

**BİR OTOMOTİV FABRİKASINDA ENERJİ**

**TASARRUFU ÇALIŞMASI**

İsmail Kamil ŞAHİN

Yüksek Lisans Tezi

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Haziran – 2008

# BİR OTOMOTİV FABRİKASINDA ENERJİ TASARRUFU ÇALIŞMASI

İsmail Kamil ŞAHİN

Dumlupınar Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca  
Makine Mühendisliği Anabilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Mustafa Arif ÖZGÜR

Ortak Danışman: Prof. Dr. Ramazan KÖSE

Haziran - 2008

## KABUL ve ONAY SAYFASI

İsmail Kamil ŞAHİN'in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “BİR OTOMOTİV FABRİKASINDA ENERJİ TASARRUF ÇALIŞMASI ” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

...../...../2008

Üye : Yrd.Doç.Dr. Mustafa Arif ÖZGÜR (Danışman)

Üye : Prof..Dr. Ramazan KÖSE (Ortak Danışman)

Üye : Yrd.Doç.Dr. Abdullah KEÇECİLER

Üye : Yrd.Doç.Dr. Bayram ALAKUŞ

Üye : Yrd.Doç.Dr. Abdurrahman ÜNSAL

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ...../...../2008 gün ve ..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. M. Sabri ÖZYURT  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## BİR OTOMOTİV FABRİKASINDA ENERJİ TASARRUFU ÇALIŞMASI

İsmail Kamil ŞAHİN

Makine Mühendisliği, Yüksek Lisans Tez Çalışması, 2008

Danışman: Yrd.Doç.Dr. Mustafa Arif ÖZGÜR

Ortak Tez Danışmanı: Prof.Dr. Ramazan KÖSE

### ÖZET

Toplumların kalkınmasında en önemli parametrelerden biri olan enerjinin, temiz, ekonomik, sürekli ve kesintisiz bir şekilde, güvenilir bir arz sistemiyle karşılanması tüm ülkelerin gündeminde olan bir konudur. Gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan Türkiye'nin enerji tüketimi açısından günümüzdeki durumu dünya ortalamasının üzerindedir. Türkiye'de enerji girdi maliyetlerinin yüksek oluşu, var olan enerjinin daha tasarruflu kullanılmasını gerekli kılmakta olup, enerjinin %35'lik bir kısmının tüketildiği sanayi kuruluşlarında yapılacak bir enerji optimizasyon çalışmasının, firmaların rekabet gücünü arttıracak gibi, ülkemizin var olan enerji açığına da önemli katkılar sağlayacağı kesindir.

Bu çalışmada, atık enerjinin gerekli optimizasyon parametreleri ile geri kazanımının yapılması ve bir otomotiv fabrikasında tasarruf edilebilecek enerji ve bunun maliyet değerlerinin hesabı için gerekli prosedürler açıklanmıştır. Her bir tasarruf potansiyeli için gerçekleştirilmiş enerji tasarrufu çalışmalarından örnekler verilmiş olup, bu örneklerde tasarruf miktarları belirtilmiştir. Bu amaçla incelenen kuruluşta yapılan enerji optimizasyon çalışması neticesinde; tesisteki enerji tüketiminin yüksek, kayıpların fazla olduğu noktaların tespiti hususunda ve bu noktalarda yapılacak iyileştirmelerin belirlenmesine olanak sağlamıştır. Yapılan enerji optimizasyon çalışması kapsamında değiştirilen pompalar sonunda; tesis genelinde yıllık ve günlük çalışma süreleri, yaz ve kış ısı gereksinimleri dikkate alındığında; 2006 yılı olarak yaklaşık 130.000 kWh, yani %30,2 oranında bir enerji tasarrufu elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji Optimizasyon, Isıl Kayıp, Kazan Verimliliği.

## ENERGY SAVING STUDY ON AN AUTOMOTIVE FACTORY

İsmail Kamil ŞAHİN

Mechanical Engineering, M.Sc. Thesis, 2008

Supervisor: Asist.Prof.Dr. Mustafa Arif ÖZGÜR

Co-Supervisor: Prof.Dr. Ramazan KÖSE

### SUMMARY

Energy is one of the most important parameters for development of the nations. The provision of energy in an economic, environment friendly, sustainable, continuous and reliable way is a docket topic all over the world. As a developing country, Turkey has a situation over average of the world in the view point of the energy consumption. Since the energy input cost is high, it must be used economically. The 35 percent of the energy consumption is realized by the industrial establishments; therefore, an energy optimization study on these areas will be advantageous to reduce the energy shortage.

In this study, the required parameters to get optimum solution on the energy consumption of an automotive factory have been defined. The required procedures for the calculation of energy recovery and its cost have also been explained. In this way, the available potential of energy recovery for all sections in the factory has been determined with the sample energy saving studies. For this purpose, the points of the plant which have relatively more energy consumption have been assigned for the optimization process. As a result, taking the annual and daily working hours of the plant for both summer and winter seasons into consideration, it has been determined that the pumps have a saving of 130.000 kWh which means a ratio of 30,2 percent.

**Keywords:** Energy Optimization; Thermal Losses, Boiler Efficiency.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı tarafıma öneren ve çalışmalarım esnasında göstermiş olduğu yakın ilgi, sabır ve yönlendirici yardımlarından dolayı tez danışmanım Sayın Yrd.Doç.Dr. Mustafa Arif ÖZGÜR'e şükranlarımı sunarım.

Çalışmalarım sırasında bana ışık tutan ve tez çalışmam boyunca ilgi ve desteğini esirgemeyen tez ortak danışmanım Sayın Prof.Dr. Ramazan KÖSE'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarımın işletme koşullarında başarıyla tamamlanabilmesi için göstermiş oldukları ilgi ve kolaylıktan dolayı Mercedes-Benz Türk A.Ş. Aksaray Kamyon Fabrikası yönetici ve çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Öğrenim hayatım boyunca bana maddi ve manevi destek sağlayan, ayrıca yüksek lisans tez çalışmalarım sırasında karşılaştığım her tür zorluğu benimle paylaşıp desteklerini esirgemeyen değerli aileme teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET .....	iv
SUMMARY .....	v
TEŞEKKÜR .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	xiii
1. GİRİŞ .....	1
2. SANAYİDE ENERJİ YÖNETİMİ .....	11
2.1. Türkiye’de Sanayinin Durumu .....	11
2.2. Türk Sanayisinde Enerji Tüketiminin İncelenmesi .....	11
2.3. Türk Sanayisinde Enerji Tüketim Maliyetlerinin İncelenmesi .....	13
2.4. Sanayide Enerji Tasarrufu .....	13
2.4.1. Enerji Taraması Yapılması .....	14
2.4.2. Detaylı Enerji Denetlemeleri Yapılması .....	14
2.4.3. Fizibilite Çalışmaları .....	15
2.5. Türkiye’de Otomotiv Endüstrisi .....	15
3. FABRİKANIN GENEL DURUMU .....	18
3.1. Prosesin Tanıtımı .....	20
3.2. Isı Merkezi .....	22
4. MATERYAL ve YÖNTEM .....	24
4.1. Materyal .....	24
4.1.1. Optimizasyon Kapsamında Kullanılan Ekipmanların Özellikleri .....	24
4.1.2. Kuruluşun 1999 – 2006 Yılları Arası Üretime Bağlı Tüketim Değerleri ..	40
4.2. Yöntem .....	54
4.2.1. Kızgın Su Hatlarının Genel Problemleri .....	54
4.2.2. Tesiste Yapılan Tadilatın Kapsamları Hakkında Genel Bilgiler .....	55
4.2.3. Kazanlarda Enerji Verimliliğinin Arttırılması .....	56
4.2.4. Fabrika İçerisindeki Binalarda Yapılan Isıtma Hatlarının Tadilat Çalışmaları .....	57
4.2.5. Optimizasyon Kapsamında Cihaz Değişim Tadilat Çalışmaları .....	63
4.2.6. Fabrika Bünyesindeki Mevcut Isıtıcı Cihazların Tadilat Kapsamında Yapılan Çalışmaları .....	65

## İÇİNDEKİLER (devamı)

	<b><u>Sayfa</u></b>
5. BULGULAR .....	69
5.1. Fabrika Bünyesinde Yapılan Bacagazı Ölçüm Analizleri .....	69
5.2. Fabrika Enerji Akışı ve Sankey Diyagramları .....	78
5.3. Fabrika Genelinde Yapılan Optimizasyon Çalışmaları .....	83
6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER .....	86
6.1. Sonuçlar .....	86
6.2. Öneriler .....	88
7. KAYNAKLAR DİZİNİ .....	89
EKLER.....	91
Ek A. İncelenen Kuruluş Bünyesinde Belirli Periyotlarda Yapılan Bacagazı Ölçüm Sonuçları	
Ek B. İncelenen Kuruluşa Ait Bacagazı Ölçüm Analizi Cihazı Sertifikasyonu	
Ek C. İncelenen Kuruluşa Ait Termohigrometre Cihazı Sertifikasyonu	
Ek D. İncelenen Kuruluşa Ait Oturum ve Mekanik Tesisat Şeması	
Ek E. Isı Merkezi Kazanlarında Yapılan Bacagazı Ölçüm Sonuçları	



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1. Türkiye’de Yıllara Göre Yerli ve İthal Kaynaklardan Yapılan Genel Enerji Arzı .....	2
1.2. Türkiye’nin 1990-2006 Yılları Arası Elektrik Enerjisi İthalat-İhracatı .....	4
1.3. 1973 ve 2004 CO <sub>2</sub> Emisyonlarının Yakıt Payları .....	9
2.1. Nihai Enerji Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı .....	11
2.2. Sanayide Sektörlere Göre Elektrik Enerjisi Tüketimi .....	12
2.3. Sanayide Yakıt Türlerine Göre Enerji Tüketim Yapısı .....	13
2.4. Türkiye’de Otomotiv Üretimi Gerçekleştiren Fabrikaların Yerleri .....	16
3.1. Fabrika Genel Oturum Planı .....	19
3.2. Fabrika Üretim Proses Akış Şeması .....	20
3.3. Fabrika Otobüs Segment Üretim Proses Akış Şeması .....	21
3.4. Kataforez Boya Tesisi Akış Şeması .....	21
3.5. Kazan Dairesi Görünümü .....	23
4.1. Testo 350 XL Bacagazı Analiz Ölçüm Cihazı .....	25
4.2. Kazan Verim ve Bacagazı Bileşimi Hesaplama Program Örneği .....	27
4.3. Kazan Dairesinde Bulunan Pompaların ve Besi Suyu Deposunun .....	35
4.4. Azot Tankı .....	36
4.5. Besi Suyu Deposu .....	37
4.6. Kızgın Su Pompaları .....	38
4.7. Kolektör Odası Hat Değişimleri .....	39
4.8. Kazan Dairesinde Bulunan Pompaların ve Besi Suyu Deposu Görünümü .....	39
4.9. Fabrikanın 1999-2006 Yılları Arası Üretim-Enerji Değerlerinin Yıllara Göre Dağılımı .....	40
4.10. Fabrikanın 1999 Yılı Elektrik-Fuel Oil-Motorin Tüketim Değerlerinin Grafikselleştirilmesi .....	42
4.11. 2006 Yılı Trafo Merkezi-İmalat Bandı Aydınlatma-KTL Arıtma-Şasi Boyahanesi Elektrik Tüketim Dağılımları .....	43
4.12. 2006 Yılı Fırın Panoları-Bina 1-Plastik Parça Boyahanesi-Kalite Binası Elektrik Tüketim Dağılımları .....	44
4.13. 2006 Yılı Parça İmalat ( Hol 1 )-Çevre Aydınlatma-Kazan (3-4)-UPS Elektrik Tüketim Dağılımları .....	45

**ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)**

<b><u>Sekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
4.14. 2006 Yılı Satış Binası-Planlama Binası-Kantin-KTL Pano Elektrik Tüketim Dağılımları .....	46
4.15. 2006 Yılı DC Panosu-Kompresörler-Arıtma Tesisi Elektrik Tüketim Dağılımları ....	47
4.16. 2006 Yılı Büro Binası-Soğutma Kulesi-Saç İşleme Atölyesi Elektrik Tüketim Dağılımları .....	48
4.17. 2006 Yılı Boyahane Son Kat-Boyane Rötuş-Isı Santrali-Satış Binası Doğalgaz Tüketim Dağılımları .....	49
4.18. 2006 Yılı Plastik Parça Boy.-Satış Binası Kazan Doğalgaz Tüketim Dağılımları .....	50
4.19. Fabrikanın 2000-2006 Yılları Arası Dizel Akaryakıt Tüketim Değerleri Dağılımı ...	51
4.20. 1993-2006 Yılları Arası Elektrik Tüketim ve Maliyet Değerleri Grafiği (MWh) .....	52
4.21. 2004 Yılı Üretime Bağlı Elektrik-Dizel-Doğalgaz-LPG Tüketim Dağılımları .....	53
5.1. Kızgın Su Kazanı Sankey Diyagramı .....	79
5.2. Mercedes - Benz Türk Genel Enerji Sankey Diyagramı .....	80
5.3. Mercedes Benz Türk Enerji Tüketim ve Dağılımı (kcal/h) .....	81

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b><u>Çizelge</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
1.1. Türkiye'nin Yıllara Göre Birincil Kaynaklardan Yapılan Genel Enerji Arzı .....	1
1.2. Türkiye'nin Yıllara Göre Birincil Kaynaklardan Yapılan Genel Enerji Arzının Paylara Göre Dağılımı (%) .....	2
1.3. Türkiye Kurulu Güç ve Elektrik Üretiminin Yıllar İtibariyle Gelişimi .....	3
1.4. Türkiye'nin 2020 Yılı Enerji Üretim, Tüketim ve Yüzde Dağılım Durumları .....	5
1.5. Enerji Talebinin Kaynaklara Göre Dağılımı .....	5
1.6. Kaynaklara Göre Türkiye Elektrik Enerjisi Projeksiyonu (GWh) .....	6
1.7. Türkiye Elektrik Enerjisi Projeksiyonunun Kaynaklara Göre Payları (%) .....	7
2.1. Dünya Çapında 2005 Yılı Otomotiv Üretimi .....	17
3.1. Türkiye'de 2004-2005 Yıllarında Euro Bazında Getirilerine Göre İlk Yirmi Firma ..	19
4.1. Bacagazı Analiz Cihazı Teknik Özellikleri .....	24
4.2. Testo 830-3 Profesyonel Termal Kamera Cihazı Teknik Özellikleri .....	28
4.3. Kapalı Genleşme Tankı Teknik Özellikleri .....	29
4.4. İki Yollu Vana Teknik Özellikleri .....	29
4.5. Akış Kontrol Vanası Teknik Özellikleri .....	30
4.6. Kullanıldığı Yere Göre Termometre Teknik Özellikleri .....	31
4.7. Kullanıldığı Yere Göre Manometre Teknik Özellikleri .....	31
4.8. Plakalı Eşanjör Teknik Özellikleri .....	33
4.9. İncelenen Tesiste Kullanılan Kazanların Teknik Özellikleri .....	35
4.10. Fabrikanın 1999-2006 Yılları Arası Enerji Değerleri .....	40
4.11. Fabrikanın 1999 Yılı Elektrik-Fuel Oil-Motorin Tüketim Değerleri .....	41
4.12. 2006 Yılı Trafo Merkezi-İmalat Bandı Aydınlatma-KTL Arıtma Tesisi-Şasi Boyahanesi Elektrik Tüketim Değerleri .....	42
4.13. 2006 Yılı Fırın Panoları-Bina 1-Plastik Parça Boyahanesi-Kalite Binası Elektrik Tüketim Değerleri (kWh) .....	43
4.14. 2006 Yılı Parça İmalat ( Hol 1 ) -Çevre Aydınlatma-Kazan (3-4)-UPS Elektrik Tüketim Değerleri (kWh) .....	44
4.15. 2006 Yılı Satış Binası-Planlama Binası-Kantin-KTL Pano Elektrik Tüketim Değerleri (kWh) .....	45
4.16. 2006 Yılı DC Panosu-Kompresörler-Arıtma Tesisi Elektrik Tüketim Değerleri (kWh)	46

## ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<b><u>Çizelge</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
4.17. 2006 Yılı Büro Binası-Soğutma Kulesi-Saç İşleme Atölyesi Elektrik Tüketim Değerleri (kWh) .....	47
4.18. 2006 Yılı Fosfatlama-Boyahane Astar-Fırın-Boyahane PVC Doğalgaz Tüketim Değerleri (Nm <sup>3</sup> ) .....	48
4.19. 2006 Yılı Boyahane Son Kat-Boyane Rötüş-Isı Santrali-Satış Binası Doğalgaz Tüketim Değerleri (Nm <sup>3</sup> ) .....	49
4.20. 2006 Yılı Plastik Parça Boy.-Satış Binası Kazan Doğalgaz Tüketim Değerleri (Nm <sup>3</sup> ) .....	50
4.21. 2000-2006 Yılları Arası Dizel Akaryakıtın Yıllar Bazında Aylık Tüketim Değerleri (Lt) .....	51
4.22. 1993-2006 Yılları Arası Elektrik Tüketim ve Maliyet Değerleri .....	52
4.23. 2004 Yılı Üretime Bağlı Elektrik-Dizel-Doğalgaz-LPG Tüketim Değerleri .....	53
5.1. Isı Merkezi Kazan 1’de Yapılan Bacagazı Ölçüm Sonucu .....	71
5.2. Isı Merkezi Kazan 2’de Yapılan Bacagazı Ölçüm Sonucu .....	71
5.3. Isı Merkezi Kazan 3’de Yapılan Bacagazı Ölçüm Sonucu .....	72
5.4. Isı Merkezi Kazan 4’de Yapılan Bacagazı Ölçüm Sonucu .....	72
5.5. İncelenen Kuruluşun Isı Merkezindeki Sıvı Yakıtlı Buhar Kazanı Basıncında Yapılan Analiz Sonuç Değerleri .....	74
5.6. İncelenen Kazanın Dizayn ve Deney Sırasındaki Basınç ve Sıcaklık Değerleri .....	74
5.7. İncelenen Kazanın Deney Sırasındaki Bulunan Ölçüm Analiz Değerleri .....	74
5.8. 100 gr Doğalgaz’ın Bacagazı Kompozisyon Enerji Değerleri .....	75
5.9. Kazan Verim Hesap Formülünde Bulunan A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> ve B Katsayılarının Yakıt Türüne Göre Değerleri .....	76
5.10. Kazan 1’in 100 gr Doğalgaz İçin Hava Fazlalık Katsayısı ve Sıcaklığa Bağlı Kayıpları .....	77
5.11. Kazan 2’nin 100 gr Doğalgaz İçin Hava Fazlalık Katsayısı ve Sıcaklığa Bağlı Kayıplar .....	77
5.12. Kazan 3’ün 100 gr Doğalgaz İçin Hava Fazlalık Katsayısı ve Sıcaklığa Bağlı Kayıpları .....	77
5.13. Kazan 4’ün 100 gr Doğalgaz İçin Hava Fazlalık Katsayısı ve Sıcaklığa Bağlı Kayıpları .....	77
5.14. Hava Fazlalık Katsayısı Kısılmasının Birim Tüketime Etkisi .....	78
5.15. Fabrikanın 1997-2001 Yılları Arası Tasarruf Miktarları .....	84
5.16. Fabrikanın 2002-2005 Yılları Arası Tasarruf Miktarları .....	85
6.1. Fabrikada Tüketilen Enerji Değerleri ve Finansal Karşılığı .....	88

## **SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ**

### **Simgeler**

A <sub>1</sub>	Kazan Veri Hesap Katsayısı
A <sub>2</sub>	Kazan Veri Hesap Katsayısı
B	Kazan Veri Hesap Katsayısı
T <sub>a</sub>	Baca Gazı Analiz Ortam Sıcaklığı ( °C )
T <sub>Baca</sub>	Bacagazı Sıcaklığı ( °C )
T <sub>ç</sub>	Reaksiyon Çıkış Sıcaklığı ( °C )
T <sub>g</sub>	Reaksiyon Giriş Sıcaklığı ( °C )
V <sub>ho</sub>	Teorik Özgül Hava Miktarı
η	Verim Sembolü

### **Kısaltmalar**

### **Açıklama**

AB	Avrupa Birliği
ÇEAŞ	Çukurova Elektrik Anonim Şirketi
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
HFK	Hava Fazlalık Katsayısı
IEA	Uluslar Arası Enerji Ajansı ( International Energy Agency )
KTL	Kataforez Daldırma Boyama (Kathodische Tauchlackierung )
LNG	Sıvılaştırılmış Doğal Gaz (Liquefied Natural Gas)
LPG	Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (Liquefied Petrol Gas)
MBT	Mercedes-Benz Türk
Mtep	Milyon ton eşdeğer petrol
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü ( Organisation for Economic Co – Operation and Development )
ppmv	Hacim Olarak Milyonda Kısım (Part Per Milion by Volume)
PVC	Polivinil Karbür
TAEK	Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
TEİAŞ	Türkiye Elektrik Üretim İletim Anonim Şirketi
TEP	Ton Eşdeğer Petrol
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UPS	Kesintisiz Güç Kaynağı (Uninterrupted Power System )

## 1. GİRİŞ

Türkiye, Aralık 2007 yılı sonu itibarı ile yaklaşık 70,59 milyon nüfusu ve %1,2'lik büyüme oranı ile Avrupa ülkeleri arasında ilk sırada yer almaktadır [1]. Artan nüfus ve ekonomik hareketlilik gibi faktörler nedeniyle enerji talebi de artan Türkiye'nin yıllara göre birincil kaynaklardan yapılan genel enerji tüketimi Çizelge 1.1'de, bu kaynakların paylara göre dağılımları da Çizelge 1.2'de verilmiştir. Çizelge 1.2 incelendiğinde, 1990'da toplam genel enerji arzında %6,16 paya sahip olan doğalgazın 2006 yılına gelindiğinde %28,91 pay ile toplam arzın dörtte birinden daha fazla bir kısmını oluşturduğu görülmektedir. Buna karşın 1990-2006 yılları arasında; rüzgar, jeotermal ve hidrolik gibi yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimlerinde bu zaman dilimi içerisinde ciddi bir büyümenin olmadığı, aksine odun, hayvan ve bitki artıkları (biyokütle) gibi yenilenebilir enerji kaynaklarında bir düşüş yaşandığı anlaşılmaktadır [2].

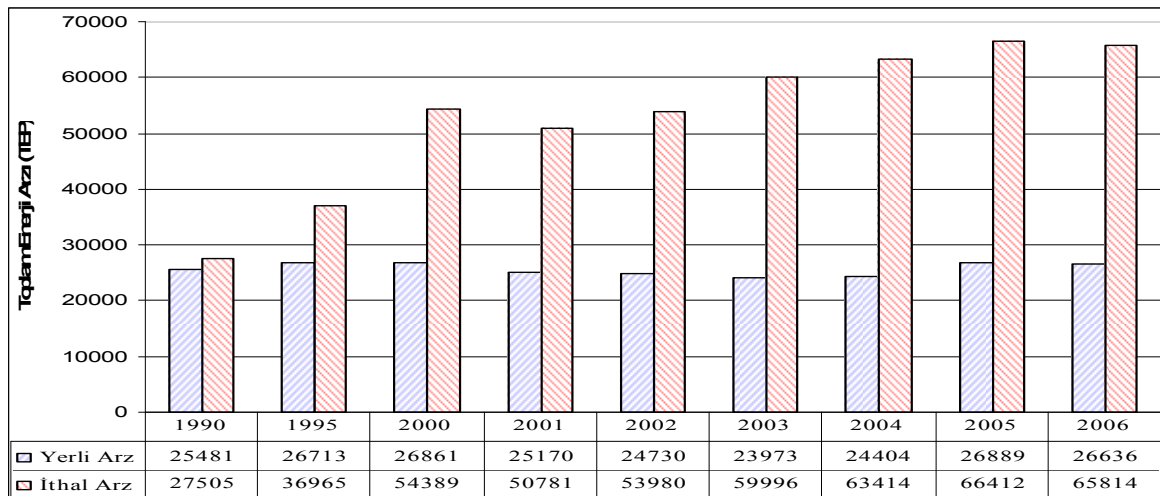
**Çizelge 1.1.** Türkiye'nin Yıllara Göre Birincil Kaynaklardan Yapılan Genel Enerji Arzı [2]

Kaynaklar	Birimi	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Taşkömürü	Bin ton	8191	8548	15.393	11.039	13.756	17.535	18.904	23.116	14.721
Linyit	Bin ton	45.891	52.405	64.384	61.010	52.039	46.051	44.823	60.941	11.188
Asfaltit	Bin ton	287	66	22	31	5	336	722	700	259
Petrol	Bin ton	22.700	27.918	31.072	29.661	29.776	30.669	31.729	33.595	32.551
Doğalgaz	Milyon m <sup>3</sup>	3418	6937	15.086	16.339	17.694	21.374	22.446	24.714	28.867
Hidrolik	GWh	23.148	35.541	30.879	24.010	33.684	35.330	46.084	41.889	3886
Jeotermal Elektrik	GWh	80	86	76	90	105	89	93	122	1081
Jeotermal Isı	Bin TEP	364	437	648	687	730	784	811	976	1095
Rüzgar	GWh	-	-	33	62	48	61	58	56	11
Güneş	Bin TEP	28	143	262	287	318	350	375	409	403
Odun	Bin ton	17.870	18.374	16.938	16.263	15.614	14.991	14.393	13.819	4023
Hayvan ve Bitki Artıkları	Bin ton	8030	6765	5981	5790	5609	5439	5278	5127	1146

**Çizelge 1.2.** Türkiye'nin Yıllara Göre Birincil Kaynaklardan Yapılan Genel Enerji Arzının Paylara Göre Dağılımı (%) [2]

Kaynaklar	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Taşkömürü	10,11	8,66	12,37	9,79	11,40	13,51	13,93	15,42	14,74
Linyit	15,20	14,25	13,90	2,95	11,57	9,52	8,87	10,92	11,9
Asfaltit	0,26	0,05	0,01	0,01	0,00	0,19	0,38	0,34	0,86
Petrol	48,39	48,86	43,17	59,04	42,65	40,82	40,40	38,73	32,60
Doğalgaz	6,16	10,26	17,70	20,45	21,41	24,03	24,13	24,07	28,91
Hidrolik	4,12	5,19	3,58	3,70	4,03	3,93	4,90	4,03	3,05
Jeotermal Elektrik	0,14	0,13	0,09	0,10	0,13	0,10	0,10	0,12	0,88
Jeotermal Isı	0,75	0,62	0,49	0,65	0,51	0,47	0,45	0,41	1,08
Rüzgar	-	-	0,004	0,0004	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Güneş	0,06	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,8
Odun	11,10	9,37	6,85	2,73	6,51	5,81	5,34	4,64	4,03
Hayvan ve Bitki Artıkları	3,71	2,56	1,80	0,53	1,74	1,57	1,46	1,28	1,14
Toplam (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Türkiye’de enerji sektörü büyük oranda ithal enerji kaynaklarına (fosil yakıtlar) bağımlıdır. Bu durum ülke ekonomisine çok büyük bir yük getirmektedir [3,4]. Şekil 1.1’den görülebileceği gibi, 1990-2006 yılları arasında toplam yerli üretimin genel enerji tüketimindeki payı düşerken, ithal edilen enerji hızlı bir şekilde artmıştır [2,5].



**Şekil 1.1.** Türkiye’de Yıllara Göre Yerli ve İthal Kaynaklardan Yapılan Genel Enerji Arzı (TEP) [2,5].

1990 yılında genel enerji tüketimindeki yerli-ithal oranı Şekil 1.1'den de görüldüğü gibi yaklaşık %50 olurken 2006 yılı sonuna gelindiğinde, enerji talebinin ancak %28,81'i yerli kaynaklardan karşılanabilmektedir. Bir başka ifadeyle, Türkiye yeni bir yıla tükettiği enerjinin yarısından fazlasını (%71,19) ithal ederek girmektedir [2].

Genel enerji arzında büyük oranda dışa bağımlı olan Türkiye'nin, özellikle 1985 yılından sonra doğalgaz güç çevrim santrallerinin sisteme girmesi ile elektrik üretiminde kullandığı kaynaklarda ithalat oranı her geçen gün artmaktadır. Ülkemizde 2006 yılı sonu itibariyle toplam elektrik üretimi 175.894,2 GWh'e ulaşmış olup, Çizelge 1.3'den görüleceği üzere, 2006 yılı sonuna gelindiğinde toplam 40.175,5 MW kurulu gücün; %67,3'ünü termik, %32,5'sini hidrolik ve yaklaşık %0,2'ini jeotermal ile rüzgar santralleri oluşturmaktadır. Buradan da anlaşılacağı gibi Türkiye'de, rüzgar, jeotermal ve güneş gibi yenilenebilir enerji kaynakları kendine özgü enerji dönüşüm sistemleri ve teknolojiler gerektirdiğinden yeterli ilgiyi görmemektedir [2,6-9].

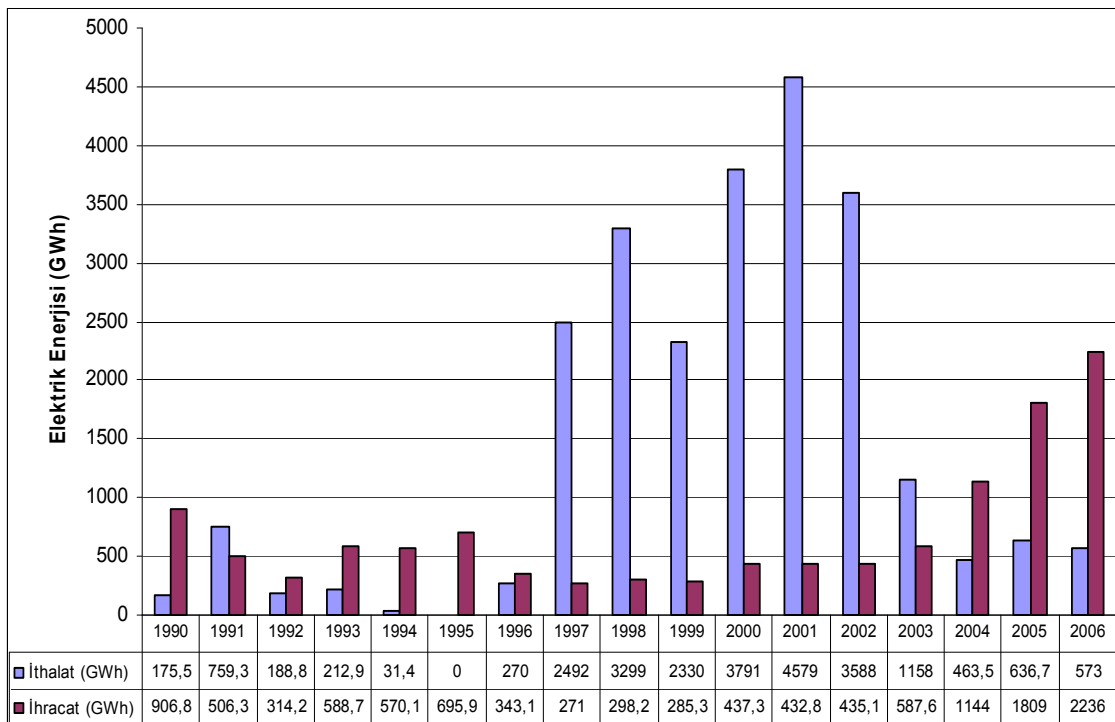
**Çizelge 1.3.** Türkiye Kurulu Güç ve Elektrik Üretiminin Yıllar İtibariyle Gelişimi [2,8,9]

Yıllar	KURULU GÜÇ (MW)				ÜRETİM (GWh)			
	Termik*	Hidrolik	Jeotermal+Rüzgar	Toplam	Termik*	Hidrolik	Jeotermal+Rüzgar	Toplam
1970	1509,5	725,4	-	2234,9	5590,2	3032,8	-	8623,0
1975	2407,0	1779,6	-	4186,6	9719,2	5903,6	-	15.622,8
1980	2987,9	2130,8	-	5118,7	11.927,2	11.348,2	-	23.275,4
1984	4569,3	3874,8	20,4	8464,5	17.165,1	13.426,3	22,1	30.613,5
1985	5229,3	3874,8	20,4	9124,5	22.168,0	12.044,9	6,0	34.218,9
1990	9535,8	6764,3	20,4	16.320,5	34.314,9	23.148,0	80,1	57.543,0
1995	11.074,0	9862,8	20,4	20.957,2	50.620,5	35.540,9	86,0	86.247,4
2000	16.052,5	11.175,2	39,3	27.267,0	93.934,2	30.878,5	108,9	124.921,6
2001	16.623,1	11.672,9	39,3	28.335,3	98.562,8	24.009,9	152,0	122.724,7
2002	19.568,5	12.240,9	39,3	31.848,7	95.563,1	33.683,8	152,6	129.399,5
2003	22.974,4	12.578,7	40,5	35.593,6	105.101,0	35.329,5	150,0	140.580,5
2004	24.144,7	12.645,4	40,5	36.830,6	103.518,6	46.034,8	148,1	149.608,3
2005	25.873,4	12.906,0	40,5	38.819,9	121.787,5	39.572,0	145,3	161.504,8
2006	27.030,7	13.062,8	82,0	40.175,5	131.512,8	44.158,0	223,4	175.894,2

\* Taşkömürü, linyit, doğalgaz, petrol, ithal kömür



Türkiye enerji ihtiyacını karşılama da günden güne diğer ülkelere bağımlı hale gelmektedir. Şekil 1.2’de Türkiye’nin 1990-2006 yılları arasındaki elektrik ithalatı ve ihracatı verilmektedir. Şekil 1.2 incelendiğinde, 1990 ile 1996 yılları arasında ithalata fazla ihtiyaç duyulmayıp yalnızca 1991 yılında 253 GWh elektrik enerjisi ithal edilmiş olduğu, 1997 ile 2003 yılları arasında ise elektrik enerjisi ithalatında büyük artış olduğu görülmektedir. 2004-2006 yıllarında ise 2004 yılına oranla 2005 ve 2006 yıllarında elektrik enerjisi ithalatın da artış gerçekleşmiştir [2,7].



Şekil 1.2. Türkiye’nin 1990-2006 Yılları Arası Elektrik Enerjisi İthalat-İhracatı [2]

İleriye yönelik olarak birincil enerji talebinin ithal kaynaklarla karşılama oranındaki artış trendinin azaltılması planlanmakta, 2020 yılında %80'lere ulaşması beklenen ithalin %70'ler civarında tutulabilmesi hedeflenmektedir. 2004 ve 2005 yılları ile bu hedef doğrultusunda, 2020 yılına ait enerji üretim ve tüketim durumu, Çizelge 1.4’de özetlenmiştir.

**Çizelge 1.4.** Türkiye'nin 2020 Yılı Enerji Üretim ve İthalat Durumları [10]

Yıllar	2004	%	2005	%	2020	%
Üretim (Mtep)	24,3	27,9	23,9	26,5	65,7	29,6
Net İthalat (Mtep)	62,8	72,1	66,3	73,5	156,4	70,4
Talep (Mtep) Toplam	87,1	100	90,2	100	222,1	100

Çizelge 1.4'den de görüleceği üzere talebin yerli üretimle karşılanma oranları, 2004 yılı için %27,9, 2005 yılı için %26,5 olup, 2020 yılı için %29,6 civarında olması beklenmektedir. Beklenen bu hedefe ulaşılabilmesi için yerli fosil kaynakların kullanımının artırılmasının yanı sıra özellikle hidrolik potansiyelin en üst düzeyde kullanılması ve yeni teknolojilerin istihdamı yönünde ciddi finansman kaynaklarının ayrılması gerekmektedir. 2004 yılında 87,1 Mtep, 2005'de 90,2 Mtep olan ve 2020 yılında 222,1 Mtep olarak öngörülen enerji talebinin karşılanması için gerekli olan kaynakların miktar ve oranları Çizelge 1.5'de verilmektedir.

