon TL	AMORTİSMAN	
		ORANI (%)	MİKTARI(milyon)
İnşaat Giderleri (işçilik dahil)	200	6.25	12.5
Fın Tüp	225	6.25	14
Heder Ve Diğer Malzemeler	100	6.25	6.25
Radyal Vantilatör ve Elek.Motoru	1.000	6.25	62.5
Montaj Giderleri	100	6.25	6.25
TOPLAM	1.625		101.5

Amortisman süresi 16 yıldır.

4.2.4. Gelirler

F.OİL KAZANCI	16.441.200.564
DEMİN SU KAZANCI	751.905.792 TL.
TOPLAM	17.193.106.356 TL.

4.5.5 Giderler

AMORTİSMAN GİDERLERİ	101.500.000 TL.
SABİT GİDERLER	348.702.800 TL.
TOPLAM	450.202.800 TL.

TOPLAM NET KAR= GELİRLER -GİDERLER

TOPLAM NET KAR = 17.193.106.356 - 450.202.800 = 16.742.903.556 TL.

4.3. Rafineri Atık Buharının Plant-36 Ünitesi 36F-1/2/105 Fırınları Giriş Havaasının Isıtılmasında Kullanılması

Tablo 4.3. Plant-36 Ünitesi 36F-1/2/105 fırınları ve ısı yükleri

Fırın Adı	Saatteki Yüğü Watt	Effektif Fırın Verimi %	%100 Effektife Göre Watt
36F-1	5012530	75	6675620
36F-2	4419400	83	5314940
36F-105	4361250	82.4	4942750
		TOPLAM	16933280

Operasyon için 1 saatte gerekli F.oil miktarı

1 kg F.oil'in ısı değeri 10000 kcal alalım;

$$\begin{aligned} \text{Gerekli F.oil} &= 16933280 / (1.163 \times 10000) \\ &= 1456 \text{ kg F.oil/h bulunur.} \end{aligned}$$

Operasyon için gerekli hava miktarı

$$\text{Teorik Hava Miktarı} = 14.13 (\text{kg.hava/kg.f.oil}) \times 1456 (\text{kg.f.oil/h})$$

$$\text{Teorik Hava Miktarı} = 20475.8 (\text{kg.hava/h})$$

Pratik hava miktarını , hava fazlalık katsayısını %35 olarak (f.oil için) fırın dizaynında verilmiştir.

$$\text{Gerekli hava miktarı} = 20475.8 \times 1.35$$

$$\text{Gerekli hava miktarı} \cong 27642.3 (\text{kg.hava / h})$$

Hava Entalpileri

$$298.16 \text{ }^\circ\text{K} = 77 \text{ }^\circ\text{F için } 534.5 \text{ kJ/kg}$$

$$393.16 \text{ }^\circ\text{K} = 248 \text{ }^\circ\text{F için } 627.5 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Entalpi farkı } \Delta H = 627.5 - 534.5 = 93 \text{ kJ/kg}$$

Gerekli ısı miktarı (havanın sıcaklığını arttırmak için)

$$Q_{\Delta H} = 27642.3 (\text{kg.hava / h}) \times 93 (\text{kJ/h})$$

$$Q_{\Delta H} \cong 2570734 \text{ kJ/h}$$

Yıllık Yakıt Sarfiyatı (ön ısıtıcı yılda 35 gün kullanılmadığı düşünülerek . bakım

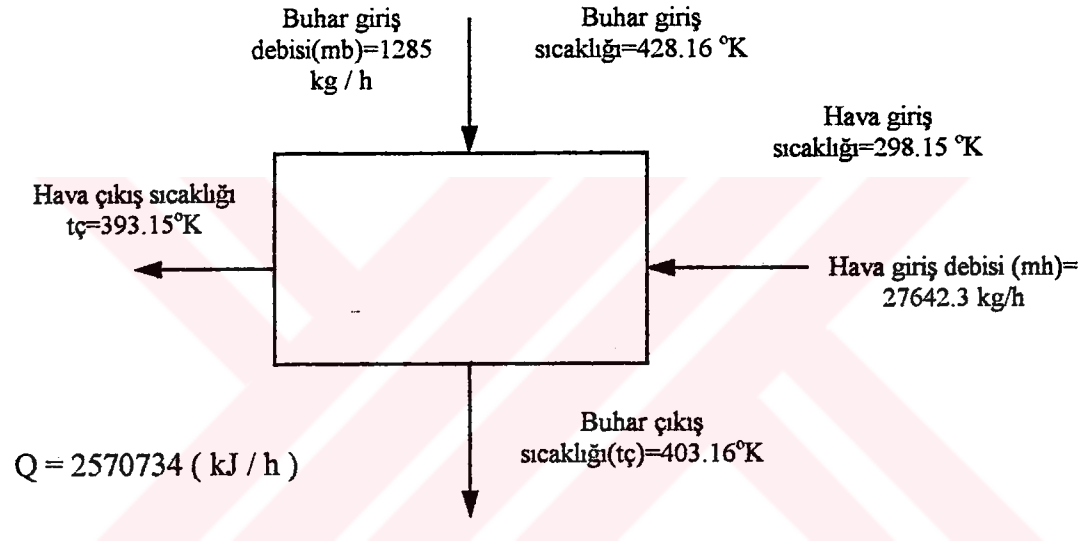
$$\begin{aligned} \text{v.s.)} &= 2570734 (\text{kJ / h}) \times 24 (\text{h / gün}) \times 330 (\text{gün / yıl}) \times 1 (\text{kg.f.oil / 41860 kJ}) \\ &= 486000 (\text{kg f.oil / yıl}) \end{aligned}$$

Havayı ısıtmak için gerekli buhar miktarının tesbiti;

350 kPa basınç ve 428.16 °K sıcaklıktaki buharı 403.16 °K 'e düşürerek entalpi farkını yaklaşık 2000 kJ/kg olarak;

$$m_b = 2570734 \text{ (kJ/h)} / 2000 \text{ (kJ/kg)} = 1285 \text{ kg.buhar/h bulunur.}$$

4.3.1. Ön ısıtıcı dizayn hesabı



Şekil 4.5. Ön ısıtıcı buhar giriş-çıkış değerleri

Tablo 4.4. Ön ısıtıcı sıcaklık değerleri

Buhar Değerleri	311	→	266	45
Hava Değerleri	248	←	77	171
..	63		189	

$$LMDT = ((311-248)-(266-77))/(\ln(311-248)/(\ln(266-77))) = 113.718 \text{ °F}=318.55 \text{ K}$$

Çapraz akım için F katsayısını bulalım

$$R = (T_1 - T_2) / (t_2 - t_1)$$

$$R = 45/171 = 0.26, \quad S = (t_2 - t_1) / (T_1 - t_1)$$

$$S = (248-77)/(311-77) = 0.730 \text{ için}$$

$$F = 0.985$$

$$\Delta t_m = F \times \text{LMDT} = 0.985 \times 113.718 = 112 \text{ } ^\circ\text{F} = 317.60 \text{ K}$$

Seçilen kanatlı borunun Özellikleri :

Kanatçık adedi 25.4 mm için ; 10

Kanatçık kalınlığı = 0.4975 mm

Kanatçık üzerindeki çap = 57.15 mm

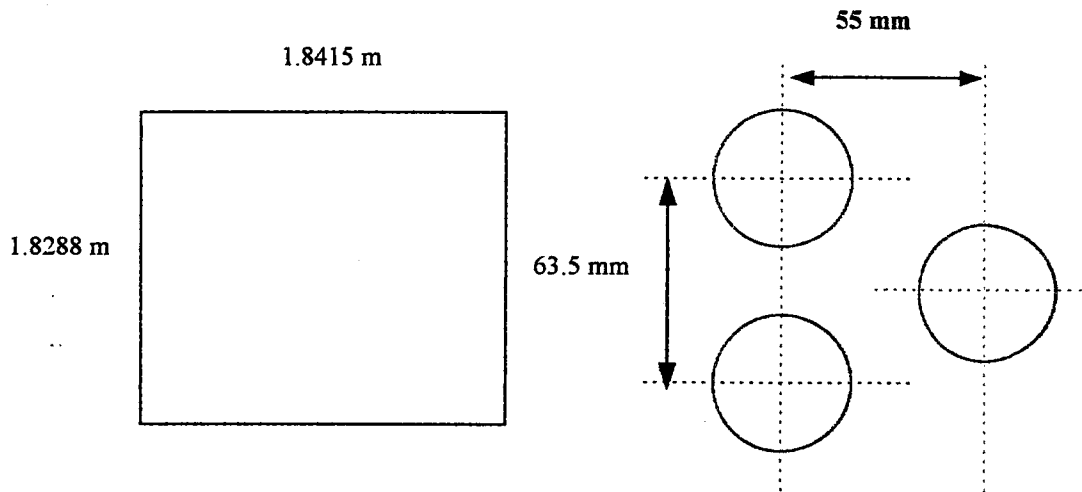
Bir metredeki Kanatlı boru Alanı :

$$\text{Kanatçık alanı } (A_f) = \Pi/4 \times ((57.15 \times 10^{-3})^2 - (25.4 \times 10^{-3})^2) \times 2 \times 393 = 1.62 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\text{Bare boru alanı } (A_0) = (\Pi \times 25.4 \times 10^{-3}) - (\Pi \times 25.4 \times 10^{-3} \times 393 \times 0.004975) = 0.0642 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\text{Toplam alan} = 1.6842 \text{ m}^2/\text{m}$$

4.3.1.1 Tüp yerleştirme planı



Şekil 4.6. Tüp yerleştirme planı

$$\text{Islak çevre faktörü} = 2 \times 0.015875 \times 2 \times 393 + 2 \times (1 - 393 \times 0.0004975)$$

$$\text{Islak çevre faktörü} = 26.6 \text{ m/m}$$

$$d_e = 2 \times \text{Toplam alan} / (\pi \times \text{Islak çevre faktörü})$$

$$d_e = 2 \times 1.6842 / (\pi \times 26.6) = 0.0403 \text{ m}$$

$$D_E = 0.0403 / 1 = 0.0403 \text{ m}$$

Akış alanı

29 ilk sıra tüp

28 ikinci sıra tüp

$$a_s = (1.8288 \times 1.8415) - (29 \times 25.4 \times 10^{-3} \times 1.8288) - 29 \times (31.75 \times 10^{-3} \times 0.0004975 \times 393 \times 1.8288) = 1.6917 \text{ m}^2$$

$$\text{Soğuk akışkan (Hava) } G_s = W/a_s = 27642.3 / 1.6917 = 16340 \text{ kg/m}^2\text{h}$$

$$345.6 \text{ }^\circ\text{K'de } \mu = 0.033 \text{ Cp}$$

$$\mu = 0.0033 \times 1.49 \times 2.42 = 0.119 \text{ kg/mh}$$

$$\text{Res} = D_e G_s / \mu = 0.132 \times 3350 / 0.07986$$

$$\text{Res} = 5537.19 \text{ için}$$

$$J_f = 55$$

$$T_a = 380 \text{ }^\circ\text{K için}$$

$$k = 0.03167 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$(C\mu/k)^{1/3} = (0.25 \times 0.07986 / 0.0183)^{1/3} = 1.020$$

$$h_f = J_f \times (k/D_e) \times (C\mu/k)^{1/3} = 55 \times (0.0183 / 0.132) \times 1.020 = 7.8$$

$$\text{Kirlenme faktörü } R_{do} = 0.003$$

$$R_{do} = 0.003 \text{ için } h_{do} = 1 / 0.003 = 333$$

$$h_f' = (h_{do} \times h_f) / (h_{do} + h_f) = (333 \times 7.8) / (333 + 7.8) = 1.8 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

