

**ENERJİ YOĞUNLUKLU BİR FABRİKANIN
ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÖZELİNDE İNCELENMESİ**

Ersoy ACAR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NİSAN 2012
ANKARA**

Ersoy ACAR tarafından hazırlanan “ENERJİ YOĞUNLUKLU BİR FABRİKANIN ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÖZELİNDE İNCELENMESİ” adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Şenol BAŞKAYA

.....

Tez Danışmanı, Makine Müh. Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Şenol BAŞKAYA

.....

Makine Müh. Anabilim Dalı, Gazi Üniv.

Prof. Dr. Hacı Mehmet ŞAHİN

.....

Enerji Sistemleri Müh. Anabilim Dalı, Gazi Üniv.

Yrd. Doç. Dr. Hüseyin TOPAL

.....

Makine Müh. Anabilim Dalı, Gazi Üniv.

Tarih: ../../2012

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Ersoy ACAR

**ENERJİ YOĞUNLUKLU BİR FABRİKANIN
ENERJİ VERİMLİLİĞİ ÖZELİNDE İNCELENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Ersoy ACAR

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
NİSAN 2012**

ÖZET

Tezin amacı; enerji tüketimi yoğun olan bir fabrikada kalite standartlarını ve fabrika çalışma verimliliğini düşürmeden enerjiyi daha etkin ve daha verimli kullanmak için yeni projeler ve yöntemler tasarlamak, maliyet analizlerini çıkarmak ve uygulamaktır. Bu çalışma kapsamında seçilen referans fabrika Ankara Türk Traktör Fabrikası'dır.

Bu çalışmada, enerjiyi yoğun kullanan sistemler incelenmiş ve uygun enerji verimliliği ile ilgili projeler ve maliyet analizleri çıkartılmıştır. Bu tez kapsamında analiz edilecek çalışmalar: Kompresörlerin invertörle çalıştırılması ile yüksek enerji maliyetlerinin önlenmesi, üretim atölyesinde radyant ısıtma sistemine geçilmesi ile ısıtmada enerji verimliliğinin sağlanması, mevcut alev borulu sıcak su kazanlarında ekonomizör kullanarak kazan dönüş suyunu ısıtmak, enerji verimliliği yüksek ampuller kullanarak aydınlatma için kullanılan enerjiyi daha etkin kullanmaktır. Analiz edilen diğer bir çalışma ise yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisinden yararlanarak fabrika bünyesinde sıcak su ihtiyacının karşılanmasıdır. Bu ihtiyaca yönelik olarak güneş kollektör sistemi tasarlanmış ve tüm projelerin ayrıntılı maliyet analizleri çıkarılmıştır.

Projelendirilen bu çalışmaların ilk yatırım maliyetleri incelendiğinde fabrika için çok yüksek bütçeler gerektirmediği fakat toplam yıllık enerji kazançlarına bakıldığında Türk Traktör Fabrikası'na kısa vadede büyük kazançlar getireceği görülmüştür. Bazı projelerin amortisman sürelerinin çok kısa olduğu tespit edilmiştir. Bu projeler fabrika yönetimi tarafından gerçekleştirildiğinde, harcanan enerji ve ekonomik kayıplar fabrika bünyesine geri kazandırılacaktır.

Bilim Kodu :914.1.065
Anahtar Kelimeler :Enerji Verimliliği, Isı Geri Kazanımı, Ekonomizör Uygulaması,
Sayfa Adedi :160
Tez Yöneticisi :Prof.Dr. Şenol BAŞKAYA

A STUDY OF AN ENERGY-INTENSIVE FACTORY IN THE CONTEXT OF ENERGY EFFICIENCY

(M.Sc. Thesis)

Ersoy ACAR

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

APRIL 2012

ABSTRACT

The objective of this study is to design new projects and methods in order to use energy more effectively and efficiently by not lowering the standards of quality and factory's working efficiency, to reveal the cost analyses and implement them. Under the scope of this thesis, the factory which has been chosen as a reference is Ankara Türk Traktör Factory.

In this thesis, the systems that use energy intensively have been scrutinized and projects regarding appropriate energy efficiency and cost analyses have been prepared. Studies that will be analyzed under the scope of this thesis include: Preventing high energy costs by using compressors with inverters, sustaining energy efficiency for heating by shifting to a radiant heating system within the production hall, heating boiler's return water by using economizer on the present fire tube boilers with hot water, using energy that utilizes lighting more effectively by using bulbs that have high energy efficiency. Another study that has been analyzed is that responding to the need of hot water within the scope of the factory by utilizing solar energy which is amongst the renewable energy sources. In order to address this need, a solar collector system has been designed and detailed cost analysis of all the projects was prepared.

When analyzing the first investment costs of these studied projects, it is concluded that they do not require high budgets for the factory but in the short-run they will bring great benefits to Türk Traktör Factory, in terms of total annual energy gains. It should be underlined that amortization periods of some projects take a very short time. When these projects are realized by the factory administration, energy that is consumed and economic losses will be re-gained into the factory structure.

Science Code : 914.1.065

Key Words : Energy Efficiency, Heat Recovery, Economizer Implementation

Page Number : 160

Adviser : Prof.Dr. Şenol BAŞKAYA

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren Hocam Prof. Dr. Şenol BAŞKAYA'ya, yine eğitim hayatım boyunca kıymetli tecrübe ve desteklerini esirgemeyen tüm değerli hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim. Türk Traktör Fabrikası çalışanlarına, manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan çok değerli kardeşim Tuğçe ŞENOL'a ve hayatımın her döneminde yardım ve desteklerini esirgemeyen sevgili eşim Gökçe Deniz ACAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
3. ENERJİ VERİMLİLİĞİ.....	9
3.1. Enerji Verimliliği Kavramı Nedir?	9
3.1.1. Türkiye’de enerji verimliliğinin durumu ve önemi.....	10
3.1.2 Türkiye’nin enerji verimliliği stratejisi	12
3.1.3. Enerji verimliliği ve AB.....	14
3.2 Enerji Verimliliği Kanunu ve Yönetmeliği	16
3.2.1 5627 Sayılı kanunun ve 28097 sayılı yönetmeliğin uygulamaları	16
3.3 Sanayi Kuruluşları ve Enerji Verimliliği	22
3.3.1. Sanayi kuruluşlarında enerji verimliliği çalışma metotları	22
3.3.2. Türkiye’deki endüstriyel kuruluşlarda enerji verimliliğinin incelenmesi	25
3.4 Türk Traktör Fabrikası	26
3.4.1. Türk Traktör Fabrikası tarihçesi.....	26
3.4.2. Türk Traktör Fabrikası’ndaki üretim sistemi:	28
3.4.3. Türk Traktör Fabrikası’nda 2008-2010 enerji tüketim-üretim değerlerinin incelenmesi	30
4. ENERJİ VERİMLİLİĞİ KAVRAMININ FABRİKA ÖZELİNDE İNCELENMESİ	58
4.1. Radyant Isıtma Sistemi ve Değerlendirilmesi.....	60
4.2. Elektrik Motorları ve Değerlendirilmesi	84
4.3. Kızgın Su Kazanlarının Verimliliğinin Değerlendirilmesi:	91
4.4. Ekonomizör-Atık Isıyı Sisteme Geri Kazandırma Uygulaması.....	104
4.5. Aydınlatma Sistemi ve Değerlendirilmesi	107
4.6. Güneş Enerjisi Kullanımı ve Değerlendirilmesi	111

Sayfa

4.7. Projelerin Sonuçlarının Değerlendirilmesi:.....	138
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	142
KAYNAKLAR	147
EKLER.....	150
EK-1. Seçilen Radyant Isıtıcının Teknik Özellikleri.	151
EK-2. Seçilen Radyant Isıtıcının Teklifi.....	152
EK-2. (Devam) Seçilen Radyant Isıtıcının Teklifi.	153
EK-3. Başkent Doğal Gaz Fiyat Listesi.	154
EK-4. Kollektör Fiyat Teklifi.	155
EK-5. Seçilen Kollektörün Teknik Özellikleri.	156
EK-6. Seçilen Kollektörün Anlık Verimliliğinin Modellemesi.	157
EK-7. Seçilen Kollektörün Birim Başına Güç Çıktısı Modellemesi.	158
EK-8. Galvaniz Sac Boru Fiyatları.	159
ÖZGEÇMİŞ	160

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. 2008-2009 Yılı traktör-gaz üretim karşılaştırması (üretim miktarı eşit olarak kabul edilmiştir).	55
Çizelge 4.1. Türk Traktör Fabrikası'nda kullanılan enerji türleri.	59
Çizelge 4.2. Türk Traktör Fabrikası'nda ortalama enerji tüketim miktarları.	60
Çizelge 4.3. Radyant ısıtma sistemlerinin kullanım alanları	63
Çizelge 4.4. Isıtma sistemleri için ortalama iç hava ve iç ortam sıcaklıkları.	71
Çizelge 4.5. Toplam ısı kayıpları	72
Çizelge 4.6. Toplam ısı kayıplarının hava değişim sayısına bağlı değişimi	73
Çizelge 4.7. Blackheat ısıtıcı teknik özellikleri.	74
Çizelge 4.8 Motor verim sınıfları.	86
Çizelge 4.9. Alüminyum seçici yüzeyli UK-90-AL-238 düzlemsel kollektör teknik özellikleri [30].	124
Çizelge 4.10. Atölye-1 teknik özellikleri.	125
Çizelge 4.11. Atölye-2 teknik özellikleri.	126
Çizelge 4.12. Atölye-3 teknik özellikleri.	127
Çizelge 4.13. Atölye-4 teknik özellikleri.	128
Çizelge 4.14. Güneş kollektörleri için Q_{yatay} ısı tablosu.	131
Çizelge 4.15. Toprağın sıcaklık tablosu	132
Çizelge 4.16. Doğalgaz fiyat ve enerji tablosu	137
Çizelge 4.17. Türk Traktör Fabrikası enerji yönetim birimi'nin enerji verimliliği projeleri ve maliyet analizi	139
Çizelge 4.18. Enerji verimliliği projeleri ve maliyet analizi.	140

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Türk Traktör Fabrikası ürün başına elektrik tüketimi 2009.....	32
Şekil 3.2. Türk Traktör Fabrikası saat başına elektrik tüketimi 2009.....	32
Şekil 3.3. Türk Traktör Fabrikası ürün başına elektrik tüketimi 2009.....	33
Şekil 3.4. Türk Traktör Fabrikası ürün başına elektrik tüketimi 2009.....	33
Şekil 3.5. Türk Traktör Fabrikası ürün başına doğalgaz tüketimi 2009.....	34
Şekil 3.6. Türk Traktör Fabrikası saat başına doğalgaz tüketimi 2009.....	34
Şekil 3.7. Türk Traktör Fabrikası ürün başına doğalgaz tüketimi 2009.....	35
Şekil 3.8. Türk Traktör Fabrikası saat başına doğalgaz tüketimi 2009.....	35
Şekil 3.9. Türk Traktör Fabrikası ürün başına toplam enerji tüketimi 2009.....	36
Şekil 3.10. Türk Traktör Fabrikası saat başına toplam enerji tüketimi 2009.....	36
Şekil 3.11. Türk Traktör Fabrikası ürün başına toplam enerji tüketimi 2009.....	37
Şekil 3.12. Türk Traktör Fabrikası saat başına toplam enerji tüketimi 2009.....	37
Şekil 3.13. Türk Traktör Fabrikası ürün başına su tüketimi 2009	38
Şekil 3.14. Türk Traktör Fabrikası saat başına su tüketimi 2009	38
Şekil 3.15. Türk Traktör Fabrikası ürün başına su tüketimi 2009	39
Şekil 3.16. Türk Traktör Fabrikası saat başına su tüketimi 2009	39
Şekil 3.17. Türk Traktör Fabrikası traktör başına hava tüketimi 2009	40
Şekil 3.18. Türk Traktör Fabrikası saat başına hava tüketimi 2009	40
Şekil 3.19. Türk Traktör Fabrikası traktör başına hava tüketimi 2009	41
Şekil 3.20. Türk Traktör Fabrikası saat başına hava tüketimi 2009	41
Şekil 3.21. Türk Traktör Fabrikası ürün başına elektrik tüketimi 2010.....	44
Şekil 3.22. Türk Traktör Fabrikası saat başına elektrik tüketimi 2010.....	44
Şekil 3.23. Türk Traktör Fabrikası ürün başına elektrik tüketimi 2010.....	45
Şekil 3.24. Türk Traktör Fabrikası saat başına elektrik tüketimi 2010.....	45
Şekil 3.25. Türk Traktör Fabrikası ürün başına doğalgaz tüketimi 2010.....	46
Şekil 3.26. Türk Traktör Fabrikası ürün başına doğalgaz tüketimi 2010.....	46
Şekil 3.27. Türk Traktör Fabrikası ürün başına doğalgaz tüketimi 2010.....	47
Şekil 3.28. Türk Traktör Fabrikası ürün başına doğalgaz tüketimi 2010.....	47
Şekil 3.29. Türk Traktör Fabrikası ürün başına toplam enerji tüketimi 2010.....	48
Şekil 3.30. Türk Traktör Fabrikası saat başına toplam enerji tüketimi 2010.....	48

Şekil	Sayfa
Şekil 3.31. Türk Traktör Fabrikası ürün başına toplam enerji tüketimi 2010.....	49
Şekil 3.32. Türk Traktör Fabrikası saat başına toplam enerji tüketimi 2010.....	49
Şekil 3.33. Türk Traktör Fabrikası ürün başına su tüketimi 2010.	50
Şekil 3.34. Türk Traktör Fabrikası saat başına su tüketimi 2010	50
Şekil 3.35. Türk Traktör Fabrikası ürün başına su tüketimi 2010	51
Şekil 3.36. Türk Traktör Fabrikası saat başına su tüketimi 2010	51
Şekil 3.37. Türk Traktör Fabrikası traktör başına hava tüketimi 2010.....	52
Şekil 3.38. Türk Traktör Fabrikası saat başına basınçlı hava tüketimi 2010.	52
Şekil 3.39. Türk Traktör Fabrikası traktör başına hava tüketimi 2010	53
Şekil 3.40. Türk Traktör Fabrikası saat başına basınçlı hava tüketimi 2010.	53
Şekil 3.41. 2008-2009 Yılı ürün başına doğalgaz-üretim karşılaştırması.....	56
Şekil 3.42. 2008-2009 Doğalgaz-üretim eşit olması durumunda karşılaştırması.	56
Şekil 3.43. 2008-2009 Doğalgaz tüketimi (üretim eşit olması durumunda) karşılaştırması.....	57
Şekil 4.1. Düşük yoğunluklu radyant ısıtıcı örneği.....	61
Şekil 4.2. Işınım şiddeti ve katı açısı	66
Şekil 4.3. Radyant ısıtıcının bölümleri.....	75
Şekil 4.4. Radyant ısıtma sisteminin prensibi	76
Şekil 4.5. Sıcak hava üfleli sistemlerin ısı transferi	77
Şekil 4.6. U Tipi radyant ısıtma sistemi.....	78
Şekil 4.7. Yakıcı	79
Şekil 4.8. Radyant borular.....	80
Şekil 4.9. Reflektörler	80
Şekil 4.10. Vakum fanları	81
Şekil 4.11 Bir brülörün sağdan ve soldan görünümü.....	94
Şekil 4.12 Brülör (yakıcı) armatürler	96
Şekil 4.13. Yıllık toplam güneş enerjisi (KWh/m ² -yıl).	113
Şekil 4.14. Bölgelere göre güneş enerjisi potansiyeli (KWh/m ² -yıl).....	113
Şekil 4.15. Alüminyum seçici yüzeyli UK-90-AL-238 düzlemsel kollektör.	124
Şekil 4.16. Güneş kollektörlü su ısıtma sistemi (kapalı devre).....	129

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
A	Alan, m^2
C_c	Sistem maliyeti, TL
C_p	Toplam kar/yıl, TL
C_T	Yıllık kazanç,
c_p	Özgül ısı, kJ/kg^0C
f	Yıllık faiz oranı, %
F	Şekil faktörü
g	Yerçekimi ivmesi, m/s^2
h	Planck Sabiti, J.s.
k	Isı geçiş katsayısı, W/m^2^0C
l	Uzunluk, m
m	Debi, kg/s
N	Hava değişim sayısı
Q	Toplam ısı transferi, W
Q_v	Isı kaybı, W
T	Sıcaklık, K
t_g	Geri ödeme süresi, yıl
To	Ortalama sıcaklık, K

Simgeler**T_{ao}**

Dış hava sıcaklığı, °C

T_{ai}

Ortalama iç hava sıcaklığı, °C

T_{ci}

İç ortam sıcaklığı, °C

T_c

Bina içi sıcaklık, °C

UToplam ısı transfer katsayısı, W/m²K**V**Bina hacmi, m³**λ**

Isıl iletkenlik katsayısı, W/mK

Kısaltmalar**Açıklama****AB**

Avrupa Birliği

ETKB

Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı

MTEP

Milyon Ton Eşdeğer Petrol

OECD

Organization for Economic Cooperation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü)

TEP

Ton Eşdeğer Petrol

TÜİK

Türkiye İstatistik Kurumu

1. GİRİŞ

Ülkemizde hızlı gelişim aşamasında olan sanayileşme faaliyetleri, yeni teknolojilere olan yönelim, artan nüfus ve hayat standartlarındaki gelişim her yıl daha fazla enerji tüketimine neden olmaktadır. 1990 yılına kadar bina sektörü içerisindeki enerji tüketimi sanayi sektöründen daha fazla gerçekleşirken, arz-talep dengesi ve ülkemizdeki yoğun sanayileşme sonucu, sanayi sektörü enerji tüketim payını özellikle 2007 yılından itibaren hızla arttırarak ülkemizde bina sektöründeki enerji tüketim payının üzerine geçmiştir.

Bu sürecin devamında Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından yapılan ve diğer ülkelerdeki çalışmalara benzetilerek yapılmış olan programlar mevcutta gerçek bağlamda devlet politikaları ile desteklenmediğinden yeterli sonuçlar alınamamıştır. Bu sebeple 2 Mayıs 2007 tarihinde 26510 sayılı resmi gazetede yayınlanan ve 5627 sayılı “Enerji Verimliliği Kanunu” bugüne kadar yapılan çalışmalara en üst düzeyde etkileyecek şekilde oluşturularak yayınlanmış, devamında 27 Ekim 2011 Tarihli 28097 Sayılı “Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair” yönetmelik yürürlüğe girmiştir. Bu bağlamda bakıldığında kanun ve yönetmeliğin getirdikleri ülkemiz için çok önemli bir gelişmedir. Çünkü en alt ölçekte yapılmaya başlanan verimlilik çalışmaları ileriki dönemlerde makro ölçekte yatırımları sağlayabilmektedir.

Bu tezin amacı, enerji tüketimi yoğun bir fabrikada enerji verimliliğini arttırıcı projeler tasarlamak ve bu projelerin fabrika bünyesinde uygulanabilirliğini araştırmaktır. Enerji tüketimi yoğun fabrika olarak seçilen yer Ankara Türk Traktör Fabrikası’dır. Fabrikada enerji verimliliğine yönelik çalışmalara başlanılmıştır, bazı çalışmaların uygulamalarına da geçilmiştir. Tez kapsamında yapılacak olan çalışmada ise fabrikada enerji verimliliği ile ilgili daha başka ne gibi çalışmalar yapılabileceğinin sorusunun cevabını aramıştır.

Enerji girdilerinde fabrikada en çok doğalgaz ve elektrik kullanıldığı ve bu kullanımların maliyetlerde önemli yer tutması sebebi ile tez kapsamında enerji verimliliği ile ilgili çalışmalarda bu iki konu üzerinde daha önemle durulmuştur.

Fabrika bünyesinde enerjiyi daha etkin ve verimli kullanmak için enerji yönetim biriminin yapmış olduğu çalışmalara ek olarak kompresörlere invertör uygulaması, üretim atölyesinde radyant ısıtma sistemine geçilmesi, ekonomizör kullanımı, atölye aydınlatma sisteminin iyileştirilmesi, güneş enerjisinden sıcak su elde edilmesi projeleri tasarlanmış ve yıllık enerji kazançları, geri ödeme süreleri ayrıntılı olarak hesaplanmıştır.

Enerji verimliliği kavramı, ülke ekonomisine katkısı bakımından büyük bir paya sahiptir. Bu bakımdan enerji verimliliği açısından küçük ya da büyük ölçüde yapılan her çalışmanın ana fikri, gelecek kuşaklara ışık tutan ve süreklilik arz eden tutum ve çalışmalar içerisine girmek olmalıdır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

TMMOB Makine Mühendisleri Odasının yapmış olduğu araştırmada, enerji verimliliğinin kapsamı açısından yetkili meslek disiplini olması ve bu nedenle yetkili kurum hüviyeti ile; bu rapor şu şekilde vurguyu yapmaktadır. Enerji verimliliği kavramı, bu kavramın ülkemizdeki mevcut durumu, enerji verimliliği konusunun AB ülkeleri ile ilişkisi belirtilmiş, enerji verimliliği kanunu ve yönetmeliği kapsamında Türkiye'nin sektörel olarak yapması gerekli çalışmalar açıklanmış ve üzerinde önemle durulmuştur[1].

Ertuğrul, yapmış olduğu çalışmada 1975-2007 dönemi için enerji sektöründeki söz konusu yapısal reform sürecinin enerji verimliliği üzerine etkisini analiz etmeye çalışmıştır. Enerji verimliliği göstergesi olarak “Enerji/GSYİH” serisi yerine enerji tüketimindeki yapısal değişimin etkisini ayırıştırma imkanı verdiği için endeks ayırıştırma analizini kullanarak enerji verimliliği serisi oluşturmuştur. Çalışma sonucunda enerji sektöründe 2001 yılında başlatılan yeniden yapılandırma sürecinin enerji verimliliğini pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır[2].

Keskin, ve Ünlü, tarafından hazırlanan bu araştırma raporunda şu konular ayrıntılı olarak incelenmiştir. Türkiye'nin enerji verimliliği potansiyeli, İklim değişikliği politikalarında enerji verimliliğinin yeri, yerel yönetimlerin enerji verimliliği uygulamalarında yetkileri, yerel enerji verimliliği eylem planları nasıl uygulanabilir konuları ayrıntıları olarak açıklanmıştır[3].

MVV Consultants and Engineers GmbH raporda, Türkiye’de bir Enerji Verimliliği Stratejisinin geliştirilmesi için ilgili mevzuatın mevcut durumunu, idari yapının mevcut statüsünü ve ülke genelinde nihai tüketim sektörlerindeki halihazırdaki durumu analiz edilmiştir. Bu rapordaki esas amaç Türkiye’deki enerji verimliliğinin geliştirilmesidir[4].

“2007 Enerji Verimliliği Kanunu” amacı; enerjinin etkin kullanılması, israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve

çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasıdır[5].

“Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmelik 27 Ekim 2011” amacı, enerjinin etkin kullanılması, enerji israfının önlenmesi, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin artırılmasına ilişkin usul ve esasları düzenlemektir[6].

Ülkemizde sanayi sektörü yüksek enerji tüketimi ve maliyeti açısından enerji tasarrufu çalışmalarında öncelikli sektörlerden biridir. 1996 Yılında %34.7, 2000’de %39 olan sanayi enerji tüketim payı 2020’li yıllarda %50’nin üzerinde olması beklenmektedir. Enerji tüketim oranlarının bu artışı, sanayi sektörü yapısını enerji tasarrufu açısından irdelenmesi gerektiğini ortaya çıkarmaktadır. Söğüt, Z., Oktay, Z., yapmış oldukları çalışmada bir çimento fabrikasında 2004 yılına ait enerji tüketim ve üretim verilerini toplamış ve değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda enerji tasarrufunun üretime yansımaları değerlendirilmiş ve alınabilecek önlemler verilmiştir[7].

Kara, ve Sabuncuoğlu, endüstri projesinde, Türk Traktör Fabrikasının genel tanıtımı ve tarihçesi anlatılmış. Ayrıca fabrika üretim sistemindeki malzeme nakil işleri ile ilgili bilgi verilmiş ve öneriler sunulmuştur[8].

Özdemir, kitabında 1954-1997 yılları arasında Türk Traktör Fabrikası tarihçesi anlatılmıştır. Uçak motorları fabrikasının nasıl Türk Traktör Fabrikasına dönüştürüldüğü hakkında bilgi verilmiştir[10].

Tiryaki, yapmış olduğu çalışmada, ülkemizde de yaygınlaşmaya başlayan ısıtma ısıtma sisteminin fiziksel temel fenomenleri, cihaz seçim ve montaj kriterleri gibi projelendirilmede izlenecek yolu, tesisatçı, projeci mühendislerin yanında fabrikaların ısı veya planlama mühendislerine gösterebileceği nitelikte konuyla ilgili

temel olabilecek özet bilgiler sunulmuş, tez kapsamında da kullanılmış olan radyant ısıtma sisteminin faydaları ve sistem avantajları üzerinde önemle durulmuştur[12].

Onat, ve arkadaşları hazırlamış olduğu kitabın bir bölümünde “İşılama İle Isı Geçişi” konusu ile ilgili temel kavramlar ve hesaplamalar tez kapsamında kullanılmıştır[13].

Modest, kitabındaki “radyant ısı transferi” temel kavramlarından ve formüllerinden yararlanılmıştır [14].

Siemens San ve Tic A.Ş.’nin yayınladıkları raporda, sanayide kullanılan elektrik motor tipleri, motor hız kontrol sistemleri ve güçleri enerji verimliliği bağlamında değerlendirilmiştir. Bunun yanısıra Siemens ac motorları ile ilgili teknik bilgiler verilmiş ve kullanım avantajları değerlendirilmiştir[15].

Genceli, kitabında, kazanların genel tanıtımı, su buhar dengesi, termodinamik çevrimlerde kazanların yeri, kızgın su kazanlarının ve buhar kazanlarının elemanları, kazan verim hesaplamaları açıklanmıştır[16].

Arısoy, çalışmasında, kazan sistemleri ve enerji tasarrufu üzerinde önemle durmuştur. Kazan sistemlerinde oluşan çeşitli kayıplar toplam sistem verimini etkilemektedir. Bu kayıpların azaltılması ve geri kazanılması için günümüzde çeşitli önlemler geliştirilmiştir. Bu önlemlerden en önemlisi ekonomizör kullanılmasıdır. Makale kapsamında ekonomizör kullanımının maliyeti, avantajları, enerji tasarrufuna olan etkileri açıklanmıştır. Ayrıca çalışma içerisinde bütün önerilen önlemler ekonomik açıdan da değerlendirilerek tartışılmıştır[17].

Pulat, ve arkadaşları çalışmalarında Türkiye’nin tekstil merkezi olan Bursa’da tekstil endüstrisinde özellikle boyama prosesinden elde edilen atık ısı potansiyeli değerlendirilerek çalışma termodinamik bir analiz ile gerçekleştirilmiştir. Sudan suya kabuk ve tüp ısı dönüştürücüsü bulunan atık ısı sistemleri için etkili çalışma koşullarını optimize etmek amacıyla ekserjiye dayalı bir yaklaşım uygulanmıştır. Geri ödeme süresinin 6 aydan daha az olduğu bulunmuştur. Sistem performansını

etkileyen atık su giriş sıcaklığı, debisi, soğutma suyu giriş basıncı ve ölü durum koşulları gibi parametrelerdeki değişiklikler sırasıyla incelenmiştir. Analizin sonuçları, atık suyun debisi arttıkça ekserji imha oranının ve ekonomik yararın arttığını göstermiştir. Benzer şekilde atık su giriş sıcaklığı arttıkça ikinci yasa verimliliği düşerken ekserji imha oranı, etkililik ve ekonomik kâr artmaktadır[18].

Özkök, tez çalışmasında; yüksek oranlarda enerji tüketimi olan bir tesiste kalite ve performansı düşürmeden enerji tüketimini azaltmak için yeni projeler tasarlamış ve uygulamıştır. Bu çalışma için seçilen pilot tesis Ankara Sheraton Otel ve Konferans Merkezi'dir. Tesis halihazırda işletilmekte olduğundan hem inşaat aşamasında hem de elektrik ve mekanik tesisatlarında belli başlı enerji verimliliği çalışmaları yapılmıştır[19].

Oğan, yerel yönetimlere destek sunmak amacıyla Enerji Verimliliği-Teknik Kitapçık adı altında çalışmasını yayınlamıştır. Bu çalışma özellikle yerel yöneticilere ve yerel yönetimlerin teknik personeline yönelik hazırlanmıştır. Enerji verimliliği ile ilgili temel bilgiler, Türkiye'nin enerji profili, Enerji Verimliliği Kanunu'nun yerel yönetimleri ilgilendiren bölümleri ve binalarda enerji verimliliği uygulamaları bu yayının konularını oluşturmaktadır[20].

Sancak, çalışmasında, endüstriyel tesislerde aydınlatmada enerji verimliliğini sağlamak için daha verimli armatür reflektör kombinasyonlarının, düşük kayıplı balastların ve yüksek etkinlik faktörüne sahip lambaların kullanımı ile ilgili hesaplamalar ve karşılaştırmalar relux aydınlatma tasarım programı kullanılarak yapılmıştır. Buna göre endüstriyel tesislerde florasan lambalı armatürlerin, halide lambalı armatürlere göre kullanımında enerji verimliliği açısından daha ekonomik olduğu ortaya konulmuştur[21].

Gürdilek, çalışmasında, güneş enerjisi kullanım teknolojisinin ülkelerin büyük yatırımlarına konu olduğunun üzerinde önemle durmuş, bu sebeple hızlı alternatif enerji kaynakları arayan ülkemizde güneşin aktif kullanımının getirdiklerini değerlendirmiştir. Bol güneşli ülkemizin bu avantajıyla sahip olduğu potansiyelin

değerlendirilebilmesi ve güneş enerjisini yaygın olarak kullanmakla kalmayıp teknoloji üretebilme fırsatını da elden kaçırmaması için stratejik bir devlet desteğine ve fazla yatırım gerektirmeyen bir finansman gereksinim olduğunu vurgulamış, kısa ve uzun vadede yapılması gerekli işlemleri belirtmiştir[22].

Gönüllü, ve Varınca, çalışmalarında, yenilenebilir enerji kaynakları arasında hem sahip olduğu mevcut potansiyel hem de üretim teknolojileri bakımından farklı ve önemli bir yeri olan güneş kaynaklı enerji üretim sistemleri, Türkiye'nin güneş enerji potansiyeli ve bu potansiyeli kullanma derecesi ve yöntemi araştırılmıştır. Sonuçta Türkiye için güneş enerjisinden etkin ve yaygın bir şekilde faydalanmak için önerilerde bulunulmuştur[23].

Öztürk, kitabında, güneşin yapısal özellikleri, güneş açıları, ısınım yasaları, ısınım ile ısı transferi, Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli, güneş enerjisinin kullanım alanları, güneş enerjisi ile su ısıtma sistemleri, güneş enerjisi ile su ısıtma sisteminin projelendirilmesi; ısıtma sistemi pompası, boru çapı, sıcak su gereksinimi, toplam yüzey alanı, depolama tankı hacmi v.s. hesaplamaları, güneş kollektörlerinde enerji dengesi hesabı, güneş ısınımı yoğunlaştırıcı sistemler v.s. konuları ayrıntıları ile açıklanmıştır[25].

Şahin, tezinde, güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin teknik ve ekonomik analizi yapılarak bölgelere göre sistemlerin teknik ve ekonomik uygunluğu araştırılmıştır. Güneş enerjili su ısıtma sistemlerindeki yeni teknolojiler, bölgesel tercihler ve son gelişmeler araştırılarak ülkemizdeki durum genel hatlarıyla ortaya konulmuştur. Ekonomik analiz için Türkiye'de piyasada satılan sistemlerin ortalama maliyetleri göz önüne alınarak geri ödeme süreleri hesaplanmıştır. Vakum tüplü sistemler, vakum tüplü ısı borulu sistemler, düzlemsel kollektörlü sistemler karşılaştırılarak sistemlerin birbirlerine göre avantajları ve dezavantajları belirlenmiştir. Ayrıca, güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin seçimi ve projelendirmesi için bir bilgisayar programı geliştirilmiştir[26].

Bulut, H., ve arkadaşları çalışmalarında, güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin teknik ve ekonomik analizi yapılmıştır. Güneş enerjili su ısıtma sistemlerindeki mevcut teknolojiler, bölgesel tercihler ve son gelişmeler araştırılarak ülkemizdeki durumu genel hatlarıyla ortaya konulmuştur. Ekonomik analiz için Türkiye’de piyasaya arz edilen sistemlerin ortalama maliyetleri göz önüne alınarak geri ödeme süreleri hesaplanmıştır. Güneş enerjili su ısıtma sistemlerinin projelendirilmesini ve ekonomik analizini yapan bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Çalışma sonunda güneş enerjili su ısıtma sistemleri ile ilgili bazı sonuç ve öneriler genel olarak sunulmuştur[27].

Aktaş, ve arkadaşları çalışmalarında, görüntü kirliliğini ortadan kaldıracak yeni bir güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemi tasarlanmış ve imal edilmiştir. Yapılan çalışmada sistemin performans deneyleri yapılmış ve deney sonuçları değerlendirilmiştir. Sistem performansı klasik sistemlerle karşılaştırılmış ve bu yeni sistemin kullanılabilirliği ortaya konulmuştur[28].

3. ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Bu bölümde enerji verimliliği kavramı, enerji verimliliği kanunu ve yönetmeliği, sanayi kuruluşlarının enerjiyi etkin kullanmak için yaptığı çalışmalar ayrıntıları ile açıklanmış, ayrıca Türk Traktör Fabrikası ile ilgili genel bilgi verilmiştir.

3.1. Enerji Verimliliği Kavramı Nedir?

Enerji verimliliği harcanan her birim enerjinin daha fazla hizmet ve ürüne dönüşmesidir. Daha geniş bir biçimde enerji verimliliği; gaz, buhar, ısı, hava ve elektrikteki enerji kayıplarını önlemek, çeşitli atıkların geri kazanımı ve değerlendirilmesi veya ileri teknoloji ile üretimi düşürmeden enerji talebi azaltması, daha verimli enerji kaynakları, gelişmiş endüstriyel süreçler, enerji geri kazanımları gibi etkinliği artırıcı önlemlerin bütünüdür.

Son yıllarda enerji sektöründe arz tarafı yönetimi politikaların yanı sıra, talep yönetimi ve enerji verimliliğini arz kaynağı olarak görülmesi konusunda bazı inisiyatifler harekete geçmeye başlamıştır. Bu değişimin en önemli göstergesi 2004 yılında çıkan yenilenebilir enerji kanunu ile 2007 yılında yürürlüğe giren enerji verimliliği kanunudur.

Çeşitli analizler ve bu analizlere ait çalışmalar ülkemizdeki çeşitli sektörlerdeki ekonomik faaliyetler ve yaşam standardı için harcanan enerjinin azaltılabilmesinde önemli boyutta potansiyelin varlığı hususunda dikkat çekmektedir.

Günlük yaşamda enerji yoğunluğunun düşürülmesi; enerji verimliliğinin artırılması, kayıp ve kaçakların azaltılması, verimlilik artırıcı yeni teknolojilerin uygulanması, binaların enerji verimliliği bağlamında iyileştirilmesi, enerji verimliliği yüksek cihazların tercih edilmesi ve tüm yukarıda belirtilen bölümlere ait eğitimlerin verilmesi ve her türlü bilinçlendirmenin artırılması gibi çalışmalar ile sağlanabilecektir.

Uluslararası Enerji Ajansı dünyada enerji tüketiminin 80’li yıllardan itibaren yaklaşık olarak %45 arttığını, 2030 ve sonrası itibariyle bu tüketimin %70 daha yüksek olacağını açıklamıştır. Bu bağlamda Türkiye’nin önündeki en önemli hedef enerji verimliliğinin artırılması olmalıdır. En kısa zamanda ülke içerisinde enerji verimliliğine ait yeni bir yönetim planı hazırlanmalıdır. Birbiriyle iç içe geçmiş ve bütünleşmiş sanayi, bina, hizmetler, ulaştırma gibi sektörlerce sektör politikası olarak kabul görmüş gerçek ve uygulanabilir politikalar ülkemizde öncelikli olmalıdır[1].

3.1.1. Türkiye’de enerji verimliliğinin durumu ve önemi

Günümüzde hızlı gelişim aşamasında olan ülkemizde sanayileşme faaliyetleri, yeni teknolojilere olan yönelim, artan nüfus, hayat standartlarındaki gelişim her yıl daha fazla enerji tüketimine ve tüketimin günden güne artmasına neden olmaktadır. Bu hızlı artış sebebi ile 2020 yılları itibari ile ülke genelinde yapılan araştırmalarda toplam enerji ihtiyacının ancak %20’sinin yerli üretim ile karşılanabileceği ön görülmektedir. Esas temel hedef güvenli ekonomik ve yeterli olacak şekilde bu ihtiyacın karşılanmasıdır. Enerji verimliliği çalışmaları bu hedeflere ulaşmadaki en önemli araçtır.

Türkiye enerji tüketimini 1990 yılından 2006 yılına kadarki süreçte %100’e yakın arttırarak 99,5 milyon TEP seviyelerine kadar getirmiştir. Enerji temininde 1990 yılından itibaren dışa bağımlılık ülkemizde oldukça artmıştır. Örnek olarak yerli üretimin tüketimi karşılama oranı 2007 yılında %25,5 seviyelerindedir. ETKB o dönem içerisinde bu oranın fazla değişmeyeceğini hesaplamıştır. 2006 yılında petrol fiyatlarının yüksek seyretmesi ihracat gelirimizden %34 oranında pay almıştır. İthal kaynaklar olan petrol ve doğalgaz enerji tüketimi ülkemizde önemli bir pay almaktadır. Bu payın çok fazla düşmesi beklenmemekte, ancak kömürün ileride payını en çok arttıran tüketim kaynağı olması beklenmektedir[1].

Türkiye, enerji tüketiminde petrol ve doğalgaz genel oranda % 60 üzerinde pay almaktadır. Bu kaynaklarda ise % 90 üzerinde dışa bağımlılık söz konusudur.

Türkiye kurulu gücü ve elektrik üretimi 2000’li yıllardan itibaren her yıl % 7 oranının üzerinde artmıştır. Ancak, kurulu gücün %32,8’ni oluşturan hidroelektrik ve jeotermal tesisler 2007 yılında harcanan elektriğin sadece %18,8 ini üretebilmiştir. Buradan çıkarılan sonuç ülkemizde rüzgar ve jeotermal elektrik üretimi oranı itibariyle 2 katına çıkmışsa da ülkedeki mevcut dengeye katkısı son derece düşük olmuştur. Doğalgaz genel üretimde en ağırlıklı pay almış ve üretilen elektriğin yaklaşık olarak % 50 si doğalgaz kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

1990 yılına kadar bina sektörü içerisindeki enerji tüketimi sanayi sektöründe daha fazla gerçekleşirken arz-talep dengesi ve ülkemizdeki yoğun sanayileşme sonucu, sanayi sektöründeki tüketim payını özellikle 2007 yılından itibaren hızla arttırarak bu süreçten sonra ülkemizde bina sektörü tüketim payının üzerine geçmiştir[2].

Nihai tüketim sektörlerinde ülkemizde yerli kaynakların optimum düzeyde kullanılmasının sağlanması, ulusal enerji politikasının özellikle 2000 sonrası dönemlerde önemli bir parçası haline gelmiştir. Enerji verimliliği adına yapılacak faaliyetleri tüm ülke çapında ve daha etkin gerçekleştirmek, uluslararası taahhütleri yerine getirmek amacıyla AB’den alınan uzman desteği ve tüm ilgili kuruluşlardan alınan destek ve görüşlerle enerji verimliliği strateji raporu hazırlanmış Haziran 2004 dönemi itibariyle de ETKB tarafından kabul edilmiştir. Bu süreci takiben enerji verimliliğinin artırılması ve AB ile uyum sağlanması adına Twining Projesinin başlatılmasına karar verilmiş olup proje 1 Temmuz 2005 tarihi itibariyle başlamıştır.

Ülkemizde AB uyum sürecinin getirdiği sorumluluklar ve Mayıs 2008 de kabul edilen Kyoto protokolü açısından bakıldığında enerji verimliliği ve konunun süreç içerisindeki önemi bir kat daha artmıştır. Enerjinin verimli kullanılmasını sağlamak ve etkin bir enerji verimliliği programını uygulamak, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünü hafifletmek, enerji verimliliği konusunda bilinç oluşturmak ve son olarak uluslararası önem arz eden yükümlülüklerinin yerine getirilmesi adına 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir.

Yapılmış birçok çeşitli analiz, anket ve çalışmalar ülkemizdeki üretim ve hizmet sektöründe harcanan enerjinin belli bir seviyeye indirilmesinde ciddi anlamda potansiyelinin olduğunu göstermektedir. Enerji verimliliği kanunun içinde 2020’li yıllarda beklenen birincil enerji tüketimi olan 222 MTEP’in %20 altında bir enerji tüketimi gerçekleşebileceği ön görülmektedir ki bu değer bugün tüm sanayi kuruluşlarımızın tükettiği enerjiden daha büyüktür. Aynı paralellikte ETKB tarafından enerji verimliliği tahminleri ve karbondioksit etkisini incelemek amacı ile yapılmış senaryo çalışmalarından birisi de talep tarafı yönetimidir. Bu yönetime göre enerji tasarrufu politikaları uygulandığında yalnızca elektrik tüketiminin 2020’li yıllarda binalarda 25 tWh ve sanayide 36 tWh azaltılabileceği öngörülmüştür.

Tüm enerji kümesinde enerji verimliliğinin artırılması, net tüketimde enerji yoğunluğunun azaltılması, enerjinin iletilmesinde kayıp ve kaçakların azaltılması, üretimde enerji verimliliği yüksek cihaz ve makinelerin kullanılması ve yeni teknolojik çalışmaların yapılması ülkemizdeki enerji verimliliği çalışmaları açısından hedef tespit edilmiştir.

Enerji yoğunluğunda düzenli bir azalmanın yakalanması Türkiye’nin en önemli hedefi olmalıdır, böylelikle Türkiye’deki karbon yoğunluğunun azaltılmasında da önemli başarılar sağlanacaktır[3].

3.1.2 Türkiye’nin enerji verimliliği stratejisi

Türkiye’nin enerji verimliliği stratejisi AB Türkiye ulusal programı içerisinde açıklanmıştır. Güncellenmiş Türkiye ulusal programı TBMM tarafından Haziran 2003 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Enerji verimliliği ve tasarruf çalışmaları da ulusal program içindeki konular arasında yer almaktadır. Tüm enerji tüketim sektörlerinde enerji tasarrufunun artırılması yönünde saptanmış engelleri ortadan kaldırmaya çalışmak enerji tasarrufu politikasının en önemli görevidir[4].

Türkiye’de enerji tüketim sektörlerinde enerji tasarrufunu sağlamak üzere gerekli hedefleri ve uygulamaları belirlemek amacı ile bir proje oluşturulmuştur.

Başlıca tüketim sektöründe enerji tasarrufunun artırılması ve yerli kaynakların maksimum kullanımının artırılması ulusal enerji politikasının ana unsurlarını oluşturmaktadır. Buna göre Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü’nün ana görevi, enerjinin verimli bir şekilde kullanılmasını desteklemek için ilgili tüm kuruluşlarla birlikte aynı amaç altında bütünsel plan-programların alt yapısını ve hedeflerini belirlemektir.

Bu amaçla hazırlanan programdaki hedeflere ulaşmak için devlet yönetiminde ve yerel yönetimde birbiriyle entegre olan enerji politikasının hazırlanması ve uygulanması gerekmektedir. Asıl tüketicilere ve sanayi sektörüne gerekli enerji tasarrufu politikasına yönelik enerji verimliliği yüksek cihaz-makinelerin kullanılması ve enerji verimliliği düşük sistemlerin ortadan kaldırılması için yeterli finansal desteğin sağlanması gerekmektedir. Var olan idari ve yasal yapının kuvvetlendirilmesi şarttır. Türkiye’nin enerji verimliliğine yönelik çalışmalarda AB ve çeşitli kuruluşlardan alınacak kaynakların artırılması gerekmektedir[4].

Programda vurgulanan, Türkiye’de enerji tasarrufu çalışmalarının çok etkili bir şekilde uygulanmasını destekleyici ve önleyici koşullar aşağıda kısaca açıklanmıştır:

- a) Ülkemizin enerji talebi yüksek ve bu talep doğrultusunda enerji tüketimi ve fiyatlar da yüksektir. Enerji talebinin yüksekliği sebebi ile her türlü tasarrufa ait faaliyetler devlet tarafından desteklenmelidir.
- b) Enerji tasarrufuna yönelik ülkemizdeki tüm kamu kurum ve kuruluşlarda enerji yönetimi birimi ve yeterli sayıda uzman kadrolar mevcuttur.
- c) Enerji tasarrufunda birçok AB kriterleri önemli ölçüde uygulamaya alınmıştır.
- d) Ülkemiz halen günümüzde de enerji tasarrufu ve teknolojileri açısından önemli kaynak ve pazardır.
- e) Serbest piyasa ortamı enerji piyasası içerisinde kurulmuş olup bir bakıma tasarruf çalışmaları için destek niteliği de taşımaktadır.

- f) AB ulusal programımız enerji verimliliği ve uygulamalarına yönelik kriterleri içermektedir.
- g) Enerji verimliliğine yönelik yapılacak çalışmalarda kullanılmak üzere ayrılan dış kaynaklı yardımlar henüz yeterli seviyeye ulaşmamıştır.
- h) İç içe geçmiş ve iyi olarak özümsemiş enerji politikası henüz sağlanamamıştır.
- i) Her türlü kullanıma ait bina konut v.b. işlevlere ait yapılarda yeterli düzeyde ısı yalıtımı v.b. izolasyon sistemlerinin uygulanması ile ilgili yasal düzenlemeler yetersizdir.
- j) Ulusal enerji politikasına yönelik merkezde yapılan çalışmalar halen daha alt kademe ve bölgelere ulaştırılamamış ve bu alt bölgeler bilgilendirilme safhasında yeterli düzeyde eğitimler alamamıştır.