**Çizelge 1.5.** Enerji Talebinin Kaynaklara Göre Dağılımı [10]

KAYNAKLAR	2004		2020	
	Miktar (Mtep)	Oran (%)	Miktar (Mtep)	Oran (%)
Hidrolik	4	4,55	9,4	4,23
Diğer Yenilenebilirler	6,8	7,75	11,9	5,36
Kömür	23,8	27,11	80,3	36,15
Petrol	32,9	37,47	60,9	27,42
Doğal Gaz	20,3	23,12	51,5	23,19
Nükleer	-	-	8,1	3,65
Toplam	87,8	100	222,1	100

Çizelge 1.6 ve Çizelge 1.7'de verilen Türkiye Elektrik İletim A.Ş.'nin (TEİAŞ), 2007-2020 yılları için hazırladığı elektrik enerjisi projeksiyonunda "yüksek senaryoya" göre, doğalgaz kullanımı, 2007 yılı için 72.040 GWh ile %37'lik dilimle en büyük paya sahip olmasına karşın yenilenebilir güç santrallerinin elektrik enerjisi üretimindeki payı %30,1 olarak gerçekleşmektedir. Elektrik enerjisi üretiminde 2020 yılında doğalgazın %33,4, yenilenebilir enerjinin ise %23,7 payının olacağı öngörülmektedir. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK), tarafından nükleer enerji santrali kurulumu için belirlenen yedi bölge; Beyşehir-Seydişehir

(Konya), Nallıhan-Beypazarı, Akçakoca-Ereğli, Sinop (Karadeniz kıyı çizgisi), Akkuyu (Mersin), İğneada (Kırklareli), Kırıkkale-Nevşehir (Kızılırmak hattı boyunca) olup Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB)'nin son değerlendirmelerinde Sinop ve Akkuyu bölgelerinin uygun olduğu ancak Sinop'taki çalışmaların yetişmediği, bu nedenle Akkuyu için ilana çıkılacağı belirtilmektedir. Ayrıca Çizelge 1.7 incelendiğinde, öz kaynaklarımız olan taş kömürü, hidrolik ve yakıt maliyeti olmayan rüzgar gibi enerji kaynaklarının, 2007-2020 yılları arasındaki projeksiyona göre toplam üretim içerisindeki paylarında nispeten azalma kaydedeceği görülmektedir [2].

**Çizelge 1.6.** Kaynaklara Göre Türkiye Elektrik Enerjisi Projeksiyonu (GWh) [2]

Yıllar	Linyit	Taş Kömürü	Fuel Oil + Motorin	Doğalgaz	İthal Kömür	Rüzgar	Hidrolik	Nükleer	İthalat	Toplam (GWh)
2007	49.986	1042	260	72.040	9954	3841	53.579	0	0	190.702
2008	51.118	1627	2055	82.654	9975	4192	54.779	0	0	206.400
2009	54.171	1667	5741	92.461	9978	4541	54.941	0	0	223.500
2010	54.328	1691	6949	106.789	9980	4890	57.393	0	0	242.020
2011	61.056	1672	6610	116.863	9981	5238	60.580	0	0	262.000
2012	64.119	1634	6392	119.227	9978	5587	66.035	10.527	0	283.499
2013	70.737	1609	6792	128.364	9978	5938	72.154	10.527	0	306.099
2014	76.310	1591	6665	130.446	9975	6287	77.974	21.052	0	330.300
2015	82.866	1613	6856	134.200	9970	6636	82.479	31.579	0	356.199
2016	89.400	1555	5510	140.779	9956	6985	87.486	31.579	9750	383.000
2017	97.010	1549	5882	145.134	13.163	7334	92.799	31.579	16.250	410.700
2018	106.932	1548	6015	151.739	19.553	7684	98.300	31.579	16.250	439.600
2019	113.555	2296	6172	161.398	25.968	8033	104.249	31.579	16.250	469.500
2020	117.981	3561	6317	166.738	38.774	8382	109.908	31.579	16.250	499.490

2006 yılının Ocak ayında Türkiye ve Rusya arasında doğal gaz krizi yaşanmıştır. Bunu takiben, ülkemize günde 20 milyon m<sup>3</sup> doğal gaz vermesi gereken İran'ın, sistemindeki teknik arızayı gerekçe göstererek, bu miktarı 6 milyon m<sup>3</sup>'e düşürmesi ve birçok Avrupa ülkesinde yaşanan doğal gaz krizi, enerjide dışa bağımlı olan Türkiye'yi yeni bir durum değerlendirmesine itmiştir. Doğalgaz ithalinde yaklaşık %90'lık bir pay ile Rusya ve İran'a bağlı olan Türkiye, 2006 yılı sonu itibariyle, toplam 30.830 milyon m<sup>3</sup>'lük doğal gaz ve sıvılaştırılmış doğal gaz (LNG) almıştır. Alınan doğal gazın 16.642 milyon m<sup>3</sup>'ü elektrik sektöründe, 7259 milyon m<sup>3</sup>'ü

konut sektöründe, 6435 milyon m<sup>3</sup>'ü sanayi sektöründe ve 157 milyon m<sup>3</sup>'ü gübre sektöründe kullanılmıştır. Rakamlardan da görüleceği üzere muhtemel bir doğalgaz kesintisi, elektrik darboğazının yanı sıra, sanayi ve konutlarda da ciddi bir üretim ve ısınma sorununa neden olacaktır. Nitekim 21-26 Ocak 2006 tarihleri arasında bir sanayi şehri olan Kocaeli'nde yaklaşık 25 büyük işletmenin doğalgaz akışı kesilmiştir. Bundan dolayı elektrik ihtiyacının ve genel enerji arzının karşılanmasında, orta ve uzun vadeli gelecek enerji projeksiyonları hazırlanırken, dışa bağımlılığı azaltacak ve kaynak çeşitliliği sağlayacak politikaların izlenmesi gerekmektedir. Yani enerji güvenirliliğinin, ulusal güvenlik kavramı ile ayrılmaz bir bütünsellik içinde değerlendirilmesi gereklidir. Bunun için, elektrik enerjisi ihtiyacının karşılanmasında, öncelikle yerli kaynaklar olan kömür ve su potansiyelinin iyi değerlendirilmesinin yanı sıra rüzgar, jeotermal ve güneş gibi yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı yaygınlaştırılmalıdır. Doğalgaz kullanımının azaltılması hem ekonomik ve hem de çevresel nedenlerden dolayı çok önemlidir [9].

**Çizelge 1.7.** Türkiye Elektrik Enerjisi Projeksiyonunun Kaynaklara Göre Payları (%) [2]

Yıllar	Linyit	Taş Kömürü	Fuel Oil + Motorin	Doğalgaz	İthal Kömür	Rüzgar	Hidrolik	Nükleer	İthalat	Toplam (%)
2007	26,21	0,55	0,14	37,78	5,21	2,01	28,10	0	0	100
2008	24,77	0,79	1,00	40,05	4,83	2,02	26,54	0	0	100
2009	24,24	0,75	2,57	41,37	4,46	2,03	24,58	0	0	100
2010	22,45	0,70	2,87	44,12	4,12	2,03	23,71	0	0	100
2011	23,30	0,64	2,52	44,60	3,82	2,00	23,12	0	0	100
2012	22,62	0,58	2,25	42,06	3,52	1,97	23,29	3,71	0	100
2013	23,11	0,53	2,22	41,94	3,26	1,94	23,57	3,43	0	100
2014	23,10	0,48	2,02	39,49	3,02	1,90	23,62	6,37	0	100
2015	23,26	0,45	1,92	37,68	2,80	1,86	23,16	8,87	0	100
2016	23,34	0,41	1,44	36,76	2,60	1,82	22,84	8,25	2,54	100
2017	23,62	0,38	1,43	35,34	3,21	1,79	22,60	7,67	3,96	100
2018	24,32	0,35	1,37	34,52	4,45	1,75	22,36	7,18	3,70	100
2019	24,19	0,49	1,31	34,38	5,53	1,71	22,20	6,73	3,46	100
2020	23,62	0,71	1,26	33,38	7,76	1,68	22	6,34	3,25	100

Türkiye'nin genel enerji durumu irdelendiği zaman, küresel ısınmanın etkilerinin ve enerji üretiminde sorunları gidermek için yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yatırımların artırılması gerekmektedir. Avrupa Birliği (AB) yenilenebilir enerji oranını 2010 yılında %12'ye

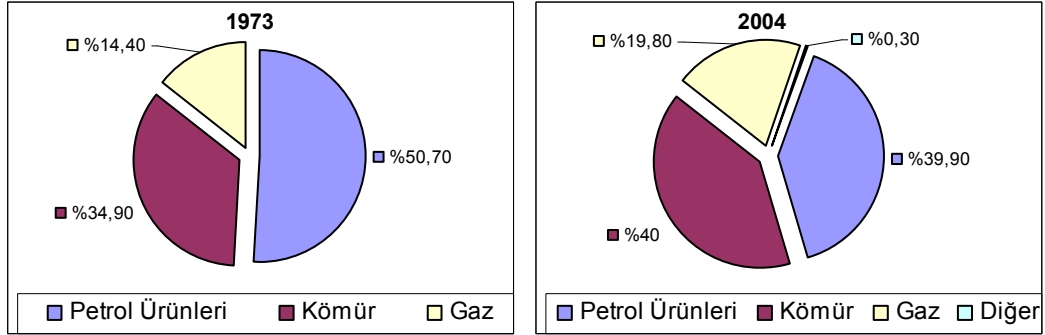
çıkarma hedefini koymuş bulunmaktadır. Hatta yenilenebilir enerjinin elektrik üretimine %22 oranında katkı sağlaması planlanmaktadır. Yapılan bu planlamaların amacı, enerji üretimini yenilenebilir kaynaklardan sağlamaya yönelmek ve günümüzün en büyük sıkıntısı olan küresel ısınmayı azaltmaktır. AB'nin 2007 yılında yaptığı toplantıda, küresel ısınmayla mücadele konusunda sera gazı salımının, 2020 yılına kadar 1990 yılındaki seviyenin %20 altına çekilme kararı alınmıştır. Ayrıca bu toplantıdaki görüşmeler ışığında diğer gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin de adım atması durumunda bu oranın %30'a çıkarılması amaçlanmaktadır. AB, her geçen gün artan enerji ihtiyacını karşılayabilmek ve küresel ısınmaya karşı mücadele edebilmek için 2020 yılı toplam yenilenebilir enerji üretimi oranını ise %20 seviyesinde artırma hedefi koymuştur [9].

Fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma, arazi kullanımı değişiklikleri, çimento üretimi ve sanayi süreçleri ile atmosfere salınan sera gazlarının atmosferdeki birikimleri, sanayi devriminden beri hızla artmaktadır. Bu ise, doğal sera etkisini kuvvetlendirerek, şehirleşmenin de katkısı ile dünyanın yüzey sıcaklıklarının artmasına neden olmaktadır. Küresel yüzey sıcaklıklarında 19. yüzyılın sonlarında başlayan ısınma, 1980'li yıllardan sonra daha da belirginleşerek, hemen her yıl bir önceki yıla göre daha sıcak olmak üzere, küresel sıcaklık rekorları kırmakta, bu durum küresel iklimi olumsuz yönde etkilemektedir. Etkisini giderek arttıran iklim değişikliği sonucu meydana gelen küresel ısınmanın ulaştığı boyutlar, ülkelerin ortak geleceği için tehlike işaretleri vermektedir [9,11].

İklim değişikliğine yol açan faktörler arasında en önemli payı insan kaynaklı sera gazları almakta, bunların içerisinde de karbondioksit (CO<sub>2</sub>) insan kaynaklı sera gazı etkisinin %60'ından sorumlu tutulmaktadır [11]. Artan nüfus ve buna bağlı olarak yükselen enerji talebi göz önüne alınarak yapılan hesaplarda CO<sub>2</sub> emisyonunun azaltılamaması halinde bunun atmosferdeki konsantrasyonunun 2100'de 700 ppmv'ye ulaşacağı hesaplanmaktadır. Uluslararası İklim Değişikliği Komisyonu bunun 500 ppmv ile hatta 400 ppmv ile sınırlandırılması gerektiğini belirtmektedir. Son zamanlarda konsantrasyonun 385 ppmv'ye ulaşması, dünyanın felaket sınırından çok uzak olmadığını göstermektedir [11].

Atmosferin ısınmasına yol açan sera gazı emisyonlarının %85'i enerji sektöründen kaynaklanmaktadır. 1990-2003 döneminde dünyada CO<sub>2</sub> emisyonları 21,21 milyar tondan 24,98 milyar tona yükselmiştir. CO<sub>2</sub> emisyonlarındaki 3,77 milyar tonluk artışın 1,68 milyar tonu gelişmiş ülkelere, yani OECD ülkelerine aittir [10]. Şekil 1.3'de 1973 ve 2004 yıllarına ait

yakıt türlerine göre CO<sub>2</sub> emisyon oranları verilmiştir. Buna göre 1973 yılında 15.661 Milyon ton olan CO<sub>2</sub> salımı 2004 yılında 26.583 Milyon tona ulaşmıştır.



Şekil 1.3. 1973 ve 2004 CO<sub>2</sub> Emisyonlarının Yakıt Payları [11]

Bu durumun sebebi, petrol kaynaklarının ve talebinin yetersizliği olmayıp, fosil bazlı yakıtların enerji veriminin düşmesi ve dünyada yakıt kullanımının da artmasıdır. Petrol fiyatlarının artmasıyla, petrolden kömüre geçiş artmakta, kömürün enerji verimi daha düşük olduğundan, kömürden elde edilen CO<sub>2</sub> oranı da daha yüksek olmaktadır [12].

Gelişen dünyada enerji ihtiyacının artması, yakıt rezervlerinin her geçen gün azalması ve buna bağlı olarak çevre kirliliği, insanoğlu için giderek artan bir tehdit olmaya başlamıştır. Yapılan araştırmalar sonucu, 2005 yılı sonu itibari ile dünyada bilinen petrol rezervlerinin 2040, doğalgazın 2065, kömürün 2227 yılında tükeneceği öngörülmektedir [13]. Bu durum ise mevcut kaynakların korunup, daha verimli ve optimizasyonu yapılmış sistemlerle tüketimini ön plana çıkarmaktadır. Böylelikle enerji israfından vazgeçilip, var olan enerjiyi doğru yerde tam zamanında felsefesiyle kullanmanın gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Türkiye, sanayileşmekte ve kalkınmakta olan bir ülke olması nedeniyle enerji tüketimi de hızla artmaktadır. Üretilen enerjinin yaklaşık üçte biri sanayide tüketilmekte olup, bu enerjinin önemli bir miktarı pratik bazı enerji tasarruf önlemleriyle geri kazanılabilir. Enerji tasarrufu; enerjinin gereksiz kullanım sahalarını belirlemek ve israfı asgari düzeye indirmek veya tamamen ortadan kaldırmak için alınan önlemleri içerir. Enerji tasarrufu, enerji arz hizmetlerinin azaltılması veya kısıtlanması şeklinde de düşünülmektedir. Enerji tasarrufu, kullanılan enerji miktarının değil, ürün başına tüketilen enerjinin azaltılması şeklinde düşünülmelidir. Bu şekilde, üretici aynı miktardaki ürün veya hizmetleri daha az enerji veya

aynı miktar enerji ile daha çok ürün ve hizmet üreterek, ulusal ve uluslararası alanda rekabet gücünü arttırabilir [14].

Türkiye'deki sanayici kullandığı elektriğe kWh başına 7 cent USD ödemektedir. Oysa başta ABD ve Brezilya olmak üzere birçok ülkede bu değer ortalama 4 cent USD civarındadır. Enerji fiyatlarındaki yüksek girdi, sanayicinin rekabet gücünü olumsuz etkilemektedir. Bu durum sanayicinin enerjiiyi olabildiğince verimli kullanmasını gerektirmektedir [14].

Kişi başı enerji tüketimleri incelendiğinde, Türkiye'nin dünya ortalamasının altında olduğu görülmektedir. OECD ülkelerindeki toplam kişi başına düşen enerji ortalaması ülkemizdeki enerji ortalamasının dört katından fazladır. Türkiye'nin kişi başına düşen enerji tüketimi yalnızca Afrika ve Asya ülkelerinin yanında, nüfusu 1,3 milyara yaklaşan Çin gibi ülkelere göre nispeten yüksektir. Dünyanın gelişmiş çeşitli ülkelerinin kişi başı enerji tüketimleri incelendiğinde, Türkiye'nin bu ülkelerin çok gerisinde bir enerji tüketimine sahip olduğu söylenebilir.

Türkiye'de kişi başına düşen enerji tüketimi 1056 TEP olup, bu değer ABD'de 7979 TEP, Kanada'da 7985 TEP, Almanya'da 4264 TEP, Fransa'da 4360 TEP ve Japonya'da 4093 TEP'dir [10].

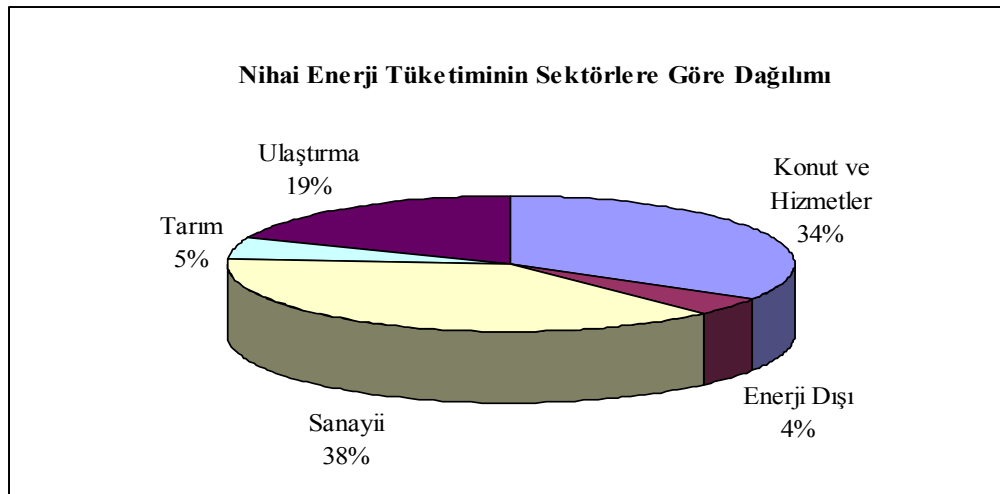
## 2. SANAYİDE ENERJİ YÖNETİMİ

### 2.1. Türkiye’de Sanayinin Durumu

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından 2006 yılında imalat sanayinde yürütülen araştırma sonuçlarına göre devlet sektörünün tamamı ve özel sektörde ton eşdeğer petrol bazında 500 TEP ve daha fazla enerji tüketimi olan 1224 işyeri mevcuttur. İmalat sanayinde en çok işyeri bulunan sanayi grupları sırasıyla; 294 işyeri ile taş ve toprağa dayalı ürünler sanayii, 263 işyeri ile gıda, içki ve tütün sanayii, 235 işyeri ile dokuma, giyim eşyası ve deri sanayii, 126 işyeri ile metal ana sanayii ve 124 işyeri ile makine, teçhizat, ulaşım ve elektrikli gereçler sanayii sektörleri olmuştur [15].

### 2.2. Türk Sanayisinde Enerji Tüketiminin İncelenmesi

TÜİK araştırmasına göre 2006 yılı sonu itibarı ile imalat sanayiinde 143.070,5 GWh enerji tüketilmiştir. Aynı yıl için Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı verilerine göre toplam enerji tüketimi 21,51 milyon TEP olarak tespit edilmiştir. Aradaki fark TÜİK’un araştırmasının tüm sanayii kapsamamasından kaynaklanmakla birlikte, enerji tüketimi açısından Türk Sanayisinin hemen hemen % 74 oranındaki bölümü incelenmiş olmaktadır. Şekil 2.1’de görülen nihai enerji tüketiminin sektörlere göre dağılımı da, toplam nihai tüketim içinde % 38 pay ile en büyük tüketim sektörü olan sanayi sektörü aynı oran devam ettiği sürece, 2020 yılında 127,8 milyon TEP tüketimi ile birinci sektör durumunu koruyacaktır [15].

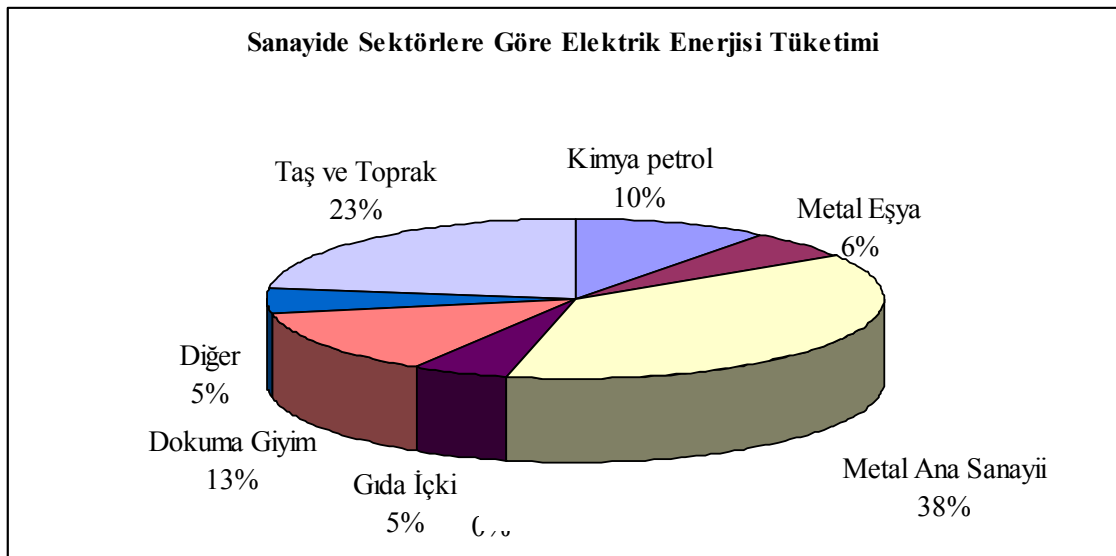


Şekil 2.1. Nihai Enerji Tüketimin Sektörlere Göre Dağılımı [15]



TÜİK araştırmasına göre en çok enerji tüketen sanayi grubu; ana metal sanayi (% 34,1), taş ve toprak sanayii (% 20,3), gıda, içki ve tütün sanayii (% 8,7), dokuma, giyim eşyası ve deri sanayi (% 6,5)'dir. Diğer gruplar ise toplam enerji tüketimini % 6,6'sını oluşturmaktadır [15].

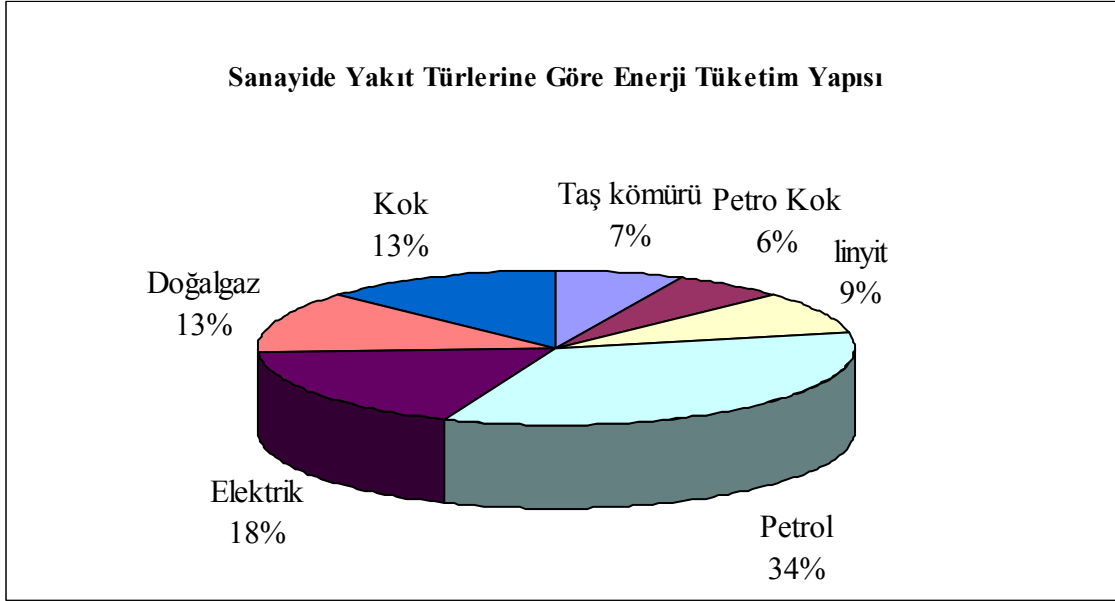
2006 yılında imalat sanayinde TÜİK araştırması kapsamına giren tesislerde 143.070.449 MWh elektrik enerjisi tüketilmiştir. Sanayide elektrik enerjisi tüketimi Şekil 2.2'de görüleceği üzere, en çok elektrik enerjisi tüketen sanayi grupları sırasıyla ana metal sanayi (% 38), taş ve toprak sanayii (% 23), dokuma, giyim eşyası ve deri sanayii (% 13), kimya-petrol, kömür, kauçuk ve plastik ürünler sanayii (% 10), metal eşya sanayii (% 6), gıda, içki ve tütün sanayiidir (%5). Diğer gruplar ise toplam enerji tüketiminin % 5'ini oluşturmaktadır [15].



**Şekil 2.2.** Sanayide Sektörlere Göre Elektrik Enerjisi Tüketimi [15]

2006 yılında coğrafi bölgelere göre imalat sanayiinde enerji tüketimi sırasıyla; Marmara Bölgesi (% 42,4). Akdeniz Bölgesi (% 12,5), Doğu Anadolu Bölgesi (% 1,9), Ege Bölgesi (% 16,9), İç Anadolu Bölgesi (% 12,8), Karadeniz Bölgesi (% 6,9) ve Güney Doğu Anadolu Bölgesi (% 6,6)'dir [15].

Sanayide yakıt tüketimine göre enerji tüketim yapısı Şekil 2.3'den de görüleceği üzere, imalat sanayinde tüketilen enerji yakıt türlerine göre incelendiğinde, en çok tüketilen yakıtlar sırasıyla % 34 petrol, % 18 elektrik, %13 doğalgaz, % 13 koftur [15].



**Şekil 2.3.** Sanayide Yakıt Türlerine Göre Enerji Tüketim Yapısı [15]

### 2.3. Türk Sanayisinde Enerji Tüketim Maliyetlerinin İncelenmesi

Tüketilen enerjinin değerine bakıldığında, tüm tesislerde tüketilen enerjinin değeri 854,4 milyon YTL'dir. İmalat sanayiinde enerji maliyeti en yüksek olan sektörler sırasıyla; 261,8 milyon YTL ile metal ana sanayi, 201,1 milyon YTL ile taş ve toprağa dayalı ürünler sanayi, 151,3 milyon YTL ile kimya-petrol, kömür, kauçuk ve plastik ürünleri sanayi, 92,8 milyon YTL ile dokuma, giyim eşyası ve deri sanayidir [15].

İmalat sanayinde toplam enerji maliyetinin toplam katma değer içindeki payı % 12,48 olarak gerçekleşmiştir. Bu oran sektörel bazda incelendiğinde en yüksek oranlar sırasıyla; % 32,74 ile taş ve toprağa dayalı ürünler sanayii ve % 32,48 ile metal ana sanayinde olmuştur [15].

### 2.4. Sanayide Enerji Tasarrufu

Enerji tasarrufu için bir şirketin; enerji verimliliğinin değerlendirilmesine, enerji tasarrufu olanaklarının belirlenmesine ve projeleri yürütmek için plan yapılmasına ihtiyacı vardır. Bunların başında detaylı enerji taraması ve denetlemesinin yapılması gelmektedir.

#### **2.4.1. Enerji Taraması Yapılması**

Enerji tasarrufunu belirlemek için enerji yöneticisinin veya enerji komitesinin elinde bulunan en önemli teknik vasıta enerji denetlemeleridir. Enerji denetlemeleri, Diagnostik/Planlama, Ön Enerji Denetimi ve Detaylı Enerji Denetimi başlıkları altında toplanabilmektedir.

#### **2.4.2. Detaylı Enerji Denetlemeleri Yapılması**

Birkaç hafta veya daha uzun sürebilecek enerji denetlemesi çalışmaları, belirlenen alanlara ölçüm cihazlarının bağlanması ve birkaç günlük bir periyot boyunca ölçüm alınmasını içerir. Böylece gerçek fabrika çalışma koşullarında sistemin enerji tüketimlerini belirlemek mümkün olur. Ölçümler ön enerji denetim çalışmasına göre daha uzun ve detaylıdır [16,17].

Detaylı enerji denetimi çalışmasının başarılı bir şekilde yapılabilmesi için aşağıda maddeler halinde verilen periyot takip edilmelidir.

- Enerji taraması çalışmalarının zamanlanması ve fabrikada detaylı tarama yapılacak birimlerin belirlenmesi.
- Standart veri toplama formları kullanarak fabrikaya ait temel enerji tüketim ve üretim verilerinin toplanması, mümkün olan yerlerde spesifik enerji tüketim verilerinin tespit edilmesi.
- Enerji tüketim ve verimliliğiyle ilgili tüm verileri bulmak için fabrikada test çalışmaları ve ölçümlerin yapılması.
- Fabrika içindeki önemli ekipman ve prosesler için enerji dengesi ve verimliliklerinin hesaplanması.
- Verimliliği iyileştirecek veya enerji tasarrufu sağlayacak basit işletme tedbirlerinin ve periyodik bakımlarının belirlenmesi, enerji tasarruf miktarı ve maliyetleri takip ve tespit etmek için yöntemlerin belirtilmesi.
- Sermaye yatırımı gerektiren enerji tasarrufu olanaklarının tespit edilmesi; değiştirilecek, kalitesi yükseltilecek veya ilave edilecek ekipmanların belirtilmesi ve tavsiye edilmesi. Ayrıca tasarruf edilecek enerjinin parasal karşılığının ve yatırım masraflarının hesaplanması.
- Önemlilik dereceleri, yöntemleri, maliyetleri ve çalışma programlarını kapsayan açık bir uygulama planının hazırlanması.

- Yönetime enerji taraması bulguları, tavsiyeleri ve uygulama planını özetleyen bir raporun hazırlanması.

### 2.4.3. Fizibilite Çalışmaları

Fizibilite çalışmaları ve ayrıntılı tasarımlar, herhangi bir fabrikada büyük bir ekipman değişikliği veya ekipman ilavesini gerektiren önlemlerin alınmasından önce yürütülen standart mühendislik çalışmalarıdır. Genellikle fizibilite çalışmasının yapılmasından önce bir ön fizibilite çalışması yapılır. Bu kapsamda enerji denetimi sırasında belirlenen ilginç projeler, rapor edilen veriler ve varılan sonuçların doğrulanması amacıyla ilk olarak ön fizibilite çalışmasına tabii tutulur.

Ön fizibilite çalışması nispeten muhtemel yatırımın belirlenmesi için yapılan kısa bir araştırmadır. Bir ön fizibilite çalışması tüm detayları ele alacak ve projenin arzulan şekilde devam etmesinde, yönetime nicelik olarak belirlenmiş öneriler sağlayacaktır [16,17].

### 2.5. Türkiye’de Otomotiv Endüstrisi

Türkiye, Dünya Bankası tarafından 2007 yılı ekonomisini hızla geliştiren 20 ülkeden biri olarak seçilmiştir. Türkiye’nin yüz ölçümü 780.580 km<sup>2</sup> olup, kıyı şeridi uzunluğu 8300 km’dir. 2007 yılı sonu itibarı ile yaklaşık 71 milyon nüfusu ve %1,7’lik büyüme oranı ile Avrupa ülkeleri arasında ilk sırada yer almaktadır.

Türkiye otomotiv endüstrisinde büyük potansiyeli ve konumu itibari ile büyük üstünlüğe sahiptir. Ülkemiz aynı zamanda otomotiv endüstrisinde stratejik hedef noktasında olup, dünyadaki otomotiv üretimi gerçekleştiren ülkeler arasında ilk yirmide, Avrupa’da ise ilk üç ülke arasında yer almaktadır.

Türkiye’nin 2007 yılı kısa vadeli hedefleri arasında; 1 milyon adet araç üretimi olup, bunun 700 binini yani 14 milyar \$’lık kısmını ihracat payı oluşturmaktadır. Orta vadede ise 2 milyon araç üretimi olup, bunun ise 1,5 milyon adedi yani 25 milyar \$’lık kısmını ihracat payı oluşturmaktadır. Ayrıca bu kapsamda 600.000 adet aracın yerli satış olarak Türkiye’de kalması öngörülmektedir [18].

Türkiye’de otomotiv üretimi gerçekleştirmekte olan bazı otomotiv firmalarının yerleri Şekil 2.4’de verilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere otomotiv üretimi gerçekleştiren firmaların öncelikli olarak dağılımları Marmara Bölgesi olup, ardından da İç Anadolu Bölgesindedir. Bu dağılımdaki en büyük etken otomotiv sanayine bağlı üretim gerçekleştiren birçok yan sanayi

firmalarının İstanbul ve çevresinde yerleşik olmasıdır. Ayrıca bu firmaların ağırlıklı ihracatlarının Avrupa ülkeleri olması başta gelen sebepler arasındadır [18].



**Şekil 2.4.** Türkiye’de Otomotiv Üretimi Gerçekleştiren Fabrikaların Yerleri [18]

Planlanan hedeflerde günümüz rakipleri de pastadan pay almak istemekte olup, Polonya, Slovakya, Slovenya, Romanya, Rusya, Çek Cumhuriyeti bu ülkeler arasındadır. Aynı zamanda orta vadede gerçekleşmesi planlanan hedeflerdeki rakipler ise Hindistan, Çin ve İran’dır.

Türkiye ürettiği araç ve istihdam kapasitesiyle 2006 yılı itibari ile dünyada en iyi 20 ülke arasında ilk 10’a yaklaşmış olup, gelecek 5 yıllık hedefte ise ilk 5 içine girmeyi planlamaktadır. Böylelikle Türkiye bir otomotiv üssü haline gelmiş olacaktır .

Uluslararası on yedi üretici, üretim merkezi ve üssü olarak Türkiye’yi seçmiş olup, toplam üretim kapasiteleri 2006 yılı itibari ile 1,27 milyon adet olmuştur. Gelecek 5 yılda bu kapasitenin %100 seviyelerine çekilmesi hedeflenmiştir [18].

Dünya çapında 2005 yılı otomotiv üretimi gerçekleştiren en iyi 20 ülke Çizelge 2.1’de verilmiştir.

**Çizelge 2.1.** Dünya Çapında 2005 Yılı Otomotiv Üretimi [18]

Sıra No	Ülke Adı	Üretilen Araç Adedi (Bin)
1	ABD	11.981
2	Japonya	10.799
3	Almanya	5758
4	Çin	5708
5	Güney Kore	3699
6	Fransa	3549
7	İspanya	2753
8	Kanada	2688
9	Brezilya	2528
10	İngiltere	1803
11	Meksika	1670
12	Hindistan	1627
13	Rusya	1351
14	Tayland	1125
15	İtalya	1038
16	Belçika	929
<b>17</b>	<b>Türkiye</b>	<b>879</b>
18	İran	817
19	Polonya	625
20	Çek Cumhuriyeti	605

Çizelge 2.1.'de verildiği gibi dünya genelinde otomotiv üretimi gerçekleştiren ülkeler arasında Türkiye 879.000 adetlik araç kapasitesiyle 17. sırada yer almaktadır. Türkiye gelecek yıllarda planlanan üretim sayıları ile ilk beşte yer almayı hedeflemektedir.