Kanatlı boru verim hesabı

Alüminyum İçin ; $k = 204.14 \text{ W/m}^\circ\text{C} =$

$$Y_b = 0.4975 / 2 = 0.2487 \text{ mm}$$

$$r_e = \text{Fin } 0.D/2 = 57.15/2 = 28.575 \text{ mm}$$

$$r_b = \text{tüb } 0.D/2 = 25.4/2 = 12.7 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{array}{l} r_e / r_b = 1.125/0.5 \\ \end{array} \right\}$$

$$(r_e - r_b) \sqrt{(h_f' / k_y b)} = (1.125 - 0.5) / 12 \times \sqrt{(12.25) / (118 \times 0.00082)} = 0.598 \text{ için}$$

$$\Omega = 0.84$$

$$h_f' = (\Omega \times A_f + A_o) \times h_f' / A_i = (0.84 \times (765.76/144) + (30.38/144)) \times 7.6 / 0.218$$

$$= (4.573 + 0.21) \times 34.86 = 166.7$$

Sıcak Akışkan (Buhar)

$$a_t = 0.0003522 \text{ m}^2 \quad (25.4 \text{ mm}' \text{ lik fin tüp için})$$

$$a_t = N_t (a_t' / 144n)$$

$$a_t = 29 \times (0.0003522) = 0.010215 \text{ m}^2$$

$$D = 0.0211836 \text{ m}$$

$$415.65 \text{ }^\circ\text{K}' \text{ de}$$

$$\mu = 0.135 \times 1.49 \times 2.42 \text{ h} = 0.486 \text{ kg/mh}, \quad k_f = 0.398, \quad \rho_t = 920.76 \text{ kg/m}^3$$

$$N_t = (29 + 28) = 57 \text{ tüp (2 bank)}$$

$$G' = 4.886 \times W / (N_t \times \pi / 12) = 4.886 \times 2830 / (57 \times \pi / 12) = 928.34 \text{ kg/m}^2\text{h}$$

$$Re = 4 G' / \mu = 4 \times 190 / 0.3267 = 2326$$

$$h' (\mu f^2 / k_f^3 \times \rho_t^2 \times g)^{1/3} = 0.219, \quad g = 4.18 \times 10^8 \text{ sabit}$$

$$(\mu f^2 / k_f^3 \times \rho_t^2 \times g)^{1/3} = ((0.3267)^2 / (0.398)^3 \times (57.43)^2 \times 4.18 \times 10^8)^{1/3} = 1.514 \times 10^{-4}$$

$$h' = 0.219 / (1.514 \times 10^{-4}) = 1447$$

$$h_i \times D_i = h_o \times D_o \Rightarrow 1447 \times 0.834 = h_i \times 1 \Rightarrow h_i = 1207$$

$$R_{di} = 0.03 \text{ alınırsa } h_{di} = 333$$

$$h_{f,i}' = h_{di} \times h_i / (h_{di} + h_i) = 333 \times 1207 / (333 + 1207) = 260$$

$$U_{di} = h_{f,i}' \times h_i' / (h_{f,i}' + h_i') = 166.7 \times 260 / (166.7 + 260) = 101.6$$

$$\text{İç yüzey/ bank}=29 \times 1.8288 \times 0.6644 = 3.52 \text{ m}^2$$

$$A_i = 0.0928 \times Q / (U_{di} \times \Delta t) = 0.0928 \times 2435444 / (101.6 \times 112) = 19.88 \text{ m}^2$$

$$\text{Bank sayısı} = 19.88 / 3.52 = 5.64$$

6 bank

Basınç Düşümü

$$\text{Deg}' = 4 \times \text{Net serbest hacim} / \text{Sürtünme yüzeyi}$$

$$\text{Net serbest hacim} = (1.8288 \times 18415 \times 0.055) - 1/2 \times (29+28) \times (\pi/4) \times (25.4 \times 10^{-3})^2 \times 1.8288 - \pi/4 \times ((57.15 \times 10^{-3})^2 - (25.4 \times 10^{-3})^2) \times 0.0004975 \times 393 \times 1.8288 = 0.158 \text{ m}^3$$

$$\text{Sürtünme yüzeyi} = 1/2 \times (29+28) \times 1.6842 \times 1.8288 = 8778 \text{ m}^2$$

$$\text{Dev}' = 4 \times 0.158 / 8778 = 0.000072 \text{ m}$$

$$G_s = 16344.63 \text{ kg/h m}^2$$

$$\text{Res} = \text{Dev}' \times G_s / \mu = 0.024 \times 3350 / 0.07986 = 2097.5, F = 0.00692 \text{ m}^2/\text{m}^2$$

$$\rho = 1.18162 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Specific gravity} = s = \rho / \rho_t = 1.181 / 920.76 = 0.00128$$

$$I_p = 6 \times 0.0055 = 0.33 \text{ m}$$

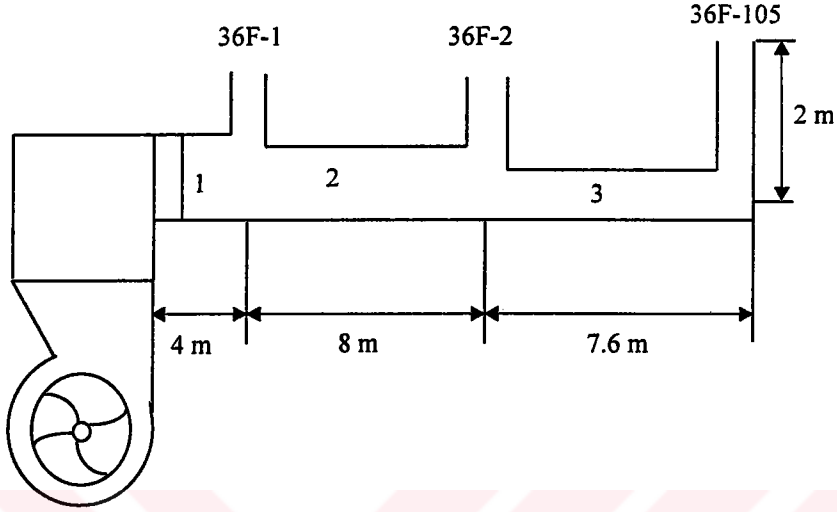
$$(\text{Dev}' / S_T)^{0.4} = (0.024 / 2.5)^{0.4} = 0.155$$

$$\Delta P = 0.069 \times (f \times G_s^2 \times I_p) / (5.22 \times 10^{10} \times \text{Dev}' \times S \times \varnothing_s \times (\text{Dev}' / S_T)^{0.4} \times (S_L / S_T)^{0.6}$$

$$\Delta P = 0.069 \times 0.0047 \times (3350)^2 \times 1.0825 / (5.22 \times 10^{10} \times 0.024 \times 0.0128 \times 1) \times 0.155 \times 1$$

$$\Delta P = 3.78 \times 10^{-5} \text{ bar}$$

4.3.2. Basınç kaybı hesabı



Şekil 4.7. Fan yerleştirme planı

(1) Nolu Parça

$$\text{Debi} = 7.68 \text{ m}^3 / \text{sn}$$

$$\text{Hız} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Kanal Boyutu} = 740 \text{ mm} \times 740 \text{ mm}$$

$$\text{Uzunluk} = 4 \text{ m}$$

$$\text{R değeri} = 9.796 \times 10^{-5} \text{ bar/m}$$

$$\text{Basınç Kaybı} = 3.9184 \times 10^{-4} \text{ bar}$$

(1) Nolu Ayrılma

$$\text{We} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Wd} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Basınç Kaybı} = 6.24 \times 10^{-5} \text{ bar}$$

(2) Nolu Parça

$$\text{Debi} = 4.9 \text{ m}^3 / \text{sn}$$

$$\text{Hız} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Kanal Boyutu} = 576 \text{ mm} \times 576 \text{ mm}$$

$$\text{Uzunluk} = 8 \text{ m}$$

$$\text{R değeri} = 6.24 \times 10^{-5} \text{ bar/m}$$

$$\text{Basınç Kaybı} = 7.8368 \times 10^{-4} \text{ bar}$$

(2) Nolu Dirsek

$$\text{We} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Wd} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Basınç Kaybı} = 6.24 \times 10^{-5} \text{ bar}$$

(3) Nolu Parça

$$\text{Debi} = 2.24 \text{ m}^3 / \text{sn}$$

$$\text{Hız} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Kanal Boyutu} = 400 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$$

$$\text{Uzunluk} = 7.6 \text{ m}$$

$$\text{R değeri} = 9.796 \times 10^{-5} \text{ bar/m}$$

$$\text{Basınç Kaybı} = 7.44 \times 10^{-5} \text{ bar}$$

(3) Nolu Ayrılma

$$\text{We} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Wd} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Basınç Kaybı} = 6.24 \times 10^{-5} \text{ bar}$$

(4) Nolu Parça

$$\text{Debi} = 2.24 \text{ m}^3 / \text{sn}$$

$$\text{Hız} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Kanal Boyutu} = 400 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$$

$$\text{Uzunluk} = 2 \text{ m}$$

$$\text{R değeri} = 9.796 \times 10^{-5} \text{ bar/m}$$

$$\text{Basınç Kaybı} = 1.96 \times 10^{-4} \text{ bar}$$

(4) Nolu Dirsek

$$R/D = 1$$

$$\text{Basınç Kaybı} = 1.96 \times 10^{-4} \text{ bar}$$

$$\text{Toplam Basınç Kaybı} = 25 \times 10^{-4} \text{ bar}$$

$$\text{Emniyetli Kayıp} : \% 10 \text{ fazla Basınç Kaybı} = 27.5 \times 10^{-4} \text{ bar} = 29 \text{ mm SS}$$

4.3.3. Fan dizaynı

$$Q = 7.68 \text{ m}^3 / \text{sn}$$

$$P = 27.5 \times 10^{-4} \text{ bar} = 29 \text{ mm SS}$$

$$\rho_{\text{hava}} = 1.2 \text{ kg} / \text{m}^3$$

a-) Radyal akımlı vantilatörün tipini ele alalım

$$Dq = D_2 \times \sqrt[4]{\frac{\Delta P}{\rho \times Q^2}} = D_2 \times \sqrt[4]{\frac{29}{1.2 \times 7.67^2}} = 0.800 \times D_2$$

$$\text{En iyi verim} : \eta_1 = 0.85$$

$$Dq = 1 \text{ (En iyi verimde)}$$

$$1 = 0.800 \times D_2 \Rightarrow D_2 = 1.25 \text{ m kabul edilebilir} :$$

Özgül çap : $D_q = 1$

Çalışma sayısı : $\phi = 0.21$

Basınç sayısı : $\psi = 0.58$

Çevre Hızı : (U_2)

$$U_2 = \sqrt[2]{\frac{2 \times g \times \Delta P}{\rho \times \Psi}} = \sqrt[2]{\frac{2 \times 9.81 \times 29}{1.2 \times 0.58}} = 28.6 \text{ m/sn}$$