Genel bağlamda bakıldığında, ülkemizde enerji verimliliğine ait yeterli önlemlerin mevcut olduğu ancak bu önlemlerin uygulamaya geçiş safhalarında bazı sorunlar olduğu tespit edilmiştir.

Genel plan çerçevesinde ortaya konulan çözüm önerileri ve o günkü 2003 yılına ait tespitleri kapsamaktadır. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, 28097 sayılı yönetmeliğin uygulanması ve geniş kesime yayılması bağlamında bir stratejiyi benimsemiş ve bunu ülkemize deklare etmiştir[4].

3.1.3. Enerji verimliliği ve AB

Dünyadaki petrol ve doğalgaz bağımlılığının artması, dünya ekonomisini ve AB gibi bağımlılığı yüksek ekonomileri durumu itibari ile olumsuz etkilemektedir. Enerjiye olan yoğun ihtiyacın bazı ülkelerde yoğunlaşması AB’de enerji güvenliliğinin sağlanması açısından önem arz ederek ciddi bir tehdit haline gelmiştir. Bu sebeple AB enerji stratejisi sürdürülebilirlik, ekonomik kalkınma-gelişme ve enerji güvenilirliği üzerine kurulmuştur. Gelişmekte olan birçok ülkede enerji verimliliği ve etkin kullanımı adına önemli proje ve gelişmeler sağlanmış, AB ülkeleri petrole olan bağımlılığı azaltmak adına özellikle 1970’lerin başından itibaren yaptıkları

faaliyetlerle enerji yoğunluğunu düşürebilmiş, bir yönden de gelişme göstererek enerji tüketimi arasındaki doğru orantılı artış bağlantısını kırmıştır.

AB enerji verimliliği kavramını sadece bir enerji politikası olarak değil aynı zamanda bir istihdam programı-hedefi olarak da görmektedir. AB için hedeflenen enerji tasarrufu potansiyeli AB ülkelerinde yaklaşık bir milyon yeni iş imkanı sağlamayı hedeflemiştir.

AB enerji piyasasında birçok tanımlı önlemler arasında bir dizi talep tarafı önlem de öngörülmektedir. Örneğin; Almanya ve Finlandiya'nın enerji tüketimlerine karşılık olan enerji kazanım potansiyelinin enerji tasarrufları ile karşılanması planlanmaktadır. Bu enerji verimliliği girişimi Lizbon stratejisinde de önemli rol oynayacaktır. Bu girişim ile Avrupa'da birçok evde önemli tasarruflar sağlanması beklenmektedir. Komisyon bu tasarrufları elde etmek için somut eylemler içeren bir enerji verimliliği politikasını 2006 yılında yayınlayıp uygulamaya koymuştur.

2006 yılında yürürlüğe giren bu politika ile 2008-2016 yılları arasında AB ülkelerinin enerji tüketimlerini yaklaşık % 10 dolaylarında azaltması hedeflenmiştir. Enerji verimliliği politikasının yanı sıra mevcut enerji tasarruf potansiyelini kazanmak için bir dizi somut eylemleri içeren Enerji Verimliliği Eylem Planı 2006 tarihinde açıklanmıştır. Bu plan çerçevesi, evlerde kullanılan elektrikli cihazlardan, sanayide kullanılan birçok makine ve cihazlar için minimum enerji tüketim standartlarını içermektedir. Bu plan doğrultusunda enerji verimliliği düşük cihaz ve makinelerin kullanımının iptal edilmesi ve halkın enerji verimliliği konusunda eğitilmesi en önemli politika haline getirilmiştir. Buna paralel olarak, binalar içinde kullanılan enerji verimliliği yüksek cihazlar kullanılmaya başlanmıştır[1].

AB ülkelerindeki elektriğin üretilmesi, dolaştırılması ve dağıtılmasındaki önemli ölçüdeki enerji kayıplarının da üzerinde durulmuş, eski üretim tesislerinin çalışma izinleri iptal edilmiştir. Ulaşım da enerji-yakıt verimliliğinin artırılmasına yönelik egzoz gazı emisyon oranı düşük araçların üretilmesi vatandaşların ulaşımdaki davranışlarının değiştirilmesi gibi birçok önlemler önerilmiştir.

Eylem planı, enerji fiyatlarının düşürülmesi enerji verimliliğinin yükseltilmesi için yönlendirici bir rehber olmasını öngörmüştür. Eylem planı ayrıca enerji tasarrufu konusunda bilinçlenmenin sağlanması için eğitim-öğretim ile ilgili birçok yeni fikirler ortaya koymuştur. En son olarak da enerji verimliliğinin ivedi olarak küresel boyutta artırılması için uluslararası işbirliklerinin meydana getirilmesi konusu önemsenerek dikkat çekilmiştir.

Eylem planı ile 2020’li yıllarda % 25 oranında tasarruf sağlanabilmesi için 2008-2012 yılları arasında yılda yaklaşık % 4 oranında enerji verimliliği sağlanması amaçlanmıştır.

Yukarıda bahsi geçen önlemlerin ve uygulamaların AB ülkelerinin ekonomisine birçok faydalar sağlaması beklenmekte ve yüklü miktarda maliyet anlamında getirisi olacağı hedeflenmektedir. Bu hedeflerin AB kapsamında gerçekleşmesi için AB ülkelerinin gerekli önlemleri alması, kısa vadeli olmayan uzun vadeye yayılan programlarını hızlı bir şekilde uygulamaya almaları gerekli ve şarttır[1].

3.2 Enerji Verimliliği Kanunu ve Yönetmeliği

Enerji verimliliği kanunu ve yönetmeliğinin uygulamaları ve bunların sürece katkısı aşağıda açıklanmıştır.

3.2.1 5627 Sayılı kanunun ve 28097 sayılı yönetmeliğin uygulamaları

Günümüze kadar ülkemizde AB ülkelerinde olduğu gibi enerji verimliliği ile ilgili gerçek anlamda bir politika oluşturulamamıştır. Türkiye’de zaman içerisinde sürekli artan enerji ihtiyacı, kullandığımız enerjinin oransal olarak büyük bir kısmını yurt dışından ithal etmemiz (petrol ve doğalgaz), dünyadaki enerji kaynaklarının çok çabuk bir şekilde tüketilmesi bizi elimizde var olan enerjileri doğru ve tasarruflu bir şekilde kullanıma zorunlu kılmıştır[5].

Ancak, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından yapılan ve diğer ülkelerdeki çalışmalara benzetilerek yapılmış olan programlar mevcutta gerçek bağlamda devlet politikaları ile desteklenmediğinden yeterli sonuçlar alınamamıştır. Bu sebeple, 2 Mayıs 2007 tarihinde 26510 sayılı resmi gazetede yayınlanan 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu bugüne kadar yapılan çalışmalara en üst düzeyde etkileyecek şekilde yürürlüğe girmiştir. Bu bağlamda bakıldığında kanun ülkemiz için çok önemli bir gelişmedir. Enerji Verimliliği Kanunu; 1995-2000-2003 yıllarında çıkarılmış olan çeşitli yönetmeliklerin daha geniş anlamda birleştirilmesi ve bütüncül yaklaşımları içermektedir.

Enerji Verimliliği Kanunu bina mesken ve konutların daha iyi yalıtımının yapılması, yüksek verimli kazanların üretilmesi ve kullanılması, açık sıcak ve soğuk yüzeylerin yalıtılması, atık ısının geri kazanılması, kojenerasyon tekniklerinin kullanılması, bölgesel ısıtma ve soğutma tesislerinin kurulması, çevre uyumlu taşıtların üretilmesi, enerji verimliliği yüksek cihaz ve makinelerin sanayide kullanılması v.b. konularında eğitici ve yönlendirici uygulamaları içermektedir. Kanun içerisinde enerji verimliliği çalışmalarının ülke geneline yayılması amacıyla kurul oluşumuna yer verilmiştir. Bu kurulda ulusal düzeyde enerji verimliliği planlarını ve programlarını hazırlama görevi üstlenmesi sağlanmıştır[5].

Enerji verimliliği çalışmalarına daha üst düzeyde katkı sağlamak ve 2007’de çıkan kanunun eksik kaldığı tarafları tekrar düzenlemek sureti ile 27 Ekim 2011 tarihli, 28097 sayılı Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmelik yürürlüğe girmiştir[6].

Bu yönetmeliğin amacı; enerjinin etkin kullanılması, enerji tasarrufu sağlanması, enerji maliyetlerinin ekonomi üzerindeki yükünün hafifletilmesi ve çevrenin korunması için enerji kaynaklarının ve enerjinin kullanımında verimliliğin arttırılmasına ilişkin düzenlemelerin sağlanmasıdır.

Bu yönetmeliğin kapsamı, enerji verimliliğine yönelik hizmetler ile çalışmaların yönlendirilmesi ve yaygınlaştırılmasında üniversitelerin meslek-iş odalarının ve

enerji verimliliği danışmanlık şirketinin yetkilendirilmesine, enerji tasarrufu çalışmalarına, enerji yönetim birimlerinin görev ve sorumluluklarını, enerji verimliliği ile ilgili eğitim faaliyetlerine, projelere, projelerin desteklenmesine ve uygulamalarına talep tarafı yönetimine elektrik enerjisi üretiminde, iletiminde, dağıtımında ve tüketiminde enerji verimliliğinin artırılmasına, termik santrallerin atık ısılarından yararlanılmasına doğal aydınlatmalarına, biyo yakıt ve hidrojen gibi alternatif yakıt kullanımının teşvik edilmesine ve idari yaptırımlara ilişkin usul ve uygulamaları kapsamaktadır.

Bu yönetmelik 1935-1985-2001 yıllarında çıkan çeşitli kanunlar ve en son 18.04.2007 tarihli ve 5627 sayılı enerji verimliliği kanununa dayanılarak hazırlanmıştır.

Yönetmeliğin getirdikleri;

Üniversitelere ve meslek odalarına enerji verimliliği ile ilgili uygulamalı eğitim yapabilmeleri ve şirketleri yetkilendirebilmeleri için genel müdürlük tarafından yetki belgesi almaları sağlanmıştır.

Enerji verimliliği hizmetlerini yürütmek isteyen tüzel kişilere genel müdürlük tarafından, sanayi ve bina sektörlerinde faaliyet yürütmek üzere yetki belgesi verilmiştir.

Enerji yönetimi konusunda hedef ve öncelikleri tanımlayan bir enerji politikasının çerçevesinin oluşturulması; enerji yöneticisinin veya enerji yönetim biriminin görev yetki ve sorumluluklarının tanımlanması bunların yazılı hale getirilmesi ile tüm çalışanların bunlardan haberdar edilmesi yönetmelik içerisinde yer almaktadır.

Yıllık toplam enerji tüketimi 1000 TEP ve üzeri olan endüstriyel kuruluşlarda enerji yöneticisi sertifikasına sahip enerji yöneticisi enerji yönetim faaliyetlerinin yürütülmesi ile görevlendirilir[6].

Toplam inşaat alanı en az 20 000 m² veya yıllık toplam enerji tüketimi 500 TEP ve üzeri olan ticari ve hizmet binaları ile toplam inşaat alanı en az 10 000 m² veya yıllık toplam enerji tüketimi 250 TEP ve üzeri olan kamu kesimi binalarının yönetimleri enerji yönetimi faaliyetlerinin yürütülmesini sağlamak üzere binalarındaki çalışanları arasından enerji yöneticisi sertifikasına sahip birisini enerji yöneticisi olarak görevlendirir.

Yıllık toplam enerji tüketimi 500 000 TEP ve üzeri olan endüstriyel işletmeler ile toplam inşaat alanı 20 000 m²'nin üzerinde olan hizmet sektöründe faaliyet gösteren binalarda her dört yılda bir enerji etüt çalışması yapılmalıdır veya şirketlere yaptırılmalıdır. Kısaca yönetmeliğe göre işletmelerde dikkat edilmesi gereken hususlar:

- *Yakma sistemlerinde yanma kontrolü ve optimizasyonu ile yakıtların verimli yakılması,
- *Isıtma, soğutma, iklimlendirme ve ısı transferinde en yüksek verimin elde edilmesi,
- *Sıcak ve soğuk yüzeylerde ısı yalıtımının standartlara uygun olarak yapılması,
- *Atık ısı geri kazanımı,
- *Isının işe dönüştürülmesinde verimliliğin artırılması,
- *Elektrik tüketiminde kayıpların önlenmesi,
- *Elektrik enerjisinin mekanik enerjiye veya ısı dönüşümünde verimliliğin artırılması,
- *Otomatik kontrol uygulamaları ile insan faktörünün en aza indirilmesi,
- *Kesintisiz enerji arzı sağlayacak girdilerin seçimine özen gösterilmesi,
- *Makinelerin seçiminde standardizasyon ve kalite güvenlik sistemin gereklerine dikkat edilmesi,
- *Yenilenebilir enerji, ısı pompası ve kojenerasyon uygulamalarının analiz edilmesi,
- *Aydınlatmada yüksek verimli armatür ve lambaların, elektronik balastların ve aydınlatma kontrol sistemlerinin kullanılması ve gün ışığından daha fazla yararlanılmasıdır.

Yönetmeliğin getirdiği bir başka madde de endüstriyel işletmelerde verimlilik artırıcı projelerin desteklenmesine yöneliktir. Projelerin desteklenmesini isteyen endüstriyel işletmeler her yıl ocak ayı içerisinde genel müdürlüğe enerji verimliliğini arttırmaya yönelik projelerini sunarlar. Tüm projeler bir puanlama sistemi ile değerlendirilir en yüksek puanı alan projeye sahip işletmeye teşvik verilmektedir.

Herhangi bir endüstriyel işletmesi üç yıl içerisinde enerji yoğunluğunu ortalama olarak en az %10 oranında azaltmayı taahhüt ederek genel müdürlük ile gönüllü anlaşma yapmak isteyen tüzel kişiler her yıl ekim ayında genel müdürlüğe başvurur.

Yönetmelik içerisinde enerji verimliliği etiket formatı da açıklanmıştır. Buzdolabı ve klimalar için enerji etiket sınıfının A ve üzeri olduğu, elektrik motorları için verim değerinin EN 60034-30 standardında 50 Hz ve 60 Hz için yer alan süper verim grubu olan IE3 için tanımlanmış nominal sınırların üzerinde olduğunu gösteren belgeler ile genel müdürlüğe isteğe bağlı olarak başvuran tüzel kişiler ile endüstriyel işletmelere usul ve esaslar çerçevesinde enerji verimliliği (ENVER) etiketi verilir.

Tüketimleri yüksek olan sanayi gruplarının kesintili enerji programlarına katılması veya yüklerini gerektiğinde diğer zaman dilimlerine kaydırması için bu aboneler ile gönüllük esasına dayalı anlaşma yapılması gereklidir.

Klimalar, buzdolapları, lambalar öncelikli olmak üzere piyasada mevcut yüksek enerji verimli elektrikli ev aletlerinin kullanımın yaygınlaştırılması ile ilgili kampanyalar düzenlenmesi gerekmektedir.

Yol aydınlatmalarında şehir içi yol-cadde-sokak aydınlatmalarının tamamında şeffaf cam tüplü yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar kullanılır. Park ve bahçe aydınlatması sistemlerinde yüksek basınçlı civa buharlı veya kompakt floresan lambalar kullanılır.

Bilinçlendirme ve tanıtım etkinlikleri: Kamu kesiminde faaliyet yürüten kurum ve kuruluşlar toplumda enerji kültürünün ve verimlilik bilincinin gelişimine katkıda

bulunmak amacı ile genel müdürlük ile bilinçlendirme etkinlikleri düzenler veya organize edilen etkinliklere katkıda bulunur.

Elektrik enerjisi üretim, iletim ve dağıtımında enerji verimliliğinin artırılmasına yönelik uygulamalar yönetmelikte belirtilmiştir. Kurulu gücün 100 Mwatt ve üzeri olan elektrik üretim tesislerinde enerji yönetimi ile ilgili faaliyetleri yönetim adına yürütmek üzere çalışanları arasından birisi enerji yöneticisi olarak görevlendirilir.

Termik santrallerin verim artırma kriterleri ve atık ısılarından yararlanılması da yönetmelik içerisinde belirtilmiştir.

Fosil yakıtlarla çalışan elektrik üretim tesislerine lisans verilmesinde aranacak asgari şartlar arasında kullanılmak üzere, santralin tam yükte işletme koşullarında yakıtın alt ısı değeri temel alınarak bulunan net çevrim verimi değerleri her yıl ocak ayında bakanlık tarafından yayınlamaktır.

Kojenerasyon uygulamaları: Kojenerasyon tesislerinin kullandığı yakıtın alt ısı değerine göre hesaplanan toplam çevrim veriminin en az %80 olması şartı aranır.

Yönetmelikte belirtilen diğer hususlar:

Biyokütle kaynaklarından biyoyakıt veya sentetik yakıt üretim teknikleri, su rüzgar güneş ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak ekonomik olabilecek hidrojen üretim teknikleri yönetmelikte belirtilmiştir.

Kamu kesimine ait bina ve işletmelerde enerji verimliliğinin artırılması için alınabilecek öncelikli tedbirler yönetmelikte belirtilmiştir. Örneğin; soğutma sistemi ve klimaların dış ortam sıcaklığı 30 °C'nin altında olduğunda soğutma amaçlı çalıştırılmaması ve iç ortam sıcaklığı 24 °C'nin altına inmeyecek şekilde ayarlanması gereklidir. Kazanlarda; yanma kontrolü ve yanmanın optimizasyonu, ısı yalıtımı, ısı transfer yüzeylerinin temiz tutulması, atık ısıların kullanımı ve buhar kazanlarında kondens geri dönüşümün artırılması ve blöf kayıplarının azaltılması gereklidir.

Tüm kamu kurum ve kuruluşlarının yönetimleri her beş yılda bir son üç yıla ait yıllık toplam enerji tüketim değerlerini genel müdürlüğe göndermekle yükümlüdürler.

Yönetmeliğe göre şirketlerde enerji verimliliği ölçümü konusunda aranacak parametreler: Baca gazı, ısı/sıcaklık görüntüleme, ısıl geçirgenlik, sıvı iletkenlikleri, buhar kaçakları, sıcaklık akış, nem, basınç, elektrik enerjisi, hız ve devir, aydınlatma, ses ve gürültü gibi ölçümlerin yapılması gerekmektedir[6].

3.3 Sanayi Kuruluşları ve Enerji Verimliliği

Sanayi kuruluşlarında enerji verimliliği çalışma metotları ve Türkiye'deki endüstriyel kuruluşlarda enerji verimliliğinin incelenmesi aşağıda açıklanmıştır.

3.3.1. Sanayi kuruluşlarında enerji verimliliği çalışma metotları

Enerji verimliliği çalışma metotları sanayide uluslararası enerji rekabet gücü açısından önemlidir. Sanayide enerji tasarrufu yapmak için enerji maliyeti, kontrol sistemleri, ısı yalıtımı, yeni teknolojiler, endüstriyel prosesler ham madde, yarı mamul özellikleri, fabrikalardaki ürün çeşitleri ve özellikleri fabrika çevresindeki iklim şartları ve çevresel faktörler, fabrikanın kapasite kullanımı v.b. alanlarda çok çeşitli çalışmalar yapılmaktadır.

Endüstriyel kuruluşlarda enerji verimliliğini arttırmak ya da enerjiyi etkin kullanmak için kuruluşların önemli bir çıktısı olan elektrik tüketimini miktar ve zaman bakımından etkileyecek pratik uygulamalar yürütülmektedir[5].

Bu çalışmalar çeşitli yöntemlerle uygulanabilmektedir. Bu yöntemlerden biri veya birkaçı bir arada uygulanabilir. Bu metotlardan;

- i) Enerji verimliliği yüksek aydınlatma sistemleri, yüksek verimli motorlar, soğutma sistemleri fabrika ısı yalıtımı v.b. alanları içerir.

- ii) Eğitim ve bilgilendirme olup, fabrika içerisinde hazırlanan teknik dokümanlarla fabrika çalışanlarını enerji verimliliği konusunda ilk önce bilgilendirmek sonra uygulamaya teşvik etmektir.
- iii) En çok uygulanan yöntem bu olup, endüstriyel kuruluşlardaki enerji tüketim yapısını değiştirmektir.

Endüstriyel kuruluşlarda enerji verimliliğini arttırmak için belli başlı önlemler şunlardır;

- i) Fabrikalardaki üretim atölyelerindeki aydınlatma sistemlerinde floresan ve civa buharlı lambalar yerine, yüksek basınçlı sodyum lambaları tercih edilir.
- ii) Endüstriyel kuruluşlarda gece vardiyalarında daha az insanın çalıştığı bölümlerde HVAC-İklimlendirme sistemleri ayarlanmalıdır.
- iii) İhtiyaç olmadığı durumlarda fabrikalardaki fanlar, fırınlar ve motorlar çok fazla çalıştırılmamalıdır.
- iv) Kompresör hava girişlerinin sıcak odalar yerine daha soğuk yerlerden olması sağlanmalıdır.
- v) Fazla miktarda buhar ve basınçlı hava kaçaklarının işletmeye maliyeti oldukça yüksektir. Fabrikalarda ilk olarak bu fazla buhar ve hava kaçakları ölçüm cihazları ile tespit edilmeli, sonrasında ihtiyaç durumuna göre işletmeye geri kazandırılmalıdır.
- vi) Proses hatlarındaki ve tanklardaki ısı yalıtımı önemli derecede enerji tasarrufu sağlamaktadır.

- vii) Fabrikalarda ve kuruluşlarda üretim atölyelerindeki tezgahlarda enerji verimliliği yüksek motorların kullanılması tercih edilmelidir. İlk yatırım yüksek olmasına rağmen sağlayacağı enerji tasarrufu ile beraber kendini kısa sürede amorti eder.
- viii) Endüstriyel kuruluşların genellikle yalıtım sistemleri yeterli değildir. Uygun ısı yalıtımı büyük enerji verimliliği kazancı demektir.
- ix) Büyük kompresörlerde hava veya su soğutması ile dışarı atılan ısı uygun tasarımla özellikle kışın fabrikanın lokal yerlerinde (yemekhane, wc, mutfak ve her türlü ıslak hacimlere sahip alanlar) ısıtma sistemlerinde kullanılabilir.
- x) Plastik şeritler, kapı tamponları ve hava perdeleri büyük giriş kapılarından bu enfiltrasyonun engellenmesine yardımcı olur.
- xi) Ekonomizörler dış havanın optimum kullanılmasını sağlarlar. Kazan sistemlerinde ekonomizörlerin kullanımları ile elde edilen enerji tasarrufları yüksektir.
- xii) Fabrikalardaki tavan-taban arası mesafesi yüksek üretim atölyelerinde ısıtma sistemi olarak radyant ısıtma sistemi kullanılması enerji verimliliğini artırır. Ayrıca amortismanı da kısa vadelidir.
- xiii) Isıtılan açık tankların kapatılması enerji tasarrufunu artırır.
- xiv) Fabrikalardaki cihaz, makine ve sistemlerin periyodik bakımlarının zamanında yapılması enerji tasarrufunda önemi büyüktür.
- xv) Spot havalandırma gerekli iklimlendirilmiş hava miktarını azaltarak enerji tasarrufu sağlar[7].

3.3.2. Türkiye’deki endüstriyel kuruluşlarda enerji verimliliğinin incelenmesi

Türkiye’deki sanayi sektörü enerji tüketimi bakımından incelendiğinde, rakamlar bize şunu göstermektedir: Sanayi sektörü 2007 yılı itibari ile enerji tüketiminde %39 oranında, elektrik tüketiminde ise %48 oranında tüketim payına sahiptir. Bina sektörü 2007 yılında kamu/konut/ticari binalarla toplam tüketimin yaklaşık olarak %30’una sahiptir. Bununla birlikte, ekonomik kriz nedeniyle endüstriyel tüketim 2008 yılında %32’ye düşmüş, karşılığında bina sektörünün payı artarak %36 seviyesine ulaşmıştır. Türkiye’nin endüstrisine demir-çelik ve taş-toprak (çimento, seramik, cam) gibi enerji yoğun endüstriyel alt sektörler hâkimdir ve bunların toplam üretim maliyetlerinin %20 ile %50’sini enerji maliyetleri oluşturmaktadır. Demir çelik sektörü, enerji tüketiminde %22 ile en büyük paya sahiptir; taş ve toprak alt sektör çimento, cam, seramik, tuğla %19 ile onu takip etmekte olup kâğıt, diğer bir enerji yoğun endüstri olarak %3 civarında tüketim gerçekleştirmektedir. Enerji tüketen diğer sanayi kollarının başlıcaları %12 ile kimyasallar ve her biri %9 olmak üzere gıda ve tekstildir.

Sanayi sektöründeki enerji tüketimi yüksek bir paya sahip olduğu için enerji verimliliği çalışmaları sektör için önemlidir. Enerji tüketimini yaklaşık %60-70’lik bir bölümünü sanayi sektörü içerisindeki yaklaşık 1000 civarındaki endüstriyel kuruluşlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Enerji verimliliği ve enerji tasarrufu üzerine yapılan çalışmaların, uygulamaların sonuçları fabrikalardaki ürün maliyeti ve kalitesi üzerinde etkili analizler çıkarmaktadır. Endüstriyel kuruluşlardaki ana ve yardımcı işletmeler ve proses üniteleri enerji verimliliğindeki teknolojik gelişmelere paralel olarak daima yenilenme ihtiyacı içindedir. Endüstriyel sektördeki girdilerin içinde enerji payının önemli boyutta yüksek olması ve fabrikaların ve tesislerin günde 24 saat vardiyalı çalışma sistemlerinin olması enerji tasarrufu yatırımlarını Türkiye’deki diğer sektörlerdekine göre cazip kılmıştır[1].

Ülkemizdeki sanayi kuruluşlarında yürütülen enerji verimliliği ve enerjinin etkin şekilde kullanılmasına yönelik yapılan çalışmalar öncelikli ve önemlidir. Son yıllarda birçok gelişmiş ülkeler özellikle AB üyesi ülkeleri sanayi-endüstri sektörlerinde

enerji yoğunluğu değerlerini düşürmek için yoğun çalışmalar yapmıştır. Bu çalışmaların ve uygulamaların amacı fabrikalarda bir yandan enerji verimliliği potansiyelini geri kazanmak diğer yandan üretim yapısını verimli bir şekilde değiştirmektir. Çimento, demir-çelik v.b. malzemelerin üretimi gibi enerji yoğunluğu yüksek proseslerin Türkiye sanayi sektörü içindeki payları düşürülmüştür. Bunun sonucu olarak, endüstri sektöründe enerji yoğunluğu payı düşmüş ve enerji verimliliği arttırılmıştır.

Bugün birçok sanayileşmiş ülkelerin özellikle AB ülkelerinin enerji tüketim yapısına baktığımız da bina sektörü tüketimi en büyük orana sahiptir. Ancak, yüksek enerji yoğunluğuna sahip Bulgaristan, Romanya, Polonya, Macaristan gibi bazı AB ülkeleri 2001-2006 yılları arasında bu değeri ortalama %15 seviyelerine kadar düşürmüştür. Aynı dönemde içerisinde Türkiye enerji yoğunluğunu %6,7 oranında düşürmüş ve bu sırada ekonomik büyüme performansını önemli derecede yükseltmeyi başarmıştır. Bu veri, Türkiye’de enerji verimliliği iyileştirmesi için önemli ölçüde kullanılmamış potansiyelin varlığını da göstermektedir.

Endüstri şirketlerinde gerçekleştirilen enerji etütleri ve anketleri Türkiye sanayinde ortalama enerji tasarrufu potansiyelinin en azından %20 olduğunu göstermektedir. Bunun yaklaşık %50’si önemli yatırım gerektirmemekte veya geri ödeme süresi iki yıldan kısa olmaktadır. Buna rağmen, söz konusu yatırımların gerçekleşme oranı, mevcut potansiyelin %10’unun altında kalmıştır[7].

3.4 Türk Traktör Fabrikası

Türk Traktör Fabrikasının tarihçesi ve üretim sistemi hakkında genel bilgi kronolojik olarak verilmiştir.

3.4.1. Türk Traktör Fabrikası tarihçesi

Türk Otomotiv Sanayisinin ilk yatırımlarından olan Türk Traktör ve Ziraat Makineleri A.Ş. Ankara Atatürk Orman Çiftliği’ndeki 275 dönümlük bir arazi

üzerinde kurulmuştur. Türk Traktör Fabrikası 1954 yılından bu yana traktör üretimini sürdürmektedir. Firma %65 pay ile Türkiye traktör üretim ve satış pazarının lideridir. Toplamda 50'den fazla yurt dışındaki ülkelere yaptığı ihracat ile dünya traktör pazarında rekabetçi bir konuma sahiptir. İhracat yaptığı ülkeler arasında en önemli yeri ABD, Kanada, İtalya, İspanya, Fransa, Almanya, Portekiz, Yeni Zelanda ve Güney Afrika gibi birçok ülkeyi kapsamaktadır[8].

Firma ilk traktör üretimine 1954 yılında başlamıştır. Üretim tipi olarak montaj odaklı başlamış ve yıllar içinde üretimdeki yerli malzeme katkı oranı arttırılmıştır. Fabrikanın ana ürünü traktördür. Ancak yıllar içerisindeki pazardaki talepler doğrultusunda, motorlu-motorsuz gövde üretimleri de yapılmaktadır[10].

2011 yılı itibariyle bugün ulusal traktör pazarında bulunan 7 büyük firmadan biri olarak tanımlanmaktadır. Yurt içindeki taleplerin büyük bölümü ve ihracatın tamamı Türk Traktör fabrikası tarafından yapılmaktadır. Türk Traktör Fabrikası iç piyasaya yönelik olarak 56 serisi ve TT serisi traktörler, dış piyasa için JX serisi traktörler ve her iki piyasaya yönelik olarak da TD serisi traktörler üretilip satmaktadır. 56, TT, JX, TD Serisi numaralı traktörler beygir gücüne göre kendi aralarında alt sınıflara ayrılmaktadır[10].

Türk Traktör Fabrikası'nın ana hissedarları Koç Holding ve Case New Holland'dır. Firma 1954 yılından bu yana çalışan sayısı itibari ile 1 000'li rakamlara ulaşmış ve aşmıştır.

1954: Minneapolis Moline Türk Traktör ve Ziraat Makineleri A.Ş kurulmuştur. MKE, TZDK Ziraat Bankası, Tariş, Çukobirlik ve Minneapolis-Moline arasında bir ön protokol imzalanmıştır. Bu ön protokole göre Minneapolis-Moline ve Türk Traktör ve Ziraat Makineleri A.Ş adıyla merkezi Ankara olan şirket kurulacak ve bir işletme anlaşmasıyla Mineapolis-Moline Co. Gerek duyulan yerli ve yabancı personeli sağlayarak fabrikayı işletilecektir. Şirket kuruluşu 25 Haziran 1954 tarihli Bakanlar Kurulu kararıyla onaylanarak, 29 Temmuz 1954 tarihli resmi gazetede yayınlanmıştır.

1965: MMTT Model üretimi sonlandırılmıştır. “Türk Fiat” marka üretimine geçilmiştir.

1992: Bu tarihte şirket tamamen özelleşmiştir. Bu yıl içerisinde yurtiçi üretimindeki Türk Traktör payı %49,35’e çıkmış olup, Türkiye Traktör Parkı’ndaki payı ise %37,10’a yükselmiştir[10].

1998: Koç Holding ve New Holland Yaptıkları ortaklık anlaşmasıyla bu yıl içerisinde Türk Traktör, New Holland sistemine ürün geliştirme, mühendislik, üretim, satın alma, ihracat ve satışlarda daha fazla entegre olmuştur. Bu yıl içerisinde Türk Traktör’ün New Holland ağına dahil olmasıyla “Türk Fiat” markalı ürünlerin markası Ağustos 1998 ayı itibarıyla “New Holland olarak değiştirilmiştir.

2010 yılında Türk Traktör’deki traktör üretimi 28 277 olarak gerçekleşmiştir[29]. “Ürünleri ile dünya traktör pazarını yönlendiren kuruluş olmak” ilkesini 69 adeti yabancı olmak üzere toplam 203 adet tedarikçisi ile 1 000’i aşkın çalışanı ve paydaşları ile ürünlerini dünya pazarına sunan Türk Traktör, üretim teknolojilerine ait sahip olduğu ISO 9001-2000, arıtma tesisine ait ISO 14001 ve Türkiye’de ilk sahip olunan ISO 27001 Bilgi Güvenliği sertifikalarıyla da üretim ve yönetim sistemlerindeki kalitesini kanıtlamıştır.

2011: Türk Traktör Fabrikası 2011 yılı içinde 600 000’nci traktörünü üretmiştir. 600.000’nci traktörün basına tanıtımı Koç Holding Yönetim Kurulu ile birlikte Türk Traktör Fabrikası’nda yapılmıştır[11].

3.4.2. Türk Traktör Fabrikası’ndaki üretim sistemi:

Türk Traktör Fabrikası’nın üretim sistemini incelediğimizde iki farklı üretim sistemiyle karşılaşılmaktadır:

1- *Parti üretim sistemi:* Mekanik parçaların tamamı olmak üzere, bu parçalara ısıtma işlemi, boya, kaynak gibi işlemlerin uygulanmasını kapsamaktadır.

2- *Kütle üretim sistemi:* Tüm mekanik parçaların birleştirme-montaj işlemlerinin yapıldığı montaj hattı da bu üretim sistemi kapsamında değerlendirilmektedir.

Yüksek teknolojik alt yapısı ile Türk Traktör Fabrikası'nda gerçekleştirilen tasarım ve üretim faaliyetlerinin önemli uygulamaları: Türk Traktör Fabrikası'nda tasarım grubunda CAD programları kullanılmaktadır. Pro Engineer ve Kinetic Analysis gibi 3-boyutlu tasarım programları kullanılarak mekanik parçaların tasarımı ve ürün geliştirmesi yapılmaktadır. Tasarım faaliyetlerinin üretim sürecine uygulanmasında kalıp, master, düzene, jig, aparat, takım gibi yardımcı gereçlerin de üretim ve tasarım mühendisleri tarafından CAD programları kullanılarak tasarımları yapılmakta ve bunlar fabrikadaki Takım-İmalat Atölyesinde üretilmektedir.

Traktörün ömrünü direkt olarak etkileyen şanzıman, transmisyon kutusu, motor bloğu, hidrolik sistemleri, dişli kutusu gibi kritik mekanik parçalar CNC tezgahlarında üretilmektedir. Bilgisayar kontrollü indüksiyonla sertleştirme ve ısıtma işlem cihazları, yine bilgisayar kontrollü sementasyon ve gaz nitürasyon fırınları ve boya ömrünü 3-4 kat arttıran boya tesisi gibi üretim alt yapıları ile mekanik üretimden çıkan ürünlere kontrollü odalarda çeşitli mekaniksel-elektriksel işlemler uygulanabilmektedir.

Türk Traktör Fabrikasının makine üretim hattında (parça ya da bütün ürünler) yaklaşık 500 adet tezgah bulunmaktadır. Bu tezgahların yaklaşık 180 adeti CNC tezgahıdır. CNC tezgahların haricinde yıkama, bükme, perçinleme, kaynak, pres, fırınlama, diş açma gibi çok çeşitli işlemleri yapabilen tezgahlar da vardır[9].

3.4.3. Türk Traktör Fabrikası'nda 2008-2010 enerji tüketim-üretim değerlerinin incelenmesi

Aşağıda Türk Traktör Fabrikası enerji tüketim-üretim değerlerinin 2008-2010 yılları incelenerek, yapılan araştırmalar grafikler üzerinde belirtilmiştir.

2008-2009 Yılı:

Türk Traktör fabrikası enerji yönetim biriminde 2008-2009-2010 yıllarına ait yaklaşık olarak elde edilen üretim tüketim değerleri sonucunda aşağıdaki grafikler elde edilmiştir. 2008-2010 yılları arasında ay bazında doğal gaz, elektrik, su, basınçlı hava tüketim değerleri ve bu değerlerin toplamı grafiklerde tanımlanmıştır.

2008-2009 yılı enerji tüketim ve traktör üretim değerlerini irdelediğimizde;

2009 yılı elektrik tüketim değerlerinin 2008 yılına göre daha az olduğu gözlenmiştir. Buna karşılık traktör üretim değerlerine bakıldığında yine 2008 yılında 2009 yılına göre daha fazla üretim yapılmıştır. Özellikle üretim açısından temmuz ayında üretim maksimum düzeyde olurken takip eden ağustos ayında bu verimin düştüğü üretimin büyük ölçüde azaldığı gözlenmiştir. Bunun sebebi olarak çalışan personel izin kullanma dönemini genelde yaz aylarında kullandığından özellikle ağustos ayı üretimin fabrika için az olduğu dönemdir[9].

2008-2009 yılı doğalgaz tüketim değerlerini irdelediğimizde; aralık-ocak şubat aylarında hem toplam hem de saat başı tüketimin kış mevsimi sebebi ile çok daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

2008-2009 yılı su tüketim değerlerini incelediğimizde; yaz aylarında özellikle ağustos ayında fabrika bünyesinde harcanan su miktarının mevsimsel sebeplerden ötürü oldukça fazla olduğu görülmüştür.

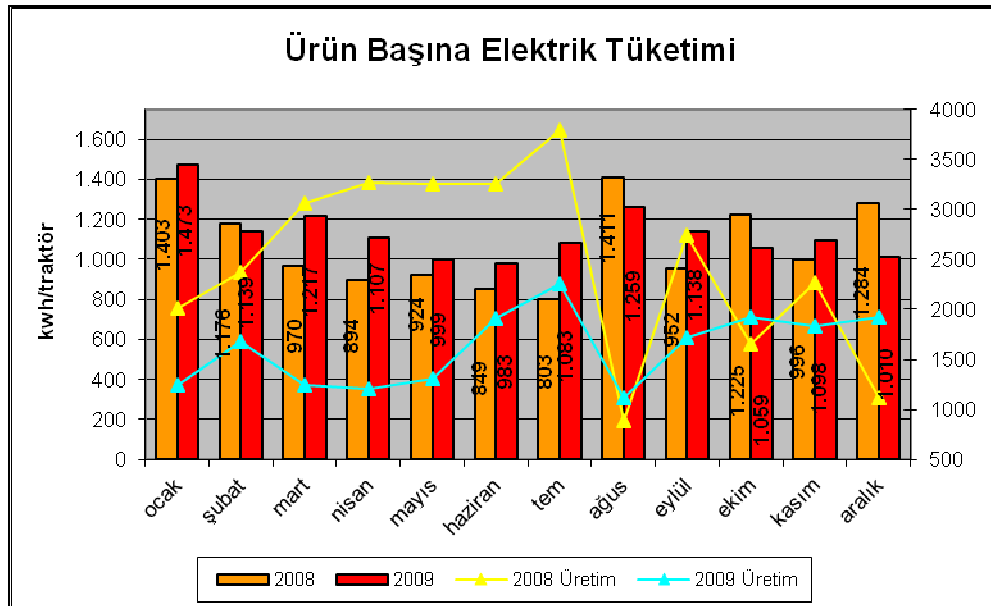
Bununla birlikte, kış ayı içerisinde ısıtma ihtiyacı daha çok olması sebebi ile kazan besisi suyu ihtiyacı doğmuş buna paralel olarak da özellikle aralık ayı içerisinde su tüketimi oldukça artmıştır.

2008-2009 yılları arasında fabrika içerisindeki saat başına su tüketim değerleri hemen hemen aynıdır.

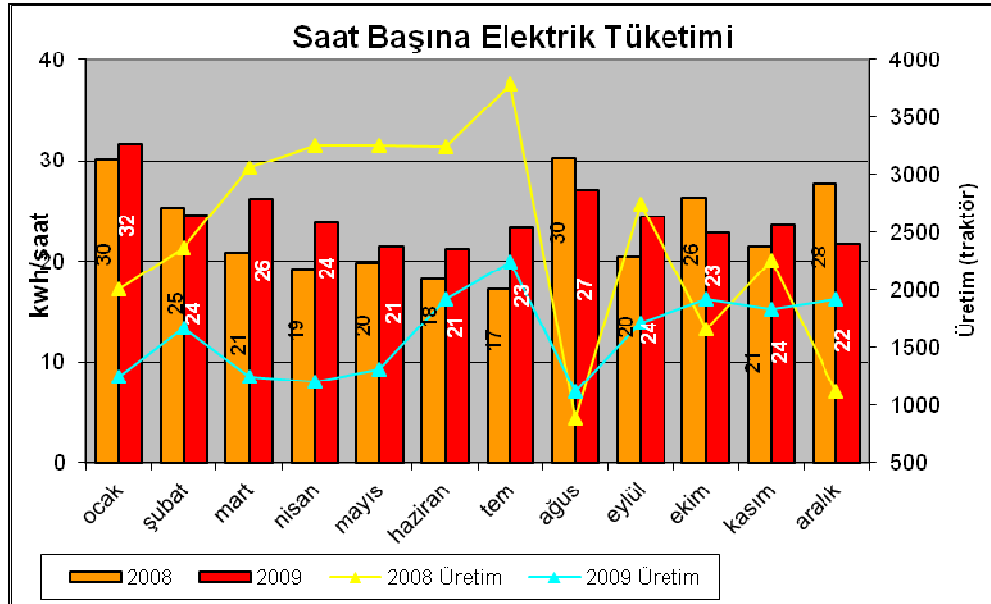
2009 yılı traktör başına basınçlı hava tüketim değerlerini irdelediğimizde; yıl boyunca belli bir ortalama değerde devam etmiş olduğu tespit edilmiştir.

2008-2009 yıllarına ait toplam tüketilen enerji değerlerine kümülatif olarak baktığımızda;

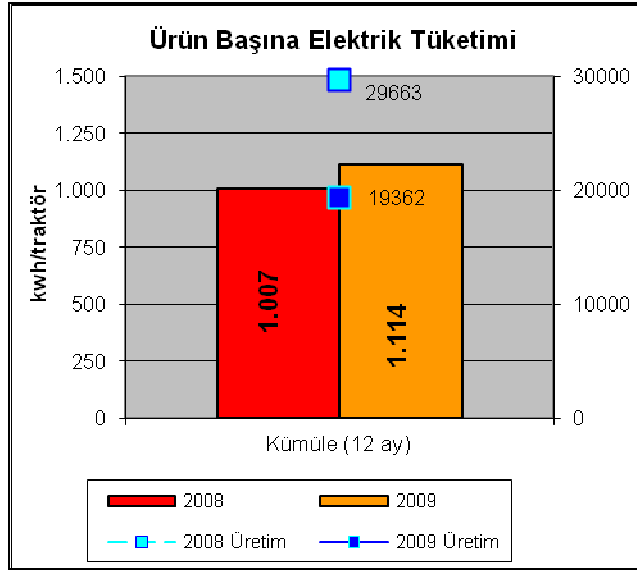
2009 yılı ürün başına harcanan toplam enerji değeri 2008 yılı toplam enerji değerinden oldukça fazla olduğu tespit edilmiştir. Buna karşılık 2008 traktör üretim değerleri 2009 yılı değerlerine göre daha fazladır.



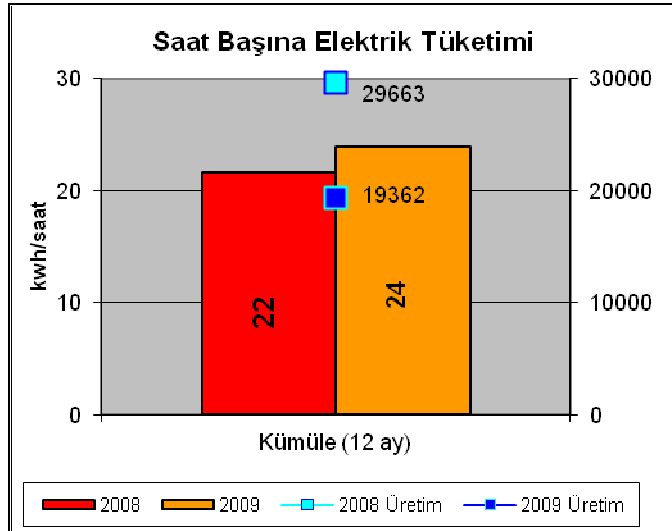
Şekil 3.1. Türk Traktör Fabrikası ürün başına elektrik tüketimi 2009 [9].



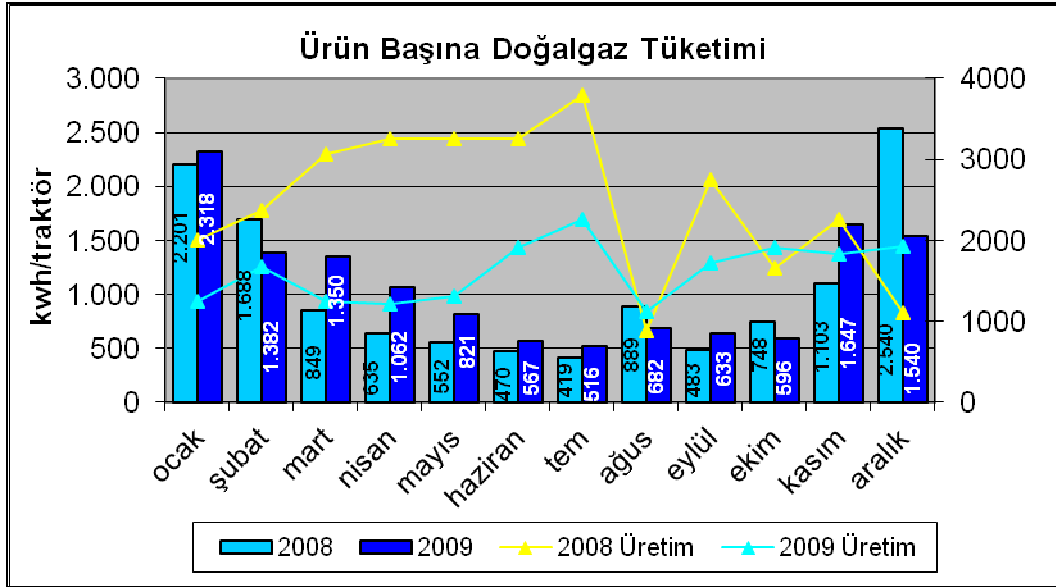
Şekil 3.2. Türk Traktör Fabrikası saat başına elektrik tüketimi 2009 [9].