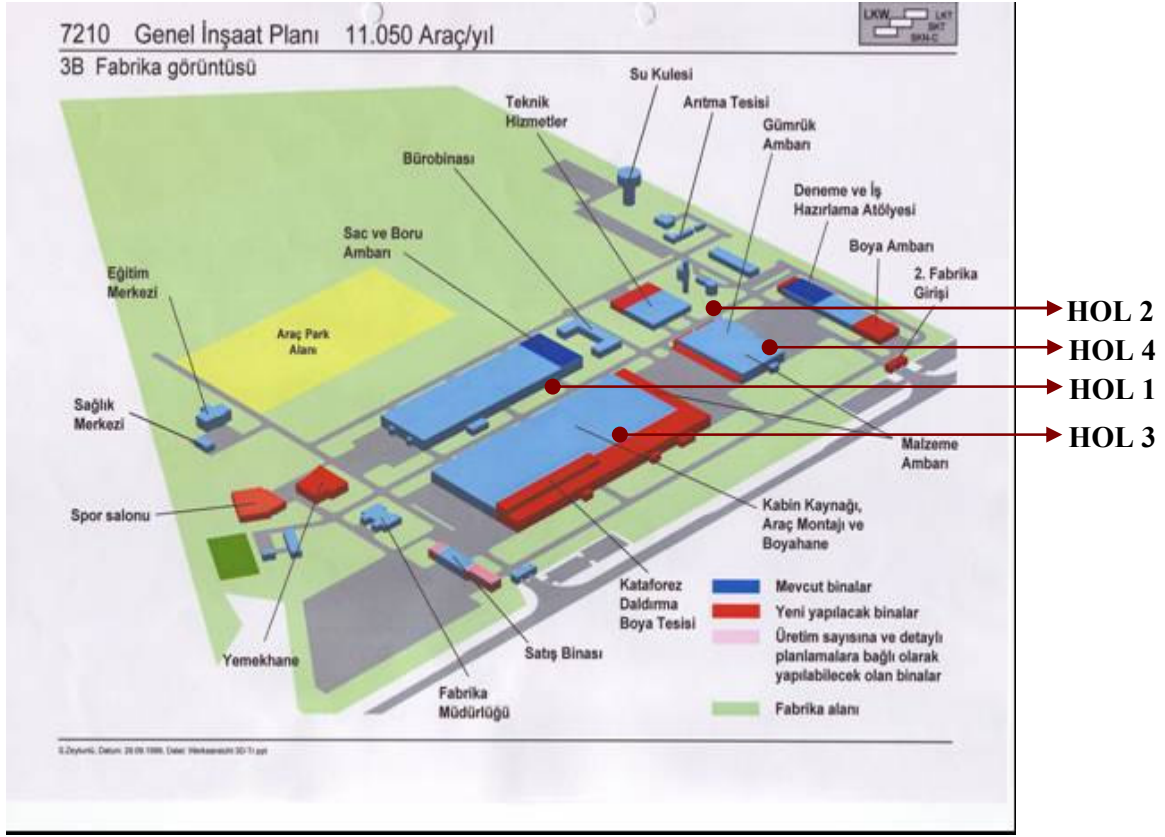
### 3. FABRİKANIN GENEL DURUMU

Çalışmada Aksaray'da bulunan Mercedes-Benz Türk A.Ş.'nin kamyon fabrikası incelenmiştir. 1967 yılında Daimler-Benz AG (%36), Mengerler Ticaret A.Ş. (%32) ve Has Otomotiv (%32) ortaklığı olarak Otomarsan unvanıyla İstanbul'da kurulmuştur. 1984 yılında Mercedes-Benz AG Türkiye Genel Mümessili olan şirket, aynı yıl şirket bünyesine yeni ortaklar katarak, kamyon üretimi için gerekli yeni bir yatırım başlatmıştır. 1986 yılında, Türkiye'nin büyüme potansiyeline bağlı olarak Aksaray ilinde kamyon fabrikası üretime geçmiştir. Kasım 1990'da ticari unvanı Mercedes-Benz Türk A.Ş. olarak değişen kuruluş, Aksaray tesislerinde 1000 kişinin üzerinde personel istihdam etmektedir. Mercedes-Benz Türk'ün ortakları Daimler-Chrysler AG (%66,91), Overseas Lending Corporation (%18,09), Koluman Holding A.Ş. (%7,04), Türk Silahlı Kuvvetleri Güçlendirme Vakfı (%5) ve Makina ve Kimya Endüstrisi Kurumu (%2,96)'dur. Aksaray Fabrikasında küçük, hafif, orta ve ağır sınıf kamyon ve midibüs üretilmekte ve otobüs altyapı parçaları imalatı ve ihracatı yapılmaktadır.

Aksaray Fabrikası kuruluşundan günümüze yaklaşık 31.000 kamyon ve 1000 midibüs üretimi gerçekleştirmiştir. Mercedes-Benz Türk A.Ş. Aksaray Fabrikası 1994 yılında ISO 9002 ve 1997 yılında da ISO 9001, Davutpaşa ve Hoşdere Fabrikaları ise 1995 yılında ISO 9001 kalite belgelerini alarak Türk Otomotiv ana sanayinde bu belgeleri alan ilk üretim tesisleri olmuştur.

İlgili fabrikanın toplam alanı 558.117 m<sup>2</sup> olup, kapalı alanı 78.600 m<sup>2</sup> dir. Ayrıca 16.500 araçlık park alanına sahiptir [18].

Türkiye'de 2004-2005 yıllarındaki getirilerine göre ilk yirmi firma ve Mercedes-Benz Türk'ün bu sıralamadaki yeri Çizelge 3.1.'de verilmiştir [18]. Şekil 3.1'de fabrikanın mevcut binaları mavi renkle görüldüğü gibi olup, yeni yapılacak binalar ise kırmızı renkle gösterilmiştir. Kuruluşun toplam olarak oturduğu alan ise yeşil renkli alanlar ile gösterilmiştir. Mercedes-Benz Türk A.Ş.'nin Türkiye ekonomisine getirdiği YTL cinsinden getiriye göre sıralamadaki yeri Çizelge 3.1'de verildiği gibidir. 13.'cü sıradaki yeri ile 1.516.807.146 YTL'lik önemli bir getiriye sahip olan kuruluş; gelecek yıllarda da bu sırasını, daha da üstlere çıkarmayı hedeflenmektedir.



Şekil 3.1. Fabrika Genel Oturum Planı [18]

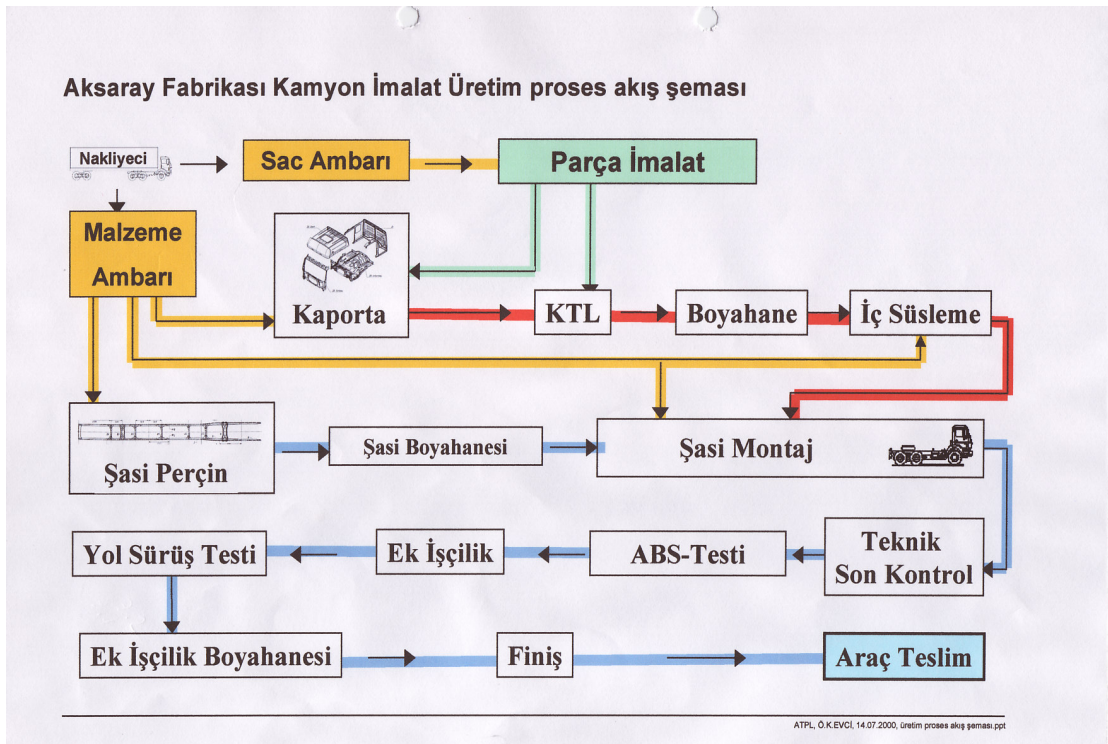
Çizelge 3.1. Türkiye’de 2004-2005 Yıllarında Euro Bazında Getirilerine Göre İlk Yirmi Firma [18]

2005	2004	Şirket	Sektör	Yeri	Getiri
1	1	Tüpraş-Türkiye Petrol Rafinerileri A.Ş.	Gaz	Kocaeli	14.239.223.472
2	2	Ford Otomotiv Sanayi A.Ş.	Otomotiv	İstanbul	5.107.936.784
3	3	Toyota Otomotiv Sanayi Türkiye A.Ş.	Otomotiv	Adapazarı	3.381.843.074
4	6	EÜAŞ Elektrik Üretim A.Ş.	Enerji		3.156.125.036
5	7	Arçelik A.Ş.	Beyaz Eşya-Elektronik	İstanbul	3.052.451.806
6	5	Ereğli Demir ve Çelik Fabrikaları T.A.Ş.	Çelik	Ankara	3.047.453.843
7	4	Oyak-Renault Otomobil Fabrikaları A.Ş.	Otomotiv	İstanbul	2.860.706.832
8	8	Vestel Elektronik San. ve Tic. A.Ş.	Beyaz Eşya-Elektronik	İstanbul	2.558.017.552
9	9	Tofaş Türk Otomobil Fabrikası A.Ş.	Otomotiv	İstanbul	2.232.024.573
10	10	Aygaz A.Ş.	Gaz	İstanbul	2.173.347.096
11	11	Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş.	Şeker		1.783.560.468
12	12	Beko Elektronik A.Ş.	Beyaz Eşya-Elektronik	İstanbul	1.737.166.298
<b>13</b>	<b>16</b>	<b>Mercedes-Benz Türk Anonim Şirketi</b>	<b>Otomotiv</b>	<b>İstanbul</b>	<b>1.516.807.146</b>
14	14	Petkim Petrokimya Holding A.Ş.	Kimya		1.344.619.736
15	13	İçdaş Çelik Enerji Tersane ve Ulaşım San. A.Ş.	Çelik-Enerji-Ulaşım	İstanbul	1.329.079.210
16	51	Unilever Sanayi ve Ticaret Türk A.Ş.	Kimya	İstanbul	1.271.020.672
17	23	Milangaz LPG Dağıtım Ticaret ve Sanayi A.Ş.	Gaz	İstanbul	1.269.855.330
18	15	Habaş Sınai ve Tıbbi Gazlar İstihsal End. A.Ş.	Gaz	İstanbul	1.252.009.126
19	18	Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu	Kömür		1.184.098.640
20	17	İskenderun Demir ve Çelik A.Ş.	Çelikli	İskenderun	1.096.374.000



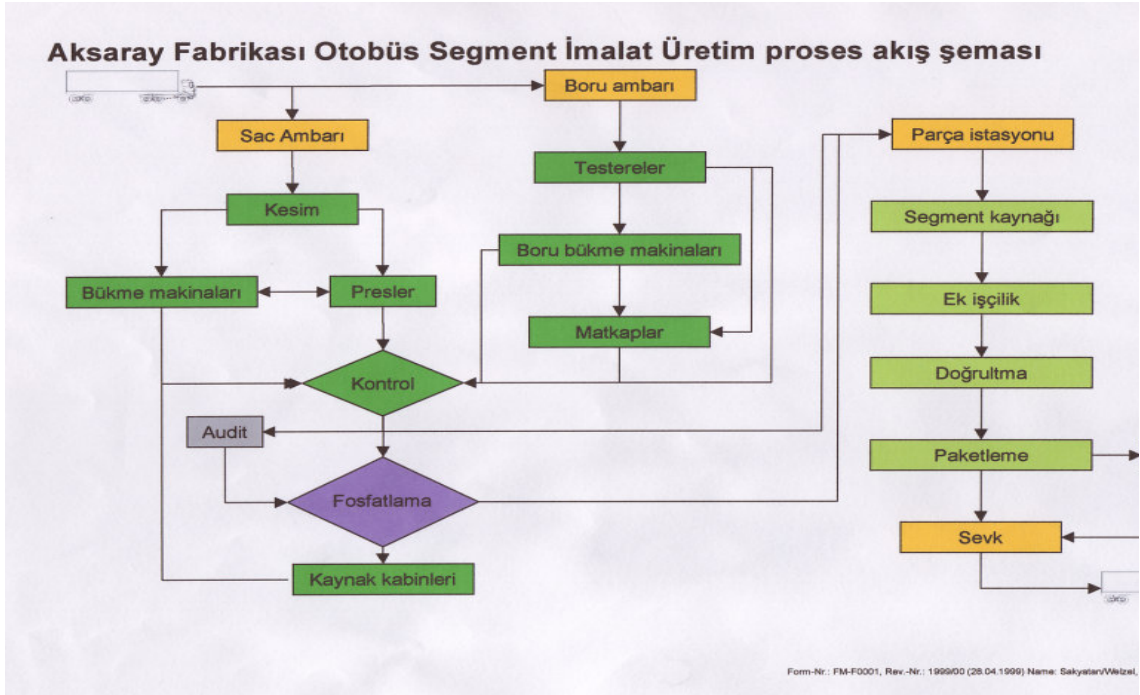
### 3.1. Prosesin Tanıtımı

Aksaray kamyon fabrikası proses akış şeması Şekil 3.2’de görüleceği üzere kamyon üretim proses kısımlarından oluşmaktadır. Üretilen araç sayılarına göre komisyonlama işlemleri gerçekleştirilmekte olup, böylelikle bantta parça yığılması olmamakta ve eksik parçalı araç bantta bekletilmemektedir. Şekil 3.2 - Şekil 3.4’de incelenen fabrikanın üretim proses akışı, otobüs üretim alt yapı proses akışı, kataforez boyahanesi proses akışları şematik olarak gösterilmektedirler [18]. Şekil 3.2’de görüleceği üzere fabrika imalat üretim süreci nakliye işlemleri ile malzeme ve sac parçaların fabrikaya gelişi ile başlamakta olup, kabin birleştirme işlemleri ile devam etmektedir. Şasi montaj işlemleri sonucunda kataforez boya işlemlerini takiben şasi ve kabin aksamının birleştirilme işlemleri yapılmaktadır. Son kontrollerin tamamlanması neticesinde test işlemlerine alınan araçlar müşterilere teslim edilmektedir.



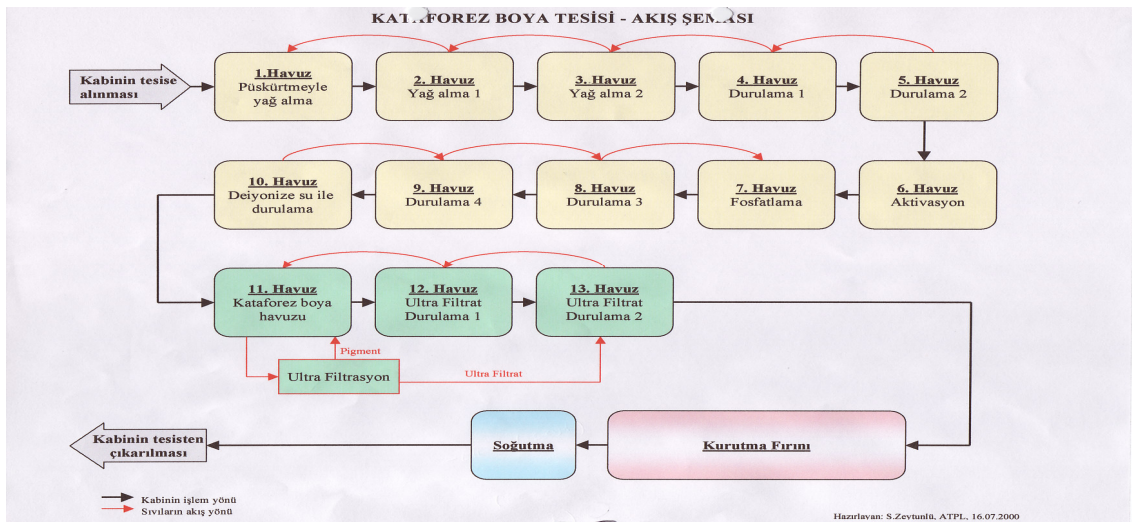
**Şekil 3.2.** Fabrika Üretim Proses Akış Şeması [18]

Aksaray kamyon fabrikası otobüs segment imalatının üretim proses akış şeması Şekil 3.3’de görüldüğü gibidir. Sac ambarına gelen sac parçalar, üretilmiş olan kalıp, tertibat, kontrol şablonları ve presler vasıtasıyla elde edilmektedir. Elde edilen bu parçalar fosfatlama ve birleştirme işlemlerinden sonra ilgili bant birimlerinde kullanıma alınmaktadır.



Şekil 3.3. Fabrika Otobüs Segment Üretim Proses Akış Şeması [18]

Şekil 3.4'de şematik olarak prosesi gösterilmekte olan kabin ve saç parçaları, kataforez boya tesisine getirilir. Kabinler birinci, ikinci ve üçüncü havuzlarda yağ alma işlemleri tamamlandıktan sonra; sırası ile durulama, diyonize ve aktivasyon işlemlerine tabii tutulur. Ardından boya havuzlarına alınan kabinler son kontrolden geçirilerek, şasi montaj hattına götürülmektedir.



Şekil 3.4. Kataforez Boya Tesisi Akış Şeması [18]

### 3.2. Isı Merkezi

Fabrikada DESA Marka HW-350 Tip 3 adet 5 milyon kcal'lik kızgın su kazanı (Yakıt-LPG-Doğalgaz), 2 adet kat kaloriferi ve 7 adet brülör mevcuttur. Kazanların her birinin ısı kapasitesi 9,3 MW olup, 6,5 bar işletme basıncına sahiptir. Aynı zamanda 160/140 °C işletme sıcaklığında çalışmaktadır. Şekil 3.5'de verilen kazanların her birinin ısıtma yüzeyi 350 m<sup>2</sup> olup, yalıtımları 100 mm taş yünü ve 1 mm alüminyum ile yapılmıştır. Kazanların külhan tipleri, "Derin Fox" tipi olup, yapılan külhan ölçümlerine göre iç çap, 1630 mm olarak bulunmuştur. Yapılan 4 ayrı ölçüm sonucunda ise minimum sarkmanın 1 mm, maksimum sarkmanın ise 1,2 mm olduğu tespit edilmiştir.

Kazanlar üç geçişli alev duman borulu kazanlardır. Kazan; tasfiye edilmiş, yani sertliği giderilmiş ve gazı alınmış su ile beslenmekte olup, kazanın her üç geçişi ve cehennemliği tamamıyla su soğutmalıdır. Kazanın yalnız külhan ağzı refrakter malzeme ile kaplı olup, işletmenin durumuna göre zaman zaman külhan ağzındaki refrakter malzeme tamir edilip, bakımı yapılmaktadır. Kazan tam otomatik yakma sistemi sayesinde çeşitli yüklere göre kendi kendini ayarlamaktadır. İşletme arızalarında yakma sistemi otomatik olarak devreden çıkmakta olup, sökülebilmektedir. Şekil 3.5'de kazan dairesi görünümü verilmiştir [19].



Şekil 3.5. Kazan Dairesi Görünümü

## 4. MATERYAL ve YÖNTEM

### 4.1. Materyal

#### 4.1.1. Optimizasyon Kapsamında Kullanılan Ölçüm Cihazı ve Ekipmanlar

- **Bacagazı Analiz Cihazı**

Yanmanın tam olup, olmadığını kontrol etmek ve gerek eksik hava ile yanma gerekse fazla hava ile yanmanın sebep olduğu enerji kayıplarını belirlemek için, baca gazının bileşimini analiz etmek ve sıcaklıkları ölçmek önemlidir. Bu şekilde, yanmanın hangi hava fazlalık katsayısında yapıldığı, duman gazları içinde CO, H ve C<sub>x</sub> H<sub>y</sub> gibi yanmamış ürünlerin bulunup bulunmadığı incelenebilir. Böylece hem hava kirliliği açısından, hem de yakıt ekonomisi açısından sistem kontrol altına alınır. Bu amaçla çalışmada bacagazı analizi için Testo 350 XL marka cihaz kullanılmıştır. Belirtilen cihaz ile kuruluş bünyesinde ilgili kuruluş yetkilileri ve TÜBİTAK yetkilileri nezdinde belirli periyotlarda ölçümler yapılmaktadır.

Bacagazı emisyon ölçümü için kullanılan Testo 350 XL analiz cihazının kalibrasyonu belirli periyotlarda Testo firması tarafından yapılmaktadır. Cihaz; bir numune alma borusu, toz ve nem sensörleri özel filtreler ve ekrandan oluşmaktadır. Ölçüm sonuçları cihazın kendi yazıcısına hemen alınabilmektedir. Gaz, partikül tutma filtresinden geçirildikten sonra, hem tutucudan ölçülmekte ve bu ölçümlere bağlı olarak geçen gaz miktarı belirlenmektedir. Baca ve kanallardaki ölçümler, hidrodinamik açıdan numune alma prensiplerine uygun olarak baca yada kanallardan açılan deliklerden yapılmıştır. Ölçüm cihazından alınmış ölçüm rapor tutanak örnekleri ekler bölümünde verilmekte olup, Testo 350 isimli cihazın teknik özellikleri ise Çizelge 4.1'de verilmiştir.

**Çizelge 4.1.** Bacagazı Analiz Cihazı Teknik Özellikleri [20]

Ölçüm aralıkları	Birim	
CO	ppm	0-10.000
NO	ppm	0-3000
NO <sub>2</sub>	ppm	0-500
SO <sub>2</sub>	ppm	0-5000
O <sub>2</sub>	%	0-25 (hacimsel)
Baca gazı sıcaklığı	°C	-40/1200
Hız ölçümü (pitot tüpü ile)	m/s	0-40
Verimlilik	%	0-120
Ölçüm hafızası	adet	250.000

İlgili bacagazı analizörü ile uzun süreli ölçümlerde CO ölçüm hücrelerini korumak için özel temiz hava ile yıkama ve kapatma fonksiyonu ve H<sub>2</sub> kompanzasyonu özelliği vardır. İki ayrı sıcaklık prob girişi, fark basınç ölçümü, CO<sub>2</sub> hesaplama, fazla hava katsayısı ve yanma verimliliği hesabı, baca çekişi ve hız ölçüm özellikleri de mevcuttur. Ölçümlerde kullanılan Testo 350 XL bacagazı analiz cihazı Şekil 4.1’de, yapılan ölçümler sonucu elde edilen değerler ise Şekil 4.2’de verilmektedir.



**Şekil 4.1.** Testo 350 XL Bacagazı Analiz Ölçüm Cihazı [20]

### KAZAN VERİMİ ve BACAGAZI BİLEŞİMİ HESAPLAMA PROGRAMI

Tesis Adı : Mercedes-Benz / Aksaray  
 Kazan Yapımcısı veya Markası : DESA / Johnson-CS 53/1D  
 Kazan No : 1  
 Ölçüm Yapılan Tarih : 17.10.2006  
 Not :  
 Bacagazı Analiz Cihazı : TESTO-350

YAKITLAR İÇİN; (Büyük harflerle yazınız)

Fuel Oil No 6 için NO 6 **YAKIT CİNSİ** : NO 6  
 Fuel Oil No 5 için NO 5  
 Fuel Oil No 4 için NO 4  
 Fuel Oil No 2 için NO 2  
 Motorin için MO  
 Dizel Oil için DI  
 Doğal Gaz için DG  
 LPG için LPG yazınız, aşağıya ve sağa 025 nolu yere giriniz

Bu program EİE / UETM elemanlarından Süreyya Akman tarafından hazırlanmıştır.

#### KAYIPLARIN HESAPLANMASI METODUYLA KAZAN VERİMİ HESABI

(Gaz ve Sıvı Yakıtlar İçin)

\*\*\* Tesis Adı : Mercedes-Benz / Aksaray  
 Kazan Markası : SUNGURLAR / Johnson-625  
 Yakıt Cinsi : 6 NO Fuel Oil  
 Kazan No : 2  
 Tarih : 17.10.2006  
 Yakıtın Alt Isıl Değeri : 9860 Kcal/Kg  
 Yakıtın Üst Isıl Değeri : 10492 Kcal/Kg (hesap sonucu)  
 Yakıtın Üst Isıl Değeri : 10516 Kcal/Kg (hesap sonucu sıvı yakıt için önisitma dahil)  
 Alt I.D./ Üst I.D.Oranı : 0,940  
 Yakıt Önisitma Sıcaklığı : 80 °C  
 Yakıt Tüketimi : 625 Kg/saat ( Eğer Yüzey Sıcaklıklarını Ölçmek ve YüzeYden Radyasyon ve Konveksiyonla Isı Kayıplarını Hesaplamak istemiyorsanız ( 0 ) sıfır yazınız )

	Dizayn Değerleri	Deney Sırasında		Kazan Yüklü
Kızgın su Basıncı	12	4,5	Kg/cm	
Kızgın su Sıcaklığı	140	120	°C	
Kızgın su Üretimi	1	1	Kg/saat	100 %

#### \*\*\* Bacagazı Analizi Ölçüm Sonuçları

Bacagazı Analiz Cihazı : TESTO-350

Not : 0

CO<sub>2</sub> : 6,0 %  
 CO : 3,0 ppm  
 T baca : 136,2 °C ( NET Sıcaklık ( Bacagazı Sıcaklığı - Ortam Sıcaklığı ) )  
 T ortam : 27,8 °C

CO<sub>2</sub> : 13,12 % ( Oksijene bağlı olarak hesap sonucu bulunan değer )  
 T baca : 164 °C ( Gerçek Bacagazı Sıcaklığı )

#### \*\*\* Blöf ve Besi Suyu Değerleri

Blöf Miktarı : 0 % ( besı suyuna göre % )  
 Blöf Sıcaklığı : 0 °C  
 Besi Suyu Sıcaklığı : 60 °C

#### \*\*\* Blöf ve Besi Suyu İletkenlikleri

Blöf : 0 ppm  
 Besi Suyu : 0 ppm  
 Bu Değerlere Göre Gerekli Blöf Miktarı : 16 % ( besı suyuna göre )

<i>Kazan No : 2</i>		Alt Isıl Değere Göre
<b>KAYIPLAR .....</b>		
*** Kuru Bacagazı Kaybı .....	:	4,60 %
*** Subuharı Duyulur Isısı Nedeniyle Olan Kayıp .....	:	1,11 %
*** Bacagazındaki CO Nedeniyle Olan Kayıp .....	:	0,00 %
*** Yüzeyden Radyasyon ve Konveksiyonla Olan Kayıp .....	:	1,06 %
Ara Toplam .....	:	6,77 %
*** Blöf Nedeniyle Olan Kayıp.....	:	0,00 %
→ <b>TOPLAM KAYIP</b> .....	:	6,77 %
→ <b>KAZAN VERİMİ</b> .....	:	93,23 %
→ <b>FAZLA HAVA</b> .....	:	40 %

**Şekil 4. 2.** Kazan Verimliliği ve Bacagazı Bileşimi Hesaplama Program Örneği

- **Lazer Termometre:**

Ölçme aralıkları  $-32\text{ °C}$  ile  $+600\text{ °C}$  arasında olan lazer termometre,  $\pm 1\text{ °C}$  toleransda çalışmaktadır. Yenileme ölçüm hızı süresi 500 milisaniyedir. Ölçüm işlemi ölçülecek noktaya termometrenin lazer nokta izdüşürücüsünün dokundurulması ile gerçekleşmekte olup, termometre butonuna basılı tutulması neticesinde, dijital ekrandan sıcaklık değeri okunabilmektedir. Duvar bileşenleri hatları, makine parça ya da gövde sıcaklık değerleri gibi noktalarda ölçüm gerçekleştirilebilmektedir. Ölçüm yapılamayan tek nokta şeffaf yüzeyler olup, en büyük örneği cam yüzeylerdir [19].

- **Termal Kamera:**

Yüzey ısısı gerektiren kızgın su hatlarında, izolasyon kontrollerinde, elektriksel bağlantı kontrollerinde, boya fırınlarının izolasyon kontrollerinde ve kaçak kontrollerinde kullanılmakta olup, termal kameraya bir adet el bilgisayarı bağlanmaktadır. Ölçülecek yüzeye kamera yaklaştırılır ve yüzeysel değişimler hem kamera ekranından, hem de bilgisayar üzerinden takip edilebilmektedir. Çalışmada Testo marka 830-3 Profesyonel termal kamera kullanılmış olup teknik özellikleri Çizelge 4.2’de, verilmiştir [21].



**Çizelge 4.2.** Testo 830-3 Profesyonel Termal Kamera Cihazı Teknik Özellikleri [21]

Açıklama	Birim	
Görüntü yenileme hızı	Hz	9
Spektral bant aralığı	µm	8-14
Minimum odaklama uzaklığı	m	0,1 (standart lens ile)
Minimum odaklama uzaklığı	m	0,6 (telefotolens ile)
Minimum ölçüm çapı	Uzaklık:çap	100:1 (standart lens ile)
Ölçüm aralığı	°C	-20-350
Hassasiyet	°C	±2
Hassasiyet	%	±2
Minimum ölçüm çapı	Uzaklık:çap	250:1 (telefotolens ile)
Kapasite	Adet	800-1000 (1GB)

- **Elektrik Sayacı:**

Fabrikada elektrik enerjisi ile ilgili parametreleri ölçmek için, elektrik ana giriş panosunda veya panolarında göstergeler ve sayaçlar bulunmaktadır. Bunlar sayesinde panoya bağlı olan tüm cihazların tükettiği elektrik enerjisi miktarı ve diğer bazı bilgiler elde edilmektedir. Çalışma yapılan fabrikada ise elektrik enerjisi tüketimini belirlemek için, “Power Measurement” marka, değişken güç değerlerinde farklı seviyelerde ölçüm yapabilen, haberleşme bağlantısı bulunan sayaçlar kullanılmaktadır. Aynı zamanda bu sayaçlar; akım, voltaj, güç tüketiminin yanısıra, harmonik ve pik ölçümler de yapabilmektedir. Bir yazılım aracılığıyla bilgisayar destekli takibi sağlanabilen, gerekirse sayaç üzerinden de takibi yapılabilen sayaçlarla 9 aylık bazda okuma yapılan elektrik tüketimleri, firma içi çizelgelerle takip edilmekte olup, ilgili tüketim değerleri kısım bazında Çizelge 4.10 - Çizelge 4.17 arasında verilmiştir [19].

- **Portatif Gaz Dedöktörü:**

Oldham EX 2000 marka gaz dedöktörü, 5 ayrı gazı ölçebilen, ayrıca O<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>S, NO, NO<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, HCL, HCN, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>, SH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> tipi gazları ölçebilmektedir. Cihaz, kaçak tespit edilmek istenilen yüzeye tutulup, çalıştırılmasına müteakip; 3-5 sn içinde ekranında hangi gaz türü kaçığının gerçekleştiğini göstermektedir. Sensör hassasiyeti stabil olup, ayrıca sert malzemelerden de ölçüm için sert probu mevcuttur. Çalışma sıcaklığı -15 °C ile + 45 °C arasındadır. Ayrıca her sensör için ışık ve sesli alarma da sahiptir [19].

• **Kapalı genleşme tankı :**

Fabrika bünyesinde daha önce yapılmış optimizasyon kapsamında kullanılmış ekipmanların teknik özellikleri aşağıda verilmiştir. Kızgın sulu ısı merkezinde tesis edilen kapalı genleşme tankı Loyd esasına göre dizayn edilip, içten ve dıştan kaynaklı olarak çelik kaide üzerine oturtulmuş durumda komple boyalı olarak imal edilmiş olup, ilgili tankın teknik özellikleri Çizelge 4.3’de verilmektedir [19].

**Çizelge 4.3.** Kapalı Genleşme Tankı Teknik Özellikleri

Açıklama	Birim	
Tankın Hacmi	m <sup>3</sup>	30
Konstrüksiyon Basıncı	bar	13
Çapı	mm	2600
Boyu	mm	5700
Tipi	-	Yatık Silindirik

• **İki Yollu Motorlu Kontrol Vanaları :**

Kızgın sulu ısıtma sisteminde eşanjör, klima santrali, hava apareyi ve hava perdelerinde sıcaklık kontrolü amacıyla kullanılan iki yollu motorlu vanalar PN 16 kalitesinde olup, vana mili, klapesi ve tapası AISI 316 paslanmaz çelik, sızdırmazlık contası PTFE malzemeden yapılmıştır. Basınç ve sıcaklık normu DIN 4747 ve DIN 2401’e uygundur. Vana motoru aşırı yüke karşı dayanımlı korunmuş özellikte olup, acil durumlarda motora manuel müdahale edilebilip, ayrıca içerisinde bulunan güç sensörü ile motor kendini vanaya adapte edebilmektedir. Kullanılan iki yollu motorlu vanalar hakkında teknik özellikler Çizelge 4.4’de verilmiştir [19].

**Çizelge 4.4.** İki Yollu Vana Teknik Özellikleri

Açıklama	Birim	
Pompa Basıncı	bar	4,56
Çalışma Sıcaklığı	°C	140
Yapıldığı Malzeme	-	GG 25 Döküm

• **Maksimum Debi Limitlemeli Fark Basınç Kontrol Vanaları :**

Kızgın sulu merkezi ısıtma sisteminde genel olarak dinamik basıncın düzenlenmesi amacıyla, bloklar veya üretim holleri bazında etkin pompa basıncını kontrol eden, fark basınç kontrol vanaları, PN 16 kalitesinde olup, 140 °C sıcaklıkta çalışabilmektedir. Farklı basınçlarda set edilebilen, vana önüne ve arkasına dalan impuls tüpleri ve içindeki yaylı mekanizma ve diyafram ile basınç düşüm miktarları projede belirtilen değerlere ayarlanabilir olup, aynı zamanda, söz konusu fark basınç kontrol vanaları maksimum su debisine ayarlanabilir özelliktedir. Ayrıca akış miktarları projede belirtilen maksimum debi değerlerine göre limitlenmiştir.

Fark basınç kontrol vanaları flanşlı, vana gövdesi GG25 döküm, vana pistonu ve diyafram malzemesi yüksek nitelikli paslanmaz çelik, diyafram elyaf giydirilmiş EPDM olacak ve yüksek fark basınçlarında diyaframın rahat çalışabilmesini teminen piston basınç dengelidir [19].

• **Akış Kontrol (Statik Balans) Vanaları :**

Kızgın sulu merkezi ısıtma sisteminde su debisini limitlemede kullanılan akış kontrol (Statik Balans) vanaları projede belirtilen yerlerde ve çaplarda PN 16 kalitesindedir. Montajı takiben tüm balans vanaları projede belirtilen debilere göre ayarlanmış olup, akış kontrol vanası hakkında daha detaylı teknik bilgi Çizelge 4.5’de verilmiştir [19].

**Çizelge 4.5.** Akış Kontrol Vanası Teknik Özellikleri

<b>Akış Kontrol Vanası Teknik Özellikleri</b>	<b>Birim</b>	
Dayanım Sıcaklığı	°C	140
Vana Tipi	-	Flanşlı
Gövde Yapısı	-	GG 25 Döküm

• **Termostatik Kontrol Vanaları :**

Kızgın sulu merkezi ısıtma sisteminde sabit sıcaklıkta çalışan boyler ve eşanjörlerin kontrolünde kullanılan termostatik kontrol vanaları, projede belirtilen yerlerde ve çaplarda PN 16 kalitesinde ve flanşlı tip olup, 140 °C kızgın su sıcaklığına dayanıklı, 20/70 °C çalışma ve ayar sıcaklığına sahip, gövde GG25 döküm, mil ve klapesi AISI 316 kalitesinde paslanmaz çelik, sızdırmazlık contası metal-metal, kapama basıncı en az 15 bar, sensör malzemesi silikon oil ve duyar eleman uzunluğu en az 2 metreye kadar montaja imkan sağlayan tiptedir [19].

• **Termometreler ve Manometreler :**

Sistemde kullanılan termometreler; mekanik tesisat projesinde belirtilen yerlerde olmak üzere bizzat hareketli suya dalan, arkadan ve alttan çıkışlı, madeni tip olup, °C bölüntülüdür. Manometre yine aynı özelliklere sahip olup, bar bölüntülüdür. Isı merkezinde kullanılan manometre ve termometreler 150 mm çapındadır. Termometreler ve Manometreler hakkında teknik bilgiler sırasıyla Çizelge 4.6-4.7’de verilmektedir [19].

**Çizelge 4.6.** Kullanıldığı Yere Göre Termometre Teknik Özellikleri

Açıklama	Birim	Çalışma Sıcaklığı
Kalorifer Tesisatı Sıcaklığı	°C	90/70
Sıcak Su ve Sirkülasyon Hatlarında- (Çap 100 mm)	°C	120
Kızgın Su Hatlarında- (Çap 100 mm)	°C	200
Isı Merkezi- (Çap 150 mm)	-	-

**Çizelge 4.7.** Kullanıldığı Yere Göre Manometre Teknik Özellikleri

Açıklama	Birim	Çalışma Basıncı
Kalorifer Tesisatı, Soğuk ve Sıcak Su, Sirkülasyon Hatlarında	bar	10
Kızgın Su Hatlarında	bar	15
Isı Merkezi	-	-

• **Çelik Borular :**

Sistemde kızgın su tesisatında kullanılan borular çelik çekme ve TSE346/1’e uygun, Fe.33 malzemeden imal edilmiştir.

Borular kızgın su tesisatı izolasyon öncesi hidrolik testi takiben iki kat antipas boya ile boyanıp, mekanik tesisat projesinde belirtilen kalınlıklarda izolasyon malzemesi ile izole edilmiştir. 90/70 °C kalorifer tesisatında kullanılan borular dikişli siyah ve TSE.301.3’e uygun, Fe.33 malzemeden imal edilmiştir. Kalorifer tesisatı, 2 inç ve üzerinde kaynaklı, 2 inç’den küçük çaplarda vidalı imal edilerek, izolasyon öncesi hidrolik testi takiben iki kat antipas boya ile boyanıp, mekanik tesisat projesinde belirlenen kalınlıklarda izolasyon malzemesi ile izole edilmiştir.