Devir Sayısı : $n = (60 \times U_2) / (\pi \times D_2) = (60 \times 28.6) / (\pi \times 1.25)$

$n = 436 \text{ d/dk}$

Güç : $N_i = (Q \times \Delta P) / (102 \times \eta_l) = (7.67 \times 29) / (102 \times 0.85)$

$N_i = 2.57 \text{ kw}$

$n_q = n \times (Q^{1/2} / H^{3/4}) = 436 \times (7.67^{1/2} / 29^{3/4}) = 97 \text{ Radyal Vantilatör .}$

$\eta_m = 0.80$ alınır;

Elektrik Motoru Gücü : $N_e = N_i / \eta_m = 2.57 / 0.80$

$N_e = 3.21 \text{ kw}$

$\eta_v = 0.92$ (Kabul)

$\eta_h = 0.92$ (Kabul)

b-) Çarkın Boyutlandırılması :

Emme Hızı

$$C_s = \varepsilon \times (2 \times g \times H)^{1/2} = 0.55 \times (2 \times 9.81 \times 29)^{1/2}$$

$C_s = 13.1 \text{ m/sn}$

Emme Çapı (Giriş Çapı)

$$D_s \cong D_1 = (4 \times Q / \pi \times C_s \times \eta_v)^{1/2} = (4 \times 7.67 / \pi \times 13.1 \times 0.92)^{1/2}$$

$$D_s \cong D_1 = 0.900 \text{ m}$$

$$U_2/U_1 = D_2/D_1 \Rightarrow U_1 = 28.6 \times 0.9/1.25 \Rightarrow U_1 = 20.6 \text{ m/sn}$$

$$m = C_{om}/C_s = 0.5 \times (100/n_q)^{1.6} \Rightarrow C_{om} = 6.87 \text{ m/sn}$$

Kanat Giriş Genişliği

$$b_1 = Q / (\pi \times D_1 \times C_{om} \times \eta_v) = 7.67 / (\pi \times 0.9 \times 6.87 \times 0.92)$$

$$b_1 = 430 \text{ mm}$$

Kanat Giriş Açısı

$$\text{tg } \beta_1 = C_{om}/U_1 = 6.87/20.7 \Rightarrow \beta_1 = 19.5^\circ$$

Kanat Çıkış Açısı

$$\beta_2 = \beta_1 + 10 = 19.5 + 10 \Rightarrow \beta_2 = 29.5^\circ$$

Kanat Sayısı

$$z = 3 \times (D_2 + D_1) / (D_2 - D_1) \times \text{Sin} (\beta_2 + \beta_1) / 2$$

$$z = 3 \times (1.25 + 0.9) / (1.25 - 0.9) \times \text{Sin}(29.5 + 19.5) / 2 \Rightarrow z = 8$$

Kanat Kalınlığı

$S = 4 - 6 \text{ mm}$ seçilebilir .

$$H_{th\infty} = 1.35 \times (H/\eta_h) = 1.35 \times (29/0.92) \Rightarrow H_{th\infty} = 42.6 \text{ m}$$

$$C_{2m} = 0.8 \times C_{1m} = 0.8 \times 6.87 \Rightarrow C_{2m} = 5.5 \text{ m} (C_{1m} = C_{om})$$

U_2 Hızının Kontrolü

$$U_2 = \frac{C_{2m}}{2 \times \operatorname{tg} \beta_2} + \sqrt{\left(\frac{C_{2m}}{2 \times \operatorname{tg} \beta_2}\right)^2 + g \times H_{ih\Delta\infty}}$$

$$U_2 = \frac{5.5}{2 \times \operatorname{tg} 29.5} + \sqrt{\left(\frac{5.5}{2 \times \operatorname{tg} 29.5}\right)^2 + 9.81 \times 42.6}$$

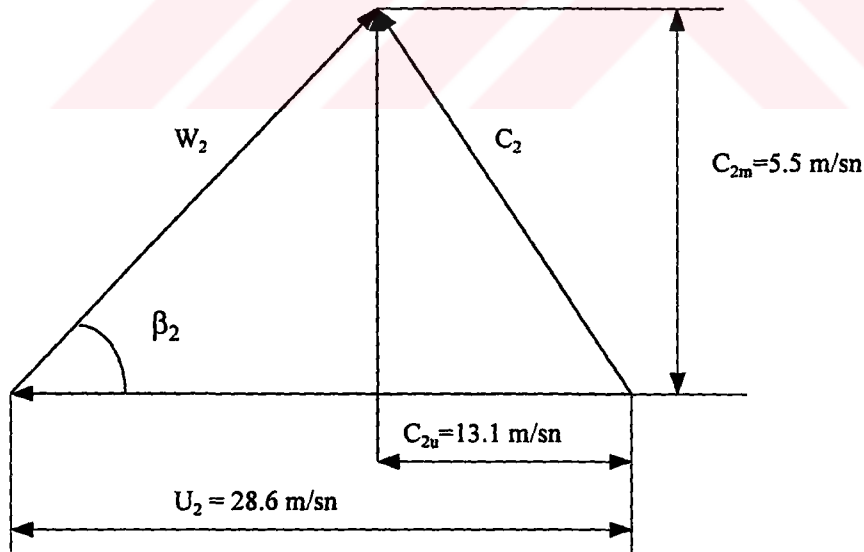
$$U_2 = 25.86 \text{ m/sn}$$

Başlangıçta seçtiğimiz $U_2 = 28.6 \text{ m/sn}$ ile $U_2 = 25.86 \text{ m/sn}$ arasındaki fark küçük ve bizim ihmallerimizden kaynaklanmaktadır. Bu yüzden hesaplarımız uygundur.

Kanat Çıkış Genişliği

$$b_2 = Q / (\pi \times D_2 \times C_{2m} \times \eta_v) = 7.67 / (\pi \times 1.25 \times 5.5 \times 0.92) \Rightarrow b_2 = 385 \text{ mm}$$

4.3.4. Çıkış hız üçgeni



Şekil 4.8. Çıkış hız üçgeni

$$C_2 = (C_{2u}^2 + C_{2m}^2)^{1/2} = (13.1^2 + 5.5^2)^{1/2}$$

$$C_2 = 14.2 \text{ m/sn (Çark çıkışındaki havanın hızı)}$$

Kanal içindeki havanın hızı C_2 kabul edilebilir. $C_2 = 14.2 \text{ m/sn}$ ' dir.

4.4. Maliyet Analizleri

4.4.1. Toplam yatırım tutarı

4.4.1.1. İnşaat işleri

Ön ısıtıcı ve fanın yerleştirilebilmesi için beton platforma ihtiyaç vardır. Toplam 110.000.000 TL. malzemeye ve 40.000.000 TL işçiliğe olmak üzere 150.000.000 TL gider ayrılmıştır.

4.4.1.2. Makina ve teçhizat giderleri

4.4.1.2.1. Fin tüp maliyeti

Toplam 171 adet fin tüp maliyeti 125.000.000 TL.'dir.

4.4.1.2.2. Heder ve diğer malzemeler

Fin tüplerin iştirakli olduğu heder ve diğer malzemeler için (kanat saçları,bağlantı elemanları,v.s.) 60.000.000 TL ayrılmıştır.

4.4.1.2.3. Radyal vantilatör ve elektrik motoru

İstenilen radyal vantilatör ve elektrik motoru için 800.000.000 TL ayrılmıştır.

4.4.1.2.4. Montaj giderleri

Makina donanımının montajı için 80.000.000 TL ayrılmıştır.

4.4.1.3. Yıllık işletme giderleri

4.4.1.3.1. Elektrik maliyeti

3.5 kW. gücündeki elektrik motoru 330 gün kullanılmaktadır.

$$\text{Toplam Yıllık Elektrik Gücü} = 3.5 \times 24 \times 330 = 27720 \text{ kW}$$

$$\text{Toplam Yıllık Elektrik Maliyeti} = 27720 \times 3970 = 110.048.400 \text{ TL}$$

4.4.1.3.2. Bakım ve onarım maliyeti

Yıllık 50.000.000 TL bakım ve onarım gideri ayrılmıştır.

4.4.2. Yıllık gelirler

4.4.2.1. F.oil tasarrufu yıllık 486 ton 'dur.

$$\text{Yıllık Kazanç} = 486 \times 13.565.347$$

$$\text{Yıllık Kazanç} = 6.592.758.642 \text{ TL}$$

4.4.2.2. Demin su kazancı 1285 kg/h 'dır.

$$\text{Yıllık Demin Su Kazancı} = 1.285 \times 24 \times 330 = 10177,2 \text{ ton'dur.}$$

$$\text{Yıllık Demin Su Kazancı} = 10177.2 \times 29668 = 301.937.170 \text{ TL}$$

4.4.2.3. Toplam kazanç = F.Oil kazancı + Demin Su Kazancı

$$\text{Toplam Kazanç} = 6.592.758.642 + 301.937.170 = 6.894.695.812 \text{ TL.}$$

4.4.3. Amortisman giderleri

HARCAMA TÜRÜ	MALİYET Milyon TL	AMORTİSMAN	
		ORANI (%)	MİKTARI(milyon)
İnşaat Giderleri (işçilik dahil)	150	6.25	9.370
Fın Tüp	125	6.25	7.8125
Heder Ve Diğer Malzemeler	60	6.25	3.750
Radyal Vantilatör ve Elek.Motoru	800	6.25	50
Montaj Giderleri	80	6.25	5
TOPLAM	1215		75.9375

Amortisman süresi 16 yıldır.

4.4.4. Gelirler

F.OİL KAZANCI	6.592.758.642
DEMİN SU KAZANCI	301.937.170
TOPLAM	6.894.695.812 TL

4.4.5. Giderler

AMORTİSMAN GİDERLERİ	75937500
SABİT GİDERLER	160.048.400
TOPLAM	235.985.900 TL.

YILLIK NET KAR= GELİRLER -GİDERLER

YILLIK NET KAR = 6.894.695.812-235.985.900=6.658.709.912 TL.

4.5. Rafineri Atık Buharının Plant-36 Ünitesi 36F-201/202 Fırınları Giriş Havaasının Isıtılmasında Kullanılması

Tablo 4.5. Plant-36 Ünitesi 36F-201/202 fırınları ve ısı yükleri

Fırın Adı	Saatteki Yüğü	Effektif Fırın Verimi % Watt	%100 Effektife Göre Watt
36F-201	14188600	80	17735750
36F-202	105251500	84	12525510
		TOPLAM	30261260

Operasyon için 1 saatte gerekli F.oil miktarı

1 Kg F.oil'in ısı değeri 10000 kcal alalım;

Gerekli F.oil= $30261260 / (10000 \times 1.163)$

=2602 kg F.oil/h bulunur.