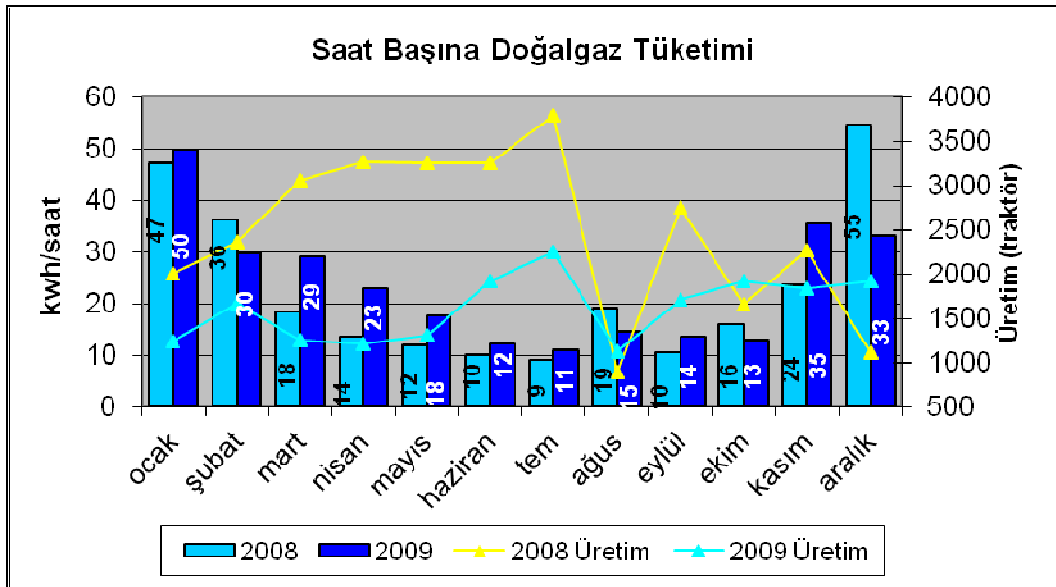
Şekil 3.3. Türk Traktör Fabrikası ürün başına elektrik tüketimi 2009 [9].



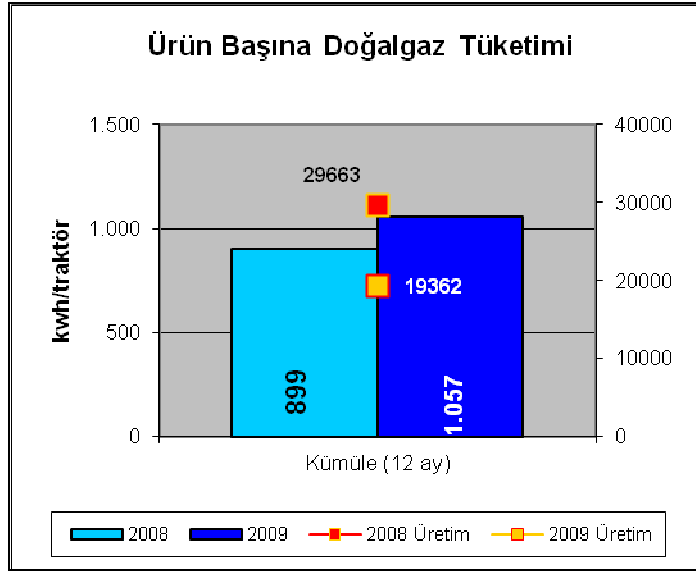
Şekil 3.4. Türk Traktör Fabrikası ürün başına elektrik tüketimi 2009 [9].



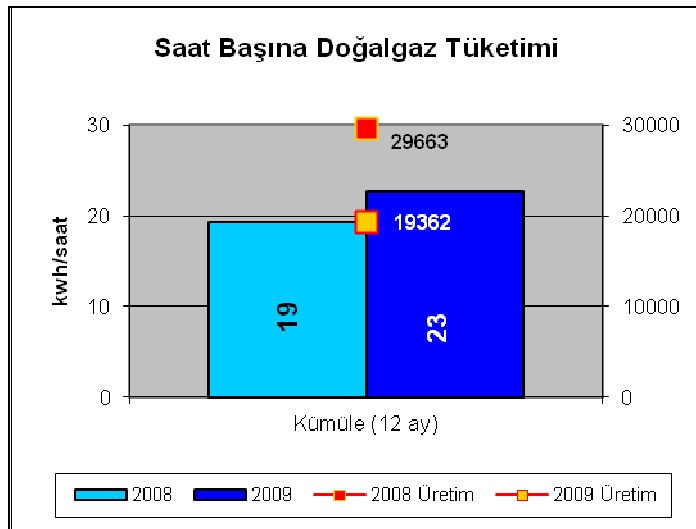
Şekil 3.5. Türk Traktör Fabrikası ürün başına doğalgaz tüketimi 2009 [9].



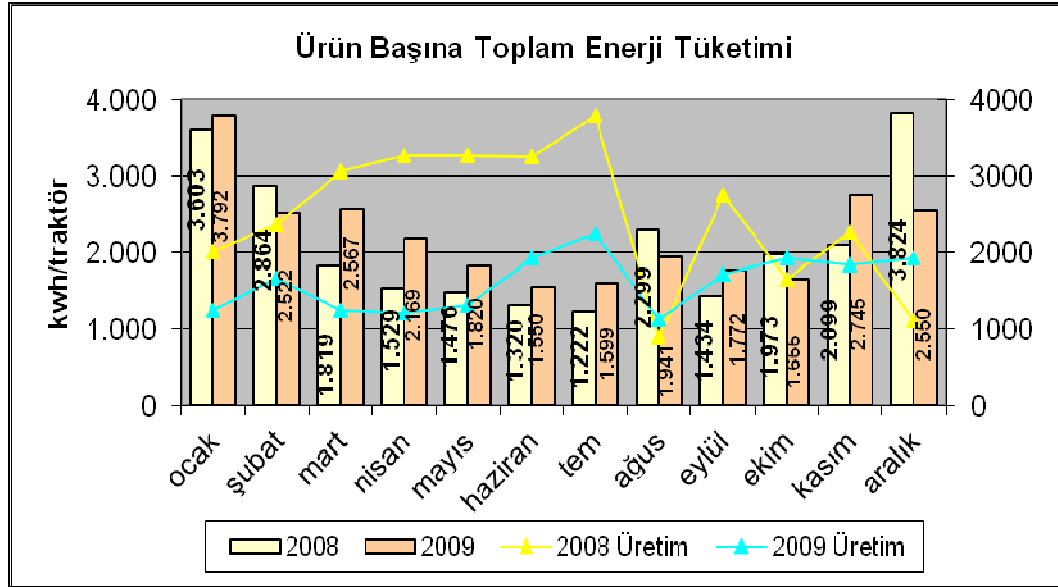
Şekil 3.6. Türk Traktör Fabrikası saat başına doğalgaz tüketimi 2009 [9].



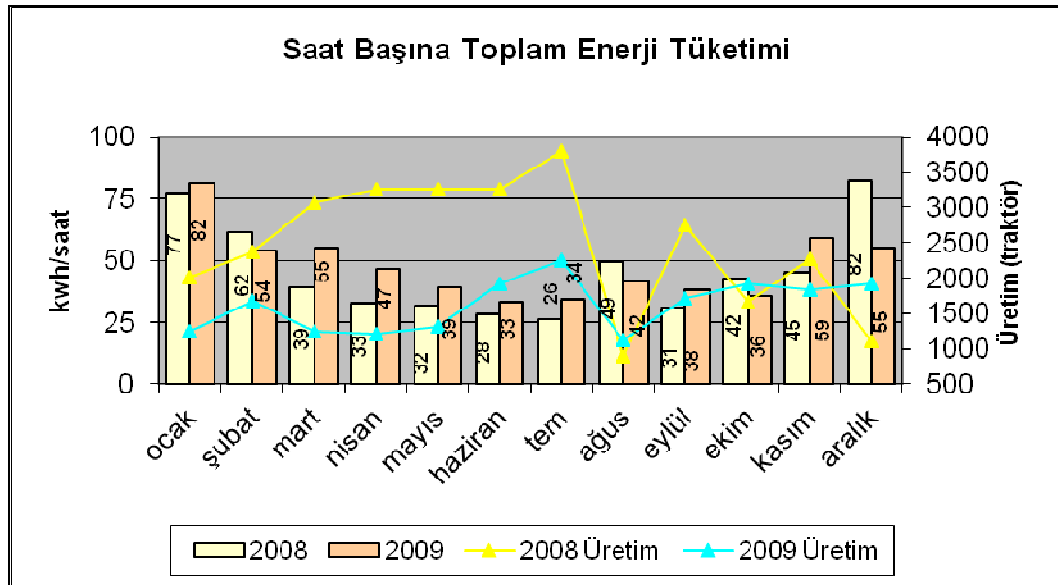
Şekil 3.7. Türk Traktör Fabrikası ürün başına doğalgaz tüketimi 2009 [9].



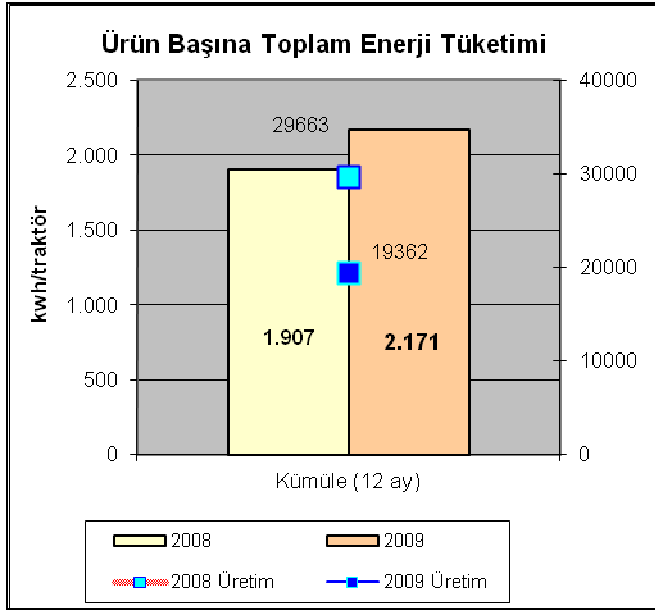
Şekil 3.8. Türk Traktör Fabrikası saat başına doğalgaz tüketimi 2009 [9].



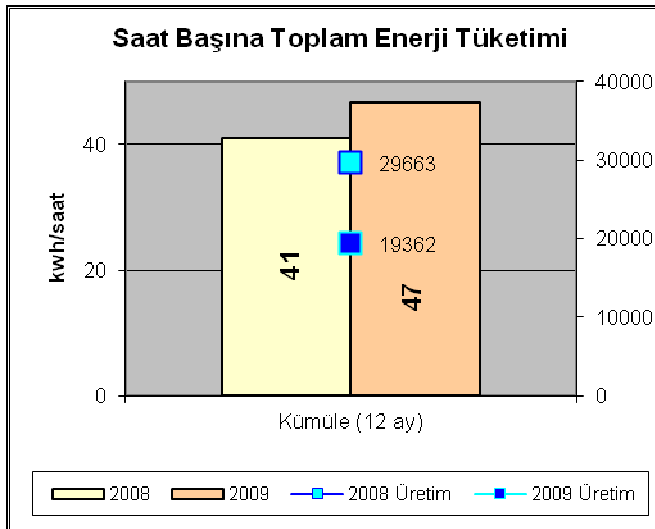
Şekil 3.9. Türk Traktör Fabrikası ürün başına toplam enerji tüketimi 2009 [9].



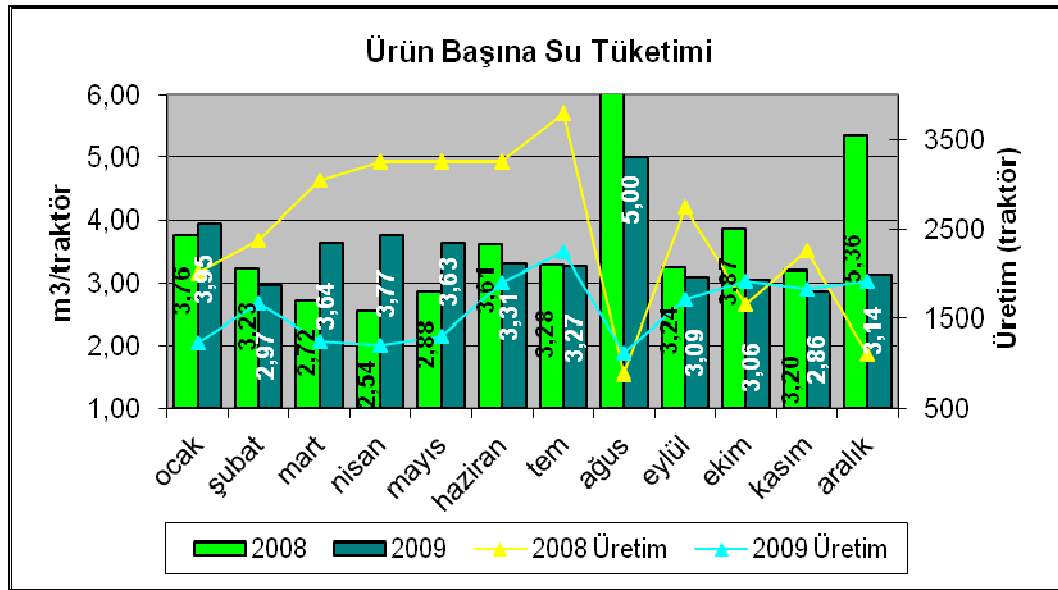
Şekil 3.10. Türk Traktör Fabrikası saat başına toplam enerji tüketimi 2009 [9].



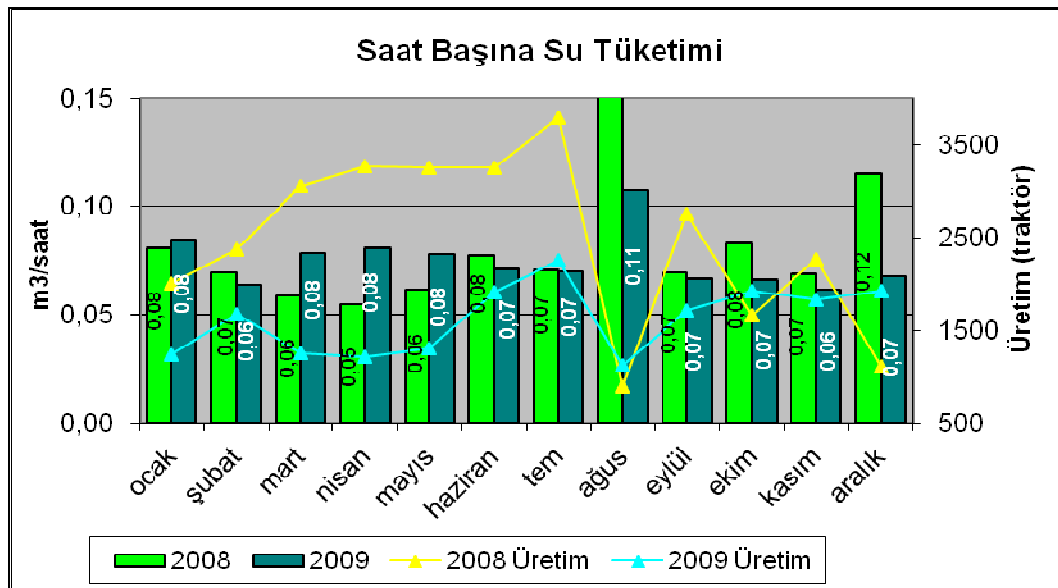
Şekil 3.11. Türk Traktör Fabrikası ürün başına toplam enerji tüketimi 2009 [9].



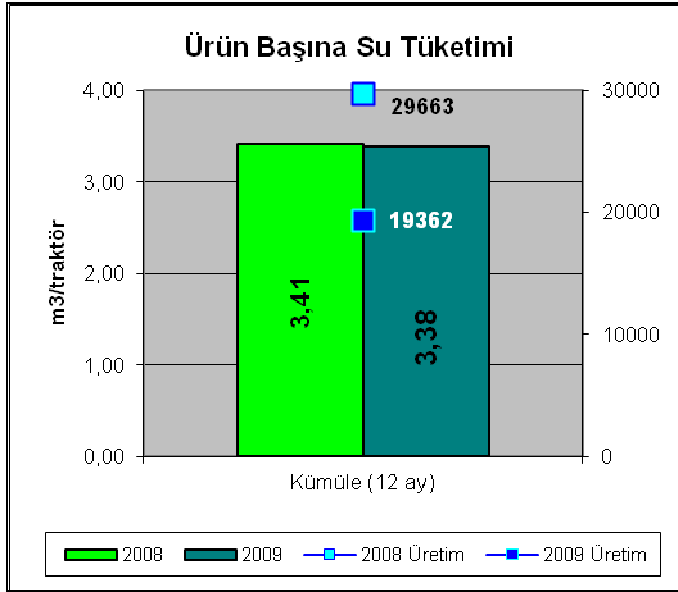
Şekil 3.12. Türk Traktör Fabrikası saat başına toplam enerji tüketimi 2009 [9].



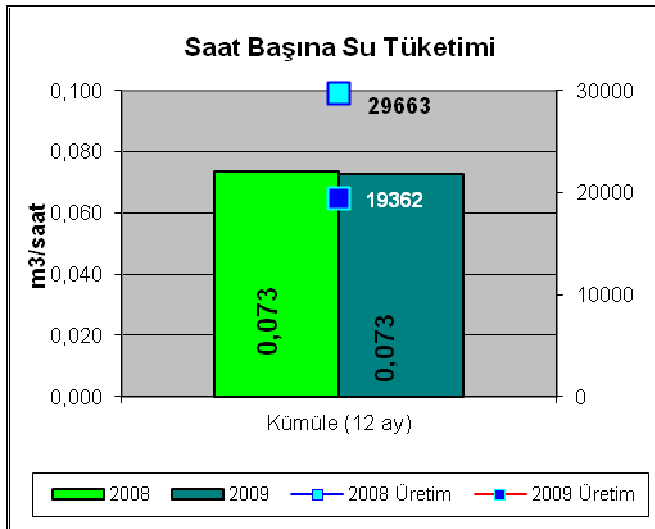
Şekil 3.13. Türk Traktör Fabrikası ürün başına su tüketimi 2009 [9].



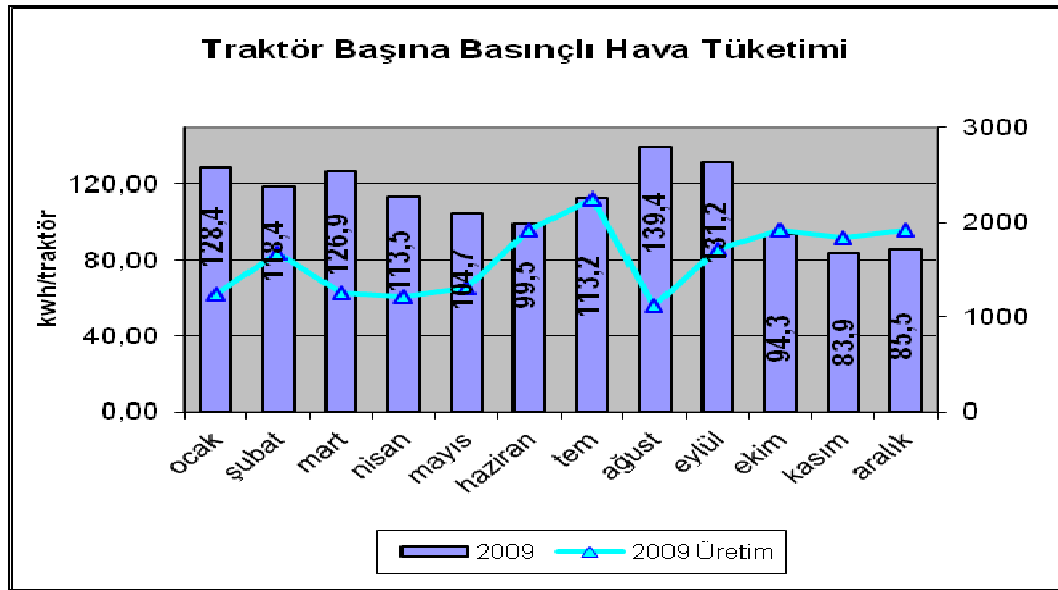
Şekil 3.14. Türk Traktör Fabrikası saat başına su tüketimi 2009 [9].



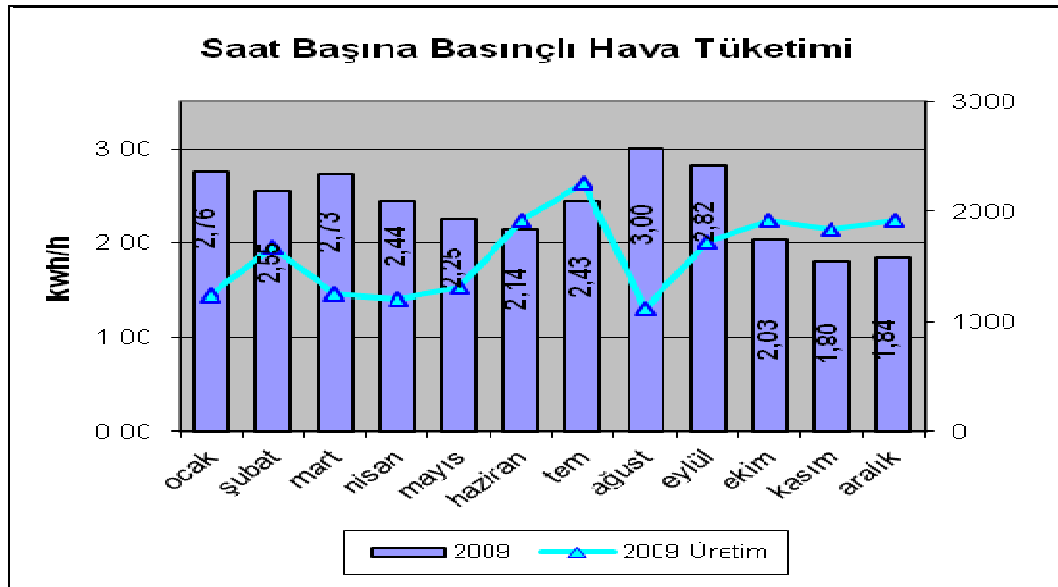
Şekil 3.15. Türk Traktör Fabrikası ürün başına su tüketimi 2009 [9].



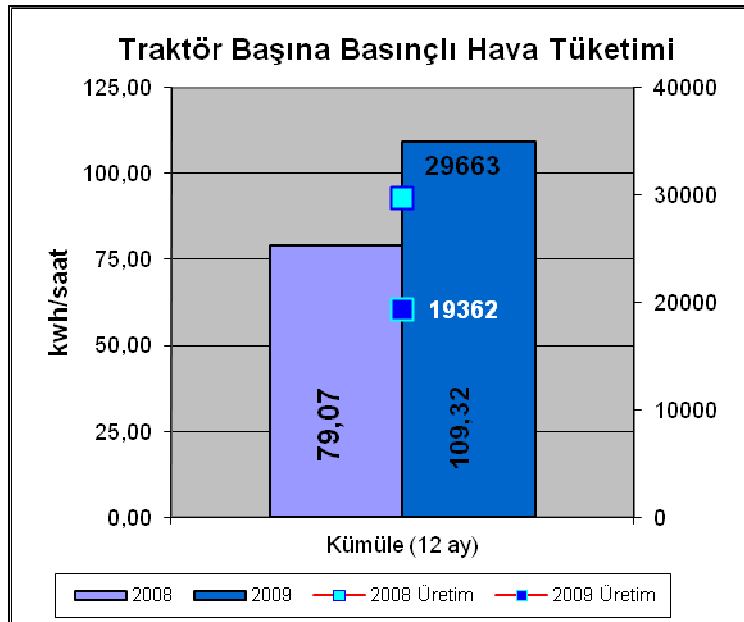
Şekil 3.16. Türk Traktör Fabrikası saat başına su tüketimi 2009 [9].



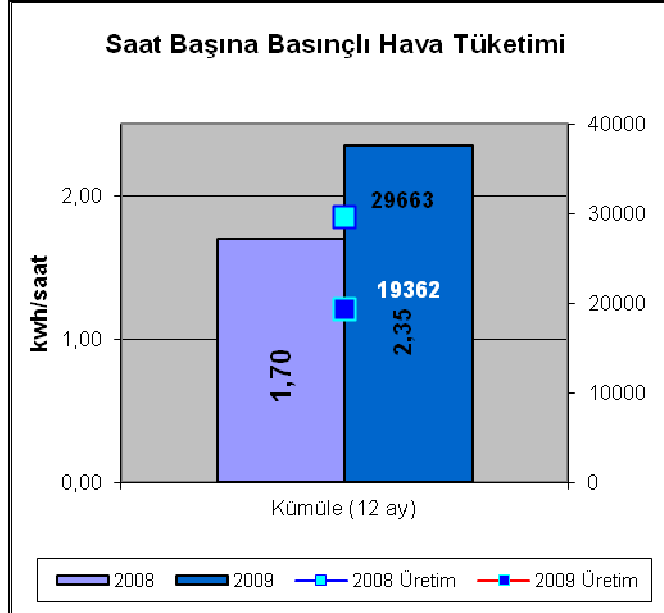
Şekil 3.17. Türk Traktör Fabrikası traktör başına hava tüketimi 2009 [9].



Şekil 3.18. Türk Traktör Fabrikası saat başına hava tüketimi 2009 [9].



Şekil 3.19. Türk Traktör Fabrikası traktör başına hava tüketimi 2009 [9].



Şekil 3.20. Türk Traktör Fabrikası saat başına hava tüketimi 2009 [9].

2009-2010 Yılı:

2009-2010 yılı enerji tüketim ve traktör üretim değerlerini irdelediğimizde; 2009 yılı elektrik tüketim değerlerinin 2010 yılına göre daha az olduğu gözlenmiştir. Buna karşılık traktör üretim değerlerine bakıldığında yine 2010 yılında 2009 yılına göre daha fazla üretim yapılmıştır.

Özellikle üretim açısından temmuz ayında üretim maksimum düzeyde olurken takip eden ağustos ayında bu verimin düştüğü üretimin büyük ölçüde azaldığı gözlenmiştir. Bunun sebebi olarak çalışan personel izin kullanma dönemini genelde yaz aylarında kullandığından özellikle ağustos ayı üretimin fabrika için az olduğu dönemdir.

2009-2010 yılı doğalgaz tüketim değerlerini irdelediğimizde; aralık-ocak şubat aylarında hem toplam hem de saat başı tüketimin kış mevsimi sebebi ile çok daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu mevsime bağlı değişiklikler fabrika bünyesinde 2008-2009-2010 yıllarında aynı zaman diliminde devam ettiği tespit edilmiştir.

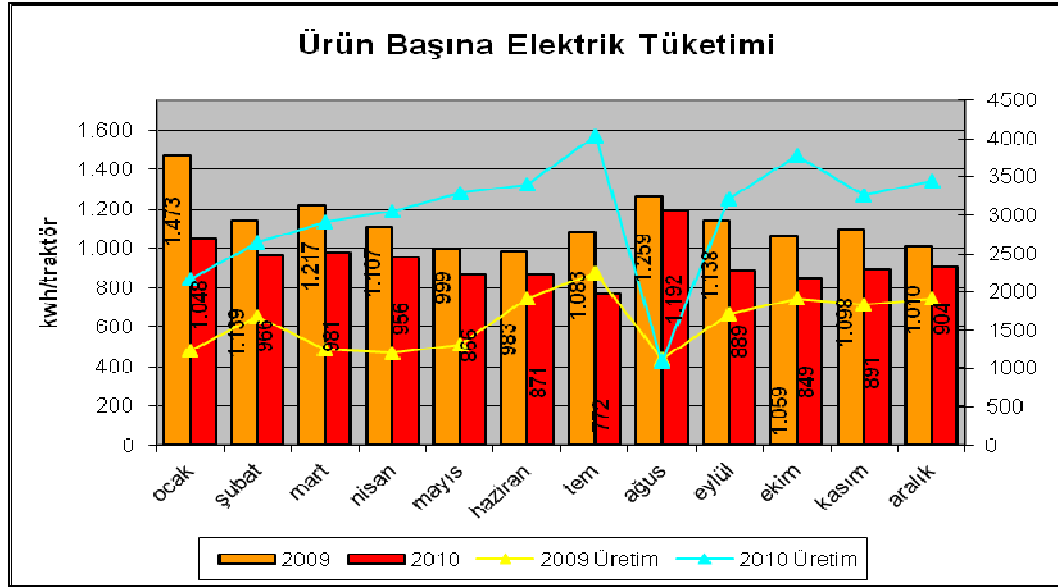
2009-2010 yılı su tüketim değerlerini incelediğimizde; yaz aylarında özellikle ağustos ayında fabrika bünyesinde harcanan su miktarının mevsimsel sebeplerden ötürü oldukça fazla olduğu görülmüştür. Mevsimsel değişiklikler 2008 yılında olduğu gibi 2009 2010 yıllarında da kendini göstermiştir.

Bununla birlikte, kış ayı içerisinde ısıtma ihtiyacı daha çok olması sebebi ile kazan besli suyu ihtiyacı doğmuş buna paralel olarak da özellikle ocak ayı içerisinde su tüketimi oldukça artmıştır. 2009-2010 yılında saat başına su tüketim değerleri hemen hemen aynıdır. Buna karşılık 2009 yılı ürün başına su tüketim değeri 2010 yılına göre bir miktar daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

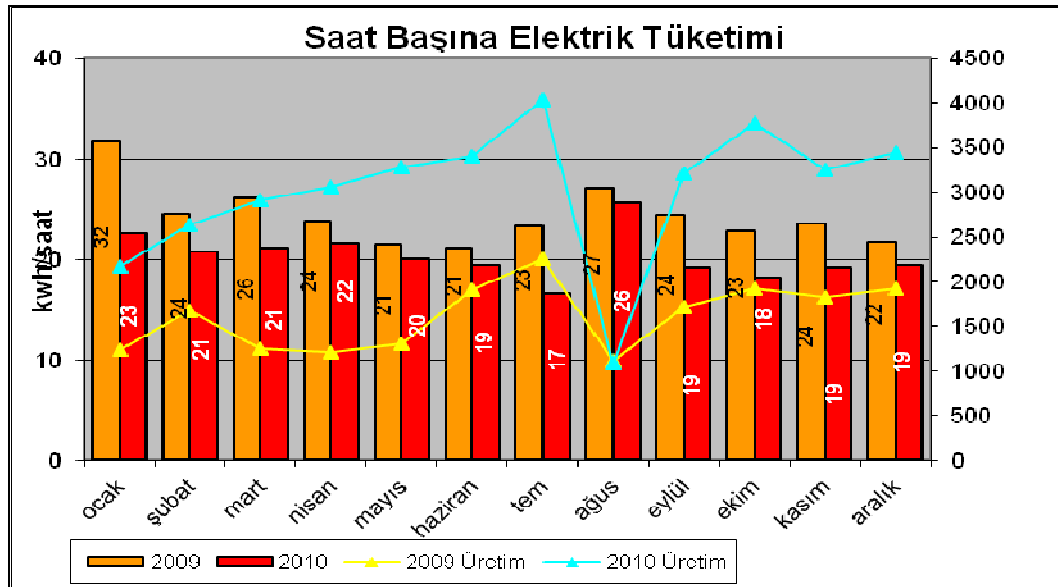
2009-2010 yılları traktör başına basınçlı hava tüketim değerlerini irdelediğimizde; 2009 yılı ürün başına basınçlı hava tüketim değerleri 2010 yılına göre belirgin olarak

yüksektir ancak saat başı hava tüketim değerlerine baktığımızda 2009 ve 2010 yılları tüketim miktarları bağlamında oldukça birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir.

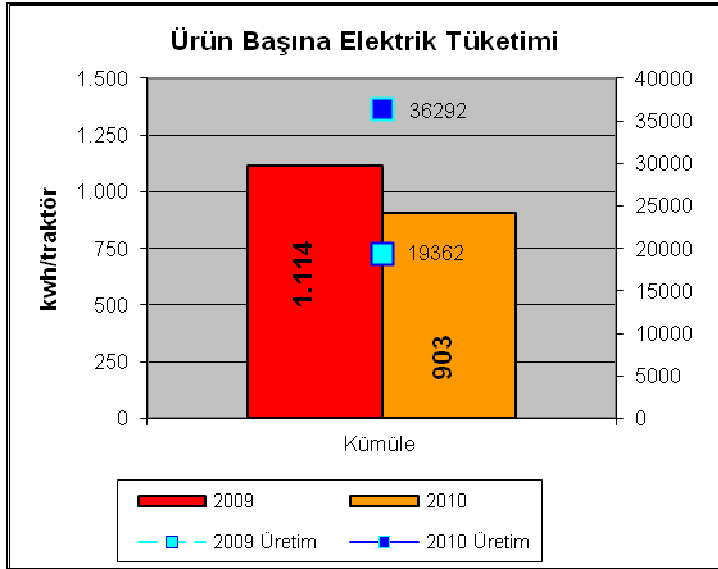
2009-2010 yıllarına ait toplam tüketilen enerji değerlerine kümülatif olarak baktığımızda; 2009 yılı ürün başına ve saat başına toplam enerji tüketim değerleri açısından 2010 yılı enerji tüketim değerlerine göre oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir[9].



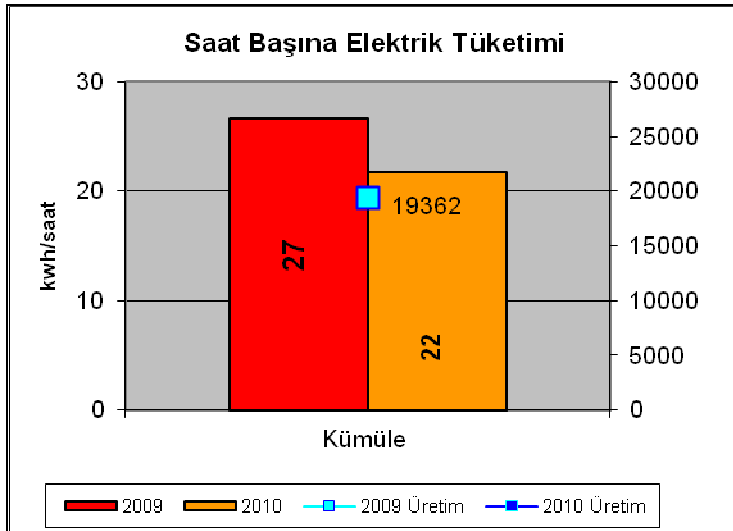
Şekil 3.21. Türk Traktör Fabrikası ürün başına elektrik tüketimi 2010 [9].



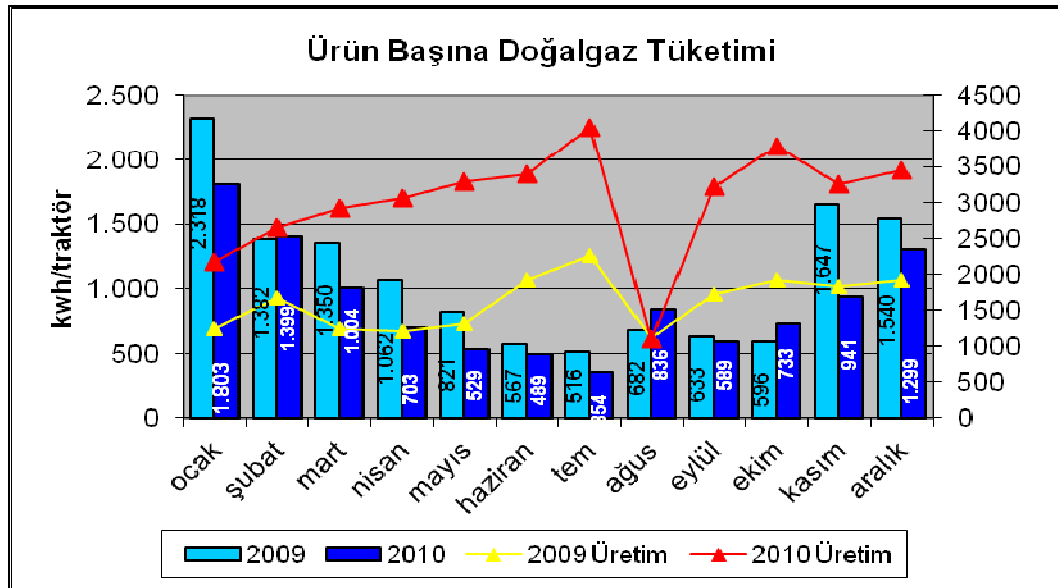
Şekil 3.22. Türk Traktör Fabrikası saat başına elektrik tüketimi 2010 [9].



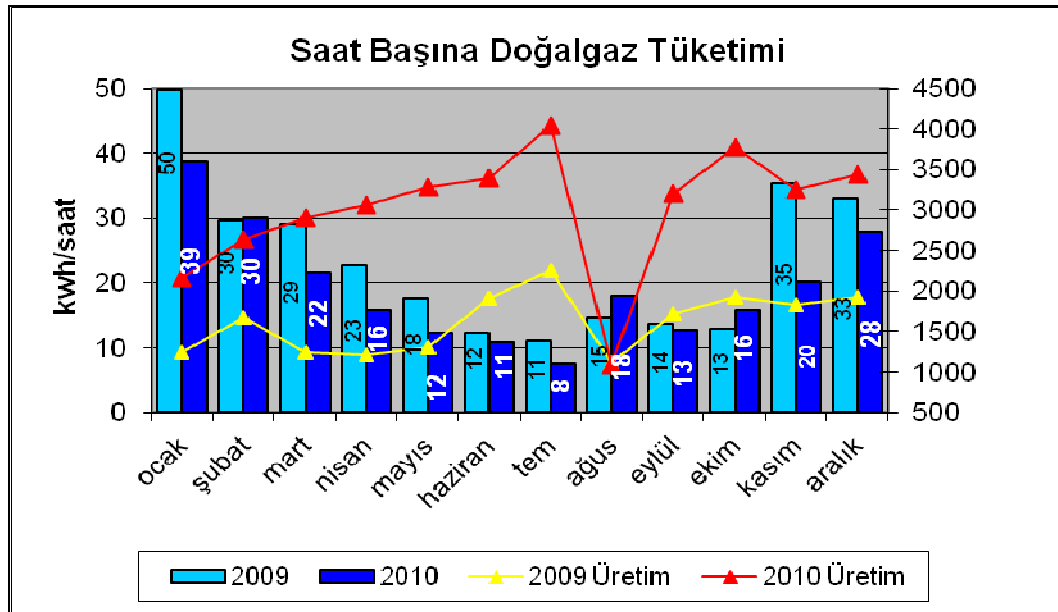
Şekil 3.23. Türk Traktör Fabrikası ürün başına elektrik tüketimi 2010 [9].



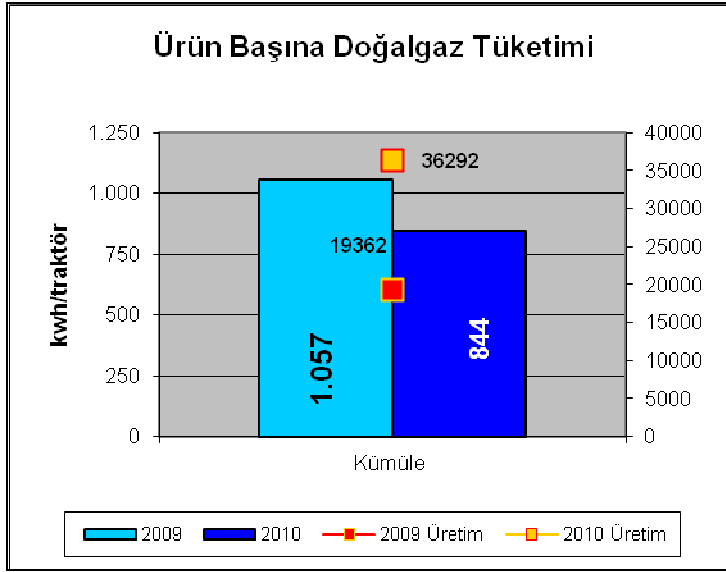
Şekil 3.24. Türk Traktör Fabrikası saat başına elektrik tüketimi 2010 [9].



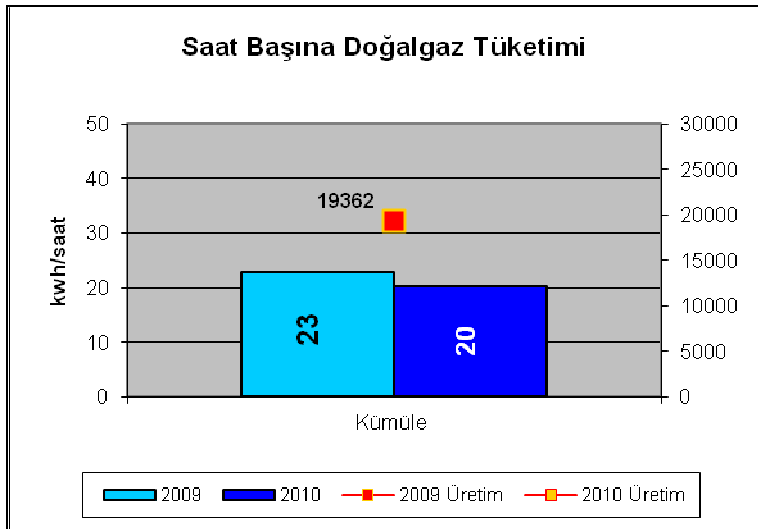
Şekil 3.25. Türk Traktör Fabrikası ürün başına doğalgaz tüketimi 2010 [9].



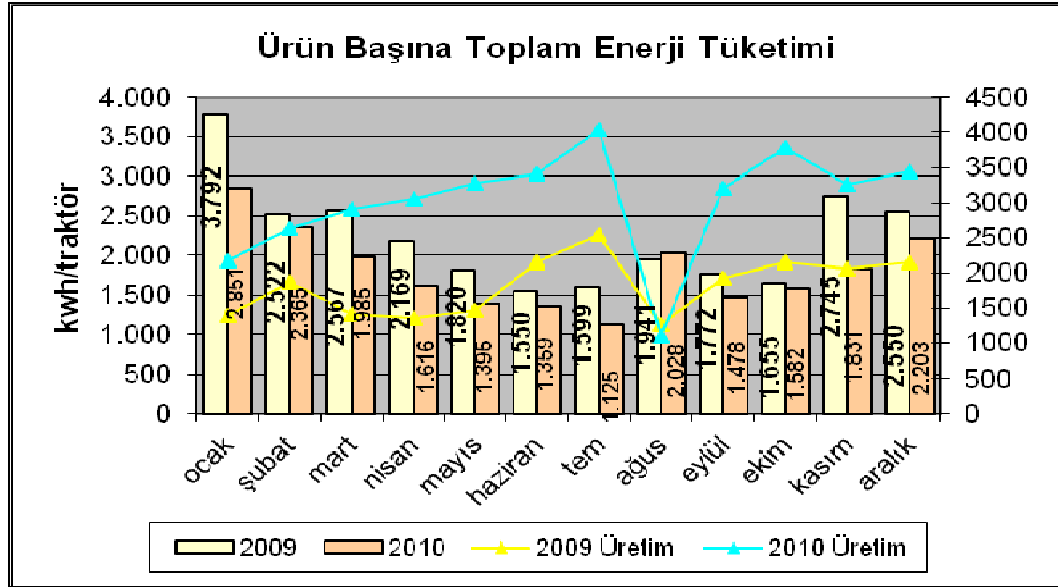
Şekil 3.26. Türk Traktör Fabrikası ürün başına doğalgaz tüketimi 2010 [9].



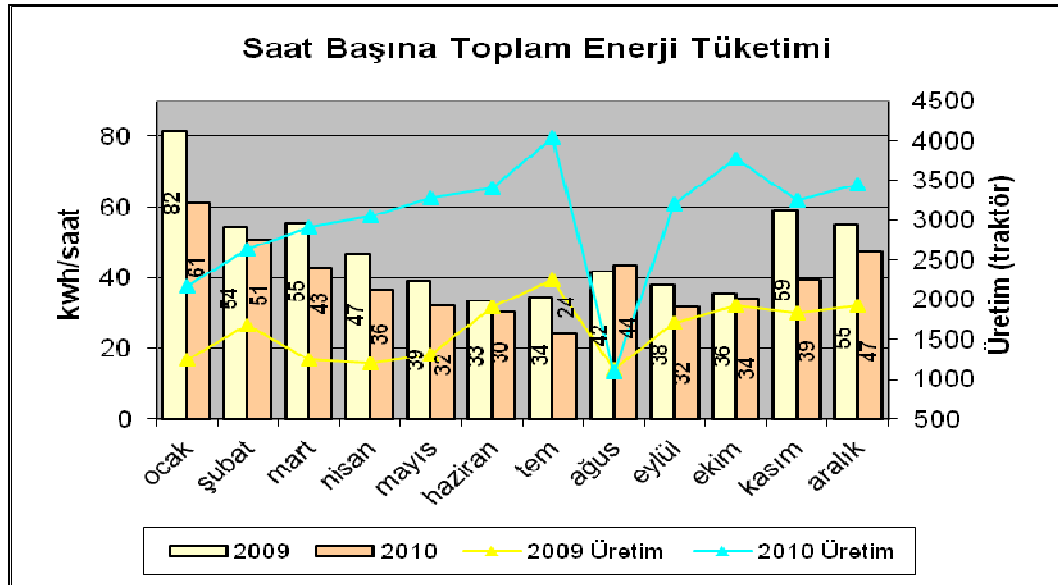
Şekil 3.27. Türk Traktör Fabrikası ürün başına doğalgaz tüketimi 2010 [9].