Soğuk ve sıcak su ile sirkülasyon hatlarında kullanılan dikişli galvanizli borular, sistemde tümüyle vidalı bağlantılı olarak kullanılıp, söz konusu galvanizli borular TS.301.3’e

uygun, Fe.33-2 malzemedendir. Hidrolik testi takiben sıcak su ve sirkülasyon hatları projesinde belirtilen kalınlıklarda izolasyon malzemesi ile izole edilmiştir. Tesisat montajı sırasında mevcut binada açılmasına gereksinim duyulan yeni delikler karot ile açılıp, yeni yapılan bölümde ise gerekli rezervasyonlar bırakılmıştır [19].

• **Kapalı Genleşme Tankı (Membranlı) :**

90/70 °C sekonder devrelerde kullanılan membranlı kapalı genleşme tankları; mekanik tesisat uygulama projesinde belirtilen kapasitede, TS.11424'e uygun ölçü ve niteliklerde, en az TS.2162'ye uygun, Fe.37/2'ye uygun malzemedен yapılmış olup, 10 bar konstrüksiyon basıncında, değişebilir membranlıdır. Membranı minimum 100°C sıcaklığa dayanıklı veya kauçuk malzemedен, gövdesi özel silisyumlu saçtan sıvama yöntemiyle yapılmış, dış yüzeyleri özel epoksi fırın boya ile boyanmış, bağlantı ağızları karbon çeliğinden imal edilip, elektrogalvaniz kaplanmıştır. Kapalı genleşme tanklarının ön basınç değeri uygulama projesine uygun olarak ayarlanıp, emniyet ventili uygulama projesinde belirtilen çapta ve açma basıncında olup, tesisat merkezinde, kapalı genleşme tankları ön basınç değeri, sisteme ait minimum ve maksimum işletme basınç değerleri ile emniyet ventili açma basınç değeri kolayca okunabilecek büyüklükte tabela üzerine yazılarak asılmıştır [19].

• **Sirkülasyon Pompaları (90/70 °C Sekonder Devre) :**

Sistemde tesisi öngörülen 90/70 °C sekonder devre sirkülasyon pompaları; PN 10 kalitesinde olup, tüm pompa gruplarında her bir pompa çıkış kolektöründe “Wafer-Disk” tipi, PN 10 çekvalf kullanılmıştır.

Her bir pompa emme kolektöründe bir adet çap 100 mm – 10 bar manometre, çıkış kolektöründe birer adet Ø100 mm – 10 bar manometre ve Ø100 mm – 120 °C madeni termometre montajı yapılmıştır.

Üç hızlı pompalar, elektrik motorunun sargıları içine yerleştirilmiş bulunan özel sıcaklık algılayıcılar vasıtasıyla aşırı zorlanmalara ve blokaja karşı tam korunmuş olup, pompa üzerinde dönüş yönü kontrol ve arıza sinyali bulunarak, çarkı paslanmaz çelik ve cam elyafı takviyeli polipropilen, mili paslanmaz çelik, yatakları karbon menşeeeli, elektrik motorları standart norm kalitesinde olmuştur [19].

• **Plakalı Eşanjörler :**

Sistemde tesis edilen yeni eşanjörler projede belirtilen kapasitede, PN 16 kalitesinde olup, her iki devrede de basınç düşümü 2 metre su yüksekliği değerini geçmemiştir. Eşanjörler sökülebilir plakalı, contalı, plakalar AISI 316 kalitesinde, ön ve arka baskı plakaları St.37-2 çelikten üretilmiş ve epoxy-polyester boya ile kaplanmış, gerdirme saplamaları galvanizlenmiş St.37-2, somun ve diğer bağlantılar AISI316 paslanmaz çeliktendir. Eşanjör montajında giriş ve çıkışlarda hava tahliye ve drenaj vanaları, giriş ve çıkışta dört kolda madeni termometreler ve manometreler ikmal edilmiş olup, plakalı eşanjörler hakkında teknik bilgiler Çizelge 4.8’de verilmiştir [19].

**Çizelge 4.8.** Plakalı Eşanjör Teknik Özellikleri

Açıklama	Birim	
Primer Devrede Kızgın Su Çalışma Rejimi	°C	140/100
Sekonder Devrede Sıcak Su Çalışma Rejimi	°C	90/70 - 60/10
Primer Devrede Kullanılan Manometre	bar	15
Sekonder Devrede Kullanılan Manometre	bar	10
Primer Devrede Kullanılan Termometre	°C	200
Sekonder Devrede Kullanılan Termometre	°C	120

• **Kızgın Su Sirkülasyon Pompaları (140/100°C) :**

Isı merkezinde yeni tesis edilen 6 Adet 125.0 m<sup>3</sup>/h – 45.0 mSS – 1450 d/d kapasiteli kızgın su pompaları frekans konvertörlü olup, sıralı çalışmaktadır.

Isı merkezi ana kızgın su pompaları 140°C sıcaklığa dayanıklı, PN16 kalitesinde, yatay milli, tek kademeli önden emmeli, üstten basmalı, santrifüj tip, motor ve pompa aynı şase üzerinde kaplin bağlantılı, mekanik salmastralı olup, salmastra bölgesi soğutmalıdır. Pompa mili paslanmaz çelik, elektrik motoru koruma sınıfı IP55, pompa verimliliği EFF1 olup, pompalar -10°C/+140°C sıcaklıklar arasında çalışmaktadır.

Tüm kızgın su pompalarının emme ve basma borularına Ø100 mm – 15 bar manometre ile çıkışlarda Ø100 mm – 250°C madeni termometre takılmıştır [19].

- **Hava Tüpleri :**

Kızgın su tesisatında ve 90/70 °C ikincil devrelerde kullanılan hava tüpleri silindirik formda TSE.346/1'e uygun; çelik çekme borudan, sıcak su tesisatında TSE.301.3'e uygun; dikişli çelik borudan, alınları boru et kalınlığında sıvama yöntemiyle yapılmıştır. St.37 çelik saçtan bombelerle kapatılmak üzere 5.0 Litre kapasiteli, tüplerin imallerinde kullanılan borular, imalatı takiben iki kat antipas boya ile boyanmıştır [19].

- **Otomatik Fark Basınç By-Pass Vanası :**

Frekans konvektörlü kızgın su sirkülasyon pompaları emme ve basma kolektörleri arasında fark basınca göre çalışarak, minimum debi değerinde aşırı basınçta kolektörler arasında by-pass'ı sağlayan "Otomatik Fark Basınç By-Pass Vanası" projede belirtildiği şekilde 100 mm çapında, 5-5,5 bar aralığında çalışacak şekildedir [19].

- **Selenoid Vanalar :**

Kızgın su kapalı genişleme tankında gerek azot dolum ve tahliyesinde, gerekse aşırı suyun besi deposuna naklinde kullanılan selenoid vanalar, PN 16 kalitesinde projede belirtilen çaplardadır [19].

- **Presostatlar :**

Kızgın sulu kapalı genişleme tankında azot dolumunda ve tahliyesinde kullanılan presostatlar, projede belirtilen basınç ve fark basınçlarına uygun şekilde çalışıp, PN 16 kalitesindedir. Projede belirtilen fark basınçlarını aşan presostatlar kullanılmamıştır [19].

- **Kızgın Su Kazanları**

Kızgın su ısı merkezinde doğalgaz ve LPG olmak üzere çift yakıtlı, DESA Marka 4 adet kazan bulunmaktadır [19].



**Şekil 4.3.** Kazan Dairesinde Bulunan Pompaların ve Besi Suyu Deposunun [19]

Kızgın su kazanları; çok sayıda borudan oluşmakta ve içerisinde sıcak duman gazı geçirilerek borulardan mevcut su hattına ısı transferi sağlanması ile hava cihazlarına ulaştırılmaktadır. Ortamın ısıtılmasında ve fabrika içerisindeki boyahane fırınlarının ısıtılmasında kızgın su kazanları kullanılmaktadır [19]. Kazanlar hakkında detaylı teknik bilgi Çizelge 4.9’da verilmektedir.

**Çizelge 4.9.** İncelenen Tesiste Kullanılan Kazanların Teknik Özellikleri

Kazan Kapasitesi ( kJ/h )	Yakıt	İşletme Basıncı (kPa)	Sistemin Çalışma Sıcaklığı (°C)
11,5 Milyon	Doğalgaz / LPG	680	140 / 100
9,5 Milyon	Doğalgaz / LPG	680	140 / 100
8 Milyon	Doğalgaz / LPG	960	140 / 100
8 Milyon	Doğalgaz / LPG	680	140 / 100

- **Azot Tankı**

Isı merkezinde basınçlandırma kapalı tip olup, azot basınçlandırılmalıdır. Şekil 4.4’de verilen sistem 20 m<sup>3</sup> kapasiteli genleşme tankı yardımıyla, alt ve üst seviye kontrollü olup, tam otomatik olarak çalıştırılmaktadır. Azot tankı kızgın sulu sistemlerde kızgın su elde edebilmek için kullanılan bir tanktır [19].





Şekil 4.4. Azot Tankı [19]

- Besi Suyu Deposu

Besi suyu deposu, ısı merkezinde bulunan su yumuşatma cihazı kazan besi suyunun yumuşatılmasında kullanılmakta olup, Şekil 4.5’de verilen 10 m<sup>3</sup> kapasiteli depo kızgın su ile ısıtılmaktadır [19].



**Şekil 4.5.** Besi Suyu Deposu [19]

Kazanda ısınan su gidiş kolektörüne ulaşır ve oradan çıkan kızgın su ısıtma hattını besler. Isıtıcı cihazlardan dönen su dönüş kolektörüne girerek buradan da tekrar ısıtılmak üzere kazana girer. Bu döngü sırasında sistem gün içerisinde durdurulmaktadır. Bu zaman diliminde boruların içerisinde kalan sıcak su soğuyacaktır ve soğuyan suyun yoğunluğu azalır, boru içerisinde hava meydana gelecektir.

Eksilen suyun tamamlanması için besi deposu kullanılmaktadır. Besi deposundan su sisteme çeşitli kimyasallar karıştırarak yumuşatılıp, tav ve ön ısıtma yapılmış şekilde eksilen sisteme verilmektedir.

- **Kızgın Su Pompaları**

Kızgın su; ısı merkezinde ortak olarak tesis edilmiş olup, Şekil 4.6'dan görüleceği üzere 150 m<sup>3</sup>/h - 25 mSS kapasiteli KSB marka 6 adet kızgın su pompası ile tesise basılmaktadır [19].



**Şekil 4.6.** Kızgın Su Pompaları [19]

- **Kızgın su hatları**

Fabrika genelinde Şekil 4.7’de verilen kolektör odası Bina 1’e bağlı bir birimde bulunmakta olup, ayrıca Bina 1 ve Bina 3 arasında hat değişimlerini sağlamaktadır. Şekil 4.8’de da verilmekte olan 2 ayrı hat kapalı devre ring sisteminde fabrika içine kızgın su basan hatların çıkış noktasındaki dağılımını göstermektedir. Bu kapalı devre ring sistemleri tüm fabrika genelini dolaşmakta olup, kısımların kızgın su ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde dizayn edilmiştir [19].



Şekil 4.7. Kollektör Odası Hat Değişimleri



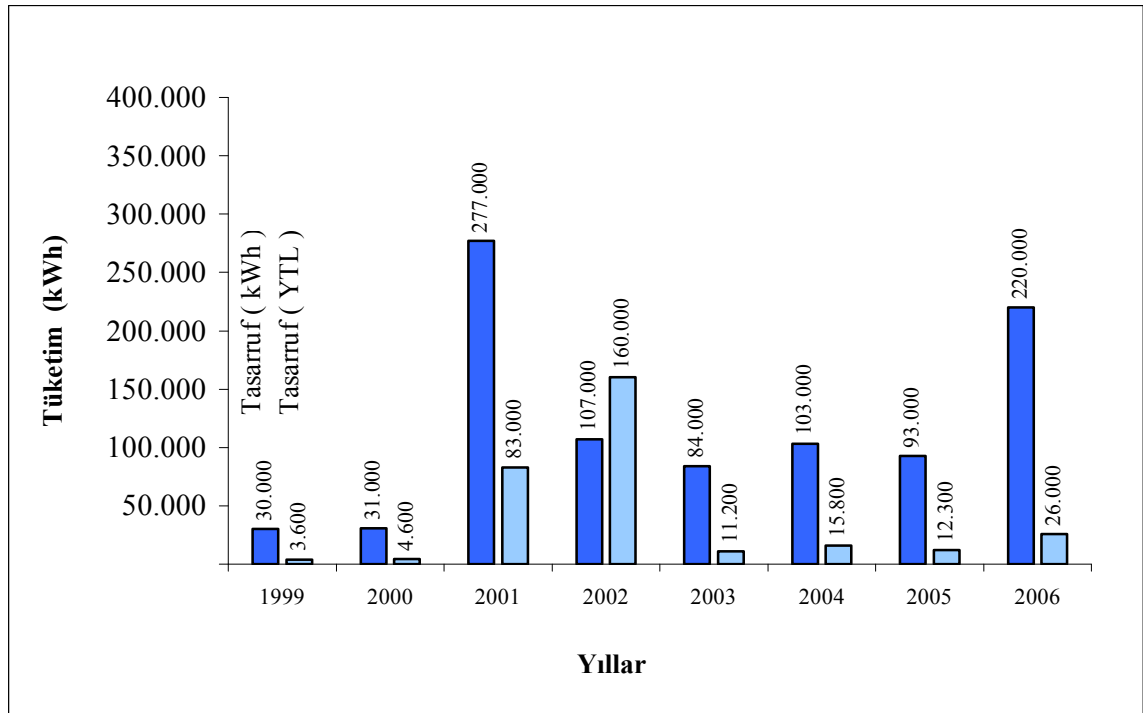
Şekil 4.8. Kazan Dairesinde Bulunan Pompaların ve Besi Suyu Deposunun Görünümü

#### 4.1.2. Kuruluşun 1999 – 2006 Yılları Arası Üretime Bağlı Tüketim Değerleri

İncelenen fabrikada 1999-2006 yılları arası elde edilen tasarruf miktarlarının kWh ve YTL biriminden karşılıkları Çizelge 4.10 ve Şekil 4.9’da verilmektedir [19]. Çizelge 4.10’da verildiği üzere 1999 yılında artışa geçen kWh biriminden tasarruf miktarı, 2006 yılına kadar artış göstererek devam etmiştir.

**Çizelge 4.10.** Fabrikanın 1999-2006 Yılları Arası Enerji Değerleri

Yıl	Tasarruf (kWh)	Tasarruf (YTL)	Yatırım (YTL)	Kümülatif (KWh)	Kümülatif (YTL)
1999	30.000	3.600	4.000	30.000	3.600
2000	31.000	4.600	5.000	61.000	8.200
2001	277.000	83.000	71.000	338.000	91.200
2002	107.000	160.000	22.500	445.000	107.200
2003	84.000	11.200	11.000	529.000	118.400
2004	103.000	15.800	27.400	632.000	134.200
2005	93.000	12.300	17.000	725.000	146.500
2006	220.000	26.000	21.000	945.000	172.500



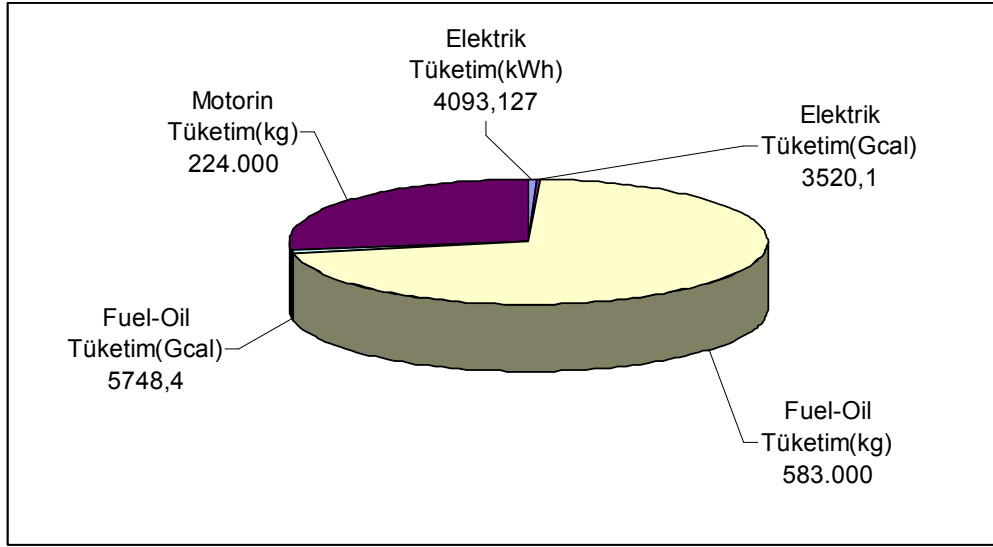
**Şekil 4.9** Fabrikanın 1999-2006 Yılları Arası Üretim-Enerji Değerlerinin Yıllara Göre Dağılımı

Şekil 4.9'daki dağılımda 1999 yılından 2006 yılına kadar tüketimin tasarrufla değişen dağılımı verilmiş olup, 2001 ve 2006 yıllarındaki tasarruf değerleri rakamsal olarak ortaya konulmuştur. İncelenen fabrikada 1999 yılı itibarı ile elektrik, fuel-oil, motorin tüketimlerinin kWh, Gcal ve kg birimlerinden değerleri Çizelge 4.11 ve Şekil 4.10'da verildiği gibidir. Çizelge 4.11'den de anlaşılacağı üzere 1999 yılında 583.000 kg'lık tüketimi ile gözler önüne çıkan fuel-oil, en çok kullanım gerektiren yakıtlar arasına girmiştir. Elektrikten sonra en çok tüketimi olan fuel-oil, 1999 yılından sonra giderek azalma göstermeye başlamıştır.

Çizelge 4.11'de toplam maliyet değerlerini çıkarırken, elektriğin 1999 yılı birim fiyatı olan 27 Ykr, fuel-oil'in 1999 yılı birim fiyatı olan 640 Ykr ve motorinin de 1999 yılı birim fiyatı olan 1,9 YTL alınarak hesaplara dahil edilmiştir.

**Çizelge 4.11.** Fabrikanın 1999 Yılı Elektrik-Fuel Oil-Motorin Tüketim Değerleri

1999	Elektrik Tüketim(kWh)	Elektrik Tüketim(Gcal)	Fuel-Oil Tüketim(kg)	Fuel-Oil Tüketim(Gcal)	Motorin Tüketim(kg)
Ocak	277	237,9	95.000	936,7	20.000
Şubat	289	248,6	60.000	591,6	16.000
Mart	229	196,7	60.000	591,6	19.000
Nisan	228	196,4	40.000	394,4	10.000
Mayıs	262	225,1	30.000	295,8	16.000
Haziran	359	308,5	20.000	197,2	15.000
Temmuz	315	271,0	20.000	197,2	15.000
Ağustos	291	250,6	15.000	147,9	16.000
Eylül	399	343,7	20.000	197,2	15.000
Ekim	529	454,9	30.000	295,8	32.000
Kasım	522	449	74000	729,6	24.000
Aralık	392	337,6	119.000	1173,3	26.000
Toplam	4093	3520,1	583.000	5748,4	224.000
<b>Toplam Maliyet(YTL)</b>	<b>111.306,3569</b>		<b>37.514,369</b>		<b>42.782,343</b>

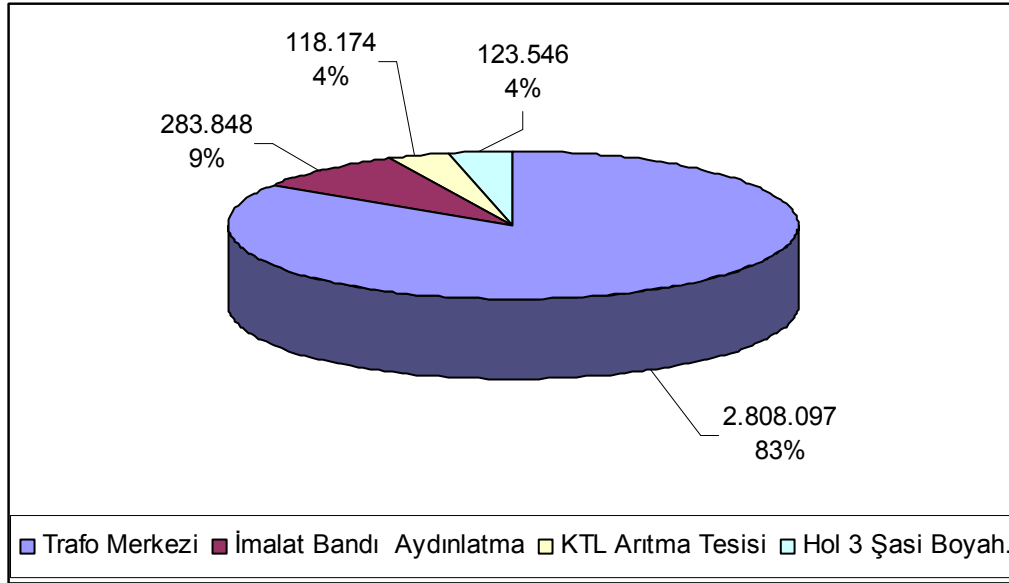


**Şekil 4.10.** Fabrikanın 1999 Yılı Elektrik-Fuel Oil-Motorin Tüketim Değerlerinin Grafikselsel Gösterimi

2006 yılı fabrika kısımlarından trafo merkezi, imalat bina aydınlatma, KTL arıtma ve şasi boyahanesi için tüketilmiş olan enerjinin kWh biriminden değerleri ve maliyet dağılımları Çizelge 4.12 ve Şekil 4.11’de verilmiştir.

**Çizelge 4.12.** 2006 Yılı Trafo Merkezi-İmalat Bandı Aydınlatma-KTL Arıtma Tesisi-Şasi Boyahanesi Elektrik Tüketim Değerleri (kWh)

2006	Trafo Merkezi	İmalat Bandı Aydınlatma	KTL Arıtma Tesisi	Hol 3 Şasi Boyah.
Ocak	212.623	23.156	9503	8335
Şubat	242.443	29.661	9062	11.020
Mart	243.561	28.669	10.204	12.192
Nisan	236.956	24.934	9527	11.428
Mayıs	244.551	24.625	10.215	11.850
Haziran	239.226	20.234	9559	12.009
Temmuz	230.227	17.735	9508	9045
Ağustos	275.450	23.340	11.237	13.284
Eylül	223.887	21.641	10.187	9975
Ekim	190.350	20.126	9582	7867
Kasım	241.140	27.438	9670	9267
Aralık	227.683	22.289	9920	7274
<b>TOPLAM</b>	<b>2.808.097</b>	<b>283.848</b>	<b>118.174</b>	<b>123.546</b>



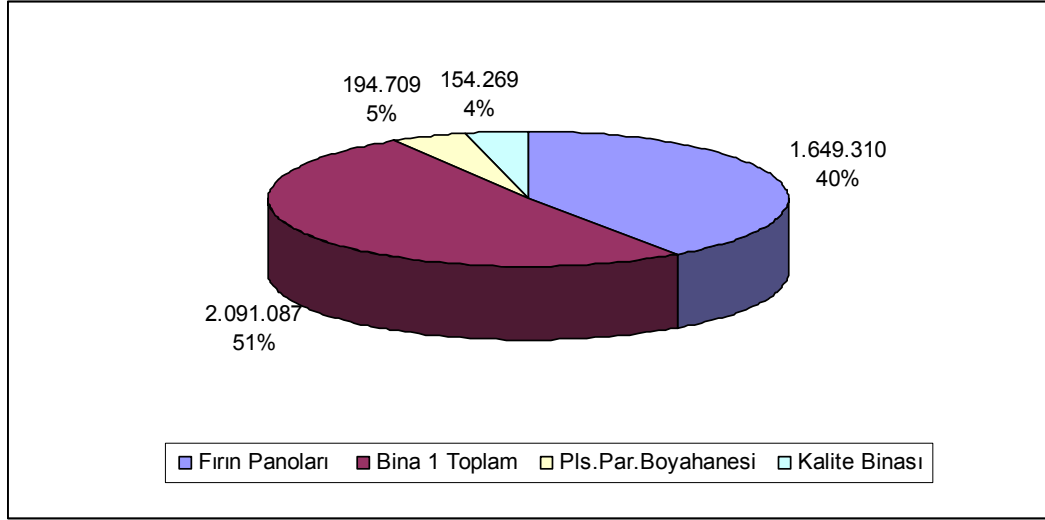
**Şekil 4.11.** 2006 Yılı Trafo Merkezi-İmalat Bandı Aydınlatma-KTL Arıtma-Şasi Boyahanesi Elektrik Tüketim Dağılımları (kWh)

Fırın panoları, Bina 1, plastik parça boyahanesi, kalite binasının 2006 yılında tüketmiş olduğu enerjinin kWh biriminden değerleri ve maliyet dağılımları Çizelge 4.13 ve Şekil 4.12’de verildiği gibidir.

**Çizelge 4.13.** 2006 Yılı Fırın Panoları-Bina 1-Plastik Parça Boyahanesi-Kalite Binası Elektrik Tüketim Değerleri (kWh)

2006	Fırın Panoları	Bina 1 Toplam	Plastik Parça Boyahanesi	Kalite Binası
Ocak	118.588	154.564	14.786	17.108
Şubat	145.317	182.074	20.482	17.584
Mart	144.755	175.712	17.154	11.646
Nisan	144.715	157.987	16.888	7644
Mayıs	150.208	178.047	15.982	8366
Haziran	150.906	183.912	19.574	14.645
Temmuz	129.271	170.211	15.267	12.431
Ağustos	163.651	237.952	20.658	20.110
Eylül	136.914	168.041	14.015	7922
Ekim	121.382	132.384	10.501	6474
Kasım	127.019	177.634	15.836	14.661
Aralık	116.584	172.569	13.566	15.678
<b>TOPLAM</b>	<b>1.649.310</b>	<b>2.091.087</b>	<b>194.709</b>	<b>154.269</b>



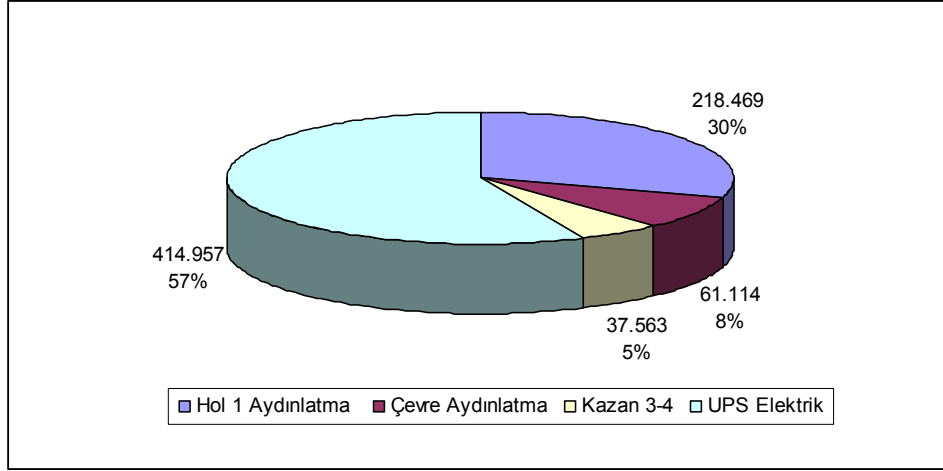


**Şekil 4.12.** 2006 Yılı Fırın Panoları-Bina 1-Plastik Parça Boyahanesi-Kalite Binası Elektrik Tüketim Dağılımları (kWh)

İncelenen kuruluşun 2006 yılında Parça İmalat ( Hol 1 ) , Çevre aydınlatma, Kazan 3-4, UPS kesintisiz güç kaynağı ünitesi için tüketmiş olduğu enerjinin kWh biriminden değerleri ve maliyet dağılımları Çizelge 4.14 ve Şekil 4.13’de verildiği gibidir.

**Çizelge 4.14.** 2006 Yılı Parça İmalat (Hol 1) -Çevre Aydınlatma-Kazan (3-4)-UPS Elektrik Tüketim Değerleri (kWh)

2006	Parça İmalat ( Hol 1 ) Aydınlatma	Çevre Aydınlatma	Kazan 3-4	UPS Elektrik
Ocak	19.609	4992	4750	28.928
Şubat	22.587	4170	4963	31.665
Mart	17.540	5160	6617	35.430
Nisan	26.016	4417	3839	35.285
Mayıs	19.768	4219	2917	36.608
Haziran	16.451	3704	1483	36.096
Temmuz	14.486	4125	1489	34.773
Ağustos	15.646	4850	1598	39.500
Eylül	17.431	5344	768	35.118
Ekim	15.456	6113	897	32.269
Kasım	17.110	6665	3671	35.680
Aralık	16.369	7355	4571	33.605
<b>TOPLAM</b>	<b>218.469</b>	<b>61.114</b>	<b>37.563</b>	<b>414.957</b>

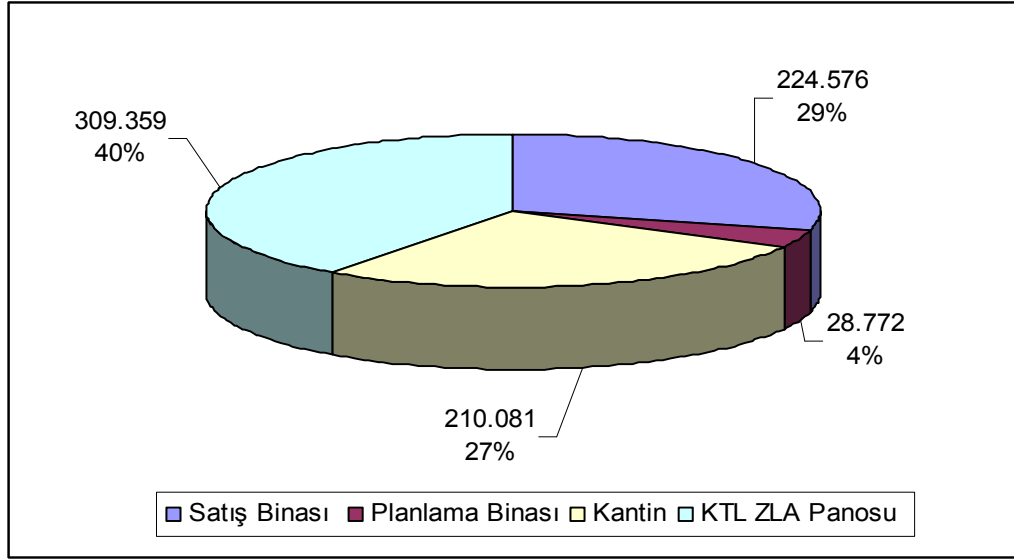


**Şekil 4.13.** 2006 Yılı Parça İmalat ( Hol 1 )-Çevre Aydınlatma-Kazan (3-4)-UPS Elektrik Tüketim Dağılımları (kWh)

2006 yılı satış binası, planlama binası, kantin, KTL panolarının tüketmiş olduğu enerjinin kWh biriminden değerleri ve maliyet dağılımları Çizelge 4.15 ve Şekil 4.14’de verilmiş olup, KTL panoları en fazla elektrik yükünü çekmektedir.

**Çizelge 4.15.** 2006 Yılı Satış Binası-Planlama Binası-Kantin-KTL Pano Elektrik Tüketim Değerleri (kWh)

2006	Satış Binası	Planlama Binası	Kantin	KTL ZLA Panosu
Ocak	20.232	2646	10.289	19.586
Şubat	29.750	1450	11.599	19.985
Mart	20.412	1768	12.862	19.587
Nisan	24.382	1754	11.686	19.973
Mayıs	13.468	2205	16.084	24.203
Haziran	14.613	3170	25.514	24.463
Temmuz	13.540	4099	24.223	26.253
Ağustos	15.379	6190	40.465	28.131
Eylül	11.295	2467	18.950	28.822
Ekim	11.539	989	11.336	32.183
Kasım	23.883	859	14.830	32.677
Aralık	26.083	1175	12.243	33.496
<b>TOPLAM</b>	<b>224.576</b>	<b>28.772</b>	<b>210.081</b>	<b>309.359</b>

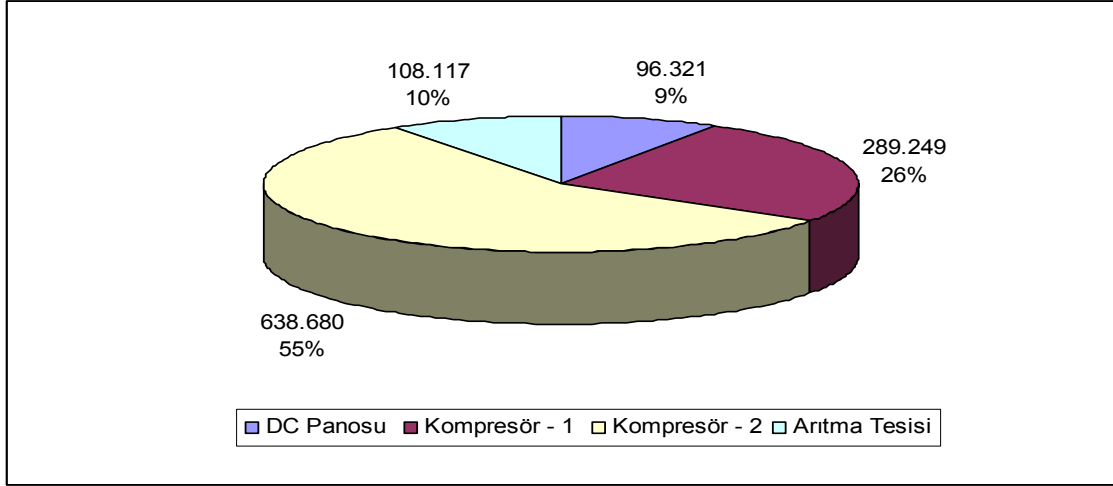


**Şekil 4.14.** 2006 Yılı Satış Binası-Planlama Binası-Kantin-KTL Pano Elektrik Tüketim Dağılımları (kWh)

2006 yılı DC panosu, kompresör 1-2 ve arıtma tesisinin tüketmiş olduğu enerjinin kWh biriminden değerleri ve yüzdeleri dağılımları Çizelge 4.16 ve Şekil 4.15’de verildiği gibidir.

**Çizelge 4.16.** 2006 Yılı DC Panosu-Kompresörler-Arıtma Tesisi Elektrik Tüketim Değerleri (kWh)

2006	DC Panosu	Kompresör - 1	Kompresör – 2	Arıtma Tesisi
Ocak	5561	37.378	25.815	7851
Şubat	7909	26.066	49.758	7613
Mart	8078	43.482	37.236	8479
Nisan	8491	25.696	56.469	8938
Mayıs	8993	5466	81.573	10.238
Haziran	9994	4996	78.606	9752
Temmuz	7696	36.749	44.644	10.063
Ağustos	11.065	43.490	57.328	9723
Eylül	8360	10.295	73.592	8342
Ekim	7080	15.965	52.759	7227
Kasım	7240	15.140	48.822	9918
Aralık	5854	24.526	32.078	9973
<b>TOPLAM</b>	<b>96.321</b>	<b>289.249</b>	<b>638.680</b>	<b>108.117</b>

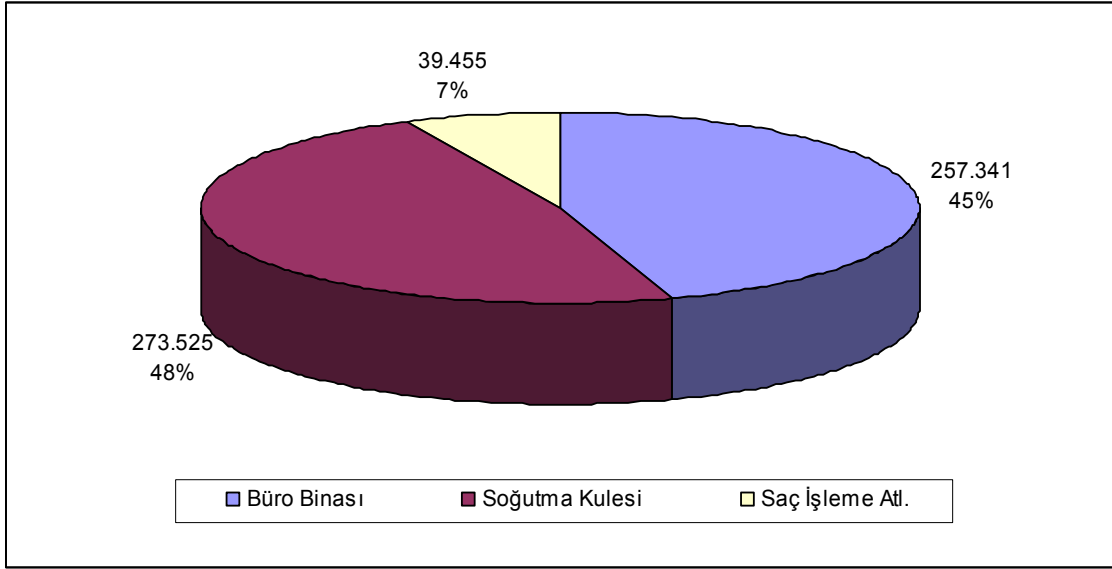


**Şekil 4.15.** 2006 Yılı DC Panosu-Kompresörler-Arıtma Tesisi Elektrik Tüketim Dağılımları (kWh)

Fabrika birimlerinden büro binası, soğutma kulesi, saç işleme atelyesinin 2006 yılında tüketmiş olduğu enerjinin kWh biriminden değerleri ve yüzdeleri Çizelge 4.17 ve Şekil 4.16'da verildiği gibidir.