Operasyon için gerekli hava miktarı

F.oil'in içeriği %84.5 Karbon, %12.5 Hidrojen, %2.5 Oksijen, %0.5 Diğer maddeler olduğu kabulünden



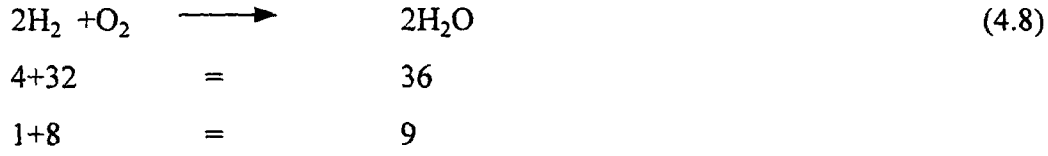
Aşama 1.



$$12 + 32 = 44$$

$$1 + 32/12 = 44/12$$

Aşama 2.



Aşama 3

F.oil'in Bileşenleri	Yüzdesi	Oksijen İhtiyacı(kg)
C	0.845	$0.845 \times (32/12) = 2.25$
H ₂	0.125	$0.125 \times 8 = 1$
O ₂	0.025	
Diğer	0.005	

Toplam Oksijen İhtiyacı 3.25 kg

Havanın Oksijen içeriği %23 olarak

Toplam Hava ihtiyacı $3.25 \times 100/23 = 14.13$ kg hava/kg F.oil

Operasyon için gerekli hava miktarı

Teorik Hava Miktarı = $14.13(\text{kg.hava/kg.f.oil}) \times 2602(\text{kg.f.oil/h})$

Teorik Hava Miktarı = 36592 (kg.hava/h)

Pratik hava miktarını , hava fazlalık katsayısı Fırın dizaynında %35 olarak (F.oil) için verilmiştir.

Gerekli hava miktarı = 36592×1.35

Gerekli hava miktarı $\cong 49399.2$ (kg.hava / h)

Hava Entalpileri

298.16 °K = 77 °F için 534.5 kJ/kg

393.16°K = 248 °F için 627.5 kJ/kg

Entalpi farkı $\Delta H=627.5-534.5=93$ kJ/kg

Gerekli ısı miktarı (havanın sıcaklığını arttırmak için)

$$Q_{\Delta H} = 49399.2(\text{kg.hava} / \text{h}) \times 93 (\text{kJ/kg hava})$$

$$Q_{\Delta H} \cong 4594125.6 \text{ kJ/h}$$

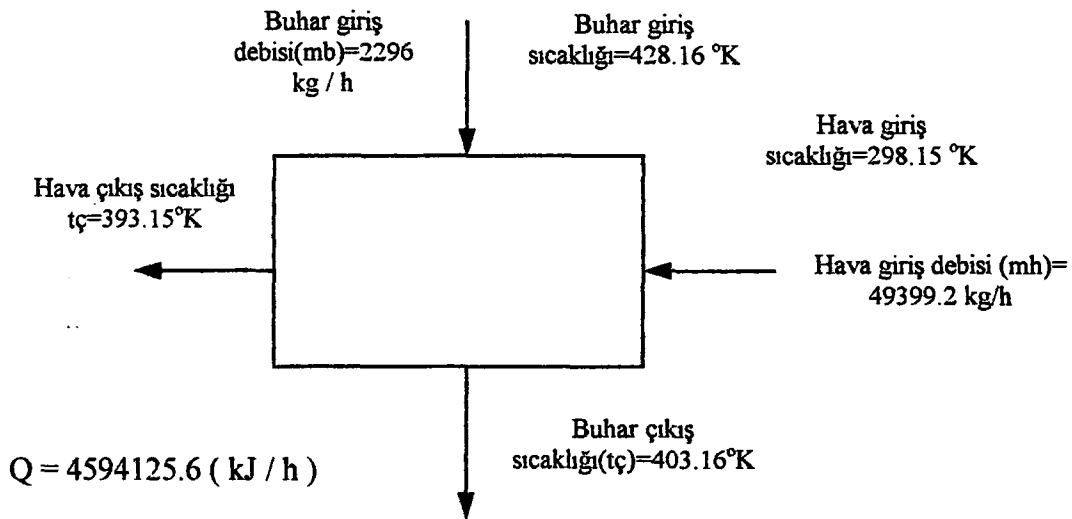
Yıllık Yakıt Sarfiyatı (ön ısıtıcı yılda 35 gün kullanılmadığı düşünülerek; bakım v.s.) = $4594125.6 (\text{kJ/h}) \times 24 (\text{h} / \text{gün}) \times 330 (\text{gün} / \text{yıl}) \times 1 (\text{kg.f.oil} / 41860 \text{ kJ})$
=869000 kg f.oil / yıl

Havayı ısıtmak için gerekli buhar miktarının tesbiti

350 kPa basınç ve 428.16 °K sıcaklıktaki buharı 403.16 °K'e düşürerek entalpi farkını yaklaşık 2000 kJ/kg alarak;

$$m_b = 4594125.6 (\text{kJ/h}) / 2000 \text{ kJ/kg} = 2296 \text{ kg.buhar/h bulunur.}$$

4.5.1. Ön ısıtıcı dizayn hesabı



Şekil 4.9. Ön ısıtıcı buhar giriş-çıkış değerleri

Tablo 4.6. Ön ısıtıcı sıcaklık değerleri

Buhar Değerleri	311	→	266	45
Hava Değerleri	248	←	77	171
	63		189	

$$\text{LMDT} = ((311-248)-(266-77))/(\ln(311-248)/(266-77)) = 113.718 \text{ } ^\circ\text{F} = 318.55 \text{ } ^\circ\text{K}$$

Çapraz akım için F katsayısını bulalım :

$$R = (T_1 - T_2) / (t_2 - t_1)$$

$$R = 45/171 = 0.26, \quad S = (t_2 - t_1) / (T_1 - t_1)$$

$$S = (248-77)/(311-77) = 0.730 \text{ için}$$

$$F = 0.985$$

$$\Delta t_m = F \times \text{LMDT} = 0.985 \times 113.718 = 112 \text{ } ^\circ\text{F} = 317.6 \text{ } ^\circ\text{K}$$

Seçilen Kanatlı borunun Özellikleri :

Kanatçık adedi 25.4 mm için ; 10

Kanatçık kalınlığı = 0.4975 mm

Kanatçık üzerindeki çap = 57.15 mm

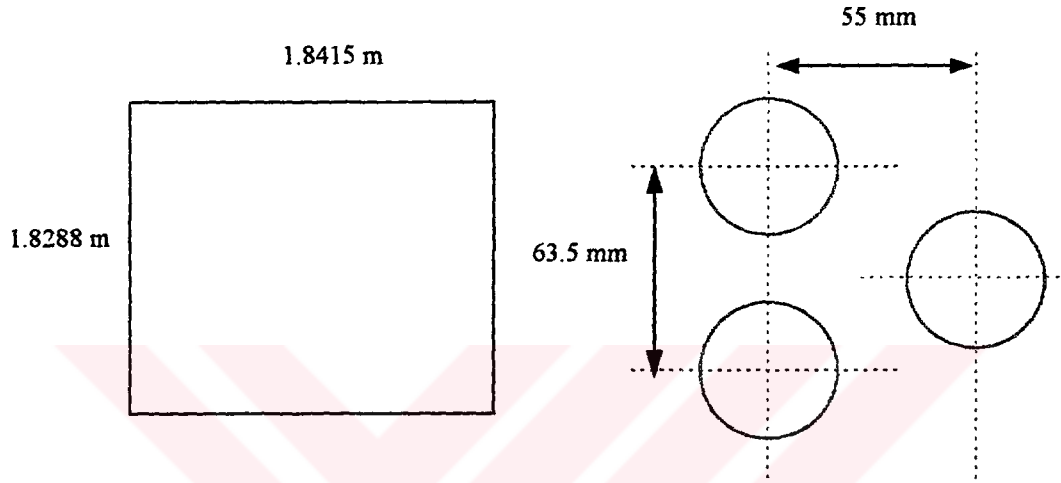
Bir Metredeki Kanatlı boru Alanı :

$$\text{Kanatçık alanı } (A_f) = \Pi/4 \times ((57.15 \times 10^{-3})^2 - (25.4 \times 10^{-3})^2) \times 2 \times 393 = 1.62 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\text{Bare boru alanı } (A_0) = (\Pi \times 25.4 \times 10^{-3}) - (\Pi \times 25.4 \times 10^{-3} \times 393 \times 0.004975) = 0.0642 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\text{Toplam alan} = 1.6842 \text{ m}^2/\text{m}$$

4.5.1.1 Tüp yerleştirme planı



Şekil 4.10 Tüp yerleştirme planı

$$\text{Islak çevre faktörü} = 2 \times 0.015875 \times 2 \times 393 + 2 \times (1 - 393 \times 0.0004975)$$

$$\text{Islak çevre faktörü} = 26.6 \text{ m/m}$$

$$d_e = 2 \times \text{Toplam alan} / (\pi \times \text{Islak çevre faktörü})$$

$$d_e = 2 \times 1.6842 / (\pi \times 26.6) = 0.0403 \text{ m}$$

$$D_E = 0.0403 / 1 = 0.0403 \text{ m}$$

Akış alanı

29 ilk sıra tüp

28 ikinci sıra tüp

$$a_s = (1.8288 \times 1.8415) - (29 \times 25.4 \times 10^{-3} \times 1.8288) - 29 \times (31.75 \times 10^{-3} \times 0.0004975 \times 393 \times 1.8288) = 1.6917 \text{ m}^2$$

$$\text{Soğuk akışkan (Hava) } G_s = W/a_s = 49399.2 / 1.6917 = 29200.9 \text{ kg/m}^2\text{h}$$

$$345.6 \text{ }^\circ\text{K}'\text{de } \mu = 0.033 \text{ Cp}$$

$$\mu = 0.0033 \times 1.49 \times 2.42 = 0.119 \text{ kg/mh}$$

$$Re_s = DeGs/\mu = 0.132 \times 5985 / 0.07986$$

$$Re_s = 9892.5 \text{ için}$$

$$J_f = 60$$

$$T_a = 380 \text{ }^\circ\text{K için}$$

$$k = 0.03167 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$(C\mu/k)^{1/3} = (0.25 \times 0.07986 / 0.0183)^{1/3} = 1.020$$

$$h_f = J_f \times (k/De) \times (C\mu/k)^{1/3} = 60 \times (0.0183 / 0.132) \times 1.020 = 8.48$$

$$\text{Kirlenme faktörü } R_{do} = 0.003$$

$$R_{do} = 0.003 \text{ için } h_{do} = 1 / 0.003 = 333$$

$$h_f' = 0.147 \times (h_{do} \times h_f) / (h_{do} + h_f) = 0.147 \times (333 \times 8.48) / (333 + 8.48) = 1.216 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