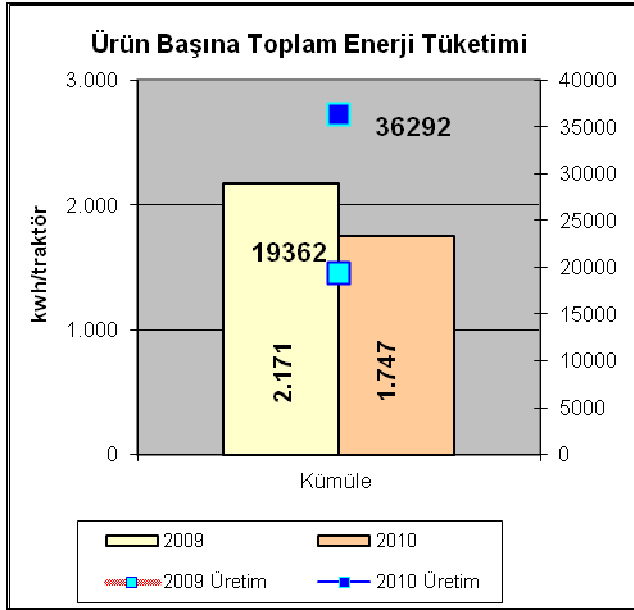
Şekil 3.28. Türk Traktör Fabrikası ürün başına doğalgaz tüketimi 2010 [9].



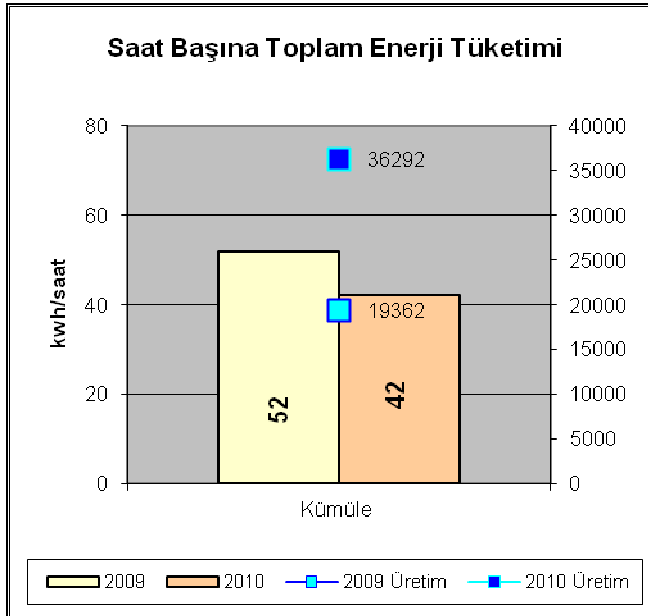
Şekil 3.29. Türk Traktör Fabrikası ürün başına toplam enerji tüketimi 2010 [9].



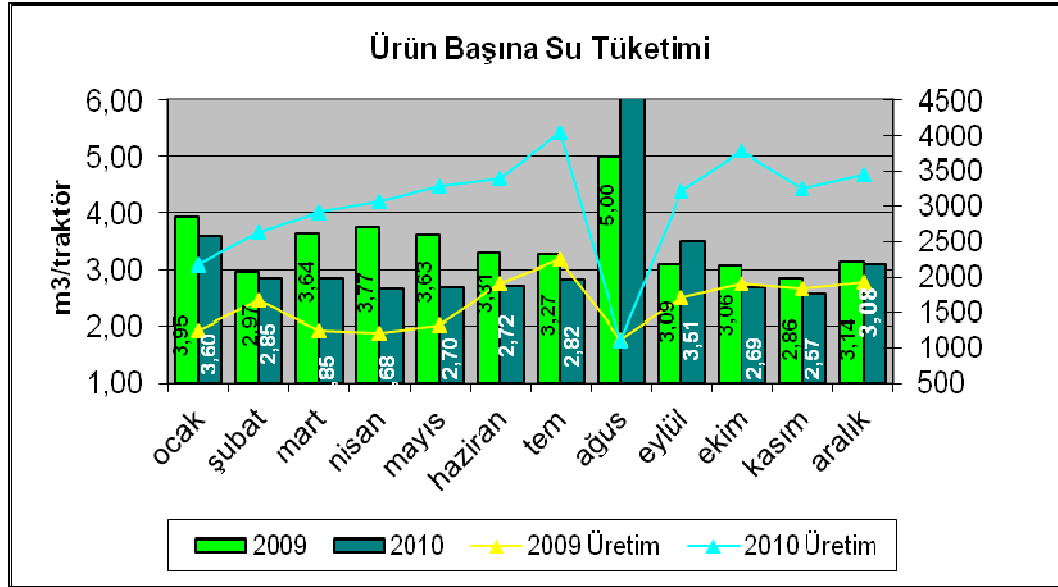
Şekil 3.30. Türk Traktör Fabrikası saat başına toplam enerji tüketimi 2010 [9].



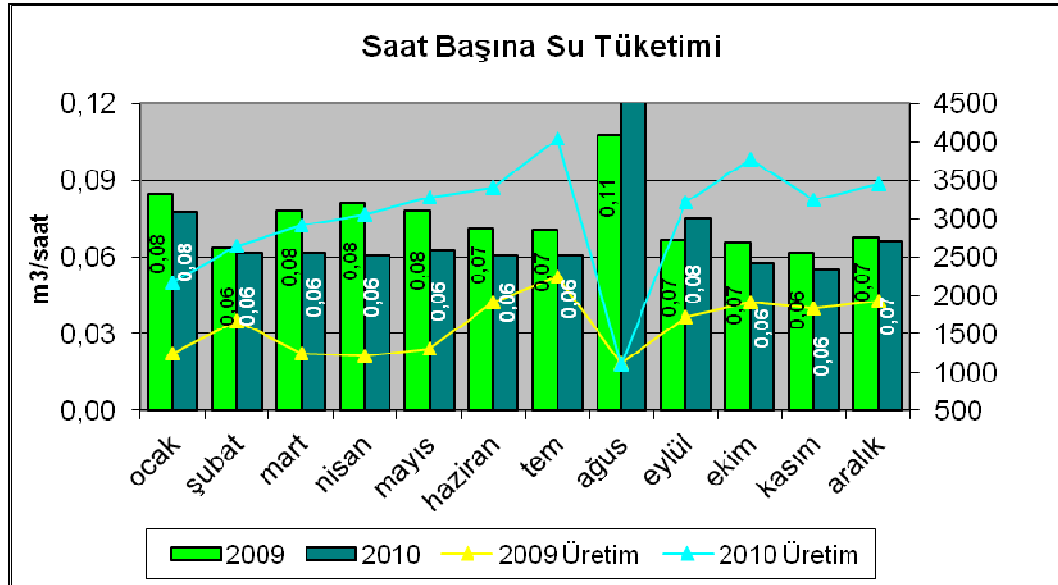
Şekil 3.31. Türk Traktör Fabrikası ürün başına toplam enerji tüketimi 2010 [9].



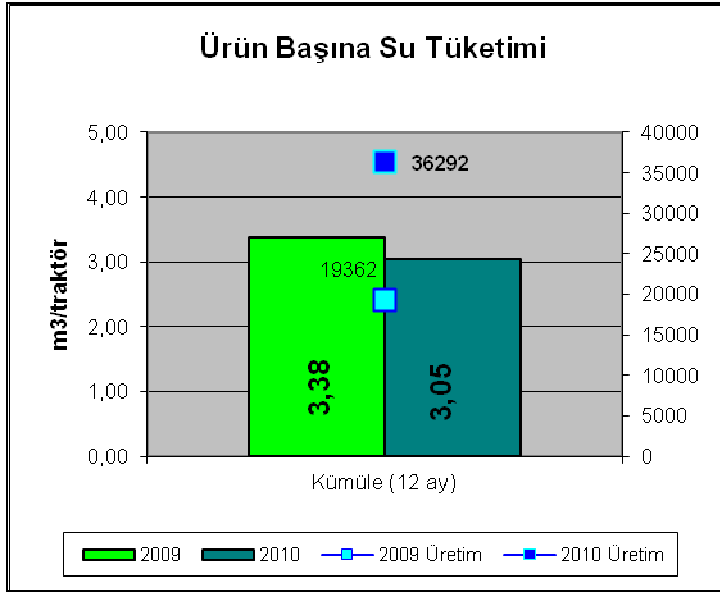
Şekil 3.32. Türk Traktör Fabrikası saat başına toplam enerji tüketimi 2010 [9].



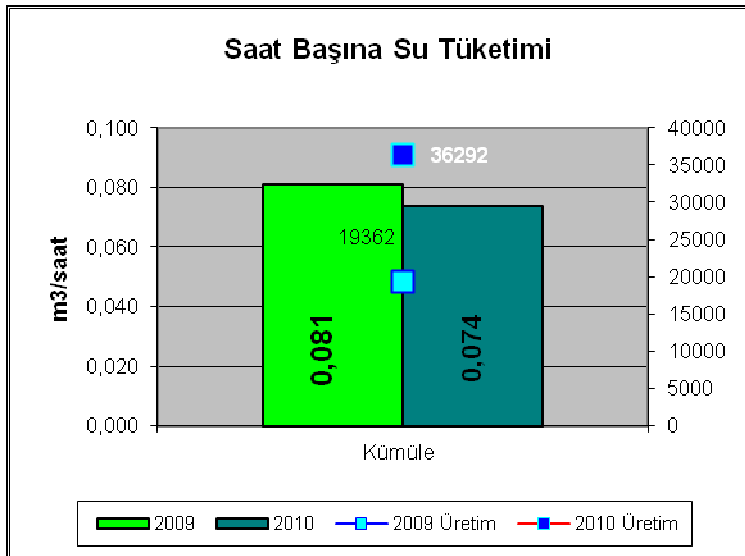
Şekil 3.33. Türk Traktör Fabrikası ürün başına su tüketimi 2010 [9].



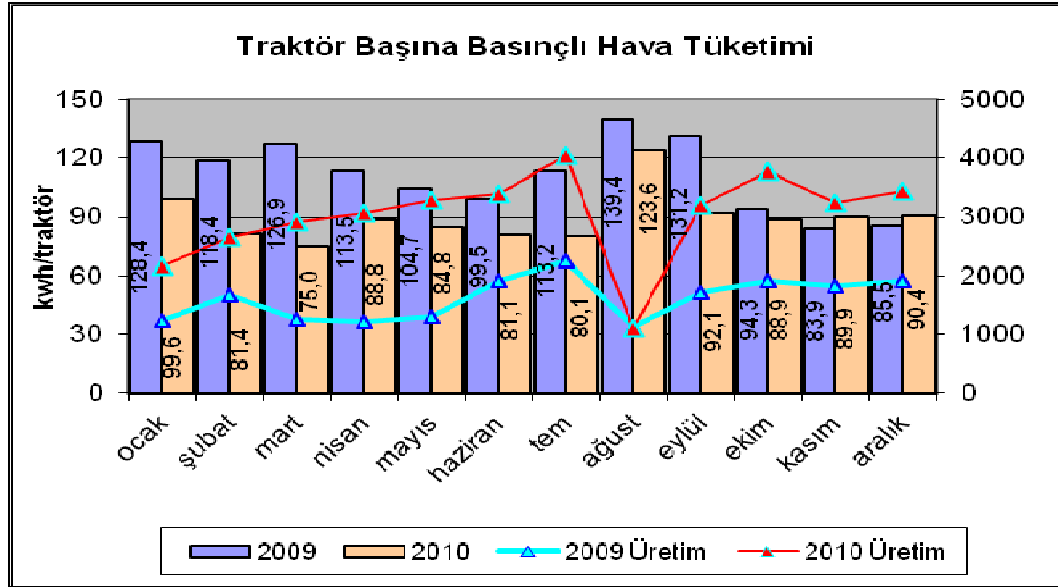
Şekil 3.34. Türk Traktör Fabrikası saat başına su tüketimi 2010 [9].



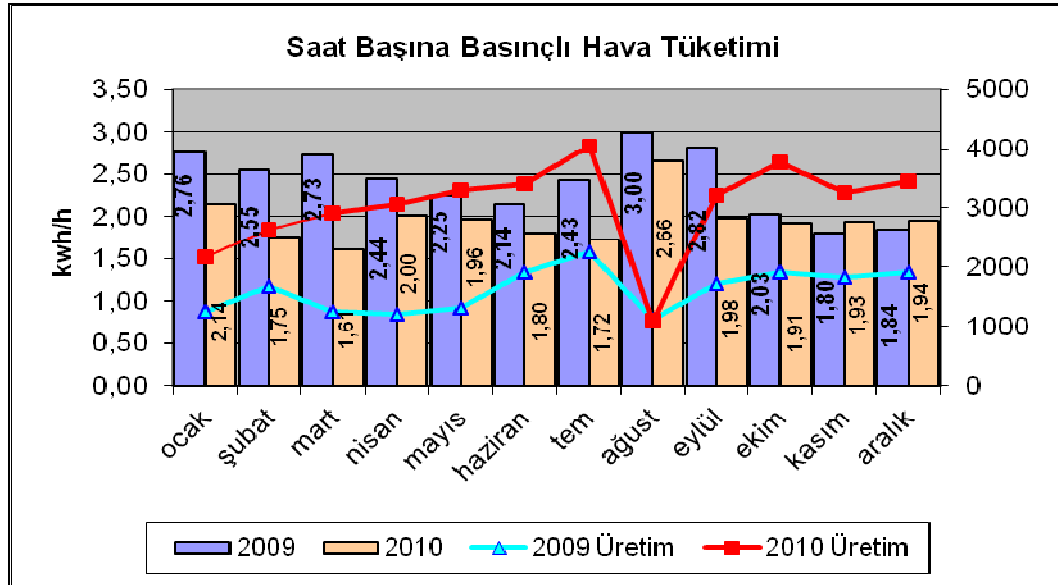
Şekil 3.35. Türk Traktör Fabrikası ürün başına su tüketimi 2010 [9].



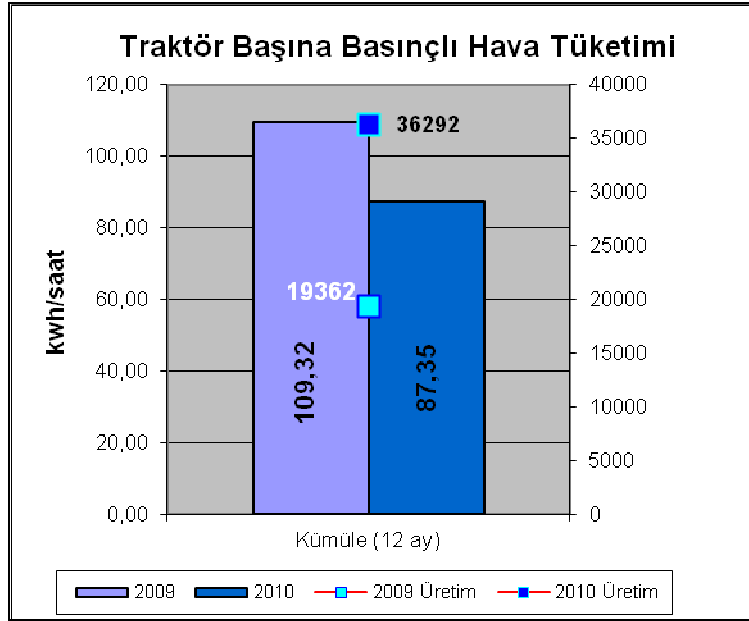
Şekil 3.36. Türk Traktör Fabrikası saat başına su tüketimi 2010 [9].



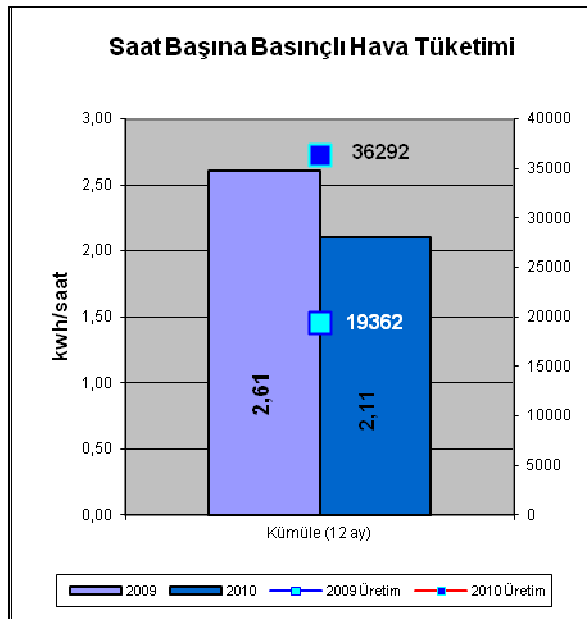
Şekil 3.37. Türk Traktör Fabrikası traktör başına hava tüketimi 2010 [9].



Şekil 3.38. Türk Traktör Fabrikası saat başına basınçlı hava tüketimi 2010 [9].



Şekil 3.39. Türk Traktör Fabrikası traktör başına hava tüketimi 2010 [9].



Şekil 3.40. Türk Traktör Fabrikası saat başına basınçlı hava tüketimi 2010 [9].

2008-2009 Traktör-gaz-üretim karşılaştırması:

2008-2009 yılı ürün başına doğalgaz üretim değerlerini kıyasladığımızda;

Yılın ilk altı ayında 2009 yılı ürün başına üretim değerleri 2008 yılı ürün başına üretim değerlerine göre daha fazla iken yılın ikinci yarısında 2008 üretim değerleri 2009 değerlerinin oldukça önüne geçerek toplamda 2008 değerleri 2009 değerlerinden daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Aşağıdaki çizelge 5.3. incelediğimizde, 2008 yılı traktör üretim sayısını baz alınarak 2009-2008 yılları traktör üretimi eşit varsayılmıştır.

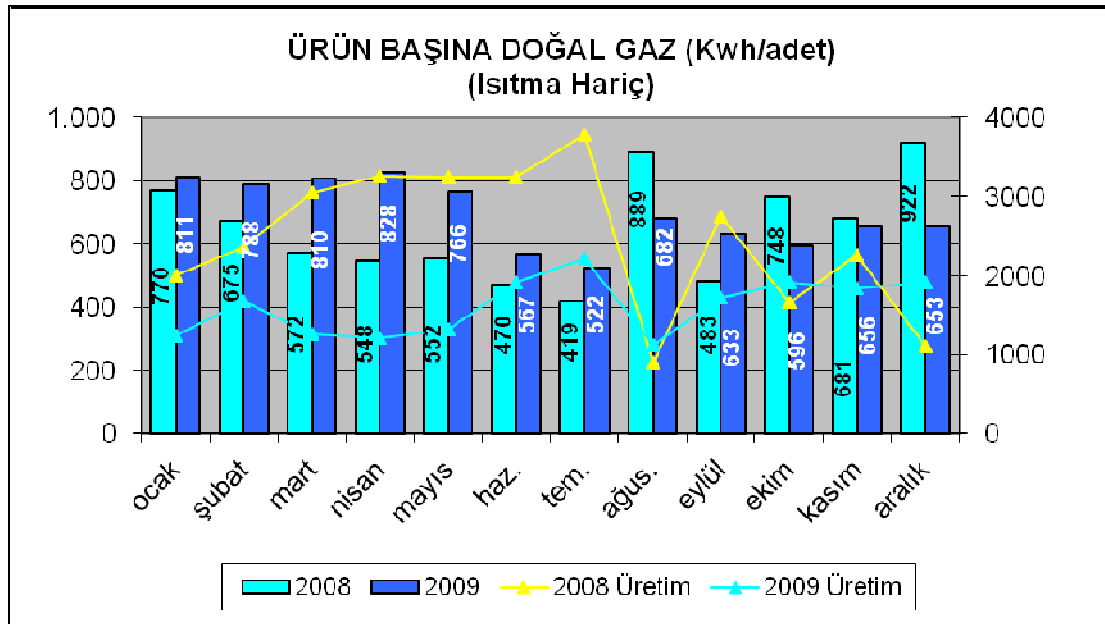
Buradan elde edilen sonuç, traktör üretim değerleri aynı olduğunda 2008 ve 2009 yıllarındaki gaz üretim kümülatif değerlerinin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir.

Genel olarak bakıldığında 2008 ve 2009 yıllarının ikinci yarısındaki ürün başına gaz üretim değerleri yılın ilk yarısına göre farklılıklar göstermektedir. Yılın ikinci dönemindeki üretim değerleri ilk dönemdeki üretim değerlerine göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

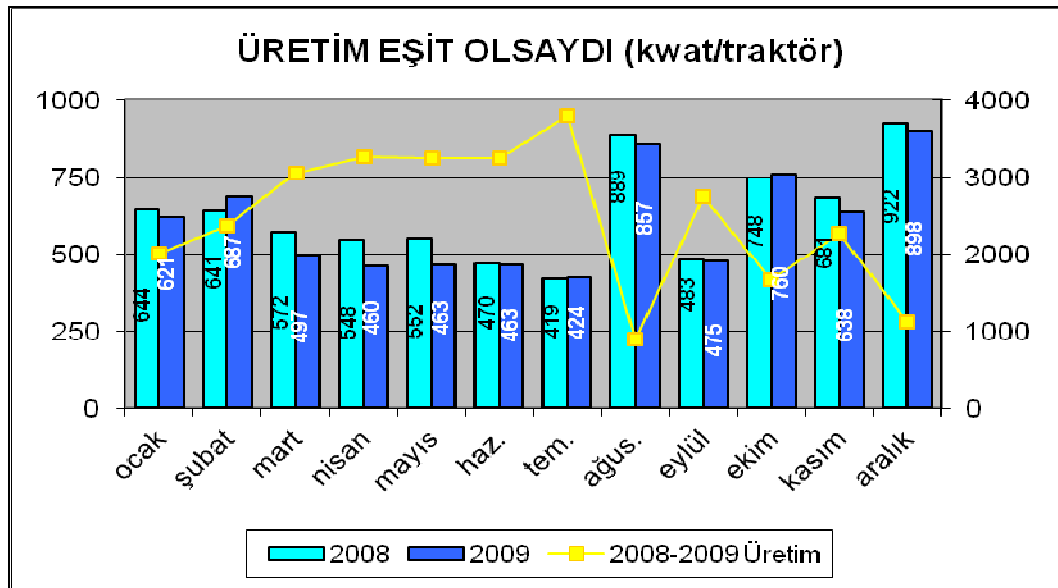
2008-2009 Traktör üretimleri eşit alınarak ürün başına doğalgaz tüketimleri kıyasladığımızda, 2008-2009 yılı tüketim değerlerinin birbirine yakın olması ile beraber 2008 yılı tüketim değeri 2009 yılı tüketim değerine göre yaklaşık olarak % 5 oranında daha fazla olduğu tespit edilmiştir[9].

Çizelge 3.1. 2008-2009 Yılı traktör-gaz üretim karşılaştırması (üretim miktarı eşit olarak kabul edilmiştir) [9].

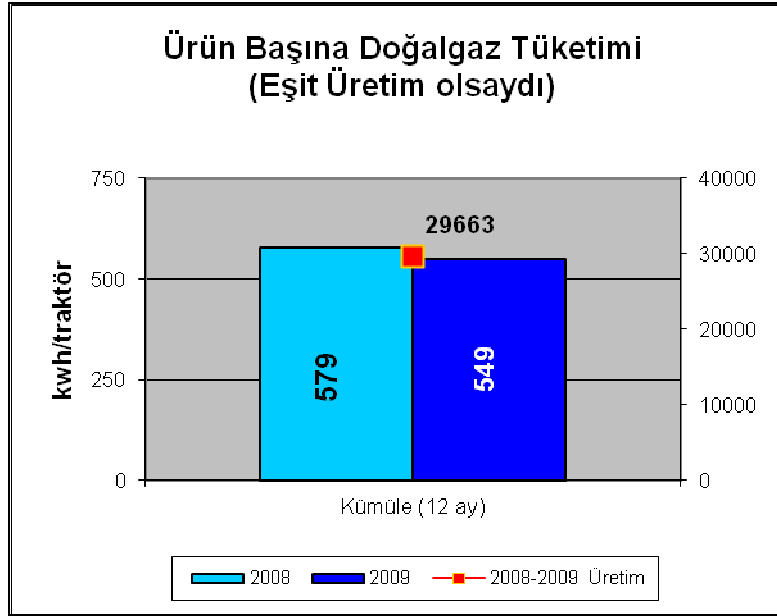
	2008		2009			
	Traktör	Üretim	Traktör	Üretim	2008	2009
Ocak	2 007	1 292 006	2 007	1 245 804	644	621
Şubat	2 371	1 520 330	2 371	1 628 525	641	687
Mart	3 058	1 748 105	3 058	1 518 602	572	497
Nisan	3 262	1 787 230	3 262	1 500 989	548	460
Mayıs	3 253	1 795 521	3 253	1 506 929	552	463
Haziran	3 252	1 529 894	3 252	1 504 109	470	463
Temmuz	3 793	1 589 393	3 793	1 606 782	419	424
Ağustos	891	791 799	891	763 706	889	857
Eylül	2 748	1 326 190	2 748	1 304 494	483	475
Ekim	1 655	1 238 560	1 655	1 258 332	748	760
Kasım	2 262	1 540 422	2 262	1 443 725	681	638
Aralık	1 111	1 024 342	1 111	997 678	922	898
Toplam		17 183 792	29 663	16 279 674		



Şekil 3.41. 2008-2009 Yılı ürün başına doğalgaz-üretim karşılaştırması [9].



Şekil 3.42. 2008-2009 Doğalgaz-üretim eşit olması durumunda karşılaştırması [9].



Şekil 3.43. 2008-2009 Doğalgaz tüketimi (üretim eşit olması durumunda) karşılaştırması [9].

4. ENERJİ VERİMLİLİĞİ KAVRAMININ FABRİKA ÖZELİNDE İNCELENMESİ

Türk Traktör Fabrikası, Türkiye’de enerji verimliliği kanununun özel sektörde yapılacak çalışmalarına öncülük etmiştir. Enerji verimliliği kanunu çıkmadan önce bu konuyla ilgili çalışmalarına başlamıştır. Enerji tasarrufu ve enerjinin verimli şekilde kullanılması konularıyla ilgili Türk Traktör Fabrikası Genel Müdür’ün ve üst yönetimin aldığı karar ile fabrika içerisinde Enerji Yönetimi kurulmuştur. Enerji Yönetim Kurulu’nun Başkanlığı’na tesis bakım mühendisi getirilmiştir. Bu ekip, fabrika içerisindeki tüm enerji tasarruf faaliyetlerinden sorumlu olmuştur. Fabrika içerisinde periyodik olarak yapılan aylık, altı aylık ve yıllık bazdaki enerji verimliliği ile ilgili çalışmaları enerji yöneticisi Genel Müdür’e ve üst yönetime rapor şeklinde sunmaktadır.

Sanayi sektöründe enerji maliyetinin işletme girdilerindeki payının azaltılabilmesi, enerji verimliliğinin nerede ve nasıl artırılabilirliğinin belirlenmesine bağlıdır. Bir enerji yönetim programında enerji tasarrufu etütlerinin yapılması yönetime;

- *Enerji tüketimi fazla olan birimlerin ve enerji maliyetinin hızla gözden geçirilmesi,
- *Düşük maliyetle veya yatırımsız gerçekleştirilebilecek tasarruf olanaklarının belirlenmesi,
- *Enerji girdilerinin kontrol altına alınabilmesi için enerji girdileri hesap sistemi gerçekleştirilmesi,
- *Tesiste detaylı enerji etütlerinin gerekli olup olmadığının belirlenmesi olanaklarını sağlamaktadır.

Özetle, Türk Traktör Fabrikası Enerji Yönetimi, ön enerji tasarrufunu 5 aşamada gerçekleştirmiştir:

- 1- Enerji tüketimini ve ürünlerin üretim miktarlarını belirlemiş, enerji ürün maliyetlerini karşılaştırmıştır.
- 2- Enerji tüketimi fazla olan ekipmanları ve özelliklerini belirlemiştir.

3- Üretim yönetiminin, tesisin genel durumunu göz önünde bulundurarak değerlendirmiştir.

4- Tesisin genel enerji politikası, üretim planları; üretim sisteminin değiştirilmesi, üretimin artırılması ve tesisin modernizasyonu gibi değişkenler göz önünde bulundurularak gözden geçirilmiştir.

5- Tesisin enerji verimliliğinin artırılması için az yatırımla veya yatırımsız gerçekleştirilebilecek tedbirler belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar değerlendirilerek detaylı enerji tasarrufu etütlerinin gerekli olup olmadığına karar verilmiştir. Genel olarak Türk Traktör Fabrikası'nda en çok enerji harcayan teknik sistemler aşağıda belirtilmiştir:

- * Isıtma Sistemleri
- * Havalandırma Sistemleri
- * Sıhhi Tesisat
- * Elektrik Tesisatı
- * Aydınlatma Sistemleri
- * Yangın Koruma Tesisatları
- * Aktarma/Taşıma Sistemleri
- * Güvenlik Sistemleri
- * Ofis Ekipmanları

Çizelge 4.1. Türk Traktör Fabrikası'nda kullanılan enerji türleri [9].

Enerji Girdileri/ Kullanıldığı Yerler	Isıtma	Proses	Aydınlatma	Diğer
Doğalgaz	40%	60%		
Fuel-Oil	40%	60%		
Elektrik		90%	10%	
Mazot		100%		
LPG		100%		

Çizelge 4.2. Türk Traktör Fabrikası’nda ortalama enerji tüketim miktarları [9].

Enerji Türleri	Yıllık Ortalama Tüketim Miktarı
Doğalgaz	2 milyon m ³
Fuel-Oil	200 ton
Elektrik	25 milyon kW-h
Mazot	100 ton
LPG	10 ton

Türk Traktör Fabrikası’nda enerji girdilerini çizelge 4.2’de incelediğimizde en çok fosil yakıtlardan doğalgazın payı yüksektir ve maliyet açısından önemli yer teşkil etmektedir. Türk Traktör Fabrikası, doğalgaz fiyatının yüksek olması nedeniyle bunu dengeleyebilmek için fuel-oil de kullanmaktadır[9].

Çizelge 4.2’den incelemeye devam ettiğimizde elektrik enerjisinin payı ikinci sırada gelmektedir. Elektriğin büyük bir kısmı üretim hattındaki yüksek teknolojlili tezgahlarda kullanılmaktadır. Türk Traktör Fabrikası’nda, enerji girdilerinde en çok doğalgaz ve elektrik kullanıldığı ve maliyetlerde önemli yer tuttuğu için enerji verimliliği ile ilgili çalışmalarda bu iki durum üzerinde yoğunlaşmıştır.

Tez kapsamında fabrikada enerji verimliliği ile ilgili tasarlanan projeler aşağıda açıklanmıştır:

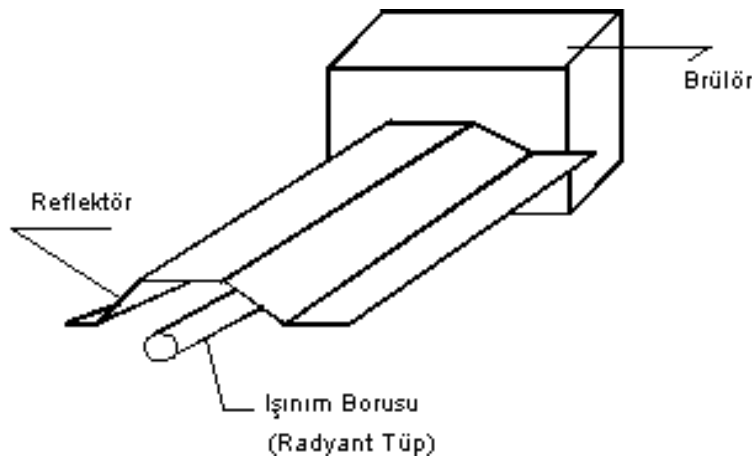
4.1. Radyant Isıtma Sistemi ve Değerlendirilmesi

Radyant ısıtma, doğalgaz, sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) ve sıvı yakıtların, ısıma enerjisi sağlayan tüplerde yakılması sonucu ısınan tüplerden yayılan kızıl ötesi ışınların reflektör aracılığı ile direkt nesneleri ısıtma prensibine dayanır.

Radyant ısıtma, prensip olarak konvansiyonel sıcak hava ile ısıtmadan çok daha farklı gerçekleştirilmektedir. Bilindiği gib, üç tür ısı geçişi tarif edilmektedir. Bunlar iletim, taşınım ve ışıınım şeklinde olmaktadır.

Radyant ısı geçişi veya diğer ifadeyle ışıınımla olan ısı geçişi, iletimle ve taşınımla olan ısı geçişinden tamamen farklı bir özelliكتedir. Işıınımla ısı geçişinde, iletim ve taşınım şekillerindeki gibi ortamın dolu olmasına ve maddesel bir temasa gerek yoktur. Işıınımla ısı geçişi cisimler arasında boşluk olması durumunda da vardır[12].

Işıınımla ısı geçişi olayının açıklanması, genel olarak dalga ve kuantum teorileri yardımıyla yapılmaktadır. Buna göre ışıınım, belirli bir dalga boyundaki kızıl ötesi ışınların çarptıkları cisimlerin yüzeyindeki molekülle ri titreştirmeleri, böylece oluşan sürtünme ile ısınmayı sağlamalarıdır. Tüm cisimler yüzey sıcaklıklarına bağı lı olarak ışıınım yayarlar. Ancak, yüzey sıcaklığı 300°C 'nin üzerinde olan cisimler radyant ısıtma açısından dikkate alınır. Radyant ısıtmada kullanılan cihazlarda yüzey sıcaklığı 450°C civarındadır. Bu yüzey sıcaklığına sahip cisimler yüzey sıcaklığına da bağı lı olarak 1 - 10 m dalga boyunda ışıınım yayarlar. Radyant ısıtma cihazlarında doğalgaz veya doğalgazın ulaşamadığı yerlerde sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG) bir brülör vasıtası ile yakılır ve Şekil 4.1'de gösterilen sistemdeki borunun dış yüzeyi ısıtılır. Radyant tüp adı verilen bu borudan yayılan kızıl ötesi ışınların reflektör aracılığı ile direkt nesneleri ısıtma prensibine dayanmaktadır[13].



Şekil 4.1. Düşük yoğunluklu radyant ısıtıcı örneğı

Radyant ısıtıcıların çeşitleri, kullanım alanları, sistem tipleri ve seçenekler:

Isıtma tekniğinde faydalanılan radyant ısıtıcılar başlıca iki grup altında incelenebilir.

Bunlar:

a) Yüksek yoğunluklu radyant ısıtma cihazları,

b) Düşük yoğunluklu radyant ısıtma cihazları olarak adlandırılır.

a) Yüksek Yoğunluklu Radyant Isıtma Cihazları : Bu gruba giren cihazlarda, yüzeylerin kor renginde olabildiği ve alevin kendisinden de ışıınım yaydığı tespit edilmiştir. Cihazlarda, çıplak alev ışıınımı söz konusudur. Yüksek ışıınım şiddetine sahip bu cihazlarda yüzey sıcaklıklarının 1 000 °C'nin üzerinde olduğu ve bunların büyük yüksekliğe sahip hacimler için uygun olduğu belirlenmiştir. Ancak, cihazın açık alevli olanı kullanılıyorsa ısıtılan hacmin iyi havalandırılması gerekir.

Bu tür radyant ısıtma cihazlarında, ışıınım dalga boyu 1 ile 5 m arasında bulunduğundan insan sağlığı için tehlikeli olabilir. Ancak, ışıınım dalga boyu uygun şekilde kontrol edilirse yüksek yoğunluklu bu cihazlar çok iyi ısıtma sağlayabilir.

b) Düşük Yoğunluklu Radyant Isıtma Cihazları : Radyant ısıtma tekniğinde ilk olarak akla gelen düşük yoğunluklu radyant ısıtma cihazlarıdır. Bu tür ısıtma cihazlarının daha ucuz olması, pratikteki uygulamasının daha kolay gerçekleştirilmesi insan sağlığına kesinlikle zararsız olmaları düşük yoğunluklu radyant ısıtma cihazlarını yüksek yoğunluklu cihazlara göre çok daha fazla tercih edilir duruma getirmiştir. Pazardaki önemi açısından da incelenmesi gereken düşük yoğunluklu radyant ısıtma cihazlarıdır.

Genellikle, büyük ve geniş hacimli mahallerin ısıtılmasında faydalanılan radyant ısıtma sistemlerinin başlıca kullanım alanları aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

Çizelge 4.3. Radyant ısıtma sistemlerinin kullanım alanları

- Büyük Çarşı ve Alışveriş Merkezleri	- Spor Salonları
- Sanayi Siteleri ve Organize Siteleri	- Restoranlar
- Fabrikalar	- Camiler
- İmalathaneler	- Müzeler
- Uçak Hangarları	- Çiftlikler
- Otomobil Servisleri	- Seralar
- Ambarlar	- Galeriler
- Her Türlü Bakım ve Servis Üniteleri	- Teşhir Salonları
- Okullar	

Tez kapsamında, Türk Traktör Fabrikası'nda düşük yoğunluklu radyant ısıtma cihazları kullanılması önerilmiştir. Düşük yoğunluklu radyant ısıtma cihazlarının tercih edilmesinin sebebi:

- . Işınım dalga boyu insan sağlığına zararlı değildir.
- . Pratikteki uygulaması daha kolay gerçekleştirilebilir.
- . Genellikle büyük ve geniş hacimli kapalı alanların ısıtılmasında bu tip cihazlar tercih edilir. Maliyetleri yüksek yoğunluklu radyant ısıtma cihazlarına göre daha düşüktür.

Radyant ısıtıcıların ana elemanları ve çalışma prensipleri:

Radyant ısıtıcıların ana elemanları; 1. Brülör, 2. Radyant Tüp, 3. Reflektör, 4. Egzoz Tüpü, 5. Vakum Pompası, 6. Sıcaklık Kontrol Ünitesi olarak sıralanabilir.

1. *Brülör* : Bağlantı flanşı, filitre, seramik alev başlığı, ateşleme elektrotu, alev kontrol sensörü, kontrol ünitesi, regülatör, magnet ventil, transformatör, türbülator,

basınç ayarlayıcı, ateşleme otomatığı gibi elemanlardan oluşur. Doğalgazın yakılması brülörde gerçekleştirilir.

2. *Radyant Tüp* : Titanyum alaşımlı çelikten, yüksek sıcaklık ve korozyona dayanıklı olacak şekilde imal edilir. Yaklaşık 1 200 °C gibi yüksek sıcaklığa dayanıklı siyah boya ile boyanır. Çalışma sıcaklığı 200 - 400 °C arasında bulunur.

3. *Reflektör* : Parlatılmış alüminyumdan (veya paslanmaz çelikten) imal edilirler ve radyant tüplerin üzerine Şekil 4.1' de gösterildiği gibi monte edilirler. Radyant tüpün yaydığı kızıl ötesi ışınlar reflektörler vasıtası ile ısıtılacak bölgelere yönlendirilerek (direkt olarak) yansıtılırlar.

4. *Egzoz Tüpü* : Yanma sonu oluşan atık gazlar egzoz tüpü yardımı ile dışarı atılır. Bu tüpe, fan ve egzoz pompası monte edilir.

5. *Vakum Pompası*: Vakum fanlı entegre radyant tüp sisteminin borularının sonuna monte edilir. Atık gazların çıkış borusu aracılığı ile dış ortama verilmesini sağlar.

6. *Sıcaklık Kontrol Ünitesi* : Sıcaklık kontrolü çoğunlukla termostatlar aracılığı ile sağlanır. Açık - Kapalı (süreksiz otomatik kontrol) veya iki kademeli (sürekli otomatik kontrol) şekilde kontrol mümkündür. Termostatlar, radyant tüplerin altına paralel olarak zeminden 2 m (bazen 3 m) yukarı, uygun şekilde monte edilirler. Ayrıca, güvenlik açısından emniyet termostatu bulunmaktadır.

Radyant ısıtmada işletme şekli:

Radyant Isıtma sisteminin işletmeye alınışı ön süpürme adı verilen süreçle başlar. Tüplere taze hava girişi sağlanarak burada bulunabilecek yabancı gazlar dışarı atılır. Hava basıncı kontrol elemanı ile gaz basıncı gerekli olan, gaz basıncı ölçülür. Okunan değerler uygun ise gaz vanası açılarak gaz girişi sağlanır. Ateşleme silikon - karbid elektrod ile yapılır. Yanma; brülör tek kademeli ise tam yükte, iki kademeli ise başlangıç yükünde başlar. Yanma esnasında alev kontrolü alev sensörü tarafından otomatik şekilde olur. Egzoz gazı basınç kontrol ünitesi ile egzoz basıncı ölçülerek

birikme olup olmadığı kontrol edilir. Anormal koşullarda veya sıcaklık arzu edilen değerin üstüne çıktığı zaman brülöre gaz girişi kesilir.

Radyant ısıtma sisteminin teorik analizi:

Radyant ısıtmada, hacim değil cisimler ısıtılır. Hacim havası ısıtılmadığı için klasik yöntemle hesap yapılmaz. Yüzeylere düşen ışıma enerjisine göre hesap yapılarak gereken ısı yükü tespit edilir.

Işınım için kesin bir mekanizma açıklanamamış olmasına rağmen başlıca iki teori pratiğe daha yakın sonuçlar vermektedir. Bunlar Maxwell' in elektromanyetik dalga teorisi ve Max Planck' ın kuantum teorisi olarak bilinmektedir. Maxwell' in elektromanyetik dalga teorisine göre ısı elektromanyetik dalgalar ile yayılmaktadır. Max Planck' ın kuantum teorisine göre ise foton denen enerji paketçiklerinin ısıtmayı sağladığı görüşü ileri sürülmektedir. Ancak, söz konusu fotonların da belirli frekanslarda titreşip dalga karakteri gösterdiği ifade edilmektedir.

Ancak, ışıınım teorilerinin hepsinin birleştiği ortak nokta ışıınımla ısı geçişi olayının bir yayma ve yutmadan ibaret olduğudur.

Tüm cisimler ışıınım yayar. Gazlar ve yarı geçirgen bazı katı cisimler için (örneğin cam) ışıınım hacimsel bir olaydır. Diğer bir ifade ile cismin bir noktasından yayılan ışıınım diğer noktaları tarafından yayılan ışıınımdan etkilenir.

Dalga mekaniğine göre dalga boyuna ve frekansına sahip bir dalganın yayılma hızı;

$$c = \lambda f \quad (4.1)$$

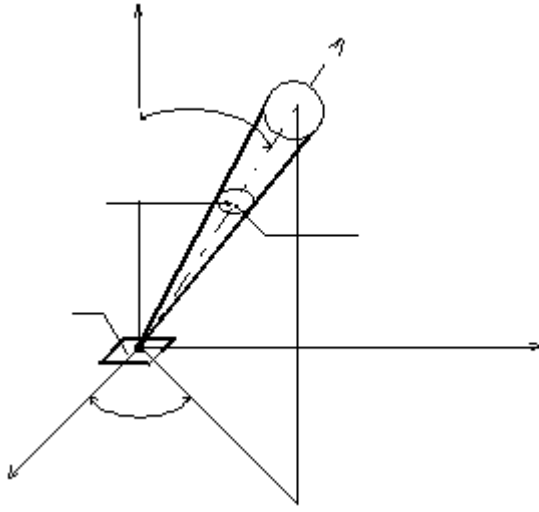
eşitliği ile belirlenir. Bu dalganın sahip olduğu enerji ise,

$$E = hf \quad (4.2)$$

ifadesiyle hesaplanır. Burada, h Planck sabiti olarak ifade edilir ve $h = 6,6256 \cdot 10^{-34}$ J.s değerindedir. Sıcaklığın yükselmesine bağımlı olarak atomların daha hızlı titreşimleri ile ışıınım enerjisi artar, frekans büyür ve dalga boyu kısalır. Alçak

frekanstaki ışınının dalga teorisine, yüksek frekanstaki ışınının ise kuantum teorisine uygun davranış gösterdiği ifade edilmiştir (4.3).

Işınım Şiddeti : Işınının yayıldığı yüzeyin (dA_1), yayma yönüne dik birim alanından ($dA_1 \cos \theta$), birim katı açı içinde ($d\Omega$) ve birim zamanda geçen enerji şeklinde tanımlanır. Bu süreç, Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Işınım şiddeti ve katı açı

Işınım şiddeti için verilmiş tanıma göre dA_1 yüzeyinden giden (veya geçen) ışınım akısı;

$$q^+ = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi/2} I(\theta, \phi) \cdot \cos \theta \cdot \sin \theta \cdot d\theta \cdot d\phi \quad (4.3)$$

bağıntısı ile verilir.

Spektral ışınım şiddeti birim dalga boyundaki ışınım şiddetidir. Böylece, en geniş tanımı ile tüm dalga boyu için geçerli ışınım akısı için,

$$q^+ = \int_0^{\infty} \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi/2} I(\lambda, \theta, \phi) \cdot \cos \theta \cdot \sin \theta \cdot d\theta \cdot d\phi \cdot d\lambda \quad (4.4)$$

yazılabilir.

Siyah Cismin Işınımı : Siyah cisim, üzerine gelen ışıının yönü ve dalga boyu hangi değerde olursa olsun, tamamını yutan, verilen bir sıcaklık ve dalga boyunda en fazla ışıını yönden bağımsız olarak yayan cisimdir.