**Çizelge 4.17.** 2006 Yılı Büro Binası-Soğutma Kulesi-Saç İşleme Atölyesi Elektrik Tüketim Değerleri (kWh)

2006	Büro Binası	Soğutma Kulesi	Saç İşleme Atl.
Ocak	13.557	18.208	3498
Şubat	16.649	25.029	4084
Mart	16.900	25.140	4111
Nisan	15.000	24.451	2331
Mayıs	15.444	27.082	2300
Haziran	34.377	28.910	3589
Temmuz	38.712	11.222	2612
Ağustos	46.731	33.052	4350
Eylül	25.040	25.220	3961
Ekim	10.633	18.971	2134
Kasım	14.317	20.743	3808
Aralık	9981	15.497	2677
<b>TOPLAM</b>	<b>257.341</b>	<b>273.525</b>	<b>39.455</b>



**Şekil 4.16.** 2006 Yılı Büro Binası-Soğutma Kulesi-Saç İşleme Atölyesi Elektrik Tüketim Dağılımları (kWh)

2006 yılı boyahane astar, fırın, boyahane PVC kısımlarının Nm<sup>3</sup> biriminden tüketmiş olduğu doğalgaz değerleri Çizelge 4.18’de verilmiştir.

**Çizelge 4.18.** 2006 Yılı Fosfatlama-Boyahane Astar-Fırın-Boyahane PVC Doğalgaz Tüketim Değerleri (Nm<sup>3</sup>)

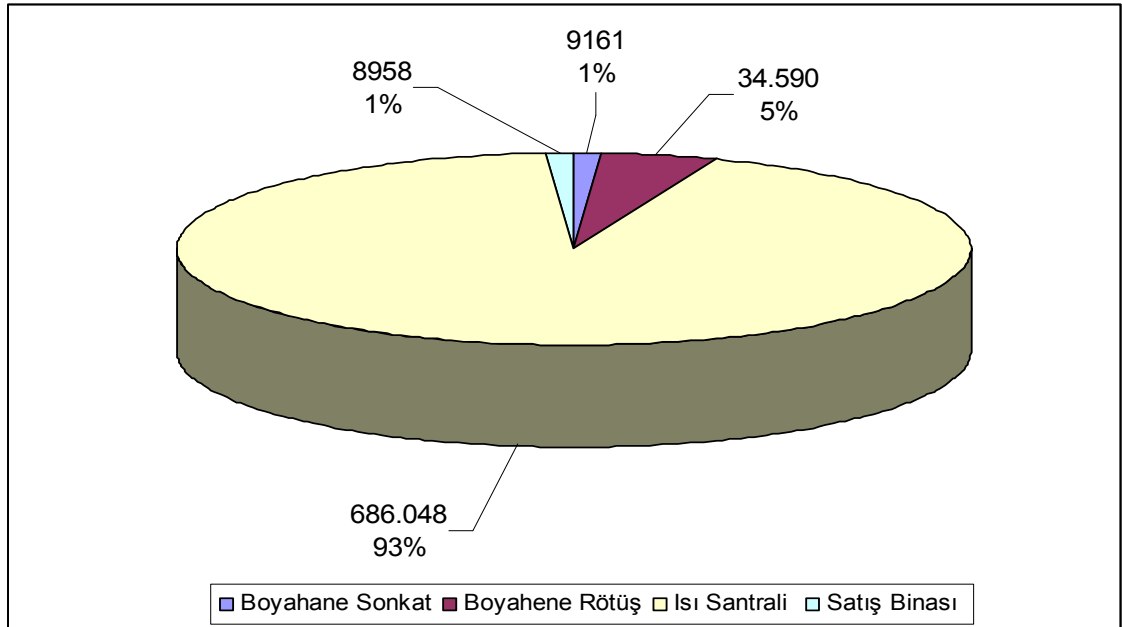
2006	Boyahane Astar	Fırın	Boyahane PVC
Ocak	2152	5843	1370
Şubat	3213	8466	2050
Mart	3642	9863	2248
Nisan	3671	5025	2149
Mayıs	3758	9680	2016
Haziran	4460	11.387	2285
Temmuz	3369	8030	1605
Ağustos	4634	10843	2153
Eylül	3983	8781	1806
Ekim	2963	6167	1281
Kasım	3017	7967	1659
Aralık	1128	43	1401
<b>TOPLAM</b>	<b>39.990</b>	<b>98.095</b>	<b>22.023</b>

İncelenen kuruluşun kısımlarından boyahane son kat, boyahane rötuş, ısı santrali, satış binasının 2006 yılı için Nm<sup>3</sup> biriminden tüketmiş olduğu doğalgaz değerleri Çizelge 4.19 ve

Şekil 4.17’de verildiği gibi olup, Kasım ve Aralık aylarında boyahane son kat ve boyahane rötüş binalarında sayaç arızası nedeniyle ölçüm yapılamamıştır. Bu nedenle ilgili yere bir değer yazılmamıştır.

**Çizelge 4.19.** 2006 Yılı Boyahane Son Kat-Boyane Rötüş-Isı Santrali-Satış Binası Doğalgaz Tüketim Değerleri (Nm<sup>3</sup>)

2006	Boyahane Sonkat	Boyahane Rötüş	Isı Santrali	Satış Binası
Ocak	701	2851	121.109	689
Şubat	1036	4067	126.779	1024
Mart	1086	4167	92.929	1072
Nisan	1037	3891	57.562	1021
Mayıs	941	3375	41.011	884
Haziran	938	3294	16.315	912
Temmuz	708	2373	12.130	694
Ağustos	1043	4200	13.200	1031
Eylül	1029	3984	13.585	1020
Ekim	642	2388	20.500	611
Kasım	0	0	79.348	0
Aralık	0	0	91.580	0
<b>TOPLAM</b>	<b>9161</b>	<b>34.590</b>	<b>686.048</b>	<b>8958</b>

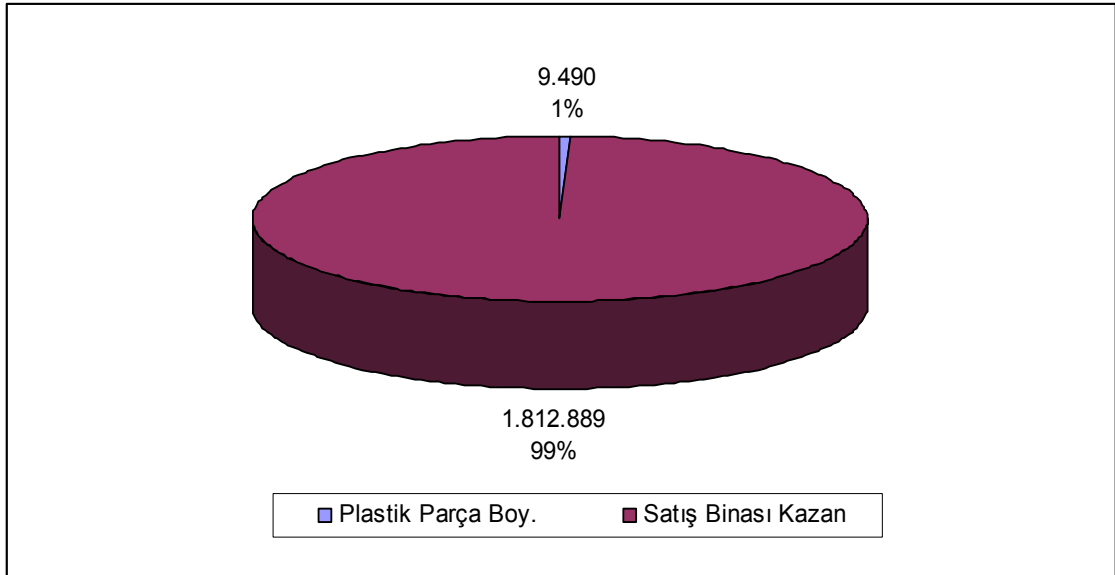


**Şekil 4.17.** 2006 Yılı Boyahane Son Kat-Boyane Rötüş-Isı Santrali-Satış Binası Doğalgaz Tüketim Dağılımları (Nm<sup>3</sup>)

2006 yılı fabrika kısımlarından plastik parça boyahanesi, satış binası kazan kısımları için Nm<sup>3</sup> biriminden tüketmiş olduğu doğalgaz değerleri ve pay dağılımları Çizelge 4.20 ve Şekil 4.18'de verilmiştir.

**Çizelge 4.20.** 2006 Yılı Plastik Parça Boy.-Satış Binası Kazan Doğalgaz Tüketim Değerleri (Nm<sup>3</sup>)

2006	Plastik Parça Boy.	Satış Binası Kazan
Ocak	1343	18.668
Şubat	857	142.095
Mart	883	150.708
Nisan	916	159.306
Mayıs	830	160.328
Haziran	830	160.328
Temmuz	700	160.328
Ağustos	792	160.328
Eylül	693	160.328
Ekim	481	162.960
Kasım	673	179.305
Aralık	492	198.207
<b>TOPLAM</b>	<b>9490</b>	<b>1.812.889</b>

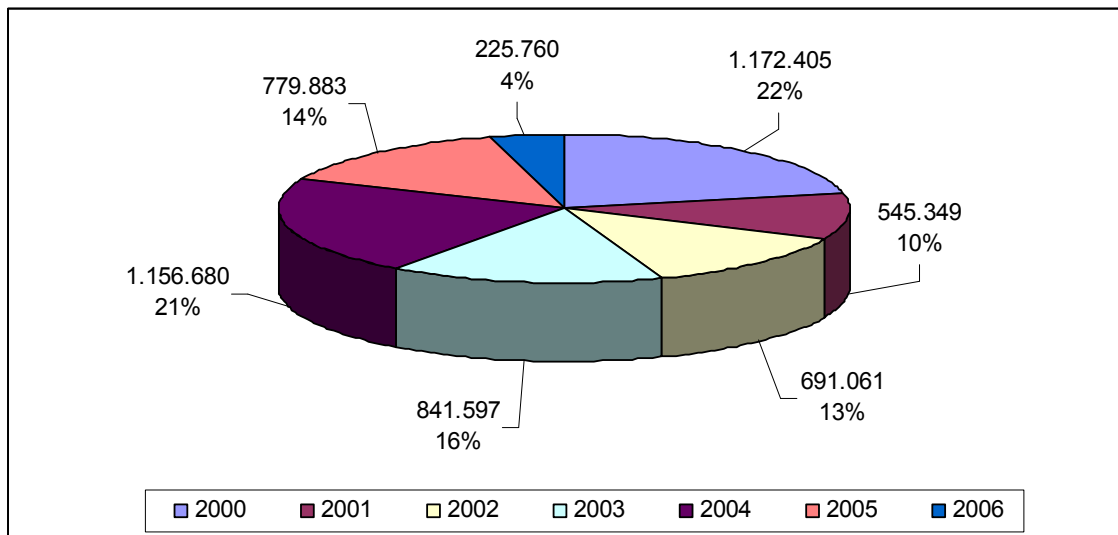


**Şekil 4.18.** 2006 Yılı Plastik Parça Boy.-Satış Binası Kazan Doğalgaz Tüketim Dağılımları (Nm<sup>3</sup>)

2000-2006 yılları arası tüketilen dizel akaryakıtın litre biriminden tüketim değerleri ve pay dağılımları Çizelge 4.21 ve Şekil 4.19’da verildiği gibi olup, 2000 ve 2004 yıllarında üretim sayısına bağlı bir tüketim artışı göze çarpmaktadır.

**Çizelge 4.21.** 2000-2006 Yılları Arası Dizel Akaryakıtın Yıllar Bazında Aylık Tüketim Değerleri (Lt)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Ocak	122.540	76.317	76.058	60.690	91.035	99.960	20.100
Şubat	81.967	67.954	44.625	16.065	71.400	124.950	16.300
Mart	71.614	39.136	63.412	62.475	98.175	128.368	19.100
Nisan	104.533	49.819	52.434	66.045	98.175	56.909	10.400
Mayıs	90.606	22.321	44.982	58.905	69.615	81.779	16.020
Haziran	81.039	23.205	82.110	55.335	80.325	40.965	15.300
Temmuz	93.248	13.503	7.140	71.400	96.390	53.103	15.200
Ağustos	37.609	37.485	51.765	67.830	107.100	45.517	16.100
Eylül	130.465	32.603	37.485	87.465	112.455	60.690	15.000
Ekim	108.510	35.557	64.260	87.465	128.520	47.034	32.030
Kasım	123.352	83.189	83.895	96.390	124.950	22.758	24.200
Aralık	126.922	64.260	82.895	111.532	78.540	17.850	26.010
<b>Toplam</b>	<b>1.172.405</b>	<b>545.349</b>	<b>691.061</b>	<b>841.597</b>	<b>1.156.680</b>	<b>779.883</b>	<b>225.760</b>



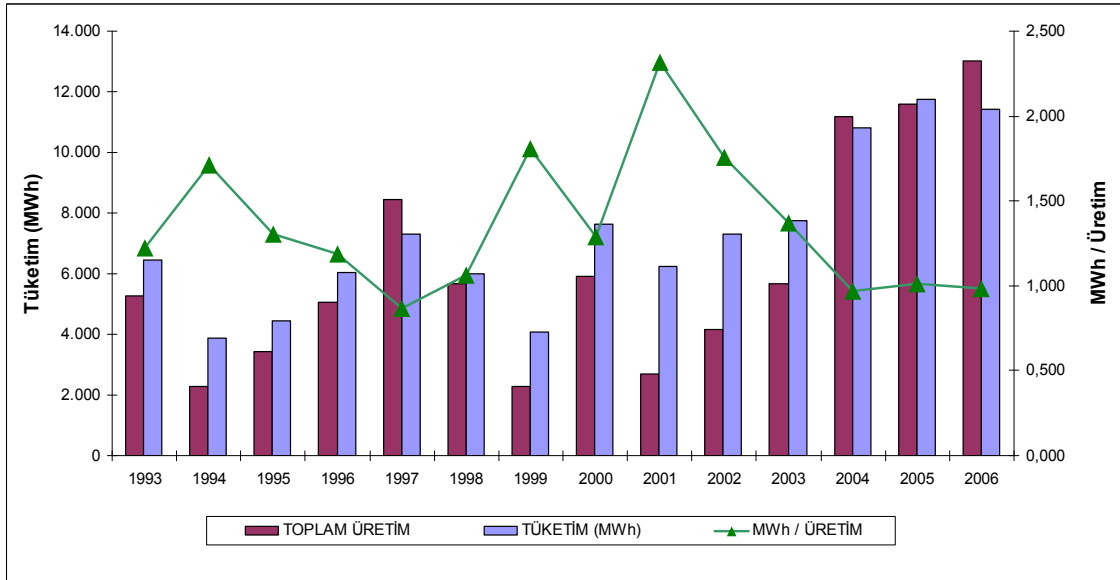
**Şekil 4.19.** Fabrikanın 2000-2006 Yılları Arası Dizel Akaryakıt Tüketim Değerleri Dağılımı



1993-2006 yılları arası fabrika genelinde tüketilen toplam elektrik tüketim ve maliyet dağılımları Çizelge 4.22 ve Şekil 4.20’de verildiği gibidir.

**Çizelge 4.22.** 1993-2006 Yılları Arası Elektrik Tüketim ve Maliyet Değerleri

	Toplam üretim	Tüketim (MWh)	Ödenen ( € )	MWh / Üretim	€ / Üretim
1993	5266	6431	457.000	1,221	86.783
1994	2269	3884	223.000	1,712	98.281
1995	3419	4465	222.000	1,306	64.931
1996	5073	6026	357.000	1,188	70.373
1997	8430	7300	416.000	0,866	49.348
1998	126	157	199	99	141
1999	2269	4100	245.000	1,807	107.977
2000	5906	7637	534.000	1,293	90.417
2001	2687	6225	445.000	2,317	165.61
2002	4170	7320	579.000	1,755	138.849
2003	5656	7770	546.000	1,374	96.535
2004	11.177	10.834	722.500	0,969	64.642
2005	11.580	11.756	773.000	1,015	66.753
2006	13.007	11.425	751.235	0,986	64.873

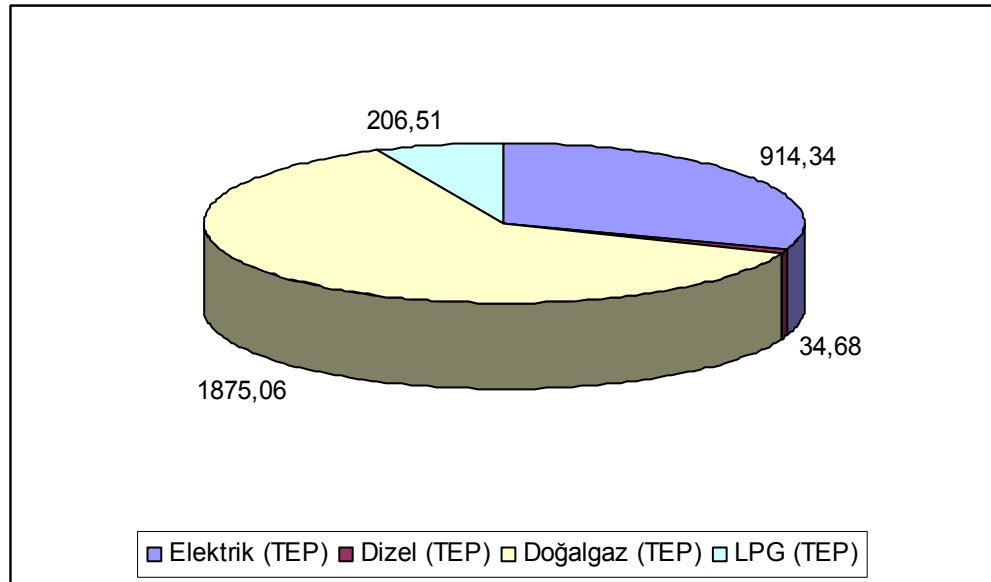


**Şekil 4.20.** 1993-2006 Yılları Arası Elektrik Tüketim ve Maliyet Değerleri Grafiği (MWh)

2004 yılı üretim adetine bağlı elektrik, dizel akaryakıt, LPG cinsinden incelenen kuruluşun genel tüketim değerleri ve dağılımları Çizelge 4.23 ve Şekil 4.21’de verilmiştir.

**Çizelge 4.23.** 2004 Yılı Üretime Bağlı Elektrik-Dizel-Doğalgaz-LPG Tüketim Değerleri

2004	Elektrik (TEP)	Dizel (TEP)	Doğalgaz (TEP)	LPG (TEP)
Ocak	39,46	1,84	188,34	60,29
Şubat	56,8	2,14	205,92	8,89
Mart	68,92	3,16	188,08	11,07
Nisan	66,62	2,86	161,27	12,52
Mayıs	92,9	3,47	119,33	14,97
Haziran	83,8	3,67	96,38	14,24
Temmuz	89	3,98	87,46	16,17
Ağustos	88,18	2,65	72,82	14,67
Eylül	67	2,96	63,8	10,49
Ekim	67,4	2,65	93,52	12,89
Kasım	91,71	2,65	215,53	13,99
Aralık	102,55	2,65	382,61	16,32
<b>Toplam</b>	<b>914,34</b>	<b>34,68</b>	<b>1875,06</b>	<b>206,51</b>



**Şekil 4.21.** 2004 Yılı Üretime Bağlı Elektrik-Dizel-Doğalgaz-LPG Tüketim Dağılımları

Verilen tüketim değerleri çizelgelerinin amacı aylık ve yıllık bazda enerjinin kullanım yerleri ve ağırlıklarını görmek olacağı gibi, analizleri de yapılmış olacaktır.

## 4.2. Yöntem

### 4.2.1. Kızgın Su Hatlarının Genel Problemleri

Fabrika genelinde daha önce yapılmış olan optimizasyon çalışması kapsamında karşılaşılan problemler aşağıda verildiği gibi olup, çözüm yoluna gidilmiştir. Kızgın su hatları incelendiğinde, genel olarak dengesiz bir durum görülmekte ve bazı hatlarda atıl kapasiteye karşılık, bazı hatların aşırı yüklendiği tespit edilmiştir. Ayrıca bazı hatlarda kısa devre problemi yaşanmakta olup, pompa problemi de mevcuttur.

- **Aşırı yüklenme problemi:**

Kolektör odası ile 3 No'lu Bina arasındaki Ø150 mm teknolojik hat, taşıdığı ısı itibariyle aşırı yüklenmiş durumda bulunmaktadır.

100 mm çaplı 24, 16 ve 2 nolu giriş kontrol binaları hattı ile Ø125 mm 4 No'lu bina hatları kapasitelerine oranla yeterli bir durum arz etmektedir.

- **Kısa devre problemi:**

Kolektör odasından itibaren Ø125 mm yemekhane, idare, çıraklık eğitim merkezi, sağlık binası ve bistro hattı üzerindeki klima santralleri, kısa devre oluşturmakta ve hat kapasitesini aşırı zorlamaktadır.

- **Kapasite yetersizliği:**

Çıraklık eğitim merkezi hattı üzerindeki 50 mm'lik hat, kapasiteye oranla fevkalade yetersiz kalmaktadır. 200 mm çaplı teknolojik hat kapasitesinin yarısını taşımaktadır.

- **Pompa problemi:**

Toplam ısı gereksinimine karşılık 600 m<sup>3</sup>/h kapasiteli toplam kızgın su debisi ısı merkezindeki 150 m<sup>3</sup>/h kapasiteli 25 mSS pompalardan 4 adedi ile karşılanır durumdadır. Fakat hatların mevcut durumu dikkate alınarak yapılan hesaplarda yaklaşık 45 mSS pompa basıncına gereksinim duyulmaktadır. Belirtilen değer mevcut pompa basıncının iki katına yakın olduğu düşünüldüğünde mevcut pompaların yetersizliği kolayca görülebilmektedir.

- **Üç yollu vana problemi:**

Zaman içerisinde, idare tarafından pompalar  $\Delta T$  kontrollü olarak frekans konvertörlü hale getirilmiş; ancak tüketim genel olarak, üç yollu vanalarla kontrol edilmesi ve elemanların

tesis edilememesi gibi nedenlerle, düzgün akış kontrolü sağlanamadığından söz konusu pompalar frekans konvertörlü olarak kullanılamamaktadır.

- **Hatların karışma problemi:**

Isı merkezinde kızgın su çıkışları ısıtma ve teknolojik hat olarak ikiye ayrılmış olmakla birlikte, zamanla kullanım yönünden iki hattın karışmış olduğu gözlenmektedir. Hatlardaki karışma problemi; hattın teknolojik hat mı, ısıtma hattı mı diye bakılmaksızın hatlardan tesiste duyulan ihtiyaca göre branşmanlarla sıcak hava cihazları beslenmiştir. Bu ise zamanla bu iki hattın kullanım yönünden karışmasına yol açmıştır.

- **Isıl dengeleme problemi :**

Bina içlerinde eşanjör, klima santrali, hava apareyi, hava perdesi, fan-coil gibi farklı özellik arz eden cihazlarda gruplama ve hat ayrımı bulunmamaktadır. Genel olarak üç yollu kontrol vanaları ile kontrol edilen tesiste genelde ısıl dengeleme güçlükleri yaşanmaktadır. Bu da fabrikanın konforunu olumsuz yönde etkilemektedir. Fabrikanın kimi kısmı aşırı ısınıp, soğurken; kimi kısmı çok az ısınıp, soğumaktadır.

#### 4.2.2. Tesiste Yapılan Tadilatın Kapsamları Hakkında Genel Bilgiler

Fabrika genelinde yapılan tadilatın geneli daha önce yapılan keşifler ve karşılaşılan sıkıntıların çözümüne yönelik olmuş ve optimizasyon anlamında bir yenileme yapılarak, tasarrufa gidilmesi hedeflenmiştir. Bu konular ana hatlarıyla aşağıda verildiği gibidir.

- Tesiste yeni yapılacak binalar ile iptal edilecek hatlar ve cihazlar dikkate alınarak genel hat düzenlemesi yapılmıştır.

- Isı merkezinde kazan, brülörler ve pompalarda ısı tasarrufu potansiyelinin değerlendirilmesine yönelik tadilatlar yapılmıştır.

- Genel olarak tesiste ısı tüketen tüm armatürlerde iki yollu motorlu vanalar ile sıcaklık kontrollü, balans vanaları ile azami akış kontrolü sağlanmış, ayrıca fark basınç kontrol vanaları ile pompa basıncının aşırı etkin olduğu yerlerde bina bazında dinamik basınç kontrolü sağlanmıştır.

- Uzun aparey hatlarının bulunduğu binalarda sekonder devre pompalı sabit debili değişken sıcaklıklı sekonder devreler oluşturulmuştur. Bu şekilde sistemin bütününde kontrolsüz tek bir nokta bırakılmayarak, merkezi ısıtma sistemine ait 140/100°C kızgın sulu primer devrede, sabit sıcaklıklı değişken debili sistem mutlak olarak tesis edilmiştir.

- Kızgın su pompaları tam olarak sabit basınç referanslı frekans konvertörlü olarak çalışacak şekilde mekanik tesisat projesinde belirtilen değerlere uygun olarak yenilenmiştir.
- Tesis genelinde iki yollu motorlu vana kontrolünde, kızgın su dönüş suyu sıcaklık kontrollü sistem senaryosuna ek bir opsiyon olarak tesis edilmiştir.
- Tadilat sırasında idare tarafından yapımı planlanan 5 No'lu Binanın yaklaşık 418.600 kJ/h ısı gereksinimi ile 24 nolu binaya yapılacak eklentinin yaklaşık 502.320 kJ/h olan ısı gereksinimi ısı merkezinden karşılanıp, buna göre hat tadilatları yapıp, yeni hatlar tesis edilmiştir.
- Genleşme tankı, tesisin yeni durumuna göre projeye uygun olarak su hacmi, genleşme miktarı ve işletme basınçları dikkate alınarak yenilenmiştir.

#### **4.2.3. Kazanlarda Enerji Verimliliğinin Arttırılması**

Genel olarak kazanlar, bir yakıttaki enerjiyi ısı şeklinde açığa çıkartarak oluşan ısı enerjisini bir akışkana verecek şekilde imal edilmiş ve basınç altında çalışan kapalı bir kap olarak tanımlanabilir. Kazanlar, konutlarda ısınma için kullanılabildiği gibi enerji gereksinimi olan bir çok sanayi dalında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Kullanım ihtiyaçlarına göre çok değişik türlerde üretilen kazanlar, ilk yatırım ve işletme giderleri bakımından oldukça pahalı enerji üreteçleridir. Bu nedenle, amaca uygun kazan seçilmeli, işletilmesinde ve bakımında gerekli özen gösterilmelidir.

Binalarda ısınma ve kullanım amaçlı sıcak su ihtiyacını sağlamadan, büyük su borulu tipleri vasıtasıyla sanayide yüksek basınçta buhar üretimine kadar geniş bir alanda kullanılan kazanlar; kullanılan yakıtın cinsine, yakıtın yakıldığı ocağın cinsine, ürettikleri akışkanın cinsine, çalışma basıncına, yapım tarzına ve imalat malzemesi cinsine göre çok değişik şekilde sınıflandırılabilir.

Kazanlarda iyi bir yanma, yanma ekipmanlarının performansı kadar, sağlanan havanın ve yakıtın kalitesine de bağlıdır.

Bunun için;

- Kazan dairesine hava temini yeterli olmalı ve yakma ekipmanlarındaki hava basıncı sabit olmalıdır.
- Fuel-Oil de, yağ sabit bir viskozitede olmalı ve aşırı sıcaklık dalgalanmaları minimuma indirilmelidir.

- Gazlarda, brülöre giren gaz basıncı sabit olmalıdır.
- Kömürde, kömürün tane büyüklüğü, nem, uçucu madde miktarı ve reaksiyona girme kabiliyeti göz önünde alınarak mümkün olduğunca homojen bir karışım sağlanmalıdır.

Kazanların emniyetli, verimli, çevreyi kirletmeden ve uzun ömürlü olarak istenilen şartlarda buhar, kızgın su veya sıcak su üretebilmesi üzerine konulan ölçme ve kontrol cihazlarının hassas güvenilir çalışması ile mümkündür. Kazanlarda belli başlı ölçülmesi istenilen fiziksel büyüklükler; hız, debi, sıcaklık, basınç ve kimyasal analizlerdir.

Bu ölçümler, kazanlarda kullanılan su, buhar, hava, duman gazı ve yakacak gibi elemanların kazanın çeşitli yerlerindeki durumlarına göre yapılabilir. Bu çalışmada kazanlarda; baca gazı analizlerinin yanı sıra sıcaklık ve debi ölçümleri yapılmıştır.

#### **4.2.4. Fabrika İçerisindeki Binalarda Yapılan Isıtma Hatlarının Tadilat Çalışmaları**

- **Isı Merkezi:**

Fabrikada daha önce yaptırılan enerji optimizasyonu kapsamında pompa basma tarafındaki Ø 100 mm'lik 6 adet kızgın su vanası sökülüp, projeye uygun olarak yerine Ø 125 mm'lik 6 adet kızgın su vanası monte edilmiştir. Kolektör uçlarına basınç dengeleme vanaları için 2 adet Ø 100 ağız alınmış ve Ø100 mm'lik 2 adet kızgın su vanası monte edilmiştir. Gidiş ve dönüş kolektörlerinden kazan besisi suyu tankı için ve Bina-2 ısıtma sistemi için 2'şer adet Ø 80 mm'lik bransman alınmış ve Ø 80 mm'lik 4 adet kızgın su vanası monte edilmiştir. Gidiş ve dönüş kolektörlerindeki Ø 25 mm'lik 2 adet boşaltma vanasının su kaçırdığı tespit edilip, yerine sökülerek 2 adet yeni Ø 25 mm'lik kızgın su vanası monte edilmiştir. Fabrika geneli yapılan keşif işlemi neticesinde; taşeron firma tarafından çıkarılan teknik şartname uygun fabrika içerisinde tadilat işlemleri başlamıştır.

Isı merkezinde sistem rejimi 140/100 °C, minimum sistem basıncı 5 bar maksimum sistem basıncı 6 bar, emniyet ventili açma basıncı 6,5 bar olacak şekilde, tesisin su hacmine uygun olarak genişleme tankı yenilenmiş, alt ve üst tahliye cihazları yerleri basınç ve su seviyelerine uygun olarak mekanik tesisat projesinde verilen detaya göre yeniden düzenlenmiş, tüm genişleme tankı armatürleri yenileriyle değiştirilmiştir.

Halihazırda da ısı merkezinde çalışmaz durumdaki besisi suyu deposu termostatik kontrol vanası ile besisi deposu üzerinde gerekli diğer vana, pislik tutucu, seviye göstergesi, seviye kontrol cihazı gibi armatürler yenilenmiştir.

Isı merkezi içerisinde, kızgın su kullanan besi deposu ve 90/70 °C ısı eşanjörü için gidiş ve dönüş kolektöründen Ø80 mm yeni bir çıkış yapıлып, maksimum debi limitlemeli fark basınç kontrol vanası ile donatılmıştır.

Pompa çıkış hatları redüksiyon ile büyütülerek, minimum Ø125 mm'lik hatlara çıkarılarak, çek valfler kv değerleri en az 265 olmuştur.

Kızgın su pompaları gidiş ve dönüş kolektörleri arasında tesis edilen fark basınç tahliye vanası, sistem kızgın su debisinin pompa minimum değerlerinin altına inmesi halinde açılarak, fazla kızgın su debisinin pompa emiş kollektörüne tahliyesini ve basıncının sabit kalmasını sağlamıştır [19].

• **Bina No : 1 (Hol 1- Unimog Şasi İmalatı & Parça İmalatı)**

1 No'lu Bina içerisinde yeralan ve buradan Ø125 mm hatla Yemekhane, Çıraklık Eğitim Merkezi, Fabrika Müdürlüğü ve Bistro Binalarını besleyen hat üzerine direkt olarak bağlanan ve kısa devreye neden olan iki adet klima santrali ile soğutma kule mahallinde yeralan hava apareyi söz konusu hattan koparılmıştır.

Kolektör odası, teknolojik hat kolektöründen Ø80 mm direkt olarak ayrı bir hatla beslenmiştir.

Söz konusu santrallerde üç yollu motorlu vanalar, iki yollu olarak diğer vana ve armatürlerle birlikte değiştirilmiştir.

Soğutma kulesi mahalli hava apareyi, iç ortam kontrollu iki yollu motorlu vana ile kontrol edilip, teknolojik kolektör çıkışında, fark basınç kontrol vanası kullanılarak etkin pompa basıncı düşürülmüştür.

1 No'lu bina hava apareylerini besleyen 150 mm çaplı, hatta fark basınç kontrol vanası kullanılarak, etkin pompa basıncı düşülüp, kolektör odasında oluşturulan sekonder dolaşım pompaları ile  $\Delta T = 30$  °C olacak şekilde sabit debili sekonder devre oluşturulmuştur. Ayrıca by-passlı gidiş ve dönüş kolektörleri ile direkt akuple primer kızgın su hattı, dış hava ve iç ortam ile gidiş ve dönüş suyu sıcaklık sensörlü elektronik panel ve iki yollu motorlu vana ile kontrol edilmiştir. Tüm apareyler ve hava perdeleri, maksimum debiyi kontrol edecek balans vanaları ile donatılmıştır.

- **2 No'lu Giriş Güvenlik Kontrol Binası**

**Tadilat Öncesi Durum:**

2 No'lu giriş kontrol binasında yer alan panel radyatörler ile fan-coiller direkt olarak kızgın su ile beslenmektedir.

**Yapılan Tadilatın Kapsamı:**

Genel tadilat sırasında 2 No'lu Giriş Kontrol Binasına ait kızgın su tesisatı bekleme salonu hizasından kesilerek 90/70 °C tesisat olarak tesis edilen söz konusu noktaya kadar kanal içinden uzatılıp, kızgın su hattı bekleme salonu köşesinde mekanik tesisat projesine uygun olarak oluşturulmuştur. Tesisat odasında 125.580 kJ/h kapasiteli 90/70 °C eşanjör, sekonder pompalar ve genişleme tankıyla tesis edilen, sekonder devre ile mevcut bina tesisatına bağlanmıştır.

Eşanjörün kontrolü, iki yollu motorlu vana ve maksimum debi limitlemeli fark basınç kontrol vanası kullanılarak sağlanmış olup, sistemin kontrolü dış hava ve iç ortam ile gidiş ve dönüş suyu sıcaklık kontrollü elektronik panel ile yapılmıştır.

Belirtilen tadilatla 2 nolu giriş kontrol binası, primer kızgın su devresi, sabit sıcaklık ve değişken debi esasına dayalı genel çözüme uygun olarak işletilmiştir [19].

- **Bina No : 3 ( Hol 3- Araç Montaj Hattı, Karaseri İmalatı, Kataforez Daldırma Boyahanesi, Boyahane, İç Süsleme, Araç Montaj )**

**Tadilat Öncesi Durum:**

Fabrikadaki genel ısı tüketiminin hemen hemen %65 gibi önemli bir oranını kullanmakta olan 3 nolu holde, gerek ısıtma hatları ve gerekse teknolojik hat sonradan yapılan ilavelerle aşırı yüklenmiş durumda olup, hatlardaki su hızları ve basınç kayıpları yüksek değerlerde bulunmaktadır. Kollektör odasından ısıtma ve teknolojik hat olmak üzere ikiye ayrılmış olup, bu hatlardan 150 mm çaplı teknolojik hat; boyahane, klima santrallerini beslemekte; teknolojik hat üzerinden alınan uzun bir bransman tek bir hava perdesini çalıştırmakta, ayrıca boyahane bölümündeki bürolarda bulunan fan-coiller yine teknolojik hatta bağlanmış durumdadır. Buradaki 150 mm çaplı hat aşırı kapasitenin yanı sıra çok uzun bir mesafeyi de kastetmektedir. Isıtma hattından çıkan dört ayrı hattın birincisi hava perdeleri ile fosfatlama ünitesi eşanjörlerini, ayrıca klima santralleri ile tuvalet apareylerini beslemektedir. İkinci bir Ø100 mm'lik hat, hava perdeleri ile klima santrallerini, ayrıca duş-tuvalet hava



apareylerini beslemektedir. Dördüncü bir Ø80 mm hat ise tek bir klima santrallerini beslemektedir.