Kanatlı Boru Verim Hesabı

$$\text{Alüminyum için ; } k = 204.14 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$y_b = 0.4975 / 2 = 0.2487 \text{ mm}$$

$$r_e = \text{Fin } 0.D/2 = 57.15/2 = 28.575 \text{ mm}$$

$$r_b = \text{tüb } 0.D/2 = 25.4/2 = 12.7 \text{ mm}$$

$$r_e/r_b = 28.575/12.7 = 2.25$$

$$(r_e - r_b) \sqrt{(h_f' / ky_b)} = (1.125 - 0.5) / 12 \times \sqrt{(8.27) / (118 \times 0.00082)} = 0.481 \text{ için}$$

$$\Omega = 0.86$$

$$h_f' = (\Omega \times A_f + A_o) \times h_f' / A_i = (0.86 \times (765.76/144) + (30.38/144)) \times 8.27 / 0.218$$

$$= (4.573 + 0.21) \times 37.93 = 181.5$$

Sıcak Akışkan (Buhar)

$$a_t' = 0.0003522 \text{ m}^2 \text{ (25.4mm'lik kanatlı boru için)}$$

$$a_t = Nt (a_t' / 144n)$$

$$a_t = 29 \times (0.0003522) = 0.010215 \text{ m}^2$$

$$D = 0.0211836 \text{ m}$$

$$415.65 \text{ }^\circ\text{K' de}$$

$$\mu=0.135 \times 1.49 \times 2.42 = 0.486 \text{ kg/mh}, k_f=0.398, \rho_f=920.76 \text{ kg/m}^3$$

$$N_t=(29+28)=57 \text{ tüp (2 bank)}$$

$$G' = 4.886 \times W / (N_t \times \pi / 12) = 4.886 \times 5057 / (57 \times \pi / 12) = 1656.4 \text{ kg/m}^2\text{h}$$

$$Re = 4 G' / \mu = 4 \times 339 / 0.3267 = 4150$$

$$h' (\mu f^2 / k f^3 \times \rho_f^2 \times g)^{1/3} = 0.219, \quad g = 4.18 \times 10^8 \text{ sabit}$$

$$(\mu f^2 / k f^3 \times \rho_f^2 \times g)^{1/3} = ((0.3267)^2 / (0.398)^3 \times (57.43)^2 \times 4.18 \times 10^8)^{1/3} = 1.514 \times 10^{-4}$$

$$h' = 0.219 / (1.514 \times 10^{-4}) = 1447$$

$$h_i \times D_i = h_o \times D_o \Rightarrow 1447 \times 0.834 = h_i \times 1 \Rightarrow h_i = 1207$$

$$R_{di} = 0.03 \text{ alınırsa } h_{di} = 333$$

$$h_{f_i}' = h_{di} \times h_i / (h_{di} + h_i) = 333 \times 1207 / (333 + 1207) = 260$$

$$U_{di} = h_{f_i}' \times h_i' / (h_{f_i}' + h_i') = 181.5 \times 260 / (181.5 + 260) = 106.8$$

$$\text{İç yüzey/ bank} = 29 \times 1.8288 \times 0.6644 = 3.52 \text{ m}^2$$

$$A_i = Q / (U_{di} \times \Delta t) = 4352353 / (106.8 \times 112) = 33.723 \text{ m}^2$$

$$\text{Bank sayısı} = 33.723 / 3.52 = 9.59$$

10 bank

Basınç Düşümü

$$\text{Deg}' = 4 \times \text{Net serbest hacim} / \text{Sürtünme yüzeyi}$$

$$\text{Net serbest hacim} = (1.8288 \times 18415 \times 0.055) - 1/2 \times (29+28) \times (\pi/4) \times (25.4 \times 10^{-3})^2 \times 1.8288 - \pi/4 \times ((57.15 \times 10^{-3})^2 - (25.4 \times 10^{-3})^2) \times 0.0004975 \times 393 \times 1.8288 = 0.158 \text{ m}^3$$

$$\text{Sürtünme yüzeyi} = 1/2 \times (29+28) \times 1.6842 \times 1.8288 = 8778 \text{ m}^2$$

$$\text{Dev}' = 4 \times 0.158 / 87.78 = 0.000072 \text{ m}$$

$$G_s = 29464.64 \text{ kg/h m}^2$$

$$Re_s = \text{Dev}' \times G_s / \mu = 0.024 \times 5985 / 0.07986 = 1798, F = 0.006631 \text{ m}^2/\text{m}^2$$

$$\rho = 1.18162 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Specific gravity} = s = \rho / \rho_t = 1.18162 / 920.76 = 0.00128$$

$$I_p = 10 \times 0.055 = 0.55 \text{ m}$$

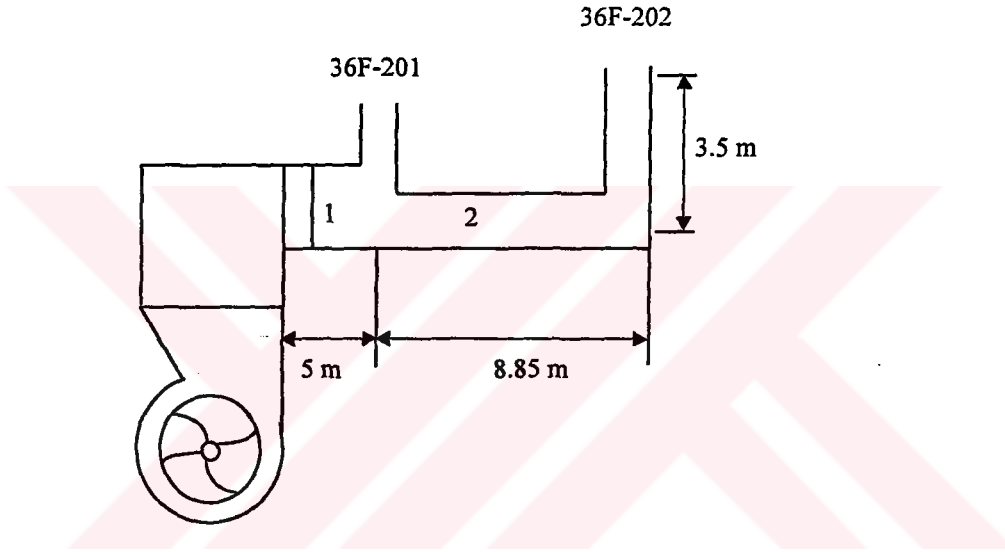
$$(\text{Dev}' / S_T)^{0.4} = (0.024 / 2.5)^{0.4} = 0.155$$

$$\Delta P = 0.069 \times (f \times G_s^2 \times I_p) / (5.22 \times 10^{10} \times \text{Dev}' \times S \times \varnothing_s \times (\text{Dev}' / S_T)^{0.4} \times (S_L / S_T)^{0.6}$$

$$\Delta P = 0.069 \times 0.0046 \times (5985)^2 \times 1.804 / (5.22 \times 10^{10} \times 0.024 \times 0.0128 \times 1) \times 0.155 \times 1$$

$$\Delta P = 1.96 \times 10^{-4} \text{ bar}$$

4.5.2. Basınç kaybı hesabı



Şekil 4.11. Fan yerleştirme planı

(1) Nolu Parça

$$\text{Debi} = 13.72 \text{ m}^3 / \text{sn}$$

$$\text{Hız} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Kanal Boyutu} = 1.000 \text{ mm} \times 1.000 \text{ mm}$$

$$\text{Uzunluk} = 5 \text{ m}$$

$$\text{R değeri} = 9.796 \times 10^{-5} \text{ bar / m}$$

$$\text{Basınç Kaybı} = 4.898 \times 10^{-4} \text{ bar}$$

(1) Nolu Ayrılma

$$We = 14 \text{ m/sn}$$

$$Wd = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Basınç Kaybı} = 6.24 \times 10^{-5} \text{ bar}$$

(2) Nolu Parça

$$\text{Debi} = 5.68 \text{ m}^3 / \text{sn}$$

$$\text{Hız} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Kanal Boyutu} = 636 \text{ mm} \times 636 \text{ mm}$$

$$\text{Uzunluk} = 8.85 \text{ m}$$

$$\text{R değeri} = 9.796 \times 10^{-5} \text{ bar / m}$$

$$\text{Basınç Kaybı} = 8.669 \times 10^{-4} \text{ bar}$$

(2) Nolu Dirsek

$$We = 14 \text{ m/sn}$$

$$Wd = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Basınç Kaybı} = 6.24 \times 10^{-5} \text{ bar}$$

(3) Nolu Parça

$$\text{Debi} = 5.68 \text{ m}^3 / \text{sn}$$

$$\text{Hız} = 14 \text{ m/sn}$$

$$\text{Kanal Boyutu} = 636 \text{ mm} \times 636 \text{ mm}$$

$$\text{Uzunluk} = 3 \text{ m}$$

$$\text{R değeri} = 9.796 \times 10^{-5} \text{ bar / m}$$

$$\text{Basınç Kaybı} = 2.94 \times 10^{-4} \text{ bar}$$

(4) Nolu Dirsek

$$R/D = 1 \text{ için}$$

$$\text{Basınç Kaybı} = 1.96 \times 10^{-4} \text{ bar}$$

$$\text{Toplam basınç kaybı} = 21.675 \times 10^{-4} \text{ bar}$$

4.5.3. Fan dizaynı

$$Q = 14 \text{ m}^3 / \text{sn}$$

$$P = 21.675 \times 10^{-4} \text{ bar} = 21 \text{ mmSS}$$

$$\rho_{\text{hava}} = 1.2 \text{ kg} / \text{m}^3$$

a-) Radyal akımlı vantilatör tipini ele alalım

$$Dq = D_2 \times \sqrt[4]{\frac{\Delta P}{\rho \times Q^2}} = D_2 \times \sqrt[4]{\frac{21}{1.2 \times 14^2}} = 0.546 \times D_2$$