Buna göre, belirli bir dalga boyunda ve sıcaklıkta siyah cisimden yayılan ışıının şiddeti;

$$I_b(\theta, \phi) = I_{b\lambda}(T) \quad (4.5)$$

olarak tanımlanır. Siyah cismin ışıının akısı için,

$$q_b^+ = I_{b\lambda}(T) \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi/2} \cos \theta \cdot \sin \theta \cdot d\theta \cdot d\phi \quad (4.6)$$

yazılabilir. Dalga boyunda, siyah cisimden yayılan ışıının şiddeti,

$$I_{b\lambda}(T) = \frac{2 \cdot h \cdot c_0^2}{\lambda^3 \cdot \left\{ \exp \left[\frac{h \cdot c_0}{\lambda \cdot k \cdot T} \right] - 1 \right\}} \quad (4.7)$$

eşitliği ile tanımlanır. Siyah cisim ışıının dalga boylarına göre dağılımını,

$$I_{\lambda,b}(\lambda, T) = \frac{2 \cdot h \cdot c_0^2}{\lambda^5 \cdot \left\{ \exp \left[\frac{h \cdot c_0}{\lambda \cdot k \cdot T} \right] - 1 \right\}} \quad (4.8)$$

şeklinde PLANCK tarafından tanımlanmış ifade verir. Burada $k = 1,38054 \cdot 10^{-23}$ (J/K) Boltzmann sabiti, $c_0 = 2,9979$ (m/s) ışığın boşluktaki hızı ve T (K) mutlak sıcaklıktır. Bu eşitlikle tanımlanan $I_b(T)$, siyah cismin birim alanından birim dalga boyu ve katı açı başına yayılan enerjiyi ifade eder. (4.6) ve (4.7) eşitliklerinde gerekli değerler yerlerine konup bir yarım küre yüzeyi için tüm dalga boylarını içerecek

şekilde integrasyon yapılırsa T mutlak sıcaklığındaki siyah cismin birim alanından yayılan enerji için,

$$E_b(T) = T^4 \int_{\lambda=0}^{\infty} \frac{c_1}{\lambda^5 \left\{ \exp\left[\frac{c_2}{\lambda T}\right] - 1 \right\}} d\lambda \quad (4.9)$$

ve

$$E_b(T) = \sigma \cdot T^4 \quad (4.10)$$

ifadesi elde edilir. Burada $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ olarak Stefan-Boltzmann sabitidir.

Mükemmel bir ışıyım yayıcı (siyah cisim) tarafından yayılan ışıyım enerjisini veren ifade ilk olarak 1879 yılında STEFAN tarafından empirik olarak tanımlanmıştır. Daha sonra, termodinamiğin birinci yasasına göre 1884' te BOLTZMANN tarafından çıkarılmıştır. Böylece,

$$Q = A \cdot \sigma \cdot T^4 \quad (4.11)$$

şeklindeki ifade ile A alanına ve T mutlak sıcaklığına sahip siyah cisimden yayılan ışıyım enerjisi belirlenir[13].

Şekil faktörü:

Yüzeyler arasında ışıyım ile etkileşmeyen bir ortam bulunması durumunda iki cisim arasındaki ışıyım ile ısı geçişinde aşağıdaki değişkenler etkilidir. Bunlar;

- Yüzeylerin geometrileri,
- Yüzeylerin birbirine göre konumları,
- Yüzeylerin ışıyım özellikleri,
- Yüzeylerin sıcaklıkları,

olarak sıralanabilir. Ayrıca hesaplamalarda yüzeylerin gri oldukları ve eşit dağılımlı olarak ışıyım yaydıkları varsayılır. Bir cisimden (4.1) yayılan ışıyımdan diğer bir cisme (4.2) ulaşan ışıyım miktarı F şekil faktörü ile hesaplanır. Örneğin, K yüzeyleri arasındaki şekil faktörü F_K ile gösterilir ve yüzeyinden giden ışıyımın K yüzeyine düşen miktarı (oranı) olarak tanımlanır. Değişik geometriler için şekil faktörlerini teorik olarak hesaplamak mümkündür.

Radyant ısıtmada karşılaşılan mühendislik problemlerinin durumuna göre toplama kuralı ve karşılıklık kuralı gibi şekil faktörleri arasında geçerli temel bağıntılardan da yararlanılır. Bunu haricinde, birbirini gören oldukça uzun yüzeyler için geçerli şekil faktörü hesaplanırken HOTTEL ip yöntemi de kullanılabilir.

Radyant ısıtıcı için F şekil faktörü ilave edilerek ısı geçişi ifadesi,

$$Q = A \cdot F \cdot (T_1^4 - T_2^4) \quad (4.12)$$

şeklinde yazılabilir.

Burada, A ısıtıcı alanını (m^2), T_1 ısıtıcı yüzey sıcaklığını (K) ve T_2 ısıtılan yüzey sıcaklığını (K) ifade etmektedir[13].

Isıtma sisteminin seçimi:

Isıtmada sistem seçilirken ve yatırım kararı verilirken aşağıda sıralanmış sorulara objektif yaklaşımlar ve yanıtlar bulunmalıdır.

- Sistem seçimini belirleyecek değişkenler hangileridir ve neden?
- Isıtılacak hacimlerde yalıtımın kötüleşmesi ya da tavan yüksekliğinin artması veya azalması hangi ısıtma sistemini avantajlı duruma sokar?
- Hacim değişim oranları seçilecek ısıtma sistemini nasıl etkilemektedir?
- Radyant ısıtma sistemleri hangi şartlarda daha ekonomik bir ısıtma sağlayabilir?

- Değişik alternatifleri bulunan radyant ısıtma sistemlerinin arasından, hangileri, hangi kriterlere göre seçilebilir?

Burada, ısıtma sisteminin seçimi ile ilgili Türk Traktör Fabrikası üretim atölyesinin ısıtılması proje çalışması olarak ele alınmıştır. Üretim atölyesinde kullanılacak ısıtma sistemi, iki gurup altında incelenmiştir. Bunlar,

a) Taşınım ile Isı Geçişi Sağlayan Isıtma Sistemleri

(Konvektif Isıtma Sistemleri)

b) Işınım ile Isı Geçişi Sağlayan Isıtma Sistemleri

(Radyant Isıtma Sistemleri)

Türk Traktör Fabrikası'nda üretim atölyesinde kullanılacak ısıtma sistemi seçiminde göz önüne alınması gereken önemli bir değişken ısı kayıplarıdır. Radyant ısıtma sistemi ile konveksiyonla ısıtma sisteminin ısı kayıpları yönünden karşılaştırılması sayısal bir örnek ile gösterilebilir, üretim atölyesi binasının boyutları; Boyu 180 m, eni 120 m ve yüksekliği 10 m'dir.

Bina yapı elemanlarının ısı geçiş katsayıları duvarlar için $k = 2,3 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$, çatı için $k = 6,1 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$, taban için $k = 0,4 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ olarak alınmıştır. Hava değişim katsayısı N ilk yaklaşım hesabında $N = 0$ olarak kabul edilmiştir. Saatteki hava değişim miktarı gerçek uygulamalarda hiçbir bina için sıfır olamaz ancak burada teorik bir mukayese için varsayım yapılmıştır. Önce, dış hava sıcaklığı $T_{ao} = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$, istenen bina içi sıcaklık $T_c = 16 \text{ } ^\circ\text{C}$ alınarak, her iki ısıtma sisteminde oluşacak, (T_{ai}) ortalama iç hava sıcaklıkları ve (T_{ci}) iç ortam sıcaklıkları hesaplanmış ve Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Isıtma sistemleri için ortalama iç hava ve iç ortam sıcaklıkları

Konveksiyonla Isıtma Sistemi	Radyant Isıtma Sistemi
CIBSE* Guide, F_1 ve F_2 değerleri	
$F_1 = 0,86425$	$F_1 = 1,06787$
$F_2 = 1,4142$	$F_2 = 0,80308$
Ortalama iç hava sıcaklığı T_{ai}	
$T_{ai} = F_2 \cdot (T_c - T_{ao}) + T_{ao}$	
$T_{ai} = 1,4142 (16 - 0) + 0$	$T_{ai} = 0,80308 (16 - 0) + 0$
$T_{ai} = 22,63 \text{ } ^\circ\text{C}$	$T_{ai} = 12,85 \text{ } ^\circ\text{C}$
İç ortam sıcaklığı T_{ci}	
$T_{ci} = F_1 \cdot (T_c - T_{ao}) + T_{ao}$	
$T_{ci} = 0,86425 (16 - 0) + 0$	$T_{ci} = 1,06787 (16 - 0) + 0$
$T_{ci} = 13,83 \text{ } ^\circ\text{C}$	$T_{ci} = 17,09 \text{ } ^\circ\text{C}$

" The Chartred Institution of Building Services Engineers " Kuruluşu tarafından hazırlanmış rapor üzerinden yukarıda belirtilen değerler alınmıştır. Proje için seçilen binanın toplam ısı kaybı her iki ısıtma sistemi için hesaplanmış ve Çizelge 4.5. 'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Toplam ısı kayıpları

Bina Özellikleri			Konveksiyonla Isıtma		Radyant Isıtma Sistemi	
Yapı Elemanı	Alan m ²	k değeri W/m ² °C	Sıcaklık Farkı (T _{ai} -T _{ao}) °C	Isı kaybı W	Sıcaklık Farkı (T _{ai} -T _{ao}) °C	Isı kaybı W
Duvar 1	1 800	2,30	13,83	57 256	17,09	70 752
Duvar 2	1 200	2,30	13,83	38 170	17,09	47 168
Duvar 3	1 800	2,30	13,83	57 256	17,09	70 752
Duvar 4	1 200	2,30	13,83	38 170	17,09	47 168
Çatı	21 600	6,10	13,83	1 822 240	17,09	2 251 778
Taban	21 600	0,40	4,83*	41 731	8,09*	69 897
* Toprak 9 °C alınmıştır.			Toplam : 2 054 823 W		Toplam : 2 557 515 W	

Hava değişim sayısı $N = 0$ alınarak her iki ısıtma sistemi için yapılmış teorik ısı kaybı hesapları hava değişim sayılarını sırası ile 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 kabul edilerek yapılmış ve Çizelge 4.5' de mukayeseli olarak verilmiştir. Hava değişim sayısına bağlı olarak oluşan hava değişim kaybı,

$$Q_v = N \cdot V \cdot (T_{ai} - T_{ao}) / 3 \quad (4.13)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Burada, V ısıtılacak binanın hacmidir. Yükseklik arttırımı olarak ifade edilen değer, toplam ısı kaybı ile hava değişim kaybının toplamının %5' i alınarak bulunabileceği önerilmiştir, Örnek olarak $N = 1$ için (4.13) no'lu denkleme sayısal değerler yazılırsa,

$$Q_v = 1 \times 180 \times 120 \times 10 (22,63 - 0) / 3 = 1\,629\,360 \text{ W (Konveksiyonla ısıtma için)}$$

ve

$$Q_v = 1 \times 180 \times 120 \times 10 (13,83 - 0) / 3 = 995\,760 \text{ W (Radyant ısıtma için)}$$

bulunur. Diğer değerler hesaplanırken, değişen sadece hava değişim sayısıdır.

Yükseklik arttırım kaybı hesaplanırken, örneğin hava değişim sayısı $N = 0$ için,

$$\text{Yük. Art. Kayb.} = 2\,054\,823 \times 0,05 = 102\,741 \text{ W}$$

ve $N = 1$ için,

$$\text{Yük. Art. Kayb.} = (2\,054\,823 + 1\,629\,360) \times 0,05 = 184\,209 \text{ W değerleri bulunur.}$$

Diğer değerler de aynı şekilde hesaplanmıştır[13].

Çizelge 4.6. Toplam ısı kayıplarının hava değişim sayısına bağlı değişimi

Hava Değişim Sayısı N	Konveksiyonla Isıtma Sistemi			Radyant Isıtma Sistemi			Mukayese Sonucu ve Enerji Tasarruf Oranı
	Hava Değ. Kaybı	Yükseklik Arttırım Ka.	Toplam Isı Kaybı	Hava Değ. Kaybı	Yükseklik Arttırım Ka.	Toplam Isı Kaybı	
0	0	102 741	2 157 564	0	127 875	2 685 390	önerilmiyor
1	1 629 360	184 209	3 868 392	995 760	177 663	3 730 938	3,55%
2	3 258 720	265 677	5 579 220	1 991 520	227 451	4 776 486	14,39%
3	4 888 080	347 145	7 290 048	2 987 280	277 239	5 822 034	20,14%
4	6 517 440	428 613	9 000 876	3 983 040	327 027	6 867 582	23,70%
5	8 146 800	510 081	10 711 704	4 978 800	376 815	7 913 130	26,13%
6	9 776 160	591 549	12 422 532	5 974 560	426 603	8 958 678	27,88%

Dağıtım kayıpları kazan verimi ve elektrik tüketimi gibi diğer etkenler dikkate alınmadan hava değişim sayısının değişimine bağlı olarak radyant ısıtma sisteminin

seçilmesinin konveksiyonla ısıtma sistemine göre önemli enerji tasarrufu sağladığı Çizelge 4.6'nın son sütunundan görülmektedir. Dağıtım kayıpları olarak kazandan çıkan ve bina içinde dolaşan sıcak su veya buhar hattı ile dönüş hattından oluşan ısı kayıpları ifade edilmektedir. Radyant ısıtma sistemi için söz konusu olmayan bu tür kayıpların Kazan + Fan-Coil sisteminde izolasyonun kalitesine bağlı olarak %20 değerlerine ulaştığı tespit edilmiştir. Elektrik tüketimi yönünden de aynı ısıtma kapasitesi için radyant ısıtıcıların daha az elektrik tükettiği gözlenmiştir. Çizelge 4.5.'deki radyant ısıtma sistemi için üretim atölyesinin toplam ısı kaybı 2 557 kW olarak hesaplanmıştır. "Blackheat Radyant Isıtıcı Düz Tip Teknik Özellikler" tablosundan BH 55 ST ısıtıcı modeli seçilmiştir. Üretim atölyesinde 2 557 kW / 55 kW = 45 adet BH 55 ST radyant ısıtıcı kullanılacaktır.

Çizelge 4.7. Blackheat ısıtıcı teknik özellikleri

BLACKHEAT Radyant Isıtıcı Düz Tip Teknik Özellikler									
Model	BH 15 ST	BH 20 ST	BH 25 ST	BH 30 ST	BH 35 ST	BH 40 ST	BH 45 ST	BH 50 ST	BH 55 ST
Güç (kW)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
Toplam uzunluk (mm)	6685	9739	9739	12785	12826	12826	15876	16120	19220
Ağırlık (kg)	41	55	55	68	68	68	81	81	95
Isıtılan alan (m ²)	20-160	30-210	40-265	50-315	55-370	65-420	70-475	80-525	90-620
Min.montaj yüksekliği (m)	3,50	3,50	3,50	3,50	4,60	5,00	5,00	5,00	6,00
Gaz yakıt	Doğalgaz veya LPG								
Doğal gaz harcaması (Nm ³ /h)	1,56	2,08	2,61	3,13	3,65	4,17	4,69	5,21	5,73
LPG harcaması (kg/h)	1,15	1,54	1,92	2,30	2,69	3,07	3,46	3,84	4,22
Giriş basıncı (mBar)-Doğalgaz	15 minimum; 55 maksimum								
Giriş basıncı (mBar)-LPG	32,5 minimum; 55 maksimum								
Gaz bağlantısı	1/2 " Dişli								
Elektrik Beslemesi	230 V, monofaze, 1 Amper								
Ateşleme	Tam otomatik, alev sensörlü								
Yanma ve Radyant Boruları	100 mm çaplı, ısı işlem görmüş alüminize çelik boru								
Reflektör	NS3H14 Alüminyum								
Egzoz Çıkış Kapı (mm)	100								
Yanıcı Maddelelere Min. Uzaklıklar									
Üstten	100	100	100	100	100	100	100	100	150
Yatay Montaj (mm) Yandan	760	840	840	840	910	910	1140	1140	1145
Altan	1520	1600	1600	1600	1680	1680	1980	1980	2000

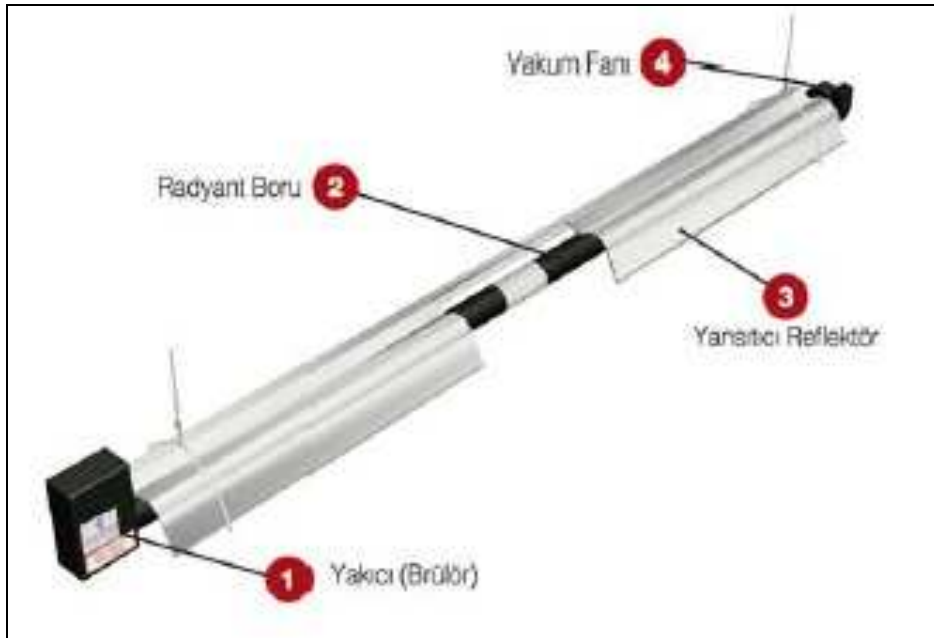
Radyant ısıtma güneşin dünyamızı ve üzerindeki cisimleri ısıtmasına benzer şekilde ışınlarla ısıtma anlamına gelmektedir. 150 milyon km uzaklıktaki güneşin

yüzeyinden yayılan ışınlar uzay boşluğunu ve atmosferi geçerek dünya yüzeyine çarpar ve enerjisini bırakarak yer küreyi ısıtır. Bu prensibe dayanılarak üretilen çeşitli tiplerdeki radyant ısıtıcılarla ısıtılmasının çok güç olduğu düşünülen mekanlarda (yüksek, büyük, izolasyonsuz, hava değişiminin çok olduğu tamamen açık vs) son derece başarılı uygulamalar yapılmaktadır.

Seçilmiş olan radyant ısıtıcı sisteminin çalışma prensibi:

Türk Traktör Fabrikası üretim atölyesi için seçtiğimiz borulu radyant ısıtıcılar 4 ana bölümden oluşur:

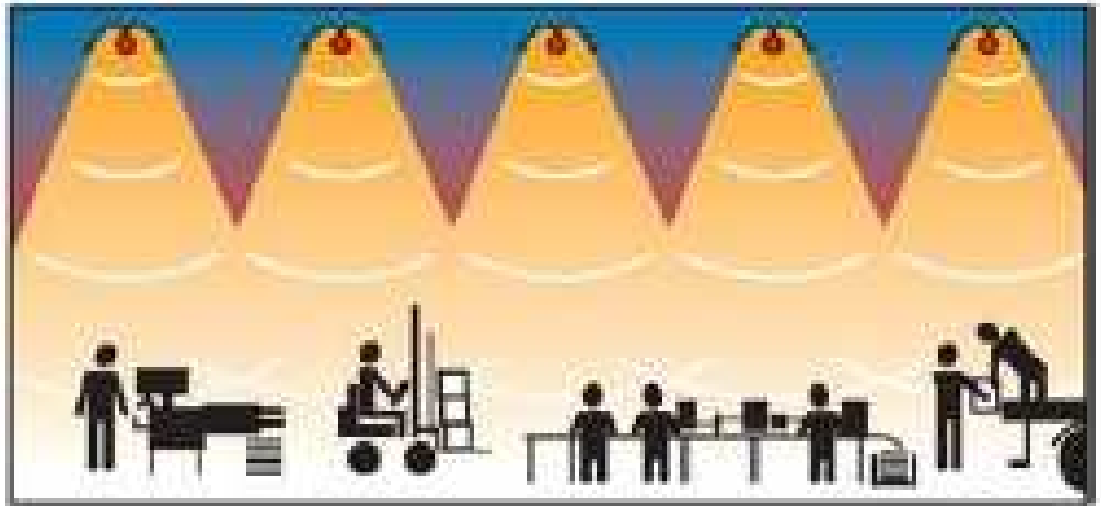
- 1) Brülör
- 2) Radyant boru
- 3) Reflektör
- 4) Vakum fanı



Şekil 4.3. Radyant ısıtıcının bölümleri

Brülörün yaktığı gazın sistemin ucundaki vakum fanı ile emilerek borunun içerisinden dolaşması ve soğuduğu noktadan dışarı atılması sağlanır. Bu esnada radyant boru içerisinde dolaşan gaz ısısını boruya bırakır. Radyant borunun dış yüzey sıcaklığı ortalama 300 °C dereceye ulaşır. Borudan yayılmaya başlayan ısıyı üzerindeki reflektör vasıtasıyla aşağıya yönlendirilir. Havadan etkilenmeden yönlenen ışınlar cisimlere (makine, insan, zemin vs) çarptığı anda ısı enerjisine dönüşür ve ısıtmaya başlamış olur[14].

Radyant ısıtma sistemlerinin ısıtma prensibine ait örnek aşağıdaki şekilde sunulmuş ve gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Radyant ısıtma sisteminin prensibi

Üretim atölyesi için seçtiğimiz radyant ısıtıcının avantajları- diğer ısıtma sistemleri ile karşılaştırılması:

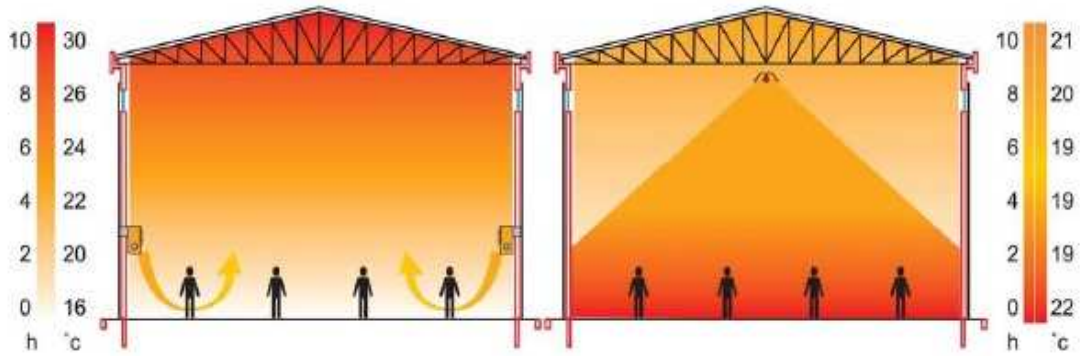
* Kazan daireleri farklı verimlerde birçok cihazın birleşmesiyle oluşmasından ve enerjinin ısıtılacak mekana taşınmasından dolayı kayıplar söz konusu olduğundan sistem verimi düşmektedir.

* Kazan dairesinde ana elemanlardan birinin arızalanması durumunda tüm sistemin devre dışı kalması söz konusudur. Oysa radyant ısıtmada yalnızca arızalanan cihaz

devre dışıdır. Sistemin diğer cihazları çalışmaya devam eder ve mekan soğuk kalmaz.

* Merkezi sıcak hava üflemleri sistemlere göre %30- 50 tasarrufludur.

Aşağıdaki şekilde de belirtildiği üzere sıcak hava üflemleri sistemlerde kullanılmayan hacim daha sıcaktır ve çatıdan ısı transferi çok daha fazladır.

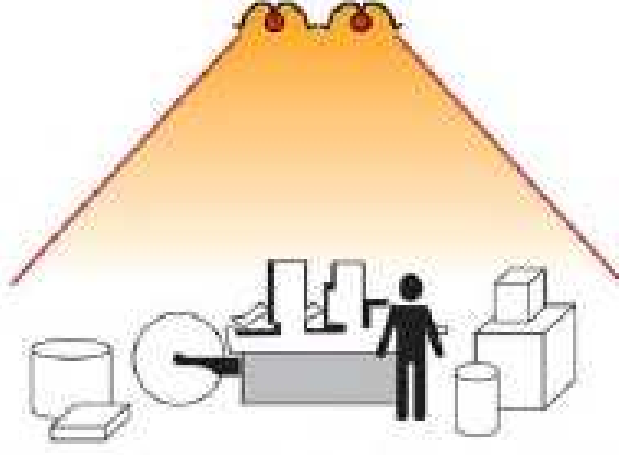


Şekil 4.5. Sıcak hava üflemleri sistemlerinin ısı transferi

* Bakım masrafları son derece düşüktür.

* Elektrik tüketimleri yok denecek kadar azdır.

Aşağıdaki şekilde de belirtildiği üzere radyant ısıtıcılarla (U Tip) sadece ihtiyaç olan yerler bölgesel hatta noktasal olarak en az enerjiyle en iyi şekilde ısıtılmaktadır.



Şekil 4.6. U Tipi radyant ısıtma sistemi.

- * Çok kısa sürede ve konforlu ısıtma sağlar.
- * Kolayca ve kısa sürede monte edilir.
- * Hava sirkülasyonu yapmadan tozsuz ve gürültüsüz çalışır.
- * Estetiktir ve çeşitli konstrüksiyonlara uygulanabilir.
- * Yer kaplamaz, kazan dairesine ve personele ihtiyaç yoktur.
- * Baca inşası problemi yoktur ve çevre dostudur
- * Yatırım maliyetleri düşüktür.

Seçilen radyant ısıtma sisteminin kullanım alanları:

- | | |
|---------------------|--------------------|
| * <u>Fabrikalar</u> | * Açık alanlar |
| * Hangarlar | * <u>Atölyeler</u> |
| * Restaurantlar | * Fuar alanları |
| * Seralar | * Show-roomlar |

* Spor salonları

* Depolar

* Servis istasyonları

* Hayvan çiftlikleri

* Tenis kortları

Seçilen radyant ısıtma sisteminde kullanılan ekipmanların teknik özellikleri:

1) Yakıcılar:

Tam korumalı ve izoleli yakıcı üniteleri en kaliteli malzeme ve gaz yolu armatürleri kullanılarak son teknoloji ile üretimin her aşamasında test edilerek imal edilmektedir. Dengeli yük dağılımına ve arttırılmış alev boyuna sahip yakıcılar, üstün bir performansla uzun seneler ekonomik olarak kullanılırlar.



Şekil 4.7. Yakıcı

2) Radyant borular:

Özel türbülator teknolojisi ile homojen ısıtma sağlanmakta olup yüksek yayıcılık (emisivite) değerinde, ısıl işlem görmüş içi ve dışı alüminize radyant borularla hem yüksek verim elde edilmekte hem de paslanmaya karşı mukavemet sağlanmaktadır.

Blackheat cihazlarında farklı ihtiyaçlara göre emaye radyant borular ya da yüksek sıcaklığa mukavim siyah boyalı radyant borular da kullanılabilir.



Şekil 4.8. Radyant borular

3) Reflektörler:

Yansıtma kabiliyeti en iyi metal olan saf alüminyumdan mamul yansıtıcılar Roll Forming metodu ile patentli özel açılarla üretilmektedir. Bu özel form sayesinde borudan çıkan ışınların %99,5'i çalışma seviyelerine yönlendirilerek taşınım kayıpları minimuma indirilmektedir. Blackheat reflektörlerin zamana ve kirlenmeye bağlı verim kaybı söz konusu değildir.



Şekil 4.9. Reflektörler

4) Vakum fanları:

Aerodinamik verimliliği maksimize edilmiş özel türbülator teknolojisine uyumlu fanlar çelik kanatlı olup soğutma diskleri sayesinde aşırı ısınmalara ve yanmaya karşı tam korumalıdır. Çelik ya da alüminyum gövdeli olabilen fanlar yüksek sıcaklığa mukavim boyalı olup ağır çalışma şartlarına göre dizayn edilmiş ve üretilmişlerdir[14].



Şekil 4.10. Vakum fanları

Toplam Kurulu Güç 2 557 kW olan radyant ısıtma sisteminin teknik özellikleri ve maliyet analizi:

2 557 kW güce sahip olan radyant ısıtma sisteminin teknik özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

1) Blackheat radyant ısıtma sistemi (1 adet 55 Kw'lık radyant ısıtıcı = 2 000 \$, maliyet alınmıştır)

Aşağıdaki tip ve kapasitede belirtilen radyant ısıtma sistemleri gereçleri:

* BH 55 ST radyant ısıtıcı – 45 adet

Brülör: Alev kontrol modülasyonlu, tam otomatik ateşlemeli, vakumu denetleyen switchli, yüksek yanma verimli brülör,

Radyant Boru: Yüksek yayıcılık (emisivite) değerinde, ısı işlem görmüş içi dışı alüminize 100 mm çapında, 1,6 mm kalınlığında özel çelik boru.

Reflektör: Roll Forming metoduyla üretilmiş NS3H14 Alüminyum.

Vakum fanları: Aerodinamik verimliliği maksimize edilmiş, özel türbülator teknolojisine uyumlu paslanmaz çelik kanatlı ve soğutma diskli

Kronik rakorlu flexible hortum ve kesme vanaları – 45 adet

Egzoz çıkış seti standart - 23 grup

2 Zone 4 anahtarlı optimum heat sistem panosu – 1 adet

2) *Montaj ve elektrik tesisatının yapılması: (Maliyeti = 2 800 \$)*

Kurulacak iskele vasıtası ile uygun ısıtma yüksekliğinde minimum $h=6m$. yapılacak özel askı detaylarıyla hazırlanmış 4mm. galvanizli zincirler ve gergi parçaları ile montaj yapılması gerekmektedir. Radyant sistem kontrolleri için 1 adet dijital termostatlı ve globe sensörlü optimum heat pano kullanılması gereklidir. Panolar üzerinde iki ayrı bölge kontrolü yapılmalı, denetçi ve kullanıcı olmak üzere iki farklı şifreleme yapılmalı, günlük altı çalışma aralığı girişi yapılmalı, program harici elle kontrol edilmeli, tüm fonksiyonlar LCD ekranda izlenilmesi sağlanmalıdır. Radyantların her biri / grubu pano üzerinden ayrı ayrı çalıştırılabilmelidir.

Tüm elektrik tesisatı binadaki tesisata paralel olarak görüntüyü bozmayacak ve açıkta kablo gözükmeyecek şekilde mevcut hatlardan faydalanılarak ya da plastik borular ile, kablo kanalları ile v.s. götürülecek, her bir cihazın brülör ve fan girişine spiral kaplı elektrik beslemeleri yapılacaktır.

3) NG Gaz boru hattının yapılması: (Maliyeti = 5 770 \$)

Gaz tesisatı bina duvarına bırakılacağı düşünülen servis hattından alınmalı, sayaç grupları kurulmalı ve tüm ısıtıcılara kadar çekilmelidir. Tesisat ilgili standartlarda yapılmalıdır. Tesisatta doğalgaz borusu, sertifikalı vanalar ve fitting malzemeleri kullanılmalıdır. Tesisat ile ilgili testler eksiksiz olarak yapılmalıdır.

4) Sayaç grupları ve gaz armatürlerinin temin edilmesi:

(Maliyeti = 5 440 \$)

- * G40 Rotary sayaç-1adet,
- * U65 Sayaç kiti-1 adet,
- * Manometre-1grup,
- * Filtreli regülatör-1 adet,
- * Selenoid vana-1 adet,
- * Sayaç grupları fittings malzemeleri-1 grup,
- * Topraklama hattının yapılması-1grup
- * Sayaç grubu muhafaza kabini temini ve montajı-1grup
- * Gaz alarm sisteminin yapılması-23 grup gerekmektedir.

Toplam maliyet =

$$(2\ 000 \$ \times 45 \text{ radyant cihaz miktarı}) + 2\ 800 \$ + 5\ 770 \$ + 5\ 440 \$ = 104\ 010 \$$$

\$ = 1,85 TL olmak koşulu ile toplam maliyet 192 418 TL

1 Yılda yapılan toplam elektrik tasarrufu aşağıda hesaplanmıştır,

Radyant ısıtma sistemi (45 adet radyant cihaz) ortalama yılda 2 400 saat çalıştığını varsayarsak $2\,400 \text{ saat} * (2\,557 \text{ kW} - 2\,054 \text{ Kw}) = 1\,207\,200 \text{ kWh}$

$1\,207\,200 \text{ kWh} * 0,209 \text{ TL/kWh} = 252\,304 \text{ TL}$ (Bir yılda yapılan toplam elektrik tasarrufu)

Gaz yakıtlı radyant ısıtıcı ile ısıtılan ortamlardaki insanlar tarafından algılanan sıcaklık söz konusu yerdeki hava sıcaklığına ve ışıyım yoğunluğuna bağlıdır. Bu sebeple düşük dış hava sıcaklıklarında dahi insanlar için yeterli ısıtma konforu sağlanmaktadır. Ayrıca, aynı mekandaki hava serin ve taze kaldığından bulunan ortam hoş ve sağlıklı olarak algılanmaktadır.

Radyant ısıtma esnasında üzerlerine gelen ışıyım ile ısı enerjisi absorbe eden duvarlar, döşeme (yer) ve diğer cisimler, dolaylı bir ısıtma efekti sağlamaktadır. Bu tür ortamlarda yüzey sıcaklıkları hacim havası sıcaklığının üzerine çıktığından hava için ilave bir ısıtma yüzeyi olarak hizmet vermektedir.

Yüzeylerin ortalama sıcaklığı yükseldiği için hava sıcaklığı aynı algılama sıcaklığında daha düşük tutulabilmektedir. Isı, direkt ihtiyaç duyulan bölgeye (örneğin, insanların bulundukları yere) gönderilmektedir.

Cihazların çalıştırılmasından kısa bir süre sonra oldukça yüksek bir ısınma hissedilmektedir. Kısa sürede etkili olarak devreye girmesi işletme masraflarının düşük seviyede oluşmasını sağlamaktadır.

Doğalgazın yaygın olarak kullanıma geçilmesi ile radyant ısıtma sistemleri dünyada hızla konvansiyonel sistemlerin yerini almaktadır. Doğalgazın kullanım talebiyle ilgili olarak ülkemizde de radyant ısıtma sisteminin önemli bir pazar payı olacağı söylenebilir[14].

4.2. Elektrik Motorları ve Değerlendirilmesi

Aşağıda fabrika bünyesinde bulunan elektrik motorlarının enerji verimliliği açısından incelenmesi ve değerlendirilmesi belirtilmiştir.

Türk Traktör Fabrikası'nda elektrik motorları ve değerlendirilmesi:

Türk Traktör Fabrikası'nda enerji verimliliği ile ilgili yapılan çalışmalardan bir tanesi de yüksek verimli motorların üretim atölyesindeki tezgahlarda kullanılmasının sağlanmasıdır. Fabrika enerji yönetimi verimlilik ve tasarruf çalışma programı kapsamında yaptığı çalışmada, fabrikada kullanılan düşük verimli motorların sayısını tespit ederek yerine yüksek verimli motorlar ile zaman içerisinde değişimini gerçekleştirmiştir.

Sanayi sektöründe enerji verimliliğine göre 3 tip elektrik motoru kullanılmaktadır.

EFF1 Sınıfı = En Verimli

EFF2 Sınıfı = Orta Verimli

EFF3 Sınıfı = Düşük Verimli

Türk Traktör Fabrikası'nda kullanılan motorların %90'ı EFF1 sınıfındadır.

Türkiye net elektrik enerjisi tüketiminin yaklaşık %48'i sanayi sektöründe, sanayide tüketilen elektrik enerjisinin de ortalama %70'i elektrik motor sistemlerinde tüketilmektedir. Ayrıca sanayide kullanılan elektrik motorlarının %90'ı üç fazlı alternatif akım asenkron motorlarıdır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından ülkemizde üretilen elektrik enerjisinin önemli bir kısmının tüketen elektrik motor sistemlerinden enerji verimliliğinin artırılması amacı ile Sanayi ve Ticaret Bakanlığı işbirliği ile Enver Motor Hareketi başlatılmıştır. Bu hareketin amacı ülkemizde özellikle sanayi sektöründe yaygın olarak kullanılan verimsiz motorların verimli motorlar ile değiştirilerek enerji tasarrufunun sağlanmasıdır[15].

Motorlarda enerji verimlilik sınıfları:

Günümüzde elektrik motorları 90 kW'a kadar genel olarak 3 temel verimlilik sınıfında üretilmekte ve değerlendirilmektedir. 90 kW üstü motorlar için de bir verimlilik standardının oluşturulmasına yönelik çalışmalar Avrupa Elektrik

Makineleri ve Güç Elektroniği İmalatçıları Komitesi (CEMEP) tarafından devam etmektedir.

EFF1 Sınıfı = En Verimli

EFF2 Sınıfı = Orta Verimli

EFF3 Sınıfı = Düşük Verimli

Avrupa Elektrik Makineleri ve Güç Elektroniği İmalatçıları Komitesi(CEMEP)'e göre motor verim sınıfları aşağıdaki belirtilmiştir[15].

Çizelge 4.8 Motor verim sınıfları

Çıkış Gücü(Kw)	İki Kutuplu Motorlar(%)			Dört Kutuplu Motorlar(%)		
	EFF1	EFF2	EFF3	EFF1	EFF2	EFF3
1,1	>=82,8	>=76,2	<76,2	>=83,8	>=76,2	<76,2
1,5	>=84,1	>=78,5	<78,5	>=85	>=78,5	<78,5
2,2	>=85,6	>=81	<81	>=86,4	>=81	<81
3	>=86,7	>=82,6	<82,6	>=87,4	>=82,6	<82,6
4	>=87,6	>=84,2	<84,2	>=88,3	>=84,2	<84,2
5,5	>=88,6	>=85,7	<85,7	>=89,2	>=85,7	<85,7
7,5	>=89,5	>=87	<87	>=90,1	>=87	<87
11	>=90,5	>=88,4	<88,4	>=91	>=88,4	<88,4
15	>=91,3	>=89,4	<89,4	>=91,8	>=89,4	<89,4
18,5	>=91,8	>=90	<90	>=92,2	>=90	<90
22	>=92,2	>=90,5	<90,5	>=92,6	>=90,5	<90,5
30	>=92,9	>=91,4	<91,4	>=93,2	>=91,4	<91,4
37	>=93,3	>=92	<92	>=93,6	>=92	<92
45	>=93,7	>=92,5	<92,5	>=93,9	>=92,5	<92,5
55	>=94	>=93	<93	>=94,2	>=93	<93
75	>=94,6	>=93,6	<93,6	>=94,7	>=93,6	<93,6
90	>=95	>=93,9	<93,9	>=95	>=93,9	<93,9

Verimli motorlar standart olarak kullanılan EFF3 motorlardan genellikle %10-25 oranında daha pahalıdır. İlk yatırım maliyeti en ucuz olan EFF3 motor tipinin uzun vadede enerji verimliliği açısından düşündüğümüzde sanayi sektöründe kullanılması doğru bir yatırım kararı değildir. EFF1 motorlarının ilk satın alma maliyeti EFF3 motorlara göre daha yüksek olmasına rağmen elektrik tüketimleri daha düşük

olduğundan ve amortisman giderlerini belli bir süre sonra karşıladığından Türk Traktör Fabrikası EFF1 motor tiplerini kendi bünyesinde tercih etmektedir.

Aşağıda belirtilen örnek hesaplama ile de bu seçimin doğruluğu bir kez daha açıklanmıştır.

Örnek:

• 75 kW- 1 500 dev/dak EFF1 sınıfı bir motor ile yine 75 kW- 1 500 dev/dak EFF3 sınıfı bir motorun maliyetini aşağıdaki hesaplama yönetimi ile karşılaştıralım;

• 75 kW EFF1 motor verimi = %94,7 (Çizelge 4.8'den seçilirse)

• 75 kW EFF3 motor verimi = %93,5 (Çizelge 4.8'den seçilirse)

• Motorların haftada beş gün ve günde 24 saat çalıştığı varsayılırsa ki çoğunlukla daha fazla çalışmaktadır, bu da yaklaşık olarak 6 000 saat/yıl toplamını elde etmemizi sağlar.

• Motorların genel olarak %75 yük faktörü ile çalıştıkları kabul edilebilir.

• 75 kW EFF1 motor KDV dahil fiyatı ortalama 5 240 TL olarak ele alalım.

• 75 kW EFF3 motor KDV dahil fiyatı ortalama 4 210 TL olarak ele alalım.

• Elektriğin yaklaşık birim maliyeti 0,193 TL/kWh'dir.

$$\text{Yıllık elektrik tasarruf miktarı} = \text{motor gücü (kW)} \times \text{yük faktörü} \times \text{işletme saati} \times [(1/\text{verim EFF3}) - (1/\text{verim EFF1})] \quad (4.14)$$

$$\text{Yıllık elektrik tasarrufu} = 75 \text{ kW} \times 0,75 \times 6\,000 \text{ s.} \times [(1/0,935) - (1/0,947)]$$

$$\text{Yıllık elektrik tasarrufu} = 4\,574 \text{ kWh/yıl}$$

Yıllık elektrik faturasından yapılacak tasarruf = 4 574 kWh/yıl x 0,193 TL/kWh

Yıllık elektrik faturasından yapılacak tasarruf = 883 TL/yıl

Yüksek verimli EFF1 motoru ile düşük verimli EFF3 motor arasındaki fiyat farkı
= 5 240-4 210=1 030 TL'dir.

Buna göre yüksek verimli motor almak için fazladan verilen 1 030 TL;

1 030 TL / 883 (TL /yıl) = 1,16 yıl = 14 ay gibi kısa bir sürede geri kazanılmaktadır.

Diğer yandan motorun ortalama ömrü 20 yıl kabul edilir ise, verimli motor kullanmak ile;

(20 yıl – 1,16 yıl) x 883 TL/yıl = 16 635 TL kara geçtiği görülmektedir.

Yukarıda belirtilen hesap ile bünyesinde çok sayıda elektrik motoru bulunduran Türk Traktör Fabrikası'nda EFF1 motor kullanımı uzun vadede enerji verimliliği açısından ciddi olarak fabrikaya kazanım sağlamakta olduğu tespit edilmiştir.

Günümüzde elektrik birim fiyatlarındaki artışlarda göz önünde bulundurulursa, EFF1 motor kullanılmasının ilk yatırım maliyeti fazla olmasına rağmen amortisman giderlerini ortalama 1-2 yıl'da geri kazandırması ve elektrik faturasından her ay yapılacak kar sebebi ile fabrika bünyesinde kabul görmüştür.

Enerji verimliliği genel tanımıyla enerjinin beklenen işe yönlendirilmesi ve kayıpların azaltılmasıdır.

Elektrik motorlarında verim = Motor milinden alınan güç / Şebekeden çekilen güç ve

Şebekeden çekilen güç = Motor milinden alınan güç kayıplar olarak tanımlanır.

Elektrik motorundaki kayıplar; stator ve rotor sargı kayıpları, demir kayıpları, sürtünme kayıplarından oluşur. Bu kayıplar tamamen ısıya dönüşür. Bir sistemin verimliliği için sadece yüksek verimli elektrik motoru kullanmak yeterli değildir,

aynı zamanda uygun güçte elektrik motoru seçimi ve motoru en yüksek verim bölgesinde çalıştırmak da gereklidir. Elektrik motorları nominal gücünde en yüksek verimi sağlamak üzere dizayn edilirler dolayısıyla gerekli güçten daha büyük ya da daha küçük güçte elektrik motoru kullanımı motorun verimsiz çalışmasına sebep olur. Bununla birlikte motorun değişken yüklere göre hız kontrol cihazıyla uygun devir sayısında ve en yüksek verim bölgesinde çalıştırılması da sistem verimliliği açısından gereklidir. Bilindiği üzere sanayide kullanılan asenkron motorlar kalkışta (demeraj) nominal akımın 6-7 katı kadar akım çekerler, bu da sistemde aşırı kayıplara sebep olur. Bu yüzden motora dur kalk yaptırmak yerine motoru hız kontrol cihazıyla sürekli olarak gerekli devir sayısında çalıştırmak sistem verimi açısından daha faydalıdır[15].

Invertörler:

Invertör frekans değiştirici anlamına gelmekte olup, motor sürücü uygulamalarında şebekeden aldığı DC ye çevrilmiş veya 1 ~ 3 fazlı AC (Alternatif Akım) şebeke gerilimini önce DC (Doğru akıma) çevirir, filtre devresinden geçirerek şebekeden gelen gerilim dalgalanmaları, pik'ler v.s gibi bozucu elektrik dalgalanmalarını temizleyip AC veya Servo motorun hızını yüksek kalkış momentiyle sıfırdan istenen değere istenen sürede ayarlayabilen yüksek teknoloji motor hız kontrol cihazlarıdır.

Klasik eski tip invertörler aküde bulunan enerjinin neredeyse yarıya yakını kendi üzerinde ve ısı olarak tüketirken günümüz invertörleri enerjinin % 95'ini kullanılabilir güce çevirerek %5 ini kendi üzerlerinde harcarlar.

Günümüzde satılan modern tip switch mode invertörler çok yüksek verimle çalışmaktadırlar. Solar panel ve rüzgar türbini ile elde edilen enerjinin tekrar kullanılabilir şekle kavuşması invertörler sayesinde olur. Yapıları itibarıyla yüksek verimle enerji çevirebilme özellikleri, az sarfiyatları kullanım alanlarını giderek arttırmaktadır. Elektrik kısıntılarının olduğu dönemlerde akla gelen ve ihtiyacı duyulan cihazlardır. Elektrik enerjisinin olmadığı yerlerde ise akülerde durağan haldeki enerjinin kullanılabilir olmasını sağlarlar.

Genel Özellikleri:

1-Aşırı güç çekiş kontrolünü ile kısa devre koruma ve aşırı ısınmada koruma sağlamak.

2-Akü yüksek ve düşük voltaj sesli uyarısı veya aşırı yükte çalıştırmayı tamamen durdurmak.

3-Ters akü bağlantısında ters diyot ile korumak. Ancak bu tür hatalarda koruma yetersiz kalabilmektedir.

İnvertör ne kadar ve ne şekilde tasarruf sağlamaktadır?