### **Yapılan Tadilatın Kapsamı:**

Tesisin çok önemli 3 nolu holündeki dengesiz hatların revizyonu için, 150 mm çaplı ısıtma hattına bağlanmış bulunan 5.295.290 kJ/h kapasiteli fosfat eşanjörleri ile boyahanedeye yer alan bazı klima santrallerinin 4.834.830 kJ/h kapasiteli bölümü kolektör odasındaki teknolojik hat kolektöründen yeni tesis edilen Ø150 mm hatta bindirilmiştir.

Mevcut iki yollu motorlu vanalar ve kontrol panelleri değiştirilmeden, sadece her birine balans vanaları eklenmiştir. Belirtilen şekilde yapılan düzenleme ile 3 nolu binada hem ısıtma hattı, hem de teknolojik hattın yükü azaltılmış, ayrıca teknolojik hatta uzun bir bransmanla bağlanmış bulunan hava perdesi, bu hattan ayrılıp, Ø100 mm'lik ısıtma hattının sonunda bulunan 2.302.300 kJ/h kapasiteli klima santrali ile birlikte 150 mm çaplı ısıtma hattına bağlanmıştır.

Çapı 100 mm'le başlayıp, en sonda 80 mm çapla 3.348.800 kJ/h ve 2.302.300 kJ/h kapasiteli iki adet klima santralini besleyen hattın basınç kaybının düşürülebilmesine teminen, 2.302.300 kJ/h kapasiteli klima santrali, 80 mm çaplı mevcut hattan ayrılıp, bu hattın 100 mm çaplı bölümüne yeni çekilen Ø80 mm bransmanla bağlanmıştır.

Yeni düzenleme ile rahatlatılan 3 nolu hol girişindeki tüm kızgın su hatlarında maksimum akış limitlemeli fark basınç kontrol vanaları kullanılarak etkin pompa basıncı kontrol edilmiş olup, kızgın su ile çalışan tüm hava perdeleri, iki yollu motorlu vanalar ve akış kontrol vanaları ile donatılmıştır. Söz konusu hava perdeleri dış hava kompanzasyonlu ve tek apareyden dönüş suyu sıcaklık kontrollü tek bir elektronik panel ile kontrol edilip, tüm apareyler ve fan-coiller grup grup iç ortam ve dış hava ile gidiş ve dönüş suyu sıcaklık kontrollü elektronik paneller ilavesi ile kontrol edilmiştir.

Söz konusu holde yer alan tüm klima santralleri üzerindeki üç yollu vanalar sökülerek iki yollu motorlu vanalar ve akış kontrol vanalarıyla kontrol edilmiş, bazı santrallerde yer alan ısıtıcı batarya, sekonder dolaşım pompaları aynen muhafaza edilmiştir.

3 No'lu Binada yapılan tadilatlarla, 200 mm çaplı ısıtma, 150 mm çaplı teknolojik ve yeni çekilen 150 mm çaplı teknolojik kızgın su hatları; tam olarak akış, sıcaklık ve fark basınç kontrollü olarak sabit sıcaklık ve değişken debi esasına göre çalıştırılmıştır.

• **Bina No : 4 ( Malzeme Ambarı )**

**Tadilat Öncesi Durum:**

4 No'lu bina halihazır da mevcut üç bölüm üç ayrı sistemle çözümlenmiş ve idare tarafından sistem üç ayrı sekonder pompa ile donatılmış bulunmaktadır.

**Yapılan Tadilatın Kapsamı :**

Mekanik tesisat projesinde belirtildiği şekilde 4/C holünde eksik boru imalatı tamamlanarak söz konusu holde sistem tam olarak tesis edilmiştir. Sisteme eklenen 4. pompa ile fan-coiller, diğer apareyler beslenip; binada bulunan sıcaksu eşanjörü ise sekonder devreden ayrılarak, primer devreye bağlanmıştır. Sekonder devre gidiş ve dönüş kolektörleri bir by-pass hattı ile bağlanmak suretiyle, sekonder devre kapatılmıştır.

Primer ve sekonder devrelerin birbirleriyle bağlantısı direkt akuplajlı olacak, primer devrede iki yollu motorlu vana ve buna kumanda eden dış hava ve iç ortam ile gidiş ve dönüş suyu kontrol sensörlü elektronik panel yer almıştır. Çalışma gerçekleştirilen holde daha önce seçilen pompalar gereği sekonder devre  $\Delta T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  olacak sistem sekonder devrede sabit debi değişken sıcaklık esasına göre çalıştırılmıştır.

Binada mevcut sıcaksu eşanjörü bina girişinde sekonder devre kolektöründen önce direkt olarak kızgın su hattına bağlanmış, eşanjörde ise iki yollu termostatik kontrol vanası ve akış kontrol vanası kullanılmıştır. Isı merkezindeki pompalara yakınlığı nedeniyle 4 nolu bina kızgın su girişinde maksimum akış limitlemeli fark basınç vanası kullanılarak etkin pompa basıncı düşürülmüştür.

• **Bina No : 5 ( Hol:5 – Finish, Son Kontrol ve Rötuş Boyahanesi )**

İdare tarafından inşaatı planlanan 5 nolu yeni üretim holünün kapasitesi 418.600 kJ/h olup, kolektör odasındaki teknolojik hat kolektöründe mevcut olan ve 1 nolu holde belirli bir kısma kadar devam eden ve körlenen hat uzatılmak suretiyle 5 nolu holün bulunduğu yere kadar devam ettirilmiştir. Ayrıca 100 mm çaplı olarak bina dışına çıkarılan ağızları vana ile sonlandırılmıştır.

Yeni binanın yapımında, tesisteki genel düzenlemeye uygun olarak iki yollu motorlu vanalı ve maksimum akış limitlemeli fark basınç kontrollü çözümler sağlanarak, primer kızgın su devresinde sabit sıcaklık ve değişken debi esası korunup, merkezi ısıtma sistemine entegrasyon sağlanmaktadır.

• **Bina No : 26 (Çıraklık Eğitim Merkezi)**

**Tadilat Öncesi Durum:**

Çıraklık Eğitim Merkezinin tesviyesi sırasında mevcut tesisat yeni tasarıma göre yenilenmiştir.

**Yapılan Tadilatın Kapsamı:**

Proje kapsamındaki tadilat sırasında çıraklık eğitim merkezi ve sağlık binalarını besleyen 50 mm çaplı kızgınsu hattı büyütülerek Ø80 mm olarak yenilenmiştir. Çıraklık eğitim merkezi girişinde 50 mm çaplı kızgın su hattı üzerinde maksimum debi limitlemeli fark basınç kontrol vanası tesis edilmiştir. Bu şekilde merkezi ısıtma sistemi genel çözüme uygun olarak çıraklık eğitim merkezi kızgın su tesisatı sabit sıcaklık ve değişken debi prensibiyle işletmeye alınmıştır.

• **Bina 1'deki Kolektör Odası:**

Boyahane klima santralleri için teknolojik hat kolektöründen Ø 150 mm'lik 2 adet branşman alınmış ve 2 adet Ø 150 mm'lik kızgın su vanası monte edilmiştir. Bina-5'e giden 2 adet Ø 125 mm'lik hattın değişimi için teknolojik hat gidiş ve dönüş kolektörlerindeki Ø 40 mm'lik 2 adet kızgın su vanası sökülüş ve 2 adet Ø 125 mm'lik kızgın su vanası monte edilmiştir.

• **Bina-1 İle Bina-3 Arasındaki Galeri Hattı :**

**Bina-1 ( Hol 1 ):** Eğitim merkezine giden Ø 125 mm'lik hat, Ø 40 mm'lik su soğutma kulesi aparey hattı ve Ø 100 mm'lik boyahane klima santrali hattı sökülerek körlenmiştir. Kolektör dairesinden gelen Ø 80 mm'lik hat sökülerek yerine Ø 100 mm'lik yeni hat çekilmiştir. Ø 100 mm'lik yeni hat boyahaneye kadar devam etmiş ve ikiye ayrılarak Ø 65 mm'lik işçi tuvaletlerinin üzerindeki klima santraline ve Ø 80 mm'lik boyahane klima santrallerine kadar çekilmiştir. İşçi WC'lerin üzerindeki klima santraline giden hattın ucuna Ø 65 mm'lik 2 adet kızgın su vanası monte edilmiştir. Klima santralinin hattı ısıtma hattından sökülerek ısıtma hattı tarafından körlenmiştir.

**Bina 3 ( Hol 3 ) :** KTL hattı ısıtma hattından sökülerek Ø 100 mm'lik boru ile Ø 200 mm'lik teknolojik hatta bağlanıp, KTL hattı üzerine Ø 100 mm'lik 2 adet kızgın su vanası monte edilmiştir. Boyahane klima santralleri hattı Ø 200 mm'lik teknolojik hattan sökülerek, hem teknolojik hat tarafından hem de klima santralleri tarafından körlenmiştir.

Teknolojik hat, klima santrallerinden sonrası için Ø 100 mm'lik 2 adet kızgın su vanası monte edilmiştir. Boyahane klima santralleri için Ø 150 mm'lik yeni hat, galeri çıkışından boyahaneye kadar çekilmiş ve klima santrallerine bağlantısı yapılmıştır.

#### **Tadilat Öncesi Durum:**

Yemekhane hizasından eğitim merkezi girişine kadar, galeri içinden giden Ø 50 mm'lik ısıtma boruları sökülüş, yerine Ø 80 mm'lik yeni hat çekilmiştir. Galeri içindeki Ø 50 mm'lik 8 adet kompanseör sökülüş ve yerine Ø 80 mm'lik 8 adet yeni kompanseör monte edilmiştir. Yeni hattın testleri yapılmış ve taş yünü ile izole edilip, saç kaplama yapılmıştır. Galeri içindeki temiz su hattının saç kaplaması sökülüş, yeniden yapılmıştır.

#### **4.2.5. Optimizasyon Kapsamında Cihaz Değişim Tadilat Çalışmaları**

##### **• Bina No : 2 ( Hol:2 - Teknik Hizmetler )**

Isı merkezine bitişik 2 No'lu bina ana kızgın su kolektörlerinden alınan 80 mm çaplı yeni bir hat ile beslenmiştir.

Pompaya çok yakın bu hatta fark basınç kontrol vanası kullanılarak etkin pompa basıncı düşürülerek, ısı merkezinde tesis edilecek sekonder dolaşım pompaları ile  $\Delta t = 30 \text{ }^\circ\text{C}$  olacak şekilde sabit debili sekonder devre oluşturulmuştur.

By-passlı gidiş ve dönüş kolektörleri ile direkt primer kızgın su hattı, dış hava ve iç ortam ile gidiş ve dönüş suyu sıcaklık sensörlü elektronik panel ve iki yollu motorlu vana ile kontrol edilmiştir.

Tüm apareyler ve hava perdeleri maksimum debiyi kontrol ederek, balans vanaları ile donatılmıştır.

Isı merkezi tuvalet apareyi de 2 No'lu bina aparey hattından beslenip, ayrıca ofisler için kullanılmakta olan paket klima santrali üzerindeki kontrol vanası iki yollu olarak diğer armatürlerle birlikte yenilenmiştir.

##### **• Bina No : 8 (Fabrika Müdürlüğü)**

#### **Tadilat Öncesi Durum:**

Fabrika müdürlüğü ısıtma tesisatı halihazır da fan-coil ile soğutma tesisatı ise VRV/VRF sistemi ile çözümlenmiş bulunmakta, ayrıca bina çatı arasında bulunan 13.000 m<sup>3</sup>/h

kapasiteli klima santrali kullanılmakta ve 2500 lt kapasiteli 2 Adet boyler ise kısmen kullanılmaktadır

#### **Yapılan Tadilatın Kapsamı:**

Tadilat sırasında idare bina çatı arasındaki tesisat komple sökülüş, klima santrali iptal edilmiştir. Burada tesis edilen 837.200 kJ/h kapasiteli 90/70 °C eşanjör iki yollu kontrol vanası ve maksimum debi limitlemeli fark basınç kontrol vanası ile kontrol edilip, iki yollu motorlu vana gidiş ve dönüş suyu sıcaklık sensörlü elektronik panel ile kontrol edilmiştir. Sekonder devrede öngörülen pompalarla fan-coil hatları beslenip, diğeri bir pompa grubu ile 500 lt/h kapasiteli hızlı boyler ısıtılmıştır.

Sistemin diğeri elemanları olan genişleme tankı ile sıcak su sirkülasyon pompaları eksiksiz tesis edilmiştir. Belirtilen şekilde yapılan tadilatla idare bina kızgın su sistemi, genel tasarım düzenine uygun olarak değışken debi sabit sıcaklık esasına uygun olarak işletmeye alınmıştır.

#### **• Kolektör Odası:**

Kolektör odasında yer alan ve 9 nolu binayı besleyen 237.760 kJ/h, 90/70 °C eşanjör, iki yollu motorlu vana ve maksimum debi limitlemeli fark basınç kontrol vanası ile kontrol edilmiş olup, iki yollu motorlu vana gidiş ve dönüş suyu sıcaklık sensörlü elektronik panel kumandalı hale getirilmiştir. 59.440 kJ/h sıcak su eşanjörü ise termostatik vana ve maksimum debi limitlemeli fark basınç kontrol vanası ile kontrol edilmiştir.

#### **• İdari Bina:**

İdari bina kazan dairesindeki 2 adet boyler, tüm vana kolektörleri ve borular sökülerek çıkartılmıştır. Klima santrali ısıtma bağlantısı iptal edilmiştir. Yeni kolektörler, pompalar, boyler, kapalı genişleme tankı, plakalı eşanjör, vana ve armatürler uygulama projesine göre monte edilmiştir. Bistro ısıtma hattı ve soğuk su hattı yeni hat üzerinden bağlanmıştır.

#### **4.2.6. Fabrika Bünyesindeki Mevcut Isıtıcı Cihazların Tadilat Kapsamında Yapılan Çalışmaları**

#### **• Bina No : 16 ( Deneme Atölyesi )**

16 No'lu Binada yer alan klima santralleri ve Roof-Top ısıtıcı bataryalarında mevcut üç yollu sıcaklık kontrol vanaları, iki yollu vanalarla değıştirilerek, her birine akış kontrol

vanası ilave edilmiştir. Yenileme işlemi sırasında mevcut küresel vanalar ile pislik tutucularda yenilenmiştir.

Her bir santralde mevcut olan ısıtıcı batarya, sekonder dolaşım pompaları aynen muhafaza edilerek, mekanik tesisat projesinde verilen detaya uygun olarak montajı yapılmıştır.

Binada mevcut 83.720 kJ/h kapasiteli sıcaksu eşanjörü, mevcut haliyle termostatik vanalı olarak kontrol edilmiş, dönüş hattına akış kontrol vanası eklenmiştir.

Isı merkezine yakın olan 16 No'lu bina girişinde 80 mm çaplı kızgın su hattında, etkin pompa basıncının düşürülmesi için maksimum akış limitlemeli fark basınç kontrol vanası kullanılmıştır.

Bu şekilde tüm cihazlar da kullanılan iki yöllü sıcaklık kontrol vanalarına ilaveten, ana hat üzerinde debi limitlemeli fark basınç vanası kullanılması sonucu, 16 nolu bina kızgın su devresinde sabit sıcaklık ve değişken debi esasına dayanan genel yaklaşım korunmuştur

- **Bina No : 20 (Bistro Binası)**

**Tadilat Öncesi Durum:**

20 nolu bistro binası hali hazırda kızgın sulu fan-coillerle ısıtılmakta, sisteme daha önce eklenmiş iki adet bacalı kombi ile tesisin bir kısmı yedeklenmiştir. Ayrıca çatıdaki klima santrali ısıtıcı bataryası ısıtılmakta ve binanın sıcaksu ihtiyacı karşılanmaktadır.

**Yapılan Tadilatın Kapsamı:**

Yapılacak tadilatla kızgın su sistemine direkt akuple kolektörler ve sekonder pompalarla fan-coillerin tamamı beslenmiştir. Sistemde sıcaklık kontrolü kızgın sulu primer devre üzerinde tesis edilen iki yöllü motorlu vana ve maksimum debi limitlemeli fark basınç kontrol vanası ile kontrol edilmiştir. Sekonder devre gidiş ve dönüş kolektörleri arasında yapılan by-pass hattı üzerinden kapatılıp, iki yöllü motorlu vana dış hava ve iç ortam ile gidiş ve dönüş suyu sıcaklık kontrollü elektronik panelle yapılmıştır. Mevcut kombilerin merkezi ısıtmadan bağımsız olarak kullanılıp kullanılmaması ya da iptali, idarenin tasarrufuna bırakılmıştır. Belirtilen şekilde yapılan tadilatla bistro binası, kızgın su sistemi genel tasarım konseptine uygun, değişken debi sabit sıcaklık esasına göre işletmeye alınmıştır.

• **Bina No : 24 ( Geliştirme Atölyesi )**

**Tadilat Öncesi Durum:**

24 No'lu binada 100 mm çaplı kızgın su hattı, fan-coiller ve hava apareyleri ile hava perdelerini besleyerek, saç ambarındaki 125.580 kJ/h kapasiteli 90/70 °C eşanjörü beslemekte ve buradan da bina dışına çıkarak, Ø25 mm hatla 2 nolu giriş kontrol binasına ulaşmaktadır.

**Yapılan Tadilatın Kapsamı:**

24 No'lu binanın bağımsız olarak kontrolünü teminen, saç ambarındaki ayrık durumdaki tek hava apareyi, mevcut hattan koparılmış, söz konusu aparey 32 mm çaplı bir hatla diğer üçlü grup aparey hattına bağlanmıştır. Sökülen apareye ait 50 mm çaplı hat, 24 nolu binadan ayrılmak suretiyle, aynı çapta bina girişine kadar uzatılarak, bağımsız hale getirilmiştir.

Belirtilen şekliyle 24 nolu bina için girişte, bağımsız kalan kızgın su hattı üzerinde direkt akuple düzenlenip, kolektör yardımıyla fan-coiller ile aparey ve hava perdeleri için ayrı ayrı tesis edilmiştir. Sekonder devre dolaşım pompaları ile  $\Delta T = 30$  °C rejimde sabit debi değişken sıcaklık rejimi oluşturularak, tüm hava apareyleri ile hava perdelerinde akış kontrol vanası kullanılmış, sıcaklık kontrolü kızgın su devresinde iki yollu motorlu vana ve bunu kontrol eden dış hava ve iç ortam ile gidiş ve dönüş suyu sıcaklık kontrollü elektronik panel ile yapılmıştır.

• **Bina : 25 (Sağlık Merkezi)**

**Mevcut Durum :**

25 No'lu Sağlık Merkezi Binası halihazır da kızgın su sistemine direkt olarak akuple 90/70 °C eşanjörle çözümlenmiş bulunmaktadır.

**Yapılan Tadilatın Kapsamı :**

Söz konusu eşanjörde mevcut üç yollu vananın iki yollu kontrol vanası ile değiştirilmesi ve sisteme maksimum debi limitlemeli fark basınç kontrol vanası ilavesi, tadilat için yeterli olmuştur. İki yollu motorlu vananın kontrolü, dış hava ve iç ortam ile gidiş ve dönüş suyu sıcaklık kontrollü elektronik panel ile yapılmıştır. Belirtilen tadilatla 25 nolu sağlık binası primer kızgın su devresinde sabit sıcaklık ve değişken debi esasına dayalı genel çözüme uygun işletimi sağlanmıştır.

- **Bina No : 27 (Personel Büro Binası)**

**Tadilat Öncesi Durum:**

27 No'lu Bina halihazır da kızgın su sistemine direkt olarak bağlantılı 90/70 °C eşanjörle çözümlenmiş bulunmaktadır.

**Yapılan Tadilatın Kapsamı:**

Söz konusu eşanjörde mevcut üç yollu vananın iki yollu kontrol vanası ile değiştirilmesi ve sisteme maksimum debi limitlemeli fark basınç kontrol vanası ilavesi, tadilat için yeterli olmuştur. İki yollu motorlu vananın kontrolü, gidiş ve dönüş suyu sıcaklık sensörlü elektronik panel ile yapılmıştır. Belirtilen tadilatla 27 nolu bina primer kızgın su devresinde sabit sıcaklık ve değişken debi esasına dayalı genel çözüme uygun işletme sağlanmıştır.

- **Bina No : 28 (Duş/Soyunma Binası)**

**Tadilat Öncesi Durum:**

8 No'lu Duş/Soyunma Binası ısıtma sistemi halihazır da kızgın sulu hava apareyleri ile çözümlenmiş bulunmakta, tesiste yer alan 1500 lt kapasiteli boyler ise termostatik vana ile kontrol edilmektedir.

**Yapılan Tadilatın Kapsamı:**

Tesiste proje kapsamında yapılan tadilatla boyler iki yollu termostatik vana ile kontrol edilirken, sisteme akış kontrol vanası ilave edilmiştir. Isıtmada kullanılan her iki aparey, iki yollu tek bir motorlu vana ve buna ek olarak tek bir akış kontrol vanası ile kontrol edilmiştir. Motorlu vana dış hava ve iç ortam ile gidiş ve dönüş suyu sıcaklık sensörü elektronik bir panel ile kontrol edilmiştir. Ayrıca, bina girişinde maksimum debi limitlemeli fark basınç kontrol vanası kullanılmıştır. Belirtilen şekilde yapılan tadilatla, duş/soyunma binası kızgın su sistemi, fabrika genel tasarım konseptine uygun değişken debi sabit sıcaklık esasına göre işletmeye alınmıştır.

- **Bina No : 34 (Yemekhane)**

**Tadilat Öncesi Durum:**

34 No'lu yemekhane binası hali hazır da kızgın su sistemine direkt olarak bağlantılı 90/70°C eşanjörle çözümlenmiş bulunmaktadır.



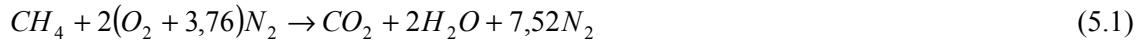
**Yapılan Tadilatın Kapsamı:**

Söz konusu eşanjörde mevcut üç yollu vananın iki yollu kontrol vanası ile değiştirilmesi ve sisteme maksimum debi limitlemeli fark basınç kontrol vanası ilavesi tadilat için yeterli olmuştur. İki yollu vananın kontrolü gidiş ve dönüş suyu sıcaklık sensörlü elektronik panel ile yapılmıştır. Belirtilen tadilatla 34 nolu bina primer devresinde sabit sıcaklık ve değişken debi esasına dayalı genel çözüme uygun işletme tesis edilmiştir

## 5. BULGULAR

### 5.1. Fabrika Bünyesinde Yapılan Bacagazı Ölçüm Analizleri

Isı merkezindeki kazanlarda, yanma için gerekli oksijenin kaynağı havadır. Hava; oksijen, azot ve az miktarda su buharı, karbondioksit, argon, ve diğer elemanların karışımı olmakla beraber, yanma olayında hacimsel olarak % 21 oksijen, % 79 azot olarak kabul edilmiştir. Yanma hesaplarında yanma reaksiyonu denklemlerinde teorik oksijen ihtiyacı esas alınır.



Eğer reaksiyon yukarıda yer alan reaksiyon bağıntısında olduğu gibi tek adımda meydana geliyorsa, ortaya çıkan ısı 76.688 kalori olup, bu değer reaksiyonun iki adımda olması, yani önce karbon ve yarım kmol oksijenin karbonmonoksit oluşturması; ardından bu karbonmonoksitin tekrar yarım kmol oksijenle birleşerek  $CO_2$  meydana getirmesi halindeki açığa çıkan toplam ısı, açığa çıkan enerjiye eşittir. Yakıtın alt ısı değeri veya yanma ısısı, buhar kazanları pratiğinde, 1 kg (veya  $1Nm^3$ ) yakıtın tam yanması sonucunda, yanma ürünleri çevre sıcaklığına göre, üretilen ısı enerjisi olarak ifade edilir. Yakıtın ısı değeri yakıt cinsine bağlıdır ve yakıtın tam yakılması şartı ile yanma şekline göre değişmez. Yakıtların ısı değerleri genellikle kalorimetrede yanma sırasında ortaya çıkan ısının doğrudan ölçülmesi ile belirlenir [22-24].

Buhar kazanlarında kullanılan katı ve sıvı yakıtlarda yanabilen elemanlar sadece karbon, hidrojen, kükürt ve hidrokarbonlar olduğundan, bu yakıtların yakılabilmeleri için gerekli oksijen ve hava miktarı ilgili ürünün verilen yanma denklemi ile bulunabilmektedir. Burada kabul olarak bilinmesi gereken ilgili yakıtın yanma reaksiyonuna giren bütün ürünlerin ideal gaz olduğu ve 1 kmol gazın  $22,4 Nm^3$  hacim işgal ettiği ve havanın hacimsel olarak % 79 azot ve % 21 oksijenden oluştuğudur. Buna göre elementel analizi bilinen 1 kg yakacağın yanabilmesi için gerekli teorik hava miktarı, bunun diğer adı da “teorik özgül hava miktarı” olup, aşağıdaki denklem şeklinde ifade edilebilmektedir.

$$V_{ho} = \frac{100}{21} \left[ \frac{22,4}{12} C + \frac{11,2}{2} \left( H - \frac{0}{8} \right) + \frac{22,4}{32} S \right] \quad (5.2)$$

$$V_{ho} = 8,89 + 26,7 \left( H - \frac{0}{8} \right) + 3,34S \quad Nm^3/kg \quad (5.3)$$

Sıvı yakıtlar için karbonlu hidrojenleri, kendilerini meydana getiren gaz bileşenlerinin ihtiyacı olan hava miktarı, doğrudan kendi yanma denklemleri yardımı ile bulunabilir. Buradan teorik özgül hava miktarına bakıldığında;

$CO \rightarrow 0,4$ ,  $H_2 \rightarrow 0,4$ ,  $C_8H_{18} \rightarrow 0,1$ ,  $CO_2 \rightarrow 0,05$ ,  $N_2 \rightarrow 0,05 = 1,00 \text{ Nm}^3$  değerine ulaşılabilinmekte olup, buradan da,

$$V_{ho} = \frac{100}{21} \left( \frac{1}{2} CO + \frac{1}{2} H_2 + 2C_8H_{18} \right) \quad (5.4)$$

$$V_{ho} = \frac{100}{21} (0,5 - 0,40 + 0,5 \cdot 0,40 + 2 \cdot 0,10)$$

$$V_{ho} = 2,857 \text{ Nm}^3/\text{kg} \text{ bulunmaktadır.}$$

Denklem 5.4'de hesaplanan hesaplanan  $V_{ho}$  hava miktarı, yakacak ile hava her noktada ideal karıştığına göre öngörülü olup, teorik bir değerdir. Pratikte bir miktar hava yakacakla temas etmez ve yanma olayına iştirak etmeden bacadan atmosfere gider. Bu nedenle pratikteki yanma esnasında teorikteki miktardan daha fazla hava gönderilmelidir. Gerçek hava miktarı  $v_h$  ile gösterilirse;

$$v_h = HFV_{ho}, HFV > 1 \quad (5.5)$$

yazılabilir. Burada, HFV hava fazlalık katsayısı olarak ifade edilebilir. Buradan da doğalgazın geçerli hava fazlalık katsayılarına bakıldığında; ısı merkezinde kazan 1, kazan 2, kazan 3, kazan 4'de yapılan bacagazı ölçüm sonuçları Çizelge 5.1-5.4'de verilmiştir. Burada dört ayrı kazanda yakın sıcaklıklarda yapılan ölçümler neticesinde, hava fazlalık katsayılarının da sıcaklık değerlerinde olduğu gibi yakınlığı göz önüne çıkmıştır. Bu da farklı kazanlarda, farklı sıcaklıklarda bile, hava fazlalık katsayıları yanmanın veriminde çok büyük bir değişiklik olmadığı sürece değişmediğini göstermektedir. Bu ölçüm sonuçlarının devamı Ekler kısmında Ek E'de yer almaktadır.

**Çizelge 5.1.** Isı Merkezi Kazan 1’de Yapılan Bacagazı Ölçüm Sonucu

Açıklama	Birim	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	Ortalama
T-Hava	°C	18,5	22,3	26,1	22,3
T-Gaz	°C	169	171,5	174	171,5
İslilik	Bach.	0	0	0	0
O <sub>2</sub>	%	3,5	2,9	2,3	2,9
CO <sub>2</sub>	%	9,9	10,3	10,7	10,3
CO	ppm	1	1	1	1
NO <sub>x</sub>	ppm	91,5	95	98,5	95
NO <sub>2</sub>	ppm	1	1	1	1
NO	ppm	92	95	98	95
SO <sub>2</sub>	ppm	1	1	1	1
HFK	%	20,2	16	11,8	16

**Çizelge 5.2.** Isı Merkezi Kazan 2’de Yapılan Bacagazı Ölçüm Sonucu

Açıklama	Birim	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	Ortalama
T-Hava	°C	17,5	22,3	27,1	22,3
T-Gaz	°C	171	172,2	173,4	172,2
İslilik	Bach.	0	0	0	0
O <sub>2</sub>	%	3,5	2,9	2,3	2,9
CO <sub>2</sub>	%	9,9	10,3	10,7	10,3
CO	ppm	1	1	1	1
NO <sub>x</sub>	ppm	94	96	98	96
NO <sub>2</sub>	ppm	1	1	1	1
NO	ppm	91	95	99	95
SO <sub>2</sub>	ppm	1	1	1	1
HFK	%	14,2	15,8	17,4	15,8

**Çizelge 5.3.** Isı Merkezi Kazan 3’de Yapılan Bacagazı Ölçüm Sonucu

Açıklama	Birim	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	Ortalama
T-Hava	°C	21	22,3	23,6	22,3
T-Gaz	°C	167	170,3	173,6	170,3
İslilik	Bach.	0	0	0	0
O <sub>2</sub>	%	2,2	2,9	3,6	2,9
CO <sub>2</sub>	%	9,9	10,2	10,5	10,2
CO	ppm	1	1	1	1
NO <sub>x</sub>	ppm	90	94	98	94
NO <sub>2</sub>	ppm	1	1	1	1
NO	ppm	89	93	97	93
SO <sub>2</sub>	ppm	0	0	0	0
HFK	%	15,2	16,2	17,2	16,2

**Çizelge 5.4.** Isı Merkezi Kazan 4’de Yapılan Bacagazı Ölçüm Sonucu

T-Hava	°C	17,2	17,5	17,7	17,5
T-Gaz	°C	158	160,5	163	160,5
İslilik	Bach.	0	0	0	0
O <sub>2</sub>	%	3	3,5	4	3,5
CO <sub>2</sub>	%	9,7	9,9	10,1	9,9
CO	ppm	1	1	1	1
NO <sub>x</sub>	ppm	80	82	84	82
NO <sub>2</sub>	ppm	1	2	3	2
NO	ppm	78	81	84	81
SO <sub>2</sub>	ppm	1	1	1	1
HFK	%	19,5	19,9	20,3	19,9

Hava fazlalık katsayısı arttıkça duman gazı miktarı artacağından bacadan duyulur ısı şeklinde atılan ısı miktarı artar, buna karşılık yeterli hava bulunmaması sonucunda doğan ve karbonun, karbonmonoksit şeklinde yanması anlamına gelen eksik yanma kaybı azalır. Fuel-Oil’in fazla hava ile yanması sonucu tepkimededen nasıl çıktığı ileridedir. Bu kayıpları minimuma indirmek için asıl yapılması gereken şey, optimum hava fazlalık katsayısı ile yakmadır. Buradan yakılacak yakıtın türüne göre veya yakıtın ani analizi ve ısıl değerlerinin bilinmesi durumlarında yaklaşık bir hesap yapılabilecek bağıntılara bakıldığında [22-24].

Katı yakacaklar için;

$$V_{ho} = 0,241 \frac{H_u}{1000} + 0,5 \text{ Nm}^3/\text{kg} \quad (5.6)$$

$$V_{go} = 0,227 \frac{H_u}{1000} + 1,375 \text{ Nm}^3/\text{kg} \quad (5.7)$$

Sıvı yakacaklar için;

$$V_{ho} = 0,293 \frac{H_u}{1000} - 1,37 \text{ Nm}^3/\text{kg} \quad (5.8)$$

$$V_{go} = 0,368 \frac{H_u}{1000} - 3,765 \text{ Nm}^3/\text{kg} \quad (5.9)$$

Doğalgaz için;

$$V_{ho} = 0,26 \frac{H_u}{1000} - 0,25 \text{ Nm}^3/\text{kg} \quad (5.10)$$

$$V_{go} = 0,27 \frac{H_u}{1000} + 0,25 \text{ Nm}^3/\text{kg} \quad (5.11)$$

Bu bağıntılarda kullanılan  $H_u$  ( $kJ/kg$ ) yakılacak yakacağın alt ısı değeri'dir. Buhar kazanlarında yanmanın kontrolüne de değinildiğinde; buhar kazanlarında yanmanın değerlendirilmesi ve kontrolü amacı ile baca gazı analizleri yapılır. Bu analiz işlemi, büyük kazanlarda, uygun noktalara yerleştirilmiş sondalar vasıtası ile sağlanan numune gaz üzerinde, sürekli olarak yapılır. Yanma veriminin sürekli kontrolünün pahalı olduğu orta ve küçük ölçekli kazanlarda ise zaman zaman baca gazı analizi yapılarak yanma kontrol edilir ve gerekli düzeltmeler yapılır. Baca gazı içerisindeki  $O_2$  (Oksijen) miktarı, yanma işlemi statüsünü belirlemek açısından önemlidir. Bu bileşenin varlığı yanmaya daima kullanılandan daha fazla oksijen gönderildiğini gösterir. Eğer aşırı oksijen bileşeni mevcutsa, bacadan gereksiz yere ısıtılıp, atılan hava miktarının, dolayısıyla baca kayıplarının yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Öte yandan baca gazı içerisinde yanmamış gazlar ve  $CO$  (Karbonmonoksit) bulunmamalıdır. Bu bileşenlerin mevcudiyeti yanmanın tam olmadığını göstermektedir. Yakıt cinsine, yakma yöntemine ve kazan büyüklüğüne bağlı olarak izin verilebilecek yüzdesi değişir. Ancak en kötü hallerde bile kazanlarda baca gazı içindeki  $CO$  (Karbonmonoksit) yüzdesi %0,1-0,5 mertebelerini aşmamalıdır. Bu bilgiler neticesinde incelenen kuruluşun ısı merkezindeki sıvı yakıtlı buhar kazanı basıncında yapılan analiz sonucu Çizelge 5.5'de verilmiştir.

**Çizelge 5.5.** İncelenen Kuruluşun Isı Merkezindeki Sıvı Yakıtlı Buhar Kazanı Basıncında Yapılan Analiz Sonuç Değerleri [19]

<b>Tesisle İlgili Bilgiler</b>	<b>Birim</b>	
Kazanın Etiket Kapasitesi	kcal/h	5.600.000
Kazan Verimi	%	93
Yakıcı Cinsi	-	Brülör
Yakıt Cinsi	-	Doğalgaz
Yakıtın Alt Isıl Değeri	kcal/h	8250
Yakıtın Üst Isıl Değeri	kcal/h	9850
Alt Isıl Değer/Üst Isıl Değer	-	0,94
Yakıtın Ön Isıtma Sıcaklığı	°C	80
Yakıt Tüketimi	m <sup>3</sup> /h	1100

İncelenen kuruluşun kazan dizayn ve deney sırasındaki basınç ve sıcaklık değerleri Çizelge 5.6’de verildiği gibi olup, 140 °C’de okunan değer 120 °C olarak verilmektedir.

**Çizelge 5.6.** İncelenen Kazanın Dizayn ve Deney Sırasındaki Basınç ve Sıcaklık Değerleri [19]

	<b>Birimi</b>	<b>Dizayn Değerleri</b>	<b>Deney Sırasındaki Değer</b>
Kızgın Su Kazan Basıncı	<i>kg / cm<sup>3</sup></i>	12	4,5
Kızgın Su Sıcaklığı	°C	140	120
Kızgın Su Üretimi	<i>kg / h</i>	1	1

İncelenen kuruluşun deney sırasında yapılan ölçüm sonucu bulunan analiz değerleri Çizelge 5.7’de verildiği gibidir.