En iyi verim : $\eta_1 = 0.85$

$$Dq = 1 \text{ (En iyi verimde)}$$

$$1 = 0.546 \times D_2 \Rightarrow D_2 = 1.830 \text{ m kabul edilebilir :}$$

$$\text{Özgül çap} : Dq = 1$$

$$\text{Çalışma sayısı} : \varphi = 0.21$$

$$\text{Basınç sayısı} : \psi = 0.58$$

$$\text{Çevre Hızı} : (U_2)$$

$$U_2 = \sqrt[2]{\frac{2 \times g \times \Delta P}{\rho \times \Psi}} = \sqrt[2]{\frac{2 \times 9.81 \times 21}{1.2 \times 0.58}} = 24.3 \text{ m/sn}$$

$$\text{Devir Sayısı : } n = (60 \times U_2) / (\pi \times D_2) = (60 \times 24.3) / (\pi \times 1.830)$$

$$n = 253 \text{ d/dk}$$

$$\text{Güç : } N_i = (Q \times \Delta P) / (102 \times \eta_I) = (14 \times 21) / (102 \times 0.85)$$

$$N_i = 3.39 \text{ kW}$$

$$n_q = n \times (Q^{1/2} / H^{3/4}) = 253 \times (14^{1/2} / 21^{3/4}) = 97 \text{ Radyal Vantilatör .}$$

$$\eta_m = 0.80 \text{ alınır,}$$

$$\text{Elektrik Motoru Gücü : } N_e = N_i / \eta_m = 3.39 / 0.80$$

$$N_e = 4.23 \text{ kW}$$

$$\eta_v = 0.92 \quad (\text{Kabul})$$

$$\eta_h = 0.92 \quad (\text{Kabul})$$

b-) Çarkın Boyutlandırılması

Emme Hızı

$$C_s = \varepsilon \times (2 \times g \times H)^{1/2} = 0.55 \times (2 \times 9.81 \times 21)^{1/2}$$

$$C_s = 11.16 \text{ m/sn}$$

Emme Çapı (Giriş Çapı)

$$D_s \cong D_1 = (4 \times Q / (\pi \times C_s \times \eta_v))^{1/2} = (4 \times 14 / (\pi \times 11.6 \times 0.92))^{1/2}$$

$$D_s \cong D_1 = 1.3 \text{ m}$$

$$U_2 / U_1 = D_2 / D_1 \Rightarrow U_1 = 24.3 \times 1.3 / 1.830 \Rightarrow U_1 = 17.26 \text{ m/sn}$$

$$m = C_{om} / C_s = 0.5 \times (100 / n_q)^{1.6} \Rightarrow C_{om} = 5.85 \text{ m/sn}$$

Giriş Kanat Genişliği

$$b_1 = Q / (\pi \times D_1 \times \text{Com} \times \eta_v) = 14 / (\pi \times 1.3 \times 5.85 \times 0.92) = 636 \text{ mm}$$

Kanat Giriş Açışı

$$\text{tg } \beta_1 = \text{Com} / U_1 = 5.85 / 17.26 \Rightarrow \beta_1 = 18.72^\circ$$

Kanat Çıkış Açışı

$$\beta_2 = \beta_1 + 10 = 18.72 + 10 \Rightarrow \beta_2 = 28.72^\circ$$

Kanat Sayısı

$$z = 3 \times (D_2 + D_1) / (D_2 - D_1) \times \text{Sin} (\beta_2 + \beta_1) / 2$$

$$z = 3 \times (1.830 + 1.30) / (1.830 - 1.30) \times \text{Sin}(28.72 + 18.72) / 2 \Rightarrow z = 7$$

Kanat Kalınlığı

S = 4 - 6 mm seçilebilir .

$$H_{\text{th}\infty} = 1.35 \times (H / \eta_h) = 1.35 \times (21 / 0.92) \Rightarrow H_{\text{th}\infty} = 30.81 \text{ m}$$

$$C_{2m} = 0.8 \times C_{1m} = 0.8 \times 5.85 \Rightarrow C_{2m} = 4.68 \text{ m} (C_{1m} = C_{om})$$

U₂ hızının kontrolü

$$U_2 = \frac{C_{2m}}{2 \times \text{tg} \beta_2} + \sqrt{\left(\frac{C_{2m}}{2 \times \text{tg} \beta_2} \right)^2 + g \times H_{\text{th}\infty}}$$

$$U_2 = \frac{4.68}{2 \times \text{tg} 28.72} + \sqrt{\left(\frac{4.68}{2 \times \text{tg} 28.72} \right)^2 + 9.81 \times 30.81}$$

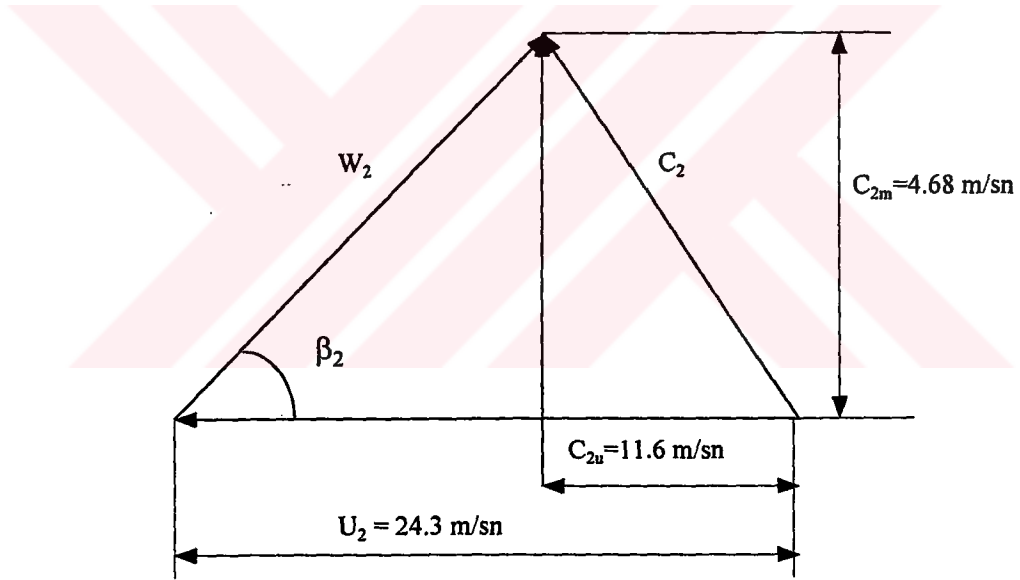
$$U_2 = 21.67 \text{ m / sn}$$

Başlangıçta seçtiğimiz $U_2 = 24.3$ m/sn ile $U_2 = 21.67$ m/sn arasındaki fark küçük ve bizim ihmallerimizden kaynaklanmaktadır. Bu yüzden hesaplarımız uygundur.

Kanat Çıkış Genişliği

$$b_2 = Q / (\pi \times D_2 \times C_{2m} \times \eta_v) = 14 / (\pi \times 1.30 \times 4.68 \times 0.92) \Rightarrow b_2 = 565 \text{ mm}$$

4.5.4. Çıkış hız üçgeni



Şekil 4.12. Çıkış hız üçgeni

$$C_2 = (C_{2u}^2 + C_{2m}^2)^{1/2} = (11.16^2 + 4.68^2)^{1/2} \Rightarrow C_2 = 12.1 \text{ m/sn (Çark çıkışındaki havanın hızı)}$$

Kanal içindeki havanın hızı C_2 kabul edilebilir. $C_2 = 12.1$ m/sn ' dir.

4.6. Maliyet Analizleri

4.6.1. Toplam yatırım tutarı

4.6.1.1. İnşaat işleri

Ön ısıtıcı ve fanın yerleştirilebilmesi için beton platforma ihtiyaç vardır. Toplam 135.000.000 TL malzemeye ve 40.000.000 TL işçiliğe olmak üzere 175.000.000 TL gider ayrılmıştır.

4.6.1.2. Makina ve teçhizat giderleri

4.6.1.2.1. Fin tüp maliyeti

Toplam 285 adet fin tüpü maliyeti 205.000.000 TL 'dir.

4.6.1.2.2. Heder ve diğer malzemeler

Fin tüplerin iştirak olduğu heder ve diğer malzemeler için (kanat saçları,bağlantı elemanları,v.s.) 80.000.000 TL ayrılmıştır.

4.6.1.2.3. Radyal vantilatör elektrik motoru

İstenilen radyal vantilatör ve elektrik motoru için 900.000.000 TL ayrılmıştır.

4.6.1.2.4. Montaj giderleri

Makina donanımının montajı için 90.000.00 TL ayrılmıştır.

4.6.1.3. Yıllık işletme giderleri

4.6.1.3.1. Elektrik maliyeti

4.5 kW. gücündeki elektrik motoru 330 gün kullanılmaktadır.

Toplam Yıllık Elektrik Gücü = $4.5 \times 24 \times 330 = 35.640$ kW

Yıllık Toplam Elektrik Maliyeti = $35.640 \times 3970 = 141.490.800$ TL.

4.6.1.3.2. Bakım ve onarım maliyeti

Yıllık 50.000.000 TL: bakım ve onarım gideri ayrılmıştır.

4.6.2. Yıllık gelirler

4.6.2.1. F.oil tasarrufu yıllık 869 ton 'dur.

Yıllık F.Oil Kazancı = $869 \times 13.565.347 = 11.788.286.543$ TL.

4.6.2.2. Demin su kazancı 2296 kg/h 'dır.

Yıllık Demin Su Kazancı = $2.296 \times 24 \times 330 = 18184.320$ ton'dur.

Yıllık Demin Su Kazancı = $18184.320 \times 29.668 = 539.492.405$ TL.

4.6.2.3. Toplam kazanç = F.Oil kazancı + Demin Su Kazancı

Toplam Kazanç = $11.788.286.543 + 539.492.405 = 12.327.778.948$ TL.

4.6.3. Amortisman giderleri

HARCAMA TÜRÜ	MALİYET	AMORTİSMAN	
	Milyon TL	ORANI (%)	MİKTARI(milyon)
İnşaat Giderleri (işçilik dahil)	175	6.25	10.9375
Fın Tüp	205	6.25	12.8125
Heder Ve Diğer Malzemeler	80	6.25	5
Radyal Vantilatör ve Elek.Motoru	900	6.25	56.250
Montaj Giderleri	90	6.25	5.625
TOPLAM	1.450		90.625

Amortisman süresi 16 yıldır.

4.6.4. Gelirler

F.ÖİL KAZANCI	11.788.286.543 TL.
DEMİN SU KAZANCI	539.492.405 TL.
TOPLAM	12.327.778.948 TL.

4.6.5. Giderler

AMORTİSMAN GİDERLERİ	90.625.000 TL.
SABİT GİDERLER	191.490.800 TL.
TOPLAM	282.115.800 TL.

TOPLAM NET KAR= GELİRLER -GİDERLER

TOPLAM NET KAR = 12.327.778.948 - 282.115.800 = 12.045.663.148 TL.

4.7. Rafineri Atık Buharının Plant-10 Ünitesi 10F-104A Fırını Giriş Havaasının Isıtılmasında Kullanılması

Normal operasyon için tasarlanan f.oil ihtiyacı saatte 10366 kg.'dir.

1 kg F.oil'in ısı değeri 10000 kcal alalım;

Operasyon için gerekli hava miktarı

Toplam Hava ihtiyacı $3.25 \times 100 / 23 = 14.13$ kg hava/kg F.oil

Operasyon için gerekli hava miktarı

Teorik Hava Miktarı = $14.13 (\text{kg.hava/kg.f.oil}) \times 10366 (\text{kg.f.oil/h})$

Teorik Hava Miktarı = 145 777 (kg.hava/h)

Pratik hava miktarını , hava fazlalık katsayısını %20 alarak bulalım.