İnvertör uygulamaları ilk başta maliyet olarak yüksek görünse de,

Örneğin Türk Traktör Fabrikası'nda kullanılmakta olan 110 kW gücündeki bir vidalı kompresör için hesap yapacak olursak;

Günlük 24 saat ve aylık 26 gün çalışma formunda hesap edilirse 68 640 kWh/Ay elektrik tüketmektedir. Kompresör 6-8 bar basınç aralığında çalıştığı varsayılarak ve en az 5 dakika boşta bekliyorsa her 5 dakikalık bekleme+durup kalktığına yıldız-üçgende çektiği yüksek demeraj akımı kompresörde yıldız üçgen sisteminin yarattığı darbe vs. yıpranmalar hesap edildiğinde en az %30 aylık tasarruf sağlamaktadır[15].

Tasarrufun belirlenmesi adına hesaplaması aşağıdaki şekilde belirtilmiştir:

110 kW kompresörün aylık sarfiyatı: $68\,640 \text{ kWh} \times 0,209 \text{ TL/kWh} = 14\,345,00 \text{ TL}$
aylık elektrik sarfiyatı (aktif reaktif kapasitif hesaplamaları göz ardı edilmiştir. Bu değerler her tesise göre ve kompanzasyon sistemi olup olmamasına göre değişiklik gösterir)

Yukarıda belirtilen formda çalışan bir kompresörün aylık tasarrufu $\% 30 = 4\,303,00 \text{ TL}$

110 kW invertörün ortalama uygulama maliyeti 15 000,00 TL

İnvertör sisteminin amortismanı $15\ 000\ \text{TL}/4\ 303\text{TL} = 3\ \text{Ay}\ 15\ \text{Gün}$ süresinde kendi kendini karşılamaktadır.

Türk Traktör Fabrikasında kazan dairesinde 4 adet kompresör bulunmaktadır. İnvertörle ilgili yapılan proje çalışması sonucunda her bir kompresöre bir invertör uygulanırsa toplamda 4 invertör kullanılmalıdır. İnvertörler, motor devrini basınca göre ayarlamaktadırlar; hava basıncı düştükçe motor dönmesi artar hava basıncı yükseldikçe motor dönmesi düşmektedir.

4.3. Kızgın Su Kazanlarının Verimliliğinin Değerlendirilmesi:

Fabrikadaki kızgın su kazanlarının enerji verimliliği kapsamındaki çalışmaları aşağıda verilmiştir.

Türk Traktör Fabrikası'ndaki kazan-ısıtma sistemi ve enerji verimliliği:

Fabrikada kazan-ısıtma sisteminin kontrolü, bakımı Türk Traktör Fabrikası organizasyonundaki Enerji Yönetim Birimi'nin sorumluluğundadır.

Kazan-Isıtma Sistemi kazan dairesinde bilgisayar kontrollü otomasyon sistemi ile 24 saat takip edilmektedir. Kazanların brülörlerin normal kapasitelerinde çalışıp / çalışmadıkları, boru hatlarında ve vanalardaki ısı kayıpları, hava kaçakları bakım mühendisleri ve teknisyenleri tarafından bilgisayar kontrollü sistem ile takibi yapılmaktadır.

Türk Traktör Fabrikası bünyesinde yatay alev borulu kazan sistemi kullanılmaktadır. Bu kazanlar silindirik bir gövde ile bu gövdenin içerisinde yerleştirilmiş bir, iki, üç ve hatta dört alev borusundan meydana gelmiştir[16].

Ocak alev borusunun başlangıç kısmındadır. Düşük ısı değerli yakacakların kullanılması halinde alev borusunun ön kısmına kazanın dışında bir ön ocak ilave edilmektedir. Elle yüklemeli veya otomatik yüklemeli bir ızgara üzerinde yanan katı

yakaktan veya doğrudan doğruya alev borusunun içinden geçerken ısını suya vermektedir.

Sistemde kızdırıcı olduğu zaman duman gazları kızdırıcının içinden geçerek aşağıya doğru döndürülüp kazanın alt tarafından arkaya doğru akıtılmaktadır. İstenildiği zaman duman gazları bacadan atılmadan önce bir su ısıtıcısı içerisinden geçirilerek kazanın veriminin biraz daha arttırılabilmesi de sağlanmaktadır.

Alev borulu kazanlarda su sirkülasyonunu iyileştirmek için alev borusunun içerisine çapları 200-300 mm olan galloway boruları konulabilir. Kullanılan bu borular su sirkülasyonunu iyileştirmekten başka alev borusunun mukavemetini ve kazan ısıtma yüzeyini aynı anda arttırılmasını sağlamaktadır. Ancak kullanılacak olan boruların tüm iyileştirmelerinin yanında bu boruların içlerinin ve dışlarının temizlenmesinin zor olması ve imalat masraflarını süreç içerisinde artmasından dolayı kullanımı zor olmaktadır[13].

Türk Traktör Fabrikası'ndaki kazan verimi ve baca gazı analizi hesabı:

Türk Traktör Fabrikası, kazan verimini ve baca gazı analizini “bilgisayar kontrollü baca gazı analizörü cihazı” ile hesaplamaktadır. Fabrika bünyesinden analiz raporu istenmiş ve aşağıda belirtilen değerler elde edilmiştir. Bu değerler:

BACHARACH, Baca gazı analizörü[9].

Analiz saati: 13:57:20

Analiz Tarihi: 17/05/2011

Fuel-NGAS

O ₂	5,4 %
CO	3 mg/m ³
Efficiency	87,9 %
CO ₂	8,7 %
T-STK	82 °C

T-AIR	25 °C
EA	31,2 %
CO(3)	3 ppm
NO	129 mg/ m ³
NO ₂	-
NO _x	-
SO ₂	0 mg/m ³
NO(1)	87 ppm
NO ₂ (1)-	
NO _x (1)-	
SO ₂ (1)	0 ppm

Türk Traktör Fabrikası'nda kullanılan mevcut kazanların ve diğer ısıtma armatürlerin listesi ve özellikleri:

1. Kızgın Su Kazanı:

Kızgın Su Kazanı: 1 adet

Alev duman borulu üç çekişli silindirik çelik kazan

Selnikel-OKS/A

Kazana 150mm., 65 Kg/ m³ yoğunluklu taş yünü ile ısı yalıtımı yapılmıştır. Ayrıca 1mm. gofrajlı alüminyum levha kaplanmıştır.

Kızgın Su Kazanı: 3 adet

Alev duman borulu üç çekişli silindirik çelik kazan

Kazana 150mm., 65 Kg/m³ yoğunluklu taş yünü ile ısı yalıtımı yapılmıştır. Ayrıca 1mm. gofrajlı alüminyum levha kaplanmıştır.

2. Brülör:

Rotatif hava yakıt miktarı oransal ayarlı, LPG ateşlemeli alev güvenlik donanımlı, kombine tip yakıt doğalgaz veya sıvı yakıt (ASTM.NO:6 FUEL-OIL)

Mevcut Kazan Brülörü: 1 Adet (RAYSEL-BGEC-1000) mevcut brülörün periyodik bakımı devamlı yapılmaktadır[16].

Yeni Kazan Brülörü: Türk Traktör Fabrikası'nda 6 Adet bulunmaktadır.



Şekil 4.11 Bir brülörün sağdan ve soldan görünümü

Brülör kapasitesi, bağlı bulunduğu kazan kapasitesine bağlı olarak değişmektedir ancak genelde 1 saatte yakabileceği yakıt miktarı olarak tanımlanmaktadır. Kazan türü, ısıtma yüzeyi, yanma odası şekli ve hatta baca biçimi brülör kapasitesine etki eder. Uygun koşullarda bir brülörün kazanda yakabileceği en fazla yakıt miktarına minimum brülör kapasitesi olarak adlandırılmaktadır. Bu değer brülör etiketlerinde belirtilmiştir. Brülörün parçalarının görevleri ise şu şekildedir:

Brülör gövdesi: Brülörün ana iskeletidir. Diğer parçaların gövde üzerine montesi ile brülör amacına ulaşmaktadır.

Hava Ayar Klapesi: Yanma için yeterli havanın geçmesini sağlayan hava kanalının istenilen ölçüde açma veya kapama görevini yapan parçasıdır.

Ana Motor: Brülör kapasitesine göre değişen güç ve devirle hava fanını ve yakıt pompasını çalıştıran parçadır.

Yakıt Pompası: Yanma için yeterli yakıtı sağlar.

Yakıt Isıtıcısı: Yakıtın püskürtme öncesi incelmesini sağlayan kısımdır.

Selenoid Vana: Memeye yakıtın verilmesine veya yakıtın kesilmesine yarayan parçadır.

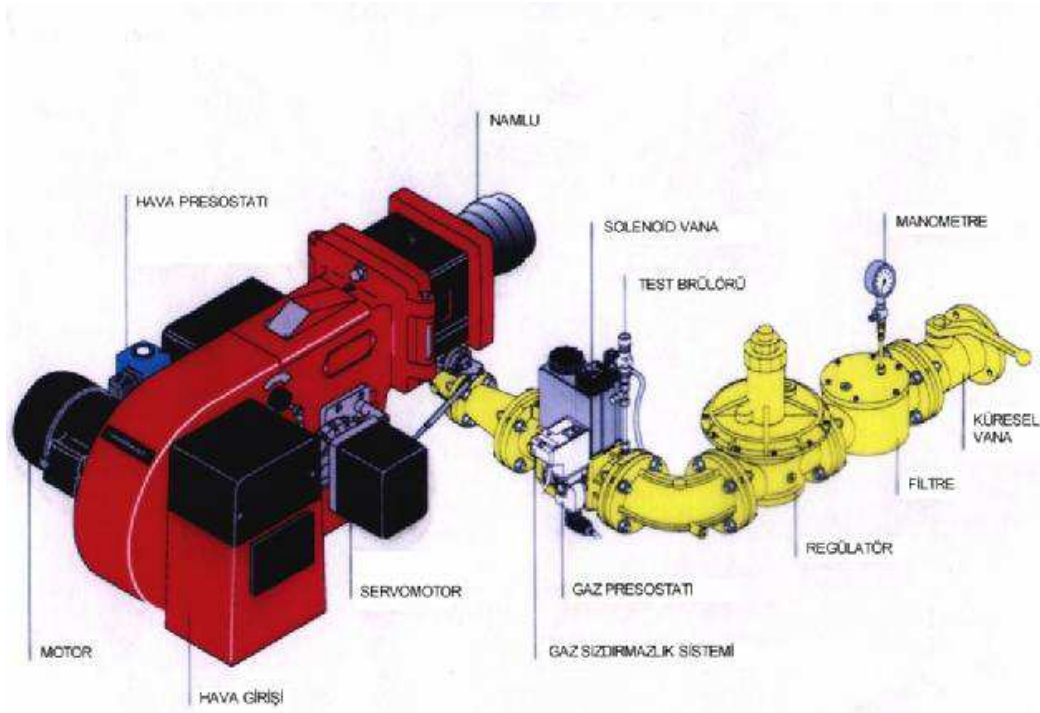
Püskürtme Memesi: Vanadan geçen yakıtın yanma kafasına geçiş kısmıdır.

Ateşleme Elektrotları: Buhar haline gelen ve yanma başlığında hava ile karışan yakıt hava karışımını yüksek gerilim trafosundan gelen yaklaşık 1 000 V'luk akımla ateşleyen kısımdır.

Kesinlikle bulunması gereken gaz yolu armatürleri; küresel vana, gaz filtresi, gaz manometresi ve musluğu, gaz regülâtörü, selenoid vana, min. ve max. gaz presostadlarıdır.

Küresel vana: Manuel olarak açma-kapama vanası olarak görev yapar. Bu vanalar çabuk açılan kapanan türde olmalıdır.

Filtre: Gazın içinde bulunabilecek kirletici parçacıkları tutmaya yarar. Regülâtör girişine yerleştirilen bu filtreler 0,05 mm kadar olan parçacıkları tutar. Filtre kartuşu kirlendiği zaman değiştirilebilir veya basınçlı hava ile temizlenebilir. Filtre kartuşu kirlendiği zaman basınçta düşme olur. Filtre kartuşunun temizlenmesinin gerekli olup olmadığı filtredeki basınç kaybı kontrol edilerek karar verilir. Temizlendikten sonra yeniden devreye alındığında eğer diferansiyel basınç hala çok yüksek ise bu durumda kartuşun değiştirilmesi gereklidir[16].



Şekil 4.12 Brülör (yakıcı) armatürler

3. Baca Gazı Ekonomizörü:

Mevcut Kazan Ekonomizörü: 1 Adet ST.35,8 Boru üzerine sikro sactan kaynaklı, kanatlı ekonomizöre 150 mm., 65 Kg/m³ yoğunluklu taş yünü ile ısı yalıtımı yapılmıştır. Ayrıca 1mm. gofrajlı alüminyum levha kaplanmıştır.

Yeni Kazan Ekonomizörü: Sikro sactan kaynaklı, kanatlı ekonomizöre 150 mm., 65 Kg/m³ yoğunluklu taş yünü ile ısı yalıtımı yapılmıştır. Ayrıca 1mm. gofrajlı alüminyum levha kaplanmıştır.

4. Kanal Duman Kanalı: Her kazan için ayrı olarak yapılmıştır.

Mevcut Kazan Duman Kanalı: 1Adet, 850*800mm., 5mm., St.37 Sactan

Yeni Kazan Duman Kanalı: 3 Adet, 10 000*11 000mm., 5mm., St37 Sactan duman kanallarına 150 mm., 65 Kg/m³ yoğunluklu taş yünü ile ısı yalıtımı yapılmıştır. Ayrıca 1mm. Gofrajlı alüminyum levha kaplanmıştır.

5. Baca:

Mevcut Kazan Bacası: 1 Adet

Yeni Kazan Bacası: 3 Adet

6. Kızgın Su Sirkülasyon Pompası: 5 Adet, 3 asıl 2 yedek olmak üzere, özel karbon yataklı mekanik salmastıralı su soğutmasız ortam yağlamalı.

7. Pompaları Emme Kollektörü:

8. Pompaları Basma Kollektörü:

9. Kızgın Su ile Isıtma Sirkülasyon Pompası: 3 Adet, 2 asıl 1 yedek olmak üzere.

10. Pompaları Emme Kollektörü:

11. Pompaları Basma Kollektörü:

12. Kızgın Su ile Isıtma Kontrol Vanası: 2 Adet.

13. Kızgın Su Dönüş Kollektörü:

14. Kızgın Su ile Isıtma Dönüş Kollektörü:

15. Kızgın Su Gidiş Kollektörü:

16. Kızgın Su ile Isıtma Gidiş Kollektörü:

17. Kızgın Su Kazanlara Dönüş Kollektörü:

18. Kızgın Su Sistemi Besleme Pompası: 2 Adet, 1 asıl 1 yedek olmak üzere.

19. Pompaları Emme Kollektörü:

20. Pompaları Basma Kollektörü:

21. Blöf Tankı:

Blöf, kazan suyu içinde buharlaşma sonucu konsantrasyonu artan çözünmüş ya da askıda kalmış katı madde miktarını kazan için belirlenen limitlere çekebilmek amacı ile kazan suyunun bir kısmının sistemden atılması işlemidir. Kazana besleme suyu ile gelen katı asıtlar ve çözünmüş katı maddeler buhara geçemeyeceğinden kazan suyunda kalır ve zamanla derişimi artmaktadır. Eğer blöf ile kazan suyu ayarlanmazsa buhar kalitesi bozulur belirli bir zaman sonra tehlike arz eder ve hatta kazan çalışamaz hale gelebilmektedir[16].

Katı asıtlar ve çözünmüş katı maddeler kazan suyuna

- Besleme suyundan
- Kondens kaçaklarından gelmektedir.

İşletmede kaçak olması durumunda blöf miktarı arttırılarak kazan suyu ve buhar kalitesinin korunmasına çalışılmaktadır. Ancak sürekli yüksek blöf çalıştırmak sistem içerisinde ekonomik olmamaktadır. Bu sebeple sistemde kondensat devrelerindeki kaçaklar önlenmelidir. Bu durumda kaçak olduğu kesin saptanırsa yük düşürölüp kaçak kısa sürede bulunup sitemden atılmalıdır.

Kazan suyundaki katı asıltı ve çözünmüş madde konsantrasyonunun kazana zarar vermesini engellemek amacıyla kazan suyundaki bazı parametrelere sınır değerler konulmuştur. Kızgın su ve buhar kazanlarında blöfler bu sınır değerlere göre yapılmaktadır. Kazan suyu sınır değerleri belirlenirken kazan besleme suyunun karakteri, kazan ve bağılı olduğu sistem türü ile özellikle sistemde kazanın çalışma basıncına bakılmaktadır.

Kazan suyunda istenmeyen safsızlıklar (katı asıtlar , tüm tuzlar , alkalite ve silis) kazanda korozyon, depozit, çöküntü ve sürüklenme sebebi olabilmektedir. Bu riskleri minimuma en ekonomik şekilde indirmek uygun limitler ve doğru bir blöf rejimi ile mümkündür. Bu da safsızlıkların belirlenmiş olan sınır değerlerinin altına düşürmek için kazan dışına atılarak sağlanmaktadır[16].

Sonuç olarak blöf; kazan suyunda birikinti oluşumu, korozyon ve sürüklenme eğilimini en düşük seviyeye indiren önemli ve zorunlu bir işlemdir. Bu sebeple Türk Traktör Fabrikası'nda da bu sistem kullanılmakta ve devamlı kontrolleri yapılmaktadır.

Türk Traktör Fabrikası'nda kazan sisteminde besleme suyu içerisindeki katı asıtlar kimyasal laboratuarda ölçülmektedir. Şebeke suyu içerisindeki katı miktarları blöf rejimiyle doğrudan etkili olduğundan şebeke suyu değerleri periyodik olarak Türk Traktör Fabrikası Enerji Yönetimi tarafından devamlı olarak kontrol edilmektedir.

22. Sıvı Yakıt Rink Pompası: 3 Adet, 2 asıl 1 yedek olmak üzere.

23. Pompaları Emme Kollektörü:

24. Pompaları Basma Kollektörü:

25. Yakıt Isıtma Eşanjörü:

26. Yakıt Isıtma Gidiş Kollektörü.

27. Yakıt Isıtma Dönüş Kollektörü:

28. LPG Tüpü: 4 Adet, Sanayi tipi brülör ateşlemesinde kullanılmaktadır.

29. Azot Türü: 4 Adet, Sanayi tipi kızgın su sisteminin basınçlandırılmasında kullanılmaktadır.

30. Ana Sıvı Yakıt Tankı: 1 Adet.

31. Isı Üretim Merkezi Doğal Gaz Borusu Girişi:

32. Isı Üretim Merkezi Kontrol ve Kumanda Panosu: Isı Santralinin ana elektrik girişi bu panoya ve santral içindeki güç dağıtımı bu panodan yapılmaktadır. Ayrıca kontrollerde bu pano üzerinden yapılmaktadır.

33. Kum Filtresi:

34. Su Şartlandırma Cihazı:

35. İçme Suyu Hazırlama Cihazları:

36. Demir-Mangan Filtresi:

37. Aktif Karbon Filtresi:

38. HCL Tankı:

39. Sodyum Hidroksit Tankı:

40. Demineralize Su Hazırlama Ünitesi:

41. Demineralize Su Tankı:

42. Demineralize Su Hidroforu: 2 Adet.

43. Kullanma Suyu Kollektörü:

44. İçme Suyu Kollektörü:

45. Şartlandırılmış Su Kollektörü:
46. Demineralize Su Kollektörü:
47. Yangın Suyu Kollektörü:
48. Kuyu Suyu Kollektörü:
49. Kimyasal Dozlama Pompası: 2 Adet.
50. Basınçlı Hava Kompresörü: 3 Adet.
51. Basınçlı Hava Kollektörü:
52. Basınçlı Hava Tankı: 1 Adet.
53. Basınçlı Hava Kollektörü:
54. Basınçlı Hava Kurutucusu:
55. Kurutulmuş Basınçlı Hava Kollektörü:
56. Numune Suyu Soğutucusu: 1 Adet.
57. Kızgın Su Sistemi Genleşme ve Basınçlandırma Tankı: 1 Ader.
58. Kızgın Su Sistemi Besleme Suyu Tankı: 1 Adet
59. Brülörü Sekonder Hava Vantilatörü: 1 Adet.
60. Brülörü Sekonder Hava Vantilatörü: 61 Adet.

- 61. Sıcak Su Boyleri:
- 62. Sıcak Su Gidiş Kollektörü:
- 63. Sıcak Su Sirkülasyon Pompası: 2 Adet.
- 64. Pompaları Emme Kollektörü:
- 65. Pompaları Basma Kollektörü:
- 66. Boşaltma ve Taşma Suları Kanalı:

Türk Traktör Fabrikası'ndaki ısı santrali kızgın su devresi kontrol prensibi:

- Kızgın su sıcaklığı kazan üzerindeki presostatlardan kumanda alarak 140 °C'de tutulmaktadır.
- Kazan dönüşünde bulunan flow-switch kazana giren su miktarı ayarlanan minimum miktarın altına düşerse brülörü (2) durdurmaktadır. Genleşme basınçlandırma tankındaki (57) su seviyesi alt sınıra inmişse sistem besleme pompaları (18) çalışmaktadır. Buna rağmen seviye düşerse ve tehlike alt sınırına ulaşırsa brülörler durmakta, kazanlara yeterli su gelmiyorsa flow-switch brülörün devreye girmesine izin vermemektedir. Brülör çalışırken kazana su gelişi kesilirse flow-switch brülörü durdurmaktadır. Bu durma ve devreye girmemelerde arıza kornası çalmaktadır.
- Kimyasal dozlama pompası (49) ayrı veya sistem besleme pompası (18) ile birlikte devreye girmektedir.
- Besleme suyu tankında (58) su seviyesi düşerse demineralize su kollektöründen (46) besleme üzerindeki solenoid vana açılarak tanka şartlandırılmış su gelişini sağlamaktadır.

- Sistemden dönen kızgın su sıcaklığı dönüş kollektöründe (13) termostatların ayarlanan 90 °C değerinin üstünde ve altında ise uyarı lambaları yanar daha çok saparsa uyarı kornası çalmaktadır. Sıcaklık düşük uyarısında mevcuda ek yeni sirkülasyon pompası devreye alınmaktadır. Sıcaklık yüksek uyarısında ise mevcut çalışan pompalardan biri devreden çıkarılmaktadır.
- Brülörler kazan suyu basıncından aldıkları kumandaya göre oransal olarak yakıt hava miktarını ayarlayarak gidiş kollektöründeki su sıcaklığını 140 °C'de sabit tutmaktadırlar.

Sistem Seri Kilitlemeli ve Techizatın Çalışma Prensibi:

1. Sistem besleme pompası (18)
2. Kızgın su ana sirkülasyon pompası (6)
3. Brülör sekonder hava vantilatörü (59-60)
4. Sıvı rink yakıt pompaları (21)
5. Brülör (2)

Seri kitleme sırasında aradaki bir eleman durunca kendinden sonrakilerde duracak ve öncekiler çalışmalarına devam edecektir. Sistem besleme pompaları genişleme tankı su seviyesinden kumanda alarak devreye girip çıkacaklardır. Ancak su seviyesi herhangi bir nedenle tehlikeli alt seviyeye düşerse bu durumda ikinci besleme pompası da devreye girmektedir. Buna rağmen su seviyesi düşemeye devam ederse brülör duracaktır.

Dönüş suyu sıcaklığından kumanda alan bir sinyal düzeni yardımı ile şebeke sirkülasyon pompaları elle devreye sokulmaktadır veya çıkarılmaktadır. Besleme suyu besleme tankında 95 °C'ye kadar ısıtılarak karbondioksit ve oksijen kaybedilerek besleme pompaları ile kazan dönüş kollektörüne (17) basılmaktadır. Bütün sistemin kontrol ve kumandası otomatik kontrol ve kumanda panosunda toplanmaktadır[9].

4.4. Ekonomizör-Atık Isıyı Sisteme Geri Kazandırma Uygulaması

Fabrika bünyesindeki ekonomizör uygulaması ve maliyet analizi aşağıda açıklanmıştır.

Türk Traktör Fabrikası'nda ekonomizör uygulaması ve maliyet analizi:

Kazan besleme suyunun kazanda ilk girdiği bölümdür. Ekonomizörün görevi üst doma beslenecek olan kazan besleme suyunun sıcaklığını yanmış baca gazlarının sıcaklığından yararlanarak arttırmaktır. Böylelikle atmosfere atılan ısı miktarı önemli ölçüde azaltılarak ısı tasarrufu sağlanmış olur. Ekonomizör yatay olarak sıralanmış paralel tüp demetlerinden oluşmaktadır. Tüpler giriş ve çıkış hederlerine bağlanmıştır. Su akımı ile gaz akımı ters yönlüdür. Böylelikle ekoya giriş su sıcaklığı ortalama 150 derece iken 200 dereceye çıkarılarak üst doma (buhar dramı) gönderilir.

Ekonomizör gaz giriş ve çıkış sıcaklıklarının yükselmesi kazanın veriminin yüksek olduğunu gösterir. Ancak asla eko gaz çıkış sıcaklığı sülfürik asidin çiğlenme noktası olan ortalama 160 derecenin altına düşürülmez. Bu sebeple kazanlara, 10F-104A/105A kazanlarda olduğu gibi, eko gaz çıkış sıcaklığı düştüğünde ekonomizörü by-pass ederek baca gazı sıcaklığını yükselten kazan besleme suyu by-pass C/V'si tesis edilir[17].

Ekonomizör seçiminde kazanın ısı kapasitesi esas alınmaktadır. Besi suyu sıcaklıkları kazandaki doyma sıcaklığının 20 °C altına kadar arttırılabilir. Bunun yanında duman gazı sıcaklıkları da yoğuşma sıcaklığının 50 °C daha üzerine kadar soğutulabilir. Bu sebeple, baca gazı sıcaklıkları 150 °C mertebelerine kadar düşürülebilmektedir. Bu şekilde yapılan ekonomi, kazan veriminin % 5–7 mertebesinde artması anlamına gelir. Bu durumda baca kaybı % 5 mertebelerine kadar indirilebilmektedir. Bu rakamlar günümüzde çok iyi tasarlanmış modern kazanlar için geçerlidir. Yüksek baca sıcaklıklarıyla çalışan ucuz kazanlarda

ekonomizörle sağlanan verim artışı çok daha fazladır ve % 10 mertebelerine kadar ulaşabilmektedir[17].

Özetle, kazanlarda enerji verimliliği ile ilgili yapılan çalışmalarda bacalardan atılan atık gazların duyulur ısısından istifade edilerek kazana verilen besi suyunun ısıtılması ile ciddi enerji tasarrufu sağlanacağı tespit edilmiştir. Kazanı terk eden duman gazlarının sıcaklığının kazandaki suyun doyma sıcaklığından daha yüksek olması ısı geçişi için şarttır. Isı geçişinin pratik ve ekonomik olarak makul seviyelerde olabilmesi için su ile duman gazı sıcaklıkları arasındaki fark eski yaklaşımla 100 °C ile 150 °C mertebelerinde iken günümüzde bu fark 50 °C ile 75 °C mertebelerine kadar indirilmektedir. Bu durumda hiçbir önlem alınmazsa buhar kazanlarında duman sıcaklıkları 200 °C ile 350 °C arasında dışarı atılmaktadır. Özellikle bazı tip kazanlarda bu baca sıcaklıkları çok yüksektir. Halbuki duman gazları asit yoğunlaşma sıcaklık değerlerine kadar soğutulabilir. Bu değer yakıtın kükürt içeriğine bağlıdır. Aradaki bu sıcaklık farkından faydalanabilmek ve enerji tasarrufu sağlamak için baca gazı ekonomizörü kullanılır. Baca gazı ekonomizörüne giren ve ısıtıcı akışkan olan yüksek sıcaklıktaki duman gazları ile brülör yakma havasını besi suyunu ya da make-up suyunu ısıtmak mümkündür[18].

Ekonomizörden kazanılan enerji:

Türk Traktör Fabrikası'nda 6,5 milyon kcal/h kapasiteli 1 adet, 10 milyon kcal/h kapasiteli 3 adet alev borulu kızgın su kazanı bulunmaktadır.

Takılacağı 6 500 000 kcal/h kapasiteli kazanda 724 kW, 10 000 000 kcal/h kapasiteli kazanda ise 1 002 kW ısı kapasiteye sahiptir.

Kazan kapasitelerinden;

- 6 500 000 kcal/h = 27 196 000 kJ/h = 7 554 kJ/s
- $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ (4.15)
- 7 554 kJ/s = $m \cdot 4,18 \text{ kJ/(kg} \cdot ^\circ\text{C)} \cdot (140-90) ^\circ\text{C}$
- $m = 36,14 \text{ kg/s}$ (kazandan çıkan suyun debisi)

- Ekonomizör kapasitesinden;

$$724 \text{ kW} = 724 \text{ kJ/s} = 36,14 \text{ kg/s} * 4,18 \text{ kJ/(kg}^\circ\text{C)} * \Delta T$$

$$\Delta T = 4,79^\circ\text{C}$$

Dolayısı ile ekonomizöre giren ısıtma tesisatı dönüş suyu $4,79^\circ\text{C}$ ısıtıldıktan sonra kazana verilmektedir.

10 000 000 kcal/h kapasiteli kazan için de aynı hesapları yaparsak;

- $10\,000\,000 \text{ kcal/h} = 41\,840\,000 \text{ kJ/h} = 11\,622 \text{ kJ/s}$

- $Q = m * c * \Delta T$ (4.15)

- $11\,622 \text{ kJ/s} = m * 4,18 \text{ kJ/(kg}^\circ\text{C)} * (140-90)^\circ\text{C}$

- $m = 55,60 \text{ kg/s}$ (kazandan çıkan suyun debisi)

ekonomizör kapasitesinden;

$$1\,002 \text{ kW} = 1\,002 \text{ kJ/s} = 55,60 \text{ kg/s} * 4,18 \text{ kJ/(kg}^\circ\text{C)} * \Delta T$$

$$\Delta T = 4,31^\circ\text{C}$$

Yani kapasitesi büyük olan kazanın dönüş suyu sıcaklığı ekonomizör de $4,31^\circ\text{C}$ 'ye kadar ısıtılarak kazana tekrar verilmektedir.

Ekonomizörden elde edilen kazanç;

- $6\,500\,000 \text{ kcal/h}$ kapasiteli kazanlar için elde edilen kazanç 724 kWh 'dir.

- Kazanın %85 yükte ve yılda 6 ay çalıştığını düşünürsek;

$$724 \text{ kW/h} * 0,85 * 4\,380 \text{ h/yıl} = 2\,695\,452 \text{ kW/yıl}$$

- 1 adet kazan için = $2\,695\,452 \text{ kW/yıl}$ 'dır.

- $10\,000\,000 \text{ kcal/h}$ kapasiteli sıcak kullanma suyu kazanı için ekonomizör 1002 kW enerji tasarrufu sağlanmaktadır.

Kazanın %85 yükle ve yıl boyunca sürekli çalışacağını düşünürsek;

$$1\,002 \text{ kW/h} * 0,85 * 8\,760 \text{ h/yıl} = 7\,460\,892 \text{ kW/yıl}$$

- 3 adet kazan için = $7\,460\,892 * 3 = 22\,382\,676 \text{ kW/yıl}$ 'dır.

$$\text{Toplam kazanç: } 2\,695\,452 \text{ kW} + 22\,382\,676 \text{ kW} = 25\,078\,128 \text{ kW/yıl}$$

Ekonomizörün maliyet analizi:

Ekonomizörün maliyeti;

- 4 adet için toplam: 150 000 €
- 1 € = 2,45 TL kabulü ile;
- Toplam = 150,000 * 2,45= 367 500 TL’ dir.
- 1 adet ekonomizörün montaj bedeli 1 500 TL’dir.
- 4 adet ekonomizörün montaj bedeli = 4* 1 500 = 6 000 TL
- Toplam maliyet: 367 500 + 6 000 TL = 373 500 TL’ dir.

Sistemin geri ödeme süresi:

1 kW enerji için gereken doğalgaz maliyeti 0,07 TL’dir.

Bir yılda = 25 078 128 kW * 0,07 TL/kW = 1 755 468 TL kazanç sağlanır.

tg: geri ödeme süresi (yıl)

f: yıllık faiz oranı: %1

cp: kar

ca: maliyet

$$tg = \ln (Cp / Cp - Ca * f) / \ln (1 + f) \quad (4.16)$$

$$tg = \ln (1 755 468 / 1 755 468 - 373 500 * 0,01) / \ln (1 + 0,01)$$

$$tg = 0,21 \text{ yıl} [19].$$

4.5. Aydınlatma Sistemi ve Değerlendirilmesi

Endüstriyel kuruluşlarda aydınlatmada kullanılan enerjiyi minimuma getirme konusunda verimlilik ve tasarruf kavramlarını ayrı ayrı düşünmek gerekmektedir. Tasarruf yapılırken yapacağımız çalışmalar enerji verimliliği anlamında değerlendirilmemesi gerekmektedir.

Örneğin; bir üretim tesisinde aydınlatmada kullanılan 100 adet armatürden (florasan lamba v.s.) mesai sonrası 20 tanesini söndürmek tasarruf sağlayabilir fakat bu

tasarruf enerjiyi etkin kullanmak anlamına gelmemektedir. Buna karşılık 100 adet civa buharlı lambalar yerine florasen lambalarını kullanmak ciddi anlamda enerji verimliliğini etki etmektedir[20].

Aydınlatmada etkinlik faktörü:

Aydınlatma tekniğinde verimlilikten bahsedildiği zaman etkinlik faktörünü açıklamak gerekmektedir. Etkinlik faktörü, 1 ampulün (lambanın) ışık akısını o lambanın güç tüketimi ile arasındaki ilişkiyi tanımlamaktadır. Lumen/watt (lm/W) birimi ile ölçülmektedir. Lamba tiplerine göre etkinlik faktörlerini küçükten büyüye doğru sıralarsak halojen, civa buharlı, tüp florasen, kompakt florasen, metal Halide, led, yüksek basınçlı sodyum buharlı lambalar gelmektedir.

Türk Traktör Fabrikası'nda alüminyum çanak reflektörlü civa buharlı lambaların yerine enerji verimliliği açısından %100 oranında florasen tipli lambaların kullanılması gerektiği ön görülmektedir. Sebebi, civa buharlı lambalar hem enerji etkinlik faktörleri küçük hem de geç ısınmaktadırlar. Buna karşılık florasen lambalar civa buharlı lambalara göre hem enerji etkinlik faktörleri yüksek hem de erken ısınarak çabuk yanmaktadırlar[21].

Türk Traktör Fabrikası'nda enerji verimi yüksek florasen lambaların kullanılmasının maliyet açısından değerlendirilmesi:

Türk Traktör Fabrikası'nda enerji verimliliği yüksek florasen tipli lambalar kullanılmalıdır. Florasen lambaların enerji verimliliğini daha iyi anlayabilmek için örnek çalışma yapılarak açıklanmıştır.

Aydınlatmada kullandığımız normal ampuller 100 watt gücünde yaklaşık 1000 saat kullanım ömrü olan akkor lambalardır.

Türk Traktör Fabrikası'nda 18 watt gücünde kullanım ömrü yaklaşık 8000 saat olan enerji verimliliği yüksek floresan ampullerin kullanılacağını düşünerek bir etüt çalışması yapılmıştır.

Fabrikada kullanacağımız floresan tipli lambalar maliyet açısından normal lambalara göre daha pahalı olmasına rağmen kullanım ömrü ve şebekeden çektiği elektrik gücü bakımından daha avantajlıdır[19].

- Enerji verimli ampul (18W) = 4,50 TL(fiyat yaklaşık olarak alınmıştır)
- Türk Traktör Fabrikası üretim atölyesi toplam ampul sayısı = 1000 adet
- Toplam tutar = $1\ 000 \times 4,5 = 4\ 500$ TL
- Toplam elektrik yükü = $1\ 000 \times 18W = 18\ 000W$
- 18W floresan ampulün ömrü = 8 000 saat

- Akkor ampul (100W) = 0,50 TL(fiyat yaklaşık olarak alınmıştır)
- Toplam ampul sayısı = 1 000 adet
- Toplam tutar = $1\ 000 \times 0,50 = 500$ TL

- Toplam elektrik gücü = $1\ 000 \times 100W = 100\ 000W$
- 100W akkor ampulün ömrü = 1 000 saat
- 8 000 saat akkor ampul ömrü için akkor ampulün 8 kere değiştirilmesi gerekir. 8 000 saat için toplam akkor ampul maliyeti = 8×500 TL = 4 000 TL
- Aradaki maliyet farkı = $4\ 500$ TL – $4\ 000$ TL = 500 TL
- 8 000 saatte 1 000 adet akkor ampulün çektiği güç;

- $8\ 000\ h \times 100W \times 1000 = 800\ 000\ 000\ Wh = 800\ 000\ kWh$
- $8\ 000\ h \times 18W \times 1000 = 144\ 000\ 000\ Wh = 144\ 000\ kWh$

Aradaki elektrik tüketimi farkı;

- $800\ 000\ kWh - 144\ 000\ kWh = 656\ 000\ kWh$
- 1 kWh elektrik tüketimi = 0,209TL(yaklaşık olarak alınmıştır)
- 8000 saatte $656\ 000\ kWh \times 0,209\ TL/kWh = 137\ 104$ TL harcanır.

1 000 adet floresan ampul 8 000 saatlik ömrü boyunca akkor ampule göre 137 104 TL daha az elektrik tüketmiş olur.

8 000 saatlik floresan ömrünün bir yılda tüketildiği kabulü ile 8 000 saat için aradaki maliyet farkı 500 TL olmaktadır.

- 1 yılda 1 000 adet floresan ampulün malzeme maliyeti = 4 500 TL
- 1 yılda 1 000 adet akkor lamba malzeme maliyeti = 4 000 TL
- 1 yıldaki net maliyet = 4 500 TL – 4 000 TL = 500 TL
- 1 yılda 1 000 adet floresan ampulün tükettiği elektrik maliyeti;
- 144 000 kWh*0,209 TL/ kWh = 30 096 TL
- 1 yılda 1000 adet akkor ampulün tükettiği elektrik maliyeti;
- 800 000 kWh*0,209 TL/ kWh = 167 200 TL

Bir yılda yapılan toplam elektrik tasarrufu = 167 200 TL – 30 096 TL = 137 104 TL

Geri ödeme süresini hesaplayacak olursak;

tg: geri ödeme süresi (yıl)

f: yıllık faiz oranı (%1)

Cp: yıllık kar (TL)

Cc: sistem maliyeti (TL)

$$tg = \ln (Cp / Cp - Cc * f) / \ln (1 + f) \quad (4.16)$$

$$tg = \ln(137 104 / 137 104 - 500 * 0,01) / \ln (1 + 0,01)$$

$$tg = 0,0036 \text{ yıl.}$$

Geri ödeme süresi ihmal edilebilir düzeydedir[19].

Fabrika bünyesinde enerji tasarruflu ampul kullanımı yukarıdaki hesaplamalarda da görüldüğü üzere akkor ampullere göre çok daha az enerji harcayan ve ilk yatırım maliyeti oldukça az olan bir uygulamadır. Tüm bu yukarıda elde edilen verilere göre de fabrika genelinde enerji verimliliği yüksek ampul kullanımı en kısa sürede yaygınlaştırılmalıdır.

4.6. Güneş Enerjisi Kullanımı ve Değerlendirilmesi

Şehirleşmenin yoğunluk kazanması, nüfusunun artması, sanayileşmenin yoğunluk kazanması, insanın konfor gereksinimleri enerji tüketimini ve ihtiyacını arttırmaktadır. Dünya, enerji ihtiyaçlarını günümüzde fosil yakıtlardan ve hidroelektrik veya nükleer santrallerden karşılamaktadır. Ancak bu yakıtların kullanımında uzun ya da kısa vade de iki sorun ile karşılaşmaktayız. Birinci sorun bu yakıtların kısa süre içerisinde tükenme olasılığı, diğeri ise yoğun sanayileşmenin sonucu büyük ölçüde fosil yakıtların kullanımından kaynaklanan çevre kirliliğinin günden güne artmasıdır. Bu iki soruna ek olarak ülkemizde bir diğer sorun da enerji tüketiminin yaklaşık % 60'ının yurtdışından karşılanmasıdır. Bu konuda özellikle enerji tasarrufu konusunda ciddi önlemler alınması, genel enerji talebini %20-30 oranında düşürecek ve özellikle alternatif enerji kaynaklarının daha verimli kullanılmasına yönelik araştırmaları yoğunlaştıracaktır[22].

Güneş kollektörü kullanımının ekonomik getirisinin yanı sıra en önemli katkısı, çevreye zararlı, atmosferi kirleten ve böylece ekolojik dengemizi tehdit eden gazların önlenmesidir.

Günümüzdeki enerji ihtiyacına göre Dünyaya düşen güneş enerjisi 5 000 kat daha fazladır, bu sebeple güneş enerjisinden en yüksek düzeyde yararlanma bugünün ve geleceğin en önemli gündemidir. Yeryüzüne düşen yararlı güneş enerjisi açık bir günde $1\ 000\ \text{W/m}^2$ 'dir. Ölçüm merkezlerinde günlük toplam ışıma değerleri izlenerek birim alana düşen günlük toplam ışıma değeri belirlenir, böylece doğru ışıma ve yayılan ışıma kavramları birleşerek toplam ışıma değerini oluşturmuş olmaktadır[23].

Toplam Işıma: Doğru Işıma + Yayılan Işıma

Güneş enerjisinden yararlanılmasında başlangıç noktası enerji gereksinme değerinin saptanmasıdır. Diğer unsur ise ihtiyacın genel olarak hangi aylarda karşılanacağıdır. Bu iki faktör yıl boyunca güneş enerjisinden yararlanma oranını da belirler.

Bugünkü teknoloji ile Türkiye’de güneş enerjisinin kullanılmasının en kolay ve en ekonomik olduğu sistemler sıcak su temin edilmesinde kullanılan sistemlerdir. Binalarda, fabrikalarda, seralarda, konutlarda, müstakil evler de sıcak su temininde güneş enerjisinin kullanılması ile her mevsimde yakıt (veya diğer bir enerji) tasarrufu sağlanabilmektedir.

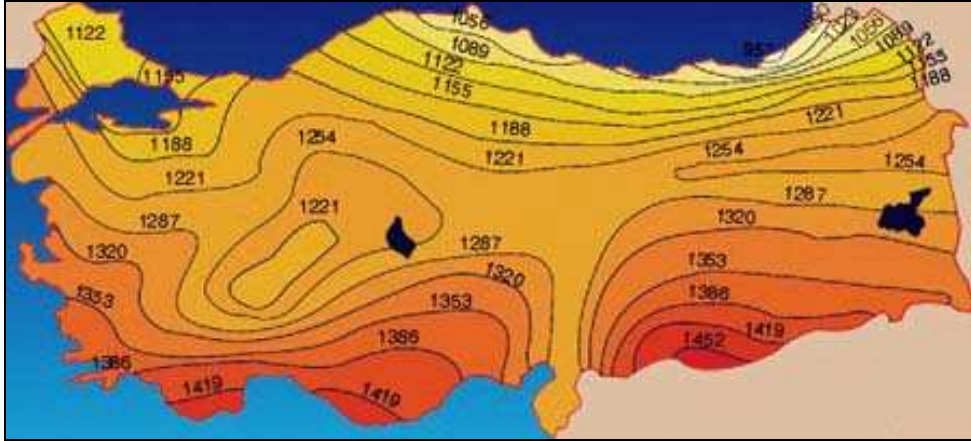
Güneş enerjisinin ısıya dönüştürülmesi:

Güneş enerjisinin uzaydan geçerek dünyaya ulaşması elektromanyetik radyasyon ile sağlanmaktadır. Isıtma ve soğutma proseslerinde kullanılabilmesi için bu enerjinin ısıya dönüştürülmesi gerekmektedir. Birim yüzeye düşen güneş enerjisinin az olması sebebiyle ısı enerjisi elde etmede geniş yüzeylere, alanlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Güneş radyasyonunu ısı enerjisine dönüştüren araçlar güneş enerjisi kollektörleridir. Kollektörler güneş radyasyonunu absorbe eder ve radyasyonu ısıya dönüştürürler. Radyasyon absorbe eden materyalin sıcaklığı yükselmekte, böylece emici yüzeyin ısısı sıvı veya gaz akışkanlarla taşınmaktadır.

Güneş enerjisi potansiyeli:

Güneş kuşağı adı verilen zengin bir bölgede yer almasına rağmen ülkemizde güneş enerjisinden yeteri kadar faydalanılamamaktadır. Ülkemizde ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2 640 saat, yıllık güneş enerjisi ışınlam şiddeti 1 311 kWh/m² olarak belirlenmiştir[23].



Şekil 4.13. Yıllık toplam güneş enerjisi (KWh/m²-yıl) [24].

BÖLGELER	Yıllık Toplam Güneş Enerjisi (Kwh/m2-yıl)	Yıllık Toplam Güneşlenme Süresi (saat/yıl)
Güneydoğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2856
Ege	1304	2738
İç Anadolu	1314	2628
Doğu Anadolu	1365	2664
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971
Türkiye Ortalaması	1311	2640

Şekil 4.14. Bölgelere göre güneş enerjisi potansiyeli (KWh/m²-yıl) [24].

Güneş Enerjisi Uygulamaları:

Güneş enerjisi uygulamaları düşük sıcaklık (20-100°C), orta sıcaklık (100-300°C) ve yüksek sıcaklık (>300°C) olmak üzere üç grupta toplanmaktadır. Güneş enerjisinin en yaygın uygulamaları aşağıda belirtilmiştir.

- *Kullanım sıcak suyu elde edilmesi
- *Konutların ısıtılması
- *Fabrika v.b. toplam hacimlerin yüksek olduğu alanlarda sıcak su ihtiyacı

- *Seraların ısıtılması
- *Tarım ürünlerinin kurutulması
- *Yüzme havuzu ısıtılması
- *Güneş ocak ve fırınlarında değerlendirilmesi
- *Deniz suyundan tatlı su elde edilmesi
- *PV Sistemlerde kullanılmaktadır.