**Çizelge 5.7.** İncelenen Kazanın Deney Sırasındaki Bulunan Ölçüm Analiz Değerleri [19]

<b>Ölçümde Bulunan Değerler</b>	<b>Birim</b>	<b>Miktar</b>
Çevre Sıcaklığı ( Ta )	°C	29
Bacagazı Sıcaklığı	°C	164
Bacadaki Serbest O <sub>2</sub>	%	6
CO <sub>2</sub>	%	15,72
CO	ppm	3
Bacadan Olan Kaybı	%	7
Baca Tarafından Gerçekleşen Verimi	%	93

100 gr doğalgazın yanması sonucu ortaya bir takım baca gazı kompozisyonları çıkacaktır. Bu kompozisyonların içeriklerine dair detaylı bilgi Çizelge 5.8’de verilmiştir.

**Çizelge 5.8.** 100 gr Doğalgaz’ın Bacagazı Kompozisyon Enerji Değeri [22,23]

	Giren			Bacagazı Kompozisyonu				Toplam
	Yakıt	O <sub>2</sub>	Hava	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	N <sub>2</sub>	
Mol Sayısı (M)	6,25	12,50	59,5	0	6,25	12,5	47	
Özgül Isı (Cp)- (cal/gmolC)	5,35	7,104	6,94	7,1	8,44	8,22	6,89	
MxCp (cal/C)	-	-	-	0	52,72	102,75	323,83	
M.Cp.ΔT- (cal)	-	-	-	0	8435,2	16440	51.812,8	<b>76.688</b>

Doğalgazın yanma reaksiyonu aşağıda verildiği gibi olup,



Teorik yanma göz önüne alındığında, baca gazı kayıpları 160 °C düzeyi için, 100 gram doğalgazda (0,14 Nm<sup>3</sup>) 76688 kaloridir. O halde baca gazı sıcaklığı bu düzeyde kaldığı takdirde yakıtın;

$$\frac{76688}{8250 \times 1000 \times 0,14} = \%6,63 \quad (5.13)$$

kadar ısı enerjisi çevreye taşınacaktır. Ancak, hava fazlalığı da devreye girdiğinde bu değer artacağı kesindir. Bu değer baca gazı sıcaklığına bağlı olarak teorik minimumu ifade etmektedir. Öncelikle hava fazlalık katsayısı (HFK), CO<sub>2</sub> (%), baca verimi hesaplanır. Bu ölçüm için kullanılan yakıt için maksimum CO<sub>2</sub> (%) oranı seçilir. Mevcut cihazda bu oran genel olarak bulunmaktadır. Ancak kullanılan yakıtta ait maksimum CO<sub>2</sub> (%) oranı elementel analizden bulunarak alınması, sonuç hassasiyeti açısından iyidir. Ölçülen yakıt için CO<sub>2</sub> max. = 22 olarak alınmıştır [25,26].

$$HFK \equiv 21 / (21 - O_2) \equiv 21 / (21 - 6,7) \equiv 1,5 \text{ bar}$$

$$CO_2 \equiv (CO_{2\max}) / (HFK) \equiv 22 / 1,4 \equiv 15$$



$\eta_b \equiv 100 - f^*(T_g - T_c)/(CO_2)$  bağıntısı ile bulunur. Burada  $f_b/CO_2$  katsayısı şu şekillerde bulunur.

$$f_b/(CO_2) = [A_1 / CO_2 + B] \quad CO_2\text{'ye göre hesaplama} \quad (5.14)$$

$$f_b/(CO_2) = [A_2 / (21 - O_2) + B] \quad O_2\text{'ye göre hesaplama} \quad (5.15)$$

böylelikle;

$$\eta_b \equiv 100 - [A_1 / CO_2 + B] * (T_g - T_c) \quad (5.16)$$

$\eta_b \equiv 100 - [A_2 / (21 - O_2) + B] * (T_g - T_c)$  yoluyla hesaplanabilir. Buradaki  $A_1$ ,  $A_2$  ve  $B$  katsayıları kazan veri hesabında kullanılan katsayılar olup, standart değerlerdir. Kullanılan yakıtta değişiklik göstermekte olan bu katsayılar, Çizelge 5.9'dan bulunabilir.

**Çizelge 5.9.** Kazan Verim Hesap Formülünde Bulunan  $A_1$ ,  $A_2$  ve  $B$  Katsayılarının Yakıt Türüne Göre Değerleri [24]

	Fuel-Oil	Doğalgaz	Şehirgazi	Kömürgazi	LPG
A1	0,5	0,37	0,35	0,29	0,4
A2	0,68	0,66	0,63	0,6	0,6
B	0,007	0,009	0,011	0,011	0

$$\eta_b \equiv 100 - [A_2 / (21 - O_2) + B] * (T_g - T_c) \quad (5.17)$$

$$\eta_b \equiv 100 - [0,68 / (21 - 6) + 0,007] * (1,64 - 27,8)$$

$$\eta_b \equiv 100 - 7,13435 \cong 93 \text{ \% Kazan verimi}$$

Kazan baca gazı kaybı yaklaşık olarak % 7 olarak alınabilir. Kazan yüzey kayıpları olan % 1'de ilave edildiğinde, toplamda yaklaşık % 8'lik bir kayıp söz konusu denilebilir..

Fabrika genelinde enerji akışının bilinmesi özellikle, enerji optimizasyonunu bakımından çok önemlidir. Özellikle tüketilen enerjinin prosese giden miktarı, kazanç sağlayan kayıplar ve dış ortama aktarılan kayıpların oranları fabrika genelindeki enerji verimliliğini açıkça ortaya koymaktadır. Şekil 5.3'de enerji tüketim ve dağılımların kcal/h bazında genel tüketim ve dağılımlar gösterilmekte olup, devamında ise bu şemada kullanılan simgelerin neyi ifade ettiği ortaya konmuştur. Kızgın su hatlarının yüzeysel kayıpları ve ek birleşim yeri kayıpları, mahal ısıtığında başka bir prosede kullanılan enerji olarak kabul görmüştür.

Bacalardan atılan ısı aynı şekilde değerlendirilmiş olup, filtrasyon işlemleri sonucu, gaz şeklinde dışarı atılan enerji olarak gösterilmiştir. 100 gr doğalgaz baz alındığında hava fazlalık katsayısına ve farklı sıcaklık değerlerinde ortaya çıkan kayıplar Çizelge 5.10-5.13’de verilmiştir.

**Çizelge 5.10.** Kazan 1 için Hava Fazlalık Katsayısı ve Sıcaklığa Bağlı Baca Kayıpları [22,24]

Baca gazı sıcaklığı	n	Mol sayısı/Kalorifik değer				Toplam	Kayıp (%)	O <sub>2</sub> (%)
		O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>			
165 °C	1,2	2,5/2930	56,4/64118	12,5/16953	6,25/8703	92.704	8,02	3,21
170 °C	1,16	2/2415	54,5/63836	12,5/17467	6,25/8967	92.685	8,02	2,65
180 °C	1,2	2,5/3196	56,4/69947	12,5/18495	6,25/9495	101.133	8,75	3,21

**Çizelge 5.11.** Kazan 2 için Hava Fazlalık Katsayısı ve Sıcaklığa Bağlı Baca Kayıpları [22,24]

Baca gazı sıcaklığı	n	Mol sayısı/Kalorifik değer				Toplam	Kayıp (%)	O <sub>2</sub> (%)
		O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>			
165 °C	1,2	2,5/2930	56,4/64118	12,5/16953	6,25/8703	92.704	8,02	3,21
170 °C	1,16	2/2415	54,5/63836	12,5/17467	6,25/8967	92.685	8,02	2,65
180 °C	1,2	2,5/3196	56,4/69947	12,5/18495	6,25/9495	101.133	8,75	3,21

**Çizelge 5.12.** Kazan 3 için Hava Fazlalık Katsayısı ve Sıcaklığa Bağlı Baca Kayıpları [22,24]

Baca gazı sıcaklığı	n	Mol sayısı/Kalorifik değer				Toplam	Kayıp (%)	O <sub>2</sub> (%)
		O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>			
165 °C	1,2	2,5/2930	56,4/64118	12,5/16953	6,25/8703	92.704	8,02	3,21
170 °C	1,16	2/2415	54,5/63836	12,5/17467	6,25/8967	92.685	8,02	2,65
180 °C	1,2	2,5/3196	56,4/69947	12,5/18495	6,25/9495	101.133	8,75	3,21

**Çizelge 5.13.** Kazan 4 için Hava Fazlalık Katsayısı ve Sıcaklığa Bağlı Baca Kayıpları [22,24]

Baca gazı sıcaklığı	n	Mol sayısı/Kalorifik değer				Toplam	Kayıp (%)	O <sub>2</sub> (%)
		O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>			
160 °C	1,2	2,5/2842	56,4/6175	12,5/16440	6,25/8440	89897	7,8	3,21
165 °C	1,2	2,5/2930	56,4/64118	12,5/16953	6,25/8704	92705	8,02	3,21

Çizelge 5.10-5.13’de özetlenen hesaplarda CO oluşumu ile havanın nemi ihmal edilmiş ve tam yanma olduğu kabul edilmiştir. Çizelge 5.10-5.13’den de görüleceği üzere, fazla hava

sayısının 2,5'lara çıkması durumunda baca gazı kayıplarının teorik yanma koşullarında oldukça yükseldiği açıktır.

Hava Fazlalık katsayısının birim tüketime etkisi olacağı kesindir. Hava fazlalık katsayısının düşürülmesinin birim tüketim üzerinde % olarak etkisi Çizelge 5.14'de verilmiştir.

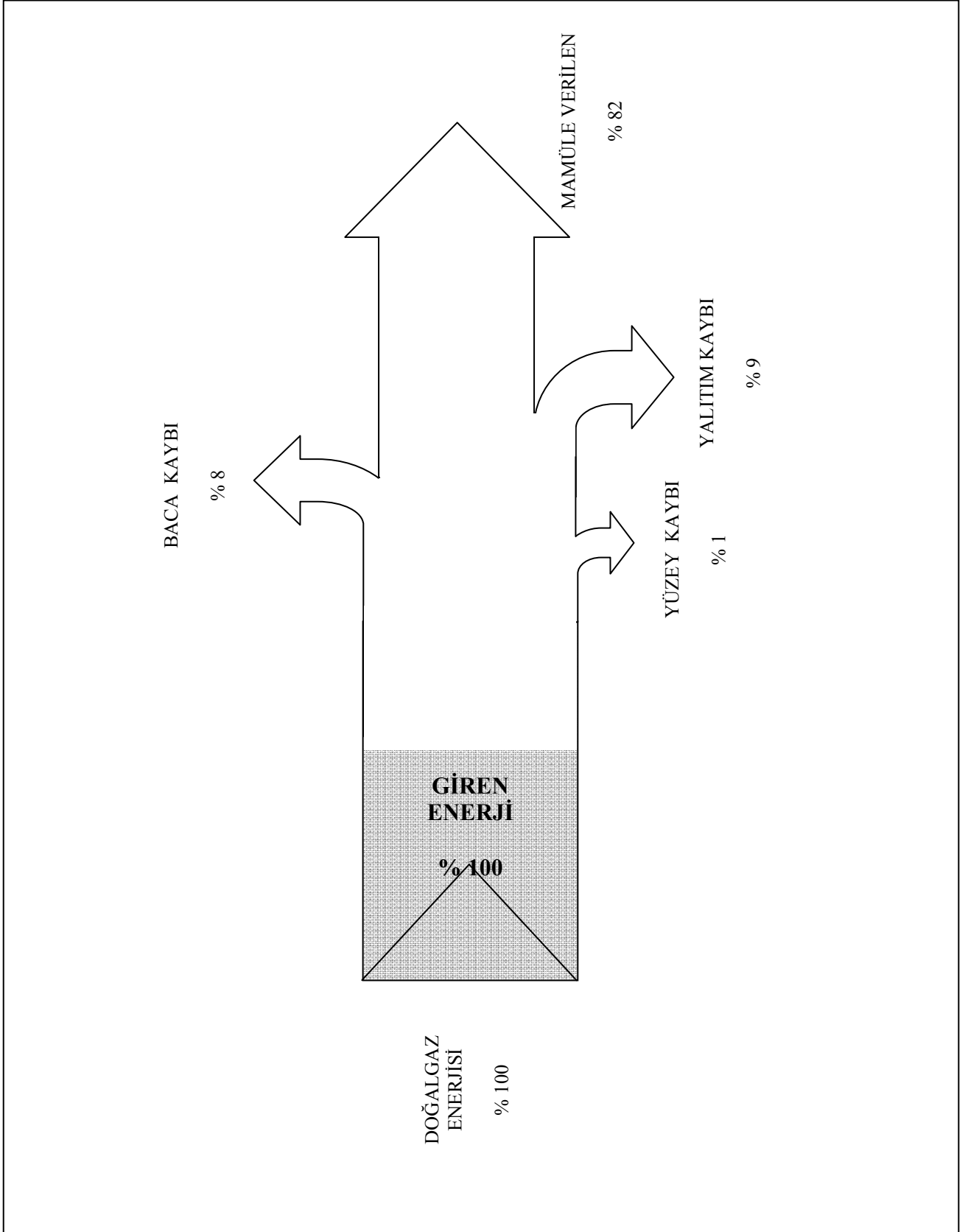
**Çizelge 5.14.** Hava Fazlalık Katsayısı Kısılmasının Birim Tüketime Etkisi

Kazanlar	Kabul Edilen Hava Fazlalık Katsayısı	Mevcut Hava Fazlalık Katsayısı	Enerji Tüketiminde Yapılan Tasarrufu (%)
Kazan 1 (165°C)	1,1	1,19	7,12
Kazan 2 (155°C)	1,1	1,16	5,55
Kazan 3 (149 °C)	1,1	1,13	9,82
Kazan 4 (142 °C)	1,1	1,15	3.89

Hava fazlasının % 50 kadar azaltacak olursak, 160 °C'lik baca gazı sıcaklığı için verim artışı % olacaktır. Baca gazının sıcaklığı 160 °C'den 80 °C'ye düşürüldüğünde, açığa çıkan enerjiden faydalanarak verimi % kadar daha arttırmamız mümkündür. Hava fazlasını % 50, baca gazı sıcaklığını 160 °C'den 80 °C'ye düşürmemiz durumunda verimdeki toplam yükselme veya yapılabilecek yakıt tasarrufu % mertebesindedir.

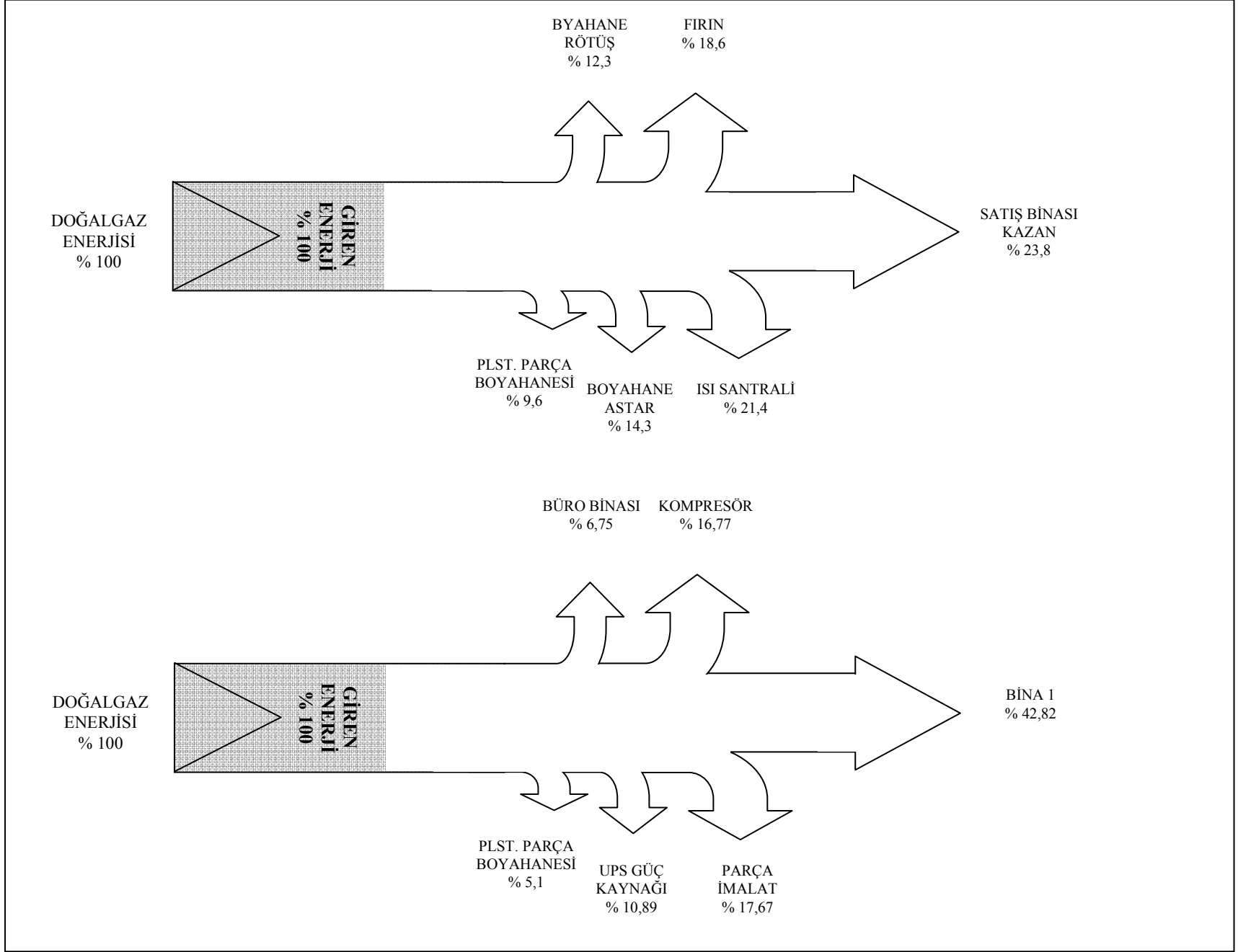
## 5.2. Fabrika Enerji Akış ve Sankey Diyagramları

Fabrikada yapılan enerji analizleri sonucu olarak elde edilen Sankey diyagramı Şekil 5.1'de görülmektedir. Burada genel ısı merkezinde elde edilen ısının bacadan ve yüzeyden olan kayıplar ve mamule verilen ısı miktarı kolaylıkla izlenebilmektedir.

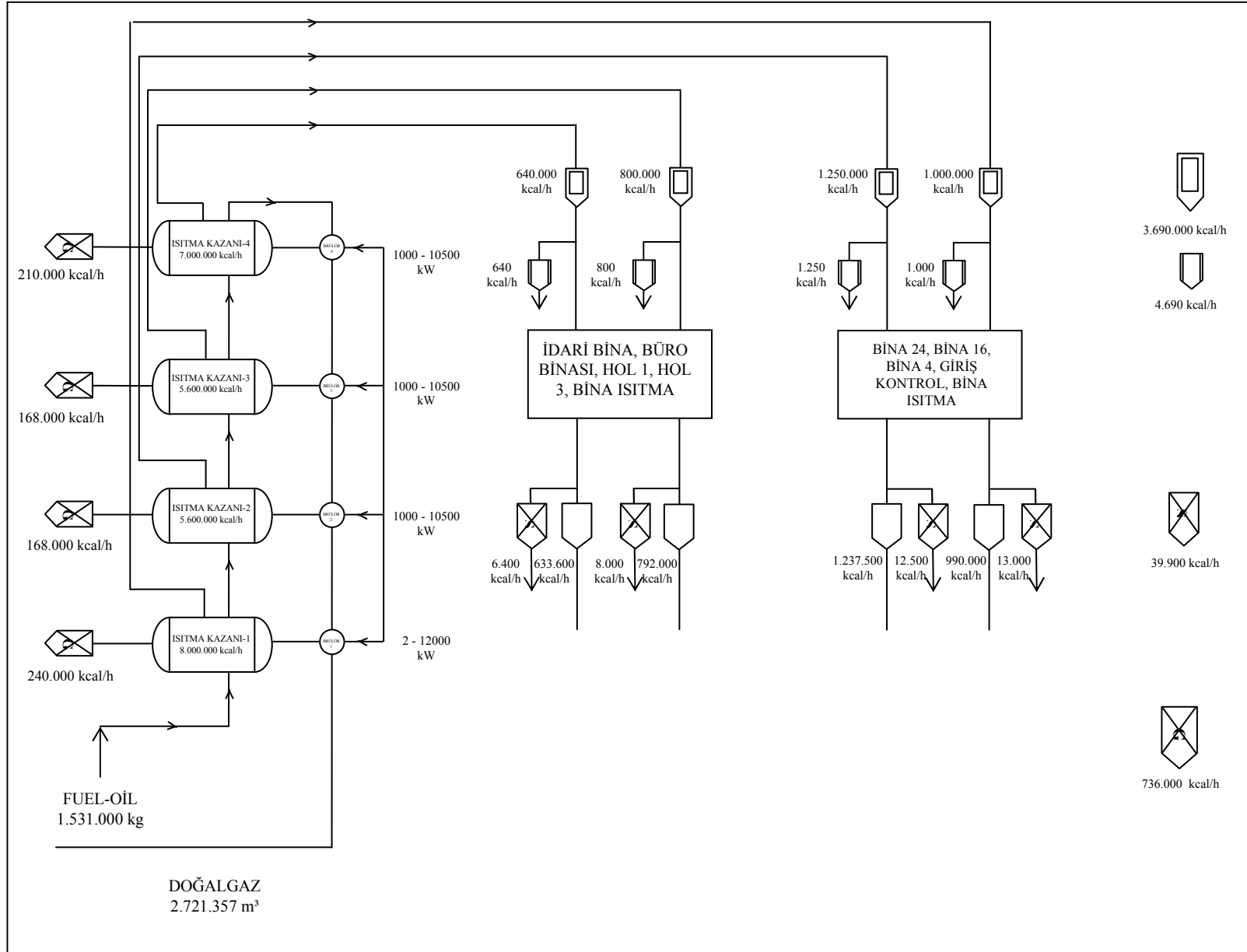


Şekil 5.1. Kızgın Su Kazanı Sankey Diyagramı

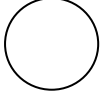
Şekil 5.2. Mercedes - Benz Türk Genel Enerji Sankey Diyagramı



Şekil 5.3. Mercedes Benz Türk Enerji Tüketim ve Dağılımı (kcal/h)



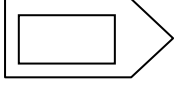
Burada simgeler aşağıdaki gibi tanımlanabilir;



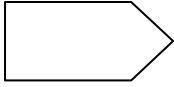
BRÜLÖR



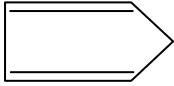
KAZANLAR



PROSESE GİDEN ENERJİ



BİR BAŞKA BÖLGE VEYA PROSESE KAZANÇ OLAN KAYIPLAR



BORULARDAN DIŞA KAYIPLAR



BACA GAZI HALİNDEKİ DIŞA KAYIPLAR



SU VEYA BUHAR HALİNDEKİ DIŞA KAYIPLAR

### 5.3. Fabrika Genelinde Yapılan Optimizasyon Çalışmaları

İmalat hollerinde çalışma yapılınsın veya yapılmasın aydınlatmaya gerçekten ihtiyaç var ise sadece ihtiyaç olan bölgelerin aydınlatılması üzerinde durulmuştur. Örneğin; Bina 3 yeni finiş ve kabin imalat bölümlerinde gündüz bulutsuz havada doğal aydınlatma şiddetinin 600-1000 Lux arasında olduğu ölçülmüş ve bunun standartlar ve normların üzerinde olduğu görülmüştür. İmalat binaları içindeki aydınlatma armatürlerinin her birinin 400 watt (W) olduğu (standart bir evin toplam aydınlatma ihtiyacından fazla) düşünülerek, bir tek lamba kapatmanın önemi tüm fabrika genelinde vurgulanarak beyin fırtınası yöntemi ile tasarrufa gidilmeye başlanmıştır.

İmalat binaları WC-aydınlatma ve havalandırmalarının hafta sonları çalışır durumda bırakılmaları sonucu boşa akan enerji sarfiyatının fazlalığına dikkat çekmiştir. Açık bırakılan veya arızası için bildirim yapılmayan musluklardan akıp giden suyun fazlalığı gözler önüne serilerek tüm armatürlerde fotosel tasarruflu armatürlere geçilmiştir. Bürolarda mesai saatleri sonunda ve özellikle hafta sonları açık bırakılan ve kapatılmayan fan-coil cihaz motorları veya büro aydınlatmaları nedeniyle boşa giden enerjinin fazlalığı vurgulanarak mesai saatleri içerisinde dahi ihtiyaç kadar yakılması prensibi getirilmiştir.

Aynı ışık şiddetinde aydınlatma sağlayan düz ve elektronik balastlı iki taşıyünü armatürü arasındaki enerji sarfiyatı incelenirse; düz balastlı 4x20 W armatürün çektiği akım 1,4 amper (A) 308 W (ölçüm değeri), elektronik balastlı aynı armatürün çektiği akım 0.35 A 77 W (ölçüm değeri) olup armatür başına tasarruf 231 W'tır. Fabrikanın bir yıllık elektrik tüketimi olan 10.000.000 kWh'nin yaklaşık % 30'u sadece aydınlatma giderleridir. Basit önlemler ile tüketimin % 10'u tasarruf edilmiştir.

Fabrika genelinde yapılan optimizasyon çalışmaları kapsamında 1997–2005 yılları arası yapılan tasarruf çalışmaları ve bu tasarruf çalışmaları sonucunda kazanılan enerji miktarları Çizelge 5.15 ve Çizelge 5.16'da verilmiştir. Çizelge 5.15'de 1997-2001 yılları arası yapılan tasarruf çalışmaları ve elde edilen sonuçlarına göre 467.330 kWh/yıl tasarruf elde edilmiştir. 2002-2005 yılları arası yapılan tasarruf çalışmaları ve elde edilen sonuçlarına göre 407.618 kWh/yıl tasarruf elde edilmiş olup, Çizelge 5.16'da detayları verilmiştir.



Çizelge 5.15. Fabrikanın 1997-2001 Yılları Arası Tasarruf Miktarları

Yıllar	Enerji miktarı ( kWh/yıl )	Açıklama
1997-1999	42.000	Bina 3’de hol aydınlatma linyelerinde,iş akışına uygun ve imalat birimleri bazında yapılan düzenlemeler sonucu,
	60.000	Boyahanede kabin emiş fanlarının frekans değiştiricilerle değiştirilmesi sonucu,
	281.000	Fabrika kullanma suyu pompalarının verimi daha yüksek pompalarla değiştirilmesi ve kısmen frekans değiştirici ile sürülmesi sonucu,
	40.000	Fabrika park sahasındaki 14 adet 500 W’lık halojen lambanın metalhalide lambalarla değiştirilmesi sonucu,
	9500	Fabrika müdüriyet binasındaki aydınlatma armatürlerindeki 4 adet elektromekanik balast yerine 1 adet elektronik balast takılması sonucu,
2000 / 2001	18.500	Zımpara istasyonuna 40 adet eski tip 2 x 40 W Flüoresan armatür yerine, 22 adet yeni tip reflektörlü yüksek verimli 1 x 58 W armatür takılması sonucu,
	4900	Şasi boyahanesi çıkışı ve şasi imalat bölümü yeni düzenleme yapılması ve metal ampul takılması suretiyle 7 adet 1 x 400W cıva buharlı armatür iptal edilmesi sonucu,
	7300	Boyahane içi yeni düzenleme yapılması ve metal ampul takılması suretiyle 9 adet 1 x 400 W cıva buharlı armatür iptal edilmesi sonucu,
	9300	İç süsleme girişi yeni düzenleme yapılması ve metal ampul takılması suretiyle 3 adet 1 x 400W cıva buharlı armatür iptal edilmesi sonucu,
	3100	Eski fosfat girişi 4 adet eski tip 2 x 40 W flüoresan armatür yerine 3 adet yeni tip reflektörlü yüksek verimli 1 x 58 W armatür takılması sonucu,
	380	Rötuş fırını çıkışı 36 adet eski tip 2 x 40 W flüoresan armatür yerine 12 adet yeni tip reflektörlü yüksek verimli 1 x 58 W armatür takılması sonucu,
	5600	2 adet ER 5 kompresör yerine GA180 VSD frekans konvertörlü kompresör takılması sonucu,
	8800	Astar ve son kat havalandırma ünitelerine 2 adet frekans konvertörü takılması sonucu,
	14.000	KTL havalandırma ünitesine 1 adet frekans konvertörü takılması sonucu,

Çizelge 5.16. Fabrikanın 2002-2005 Yılları Arası Tasarruf Miktarları

Yıllar	Enerji miktarı ( kWh/yıl )	Açıklama
2002	1400	İmalat hollerinde gece aydınlatmalarının optimize edilmesi sonucu; (Hol 1) 22 adet 1x250 W cıva buharlı armatür sökülerek, 14 adet 2x58 W elektronik balastlı yüksek verimli armatür takılması sonucu,
	2100	(Hol 2+3) 34 adet 1x250 W cıva buharlı armatür sökülerek, 23 adet 2x58 W elektronik balastlı yüksek verimli armatür takılması sonucu,
	72.500	İmalat hatlarındaki 16 yıllık eski tip flüoresan armatür ve lambaların, verimi yüksek elektronik balastlı yeni tip armatür ve lambalarla değiştirilmesi ; 183 adet 2x40 W eski tip flüoresan armatür sökülüp, 6 adet 250 W, 62 adet 400 W sökülmesi, 154 adet 1x58 W ve 23 adet 2x58 W yeni tip reflektörlü, elektronik balastlı, yüksek verimli armatür takılması sonucu,
2003	2500	Boyahane iç alanlarında aydınlatma iyileştirilmesi 30 adet 2x40 W eski tip flüoresan armatür sökülüş, 12 adet 2x58 W yeni tip reflektörlü, elektronik balastlı, yüksek verimli armatür takılması sonucu,
	4250	İmalat bandındaki eski tip flüoresan armatür ve lambaların, yüksek verimli lambalarla değiştirilmesi sonucu, 50 adet 2x40 W eski tip flüoresan armatür söküldü, 40 adet 1x58 W yeni tip reflektörlü, elektronik balastlı, yüksek verimli armatür takılması sonucu,
	101.088	Mesai saatleri dışında KTL için bırakılan 30 kW gücünde ELV'deki kompresör yerine, KTL'ye 0.75 kW gücünde mevcut bir kompresörün konulması sonucu,
2004	6000	Şasi perçin mahallindeki aydınlatmanın iyileştirilmesi; Eski : 10 Ad. x 400 W = 4000 W Yeni : 21 Ad. X 58 W = 1218 W
	24.000	Çevre aydınlatması optimize edilmesi sonucu,
2005	15.430	Aks ve motor ambarı aydınlatması iyileştirilmesi sonucu,
	9600	Ambar binasının genişletilen kısmındaki gece aydınlatmalarının sayılarının azaltılması sonucu,
	67.500	Soğutma suyu iyileştirilmesi çerçevesinde pompaların yenilenmesi; 2 adet 30 kW pompa yerine, yüksek verimli 3 adet 7,5 kW pompa konulması sonucu,
	101.250	Astar boyahanesi fırın fanının değiştirilmesi sonucu

## 6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

### 6.1. Sonuçlar

Enerji optimizasyon çalışmaları sonucunda elde edilen verimin %100 olması mümkün olmayıp, termodinamik kanunlarına göre de olanaksızdır. Bu sebeple, sistemde ve çalışan kısımlarda, ileriki yıllarda daha kapsamlı iyileştirme ve modernizasyon çalışmaları ile verim oranı daha üst seviyelere çıkarılacaktır. Sistemde yapılacak küçük iyileştirmeler ile sağlanacak verim artırımının bile, finansal değere etkisinin yüksek oluşu kaçınılmaz bir gerçektir.

Isıtma sisteminde mevcut durum, yapılacak rehabilitasyon çalışması ile birlikte değerlendirildiğinde öncelikle hedef; kızgın sulu ısıtma sisteminin kapasitesine uygun olarak yeni tesis edilen pompaları, yenilenen genleşme tankı, yeniden tesis edilen ilave hatlarıyla fabrikanın her noktasına istenilen ısıtıcı akışkan debisini kontrollü olarak taşıyacak şekilde etkin hale getirilmiştir. Sistemde basınç, sıcaklık, akış kontrolü ile fabrikanın her noktasında iç hava sıcaklığının istenilen düzeyde dengeli olarak dağıtımını sağlanmıştır. Ayrıca yeni ilave edilecek binalarında sorunsuz bir şekilde çalışması için entegrasyona dahil edilmiştir. Hali hazırda tam debili ve değişken sıcaklıklı olarak çalışmakta olan kızgın su pompaları, yüklerine oranla yetersiz çaplı boru hatları ve kısa devre yaratan branşman bağlantılarıyla mevcut merkezi ısıtma sisteminin yeterli olmadığı konusu üzerine yoğunlaşmıştır.

Bu çalışmada, sanayide az yatırımla kazanılabilecek, oldukça yüksek miktarda enerji tasarruf potansiyeline örnek bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada incelenen başlıca enerji tasarruf potansiyelleri; fazla aydınlatma giderlerinin minimize edilerek tasarrufa gidilmesi, kızgın su elde etmek için üretilen fazla ısının hatlara fazlasıyla gönderilmesi sonucu oluşan kayıplar; basınçlı hava elde edilmesinde kullanılan kompresörlerin invertörlü olanları ile değiştirilmesi sonucu yapılan tasarruf ve geri dönüş maliyetleridir. Fazla uzun ve yetersiz ısı hatlarındaki yükün azaltılması ve hat boyunun kısaltılması neticesinde ısı merkezinden elde edilen ısı miktarının daha verimli kullanılması da ayrıca incelenmiştir. Bu tasarruf potansiyellerinin enerji ve bunun mali değerinin hesabı için gerekli prosedürler açıklanmış, her bir tasarruf yöntemi için Mercedes-Benz Türk Aksaray Kamyon Fabrikası'nın farklı birimlerinde gerçekleştirilen çalışmalar örnek olarak verilerek, bunlar için iyileştirme çalışmaları değerlendirilmiştir.

Çalışmada başlıca ele alınan tasarruf önlemleri ;

- Yakma sistemlerinin kontrolü ve iyileştirilmesi sağlanmıştır.

- Isı hatlarında kullanılan kızgın su sirkülasyonunu sağlayan pompaların aşırı yüklenmesi ve yetersiz olması neticesinde yenileme ve hat yükünde azaltma çalışması yapılmıştır.

- Oda ısısı ve teknik ısı hatlarının birbirine karışması ve boru hatlarının dengesiz yüklenmesi sonucu hidrolik ayar aparatlı binalarda devir istasyonları yapılıp, basıncı ve su debisini ayarlayarak aşırı yüklenmenin önüne geçilmiştir.

- İmalat band hattı kısımlarında, kalite binası ve büro binalarında gereksiz aydınlatmanın önüne geçmek için voltajı düşük lambalarla tasarrufa gidilmiştir.

- İvertörsüz kompresör kullanımı sonucu tüketilen elektriğin fazlalığı neticesinde invertörlü kompresöre geçilip, tasarruf sağlanmıştır.

Fabrikanın genelinin yıllık ve günlük çalışma süreleri, yaz ve kış ısı gereksinimleri dikkate alındığında, halen ısı merkezinde çalışmakta olan 15 kW x 5 adet pompanın yıllık enerji sarfiyatı yaklaşık olarak 430.000 kWh ve söz konusu pompaların yıllık enerji maliyeti 86.000 YTL'dir. Mevcut pompaların yetersizliği nedeniyle yenilenen 30 kW x 5 adet frekans konvertörlü pompaların güç artışı ile aparey hatlarına ilave edilen sabit debili sekonder pompalar da düşünüldüğünde, yıllık enerji tüketimi 300.000 kWh ve yıllık enerji maliyeti 60.000 YTL olmaktadır. Bu şekilde yapılan sistem değişikliği sonucu pompaların elektrik enerjisi tüketimi açısından tasarruf yıllık bazda yaklaşık 26.000 YTL'dir.

Yapılan ısı iyileştirme çalışması neticesinde sadece pompaların değişimi ile 26.000 YTL tasarruf yapılmış olup, diğer tasarruf önlemleri yıllık ölçekte, Çizelge 5.13 ve 5.14'den de anlaşılacağı üzere, Temmuz 2008 elektrik birim kWh fiyatı olan 0,154 YTL rakamı üzerinden hesaplanırsa; 1997-1999 yılları arası 432.500 kWh, bu da 66.778 YTL'lik; 2000-2001 yılları arası 71.880 kWh, bu da 11.098 YTL'lik; 2002 yılı için 76.000 kWh, bu da 11.734 YTL'lik, 2003 yılı için 107.838 kWh, bu da 16.650 YTL'lik; 2004 yılı için 30.000 kWh, bu da 4632 YTL'lik; 2005 yılı için 193.780 kWh, bu da 29.920 YTL'lik tasarruf yapılmıştır.

Böylelikle gelecek üretim yılları ve üretimdeki artış süreçleri göz önüne alındığında yeterli bir yatırım olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca enerji maliyetleri minimize edilerek rekabet gücünde artacağı bir gerçektir. Fabrikada tüketilen enerji değerleri ve finansal karşılığı Çizelge 6.1'de görüldüğü gibi olup, elektrik enerjisi yaklaşık 5.871.000 YTL ile listede yer almaktadır.

**Çizelge 6.1** Fabrikada Tüketilen Enerji Değerleri ve Finansal Karşılığı

Tüketim	Birim	Yıllık ortalama çalışma süresi (saat/yıl)	Toplam enerji değeri	Tüketilen değerlerin birim fiyatları YTL	Finansal karşılığı YTL
Elektrik	kWh	4992	38.123.564.544	0,154	5.871.028,939
Fuel-oil	Litre	3153	3.439.923.000	0,64	2.201.550,720
Motorin	Litre	2128	946.960.000	3,48	3.295.420,800
Doğalgaz	m <sup>3</sup>	3744	14.305.868.928	0,55	7.868.227,906
LPG	Ton	1872	18.349.344	1,89	34.680.260,16

## 6.2. Öneriler

Fabrika genelinde yapılan optimizasyon çalışması neticesinde, en uzak bölgedeki kritik ısıl değer baz alınarak hesaplamalar yapılmalıdır. Böylelikle gereğinden fazla sarf edilen ısı göz ardı edilerek, fazla ısıl yığılma ve dengesiz hat problemleri de ortadan kalkmış olacaktır.

Optimizasyon çalışmaları yapılması halinde EİEİ (Elektrik İşleri Etüd İdaresi)'nin düzenlemiş olduğu “Enerji Yöneticiliği” kursuna kısım bazında katılımcı sayısını arttırarak, her kısımda bir enerji sorumlusu belirlenmelidir. Böylelikle her yöneticiyi kendi kısmı için daha fazla uzmanlaştırarak daha yüksek bir iyileştirme çalışması yapılmış olacaktır.

Fabrikada geleceğe yönelik tasarrufa ilişkin optimizasyon kapsamında çalışanların bu yönlü bilinçlendirme eğitimleri ve tasarrufa katılımların arttırılması sağlanabilir. Fabrika kısımları bazında en çok enerji tüketimi sağlayan bölümü en zayıf halka mantığı ile tasarrufa itilmelidir. Ayrıca aydınlatma kapsamında yapılabilecek en iyi optimizasyon gereksiz aydınlatmanın önüne geçip, güneş enerjisinden maksimum istifade etmek olabilir. Örneğin imalat bandı gibi enerjiyi en çok tüketen kısımların enerji gereksinimlerini yenilenebilir enerjiye (güneş ve rüzgar enerji hibrit sistemleri) geçiş başlatılmalıdır. Ayrıca atık mahallinde kurulacak bir kojenerasyon sistemi ile tüketilen enerji seviyesi düşürülebilir. Gelecekte yapılacak bu yönlü çalışmalar neticesinde kazancın artması bir yana, temiz enerjinin kullanılması çevre açısından büyük önem taşıyacaktır.

## KAYNAKLAR DİZİNİ

- [1] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Nüfus İstatistikleri ve Projeksiyonlar, erişim:[http://www.tuik.gov.tr/Pretablo.do?tb\\_id=39&ust\\_id=11](http://www.tuik.gov.tr/Pretablo.do?tb_id=39&ust_id=11) (Haziran 2008).
- [2] ETKB (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı) 2007, Türkiye de Yıllara Göre Birincil Kaynaklardan Yapılan Genel Enerji Arzı, erişim:<http://www.enerji.gov.tr/enerjitukeyim.htm>
- [3] Bilgen, S., Keles, S., Kaygusuz, A., Sari, A., Kaygusuz, K., 2006, Global Warming and Renewable Energy Sources for Sustainable Development: A Case Study In Turkey, Renewable and Sustainable Energy Reviews, pp:25, (Article in pres).
- [4] Özgür, M.A., 2008, Review of Turkey's Renewable Energy Potential, Renewable Energy, vol.33, p:2345-2356.
- [5] Say, N.P., Yücel, M., 2006, Energy Consumption and CO<sub>2</sub> Emissions in Turkey: Empirical Analysis and Future Projection Based On An Economic Growth, Energy Policy, vol.34, p:3870-3876.
- [6] Türkeş, M., 2006, Küresel İklimin Geleceği ve Kyoto Protokolü, Jeopolitik 29, 99-107 s, erişim: [http://www.marcep.org/pdf\\_doc/kuresel\\_iklimin\\_gelecegi.pdf](http://www.marcep.org/pdf_doc/kuresel_iklimin_gelecegi.pdf)
- [7] Türkyılmaz, O., 2007, Dünyada ve Türkiye'de Enerji Sektörünün Durumu, Mühendis ve Makina Dergisi, TMMOB Makina Mühendisleri Odası Aylık Yayın Organı, Ankara, cilt 48, sayı 569, 72 s, erişim:[http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2007/haziran/09\\_degerlendirme.pdf](http://www.mmo.org.tr/muhendismakina/arsiv/2007/haziran/09_degerlendirme.pdf).
- [8] TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi), 2006, Türkiye Kurulu Gücünün Yıllar İtibariyle Gelişimi, erişim: <http://www.teias.gov.tr/istat2004/1.xls>
- [9] Özgür, M.A., 2006, Kütahya Rüzgar Karakteristiğinin İstatistiksel Analizi ve Elektrik Üretimine Uygulanabilirliği, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Eskişehir, 250 s.
- [10] Türkiye Çevre Vakfı Yayını (TÇV), 2006, Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları, TÇV Yayın No:175, 368s.
- [11] IEA, International Energy Agency, Key World Energy Statistics, 2007, erişim: <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2006/key2006.pdf>
- [12] Tunç, G.İ., Akbostancı, E., Türüt-Aşık, S., 2007, CO<sub>2</sub> Emissions vs. CO<sub>2</sub> Responsibility: An Input-Output Approach for the Turkish Economy, Energy Policy, vol.35, p:855-868, erişim:<http://www.ekonometridernegi.org/bildiriler/o13s2.pdf>.
- [13] Köse, R., 2004, Önsöz ve sonuç bildirgesi, II. Ulusal Ege Enerji Sempozyumu ve Sergisi Bildiri Kitabı, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, 625 s.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- [14] TMMOB (Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği), 2006, Enerji Raporu, Ankara, erişim:[http://www.enerjinesahipcik.org/resimler/ekler/9f0f895fb98ab91\\_ek.pdf?tipi=7&tu ru=&sube0](http://www.enerjinesahipcik.org/resimler/ekler/9f0f895fb98ab91_ek.pdf?tipi=7&tu ru=&sube0).
- [15] Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK), Türkiye İstatistik Yıllığı, erişim:<http://www.tuik.gov.tr/yillik/yillik.pdf> (2008).
- [16] EİEİ ( Elektrik İşleri Etüd İdaresi ), 2007, Sanayide Enerji Yönetim Esasları, Cilt 1, Bölüm 5.1-5.10, Ankara
- [17] EİEİ ( Elektrik İşleri Etüd İdaresi ), 2007, Sanayide Enerji Yönetim Esasları, Cilt 3, Bölüm 10.1-10.4, Ankara.
- [18] Mercedes-Benz Türk A.Ş., 2007, Hizmetiçi Eğitim Seminerleri, Seminer No:8, Aksaray.
- [19] Termal Sistem Ölçüm ve Analiz Değerleri, 2007, Mercedes-Benz Türk A.Ş. Aksaray Kamyon Fabrikası Ölçüm ve Analiz Değerleri.
- [20] Testo, 2008, Testo 350 XL Bacagazı Analizörü, erişim:[http://www.testo.com.tr/online/abaxx?\\$part=PORTAL.TUR.ProductCategoryDesk . active-area.catalog.ProductDetail.details.technical%20data](http://www.testo.com.tr/online/abaxx?$part=PORTAL.TUR.ProductCategoryDesk . active-area.catalog.ProductDetail.details.technical%20data).
- [21] Testo, 2008, Testo 830-3 Profesyonel Termal Kamera, erişim:[http://www.testo.com.tr/online/abaxx?\\$part=PORTAL.TUR.Applications&\\$event =showfromcontent&externalid=opencms:/Products/MeasurementParameters/temperature/ Messgeraete/Handliche\\_Messgeraete\\_fuer\\_beruehrungslose\\_Messungen/testo\\_880- 3\\_Pro-Set/Tuerkisch.product](http://www.testo.com.tr/online/abaxx?$part=PORTAL.TUR.Applications&$event =showfromcontent&externalid=opencms:/Products/MeasurementParameters/temperature/ Messgeraete/Handliche_Messgeraete_fuer_beruehrungslose_Messungen/testo_880- 3_Pro-Set/Tuerkisch.product).
- [22] Özil, E., Arıkol, M., Sayar, A. A., Köse, R., 1995, “ Asil Çelik Enerji Optimizasyon Projesi ”, İstanbul.
- [23] Onat K., Genceli O., Arısoy A., 1996, “ Buhar Kazanlarının Isıl Hesapları ”, Teknik Yayıncılık Tanıtım A.Ş.,28-38 s.
- [24] Makine Mühendisleri Odası Yayınları, 1999, Bacagazı Emisyon Ölçümü, Yayın No: 233, 90 s.
- [25] Çengel, A.Y., Boles, A.M., 1996, Mühendislik Yaklaşımıyla Termodinamik, Mc Graw Hill- Literatür Ortak Yayıncılık, Çeviri: Taner Derbentli, 796 s.
- [26] Saad, M.A., 1997, Thermodynamics: Principles and Practice, prentice – hall Inc., 935 p.

EKLER

Ek A. İncelenen Kuruluş Bünyesinde Belirli Periyotlarda Yapılan Bacagazı Ölçüm Sonuçları

Test Tarihi	Test Yeri	01.01.95	01.01.94	01.01.94	01.01.94
20.05.06	3 Ortel Court, Omega Park	NATURALGAS 172.5 122.3 12.3 10.3 92.6 92.6 94.0 16.0 3 1	NATURALGAS 173.5 122.4 12.4 10.4 93.1 93.1 94.1 16.1 3 1	NATURALGAS 173.5 122.4 12.4 10.4 93.1 93.1 94.1 16.1 3 1	NATURALGAS 173.5 122.4 12.4 10.4 93.1 93.1 94.1 16.1 3 1
20.05.06	3 Ortel Court, Omega Park	NATURALGAS 172.5 122.3 12.3 10.3 92.6 92.6 94.0 16.0 3 1	NATURALGAS 173.5 122.4 12.4 10.4 93.1 93.1 94.1 16.1 3 1	NATURALGAS 173.5 122.4 12.4 10.4 93.1 93.1 94.1 16.1 3 1	NATURALGAS 173.5 122.4 12.4 10.4 93.1 93.1 94.1 16.1 3 1
20.05.06	3 Ortel Court, Omega Park	NATURALGAS 172.5 122.3 12.3 10.3 92.6 92.6 94.0 16.0 3 1	NATURALGAS 173.5 122.4 12.4 10.4 93.1 93.1 94.1 16.1 3 1	NATURALGAS 173.5 122.4 12.4 10.4 93.1 93.1 94.1 16.1 3 1	NATURALGAS 173.5 122.4 12.4 10.4 93.1 93.1 94.1 16.1 3 1
20.05.06	3 Ortel Court, Omega Park	NATURALGAS 172.5 122.3 12.3 10.3 92.6 92.6 94.0 16.0 3 1	NATURALGAS 173.5 122.4 12.4 10.4 93.1 93.1 94.1 16.1 3 1	NATURALGAS 173.5 122.4 12.4 10.4 93.1 93.1 94.1 16.1 3 1	NATURALGAS 173.5 122.4 12.4 10.4 93.1 93.1 94.1 16.1 3 1





100827  
 Mercedes Benz Turk A.S  
 ISI SANTRALI. KAZAN: 7  
 ----- testo 350 -----  
 08.07.11 06:48:13  
 NATURALGAS  
 °C FT  
 °C AT 165.7  
 °C O2 38.0  
 °C O2 33.6  
 °C O2 84.5  
 °C O2 93.1  
 °C O2 80  
 °C O2 20.7  
 °C O2 6.00  
 °C O2 3  
 °C O2 0  
 °C O2 78

Mercedes Benz Turk A.S  
 ISI SANTRALI. KAZAN: 2  
 ----- testo 350 -----  
 08.07.11 06:57:47  
 NATURALGAS  
 °C FT  
 °C AT 157.9  
 °C O2 156.0  
 °C O2 2.9  
 °C O2 10.3  
 °C O2 86.9  
 °C O2 94.7  
 °C O2 90  
 °C O2 15.5  
 °C O2 3  
 °C O2 1  
 °C O2 88

Mercedes Benz Turk A.S  
 ISI SANTRALI. KAZAN: 3  
 ----- testo 350 -----  
 08.07.11 07:17:02  
 NATURALGAS  
 °C FT  
 °C AT 156.7  
 °C O2 33.8  
 °C O2 2.7  
 °C O2 10.4  
 °C O2 84.9  
 °C O2 93.6  
 °C O2 95  
 °C O2 14.9  
 °C O2 3  
 °C O2 1  
 °C O2 94

Mercedes Benz Turk A.S  
 ISI SANTRALI. KAZAN: 4  
 ----- testo 350 -----  
 09.07.11 22:45:05  
 NATURALGAS  
 °C FT  
 °C AT 124.0  
 °C O2 56.2  
 °C O2 2.2  
 °C O2 10.7  
 °C O2 85.9  
 °C O2 94.8  
 °C O2 47  
 °C O2 11.5  
 °C O2 3  
 °C O2 1  
 °C O2 46

## Ek B. İncelenen Kuruluşa Ait Bacagazı Ölçüm Analizi Cihazı Sertifikasyonu

 <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">12185</span> <span style="float: right;">  </span>	
<h1>Kalibrasyon Sertifikası</h1>	
<b>Sertifika no.</b>	BGK070008
<b>Cihaz tanımı</b>	TESTO 350 Baca Gazı Analiz Cihazı
Analizör ünitesi model no./Seri no.	: 0632 3500 / 71000240031
El kontrol ünitesi model no./Seri no.	: 0560 3510 / 71087450012
Müşteri envanter no., cihaz	:
Prob tanımı	: Tmax = 500°C, L=300mm
Prob model no.	: 0600 9522
Prob seri no.	:
Müşteri envanter no., prob	:
Müşteri	: Mercedes Benz Türk A.Ş.
Müşteri adresi	: Aksaray
Müşteri ID no.	: 12280
Sipariş no.	: K070008
<b>Ölçüm ekipmanı</b>	
<b>Tanım</b>	<b>Reg.no.</b>
Test gazları:	
%2.5163 O2	301455
998.4 ppm CO / 300.1 ppm H2	301457
502.4 ppm CO	301461
299.9 ppm NO	301454
300.8 ppm SO2	301460
2.998.3 ppm CH4 / %20 O2	301456
99.9 ppm NO2 / %20.216 O2	10000165699
<b>Tanım</b>	<b>DKD.no.</b> <b>Reg.no.</b>
Testo 950 referans ölçüm cihazı, 0628.0015 probu ile	T2725      1100 0030
DPI 605 basınç kalibratörü	0847      1100 0035
<b>Ortam koşulları</b>	
Sıcaklık	23°C      ± 3°C
Nem	50%rF      ± 10%rF (%RH)
Basınç	1013hPa      ± 10hPa
<b>Ölçüm prosedürü</b>	
Gaz ölçümü	Test gazları ile karşılaştırma
Sıcaklık ölçümü	Referans cihaz ile karşılaştırma
Basınç ölçümü	Kalibratör ile karşılaştırma
Kalibrasyon sertifikası sayfa sayısı / No. of pages of calibration certificate	
2	
Prof. Dr. Bülent Tarcan Cad. Vefa Bayırı Sok. Gayrettepe İş Merkezi C Blok No:12 D:5 34394 Gayrettepe / İstanbul Tel:(212) 217 01 55 • Faks:(212) 217 02 21 • web:www.testo.com.tr • e-mail: info@testo.com.tr	



12125



Kalibrasyon sertifika no BGK070008

Sayfa 2

**Ölçüm sonuçları**

Referans değerler doğruluğu

Gaz ±%2  
Sıcaklık ±0,27°C  
Basınç ±0,05 hPa

	Nominal değer	Test edilen cihazın okuma değeri	Sapma
O2 % hacim	3,00	<b>3,00</b>	0,00
CO ppm	998,4	<b>995</b>	-3,4
CO ppm	502,4		
NO ppm	299,9	<b>302</b>	2,1
NO2 ppm	99,9	<b>98</b>	-1,9
SO2 ppm	300,8	<b>298</b>	-2,8
CH4 ppm	2998,3		
Sıcaklık (baca gazı) °C	100,0	<b>99,6</b>	-0,4
Basınç (baca çekişi) hPa	-10,35	<b>-10,3</b>	-0,05

**Özel açıklamalar**

- Ölçüm değerleri spesifikasyonlar dahilinde  
 Ölçüm değerleri spesifikasyonlar haricinde

Kalibrasyon tarihi

05-02-2007

Sorumlu kişi





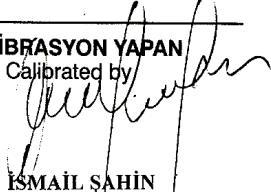
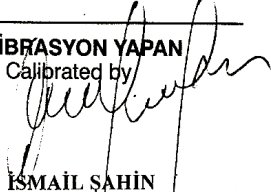


(Kayahan USTAOĞLU)

Süpervizör



## Ek C. İncelenen Kuruluşa Ait Termohigrometre Cihazı Sertifikasyonu

	<b>TSE-SOJUZTEST</b> <b>METROLOJİ VE KALİBRASYON LTD. ŞTİ.</b>		
	<b>KALİBRASYON SERTİFİKASI</b> Certificate of calibration		
	ACCREDITATION OF RUSSIAN SYSTEM CALIBRATION RCS-001027 ACCORDING TO EN ISO/IEC 17025 STANDARD		
		<b>287838</b>	
		<b>TSE - SJT</b>	
		<b>2007.08</b>	
<hr/>			
<b>CİHAZIN ADI</b>	<b>:TERMOHİGROMETRE</b>		
Object			
<b>TİP</b>	<b>:-</b>		
Type			
<b>İMALATÇI</b>	<b>:-</b>		
Manufacturer			
<b>CİHAZIN SERİ NUMARASI</b>	<b>:12294-M.2</b>		
Serial Number			
<b>CİHAZIN SAHİBİ/ADRES</b>	<b>:MERSEDES-BENZ TÜRK A.Ş.</b>		
Owner /Address	Konya Yolu Karasu Mevkii /AKSARAY		
<b>İSTEK NUMARASI</b>	<b>: 21566-1298</b>		
Order No			
<b>SERTİFİKANIN SAYFA SAYISI</b>	<b>: 2</b>		
Number of pages of the certificate			
<b>KALİBRASYON TARİHİ</b>	<b>:14.08.2007</b>		
Date of calibration			
<p>Bu kalibrasyon sertifikası, Uluslararası Birimler Sisteminde(SI) tanımlanmış birimleri realize eden ulusal ölçüm standartlarının izlenebilirliği belgeler.</p> <p>This calibration certificate documents the traceability to national standards, which realize the unit of measurement according to the International System of Units (SI).</p>			
<hr/>			
		<b>TEKNİK MÜDÜR</b> Technical Director	<b>KALİBRASYON YAPAN</b> Calibrated by
			
<b>TİMUR NATOK</b>		<b>İSMAİL ŞAHİN</b>	
<b>TSE-SOJUZTEST METROLOJİ VE KALİBRASYON LİMİTED ŞİRKETİ</b>			
Merkez	: Organize Sanayi Bölgesi 10. Cadde No: 4 KAYSERİ	Tel: +90 352 321 17 48 (3 Hat)	Fax: +90 352 321 19 19
Ankara Lab.	: Uzuncağı Bulv. No: 72/4 Ostim/ANKARA	Tel: +90 312 385 95 81	Fax: +90 312 385 67 85
İstanbul Lab.	: İmes San. Sit. 3. Sosyal Tesis No: 10 Ümraniye/İSTANBUL	Tel: +90 216 365 26 48 - 49	Fax: +90 216 365 26 45
İzmir Lab.	: TSE Bölge Müd. Tarış Pamuk Depolan Yanı ÇİĞLİ/İZMİR	Tel: +90 232 376 97 06	Fax: +90 232 376 97 56
G.Antep Lab.	: TSE Bölge Müd. Org.San. Böl. Sanikonukoğlu Blv. No: 9 Şehitkamil/G.ANTEP	Tel: +90 342 337 95 58 - 03	Fax: +90 342 337 95 59 - 08
Konya Lab.	: TSE Bölge Müd. 2. O.S.B. Vezirköy Cad. Kocadere Sk. No:9 KONYA	Tel: +90 332 239 03 83	Fax: +90 332 239 06 26
Trabzon Lab.	: Pazarcı Mh. Sahil Cd. Ticaret Borsası Binası Kat: 5 No: 105 TRABZON		
	WEB: www.tse-sjt.com	e-mail: kalibrasyon@tse-sjt.com	
<b>1- Mühürsüz ve imzasız sertifikalar geçersizdir.</b> <b>2- İlgili Laboratuvarların onayı alınmadan çalışılmamalıdır.</b>			

## TSE – SOJUZTEST METROLOJİ ve KALİBRASYON LTD. ŞTİ.

Sertifika No: 287838  
Certificate NumberSayfa No : 2/2  
Page No

## CİHAZIN ÖZELLİĞİ

**ÖLÇME SAHASI** : 0÷40 °C , 15÷100 %RH  
Range of measurement  
**SKALA TAKSİMATI** : 1 °C , 5 %RH  
Scale Division  
**\*TOPLAM ÖLÇÜM BELİRSİZLİĞİ** : %1,9 , ±0,3°C  
Total uncertainty of measurement

\*Belirtilen ölçüm belirsizliği:k=2 genişletme katsayısı ile standard belirsizliğin çarpımından elde edilmiştir ve % 95 oranında güvenilirlik sağlanmıştır.

<b>Referans Cihaz/Standard</b> Reference device/Standard	:	<b>Kalibrasyon, çalışma sahası 20 -98 % RH, hatası ± 2.5 % olan, 13004847 seri numaralı ESPEC PL-1ST sıcaklık ve rutubet etüvünde, hatası ± 1% RH, ±0,1°C olan 00315883 ser numaralı Testo marka Termohigrometre referans alınarak yapılmıştır.</b> The calibration is made in the ESPEC PL-1ST 13004847Temperature and humidity chamber which have a working range 20-98 % RH. and 00315883 typeTesto Thermohigrometer with an error±1%RH, ± 0.1 °C
<b>İzlenebilirlik</b> Traceability	:	<b>Referans cihaz izlenebilirliği UME-TÜBİTAK zincirinde kalibrasyon yapılarak sağlanmıştır.</b> Traceability of the reference device are supplied at UME-TUBITAK and certified by No.206-FNM.107.
<b>Standard/Talimat</b> Standard-Procedure	:	<b>Kalibrasyon ;GOST 8.547-86,GOST 8.338-78,GOST 8.280-78 ve 08-T-05 talimatına göre yapılmıştır</b> The calibration is made in accordance with GOST 8.547-86.GOST 8.338-78.GOST 8.280-78 and 08-T-05.
<b>Kalibrasyon Şartları</b> Calibration conditions	:	<b>Kalibrasyon; 20 ± 2 °C sıcaklık ve %45 ± 10 bağıl nemde karşılaştırma metoduyla yapılmıştır.</b> Calibration made at 20 ± 2 °C temperature and %45 ± 10 andused to comparison method.

Tablo 1

Dış muayene External examination	Uygun
Öz hata değeri Determination of the intrinsic error.	Tablo 2'ye bakın. See the table 2.

Tablo2

Sıcaklık Temperature	Kalibrasyon Noktaları	Cihazla Ölçülen Değer	Ölçmenin hatası Error of measurement	Kalibrasyon Noktaları Points of calibration	Cihazla Ölçülen Değer Indication	Ölçmenin hatası Error of measurement
	( % RH )	( % RH )	( % RH )	°C	°C	°C
20°C	41,3	41	-0,3	11,5	10,0	-1,5
	50,1	48	-2,1	23,3	24,0	0,7
	69,5	65	-4,5	35,8	36,0	0,2

Ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi:  
Evaluation of the measurement results

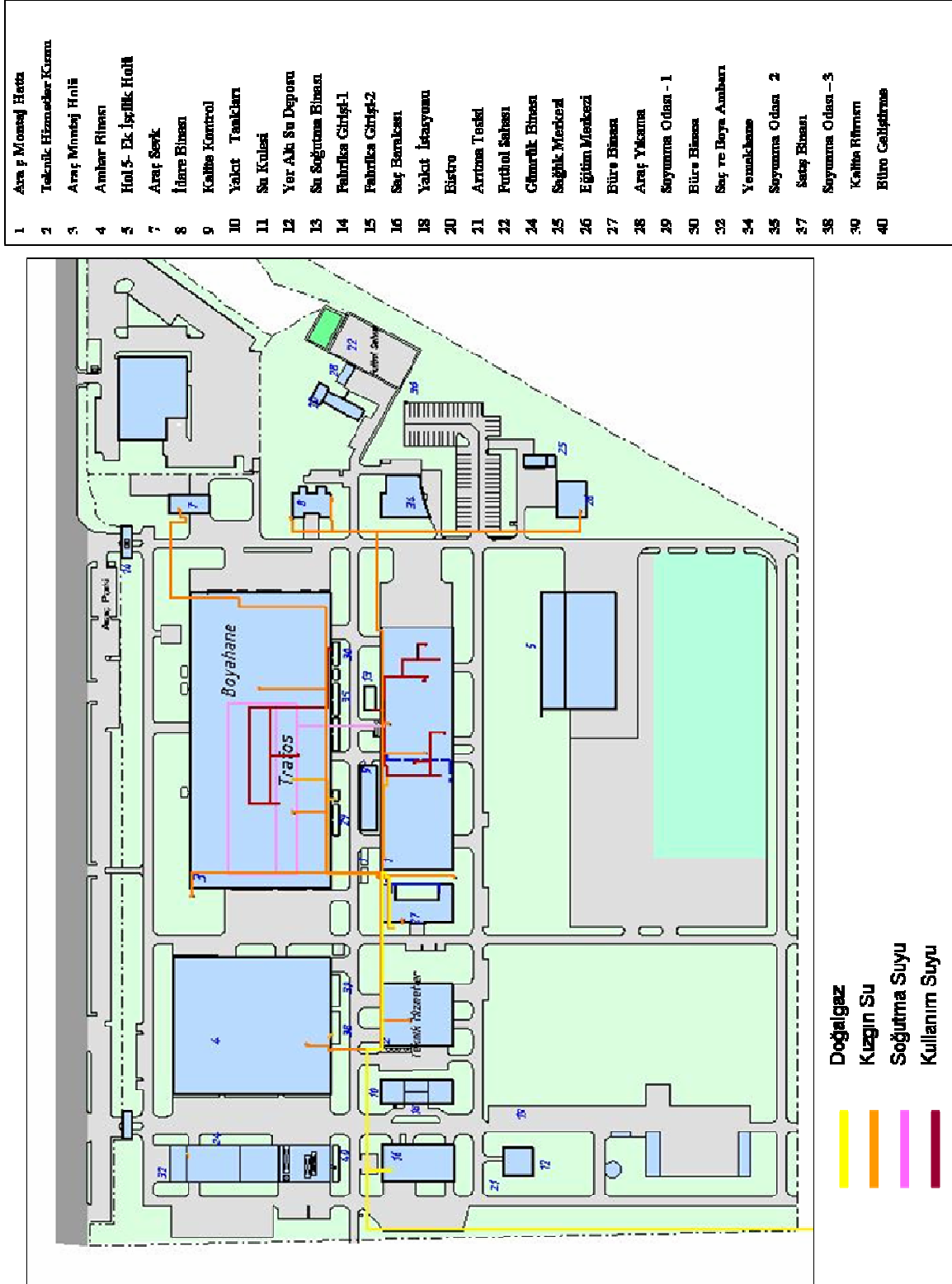
Cihaz,yukarıda verilen ölçüm sonuçları dikkate alınarak kullanılmalıdır.

**Kalibrasyon Tarihi** : 14.08.2007

**\*\*Geçerlilik Süresi** : 14.08.2008

\*\* Bu süre bir tavsiyedir.

### Ek D. İncelenen Kuruluşta Ait Oturma ve Mekanik Tesisat Şeması



**Ek E. Isı Merkezi Kazanlarında Yapılan Bacagazı Ölçüm Sonuçları**

**Kazan 1**

<b>Açıklama</b>	<b>Birim</b>	<b>1.Ölçüm</b>	<b>2.Ölçüm</b>	<b>3.Ölçüm</b>	<b>Ortalama</b>
T-Hava	°C	17,3	17,5	17,7	17,5
T-Gaz	°C	177	179,5	182	179,5
İsilik	Bach.	0	0	0	0
O <sub>2</sub>	%	3,3	3,5	3,7	3,5
CO <sub>2</sub>	%	9,6	9,9	10,2	9,9
CO	ppm	0,8	1	1,2	1
NO <sub>x</sub>	ppm	84	87	90	87
NO <sub>2</sub>	ppm	0,7	1	1,3	1
NO	ppm	82	85	88	85
SO <sub>2</sub>	ppm	0,6	1	1,4	1
HFK	%	19,8	20,2	20,6	20,2

**Kazan 2**

<b>Açıklama</b>	<b>Birim</b>	<b>1.Ölçüm</b>	<b>2.Ölçüm</b>	<b>3.Ölçüm</b>	<b>Ortalama</b>
T-Hava	°C	18	18,2	18,4	18,2
T-Gaz	°C	132,2	132,5	132,8	132,5
İsilik	Bach.	0	0	0	0
O <sub>2</sub>	%	2,4	2,7	3	2,7
CO <sub>2</sub>	%	10,1	10,4	10,7	10,4
CO	ppm	0,8	1	1,2	1
NO <sub>x</sub>	ppm	40	43	46	43
NO <sub>2</sub>	ppm	1	2	3	2
NO	ppm	39	41	43	41
SO <sub>2</sub>	ppm	1,2	2	2,8	2
HFK	%	14,4	14,9	15,4	14,9

**Kazan 3**

<b>Açıklama</b>	<b>Birim</b>	<b>1.Ölçüm</b>	<b>2.Ölçüm</b>	<b>3.Ölçüm</b>	<b>Ortalama</b>
T-Hava	°C	34,5	34,9	35,3	34,9
T-Gaz	°C	117	118,5	119	118,5
İsilik	Bach.	0	0	0	0
O <sub>2</sub>	%	1,3	1,6	1,9	1,6
CO <sub>2</sub>	%	9	11	13	11
CO	ppm	0	0	0	0
NO <sub>x</sub>	ppm	87	92	97	92
NO <sub>2</sub>	ppm	1	2	4	2
NO	ppm	85	90	95	90
SO <sub>2</sub>	ppm	0,8	1	1,2	1
HFK	%	7,9	8,1	8,3	8,1
<b>Açıklama</b>	<b>Birim</b>	<b>1.Ölçüm</b>	<b>2.Ölçüm</b>	<b>3.Ölçüm</b>	<b>Ortalama</b>

## Kazan 4

Açıklama	Birim	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	Ortalama
T-Hava	°C	17,2	17,5	17,7	17,5
T-Gaz	°C	158	160,5	163	160,5
İslilik	Bach.	0	0	0	0
O <sub>2</sub>	%	3	3,5	4	3,5
CO <sub>2</sub>	%	9,7	9,9	10,1	9,9
CO	ppm	1	1	1	1
NO <sub>x</sub>	ppm	80	82	84	82
NO <sub>2</sub>	ppm	1	2	3	2
NO	ppm	78	81	84	81
SO <sub>2</sub>	ppm	1	1	1	1
HFK	%	19,5	19,9	20,3	19,9

## Kazan 1

Açıklama	Birim	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	Ortalama
T-Hava	°C	29	38	47	38
T-Gaz	°C	177	165,7	154,4	165,7
İslilik	Bach.	0	0	0	0
O <sub>2</sub>	%	3,5	3,6	3,7	3,6
CO <sub>2</sub>	%	9,1	9,9	10,7	9,9
CO	ppm	0	0	0	0
NO <sub>x</sub>	ppm	87	80	73	80
NO <sub>2</sub>	ppm	1	2	3	2
NO	ppm	85	78	71	78
SO <sub>2</sub>	ppm	0	0	0	0
HFK	%	20,2	20,7	21,2	20,7

## Kazan 2

Açıklama	Birim	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	Ortalama
T-Hava	°C	54	55	56	55
T-Gaz	°C	152	157,9	162,9	157,9
İslilik	Bach.	0	0	0	0
O <sub>2</sub>	%	2,7	2,9	3,1	2,9
CO <sub>2</sub>	%	9,9	10,3	10,7	10,3
CO	ppm	1	1	1	1
NO <sub>x</sub>	ppm	87	90	93	90
NO <sub>2</sub>	ppm	1	2	1	2
NO	ppm	85	88	91	88
SO <sub>2</sub>	ppm	1	2	3	2
HFK	%	14,7	15,9	17,1	15,9



## Kazan 3

Açıklama	Birim	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	Ortalama
T-Hava	°C	31	33,8	36,6	33,8
T-Gaz	°C	177	156,7	136,4	156,7
İslilik	Bach.	0	0	0	0
O <sub>2</sub>	%	3,5	2,7	1,9	2,7
CO <sub>2</sub>	%	9,9	10,4	10,9	10,4
CO	ppm	1	1	1	1
NO <sub>x</sub>	ppm	94,2	95	95,8	95
NO <sub>2</sub>	ppm	1	2	3	2
NO	ppm	89,1	94	98,9	94
SO <sub>2</sub>	ppm	1	1	1	1
HFK	%	12,6	14,9	17,2	14,9

## Kazan 4

Açıklama	Birim	1.Ölçüm	2.Ölçüm	3.Ölçüm	Ortalama
T-Hava	°C	25,2	26,2	27,2	26,2
T-Gaz	°C	122	124	126	124
İslilik	Bach.	0	0	0	0
O <sub>2</sub>	%	1,8	2,2	2,6	2,2
CO <sub>2</sub>	%	9,9	10,7	11,5	10,7
CO	ppm	1	1	1	1
NO <sub>x</sub>	ppm	52	47	42	47
NO <sub>2</sub>	ppm	1	1	1	1
NO	ppm	42	46	50	46
SO <sub>2</sub>	ppm	1	1	1	1
HFK	%	10,1	11,5	12,9	11,5

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı** : İsmail Kamil ŞAHİN  
**Doğum Tarihi ve Yeri** : 23.02.1982 Afyon  
**Medeni Hali** : Bekar  
**Askerlik Durumu** : Yapıldı  
**Yabancı Dili** : İngilizce / Almanca  
**Adres İş** : Mercedes Benz Türk A.Ş. Konya Cad. Karasu Mevkii  
P.K.19 68100 AKSARAY

### Öğrenim Durumu

Derece	Alan	Üniversite	Yıl
Yüksek Lisans	Enerji	Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü	Haziran 2008
Lisans	Makine Mühendisliği	Dumlupınar Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü	Haziran 2004
Lise	Fen Bilimleri	Antalya Lisesi	Haziran 2000
Ortaokul		Özel Antalya Koleji – Ortaokul Öğrenimi	Haziran 1997
İlkokul		Atatürk İlköğretim Okulu	Haziran 1993

### Katıldığı Kurslar

2005 : Catia V5, Cadem

2005 : ISO 9001 Tanıtım Eğitim Sertifikası, Makine Mühendisleri Odası

2003 : Kaynak Eğitim Teknolojileri, Mercedes-Benz Türk Aksaray

2004 : Autocad 2000, Makine Mühendisleri Odası

2001 : Bilgisayar İşletmenlik Sertifikası, Milli Eğitim Bakanlığı

2004 : Doğalgaz İç Tesisat Yetki Belgesi, Makine Mühendisleri Odası

2007 : CNC Apkant - Cad Cam ve Operatör Eğitim, LVD Tekno 2000

2007 : Mazak CNC Lazer Operatör Cad Cam ve Bakım Onarım Eğitimi, Form Makine

2007 : Kaizen Workshop Eğitimi, Mercedes-BenzTürk Aksaray

**Projeler**

- 1) Enerji Optimizasyon Projesi, 2007 Mercedes Benz Türk A.Ş. (Proje Ekibi, Tamamlandı).

**Görev Aldığı Organizasyonlar:**

- 1) II. Ulusal Ege Enerji Sempozyumu ve Sergisi, 26-28 Mayıs 2004, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.