Gerekli hava miktarı = $145\ 777 \times 1.20$

Gerekli hava miktarı $\cong 174\ 933$ (kg.hava / h)

Hava Entalpileri

$298.16\ ^\circ\text{K} = 77\ ^\circ\text{F}$ için 534.5 kJ/kg

$393.16\ ^\circ\text{K} = 248\ ^\circ\text{F}$ için 627.5 kJ/kg

Entalpi farkı $\Delta H = 627.5 - 534.5 = 93$ kJ/kg

Gerekli ısı miktarı (havanın sıcaklığını arttırmak için)

$Q_{\Delta H} = 174\ 933 (\text{kg.hava / h}) \times 93 (\text{kJ/kg})$

$Q_{\Delta H} \cong 16268769$ kJ/h

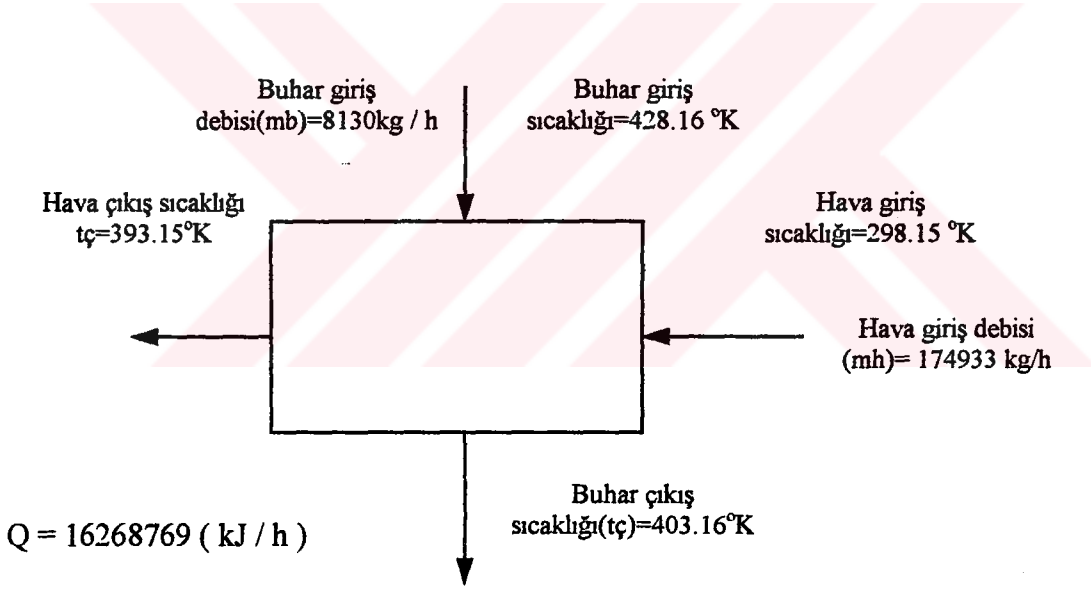
Yıllık Yakıt Sarfiyatı (ön ısıtıcı yılda 35 gün kullanılmadığı düşünülerek . bakım v.s.) = $16268769 \text{ (kJ/h)} \times 24 \text{ (h / gün)} \times 330 \text{ (gün / yıl)} \times 1 \text{ (kg.f.oil / 41860 kJ)}$
 $= 3\ 077\ 000 \text{ kg / yıl}$

Havayı ısıtmak için gerekli buhar miktarının tesbiti

350 kPa basınç ve 428.16 °K sıcaklıktaki buharı 403.16 °K 'e düşürerek entalpi farkını yaklaşık 2000 kJ/kg alarak;

$m_b = 16268769 \text{ (kJ/h)} / 2000 \text{ (kJ/ kg)} = 8\ 130 \text{ kg.buhar/h}$ bulunur.

4.7.1. Ön ısıtıcı dizayn hesabı



Şekil 4.13. Ön ısıtıcı buhar giriş-çıkış değerleri

Tablo 4.6. Ön ısıtıcı sıcaklık değerleri

Buhar Değerleri	311	→	266	45
Hava Değerleri	248	←	77	171
	63		189	

$$LMDT = ((311-248)-(266-77))/(\ln(311-248)/(\ln(266-77))) = 113.718 \text{ °F} = 318.55 \text{ °K}$$

Çapraz akım için F katsayısını bulalım :

$$R = (T_1 - T_2) / (t_2 - t_1)$$

$$R = 45/171 = 0.26, \quad S = (t_2 - t_1) / (T_1 - t_1)$$

$$S = (248-77)/(311-77) = 0.730 \text{ için}$$

$$F = 0.985$$

$$\Delta t_m = F \times \text{LMDT} = 0.985 \times 113.718 = 112 \text{ } ^\circ\text{F} = 337.6 \text{ } ^\circ\text{K}$$

Seçilen Kanatlı borunun Özellikleri :

Kanatçık adedi 25.4 mm için ; 10

Kanatçık kalınlığı = 0.4975 mm

Kanatçık üzerindeki çap = 57.15 mm

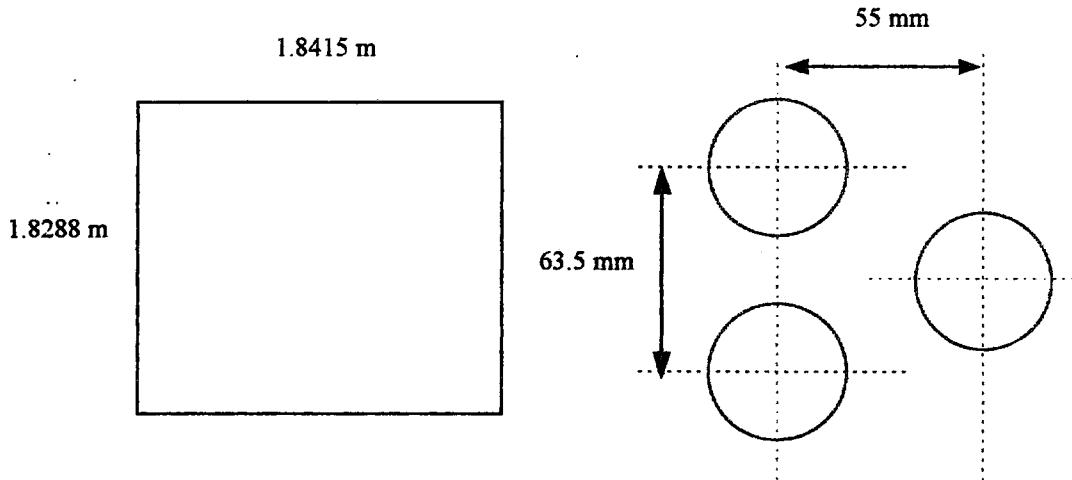
Bir Metredeki Boru Alanı :

$$\text{Kanatçık alanı } (A_f) = \Pi/4 \times ((57.15 \times 10^{-3})^2 - (25.4 \times 10^{-3})^2) \times 2 \times 393 = 1.62 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\text{Bare Boru alanı } (A_0) = (\Pi \times 25.4 \times 10^{-3}) - (\Pi \times 25.4 \times 10^{-3} \times 393 \times 0.004975) = 0.0642 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$\text{Toplam alan} = 1.6842 \text{ m}^2/\text{m}$$

4.7.1.1 Tüp yerleştirme planı



Şekil 4.14. Tüp yerleştirme planı

$$\text{Islak Çevre Faktörü} = 2 \times 0.015875 \times 2 \times 393 + 2 \times (1 - 393 \times 0.0004975)$$

$$\text{Islak Çevre Faktörü} = 26.6 \text{ m/m}$$

$$de = 2 \times \text{Toplam alan} / (\pi \times \text{Islak Çevre Faktörü})$$

$$de = 2 \times 1.6842 / (\pi \times 26.6) = 0.0403 \text{ m}$$

$$D_E = 0.0403 / 1 = 0.0403 \text{ m}$$

Akış alanı

29 ilk sıra tüp

28 ikinci sıra tüp

$$a_s = (1.8288 \times 1.8415) - (29 \times 25.4 \times 10^{-3} \times 1.8288) - 29 \times (31.75 \times 10^{-3} \times 0.0004975 \times 393 \times 1.8288) = 1.6917 \text{ m}^2$$

$$\text{Soğuk akışkan (Hava) } G_s = W/a_s = 174933 / 1.6917 = 103406.7 \text{ kg/m}^2\text{h}$$

$$345.6 \text{ }^\circ\text{K}'\text{de } \mu = 0.033 \text{ Cp}$$

$$\mu = 0.0033 \times 1.49 \times 2.42 = 0.119 \text{ kg/mh}$$

$$Re_s = De G_s / \mu = 0.132 \times 21195 / 0.07986$$

$$Re_s = 35033 \text{ için}$$

$$J_f = 150$$

$$T_a = 380 \text{ }^\circ\text{K için}$$

$$k = 0.03167 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$(C\mu/k)^{1/3} = (0.25 \times 0.07986 / 0.0183)^{1/3} = 1.020$$

$$h_f = J_f \times (k/De) \times (C\mu/k)^{1/3} = 150 \times (0.0183 / 0.132) \times 1.020 = 21.20$$

$$\text{Kirlenme faktörü } R_{do} = 0.003$$

$$R_{do} = 0.003 \text{ için } h_{do} = 1 / 0.003 = 333$$

$$h_f' = 0.147 \times (h_{do} \times h_f) / (h_{do} + h_f) = 0.147 \times (333 \times 21.20) / (333 + 21.20) = 4.72 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

Kanathlı Boru Verim Hesabı

Alüminyum İçin ; $k = 204.14 \text{ W/m}^\circ\text{C}$

$$Y_b = 0.4975 / 2 = 0.2487 \text{ mm}$$

$$\left. \begin{aligned} r_e &= \text{Fin } 0.D/2 = 57.15/2 = 28.575 \text{ mm} \\ r_b &= \text{tüb } 0.D/2 = 25.4/2 = 12.7 \text{ mm} \end{aligned} \right\} r_e/r_b = 28.575/12.7 = 2.25$$

$$(r_e - r_b) \sqrt{(h_f' / k_y b)} = (1.125 - 0.5) / 12 \times \sqrt{(19.93) / (118 \times 0.00082)} = 0.747 \text{ için}$$

$$\Omega = 0.86$$

$$\begin{aligned} h_f' &= (\Omega \times A_f + A_o) \times h_f' / A_i = (0.86 \times (765.76/144) + (30.38/144)) \times 19.93 / 0.218 \\ &= (4.573 + 0.21) \times 91.42 = 437 \end{aligned}$$

Sıcak Akışkan (Buhar)

$$a_t = 0.0003522 \text{ m}^2 \quad (25.4 \text{ mm}'\text{lik kanatlı boru için})$$

$$a_t = N_t (a_t' / 144n)$$

$$a_t = 29 \times (0.0003522) = 0.010215 \text{ m}^2$$

$$D = 0.0211836 \text{ m}$$

415.65 °K' de

$$\mu = 0.135 \times 1.49 \times 2.42 = 0.486 \text{ kg/m}, \quad k_f = 0.398, \quad \rho_t = 920.76 \text{ kg/m}^3$$

$$N_t = (29 + 28) = 57 \text{ tüp (2 bank)}$$

$$G' = 4.886 \times W / (N_t \times \pi / 12) = 4.886 \times 17907.5 / (57 \times \pi / 12) = 5863.2 \text{ kg/m}^2\text{h}$$

$$Re = 4 G' / \mu = 4 \times 1200 / 0.3267 = 14700$$

$$h' (\mu f^2 / k_f^3 \times \rho_t^2 \times g)^{1/3} = 0.219,$$

$$g = 4.18 \times 10^8 \text{ sabit}$$

$$(\mu f^2 / k_f^3 \times \rho_t^2 \times g)^{1/3} = ((0.3267)^2 / (0.398)^3 \times (57.43)^2 \times 4.18 \times 10^8)^{1/3} = 1.514 \times 10^{-4}$$

$$h' = 0.219 / (1.514 \times 10^{-4}) = 1447$$

$$h_i \times D_i = h_o \times D_o \Rightarrow 1447 \times 0.834 = h_i \times 1 \Rightarrow h_i = 1207$$

R_{di}=0.03 alınırsa h_{di}=333

$$hf_i' = h_{di} \times h_i / (h_{di} + h_i) = 333 \times 1207 / (333 + 1207) = 260$$

$$U_{di} = hf_i' \times h_i' / (hf_i' + h_i') = 437 \times 260 / (437 + 260) = 163$$

$$\text{İç yüzey/ bank} = 29 \times 1.8288 \times 0.6644 = 3.52 \text{ m}^2$$

$$A_i = Q / (U_{di} \times \Delta t) = 15412598 / (163 \times 112) = 78.40 \text{ m}^2$$

$$\text{Bank sayısı} = 78.40 / 3.52 = 22.20$$

23 bank

Basınç Düşümü

Deg' = 4 × Net serbest hacim / sürtünme yüzeyi

$$\text{Net serbest hacim} = (1.8288 \times 18415 \times 0.055) - 1/2 \times (29 + 28) \times (\pi/4) \times (25.4 \times 10^{-3})^2 \times 1.8288 - \pi/4 \times ((57.15 \times 10^{-3})^2 - (25.4 \times 10^{-3})^2) \times 0.0004975 \times 393 \times 1.8288 = 0.158 \text{ m}^3$$

$$\text{Sürtünme yüzeyi} = 1/2 \times (29 + 28) \times 1.6842 \times 1.8288 = 8778 \text{ m}^2$$

$$\text{Dev}' = 4 \times 0.158 / 8778 = 0.000072 \text{ m}$$

$$G_s = 103406.7 \text{ kg/h m}^2$$

$$\text{Res} = \text{Dev}' \times G_s / \mu = 0.024 \times 21195 / 0.07986 = 6369.6, F = 0.00576 \text{ m}^2/\text{m}^2$$

$$\rho = 1.18162 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Specific gravity} = s = \rho / \rho_t = 1.181 / 920.76 = 0.00128$$

$$I_p = 23 \times 0.055 = 1.265 \text{ m}$$

$$(\text{Dev}' / S_T)^{0.4} = (0.024 / 2.5)^{0.4} = 0.155$$

$$\Delta P = 0.069 \times (f \times G_s^2 \times I_p) / (5.22 \times 10^{10} \times \text{Dev}' \times S \times \emptyset_s \times (\text{Dev}' / S_T)^{0.4} \times (S_L / S_T)^{0.6}$$

$$\Delta P = 0.069 \times 0.0040 \times (21195)^2 \times 4.14 / (5.22 \times 10^{10} \times 0.024 \times 0.0128 \times 1) \times 0.155 \times 1$$

$$\Delta P = 4.95 \times 10^{-3} \text{ bar}$$

4.8. Maliyet Analizleri

4.8.1. Toplam yatırım tutarı

4.8.1.1. İnşaat işleri

Ön ısıtıcı ve fanın yerleştirilebilmesi için beton platforma ihtiyaç vardır. Toplam 250.000.000 TL malzemeye ve 50.000.000 TL işçiliğe olmak üzere 300.000.000 TL gider ayrılmıştır.

4.8.1.2. Makina ve teçhizat giderleri

4.8.1.2.1. Fin tüp maliyeti

Toplam 656 adet fin tüpü maliyeti 500.000.000 TL'dir.

4.8.1.2.2. Heder ve diğer malzemeler

Fin tüplerin iştirakli olduğu heder ve diğer malzemeler için (kanat saçları, bağlantı elemanları, v.s.) 250.000.000 TL ayrılmıştır.

4.8.1.2.3. Montaj giderleri

Makina donanımının montajı için 250.000.00 TL ayrılmıştır.

Not: 10F-104A Fırınında hava cebri çekişli olduğundan Fan Maliyeti, elektrik motoru gider olarak alınmamıştır.

4.8.1.3. Yıllık işletme giderleri

4.8.1.4. Bakım ve onarım maliyeti

Yıllık 200.000.000 TL Bakım ve onarım gideri ayrılmıştır.

4.8.2. Yıllık gelirler

4.8.2.1. F.oil tasarrufu yıllık 3077000 kg 'dır.

F.Oil Kazancı = $3077 \times 13.565.347 = 41.740.572.720$ TL.

4.8.2.2. Demin su kazancı 2296 kg/h 'dır.

Yıllık Demin Su Kazancı = $8130 \times 24 \times 330 = 643896$ ton'dur.

Yıllık Demin Su Kazancı = $643896 \times 29.668 = 1.910.310.653$ TL

4.8.2.3. Toplam kazanç = F.Oil kazancı + Demin Su Kazancı

Toplam Kazanç = $41.740.572.720 + 1.910.310.653 = 43.650.883.373$ TL.

4.8.3. Amortisman giderleri

HARCAMA TÜRÜ	MALİYET	AMORTİSMAN	
	Milyon TL	ORANI (%)	MİKTARI(milyon)
İnşaat Giderleri (işçilik dahil)	300	6.25	18.75
Fın Tüp	500	6.25	31.25
Heder Ve Diğer Malzemeler	250	6.25	15.625
Montaj Giderleri	250	6.25	15.625
TOPLAM	1.300		81.25

Amortisman süresi 16 yıldır.

4.8.4. Gelirler

F.ÖİL KAZANCI	41.740.572.720
DEMİN SU KAZANCI	1.910.310.653
TOPLAM	43.650.883.373

4.8.5. Giderler

AMORTİSMAN GİDERLERİ	81.250.000TL.
SABİT GİDERLER	200.000.000TL.
TOPLAM	281.250.000 TL.

TOPLAM NET KAR= GELİRLER -GİDERLER

TOPLAM NET KAR = 43.650.883.373-281.250.000=43.369.633.373 TL.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Tüpraş İzmit Rafinerisi buhar üretim-tüketim balansı incelenmiş ve ortalama 25000 kg/h buharın (350 kPa basınç ve 428.16 K sıcaklık) atmosfere atıldığı hesaplanmıştır. Bu buharın geri kazanılması için Rafineride en ideal çözüm hava ön ısıtıcılarıdır. Buharın hava ön ısıtıcılarında kullanılmasıyla hem yakıtta hemde demin su maliyetinden tasarruf sağlanmaktadır.

Ön ısıtıcısı olmayan ünitelerin fırınları ele alınarak yapılan maliyet analizlerinden aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Plant-36 ünitesi 101/102/103/104 fırınlarına ön ısıtıcı tesis edilmesi ile 3200 kg/h buhar kullanılarak yılda net 16 742 903 556 TL (232 540 \$) kar sağlanacaktır.
2. Plant-36 ünitesi 1/2/105 fırınlarına ön ısıtıcı tesis edilmesi ile 1285 kg/h buhar kullanılarak yılda net 6 658 709 912 TL (92 482 \$) kar sağlanacaktır.
3. Plant-36 ünitesi 201/202 fırınlarına ön ısıtıcı tesis edilmesi ile 2296 kg/h buhar kullanılarak yılda net 12 045 663 148 TL (167 300 \$) kar sağlanacaktır.
4. Montajı devam eden Plant-10 ünitesi 10F-104A fırınına ön ısıtıcı konulacağından bu fırında toplam 8130 kg/h buhar kullanılacak ve yıllık net 43 369 633 373 TL (602356 \$) kar sağlanacaktır.
5. Yakarıda sözü edilen fırınlara ön ısıtıcı konulmasıyla 14911 kg/h atık buhar kullanılarak 78 816 909 989 TL (1 093 570 \$) yıllık kazanç elde edilecektir.

Görüleceği üzere ilk yatırım miktarı olan 5 590 000 000 TL'nin amortisman süresi bir ay gibi kısa süredir. Bu bakımdan bu çalışmanın bir an önce hayata geçirilmesi gerekmektedir.

Rafineride işlenen ham petrolün büyük oranda dış ülkelerden ithal edildiği bilinmektedir. Proses atığı buharın enerjisi bir noktada rafinerideki petrol türevi yakıtlardan elde edildiği aşıkardır. Bu proses atığı buharın enerjisinin faydalı (kullanılabilir) enerji haline dönüştürebilmek milli bir görevdir. Bu çalışmada bulunan değerler enerji ekonomisi yönünden çok büyük faydalar sağlamaktadır. Buna benzer çalışmaların, büyük oranda enerji kullanan ve proses atığı olan diğer müesseselerde yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- 1- KERN, D,Q,1950. Process Heat Transfer, McGraw-hill book company, USA
- 2- HARZADIN, G,1972. Hava kanalları hesabı ve konstrüksiyonu (Çevirenler: SİNİCİ, R, SOYTAŞ,N), Fon Matbaası, Ankara
- 3- KAKAÇ, S,1982. Isı transferine giriş 1- ısı iletimi, Özgün Matbaacılık, Ankara
- 4- KAKAÇ, S, 1972. Isı transferi, Mühendislik Fakültesi yayın no:27, Ankara
- 5- BÜYÜKTÜR, A, R,1992. Termodinamik 1, Uludag Üniversitesi basımevi, Bursa
- 6- FERGUSON, C, G, 1974. Vantilatör, tipleri, krakteristikleri ve kullandıkları yerler, Üçler basımevi, İstanbul
- 7- SİNANLIOĞLU, O, 1981. Plant-9 Buhar üretim ünitesi işletme el kitabı, İpraş (yayınlanmamış), İzmit
- 8-GÜRÜN, Z, 1995. Rafineri buhar sistemi üzerine araştırma, İzmit Rafinerisi (yayınlanmamış), İzmit
- 9- SİNANLIOĞLU, O, 1982. Plant-36 Unifayner, Platformer, Desulfayzer üniteleri işletme el kitabı, İpraş (yayınlanmamış), İzmit
- 10- PERRY, J,H, 1963. Chemical Engineers' Handbook, Kogakusha Company Ltd., Tokyo
- 11- BOYER, H,L, at al, 1962. Handbook of Industrial Water Conditioning, Betz, USA

ÖZGEÇMİŞ

1970 yılında Kahramanmaraş'ta doğdu. İlk öğrenimini Kahramanmaraş'ta, orta ve lise öğrenimini Adana'da tamamladı. 1987 yılında girdiği Yıldız Üniversitesi Kocaeli Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümünden 1991 yılında Makina Mühendisi olarak mezun oldu.

1993 yılından beri Tüpraş İzmit Rafinerisinde Makina Mühendisi olarak görev yapmaktadır.