Güneş enerjisi uygulamalarında en uygun ticari kullanımlardan biri olan güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemleri kollektör, ısı transfer akışkanı, depo, bağlantı elemanları ve diğer yardımcı donanımlarla oluşmaktadır. Tek veya iki depolama tanklı direkt/ indirekt güneş enerjili sistemler, geri boşaltmalı güneş enerjili sistemler, çalışma akışkanı soğutkan olan sistemler, pasif faz değişimli sistemler gibi tasarımlar geliştirilmiş uygulamaya alınmıştır[25].

Güneş açıları:

Yeryüzündeki bir N noktasına gelen direkt güneş ışını doğrultusu eğer o yerin enlemi (e), saat açısı (h) ve güneşin deklinasyon açısı (d) biliniyorsa tayin edilebilmektedir. Bu açılar esas güneş açıları olarak tanımlanmaktadır.

Enlem açısı (e) : Göz önüne alınan yeri (N) dünya merkezine (M) birleştiren doğrunun dünyanın ekvator düzlemiyle yaptığı açıdır. Ekvatordan itibaren kuzeye doğru (+) işareti ve güneye doğru (-) işareti ile ölçülür. Bu kuzey kutbu için +90 (K), güney kutbu için -90 (G) olmaktadır.

Saat açısı (h) : Göz önüne alınan yerin boylamı ile güneşin dünya merkezine birleştiren doğrunun yani güneş ışınlarını belirttiği boylam (güneş boylamı denilebilir) arasındaki açıdır. Saat açısı, güneş boylamını göz önüne alınan yerin boylamı ile aynı olduğu “güneş öğlesi”nden itibaren ölçülür. Öğleden önceleri (-), öğleden sonraları (+) işareti alınır. Bilindiği gibi her 15° saat açısı boylam farkı zaman olarak bir saate karşılık gelmektedir.

Deklinasyon açısı (d) : Güneş ışınlarının ekvator düzlemi ile yaptığı açıdır. Bu açı dünyanın dönme eksenini yörünge düzlemine normali ile yaptığı açı 23°-27°'lik açıdan ileri gelir.

Ekinoks noktalarında (21 mart ilkbahar ekinoksu (K), 22 eylül sonbahar ekinoksu (K)) deklinasyon açısı 0° olur ve gündönümü noktalarında (21 haziran yaz gündönümünde 23,45° ve 22 aralık kış gündönümünde -23,45°) mutlak değerce maksimum olur. Dünyanın güneş etrafında dönmesi 1 yılda (365 günde) tamamlandığından deklinasyon açısı aynı bir günde seneden seneye çok az değişirse de pratik olarak belirli bir günde sabit kabul edilebilmektedir.

Deklinasyon açısı n 1 Ocaktan itibaren gün sayısı olmak üzere:

$$d = 23,45 \sin (360*(n+284)/365) \text{ ampirik cooper (1969) formülü ile büyük bir doğrulukla bulunabilir.} \quad (4.17)$$

Lunde (1980) ise bir önceki denklem yerine ,

$$d = 23,45 \sin (360*(n-80)/370) \text{ denklemi ile daha doğru hesaplanacağını ileri sürmektedir.}$$

Yatay veya eğik bir düzleme gelen güneş ışınımının hesaplanmasında düzlem güneş ışınlarının doğrultusu ile ilgili açılardan yararlanılır. Zenit açısı (z), güneş yükseklik açısı (y), güneş azimut açısı (azm) gibi açılar türetilen güneş açıları denilir [25].

Zenit açısı (z) : Direkt güneş ışınlarının (güneş doğrultusunun) yatay düzlemin normali ile yaptığı açıdır. Diğer bir deyişle güneş ışınlarının yatay düzleme geliş açısıdır. Yatay düzleme güneş ışınları dik geldiği zaman $z = 0^\circ$ 'dir ve güneşin doğuşunda ve batışında $z = 90$ olur.

Güneş yükseklik açısı (y) : Direkt güneş ışınlarının yatay düzlemle yaptığı açıdır. Açıkça görüldüğü gibi yükseklik açısı zenit açısını 90°'a tamamlar, böylece $\sin y = \cos z$ olur.

Güneş azimut açısı (azm) : Güneş doğrultusunun tam bilinmesi için kutupsal koordinat sisteminde azimut açısına da ihtiyaç duyulmaktadır. Güneş ışınlarının kuzeye göre saat dönüş yönünde sapmasını gösteren açıdır. Böylece yatay koordinat sisteminde zenit açısı ile güneş doğrultusu tayin edilebilir. Bu bakımdan bu açıların esas güneş açıları cinsinden bilinmesi gereklidir.

$\cos z = \cos d * \cos e * \cos h + \sin d * \sin e$ olarak elde edilir.

Güneş azimut açısının bulunmasında küresel üçgenlerin kullanılması uygun olmaktadır. Böylece:

$\cos azm = \cos d * \sin e * \cos h - \sin d * \cos e / \cos y$ veya trigonometrik bağıntıları kullanarak,

$\sin azm = \sec y * \cos d * \sin h$ bulunur. Azimut açısının maksimum mutlak değeri güneş doğuşunda ve batışında deklinasyon açısına bağlı olarak 900 civarında 900'den büyük veya küçük olabilir. Doğru değer bulunmasına ve işaretine dikkat edilmelidir[25].

Güneş kollektörleri:

Kollektörlerden aşağıdaki özellikler beklenir:

1. Yüksek verimlilik
2. Uzun ömür
3. Ucuz fiyat, kolay montaj

Bir kollektörün verimliliği, topladığı kullanılabilir enerji miktarının üzerine düşen enerji miktarına oranı olarak tanımlanmaktadır. Tanıma göre verim;

$\text{Verim} = [\text{Kollektörün topladığı kullanılabilir enerji miktarı}] / [\text{Kollektör üzerine düşen enerji miktarı}]$

Verimli bir kollektör aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır.

1. Üzerine düşen güneş enerji miktarının çoğunu absorbe edebilmelidir.
2. Kollektörlerden çevreye olan ısı kaybı en düşük düzeyde olmalıdır.
3. Absorbe ettiği enerjiyi içindeki ısı taşıyıcı akışkana yüksek bir verimlilikle geçirebilmelidir.

Kollektörlerin uzun ömürlü olabilmeleri için;

1. Çok soğuk iklim şartlarına dayanabilmeleri,
2. Günlük sıcaklık değişimlerinde olabilecek iç ısı gerilmelerden zarar görmemeleri,
3. Güneş radyasyonundaki sürekli mor ötesi ışın bombardımanından etkilenmemeli,
4. İçlerindeki ısı taşıyıcı akışkan ile diğer kaynaklardan oluşabilecek korozyona karşı dayanıklı olmaları gerekir[26].

Güneş İzleyiciler ve Verim:

Kollektörün yerleştiriliş açısı verimi etkileyen önemli bir unsurdur. Güneş enerjisinin modül düzlemine geldiği açının dik olması istenir. Ancak bu durumda iken ışık en az yansımaya hücre içerisine girerek en yüksek verim elde edilir. Fakat, güneş ışığı gün boyunca değişik açılarla gelmesi sebebi ile sabit olarak montaj edilen modüllerde bu verim çoğunlukla sağlanamamaktadır. Pratikte kollektörün konumunda ideal açının tayini bulunan enleme göre yapılabilir. Buna göre kış için enlem $+15^\circ$, yaz için enlem -15° alınabilir. Ancak ortalama bir değer oluşturulması yönünden enlem açısı tercih edilebilir[27].

Güneş kollektörlerinin verimi yapısı ile doğrudan bağlantılıdır. En önemli nokta tüm kollektör kayıplarının en aza indirgenmesiyle oluşturulmasıdır. Genel olarak incelendiğinde bir kollektöre gelen ışınımın faydalı enerji haline dönüşene kadar uğradığı kayıplar iki ana başlık altında toplanmaktadır:

Yansıma kaybı: Camın ve absorber plakanın özelliğine bağlıdır.

Normal camda yansıma kaybı % 30, mat siyah boyalı yüzeylerde bu kayıp % 82'nin üzerindedir. Bu durumda toplam kazanç %12'de kalmaktadır.

Isı kaybı: Konveksiyon, sıcak yüzey ısıması (radyasyon) ve iletim yolu ile oluşur.

Verimle ilgili kavramlar:

Verim derecesi η : Kollektör üzerine düşen ışığın ne kadarının faydalı enerjiye çevrildiğini göstermektedir.

Sıcaklık farkı ΔT : Kollektörde taşınan akışkanın ortalama sıcaklığı ile dış ortam sıcaklığı arasındaki farktır. Bu farkın sıfır olması, dış hava sıcaklığının kollektörde taşınan suyun ortalama sıcaklığına eşit olduğunu gösterir ki bu da ısı kaybı yok demektir. Buna teorik olarak maksimum verim derecesi η_0 denir.

Maksimum verim derecesi η_0 : Kollektör ısı kaybı sıfır ise, yani akışkan ortalama sıcaklığı ile dış ortam sıcaklığı arası fark 0°C ise oluşur. Verimi etkileyen faktörler camın ışık geçirgenlik derecesi ile absorber plakanın yutma oranı bu durumdaki η verim noktasını oluşturur. Buna “optik verim” adı verilir[25].

Isı Kaybı Ölçüsü,

Lineer kayıp ($\mu_0 = W/m^2K$) : Yüzey alanı ile oluşan sıcaklık farkı belirleyici faktördür. Buna diğer bir şekilde “k” değeri olarak da tanımlanmaktadır.

Üssel kayıp ($\mu_1 = W/m^2K$): Lineer kaybın üzerine bir de üssel kayıp oranı kavramı eklenir. Bu geçerli verim derecesi eğrisinden elde edilir ve ısımanın etkisi ile lineer olmayan bir ısı kaybı faktörü ortaya çıkmaktadır.

$\mu_0 + \mu_1 =$ Kollektörün toplam ısı kaybı

Işıma şiddeti (W/m^2): Birim alana düşen ışıma şiddeti tarafından oluşturulan enerjiyi belirler.

Bağlantı Şekilleri:

Kollektörlerin bağlantı şekilleri aşağıda açıklanmıştır:

Seri Bağlama: Bu bağlantı tarzında tüm kollektörlerde eşit debide su dolaşır ancak ısıyı yeterli miktarda taşıyabilmek için debi kollektör sayısına bağlı olarak artırılmalıdır. Bu durumda toplam direnç tekil kollektör dirençlerine doğrudan bağlı bir halde eksponansiyel olarak artmaktadır.

Paralel Bağlama: Küçük ve orta büyüklükteki tesisler için uygundur. Bu sistemde tüm yutucu plakaların bağlandığı biri aşağıdan dağıtmaya, diğeri yukarıdan toplamaya yarayan boru hattı mevcuttur. Akışkan debisinin tüm yutucu plakalarda eşit tarzda olması için dağıtma ve toplama borularının çapı büyük seçilmeli (düşük direnç için) ve ayrıca bu hattan kollektöre alınan bransmanlar eşit uzunlukta ve yutucu plakaya çapraz bağlı olmalıdır. Bu durumda dikkat edilecek husus tüm kollektörlerin bağlantı noktalarının tüm kollektör tarlasında eşit uzunlukta olmasının sağlanmasıdır (Tichelmann Sistemi). Ancak paralel bağlı plakalarda orta plakalardaki debi her iki baştakine göre daha düşüktür. Bu sorun tüm paralel bağlı sistemlerde yaşanmaktadır. Genel olarak akışkan debisindeki bu farklılığı mümkün derece düşük tutmak için dağıtım ve toplama hatlarındaki boru direncinin bransmanlardaki dirence göre daha düşük olmasını sağlamak gereklidir[25].

Seri-Paralel Bağlama: Seri ve paralel bağlama sistemlerinden oluşan bir bileşke sistemidir. Büyük tesislerde kullanılması uygundur. Hem seri hem de paralel bağlamanın avantajlarını içerir. Seri bağlantıda mevcut her bir bransmandaki direnç o şekilde hesaplanabilir ki, dağıtım ve toplama borularındaki seri bağlantıda mevcut her bir bransmanın direncinin dağıtım ve toplama boru hatlarındaki dirençten daha büyük olacak şekilde hesaplanması mümkündür. Böylelikle bir taraftan eşit debi sağlanırken diğer tarafta kabul edilebilir bir direnç dengesi oluşturulabilir[25].

Güneş enerjisi ile su ısıtma yöntemleri:

Güneş enerjili sistemlerin en ekonomik ve en yaygın olanlarının başında sıcak su sistemleri gelir. Genellikle çatının güney yönüne konulan düz toplayıcılarla yıllık sıcak su ihtiyacının %60-75'i güneş enerjisinden karşılanmaktadır.

Sıcak su sistemlerinde güneş enerjisinden yaygın şekilde faydalanılmasının sebeplerinden bazıları aşağıda belirtilmiştir.

1. Sıcak su ihtiyacı için gerekli enerjinin yıl içinde aylara göre değişimi çok azdır. Kurulan tesisattan her ay yararlanılmaktadır.
2. Enerji ihtiyacının az ve gerekli sıcaklığın düşük olması sebebiyle büyük toplayıcı yüzey alanına gerek duyulmaz. Dolayısıyla toplayıcıların yerleştirilmesi problem olmaz.
3. Sistemin yapılması kolay yardımcı elemanların az ve gerektiğinde belli bir süre güneşin durumuna göre beklenebilir olmasıdır[28].

Güneş enerjisi kullanımının avantajları,

- Bol ve tükenmeyen tek enerji kaynağıdır.
- Duman, karbon monoksit, kükürt ve radyasyon atığı içermeyen temiz enerjidir.
- Enerjiye gereksinim duyulan her yerde kullanılabilir.
- Yurtdışına bağımlı olmadığı için ekonomik ve politik krizlerden etkilenmez.
- İşletme masrafları çok azdır.
- Çeşitli uygulamalar için farklı çözümler üretmek mümkündür. (Kazan destekli veya desteksiz sıcak kullanım suyu üretimi, ısıtma sistemine destek verme, enerji depolama, güneş pilleri).

Sistem:

Su ile ısı enerji depolanması;

Hissedilir ısı depolanmasında en yaygın kullanılan maddelerden birisi sudur. Su ile hissedilir ısı depolanmasının çok sayıda avantajı vardır.

- Su, ucuzdur ve kolay temin edilebilir.
- Toksitlenme ve alevlenme özelliği yoktur.
- Fiziksel, kimyasal ve termodinamik özellikleri iyi bilinmektedir.
- Enerji depolanmasında faydalanılırken aynı zamanda enerji toplayıcı akışkan olarak da kullanılabilir.
- Isı depolama özelliği iyidir. (hacimsel özgül ısısı büyüktür)
- Isıtma ve soğutma sistemleri için gerekli sıcaklık aralığında kararlı bir sıvı buhar dengesine sahiptir.
- Isı geçişi ve akışkan dinamiği iyi bilinmektedir.
- Korozyon etkisini azaltan inhibitör teknolojisi gelişmiştir.

Isı Taşıyıcı Akışkan: Kapalı devre sistemlerde kullanılan akışkanın özellikleri toplayıcı verimine ve sistemin boyutlarına tesir eder. Genel olarak düz toplayıcılarda dolaştırılan akışkanın, a) Donma sıcaklığı düşük ($\cong -40^{\circ}\text{C}$) kaynama sıcaklığı yüksek ($\cong 200^{\circ}\text{C}$), b) Donma ve kaynama sıcaklıkları aralığında kimyasal kararlı, c) Özgül ısısı ve ısı iletim katsayısı yüksek, viskozitesi düşük, ç) Yanma ve parlama sıcaklığı yüksek, d) Korozyon değil, e) Zehirleyici ve kokulu değil, f) Yüksek sıcaklıklarda doyma basıncı düşük, g) Ucuz ve kolay temin edilebilir olmalıdır. Güneş enerjili sıcak su hazırlama sistemlerinde su; kolaylıkla bulunabilen, ucuz, özgül ısısı yüksek, viskozitesi düşük bir akışkandır ve özelliklerinin uygun olması nedeniyle en yaygın kullanılan ısı transfer akışkanıdır. Ancak donma ve kaynama sıcaklıkları düşük olmasının yanında korozyonda yapabilir. Bu sebeple, inhibitör ilaveli antifriz kullanılarak korozyon önlenir ve devamında donma sıcaklığı düşürülebilmektedir.

Montaj:

- Güneş enerjisi panelleri güneye bakacak şekilde monte edilmelidir. Panellerin eğimi bulunulan enlem derecesi $\pm 15^\circ$ olmalıdır. Bu limitlerin dışındaki montajlar sistemin verimini düşürür.
- Kapalı devre sistemlerde sistemdeki havanın alınması, sistemin doldurulması ya da boşaltılması için gerekli elemanlar (otomatik purjör vb.) kullanılmalıdır.
- Belli metrelerden daha yüksek özellikle 40 metreden fazla düz olarak devam eden bağlantılarda boru genişlemelerinin yol açacağı gerilme ve hasarları önleyecek şekilde genişlemeli bağlantı kullanılmalıdır.
- Montaj alanlarında çatı üzerinde montaj için açılmış olan delikler (saplama yuvaları vb.) yağmura karşı izole edilmelidir.
- Sistemde bulunan tüm borular ısı kayıplarına karşı izole edilmelidir. Boyler-kollektör arası uzun boru hatları ısı kayıplarını arttıracığından belli metrelerden daha yüksek özellikle 40 metrenin üzerindeki bağlantılarda standarttan daha kalın izolasyon kullanılmalıdır. İzolasyon fittinglerde ve boru taşıyıcılarında kesilmemelidir.
- Pompa, depolama tankı gibi sistem elemanları zaman zaman bakım gerektirebileceğinden ulaşımı kolay noktalara monte edilmelidir.
- Çatı taşıma yükü oldukça önemlidir. Çatı üstü montaj yapılırken çatının kollektörlerden gelecek ilave yükleri taşıyıp taşıyamayacağı dikkatle incelenmelidir.
- Sistem, çalışma basıncının 1,5 katı kadar bir basınçla 1 saat boyunca test edilmelidir.
- Sistemde kullanılacak farklı metaller arası korozyonun önlenmesi için uygun bir inhibitör kullanılmalıdır.

Sistemin devreye alınmasında dikkat edilecek hususlar:

- Sistem suyu doldurulduktan sonra kısa bir süre sirkülasyon pompası çalıştırılarak suyun birkaç kez devri sağlanır. Sonra su tamamen boşaltılır. Bu sistemin varsa imalat kirlerinden arındırılması ve daha sağlıklı işlemesi yönünden önemlidir.

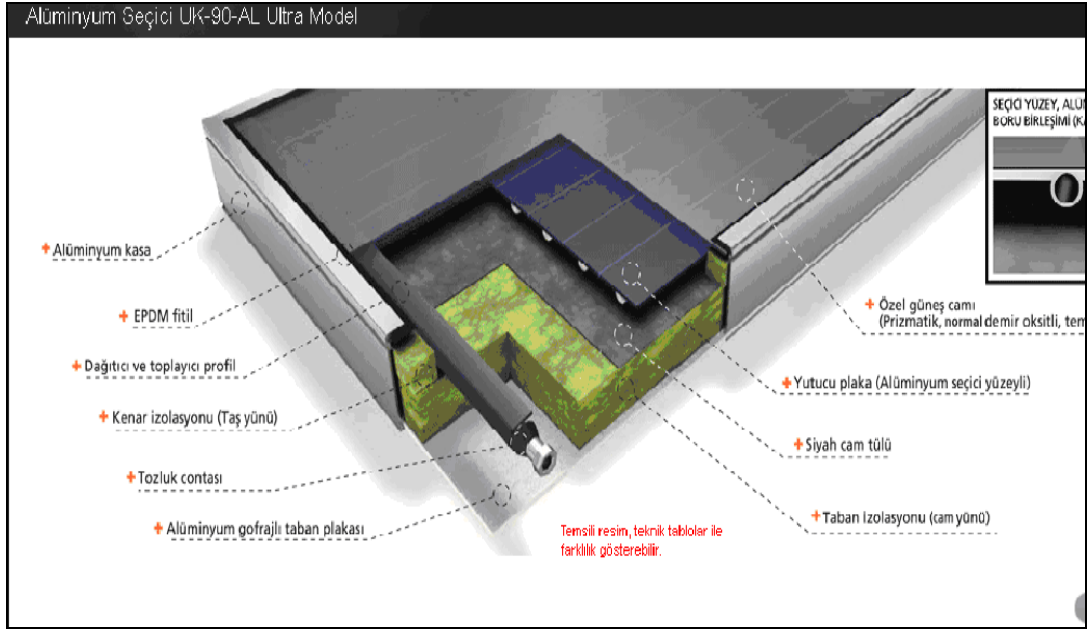
- Yeniden su dolumu yapılır. Bu yapılırken basıncın normalden 1-1.5 bar yüksek olmasına dikkat edilmelidir. Su tam anlamı ile dolunca kollektör bölgesinden ve boylerden hava alma işlemi yapılır ve sistem devreye alınır.
- Sisteme gelişigüzel pH ayarlayıcılar ve diğer katkı maddeleri ilave edilmemelidir. Sistemin sağlıklı çalışması için pH değerinin 6,5-8 arasında olması gereklidir.
- Güneş enerjisi sistemi kuruluş esaslarının belirlendiği standartlara, genel kurallara, montaj kılavuzunda ve teknik kataloglarda belirtilen kullanım şartlarına göre uzman kişilerce kurulmalı ve devreye alınmalıdır[25].

Kollektör seçimi:

Seçilen kollektör: "SOLARTEK"

Seçilen kollektör modeli: UK-90-AL-238

Güneş kollektörü kavramını aşan sadece ışıkla çalışabilen bir kollektördür. Solartek; yeni nesil güneş kollektörlerinin başarılı bir örneğidir. Güneş ışığının sıcaklık etkisi yerine ışığın ısıya dönüşme boyutunda enerji üretebilen bu nedenle karlı bölgelerden sıcak bölgelere kadar uzanan geniş bir yelpazede kullanabilecek bir kollektördür. Tüm proje kurumları tarafından başarılı bulunan, kalite, verimlilik ve güvenilirlik esaslarına dayanan Solartek, çevreyi korumakta ve kullanıcıya önemli bir tasarruf sağlamaktadır[29].



Şekil 4.15. Alüminyum seçici yüzeyli UK-90-AL-238 düzlemsel kollektör [29].

Çizelge 4.9. Alüminyum seçici yüzeyli UK-90-AL-238 düzlemsel kollektör teknik özellikleri [30].

Ürün Tanımı	Birim	UK-90-AL-238
Kasa Brüt Yüzeyi	m ²	2,38
Yutucu Net Yüzeyi	m ²	2,14
Açıklık Yüzeyi	m ²	2,31
Kasa Uzunluğu	mm	2 020
Kasa Genişliği	mm	1 180
Kasa Kalınlığı	mm	90
Kollektör Ağırlığı	kg.	50
Optik Verim $\eta^{\circ} A$	%	83,1
Işın Yutma Katsayısı	%	95±2
Işın Yansıtma Katsayısı	%	15±2
Yutucu Yüzey Tipi		ALNİOx Seçici Yüzey
Taşıyıcı Boru Sayısı	adet	14
Taşıyıcı Boru Ölçüleri	mm.	Dış Çap: 12,5-İç Çap: 8,5-Et Kalınlığı: 2,0
Toplayıcı Boru Ölçüleri	mm.	Dış Çap: 23,0-İç Çap: 19,0-Et Kalınlığı: 2,0
Cam Özellikleri		4 mm., düşük demirli, temperli, prizma desenli
İzolasyon Özellikleri		50 mm., taşyünü (yoğunluk: 40kg/m ³)
Sıvı Akışkan Miktarı	litre	2,19
Durgunluk Sıcaklığı	° C	191
Maksimum İşletme Basıncı	bar	10
Bağlantı		3/4" Dış dişli

Türk Traktör Fabrikası'nda Güneş Enerjisinden Yararlanarak Atölyelerdeki Sıcak Su İhtiyacının Karşılanması İçin Hazırlanan Çalışmaların Maliyet Analizi:

Fabrika bünyesinde bulunan 4 adet atölyenin sıcak su ihtiyacını tüm yıl karşılayacak sistemin hesabı aşağıda ayrıntıları ile verilmiştir. Amaç kızgın su kazanlarından elde edilen sıcak su yerine yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisinden yararlanarak atölyelerde ihtiyaç olan temizlik, yıkama, banyo v.b. ihtiyaçları için sıcak su elde edilmesidir. Bu sistemin ekonomik olup/olmadığı, sistemin enerji kazancı, geri dönüşüm süresi v.s. hesaplamaları yapılarak aşağıda açıklanmıştır.

Çizelge 4.10. Atölye-1 teknik özellikleri [9].

Atölye-1 Boyutları	Kişi sayısı	600			
	Uzunluk	180 m			
	Genişlik	120 m			
	Yükseklik	10 m			
Kollektör Montaj Alanı		Çatı Yüğü	Uzunluk [m]	Genişlik [m]	Kuzey +/- [°]
	Düz çatı tepesi	Taşınabilir	180 m	120 m	39 °
	Yerde		X m	X m	X °
Enerji Maliyetleri	Para Birimi				
	Elektrik	0,075	€/kWh		
	Doğal Gaz	0,682858	TL/m ³		
Coğrafi Pozisyon	Yer	Rakım: 850 m			
	Boylam	Doğu 32°			
	Enlem	Kuzey 39°			
Sıcak Su	Günlük Talep	8 lt/gün-kişi			
	Gerekli Sıcaklık	50 °C			

Atölye-1; Fabrikanın üretim atölyesi olup traktör elemanlarının (gövde, dişli kutusu, diferansiyel takımı, şase) montajının yapıldığı yerdir. Kendi bünyesinde 600 kişi çalışmaktadır.

Çizelge 4.11. Atölye-2 teknik özellikleri [9].

Atölye-2 Boyutları	Kişi sayısı	50			
	Uzunluk	42 m			
	Genişlik	23 m			
	Yükseklik	10 m			
Kollektör Montaj Alanı		Çatı Yüğü	Uzunluk [m]	Genişlik [m]	Kuzey +/- [°]
	Düz çatı tepesi	Taşınabilir	42m	23 m	39 °
	Yerde		X m	X m	X °
Enerji Maliyetleri	Para Birimi				
	Elektrik	0,075	€/kWh		
	Doğal Gaz	0,682858	TL/m ³		
Coğrafi Pozisyon	Yer	Rakım: 850 m			
	Boylam	Doğu 32°			
	Enlem	Kuzey 39°			
Sıcak Su	Günlük Talep	8 lt/gün-kişi			
	Gerekli Sıcaklık	50 °C			

Atölye-2;

Fabrikanın takım imal atölyesi olup kendi bünyesinde 50 kişi çalışmaktadır.

Çizelge 4.12. Atölye-3 teknik özellikleri [9].

Atölye-3 Boyutları	Kişi sayısı	200			
	Uzunluk	96 m			
	Genişlik	96 m			
	Yükseklik	10 m			
Kollektör Montaj Alanı		Çatı Yüğü	Uzunluk [m]	Genişlik [m]	Kuzey +/- [°]
	Düz çatı tepesi	Taşınabilir	96m	96 m	39 °
	Yerde		X m	X m	X °
Enerji Maliyetleri	Para Birimi				
	Elektrik	0,075	€/kWh		
	Doğal Gaz	0,682858	TL/m ³		
Coğrafi Pozisyon	Yer	Rakım: 850 m			
	Boylam	Doğu 32°			
	Enlem	Kuzey 39°			
Sıcak Su	Günlük Talep	8 lt/gün-kişi			
	Gerekli Sıcaklık	50 °C			

Atölye-3;

Fabrikanın montaj atölyesi olup kendi bünyesinde 200 kişi çalışmaktadır.

Çizelge 4.13. Atölye-4 teknik özellikleri [9].

Atölye-4 Boyutları	Kişi sayısı	30			
	Uzunluk	60 m			
	Genişlik	50 m			
	Yükseklik	10 m			
Kollektör Montaj Alanı		Çatı Yüğü	Uzunluk [m]	Genişlik [m]	Kuzey +/- [°]
	Düz çatı tepesi	Taşınabilir	60m	50 m	39 °
	Yerde		X m	X m	X °
Enerji Maliyetleri	Para Birimi				
	Elektrik	0,075	€/kWh		
	Doğal Gaz	0,682858	TL/m ³		
Coğrafi Pozisyon	Yer	Rakım: 850 m			
	Boylam	Doğu 32°			
	Enlem	Kuzey 39°			
Sıcak Su	Günlük Talep	8 lt/gün-kişi			
	Gerekli Sıcaklık	50°C			

Atölye-4;

Fabrikanın boyahane atölyesi olup kendi bünyesinde 30 kişi çalışmaktadır.

- (8): Termometre
- (9): Vanalar
- (10): Kollektör Sistemini Doldurma Musluğu
- (11): Üç Yollu Vana
- (12): Boiler
- (13): Kollektör Hattı Eşanjörü
- (14): Kollektör Sistemini Boşaltma Musluğu
- (15): Şebeke Su Girişi
- (16): Maksimum Boiler Sıcaklık Ölçeri
- (17): Kullanım Suyu
- (18): SLC 2000 Sistem Kontrol Paneli
- (19): Boiler Sıcaklık Ölçeri
- (20): Kollektör Sıcaklık Sensörü (20 nolu madde)

3. Projenin yapıldığı yer : Türk Traktör Fabrikası-ANKARA

4. Ankara Türk Traktör Fabrikası'nın enlem derecesi 39° 56'

5. Toplayıcı eğim açısı S = 37°

6. Kollektörün bulunduğu yer : Çatı

7. En yakın meteoroloji istasyonu : ANKARA

8. Deklinasyon açısı (d):

$$d = 23,45 * \sin (360 * (365 + 284) / 365) = -23,09$$

9. Güneş yükseklik açısı (y):

$$\sin y = \cos d * \cos e * \cos h + \sin d * \sin e \quad (4.18)$$

h = 45° (öğleden sonra saat 3:00 için saat açısı)

e: enlem derecesi 39° 56'=39,8°

$$\sin y = \cos (-23,09) * \cos (39,8) * \cos (45) + \sin (-23,09) * \sin (39,8)$$

$$\sin y = 0,247$$

$$y = 14,32^\circ$$

10. Azimut açısı (a_g)

$$\cos(a_g) = (\cos d * \sin e * \cos h - \sin d * \cos e) / \cos y \quad (4.19)$$

$$\cos(a_g) = (\cos(-23,09) * \sin(39,8) * \cos(45) - \sin(-23,09) * \cos(39,8)) / \cos(14,32)$$

$$\cos(a_g) = 0,739$$

$$(a_g) = 42,3^\circ \text{ güneybatı yönünde[25].}$$

Çizelge 4.14. Güneş kolektörleri için Q_{yatay} ısı tablosu [19].

YER	ENLEM	YAZ AYLARI	TÜM YIL
ADANA	36,59	4 890	3 255
ANKARA	39,57	4 793	3 085
ANTALYA	36,53	4 817	3 279
BURSA	40,11	4 313	2 696
DİYARBAKIR	37,55	5 267	3 432
ERZURUM	39,55	4 757	3 178
İSTANBUL	40,59	4 480	2 774
GAZİANTEP	37,05	5 053	3 407
İZMİR	38,24	4 717	3 089
KAYSERİ	38,43	4 733	3 116
KONYA	37,52	4 613	3 122
TRABZON	41,00	3 477	2 385

Çizelge 4.15. Toprağın sıcaklık tablosu [19].

YER	YAZ AYLARI	TÜM YIL
ADANA	26,7	21,2
ANKARA	20,6	14,6
ANTALYA	26,3	20,5
BURSA	23,7	16,5
DİYARBAKIR	24,9	18,7
ERZURUM	8,9	5,3
İSTANBUL	21,3	16
GAZİANTEP	29	20,9
İZMİR	23,2	16,9
KAYSERİ	20,8	14,3
KONYA	19,8	14,1
TRABZON	20,2	15,6

11. Ankara'nın bütün yıl için : Yatay yüzeye gelen toplam güneş ışıınımı ortalaması

$Q_{\text{yatay}} = 3085 \text{ kcal/m}^2\text{gün}$ (Çizelge 4.14).

12. Sıcak su hazırlanması için gereken ısı :

$$Q_d = M_w * C * \Delta T \quad , \quad \Delta T = (T_w - T_F) \quad (4.20)$$

M_w : Isıtılacak su miktarı (kişi * günlük kişi başına sıcak su tüketimi)

$$M_w = 880 * 8 = 7\,040 \text{ lt/gün} = 7\,040 \text{ kg/gün}$$

C : Suyun özgül ısısı = 1 kcal/kg°C

T_w : Erişilmesi istenen su sıcaklığı 50°C

T_F : Tüm yıl için, şebeke suyu sıcaklığı (1 m derinlikte toprak sıcaklığı olarak alınır.)

$$T_F = T_{\text{Toprak}} - 5 \text{ °C} [19]$$

$$T_F = 14,6 \text{ °C} - 5 \text{ °C}$$

$$T_F = 9,6 \text{ °C}$$

Toplam ısıtılacak su miktarı:

$$Q_d = M_w * C * (T_w - T_F) \text{ kcal/gün} \quad (4.20)$$

$$Q_d = 7\,040 \text{ kg/gün} * 1 \text{ kcal/kg°C} * (50\text{°C} - 9,6\text{°C})$$

$$Q_d = 284\,416 \text{ kcal/gün}$$

13. Eğik toplayıcı yüzey için dönüşüm faktörü :

$$R = \cos(\psi - S) / \cos\psi \quad [25]. \quad (4.21)$$

$$\psi = 39^\circ 56' \quad S = 37^\circ$$

$$R = \cos(39,8 - 37) / \cos(39,8)$$

$$R = 1,299$$

14. Eğik toplayıcı yüzeyine gelen ışınlam ortalaması Q_k 'yi bulalım.

$$Q_k = Q_{\text{tyatay}} * R \quad (4.22)$$

$$Q_k = 3\,085 \text{ kcal/m}^2\text{gün} * 1,299$$

$$Q_k = 4\,007,42 \text{ kcal/m}^2\text{gün}$$

15. En uygun toplayıcı verimi $\eta_k = 0,75$ (%95 absorbasyonlu cam, TÜBİTAK M.A.M. rapor no: EN9804-1)[31].

16. Toplayıcı dışında sistemin ortalama verimi $\eta_m = 0,83$ (Tüm yıl için “Solartek”)

17. Yararlı ısı Q_N 'i bulalım, $Q_k = 4\,007,42 \text{ kcal/m}^2\text{gün}$, $\eta_k = 0,75$, $\eta_m = 0,83$

$$Q_N = Q_k * \eta_k * \eta_m = 4007,42 \text{ kcal/m}^2\text{gün} * 0,75 * 0,83 = 2494,62 \text{ kcal/m}^2\text{gün}$$

18. Gerekli toplayıcı (kollektör) alanı A_k 'yi hesaplayalım,

$$Q_d = 284\,416 \text{ kcal/gün} \quad Q_N = 2\,494,62 \text{ kcal/m}^2\text{gün}$$

$$A_k = Q_d / Q_N = 284\,416 \text{ kcal/gün} / 2\,494,62 \text{ kcal/m}^2\text{gün} = 114,01 \text{ m}^2$$

19. Kollektör sayısını bulalım, [25].

K.S. : Kollektör Sayısı

K.Y.A. : Kollektör yüzey alanı (2020mm*1 180 mm seçilen kollektör)

$$KS = A_k / K.Y.A. = 114,01 \text{ m}^2 / 2,40 \text{ m}^2 \approx 48 \text{ adet kollektör}$$

20. Sıcak su deposu hacmi:

$$V = B_1 * A_k \quad B_1 = 0,06 \text{ alınabilir.} \quad (4.23)$$

$$V = 0,06 * 114,01 = 6,8406 \text{ m}^3 = 6\ 840,6 \text{ lt} \approx 6\ 850 \text{ lt}$$

21. Pompa debisinin ve gücünün hesaplanması:

a) Pompanın Debisi: Pompanın debisi kollektörlerin 1 m^2 yüzeyinden saatte 60-80 lt suyu devrettirecek kapasitede seçilebilir.

b) Pompanın Gücü: Pompanın gücünü etkileyen başlıca faktörler;

*Kollektörlerle depolama tankı arasındaki yükseklik (m),

*Pompanın debisi (lt/sn)

*Kritik devredeki kollektör, boru ve bağlantı elemanlarındaki sürtünme kayıpları (mSS)

Bu faktörlere bağlı olarak pompanın gücü aşağıdaki eşitlikten bulunur[25].

$$N = \frac{H_m \times Q_p \times g}{\eta} \text{ Watt} \quad (4.24)$$

N : Pompanın gücü (watt)

H_m : Toplam manometrik yükseklik (mSS)

Toplam manometrik yükseklik, depolama tankı ile kritik devredeki kollektör arasındaki yükseklik ve sürtünme kayıplarının toplamıdır. Kritik devredeki sürtünme kayıpları toplam yüksekliğin %10-15'i alınabilir.

Q_p : Pompa debisi (lt/sn)

g : Yerçekimi ivmesi

η : Pompa verimi (%70-80 alınabilir.)

Kollektörlerin Yüzey Alanı: $114,01 \text{ m}^2$

Pompa Debisi(Q_p) = $80 * 114,01 = 9\ 120,8 \text{ lt/h} = 9\ 120 / 3\ 600 = 2,53 \text{ lt/sn}$

Toplam manometrik yükseklik (H_m) = $15 + (15 * 0,15) = 17,25 \text{ mSS}$

(boru sürtünme dirençleri toplam yüksekliğin %15'i alınmıştır)[25].

Bu değerlere göre pompanın gücü (N):

$$N = \frac{H_m \times Q_p \times g}{\eta} = [17,25 * 2,53 * 9,81] / 0,70 = 611 \text{ Watt}$$

22. Ana boruların çapları (d):

$$d = 60 * Q_p^{0.4} = 60 * (2,53)^{0.4} = 86,97 \text{ mm} \sim 87 \text{ mm}$$

$d = 87 \text{ mm}$ (3,5”) alınmıştır.

23. Depolama Tankı Hacmi:

$$V_{de} = \frac{M (T_k - T_s)}{(T_{\ddot{u}} - T_k) + (T_k - T_s)} \text{ . litre} \quad (4.25)$$

V_{de} : Depolama tankının hacmi (litre)

M : (T_k) sıcaklığında kullanma sıcak suyu ihtiyacı (lt/gün)

T_k : Kullanma suyu sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)

T_{t_s} : Şebeke suyu sıcaklığı ($^{\circ}\text{C}$)

$T_{\ddot{u}}$: Suyun depolama tankında yükseldiği üst sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$). Bu sıcaklık 70°C kabul edilebilir.

M : $7\ 040 \text{ kg/gün} = 7\ 040 \text{ litre/gün}$

T_k : 50°C

T_s : $9,6^{\circ}\text{C}$

$T_{\ddot{u}}$: 70°C

$$V_{de} = \frac{7040 (50-9,6)}{(70-50)+(50-9,6)} = 4\ 737,108 \approx 4\ 737 \text{ litre}$$

24. Toplayıcı Yerleştirilmesi:

Büyük sistemlerde, belli bir yüzeye yerleştirilen toplayıcıların birbirini gölgelememeleri için eğimlerine bağlı olarak aralarında belli bir mesafe bırakılmalıdır. Toplayıcıların eğimi S ve uzunluğu L_t ise birbirini gölgelememesi için aralarındaki mesafe;

$$b \geq \frac{\sin (\gamma_{\min} + s) L_t}{\sin \gamma_{\min}} \text{ olmalıdır.} \quad (4.26)$$

Sıcak su sistemleri için senenin ortalama günü esas alınır[25].

$$\gamma_{\min} = (\pi / 2) - e \quad e : \text{Enlem derecesi (Ankara için } 39^\circ 56' \text{)} \quad (4.27)$$

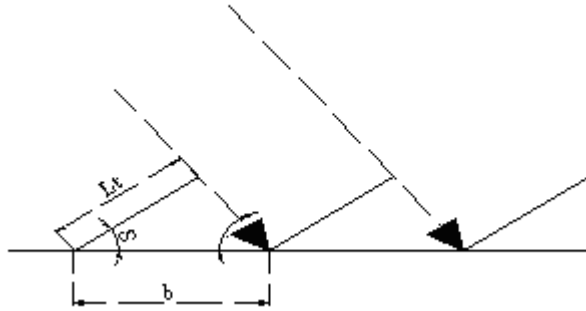
Buradan;

$$b = \sin [(\pi / 2) - e + S] L_t / \sin e = \cos (e - S) L_t / \sin e \quad (4.28)$$

$$b = \cos (39,8 - 37^\circ) 2,020 / \sin (39,8)$$

$$b = 3,15 \text{ m}$$

$$\gamma_{\min} = (\pi / 2) - e = (90^\circ - 39^\circ 56') = 50^\circ 4'$$



$$L_t = 2,02 \quad b = 3,15\text{m.} \quad \text{Min} = 50^\circ \quad S = 37 [25].$$

25. Sistemde kollektörler, büyük tesis olduğu için Seri-Paralel Bağlantı yapılmıştır.

26. Sistemde ısı taşıyıcı akışkan olarak inhibitörlü su kullanılmaktadır.

27. Sıcak su deposu:

Tipi: Silindirik

Malzeme: Paslanmaz çelik sac

Depo Hacmi: 6 840,6 lt

Uygulamada Depo Hacmi 6 850 lt seçilebilir.

Yalıtım: 8 cm cam yünü (Standartlarda 80 mm'den az yalıtım istenmemektedir)

28. Boyler Seçimi:

Boyer seçimi günlük sıcak su tüketimine göre aşağıdaki ampirik formül ile yapılabilir:

$$\text{Boyer Kapasitesi (lt)} = \text{Günlük sıcak su tüketimi} * (\text{istenilen su sıcaklığı} / 60)$$

$$\text{Boyer Kapasitesi (lt)} = 7\,040 \text{ lt/gün} * (50^\circ / 60^\circ)$$

$$\text{Boyer Kapasitesi (lt)} = 5\,843 \text{ lt / gün}$$

Uygulamada Boyler Kapasitesi 6 000 lt/gün seçilebilir.

29. Genleşme Tankı Seçimi:

Kapalı genleşme tankı hacmi kollektör başına 1.5 litre olarak seçilebilir.

Kollektör sayısı 48 olduğuna göre

$$\text{Kapalı genleşme tankı hacmi} : 48 * 1.5 \text{ litre} = 72 \text{ litre}$$

Uygulamada genleşme Tankı 80 lt seçilebilir.

Isıtma tesisatlarında açık genleşme depoları hem yerleşme problemi hem de işletmedeki problemler nedeniyle yerini kapalı genleşme depolarına bırakmaktadırlar. Kapalı genleşme depoları kazan dairelerinde bulunur. Bu durum hem sürekli kontrol edilebilmeyi hem de donmayı önler[25].

Güneş Kollektörü Geri Ödeme Süresi:

Çizelge 4.16. Doğalgaz fiyat ve enerji tablosu [32].

Doğalgaz	
Hacim dönüşüm değeri (kcal/m ³)	9155
Hacim dönüşüm değeri (kW/m ³)	10,64
Verim (%)	90
Fiyat (TL/m ³)	0,682858 TL/m ³

1 kW enerji için gereken doğalgaz maliyeti:

$$(0,682858 \text{ TL/m}^3) / (10,64 \text{ kW/m}^3) * (0,90) = (0,682858) / (9,576) = 0,071 \text{ TL/kW}$$

48 adet kollektör için geri ödeme süresi:

1 günlük sıcak su ihtiyacı için (284 416 kcal/gün) enerjiye ihtiyaç vardır.

Bu da günde 330,491 kWh * 365 gün = 120 629 kWh dır.

1 yılda sağlanacak tasarruf = 120 629 kWh * 0,071 = 8 564 TL

48 adet güneş kollektör seti = 26 167 TL

Pompa maliyeti = 625 TL

Boru maliyeti = 2 000 TL

Boylar maliyeti = 2 150 TL[33].

Depolama tankı maliyeti = 1 000 TL [34].

Toplam maliyet = 31 942 TL

Güneş kollektörü sistemi geri ödeme süresi:

tg: geri ödeme süresi (yıl)

f: yıllık faiz oranı %1

Cp: kar

Ca: maliyet

$$tg = \ln (Cp / (Cp - Ca * f)) / \ln (1 + f) \quad (4.16)$$

$$tg = \ln (8 564 / (8 564 - 31 942 * 0,01)) / \ln (1 + 0,01)$$

$$tg = 3,81 \text{ yıl}[19].$$

4.7. Projelerin Sonuçlarının Değerlendirilmesi:

Tez kapsamında yapılan enerji verimliliği projeleri ile Türk Traktör Fabrikası'nın enerji verimliliği ile ilgili yaptığı projeler aşağıda ayrıntıları ile açıklanmıştır.

Türk Traktör Fabrikası'nın Yaptığı Çalışmalar ve Maliyet Analizi:

Çizelge 4.17. Türk Traktör Fabrikası enerji yönetim birimi'nin enerji verimliliği projeleri ve maliyet analizi

	Türk Traktör Fabrikası'nın Enerji Verimliliği ile İlgili Yaptığı Projeler	Maliyet (TL)	Kazanç (TL/yıl)	Amorti Süresi (yıl)
1	Atölye çıkış kapılarına sıcak hava üfleme perdesi takılması	122 500	45 815	2,7
2	Boyahaneye müstakil kompresör alınması	61 250	24 500	2,5
3	Basıncılı hava kaçaklarının kontrolü için ultrasonik kontrol cihazı alınması ve periyodik kaçak kontrolleri	18 375	4 900	3,75
4	Boyahane brülörlerine yıllık bakım anlaşması yapılması	3 957	6 218	0,6
	Tüm sistemlerin aynı anda uygulandığını varsayarak elde edilecek toplam enerji kazancı ve amortisman süresi	206 082	81 433	3,75

Türk Traktör Fabrikası'nın enerji verimliliğini arttırmak için yaptığı etüt çalışmalarının yıllık enerji kazançları, sistemlerin ilk yatırım maliyetleri ve amortisman süreleri özet olarak Çizelge 4.9'da verilmiştir. 1, 2, 3 ve 4 numaralı projelerin maliyeti ve enerji kazançları enerji yönetimi birimiyle yapılan görüşmeler sonucunda fabrikadan alınmıştır.

Türk Traktör Fabrikası'nda yapılan projelerin sonuçlarını incelediğimizde; en fazla enerji kazancı olan proje atölye çıkış kapılarına sıcak hava üfleme perde takılmasıdır. Bu projenin uygulanması hem işçilerin kışın sıcak ortamda rahat çalışabilmelerini hem de enerji tasarrufunu sağlamıştır.

Fabrika bünyesinde hava kaçaklarını tespit etmek ve kaçak havalardan yararlanmak enerji verimliliği projeleri açısından önemli yer tutmaktadır. Geri ödeme süresi en uzun olan projedir. Bunun nedeni, bu projenin enerji tasarrufunun diğer projelerle

kıyaslandığında düşük olmasına rağmen ilk yatırım maliyeti yüksektir. Bu cihazla periyodik olarak hava kaçakları kontrol edilebilmektedir.

Tez Kapsamında Yapılan Enerji Verimliliği Projeleri ve Maliyet Analizi:

Çizelge 4.18. Enerji verimliliği projeleri ve maliyet analizi

	Enerji Verimliliği ile İlgili Yapılan Projeler	Maliyet (TL)	Kazanç (TL/yıl)	Amorti Süresi (yıl)
1	Kompresörlerin invertörle sürülmesi	15 000	51 636	0,3
2	Üretim atölyesinde radyant ısıtma sistemine geçilmesi	192 418	252 304	0,8
3	Ekonomizör kullanımı	373 500	1 755 468	0,2
4	Atölye aydınlatma sisteminin iyileştirilmesi	4 500	137 104	ihmal edilebilir
5	Güneş enerjisinden sıcak su elde edilmesi	31 942	8 564	3,81
	Tüm sistemlerin aynı anda uygulandığını varsayarak elde edilecek toplam enerji kazancı ve amortisman süresi	617 360	2 205 076	3,81

Türk Traktör Fabrikası'nda enerji verimliliğini arttırmak için yapılan projelerin yıllık enerji kazançları, sistemlerin ilk yatırım maliyetleri ve amortisman süreleri özet olarak Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Enerji verimliliğini arttırmak için yapılan projelerin sonuçlarını irdelediğimizde;

En fazla enerji kazancı olan proje ekonomizör uygulamasıdır. Bununla birlikte yatırım maliyeti en yüksek olan projedir, fakat geri ödeme süresi yapılan tüm projeler içerisinde aydınlatma sistemi ile beraber en avantajlı olanıdır.

Enerjiyi etkin kullanmak için yapılan çalışmalar içerisinde önemli bir proje de üretim atölyesinde radyant ısıtma sistemine geçilmesidir. Diğer projeler ile yıllık enerji

kazançlarını kıyasladığımızda ikinci sırada olan projedir. Ayrıca, ilk yatırım maliyeti de yüksek olan bir çalışmadır. Radyant ısıtma sistemine geçilmesiyle işçiler kışın daha rahat çalışabileceklerdir.

Türk Traktör Fabrikası'nda halihazırda yenilenebilir enerji kaynakları (güneş, rüzgar vs) kullanılmamaktadır. Fabrikanın tükettiği enerjinin büyük oranı doğalgaz ve fuel oil'dir. Yapılan önemli projelerden bir tanesi de güneş enerjisinden yararlanarak fabrikadaki atölyelerde çalışanların sıcak su ihtiyacının karşılanmasıdır. Kızgın su kazanından elde edilen sıcak su yerine güneş kollektöründen elde edilecek sıcak su çalışanların temizlik (el yıkama, banyo vs) ihtiyacını karşılayacaktır. Projenin geri ödeme süresi diğer projelere göre en yüksektir (3,81 yıl). Fakat, önümüzdeki yıllarda doğalgaz fiyatlarının daha da yükseleceğini düşünürsek güneş enerjisinin kullanılması çok daha ekonomik hale gelecektir.

Türk Traktör Fabrikası'nda aydınlatma sisteminde % 100 oranında floresan lamba kullanılmasına geçilmesi önerilmiştir. Floresan lambaların ömrü uzun tükettikleri enerji az olduklarından maliyetleri de yüksektir. Floresan lambaların ilk yatırım maliyeti geri ödeme süresi çok ihmal edilebilir olsa da fabrikaya aylık gider kalemlerine yansıyacaktır.

Tez kapsamında tasarlamış olduğumuz ve geri ödeme sürelerinden yukarıda bahsetmiş olduğumuz projeler uygulanabilirliği yüksek, enerji etkin şekilde kullanan, verimliliği artırırken aynı zamanda enerji tüketimini azaltan projelerdir. Çizelge 4.18'de bahsedilen projelerin artması maliyetlerin düşmesini, dışa bağımlılığın azalmasını sağlarken aynı zamanda teknolojik gelişmelerden faydalanmayı ve çevrenin korunmasını beraberinde getirecektir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez kapsamında yüksek oranda enerji tüketimi olan bir fabrikada ürün kalitesini, performansını düşürmeden ve çevreye zarar vermeden enerji tüketimini azaltmak için yeni projeler tasarlanmıştır. Enerji verimliliğini arttırmak için yapılan projeler şunlardır: Kompresörlerin invertörle birlikte kullanılması, üretim atölyesinde radyant ısıtma sistemine geçilmesi, kızgın su kazanlarında ekonomizör kullanılması, atölye aydınlatma sisteminin iyileştirilmesi ve sıcak su ihtiyacını karşılamak için güneş enerjisinden yararlanılmıştır. Tasarlanan projelerin yıllık enerji kazançları, sistemlerin ilk yatırım maliyetleri ve geri ödeme süreleri özet olarak çizelge 4.18’de verilmiştir.

Enerjiyi etkin kullanmak için yapmış olduğumuz projelerin sonuçları aşağıda irdelenmiştir.

Fabrikanın kazan dairesinde mevcut kompresörlerin invertör uygulaması projesine baktığımızda tasarlanan çalışmanın yıllık enerji kazancı ilk yatırım maliyetinin yaklaşık 3,5 katı oranında olmaktadır. Invertörler, motor hız devrini ayarlayan cihazlardır. Motorun devri arttıkça şebekeden çekeceği elektrik akımı artacaktır. Orantılı olarak çekeceği güç de artacağı için maliyet açısından elektrik giderleri de artacaktır. Invertör uygulandığında ise yüksek devir hızında çalışma düşürülmekte böylece elektrik gücü düşmekte ve sonuçta enerji tasarrufu sağlanabilmektedir.

Fabrikada tüm alanları ısıtmak yerine bölgesel ısıtma yapmak için radyant ısıtıcıların kullanılması hem geri ödemesi açısından ekonomik hem de enerji verimliliği açısından oldukça faydalı bir uygulamadır. Türk Traktör Fabrikası’nda üretim atölyesinde radyant ısıtma sisteminin kullanılmasına yönelik ayrıntılı bir çalışma yapılarak geri ödeme süresi 0,8 yıl olarak hesaplanmıştır. Projenin amorti süresi çok kısa olduğu için enerji yönetim birimi tarafından uygulamaya alınabilir. Fabrika bölümlerinin, konveksiyonlu ısı transferi, radyatör vs. ile ısıtılmasında ortaya çıkan; ısının çatı altına yükselişi, ısıtmaya çok önceden başlanması, ısınmanın uzun süre istenilmesi, homojen ısınamaması yüzünden iş veriminin kaybolması, lokal ısıtma

yapılamaması, hava sirkülasyonun çok olduğu örneğin kaynak atölyelerinde ısıtma maliyetinin çok yüksek olması gibi sorunların giderilmesinde radyant ısıtma sistemleri hedefe yönelik ısıtma yapabilmeleri nedeniyle çok uygun bir çözümdür. Bu ve buna benzer tüm dezavantajları ortadan kaldırdıkları gibi %80'e varan oranda yakıt tasarrufu sağlarlar.

Fabrika, halihazırda işletilmekte olan bir yapı olduğundan mevcut tesisat içerisinde enerji verimliliği projelerinden bir tanesi de ısıtma kazanlarına ekonomizör monte edilerek doğalgaz sarfiyatının azaltılmasıdır. Hesaplanan geri ödeme süresi 0,2 yıl gibi oldukça kısa bir süredir. Ekonomizörün, baca gazından çıkan enerjiyi sisteme tekrar geri kazandırması ve baca gazı sıcaklığını düşürerek özellikle çevresel faktörler bağlamında fabrikaya kazandırdıkları düşünüldüğünde uygulanması şarttır.

Enerji tasarruflu ampul kullanılması günümüzde oldukça yaygındır. Geri ödeme süresi, ampulün ömrü hesaba katıldığında oldukça küçük bir değer olup ihmal edilebilir düzeydedir. Fabrikanın atölyelerinde enerji verimliliği yüksek florasan ampullerin kullanılması önerilmiştir. Seçilen bu ampullerin ömrü uzun tükettikleri enerji az olduğundan fiyatları diğerlerine göre yüksektir. Aydınlatma sisteminde enerji verimliliği yüksek ampuller kullanılarak yapılan projenin amorti süresi çok kısa olduğu için fabrikanın yıllık elektrik gider kalemlerine çok küçük fiyatlar yansıyacaktır.

Türk Traktör Fabrikası'nda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı yok denecek kadar azdır. Fabrikanın yerleşik düzenini incelediğimizde enerji yönetim birimi yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar, güneş vs. enerjisinden yararlanabilir. Bu enerjiler fosil yakıtların sağladığı enerjilere göre daha temiz ve daha tasarrufludur. Fabrikada sürekli olarak kullanım sıcak suyu ihtiyacı vardır. Bu gereksinimi karşılayabilmek için fabrika içerisinde daha önce hiç kullanılmamış olan güneş kollektörü sistemi tasarlanmıştır. Bu sistemin geri ödeme süresi yaz ve kış aylarına ait güneş enerjisi kazanımı ayırt etmeksizin tüm yıl olarak hesaplanmış, sonuç 3,81 yıl olarak bulunmuştur. Yenilenebilir enerji kaynaklarından birisi olan güneş enerjisi sistem içerisinde makul geri ödeme süreleri oluşturuyor ise kesinlikle uygulanması

gerekli olan bir sistemdir. Ankara'daki güneş enerjisi uygulamaları Türkiye'nin güney ve batı bölgelerindeki şehirler kadar sistemde çok kısa sürede kendi kendini amorti etmeyebilir. Bunun sebebi güney ve batı bölgelerindeki şehirler kadar güneş ışınlarından faydalanmamasıdır. Ancak, sistemde geri ödeme süresi kullanıcı tarafından karşılanabiliyorsa yenilenebilir enerji kaynakları; sistem ilk yatırım maliyeti, çevresel faktörler göz önünde bulundurulduğunda mutlaka kullanılmalıdır.

Öneriler:

Ankara'da tezgah tipi ve sayısı en fazla olan fabrika Türk Traktör Fabrikası'dır. Bu yüzden tezgahlarda EFF1 motor tipi kullanma oranı artırılmalıdır.

Fabrikayı incelediğimizde yeterli miktarda gün ışığından (doğal aydınlatma) faydalanılmadığı tespit edilmiştir. İlk aşamada üretim atölyesinin belli yerlerine (güneşi doğrudan alan açılı bölgelerine) sun tracker (ayna) koyarak güneşin doğal aydınlatmasından faydalanılması sağlanabilir. Böylece gündüz elektrik enerjisinin sağladığı aydınlatma yerine doğal aydınlatmadan faydalanılarak enerji tasarrufu sağlanmış olacaktır.

Verim hesaplamaları periyodik olarak yapılmalıdır. Çünkü, sonuçlar yapılan enerji tasarruf çalışmalarının çıktısıdır. Bu periyodik kontroller sayesinde sistem içerisinde geç kalınmış müdahaleler yerine zamanında yapılacak anlık uygulamalar ile gider kayıpları daha az olacaktır. Bununla birlikte yapılması gerekli diğer bir durum da, tasarruf potansiyellerini ve uzun vadeli yatırım planlarını dikkate alarak doğal gaz ihtiyacının uygun olarak tespit edilmesidir. Bu tespitler, ortalama verim hesapları, periyodik ve düzenli bakımlar uzun vadede işletmenin yararına olan uygulamalar olacaktır.

Kazan verimini etkileyen faktörler; hava fazlalığı, baca gazı sıcaklığı, brülör ve yakıt cinsi, yakıtın nem içeriği, ısıtma yüzeylerinin kirliliği, blöf miktarı, besli suyu ve yakma havası sıcaklıkları, kazan dış yüzeyler yalıtım kalitesidir. Bu faktörler fabrika içerisinde kontrol edilerek kayıpları azaltmak veya geri döndürmek mümkündür.

Böylece yakıt enerjisinin tamamının ısıtma-proses için kullanılması ve kayıpların en aza indirilmesi enerji verimliliği açısından önemli bir hedef olacaktır.

Modern kazanlarda ısı verim artışına bağlı yakıt maliyeti avantajlarına ilave olarak brülörde harcanan elektrik enerjisinden durma kayıpları gibi dinamik kayıplardan önemli tasarruflar yapılabilir. Yapılan hesaplamalar günümüz yakıt maliyetlerindeki avantajlarla bir yıl içinde kazan satın alma maliyetlerini geri kazanmanın mümkün olabildiğini göstermektedir.

Fabrikadaki hava kaçakları, bazı bölümlerde olmayan izolasyonlar, yanlış kapasite kullanımı, yanlış basınç kullanımı, yanlış hava ayarları, kirli kazan yüzeyleri, tıkanmalar gibi sayılabilecek kötü bakım ve işletme sonucunda sistem verimi olarak tanımlanan kullanılabilen net faydalı enerji ile yakıt enerjisi arasındaki oran %50 değerinin çok altına inebilmekte, böylece sistemin verimi gerekli çalışmaların yeterince yapılmaması sebebiyle oldukça düşmektedir. Bu bakımdan yukarıda belirtilen tüm uygulamaların enerjiyi etkin kullanmak adına yapılması gereklidir.

Kazan-ısıtma sisteminde boruların ısı kayıplarını ve farklılıklarını daha rahat tespit edebilmek için fabrika bünyesine termal kamera alınabilir. Isıya ve sıcaklığa duyarlı bilgisayar kontrollü termal kameralar ile borulardaki ısı farklılıkları çok daha rahat tespit edilerek borulardaki enerji kaçakları engellenmiş olacaktır.

Fabrika içerisinde kullanılacak plastik şeritler, kapı tamponları ve hava perdeleri büyük giriş kapılarından enfiltrasyonu bloke edilmesine yardımcı olacaktır.

Fabrika içerisinde gece çalışılan bölümlerde daha az insanın girip çıktığı zamanlarda iklimlendirme ünitelerini bu koşullara göre ayarlanması sağlanmalıdır.

Gerekli olmayan zamanlarda fabrika içerisinde egzoz fanları ve motorlarının kapalı tutulması sağlanmalıdır.

Kompresör hava girişleri fabrika içerisinde sıcak odalardan değil daha soğuk yerlerden girişinin sağlanması gerekmektedir.

Gelecekte traktör üretim miktarının artacağı düşünülür ise fabrikanın enerji ihtiyacının ileride artacağını ön görebiliriz. Enerji maliyetlerinin de artacağını düşünürsek tez kapsamında tasarlanan projelerin tamamı ya da birkaçı fabrika tarafından hayata geçirilebilirse fabrikaya hem ekonomik anlamda hem de çevre anlamında kazançları olacaktır.

Tez kapsamında fabrika enerji verimliliğine yönelik tasarlanmış projeler; kaliteden ödün vermeyen, çevre ve konfor şartlarını ön planda tutan projelerdir. Özellikle enerji verimliliği çalışmalarında günümüzde hızla ilerlemekte olan yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi kullanımı Türk Traktör Fabrikası için önerilmiştir. Fabrikanın bazı atölyelerinde çalışanların sıcak su ihtiyacı enerjiyi etkin kullanan bu projenin uygulanmasıyla karşılanacaktır.

Özetle, enerji verimliliği çalışmalarının ana eksenini fabrikadaki sürekli enerji takibidir. Düzenli olarak günlük, haftalık, aylık, yıllık veya dönemsel kayıtlar bilgisayar ortamında tutulmalı ve belirli bir standartta olmalıdır. Bu kayıtlar esas alınarak fazla tüketim yerleri tespit edilmelidir. Yapılan tüm hesaplamalar, enerji verimliliği ile ilgili çalışmaların devam etmesine ve süreklilik kazanmasına imkan sağlamalıdır. Çünkü enerji verimliliği kavramı, süreklilik arz etmesi ve gelecek kuşaklara da aktarılması açısından oldukça önemlidir.

KAYNAKLAR

1. TMMOB Makine Mühendisleri Odası, “Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği Oda Raporu”, **Ankara Makine Mühendisleri Odası**, Ankara, 20-35 (2008).
2. Ertuğrul, H.M., “Türkiye’de Enerji Sektöründeki Yapısal Reformların Enerji Verimliliği Üzerine Etkileri”, **Enerji Piyasa ve Düzenleme Kurulu**, Ankara, 145-171 (2010).
3. Keskin, T.M., Ünlü H., “Türkiye’de Enerji Verimliliğinin Durumu ve Yerel Yönetimlerin Rolü”, **Heinrich Böll Stiftung Derneği Türkiye Temsilciliği**, 17-62 (2010).
4. MVV Consultants and Engineers GmbH Berlin, “Türkiye İçin Enerji Verimliliği Stratejisi”, Ankara, 22-30 (2004).
5. İnternet: Elektrik İşleri Etüt İdaresi, “2007 Enerji Verimliliği Kanunu”, http://www.eie.gov.tr/duyurular/EV/mevzuat/EVmevzuat/Kanun/EnVerKanunu_Mayis2011.pdf, (2011).
6. İnternet: Elektrik İşleri Etüt İdaresi, “Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına Dair Yönetmelik” http://www.eie.gov.tr/duyurular/EV/mevzuat/EV_yonetmelik.html, (2011).
7. Söğüt, Z., Oktay, Z., “Sanayi Sektöründe Enerji Taramasının Enerji Verimliliğine Etkisi ve Bir Uygulama”, **Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 10: 151-162 (2006).
8. Kara, B.Y., Sabuncuoğlu İ., “Endüstri Projeleri 2005”, Bilkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü, **A4 Ofset Matbaacılık**, Ankara, 138-145 (2005).
9. Enerji Yönetim Birimi, “2008-2010 İstatistik Veriler”, **Türk Traktör Fabrikası**, Ankara (2011).
10. Özdemir, M., “Türk Traktör Fabrikasının Öyküsü”, Türk Traktör Tarihi 1954-1997, Ek-10, Ankara, 2-5 (1997).
11. İnternet: Türk Traktör Fabrikası, “Türk Traktör Fabrikası Tarihçesi”, <http://www.turktraktor.com/Tarihce> , (2011).
12. Tiryaki, Z.C., “Radyant Isıtma Sistemlerinin Projelendirilmesi”, **V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi**, Ankara, 45-56 (1997).
13. Onat, K., Genceli O.F., Arısoy A., “Buhar Kazanlarının Isıl Hesapları”, **Birsan Yayınevi**, İstanbul, 39-70, 90-123, 227-243 (2007).

14. Modest, M.F., "Radiative Heat Transfer ", **McGraw - Hill Inc.**, New York, 34-60 (1993).
15. Siemens San ve Tic A.Ş., "Elektrik Motorları ve Motor Hız Kontrol Sistemleri ile Enerji Verimliliği", **Siemens**, 20-29 (2006).
16. Genceli, O.F., "Buhar Kazanları Konstrüksiyon ve Yardımcı Elemanları", **Birsan Yayınevi**, İstanbul, 32-47 (1998).
17. Arısoy, A., "Buhar Kazanlarında ve Tesisatında Enerji Tasarrufu", **TTMD Dergisi**, 4: 26-31 (2004).
18. Pulat, E., Etemoğlu, A.B., Can., M., "Waste-Heat Recovery Potential In Turkish Textile Industry: Case Study For City Of Bursa", **Science Direct**, 13. 663-672 (2009).
19. Özkök, M., "Enerji Yoğun Bir Tesiste Enerji Verimliliği Proje Tasarımı ve Uygulama Çalışması ", Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü**, Ankara, 29-31, 62 (2010).
20. Oğan, N., "Enerji Verimliliği Teknik Kitapçık", **Heinrich Böll Stiftung Derneği Türkiye Temsilciliği**, İstanbul, 21-48 (2008).
21. Sancak, E., "Endüstriyel Tesislerde Aydınlatma Tekniği Açısından Enerji Verimliliği", **Siteco Aydınlatma**, İstanbul, 20-28 (2009).
22. Gürdilek, R., Akbaba, G., Tozar, Z., "Güneş Enerjisi", **Bilim Teknik Dergisi**, 7: 34-47 (2006).
23. Gönüllü, T., Varınca, K., "Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma", **UGHEK’2006: II. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi**, Eskişehir, 270-275 (2006).
24. İnternet: Viessmann, "Güneş Enerjisi Sistemleri", <http://www.viessmann.com.tr/tr/products/Solar-Systeme.html>, (2012).
25. Öztürk, H., "Güneş Enerjisi ve Uygulamaları", **Birsan Yayınevi**, İstanbul, 11,17,41-65, 115-119, (2008)
26. Şahin, H., "Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinin Tekno-Ekonomik Analizi", Yüksek Lisans Tezi, **Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Şanlıurfa, 19-76 (2006).
27. Bulut, H., Şahin, H., Karadağ, R., "Güneş Enerjili Su Isıtma Sistemlerinin Tekno-Ekonomik Analizi", **Harran Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü**, Şanlıurfa, 1-12 (2006).

28. Aktaş, M., Doğan, H., Ceylan, İ., “Güneş Enerjili Yeni Bir Sıcak Su Hazırlama Sistemi ve Performans Deneyleri”, **UTES’2008 VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu**, İstanbul, 405-414 (2008).
29. İnternet: Solartek, “Güneş Enerji Sistemleri”,
<http://www.solartek.com.tr/kollektor.php>, (2012).
30. İnternet: Solartek, “Güneş Enerji Sistemleri”,
http://www.solartek.com.tr/UK_90_LK_Ultra_Model.php, (2012).
31. İnternet: Türkiye Bilim ve Teknik Araştırma Kurumu, “Marmara Araştırma Merkezi”, <http://www.mam.gov.tr/EE/index.html>, (2012).
32. İnternet: Başkent Doğalgaz, “Fiyat Arşivi”,
<http://www.baskentdogalgaz.com.tr/fiyatarsivi.php>, (2012).
33. İnternet: Gismap, ”Gismap Isı Sistemleri”,
<http://www.gismap.com.tr/fiyat.php>, (2012).
34. İnternet: Ozerdezenfekte, ”Örnek Depo Su Deposu Temizliği ve Kumlama Sanayi”,<http://www.ozerdezenfekte.com/su-deposu-temizlik-polietilen-su-depolari-fiyat-listesi.html>, (2012).

EKLER

EK-1. Seçilen Radyant Isıtıcının Teknik Özellikleri.

U Tipi Radyant Isıtıcılar





Blackheat®

- Bölgesel ısıtma imkanı
- 3 değişik boy, 6 farklı kapasite
- Yerde montaj imkanı
- Elektrik tesisatı kolaylığı

BLACKHEAT U Tipi Teknik Özellikler

Model	BH 15 UT	BH 20 UT	BH 25 UT	BH 30 UT	BH 35 UT	BH 40 UT	BH 45 UT	BH 50 UT	BH 55 UT
Güç (kW)	15	20	25	30	35	40	45	50	55
Toplam Uzunluk (mm)	3406	5236	5236	6456	6456	6456	8120	8120	9620
Ağırlık (kg)	39	54	54	65	65	66	83	83	97
Isıtılan Alan (m ²)	20-160	30-210	40-265	50-315	55-370	65-420	75-475	85-525	95-575
Min. Montaj Yüksekliği (m)	3.5	3.5	4.6	4.7	5	5	5.5	5.5	6
Gaz Yakıt	Doğal Gaz veya LPG								
Doğal Gaz Harcaması (Nm ³ /h)	1.56	2.08	2.61	3.13	3.65	4.17	4.69	5.21	5.73
LPG Harcaması (kg/h)	1.15	1.54	1.92	2.30	2.69	3.07	3.46	3.84	4.22
Giriş Basıncı (mBar)-Doğal Gaz	15 Minimum; 55 Maksimum								
Giriş Basıncı (mBar)-LPG	32.5 Minimum; 55 Maksimum								
Gaz Bağlantısı	1/2" Dişli								
Elektrik Beslemesi	230 V, monofaze, 1 Amper								
Ateşleme	Tam Otomatik, alev sensörlü								
Yanma ve Radyant Boruları	100mm çaplı, ısıl işlem görmüş alüminize çelik boru								
Reflektör	NS3H14 Alüminyum								
Egzost Çıkış Kapı (mm)	100								
Yanıcı Maddele Min. Uzaklıklar									
Yatay Montaj (mm)	Üstten 100	100	100	100	100	100	100	100	150
	Yandan 760	840	840	840	910	910	1140	1140	1145
	Altan 1520	1600	1600	1600	1680	1680	1980	1980	2000




ÇUKUROVA ISI SİSTEMLERİ SANAYİ ve TİCARET LTD. ŞTİ.

EK-2. Seçilen Radyant Isıtıcının Teklifi.

BLACKHEAT RADYANT ISITMA SİSTEMİ TEKLİFİ

Toplam Kurulu Güç: 2 557 kW

Blackheat Radyant Isıtma Sistem:

90.000 ,- \$

Aşağıda tip ve kapasiteleri belirtilen Radyant Isıtma Sistemlerinin temini BH 55 UT radyant ısıtıcı – 45 Adet

Brülör : Alev kontrol modülasyonlu, tam otomatik ateşlemeli, vakumu denetleyen Switchli , yüksek yanma verimli brülör,

Radyant Boru : Yüksek yayıcılık (emisivite) değerinde, Isıl işlem görmüş

İçi dışı alüminize 100 mm çapında, 1.6 mm et kalınlığında özel çelik boru

Reflektör : Roll Forming metoduyla üretilmiş NS3H14 Alüminyum

Vakum Fanları : Aerodinamik verimliliği maksimize edilmiş, özel türbülator

Teknolojisine uyumlu, paslanmaz çelik kanatlı ve soğutma diskli

Konik Rakorlu Flexible hortum ve kesme vanaları - 45 adet

Eksoz çıkış seti (standart) – 23 Grup

2 Zon 4 Anahtarlı OptimumHeat Sistem Panosu – 1 Adet

Montaj ve Elektrik Tesisatının Yapılması:

2.800 ,- \$

Kurulacak iskele vasıtasıyla uygun ısıtma yüksekliğinde yapılacak özel askı detaylarından sarkıtılacak 4 mm galvanizli zincirlerle ve gergi parçalarıyla montaj yapılacaktır. Radyant sistem kontrolleri için 1 adet dijital termostatlı ve globe sensörlü OptimumHeat pano kullanılacaktır. Panolar üzerinde 2 ayrı bölge kontrolü yapılabilecek, denetçi ve kullanıcı olmak üzere iki farklı şifreleme yapılabilecek, günlük 6 çalışma aralığı girişi yapılabilecek, program harici elle kontrol edilebilecek,

EK-2. (Devam) Seçilen Radyant Isıtıcının Teklifi.

tüm fonksiyonlar LCD ekranda izlenebilecektir. Radyantların her biri/grubu pano üzerinden ayrı ayrı çalıştırılabilecektir.

Tüm elektrik tesisatı binadaki tesisata paralel olarak görüntüyü bozmayacak ve açıkta kablo gözükmeyecek şekilde mevcut hatlardan faydalanılarak ya da plastik borularla, kablo kanallarıyla vs. götürülecek, her bir cihazın brülör ve fan girişine spiral kaplı elektrik beslemeleri yapılacaktır.

NG Gaz Boru Hattının Yapılması:

5.770 ,- \$

Gaz tesisatı bina duvarına bırakılacağı düşünülen servis hattından alınarak, sayaç grupları tarafımızca kurulacak ve tüm ısıtıcılara kadar çekilecektir. Tesisat ilgili standartlarda yapılacaktır. Tesisatta BORUSAN doğalgaz borusu, sertifikalı vanalar ve fitting malzemeleri kullanılacaktır. Tesisatla ilgili testler tarafımızdan eksiksiz olarak yapılacaktır.

Sayaç Grupları ve Gaz Armatürlerinin Temini:

5.440 ,-\$

- * G40 Rotary Sayaç – 1 Adet
- * U65 Syaaç Kiti – 1 Adet
- * Manometre – 1 Grup
- * Filtreli Regülatör – 1 Adet
- * Selenoid Vana – 1 Adet
- * Sayaç Grupları Fittings Malzemeleri – 1 Grup
- * Topraklama Hattının Yapılması – 1 Grup
- * Sayaç Grubu Muhafaza Kabini Temini ve Montajı – 1 Grup
- * Gaz Alarm Sisteminin Yapılması – 23 Grup

Toplam Sistem Fiyatı (KDV Hariç) : 104 010,-\$

EK-3. Başkent Doğal Gaz Fiyat Listesi.

BASKENTGAZ
Başkent Doğalgaz Dağıtım A.Ş.

Türkçe English

anasayfa başkentgaz online işlemler bilgi bankası iletişim

ankara'nın mavi yüzü...

Doğalgaz Fiyatları? Yeterlilik Alan Firmalar? Projem Ne Durumda? Randevum Ne Zaman? Nasıl Abone Olurum? Abone Merkezleri Ön Ödemeli Gaz Alımlarım? Fatura/Borc Sorgulama?

AY / YIL : MART / 2012

Tarifeyi Göster

MART 2012 Doğalgaz Fiyatları

Abone Grubu	1 kWh Bedeli TL/kWh	1 m3 Bedeli TL/m3	KDV	1 m3 Bedeli TL/m3 (KDV li)
Konut Aboneleri	0,06609915 TL/kWh	0,703295 TL/m3	%18	0,829888 TL/m3
Resmi Aboneler	0,06609915 TL/kWh	0,703295 TL/m3	%18	0,829888 TL/m3
Serbest Tüketiciler	0,05438844 TL/kWh	0,578693 TL/m3	%18	0,682858 TL/m3
Organize Sanayi	0,05438844 TL/kWh	0,578693 TL/m3	%18	0,682858 TL/m3
800 bin -300 bin m3 Arası Özel Tüketimli Serbest Tük.	0,06235648 TL/kWh	0,663473 TL/m3	%18	0,782898 TL/m3
CNG Satış İstasyonları	0,05438844 TL/kWh	0,578693 TL/m3	%18	0,682858 TL/m3

* Faturalandırma ve Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu' nun yayınlamış olduğu, Doğalgazın Faturalandırmaya Esas Satış Miktarının Tespiti ve Faturalandırılmasına İlişkin Esaslar Hakkında Tebliği doğrultusunda yapılmaktadır.

* Perakende Satış Fiyatında Enerji (kWh) değeri baz alınarak yapılan hesaplamada hacim dönüşüm değeri olarak 9155 kcal/m3 üst ısı değeri esas alınır. (1m3 = 10,64kWh) dir.

EK-4. Kollektör Fiyat Teklifi.



MÜHENDİSLİK İNŞ.SAN.VE TİC. LTD. ŞTİ

YETKİLİ: Şen Ersoy/ACAR

Solar tek Teklifinizin uygun bulunmasını dileriz, çalışmalarınızda başarılar dileriz.

SOLARTEK GÜNEŞ KOLLEKTÖR TEKLİFİ				
Sayı	Model	ADET	TL/ADET	Tutar (TL)
1	SOLARTEK UK90 AL - 238 ALÜMİNYUM BORULU KOLLEKTÖR	48	840,00	40.320,00
Genel Toplam				40.320,00
% 45 İskonto				18.144,00
Ara Toplam				22.176,00
% 18 Kdv				3.991,68
Kdv'li Toplam				26.167,68

Satış Şartları:

19.09.2011 Liste Fiyatları Üzerinden fiyatlandırılmıştır.

Teklifimiz KDV dahildir

Teslim Süresi: Sipariş ile birlikte ödemeyi takiben 15 iş günüdür. Fabrika üretim yoğunluğuna göre sevkiyat programında değişiklik yapabilir. Sipariş alındıktan sonra tarafınıza yollanacak e-posta ile teslim tarihi bildirimi yapılır. Üretilen ürünler projenize özel üretildiğinden kesinlikle lade alınmaz

Teslim Şekli : FENİŞ TEKNİK VE SİSTEM ÜRÜNLERİ A.Ş Gebze/Kocaeli Depoları Teslim

Ödeme : Siparişte peşin ödeme

İy çalışmalar dileriz.

Saygılarımızla
İlhan KARADUMAN



MÜHENDİSLİK İNŞ.SAN.VE TİC. LTD. ŞTİ

EK-5. Seçilen Kollektörün Teknik Özellikleri.

ELEKTRİK İŞLERİ ETÜT İDARESİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ**ISIL PERFORMANS DENEYİ TEST RAPORU**

FENİŞ firması tarafından üretilmiş olan bir adet güneş kolektörü idaremiz 'güneş kolektörü test standardında "TS EN 12975-2 (Mart 2008) nolu ısı güneş enerjisi kolektörleri deney metotları" test standardında belirtilmiş olan deney şartları dikkate alınarak ısı performans deneyi yapılmış olup sonuçlar aşağıda tablo ve grafikler halinde verilmiştir.

DENEY TARİHİ: 06.08.2008

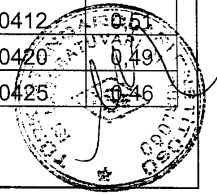
ISIL PERFORMANS DENEYİ TEST SONUÇ TABLOSU

η_0	Sıfır kayıplı verim	0,80	Kolektör üst örtüsü	Prizmatik cam
a_1	$(T_m - T_a) = 0$ için ısı kaybı katsayısı $-T_m$ referans	-6,438 W / K.m ²	Absorban plaka	Alüminyum levha, 12 Borulu, Seçici yüzeyli
a_2	Isı kaybı katsayısının sıcaklığa bağımlılığı	-0,0257 W / K ² .m ²	W tepe (Güç için)	1534,5 Waat
A_a	Kolektör açıklık alanı	1,92 m ²	Test süresi	5 saat
G'	Güç için ışınlam (sabit)	1000 W / m ²	Rüzgar hızı (Ort.)	1,20 m/s
m	Akışkan debisi	2 kg/m ² .dk	Büyük arıza	Yok

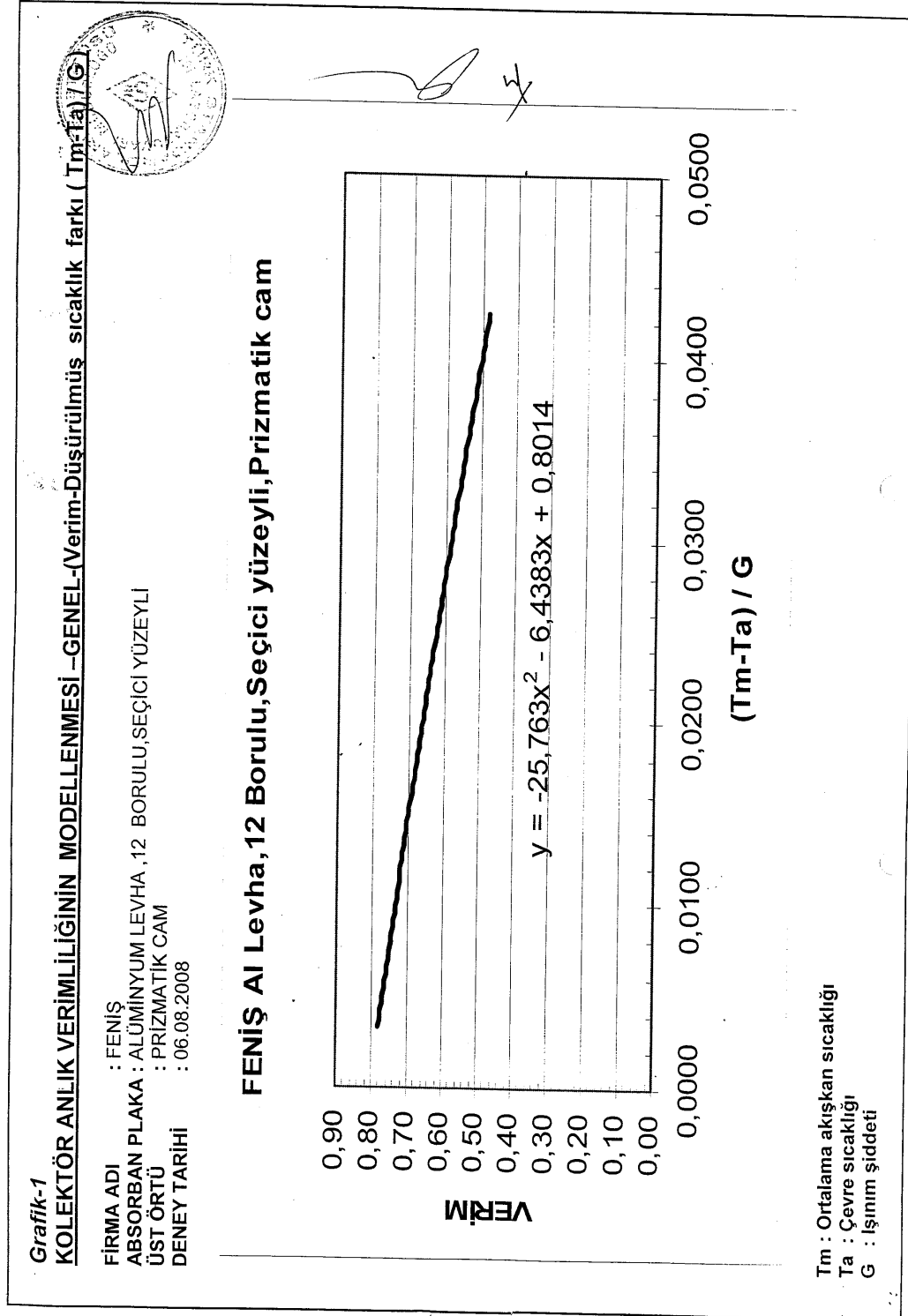
Giriş Sıcaklığı	Çıkış Sıcaklığı	Çevre Sıcaklığı	İşinim Şiddeti	Debi	Ortalama Sıcaklık	$(T_m - T_a) / G$	Verim
(T_g)	(T_c)	(T_a)	(G)	(m)	(T_m)		
K	K	K	W / m ²	Lt / dk	K	K.m ² / W	η

304,03	315,14	306,12	1.039,26	2,00	309,59	0,0033	0,78
305,06	315,88	305,85	1.038,59	1,99	310,47	0,0044	0,75
314,66	325,17	306,39	1.027,50	1,98	319,92	0,0132	0,74
314,88	325,21	305,90	1.028,65	1,99	320,05	0,0138	0,73
315,41	325,73	305,80	1.026,32	1,98	320,57	0,0144	0,72
323,04	332,06	306,76	995,17	2,01	327,55	0,0209	0,66
323,64	332,35	306,81	992,85	1,98	328,00	0,0213	0,63
324,01	332,51	306,71	990,85	1,99	328,26	0,0217	0,62
333,91	342,15	307,51	1.018,69	2,01	338,03	0,0300	0,59
334,07	342,26	307,29	1.016,72	1,99	338,17	0,0304	0,58
334,77	342,65	307,35	1.008,43	2,00	338,71	0,0311	0,57
335,96	343,63	307,35	1.001,30	1,98	339,80	0,0324	0,55
343,69	350,93	308,47	990,85	2,01	347,31	0,0392	0,53
345,47	352,44	308,31	986,87	1,99	348,96	0,0412	0,51
346,82	353,38	309,38	970,63	1,98	350,10	0,0420	0,49
347,97	354,25	309,27	985,54	1,98	351,11	0,0425	0,46

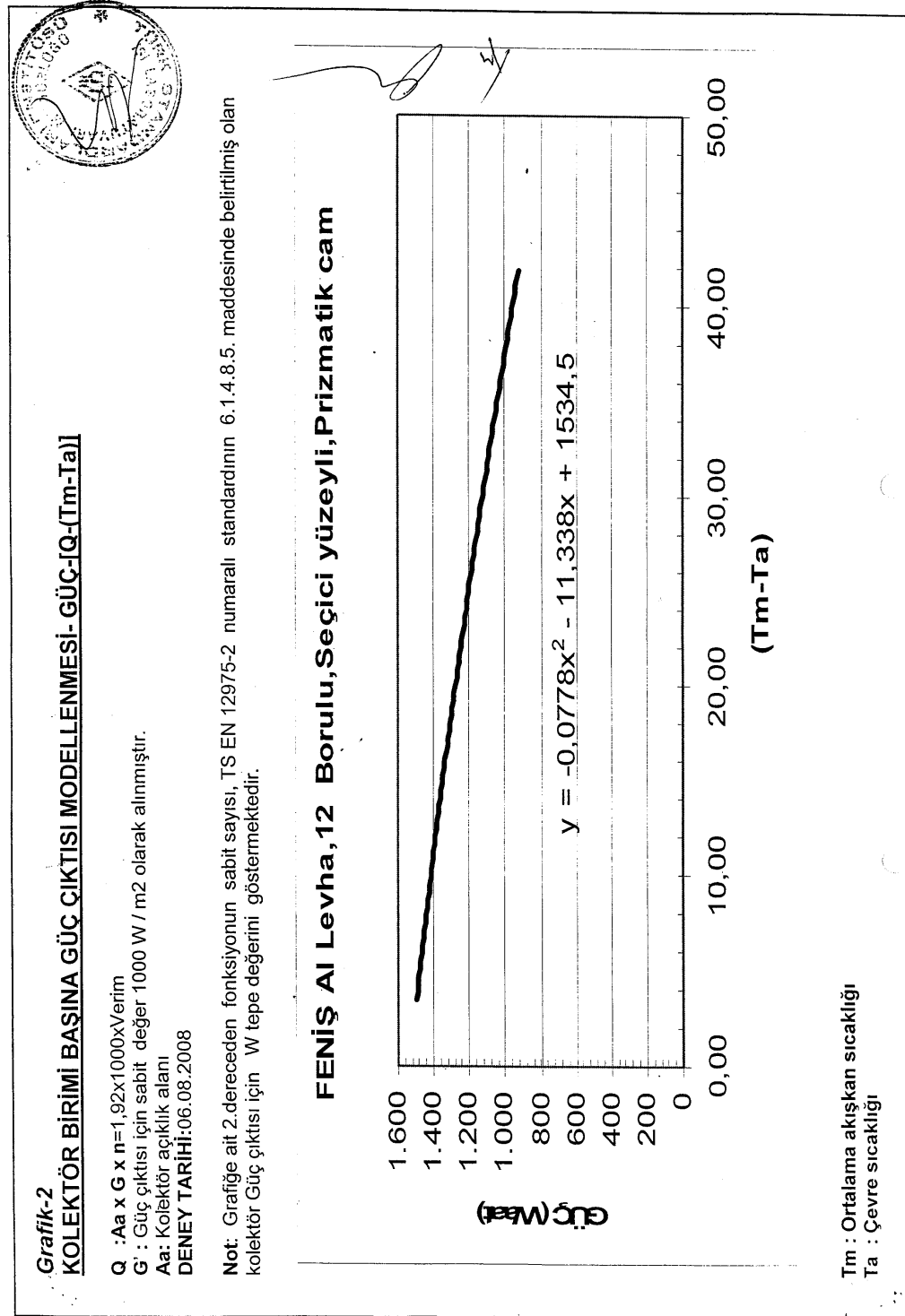
[Handwritten signature]



EK-6. Seçilen Kollektörün Anlık Verimliliğinin Modellemesi.



EK-7. Seçilen Kollektörün Birim Başına Güç Çıktısı Modellemesi.



EK-8. Galvaniz Sac Boru Fiyatları.

GALVANİZ BORU FİYAT LİSTESİ

FİYATLARIN TEYİD EDİLMESİ

GEREKMEKTEDİR.

Fiyatlar teklif niteliği taşımayıp ,
gösterge fiyatlardır.(+KDV)

06.03.2012

www.lme.com.tr
info@lme.com.tr

Tel : 0216 621 30 15

Fax : 0216 621 30 16

Galvaniz boru ağırlıkları ve fiyatları 1 metre olarak belirtilmiştir.

Galvanizli dişli manşonlu boru

BORU ÇAPI		DIŞ ÇAPI	ET KALINLIĞI	AĞIRLIK	BİRİM FİYATI
inch	mm	mm	mm	Kg/m	TL/MT
1/2"	15	21.3	2.65	1.22	3.22
3/4"	20	26.9	2.65	1.58	4.20
1"	25	33.7	3.25	2.24	6.10
1 1/4"	32	42.4	3.25	3.14	7.75
1 1/2"	40	48.3	3.25	3.61	8.95
2"	50	60.3	3.65	5.10	12.83
2 1/2"	65	76.1	3.65	6.51	16.20
3"	80	88.9	4.05	8.47	20.90
4"	100	114.3	4.50	12.10	31.00
5"	125	139.7	4.85	16.20	42.20
6"	150	165.1	4.85	19.10	50.43
8"	200	219.4	5.00	23.10	

Galvanizli borular dişli ve manşonludur.



SER
Rezistans

ÖZGEÇMİŞ**Kişisel Bilgiler**

Soyadı, adı : ACAR, Ersoy
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 15.03.1980 Ankara
Medeni hali : Evli
Telefon : 0 (312) 592 29 04
e-mail : ERsoya@aselsan.com.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi /Müh.Mim.Fak. Makine Mühendisliği	2012
Lisans	Gazi Üniversitesi /Müh.Mim.Fak. Makine Mühendisliği	2004
Lise	Kurtuluş Süper Lisesi	1998

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2008-	ASELSAN A.Ş.	Makine Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce