

**SANAYİ ETÜDÜ ÖZELİNDE BİR TEKSTİL
FABRİKASININ ENERJİ VERİMLİLİĞİ**

**2016
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ**

Furkan YALÇINKAYA

**SANAYİ ETÜDÜ ÖZELİNDE BİR TEKSTİL FABRİKASININ ENERJİ
VERİMLİLİĞİ**

Furkan YALÇINKAYA

**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır.**

**KARABÜK
Ocak 2016**

Furkan YALÇINKAYA tarafından hazırlanan “SANAYİ ETÜDÜ ÖZELİNDE BİR TEKSTİL FABRİKASININ ENERJİ VERİMLİLİĞİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Yaşar Yetişken
Tez Danışmanı, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 25/12/2016

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

Başkan: Doç. Dr. Arif ANKARALI (YBÜ)

Üye : Doç. Dr. Yaşar YETİŞKEN (KBÜ)

Üye : Doç. Dr. Kamil ARSLAN (KBÜ)

İmzası



.../.../2016

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nevin AYTEMİZ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Furkan YALÇINKAYA

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SANAYİ ETÜDÜ ÖZELİNDE BİR TEKSTİL FABRİKASININ ENERJİ VERİMLİLİĞİ

Furkan YALÇINKAYA

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Yaşar YETİŞKEN

Ocak 2016, 104 Sayfa

Tekstil sektörü dünyada büyük öneme sahip ve her zaman gelişime açık olan bir sektördür. Özellikle tekstil sektörü, ticari bakımdan ihracattaki yüksek payı ve bu sektörün yüksek istihdam olanakları nedeni ile ülkemiz açısından ayrı bir öneme sahiptir. Ülkemizin bu sektöre ayırdığı enerji payını azaltmak, kalkınma bakımından çok önemlidir. Gün geçtikçe artan enerji ihtiyacı, kaynakların etkin kullanımını zorunlu kılmakta; bu sebeplerden enerji verimliliği ve enerji tasarrufu gibi kavramları da gündeme getirmektedir. Bundan dolayı tekstil sektöründe enerji verimliliği çalışmaları kaçınılmazdır. Enerji verimliliği çalışmaları sayesinde üretim maliyetindeki en küçük azalma, ülkemiz adına dünya rekabetinde büyük üstünlük sağlayacaktır. İşte bu nedenlerle tekstil sektörünün enerji tasarruf potansiyeli belirlenerek, verimlilik analizleri ve verimlilik etütleri artırılmalıdır.

Bu çalışmada bir tekstil fabrikasında enerji yönetimi ile çalışmalar yapılarak enerji etüdü yapılmıştır. Fabrikalarda bulunan kazanlarda termal kamera çekimi ve baca gazı analizleri yapılmıştır. Elde edilen verilerin ve analiz sonuçlarının değerlendirilmesi neticesinde araştırma yapılan tekstil fabrikalarında enerjinin verimli kullanılması, enerji tasarrufu için yapılması gerekli olan çalışmaların neler olduğu ve enerji yönetim programı uygulanmasının gerekliliği üzerinde durulmuştur.

Anahtar Sözcükler : Tekstil Sanayisi, enerji yönetimi, enerji tasarrufu, enerji verimliliği, enerji ekonomisi.

Bilim Kodu : 625.05.02

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

ENERGY EFFICIENCY OF AN INDUSTRIAL TEXTILE FACTORY

Furkan YALÇINKAYA

Karabük University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Mechanical Engineering

Thesis Advisor:

Assoc. Prof. Dr. Yaşar YETİŞKEN

January 2016, 104 Pages

Textile industry has great importance and always ready for development in the world. Especially, textile industry has a special importance for our country because of its high export share and its high employment possibilities in terms of trade. Reducing the energy share our country reserve for this industry is very important for development. Energy need increasing day by day makes efficient use of resources necessary and for these reasons, it brings up concepts such as energy efficiency and energy saving. Thus, energy efficiency studies in textile industry are inevitable. Any least decrease at production costs as a result of energy efficiency studies is going to provide important superiority for our country in world competition. For these reasons, energy saving potentials should be defined and efficiency analyses and efficiency studies should be increased.

In this study, energy audit was done by energy management in a textile factory. Thermal camera recording in factory boilers and flue gas analyses was done. As a result of evaluating the data gathered and analysis results, it is dwelled on that the efficient use of energy, what the necessary studies for energy saving are and the necessity of applying energy management program for the factories in which the studies were made.

Key Words : Textile industry, energy management, energy saving, energy efficiency, energy economy.

Science Code : 625.05.02

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının planlanmasında, araştırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temeller ışığında şekillendiren sayın hocam Doç. Dr. Yaşar YETİŞKEN' e sonsuz teşekkürlerimi ve minnettarlığımı sunarım. Ayrıca verilerinin temininde yardımını esirgemeyen Makine Mühendisi Nevzat ŞADOĞLU' na teşekkürü bir borç bilirim. Yanında çalışmaktan onur duyduğum ve ayrıca tecrübelerinden yararlanırken göstermiş olduğu hoşgörü ve ilgisinden dolayı bu tez çalışmamda bana her türlü konuda yardımcı olan ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Beycan İBRAHİMOĞLU' na ve diğer şirket yöneticilerime de sonsuz minnettarlığımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Diğer yandan bana eğitimin önemini benimseten, maddi ve manevi desteği üzerimden eksik etmeyen canım anneme ve babama, aynı zamanda bu çalışmanın her aşamasında beni yalnız bırakmayan, desteğini esirgemeyen her konuda bana yardımcı olan canım sevgili eşime çok teşekkür ederim. Bana çeviride yardımcı olan değerli arkadaşım Alper DUYSAK' a da teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvii
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	4
ENERJİ YÖNETİMİ VE ENERJİ TASARRUFU İLE İLGİLİ LİTERATÜR ARAŞTIRMA ÇALIŞMASI.....	4
2.1. SANAYİDE ENERJİ YÖNETİMİ	5
2.1.1. Enerji Yönetiminin Faydaları	6
2.1.2. Enerji Kullanımının Sera Gazlarına Etkisi	7
2.1.3. Sanayi Enerji Yönetimi İle İlgili EİE'nin Yaptığı Çalışmalar.....	8
2.2. ENERJİ KOMİTESİ VE ENERJİ YÖNETİCİSİ OLUŞTURULMASI.....	9
2.2.1. Enerji Yöneticisinin Görevleri.....	10
2.3. ÜST YÖNETİMİN DESTEĞİ	11
2.4. ENERJİ TÜKETİMİNİN BELİRLENMESİ	11
2.5. ENERJİ YÖNETİM PROGRAMININ BAŞLATILMASI	12
2.6. ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ARTIRICI ÖNLEMLER.....	12
2.7. ENERJİ KONTROL BİRİMİ VE ENERJİ YÖNETİCİSİNİN ÖZELLİKLERİ	13
2.8. ENERJİ TASARRUFU ETÜT YÖNTEMLERİ.....	13
2.8.1. Enerji Analiz Aşamaları	13

	<u>Sayfa</u>
2.8.1.1. Diagnostik/planlama	14
2.8.1.2. Preaudit/Ön Enerji Analiz.....	14
2.8.1.3. Detaylı Enerji Analizi	14
2.8.2. Enerji Analizi İçin Kullanılan Cihazlar	15
2.8.3. Enerji Analizi Adımları	16
2.8.4. Enerji Analiz Sonuçları	16
2.8.5. Fizibilite Çalışması	16
2.8.6. Fizibilite Çalışması Adımları.....	16
BÖLÜM 3	18
TEKSTİL SEKTÖRÜ	18
3.1. TEKSTİL SEKTÖRÜNE GENEL BAKIŞ	18
3.2. TÜRKİYE’DE TEKSTİL SEKTÖRÜNÜN DURUMU.....	19
3.3. TEKSTİL SEKTÖRÜNÜN TOPLAM ENERJİ TÜKETİMİNDEKİ PAYI.....	24
3.4. TEKSTİL SEKTÖRÜNDE KULLANILAN ENERJİ ÇEŞİTLERİ.....	25
3.5. TEKSTİL SEKTÖRÜNDE ENERJİ YÖNETİMİNİN ÖNEMİ.....	25
3.6. ELEKTRİĞİN KULLANILMASI.....	25
3.6.1. Elektriğin Üretimde Kullanılması.....	25
3.6.2. Fabrikalarda Aydınlatma	26
3.6.3. Isıtma Havalandırma ve İklimlendirmede (HVAC) Elektrik Kullanımı	26
3.7. ENERJİ KAYIPLARININ BELİRLENMESİ	27
3.7.1. Sıcak Su ve Isı Geri Kazanım Sistemlerinde Enerji Kayıpları	27
3.7.2. Kaçaklar ve Eksik Bakım Sonucu Enerji Kayıpları	27
3.7.3. Makinelerde ve Borularda Yalıtım Sorunları	28
3.7.4. Kazan Yalıtımı ve Kontrol Sistemi.....	29
3.7.5. Yakma Kontrol Sistemleri	29
3.7.6. Bacadan ve Sıcak Havadan Enerji Kaybı	30
3.7.7. Boyama ve Kurutma Prosesinin Verimli Kullanılması	30
3.8. ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ.....	31
3.8.1. Etüt Çalışmasında Kullanılan Cihazlar ve Alınan Ölçümler	31

	<u>Sayfa</u>
BÖLÜM 4	33
İŞLETME GENEL BULGULARI.....	33
4.1. ENDÜSTRİYEL İŞLETME BİLGİLERİ	34
4.2. TESİS DETAYLARI VE ENERJİ TÜKETİM KARAKTERİSTİĞİ	35
4.2.1. 2012 Yılı Enerji Tüketim Bilgileri ve Maliyetleri	36
4.2.2. 2013 Yılı Enerji Tüketim Bilgileri ve Maliyetleri	37
4.2.3. 2014 Yılı Enerji Tüketim Bilgileri ve Maliyetleri	38
4.3. ENDÜSTRİYEL İŞLETMENİN ÜRETİM VE ENERJİ TÜKETİMİNİN İNCELENMESİ	40
4.3.1. 2012 Yılı Üretim ve Enerji Tüketiminin İncelenmesi	41
4.3.2. 2013 Yılı Üretim ve Enerji Tüketiminin İncelenmesi	44
4.3.3. 2014 Yılı Üretim ve Enerji Tüketiminin İncelenmesi	47
4.4. ÜRETİM VE ENERJİ TÜKETİM DEĞERLERİNİN GRAFİĞE AKTARILMASI	50
4.5. SPESİFİK ENERJİ TÜKETİMİ	56
 BÖLÜM 5	 59
TEKSTİL FİRMASINDA VERİMLİLİK ARTIRICI PROJELER.....	59
5.1. BACA GAZI ANALİZLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ	60
5.1.1. Doğalgaz Yakıtlı Kazanların Kontrolü ve Verimlerinin İyileştirilmesi .	61
5.1.2. Kazanda VAP Analizleri Uygulama Öncesi ve Sonrası Durumu	62
5.2. BUHAR HATLARININ, KONDENS VE DEGAZÖR TANKİNİN İNCELENMESİ	68
5.2.1. Eksik İzolasyonlu Boru, Vana ve Flanşların Değerlendirilmesi	68
5.2.2. Kondens Tankı ve Buhar Degazörün İncelenmesi	71
5.3. TEKSTİL İŞLETMESİNDE ELEKTRİK TASARRUFUNUN İNCELENMESİ	75
5.3.1. Motorlarda Enerji Verimlilik Sınıfları ve Tasarruf Yöntemleri	77
5.3.2. Asenkron Motor Kontrol Sistemleri ile Enerji Tasarrufunun Sağlanması ve Verimlilikteki Rolü.....	79
5.3.3. Enerji Verimliliği İçin Asenkron Motor Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Kriterler	80
5.3.4. İşletmedeki Kumaş Terbiye ve Boyama Örme ve Dikme Makinelerinin Elektrik Motorlarının Verimlilik Sınıflarının İncelenmesi.....	81
5.3.5. Mevcut Elektrik Tarifesinin İncelenmesi	85

	<u>Sayfa</u>
5.4. BASINÇLI HAVA SİSTEMİ	86
BÖLÜM 6	89
SONUÇLAR VE ÖNERİLER	89
KAYNAKLAR	92
EK AÇIKLAMALAR. A. ENDÜSTRİYEL İŞLETME BİLGİLERİ VE CİHAZLARIN BÜTÇE TABLOLARI	95
EK AÇIKLAMALAR. B. EKONOMİZER VE DİĞER VERİMLİLİK ARTIRICI PROJELERİN İŞ AKIŞ ŞEMALARI	101
ÖZGEÇMİŞ	104

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Enerji yönetimi sistem şeması (PUKÖ).....	4
Şekil 2.2. Tekstil fabrikası enerji organizasyon şeması	9
Şekil 4.1. Tekstil sektörünün üretim basamaklarında kullanılan enerji türleri	36
Şekil 4.2. Bir tekstil fabrikasının 2012 yılı enerji türlerinin toplam enerji tüketimi içindeki payı	37
Şekil 4.3. Bir tekstil fabrikasının 2012 yılı enerji türlerinin toplam enerji maliyeti içindeki payı.....	37
Şekil 4.4. Bir tekstil fabrikasının 2013 yılı enerji türlerinin toplam enerji tüketimi içindeki payı.....	38
Şekil 4.5. Bir tekstil fabrikasının 2013 yılı enerji türlerinin toplam enerji maliyeti içindeki payı.....	38
Şekil 4.6. Bir tekstil fabrikasının 2014 yılı enerji türlerinin toplam enerji tüketimi içindeki payı.....	39
Şekil 4.7. Bir tekstil fabrikasının 2014 yılı enerji türlerinin toplam enerji maliyeti içindeki payı.....	39
Şekil 4.8. Bir tekstil işletmesinde 2012 yılındaki üretimin aylara göre dağılımı.....	43
Şekil 4.9. Bir tekstil işletmesinde 2012 yılındaki toplam enerji tüketiminin aylara göre dağılımı	43
Şekil 4.10. Bir tekstil işletmesinde 2013 yılındaki üretimin aylara göre dağılımı.....	46
Şekil 4.11. Bir tekstil işletmesinde 2013 yılındaki toplam enerji tüketiminin aylara göre dağılımı	47
Şekil 4.12. Bir tekstil işletmesinde 2014 yılındaki üretimin aylara göre dağılımı.....	50
Şekil 4.13. Bir tekstil işletmesinde 2014 yılındaki toplam enerji tüketiminin aylara göre dağılımı	50
Şekil 4.14. Bir tekstil işletmesinde 2012 yılı üretim ve enerji tüketimlerinin aylara göre dağılımı	51
Şekil 4.15. Bir tekstil işletmesinde 2012 yılı üretim ve toplam enerji tüketimlerinin aylara göre dağılımı	52
Şekil 4.16. Bir tekstil işletmesinde 2012 yılı üretim ve toplam enerji tüketimlerinin grafiği.....	52
Şekil 4.17. Bir tekstil işletmesinde 2013 yılı üretim ve enerji tüketimlerinin aylara göre dağılımı	53
Şekil 4.18. Bir tekstil işletmesinde 2013 yılı üretim ve toplam enerji tüketimlerinin aylara göre dağılımı	53

Şekil 4.19. Bir tekstil işletmesinde 2013 yılı üretim ve toplam enerji tüketimlerinin grafiği.....	54
Şekil 4.20. Bir tekstil işletmesinde 2014 yılı üretim ve toplam enerji tüketimlerinin aylara göre dağılımı	54
Şekil 4.21. Bir tekstil işletmesinde 2014 yılı üretim ve toplam enerji tüketimlerinin grafiği.....	55
Şekil 4.22. Bir tekstil işletmesinde 2014 yılı üretim ve toplam enerji tüketimlerinin grafiği.....	55
Şekil 4.23. Bir tekstil işletmesinde 2012 yılı spesifik enerji grafiği.....	56
Şekil 4.24. Bir tekstil işletmesinde 2013 yılı spesifik enerji grafiği	57
Şekil 4.25. Bir tekstil işletmesinde 2014 yılı spesifik enerji grafiği.....	57
Şekil 5.1. Tekstil işletmesindeki mevcut buhar kazanı.....	62
Şekil 5.2. Tekstil işletmesindeki mevcut buhar kazanının termal görüntüsü.	64
Şekil 5.3. Tekstil işletmesine uygulanan ekonomizerin şematik gösterimi.	67
Şekil 5.4. Tekstil işletmesindeki tesisatta izolasyonun durumu.	68
Şekil 5.5. Tekstil işletmesindeki tesisatın termal görünümü.	69
Şekil 5.6. Tekstil işletmesindeki kondens tankı ve buhar degazörü.	71
Şekil 5.7. Tekstil işletmesindeki otomatik blöf ve flaş buhar uygulama şeması.	72
Şekil 5.8. Tekstil işletmesindeki mevcut yüzey blöf.	74
Şekil 5.9. Tekstil işletmesindeki mevcut yüzey blöfün termal görünümü.....	74
Şekil 5.10. Tekstil işletmesindeki mevcut elektrik motorlar.	84
Şekil 5.11. Tekstil işletmesindeki mevcut elektrik motorlarının bağlantı sistemleri.	84
Şekil 5.12. Tekstil işletmesindeki mevcut kompresör sistemi.	87

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Türkiye'nin tekstil ve hammadde dış ticaretinin yıllık değişimi	22
Çizelge 3.2. Türkiye'nin genel ihracat performansı içinde tekstil ve hammaddeleri ihracatının payı	23
Çizelge 3.3. Türkiye tekstil ve hammaddeleri ihracatında ilk on ülke	23
Çizelge 3.4. Ölçüm cihazları verileri	31
Çizelge 4.1. 2012 yılı enerji tüketim ve maliyet bilgileri	36
Çizelge 4.2. 2013 yılı enerji tüketim ve maliyet bilgileri	37
Çizelge 4.3. 2014 yılı enerji tüketim ve maliyet bilgileri	38
Çizelge 4.4. 2012 yılı aylara göre elektrik enerjisi tüketim ve maliyet bilgileri	41
Çizelge 4.5. 2012 yılı doğalgaz tüketim ve maliyet bilgileri	41
Çizelge 4.6. 2012 yılı toplam enerji tüketim ve maliyet bilgileri	42
Çizelge 4.7. 2012 yılı işlenen tekstil ürünleri bilgileri	42
Çizelge 4.8. 2013 yılı aylara göre elektrik enerjisi tüketim ve maliyet bilgileri	44
Çizelge 4.9. 2013 yılı doğalgaz tüketim ve maliyet bilgileri	44
Çizelge 4.10. 2013 yılı toplam enerji tüketim ve maliyet bilgileri	45
Çizelge 4.11. 2013 yılı işlenen tekstil ürünleri bilgileri	45
Çizelge 4.12. 2014 yılı aylara göre elektrik enerjisi tüketim ve maliyet bilgileri	47
Çizelge 4.13. 2014 yılı doğalgaz tüketim ve maliyet bilgileri	48
Çizelge 4.14. 2014 yılı toplam enerji tüketim ve maliyet bilgileri	48
Çizelge 4.15. 2014 yılı işlenen tekstil ürünleri bilgileri	49
Çizelge 5.1. Tekstil işletmesindeki son üç yıldaki doğalgaz tüketimi	62
Çizelge 5.2. Tekstil işletmesindeki ana buhar kazanı verileri	63
Çizelge 5.3. Tekstil işletmesindeki mevcut durumdaki kazan kayıpları	65
Çizelge 5.4. Tekstil işletmesindeki iyileştirmeler neticesindeki kazan kayıpları	65
Çizelge 5.5. Tekstil işletmesindeki VAP neticesindeki tasarruf miktarları	66
Çizelge 5.6. Eksik izolasyonlu veya izolasyonsuz vana, flanş ve boru metrajları ...	69
Çizelge 5.7. Vana, flanş ve boruların metrajlarına bağlı enerji ve maliyet kayıpları	70
Çizelge 5.8. Vana, flanş ve boruların metrajlarına bağlı maliyet hesaplamaları	71

Çizelge 5.9. Kondens tankı ve buhar degazörü verileri	72
Çizelge 5.10. CEMEP'e göre motor verim sınıfları.....	78
Çizelge 5.11. Tekstil işletmesinde VAP neticesindeki tasarruf miktarları	81
Çizelge 5.12. Tekstil işletmesindeki değişim yapılabilecek elektrik motorları	82
Çizelge 5.13. Tekstil işletmesindeki değişim için öngörülen elektrik motorları	82
Çizelge 5.14. Tekstil işletmesindeki EFF1 elektrik motorlarının toplam maliyeti	83
Çizelge 5.15. Tekstil işletmesindeki 2012 yılı elektrik tüketim tablosu	85
Çizelge 5.16. 2012 yılı elektrik tarifeleri birim fiyatları	85
Çizelge 5.17. Tekstil işletmesindeki 2012 yılı elektrik tarifelerine göre mali hesap.	86
Çizelge 5.18. Tekstil işletmesindeki ana kompresörün teknik özellikleri	87
Çizelge 5.19. Tekstil işletmesindeki yedek kompresörün teknik özellikleri	88
Çizelge 6.1. Harcanan yakıtların maliyeti ve tasarruf oranları	90
Çizelge 6.2. Verimlilik artırılması için yapılan çalışmaların tasarruf miktarları ve geri ödeme süreleri.....	91
Çizelge EK A.1. Endüstriyel işletme bilgileri.....	96
Çizelge EK A.2. Elektrik motorları bütçe tablosu	97
Çizelge EK A.3. İzolasyon sistemlerinin bütçe tablosu.....	98
Çizelge EK A.4. Ekonomizer kurulumu bütçe tablosu	99
Çizelge EK A.5. Kazana otomatik blöf koyulması ve flaş buhar ile degazörün ısıtılması sistemi bütçe tablosu	100
Çizelge EK B.1. Ekonomizer için yapılacak projenin iş akış şeması	102
Çizelge EK B.2. Diğer verimlilik artırıcı projelerin iş akış şeması	103

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

CO	: Karbonmonoksit
CO ₂	: Karbondioksit
Gcal	: Giga kalori
kg	: Kilogram
Kj	: Kilo joule
kW	: kilowatt
kWh	: Kilowatt saat
L	: Isı kayıpları toplamı
L _B	: Blöf nedeni ile olan ısı kaybı
L _{COBG}	: Baca gazındaki yanmamış karbonmonoksit nedeniyle olan ısı kaybı
L _{KBG}	: Kuru baca gazı ısı kaybı
L _{NBG}	: Baca gazı nem nedeni ile olan ısı kaybı
L _{RK}	: Kazan yüzeyinden radyasyonla ve konveksiyonla olan ısı kaybı
L _{Toplam}	: Toplam ısı kaybı
m	: metre
Mcal	: Mega kalori
NO _x	: Azotoksitler
O ₂	: Oksijen
Sm ³	: Standart metreküp
SO ₂	: Kükürtdioksit
λ	: Hava fazlalık katsayısı
ppm	: Parts per million (Bir karışımda toplam madde miktarının milyonda bir birimlik maddesine)

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
CEMEP	: Avrupa Elektrik Makineleri Üreticileri Komitesi
DTÖ	: Dünya Ticaret Örgütü
EFTA	: Avrupa Serbest Ticaret Birliği
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi
HVAC	: Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme
KV	: Kısa Vadede
NAFTA	: Kuzey Amerika Ülkeleri Serbest Ticaret Anlaşması
PUKÖ	: Planla, Uygula, Kontrol Et ve Önlem Al-Düzeltil
SET	: Spesifik Enerji Tüketimi
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
UETM	: Ulusal Enerji Tasarrufu Merkezi
UV	: Uzun Vadede
VAP	: Verimlilik Artırıcı Proje
YEGM	: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Tüm dünyada, özellikle gelişmekte olan ülkelerde enerjiye olan talep giderek artmaktadır. Bunun en önemli nedenleri nüfus artışı, sanayileşme ve yaşam standartlarının yükselmesi olarak gösterilmektedir.

Ülkelerin sahip olduğu enerji kaynakları neredeyse tüm ekonomik alanlarda ülkelerin zenginliği ve diğer ülkelere bağımlılığın bir ölçüsü durumuna gelmiştir. Bu nedenle ülkeler dış politikalarını bu doğrultuda şekillendirmiş ve bu büyük pazar içerisinde rekabet edebilir düzeye gelebilmek için değişik yollar izlemişlerdir.

Olumsuz çevre etkilerinin bertaraf edilmesi ve enerji arz güvenirliliğinin sağlanması her dönemde önemini korumuştur. Dünyamız, yerkürenin ısınması ve asit yağmurları gibi ciddi çevresel sorunlarla karşı karşıyadır. Sağlık, çevresel ve ekonomik nedenlerden ötürü, hava kirliliğini azaltmak için stratejiler geliştirilmektedir. Bu değişim sürecine paralel olarak, "sürdürülebilir gelişme" kavramı, endüstriyel strateji planlaması ve projelerde gittikçe artan bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Enerji ifadelerinde bu kavram, sadece finansal bakış açısından değil, aynı zamanda sınırlı kaynakların ve çevre kirlenmesi düzeylerindeki artış yönünden, enerjinin verimli kullanımı gibi, enerji tasarrufunu içine almaktadır. Bunun sonucunda, enerjinin verimli kullanımını sağlayacak enerji yönetim sistemleri gündeme gelmektedir.

Günümüzde kullanılan fosil kökenli birincil enerji kaynaklarının sınırlı olması ve yaşanabilecek enerji darboğazları beklentileri, hem arz tarafını hem de talep tarafını tüm alanlarda etkin bir enerji yönetimine yöneltmektedir. Bu noktada enerji çeşitliliği, enerji yönetiminin dayanak noktalarından biridir. Bir diğer önemli nokta ise başta sanayi olmak üzere tüm alanlarda enerji verimliliğinin artırılması ve enerji tasarruf imkânlarının değerlendirilmesidir.

Enerjinin rasyonel kullanımı için geliştirilen yaklaşımlar içerisinde sanayide enerji tasarrufu önemli bir yere sahiptir. Enerji tasarrufu, sanayide kalite ve çevre konularında benimsenen standartların organizasyonuna benzer yönetim yaklaşımlarının içerisinde değerlendirilmesi gereken bir konudur. Dolayısıyla sanayide etkin enerji yönetimi, tasarruf noktasında ele alınan teknik konularda olduğu kadar işletmeye özgü diğer konularda da yürütülmesi gereken birtakım faaliyetleri içerir [1].

Ülkemizde sanayide enerji verimliliğinin artırılması amacıyla bir yönetmelik ve bunu izleyen iki duyuru söz konusudur. 11 Kasım 1995 ve 22460 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan “Sanayi kuruluşlarının enerji tüketiminde verimliliğin artırılması için alacakları önlemler hakkında yönetmelik”, sanayide enerji verimliliği çalışmalarında önemli bir adım olarak kabul edilmektedir. Yönetmeliğin yayınlanmasından sonra, ülkemizde “Enerji Yöneticisi” kavramı ortaya çıkmış, “Sanayide Enerjide Yönetim Sistemleri” nin kurulması gündeme gelmiştir.

Ülkemizdeki enerji kullanımını sanayi, binalar (konut ve ticari) ve ulaştırma olmak üzere üç ana grupta ele almak mümkündür. Bu çerçevede, sanayi sektörü, ülkemiz nihai enerji tüketimi içinde yaklaşık % 36 ve elektrik tüketiminde % 55 paya sahiptir. Bunun yanı sıra 2000 yılında % 36 olan enerji tüketimi payının 2010 ve 2020 yıllarında sırasıyla % 46 ve % 56 olacağı sanılmaktadır. Sanayi sektörümüz bir yandan yüksek enerji tasarruf potansiyeline sahiptir. Öte yandan da, sanayide tüketilen enerjinin çoğu ticari enerjidir. Bu durumlar, enerji tasarrufu çalışmalarında sanayi sektörümüzün öncelikle ele alınmasına neden olmuştur [2].

Bir tekstil firmasında yapılan incelemelerde, üretimde kullanılan mevcut sistemler ve enerji tüketimi incelenmiştir. Sistemde revizyonla sağlanacak tasarruf miktarları için inceleme ve değerlendirme yapılmıştır.

Üretim tesisinin 2012, 2013 ve 2014 yıllarına ait enerji tüketimleri ile ilgili, alınan ham madde (iplik, boya, vb.) ve sarf malzemesi ile penye kumaş örülüp, örülen kumaş boyanarak dikilerek mamul hale getirilmektedir. Üretilen mamulün üretim maliyeti ile tüketilen enerji ilişkisi incelenmiştir. Firma enerji tüketimi incelenmiş

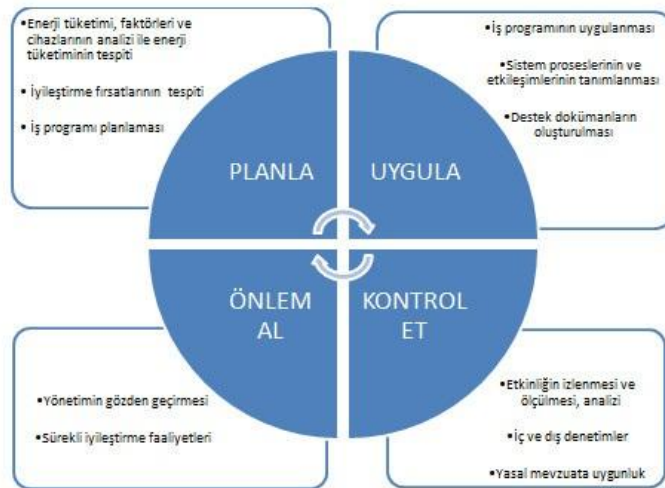
"25.10.2008 tarih ve 27035 sayılı resmi gazetede yayımlanan Enerji Kaynakları ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına dair yönetmeliğin 9. maddesi gereği yıllık enerji tüketimi 1000 TEP ve üzeri olan Endüstriyel İşletmeler Çalışanları arasından Enerji Yöneticisi görevlendirir". maddesi kapsamında işletmenin enerji kullanımına bakıldığı zaman bir Enerji yöneticisini atama yapma gereği olduğu görülmüştür.

Bu çalışmanın birinci bölümünde enerji kavramı genel olarak ele alınmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde enerji verimliliği, enerji tasarrufu ve enerji yönetimi kavramları literatürde araştırılmış ve anlatılmıştır. Üçüncü bölümde araştırma konusu olan tekstil sektörünün neden seçildiği, tekstil sektörünün Türk ekonomisindeki yeri, enerji açısından önemi incelenmiştir. Enerji etüdü yapılan fabrikalardan verilerin hangi kıstaslarda, hangi yöntemler kullanılarak toplandığı, kullanılan ölçüm cihazları ve metotları da bu bölümde açıklanmıştır. Dördüncü bölümde fabrikalardan toplanan bilgilere, beşinci bölümde ise elde edilen verilerin değerlendirilmesine yer verilmiştir ve baca gazı analizlerinin değerlendirilmesi yapılarak enerji açısından tasarruf imkânları araştırılmıştır. Sonuç bölümünde ise enerji taraması yapılan tekstil fabrikalarından toplanan verilerin değerlendirilmesi neticesinde elde edilen sonuçlar üzerinde durularak enerji tasarrufu için yapılması gereken konular öneri olarak verilmektedir.

BÖLÜM 2

ENERJİ YÖNETİMİ VE ENERJİ TASARRUFU İLE İLGİLİ LİTERATÜR ARAŞTIRMA ÇALIŞMASI

Enerji Yönetimi tanımı değişik disiplinlerde, sektörlere, uygulandığı yer ve koşullara göre farklılık gösterir. Genel bir tanım yapmak gerekirse enerji yönetimi, kârı maksimize etmek için enerji maliyetlerinin azaltılması ve çevreye olan olumsuz etkileri en aza indirmek ya da tümüyle kaldırmak için yapılan planlı, organizasyona dayalı çalışmaların tümüdür. Enerji yönetimi; kârları maksimuma çıkarmak (giderleri minimuma düşürmek) ve rekabet konumlarını arttırmak için enerjinin akılcı ve etkin kullanımınıdır. Başka bir deyişle, PUKÖ çevriminin tekrarından başka bir şey değildir. Planla, Uygula, Kontrol Et ve Önlem Al-Düzeltil çevriminin tekrarına dayanan mantıklı ve etkin bir şekilde belirli bir amaca ulaşmak için gerekli olan tüm faaliyetleri içerir [3].



Şekil 2.1. Enerji yönetimi sistem şeması (PUKÖ).

Enerji yönetiminin odak noktası enerji tasarrufudur. Enerji tasarrufu aynı birim üretim zamanı içerisinde bir ürün ya da hizmet için enerji kullanımının minimize edilmesi amacıyla yürütülen teknik çalışmaların bütünüdür. Enerji yönetimi daha kapsamlı bir çalışma olmakla birlikte süreklilik arz eden bir ekip işidir.

Enerji yönetiminin birincil amacı maliyetleri düşürerek kârı arttırmaktır. Genel olarak enerji yönetimi ile ilgili konular şu şekilde sıralanabilir.

- Enerji verimliliğinin artırılması ve enerji kullanımının azaltılması, dolayısıyla maliyetlerin düşürülmesi,
- Akıllı enerji kullanımı için verimli izleme, raporlama ve yönetim stratejilerinin elden geçirilmesi,
- Araştırma ve geliştirme çalışmaları ile enerji yatırımlarının geri dönüşü için daha iyi ve yeni yollar bulmak,
- Elektrik enerjisi basta olmak üzere arz güvenirliliğinin sağlanması ve diğer enerji kaynaklarındaki herhangi bir kesintinin önüne geçilmesi ve azaltılması.

Bu hususlar bir ülkenin enerji politikası çerçevesinde hedeflerini oluşturması ve uygulamaya koyması için temel teşkil etmektedir. Aynı zamanda enerjinin tüketildiği tüm kurum ve kuruluşların özellikle sanayinin benimsemesi gereken konulardır. Enerji için bedel ödeyen tüm kullanıcılar bu tip çalışmaları hayata geçirebilirler [4].

2.1. SANAYİDE ENERJİ YÖNETİMİ

Sanayide enerji tasarrufu sağlamak, bilinçli bir enerji yönetimi programı geliştirmek ve uygulamak ile mümkündür. Enerji Yönetimi Sistemi ürün kalitesinden güvenlikten veya çevresel tüm koşullardan fedakârlık etmeksizin ve üretimi azaltmaksızın enerjinin daha verimli kullanımı doğrultusunda yapılandırılmış ve organize edilmiş disiplinli bir çalışmadır [5].

Enerji yönetim sisteminin başarılı olması için dört ana hedef bulunmaktadır. Bunlar:

- Üretenin verimini artırmak (kazan, kompresör, vb.),

- Tüketicinin kullanımını azaltmak,
- Yüksek güç tüketilen noktaları sürekli kontrol altında tutmak,
- Enerjiyi en ekonomik yoldan kullanmak.

Enerji yönetiminde ilk kural; işletmede enerjiyi üreten sistemleri, üretimin gereksinimlerini en uygun şekilde karşılamak amacıyla sürekli iyi durumda bulundurmaktır [6].

Enerji yönetim sistemi kurmak için uygun ve iyi tasarlanmış bir yönetim yaklaşımı gereklidir. İyi organize olmuş enerji yönetim sisteminde ön plana çıkan unsurlar arasında; üst yönetimin katkı ve desteği, tüm çalışanların katılımını sağlamak ve eğitim, enerji muhasebesi, izleme ve hedef oluşturma, enerji tasarrufu etütleri ve fizibilite çalışmasının yapılması, ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi, izleme ve hedef belirleme, gerekli ekipmanların temini sıralanabilir.

Belli bir programa bağlı olmadan yürütülen çalışmalarda basit işletme tedbirleriyle bazı kuruluşlarda % 10'a varan oranlarda enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Geniş kapsamlı enerji yönetimi programlarının uygulanması ile enerji tasarrufu çalışmalarına süreklilik kazandırıldığı gibi tasarruf oranı da % 25' i aşabilir.

2.1.1. Enerji Yönetiminin Faydaları

Tesislerde enerji değişik şekillerde kullanılmaktadır. Küçük miktardaki enerji maliyetlerinin yekûnu büyük rakamlar oluşturmaktadır. Genelde yöneticiler ve mühendisler bu maliyetlerin üzerinde çok fazla durmazlar. Fakat bir tesiste üretim devam ettiği sürece sürekli bir maliyet oluşacaktır. Bu maliyetin ürün maliyeti içerisindeki payı tesisin enerji yönünden durumunu ortaya koyar. Sonuçta enerjinin verimli kullanılması ile maliyetler arasında çok büyük bir ilişki bulunmaktadır. Örneğin küçük yatırımlarla ya da yatırımsız gözle görülebilecek sorunlara bulunacak basit önlemlerle çok önemli tasarruflar sağlanabilir. Aydınlatmada daha verimli armatürlerin kullanılması küçük bir yatırım olarak görülebilir. Fakat konu enerji olunca ve enerjinin de zamanın bir fonksiyonu olduğu göz önünde bulundurulursa, bu küçük yatırımın gelecekte ne kadar büyük bir tasarruf imkânı sağladığı açıkça

görebilir. Ancak enerji tasarrufunu sadece para tasarrufu olarak ele almamak gerekir. Enerji tasarrufu bir enerji yönetim programının alt başlığı olarak değerlendirildiğinde çevre yönü de ön plana çıkmış olur. Az enerji veya enerji verimli kullanıldığında, çevresel kirlilikte az olur. Dolayısıyla enerji yönetiminin faydaları kısaca; maliyetlerin azaltılması, çevresel etkilerin azaltılması, yasalara uyulması ve şirket profiline geliştirilmesi olarak sıralayabiliriz [7].

2.1.2. Enerji Kullanımının Sera Gazlarına Etkisi

Sera etkisi günümüzde üstünde durulan en büyük çevre sorunlarından bir tanesidir. Sera etkisinin oluşmasındaki temel sebep greenhouse (sera) gazları adı verilen gazların atmosferdeki konsantrasyonlarının artmasıdır. Asıl olarak sera etkisi dünyanın doğal yapısında bulunan bir etkidir. Temel olarak sera gazlarının (CO_2 , NO_x , metan ve diğer gazlar) dünya yüzeyinden yansıyan güneş ışınlarını geri yansıtması ve tutmasıyla gerçekleşen bir etkidir. Böylelikle dünyada ısı dengesi oluşmakta ve ışınların dünyayı ısıtmasını sağlamaktadır. Fakat bu gazların konsantrasyonlarının artması bu etkiyi arttırmakta ve dünyanın fazla ısınmasına yol açmaktadır. Bu durum ise iklimlerin değişmesine ve buzulların erimesine neden olmaktadır. Bunun sonucu olarak ise ekolojik denge bozulmakta ve canlılar zarar görmektedir.

Temel olarak sera etkisinin oluşumundaki en etkili gaz CO_2 gazıdır. Bu gaz en çok endüstriyel faaliyetler ve taşımacılıkta kullanılan fosil yakıtların yanma ürünü olarak ortaya çıkmaktadır. Atmosferdeki CO_2 , metan gazı, NO_x emisyonu ve güneş ışınlarının geri yansımaya neden olan sülfatlı bileşiklerin emisyonu her geçen gün artış göstermektedir. Bu durum da belirli bölgelerdeki sıcaklık dengelerinin bozulmasına neden olmaktadır. Bu nedenle sera etkisi ve küresel ısınma uluslararası platformda gündeme getirilen ve çözümler üretilmeye çalışılan en önemli sorundur.

Fosil yakıtların yanmasıyla oluşan sera gazları yakıt türüne bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Doğal gazın yakıt olarak kullanılmasıyla CO_2 ve NO_x gazları atmosfere verilmektedir. Fakat bu gazların miktarları kömür veya sıvı petrol yakıtlarının yakılmasıyla ortaya çıkan CO_2 ve NO_x miktarından daha azdır. Metan

ise doğal gazın eksik yakılması durumunda ortaya çıkmaktadır. Bunun dışında cıvalı bileşikler ve sülfürlü bileşikler doğal gazın yakılması sonucu ortaya çıkmamaktadır. Kömürün yakılması sonucu ortaya çıkan gazlar ise CO₂, NO_x, sülfürlü bileşikler ve cıvalı bileşiklerdir. Metan ise kömür içerisinde bulunmaktadır ve yanma sırasında serbest kalarak atmosfere verilmektedir. Sıvı petrol ürünlerinde de aynı gazlar atmosfere verilmektedir. Fakat bu yakıtların yakılmasında ortaya çıkan cıvalı ve sülfürlü bileşikler daha fazladır. Petrol türevlerinin taşımacılıkta kullanılması da bu yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan gazların atmosfere yüksek miktarlarda salınmasına neden olmaktadır. Özellikle taşıtların artması bu konuda önlemler alınmasını gerektirmektedir.

Sera gazlarının atmosfere verilmesinin kontrolü için birçok çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmalarda en önemli nokta mevcut ekonomik durumu bozmadan alternatifler üretmektir. Bu nedenle yakıt türlerinin seçilmesi ve tam yanmanın gerçekleştirilmesi çok önemlidir. Ayrıca yakıtlardan enerji elde edilmesinde en iyi yöntemlerin seçilmesi ve yakma işlemlerinin sorunsuz olarak yapılması çok önemlidir. Çünkü eksik yanma sonucunda sera etkisi yaratan ve toksin etkiye sahip gazlar çok daha fazla miktarlarda atmosfere verilmektedir. Atmosfere verilen bu gazların azaltılması için fabrikaların ve araçların gaz emisyon kontrollerinin yapılması çok önemlidir. Böylelikle daha iyi çözümler getirilebilmektedir [8].

2.1.3. Sanayi Enerji Yönetimi İle İlgili EİE'nin Yaptığı Çalışmalar

“Sanayide Enerji Yönetimi Esasları” isimli yayının dört ciltten oluşmaktadır. Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü bünyesinde bulunan Ulusal Enerji Tasarruf Merkezi tarafından hazırlanmıştır.

Cilt I'de; Türkiye'nin enerji analizi yapılarak enerji üretim ve tüketim durumları ortaya konulmaktadır. Enerji Yönetiminin neden uygulanması ve uygulamak için neler yapılması gerektiği konularında bilgiler verilmektedir. Enerji tasarrufu etüt yöntemleri açıklanmaktadır. Bir fabrikada enerji etüdü yapmak için kullanılan cihaz ve aletler tanıtılmakta, uygulamada teknik bilgiler verilmektedir.

Cilt II’de; endüstride kullanılan yakıt özellikleri, yakma sistemleri ve yanma prensipleri hakkında bilgiler verilmektedir. Enerji ve kütle dengeleri ve enerji kayıplarının hesaplanması ile ilgili formüller verilmekte ve örnekler gösterilmektedir.

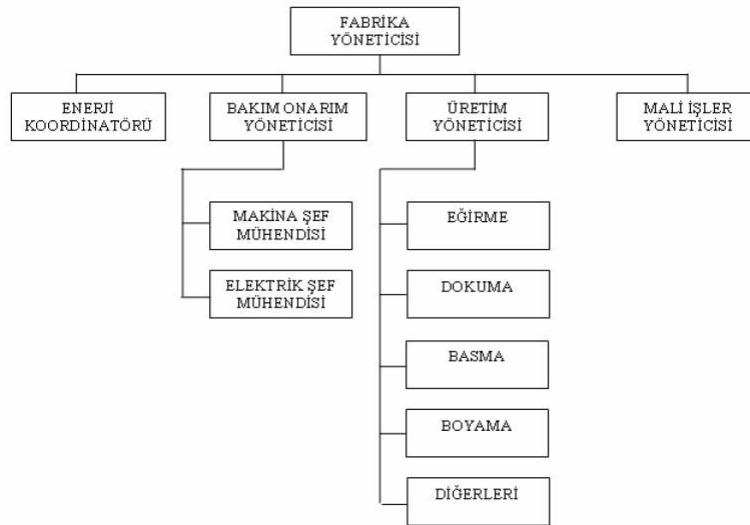
Cilt III’de; Sanayide kullanılan kazanların ve buharın verimli kullanılması, ısı yalıtımının iyi yapılması için temel yaklaşımlar anlatılmaktadır. Elektriğin ve elektrikli motorlarının uygun kullanılması metotları ve elektrik tasarruf olanakları açıklanmaktadır.

Cilt IV’de; Atık ısıdan geri kazanım sistemleri ve enerji tasarruf yatırımları mali analiz yöntemleri hakkında bilgiler verilmektedir. Enerji - Çevre ilişkisi anlatılarak, alternatif enerji kaynakları çeşitlendirilmektedir [9].

2.2. ENERJİ KOMİTESİ VE ENERJİ YÖNETİCİSİ OLUŞTURULMASI

Enerji komitesi tüm birimlerden ve muhasebeden birer kişiyi kapsar. Tekstil Sektörü için örnek organizasyon şeması şekil 2.2’de yer almaktadır.

Enerji yöneticisi fabrikayı iyi tanıyan, teknik yeterliliğe sahip, en üstten en alta kadar iyi iletişim kurabilen ve direktiflerini uygulatabilme yeteneğine sahip mühendislerden olmalıdır.



Şekil 2.2. Tekstil fabrikası enerji organizasyon şeması.

2.2.1. Enerji Yöneticisinin Görevleri

Enerji yöneticisinin görevleri şu şekilde sıralanabilir.

- Fabrikadaki tüm enerji tüketim kayıtlarını, sayaç okuma ve enerji satın almayı takip etmek, denetlemek, bunun için önemli üretim bölümlerinde gerekli olan sayaç ve benzeri cihazların yerlerini tespit ederek satın alınmasını ve montajını sağlamak üzere girişimlerde bulunmak.
- SET değerleri için ayrı ayrı tüm önemli üretim bölümlerini ve ana ürünleri takip etmek üzere mevcut durum ve iyileştirme sonrası endeksleri geliştirmek, üst yönetime verilmek üzere SET değerleri, enerji maliyetleri ve üretim-enerji tüketim ilişkisini, enerjinin birim ürün maliyetindeki payını özetleyen aylık raporları hazırlamak, yerli ve yabancı sanayi ürünlerindeki enerji yoğunluklarına paralel bir trend izleyip izlemediğini kontrol etmek ve bu ürünlerde enerji yoğunluklarının düşürülmesini teminen alternatif teklifler hazırlamak.
- Fabrika için mali avantaj sağlaması açısından yakıt cinsini ve elektrik tarifesini değiştirme olanaklarını araştırmak ve enerji ikmal kesintisi halinde uygulanmak üzere muhtemel planlar hazırlamak.
- Yıllık enerji maliyet bütçelerini hazırlamak ve gerçekleştirmeleri izlemek.
- Fabrika personeli, ekipman satıcıları ve dış danışmanlarla işbirliği yaparak enerji tasarrufu projelerini, proses değişiklikleri de dahil olmak üzere geliştirmek, gerekli mali analizleri yaparak yönetimin bu konuda yatırım yapması için yeterli bilgiye sahip olmasını, fabrikanın kendi mali ve teknik imkanları içinde olanlar da dahil, sağlamak.
- Makina ve tesislerin daha verimli olarak işletilmesi için verimlilik standartları oluşturmak.
- Hazırlanmış tasarruf projelerinin, şartnameden montaja kadar her safhada olmak üzere yürütülmesini sağlamak.
- Enerji Yönetim programı için fabrikadaki her kademe arasında iletişimi sağlamak, programa katılan tüm mühendis ve işçileri teşvik etmek için bilinçlendirme ve eğitim programları geliştirmek.

- Hava kirletici baca gazı emisyonlarını sürekli izleyerek 2.11.1986 tarih ve 19269 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği'nde belirtilen sınır değerlerinin aşılmamasını sağlamak.
- Sayaç ve benzeri cihazların periyodik olarak üç yılda bir ölçüm ve kalibrasyonlarının yaptırılmasını sağlamak ve izleme raporları tanzim etmek.

2.3. ÜST YÖNETİMİN DESTEĞİ

Enerji Yönetim Programı uygulamadan önce mutlaka üst yönetimin onayı alınır. Enerji tasarruf yatırımları genelde mali açıdan diğer yatırımlara göre daha caziptir. Eğer kuruluşun en üst düzeydeki yöneticileri konuya gereken önemi vermezlerse, alt kademedeki yapılan çalışmaların hiçbir önemi kalmaz. Ancak üst yönetimin destek ve katkısı olduğu ve enerji yönetiminin bir ekip tarafından yürütüldüğü şirketlerde çalışma verimli olabilmektedir. İletişimde meydana gelen aksaklıklar ve bilgilendirme eksikliğinden dolayı üst yönetim enerji konusunda karar verirken üretimi ve tüketimi yanlış yönlendirebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Sistemli bir çalışmanın gerçekleştirilmediği sanayi sektörlerinde üst yönetimin destek ve katkısı bu sistemi kurmak için en azından dışarıdan yardımına başvurulacak danışmanlar ile görüşmek şeklinde olabilir. Eğer tüm bu çalışmalar gerektiği gibi yapılıyor fakat çözüm için gerekli materyaller ile finansmanın temini ve kısa, orta ve uzun vadede alınacak önlemler için engel teşkil eden sorunların çözümü mümkün değilse, sorumlular gerektiğinde üst yönetimden ayrıntılı analizler ile konu ele alındıktan sonra gerekli desteği ve katkıyı almalıdırlar.

2.4. ENERJİ TÜKETİMİNİN BELİRLENMESİ

Bir fabrikanın 1 Ocak- 31 Aralık arasında harcadığı her türlü yakıt ve satın alınan ara ürün hammadde ve enerji kullanılarak üretilen enerji türleri dahil elektrik tüketimlerinin toplamı, fabrikanın enerji tüketimi olarak kabul edilir.

Her bir yakıt ve elektriğin yıllık tüketim miktarları kalorifik değerleriyle çarpılarak hepsi aynı birime çevrilir. Bu değerlerin toplam miktarı yıllık enerji tüketimini verir.

Enerji tüketim miktarları tek bir birim olarak ele alınır ve üretim tüketim bu şekilde değerlendirilir [10].

2.5. ENERJİ YÖNETİM PROGRAMININ BAŞLATILMASI

Program başlatılmadan önce şu tespitler yapılır:

- Tüketilen enerjinin parasal değeri nedir?
- Enerjinin maliyeti toplam üretim maliyetinin % kaç?
- Enerji tüketimini- maliyetini kim takip eder?
- Şirketin büyüklüğü ne kadardır?
- Ürün çeşidi kaç tanedir?
- Kaç tane farklı enerji tüketim ekipmanı var?
- Enerji tüketimini izlemekteki zorluklar nelerdir?
- İhtiyaç duyulan alet ve ekipmanların maliyeti nedir?
- Enerji Yöneticisi kim olabilir?
- Enerji tasarruf miktarı ne olabilir?

2.6. ENERJİ VERİMLİLİĞİNİ ARTIRICI ÖNLEMLER

Fabrikalar aşağıda belirtilen alanlarda önlemler olarak enerjinin verimli kullanımı için çaba gösterirler. Ayrıca yeni fabrika kurulurken veya fabrikanın kapasite artırımı ve modernizasyon çalışmalarında da aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulur.

Mevcut Tesislerde Enerji Verimliliğini Artırıcı Önlemler:

Mevcut tesisler aşağıda belirtilen alanlarda önlemler olarak enerjinin verimli kullanımı için çaba gösterirler.

- Yakıtların, mevcut yakma sisteminin en verimli şekilde kullanımı ile yakılması,
- Isıtma, soğutma, iklimlendirme ve ısı transferinde en yüksek verimin elde edilmesi,

- Isı yalıtımının standartlara uygun olarak yapılması, ısı üreten, dağıtan ve kullanan tüm ünitelerin yalıtılarak ısı kaybının en aza indirilmesi,
- Atık ısı geri kazanımı,
- Isının işe dönüştürülmesinde verimliliğin artırılması,
- Elektrik tüketiminde kayıpların önlenmesi,
- Elektrikten iş, ısı vb. dönüşümlerde verimliliğin artırılması, mümkün olduğu takdirde bileşik ısı-güç üretimine geçilmesi,
- Otomatik kontrol uygulamaları ile insan faktörünün en aza indirilmesi,
- Hava kirletici emisyonların minimuma çekilmesi ve tüketilen enerji atıklarının çevreyi en az kirletecek şekilde saklanması için azami çaba gösterilmesi.

2.7. ENERJİ KONTROL BİRİMİ VE ENERJİ YÖNETİCİSİNİN ÖZELLİKLERİ

Fabrikalara atanacak Enerji Yöneticisinin mevcut sistem ve prosesi iyi tanıyan tecrübeli bir mühendis olması ve idari açıdan doğrudan fabrikanın üst yönetimine bağlı olarak görev yapması sağlanır. Enerji Yöneticisi koordinatörlüğünde görev yapan Enerji Kontrol Birimi, fabrikanın ana üretim bölümlerinin işletmeden sorumlu teknik elemanları ile enerji satın alınması ve kayıtlarla ilgili muhasebe veya buna benzer bölüm görevlisinden oluşur. Enerji Yöneticilerinin tam zaman çalışacak kişiler olmalarında bir zorunluluk bulunmamaktadır.

2.8. ENERJİ TASARRUFU ETÜT YÖNTEMLERİ

Enerji tasarrufu için enerji verimliliğinin değerlendirilmesine, enerji tasarrufu olanaklarının belirlenmesine ve projeleri yürütmek için plan yapılmasına yardımcı olan enerji analizleri (auditleri) standart teknik yaklaşımları kullanılır.

2.8.1. Enerji Analiz Aşamaları

Enerji analizleri üç aşamada yapılır: diagnostik/planlama, ön enerji analizi, detaylı enerji analizi.

2.8.1.1. Diagnostik/planlama

- Enerji tasarrufu yapılacak fabrikanın doldurmuş olduğu anket formu incelenir.
- Fabrika ziyaret edilerek yakından kontrol edilir, bölümler tespit edilir.
- Ölçüm yapılacak cihazlar ve ölçüm noktaları belirlenir.
- Yapılacak çalışma için gerekli süre saptanır.

2.8.1.2. Preaudit/Ön Enerji Analiz

- Fabrikanın tüm bölümleri detaylı bir şekilde dolaşarak enerjinin boşa harcandığı kaynaklar, kötü yalıtım, buhar, su, yakıt sızıntıları ve çalışmayan tüm ekipmanlar belirlenmeye çalışılır.
- Gerekliyse bazı ölçümler yapılır, örneğin kazanda yanma havası.
- Ön enerji analizi neticesinde, enerji dönüşüm sistemleri (fırın, kazan), izolasyon, basınçlı hava, elektrik sistemi konularında enerji tasarruf imkanları ortaya çıkarılır.
- Detaylı enerji analizine ihtiyaç olan konular belirlenir.

2.8.1.3. Detaylı Enerji Analizi

- Uzun ve detaylı ölçümler yapılır.
- Durma, arızalanma ve aksaklıklar gibi gerçek koşullar dikkate alınarak enerji tüketimi belirlenebilir.
- Enerji tüketimi az olan ancak iyileştirme yapılabilecek yerler de incelenir.

Detaylı enerji analizi şu aşamalardan oluşur:

- Enerji taraması çalışmalarının yapılması ve fabrikada detaylı tarama yapılacak yerlerin belirlenmesi,
- Standart veri toplama formları kullanarak temel enerji tüketim ve üretim verilerinin toplanması, mümkün olan yerlerde SET verilerinin tespiti,
- Fabrikada yapılacak ölçümler ile enerji tüketimi ve verimliliğiyle ilgili tüm verileri bulmak,

- Önemli ekipman ve prosesler için enerji dengesi ve verimliliklerin hesaplanması,
- Enerji verimliliğini iyileştirecek ve tasarruf sağlayacak basit işletme tedbirlerinin ve periyodik bakımların belirlenmesi, enerji tasarrufu miktarı ve maliyetlerinin takip edilmesi için yöntemlerin belirlenmesi,
- Tasarruf edilecek paranın ve yatırım masraflarının hesaplanması, yatırım yapılması gereken konuların, değiştirilmesi, iyileştirilmesi gereken ekipmanların tavsiye edilmesi,
- Uygulama planının hazırlanması,
- Yönetime özet rapor sunulması,

Bir enerji taraması yapıldığında üç önemli kategoride bilgi sağlanmalıdır.

- Enerji ve üretim verilerinin birleştirilmesi
- Enerji tasarrufu olanakları veya tedbirlerin detaylı analizleri,
- Uygulama faaliyet planı

2.8.2. Enerji Analizi İçin Kullanılan Cihazlar

- Bacagazı analizörü
- SO₂ monitörü
- Pens ampermetre
- Enerji analizörü
- İnfra-red sıcaklık ölçer
- Elektronik termometre
- Hava hızı ve basınç ölçer
- Pitot tüpü
- Vane tipi hava hızı ölçer
- Sallamalı tip nem ölçer
- İletkenlik ölçer
- Lüksmetre
- Takometre

2.8.3. Enerji Analizi Adımları

- Çalışmaların zamanlanması ve detaylı etüt yapılacak bölümlerin belirlenmesi,
- Standart veri toplama formları ile enerji tüketim verilerinin toplanması,
- Fabrikada enerji verimliliği ölçümlerinin yapılması,
- Verimliliği iyileştirecek veya enerji tasarrufu sağlayacak basit işletme tedbirlerinin belirlenmesi.

2.8.4. Enerji Analiz Sonuçları

- Enerji ve üretim verileri birleştirilebilir.
- Enerji tasarrufu olanakları veya tedbirlerinin detaylı analizleri elde edilir.
- Uygulama faaliyet planlarına ulaşılır.

Enerji tasarrufu elde etmek ve enerji verimliliğini iyileştirmek için önce düşük maliyetli işletme tedbirleri uygulanmalıdır. Yüksek maliyetli yatırımlar için ayrıca detaylı fizibilite çalışmaları yapılır.

2.8.5. Fizibilite Çalışması

- Detaylı enerji analizi sonrasında belirlenen yatırım gerektiren enerji tasarrufu yöntemleri için fizibilite çalışmaları yapılmalıdır.
- Fizibilite çalışması, yatırılacak kaynaklar karşılığında elde edilecek faydaların tahmin edildiği standart mühendislik çalışmalarıdır.

2.8.6. Fizibilite Çalışması Adımları

- Fizibilitesi yapılan enerji tasarrufu alternatifi detaylı olarak tanımlanır.
- İlgili alternatif için işletme verileri toplanır (Talep yapısı, enerji maliyetlerini de içeren üretim giderleri, proses parametreleri, mevcut işletme verimlilikler).
- Alternatifin uygulamasından sonra işletme faaliyetlerini tanımlayacak spesifik veriler belirlenmelidir (Üretim düzeyleri, gelecekteki enerji ihtiyaçları, ekipmanların ekonomik ömürleri vs.)

- Mali analiz verileri (Geri dönüş oranları vs.)
- Veri toplama ve analiz için organizasyon oluşturulmalı,
- Alternatifin hayata geçirilmesi maliyeti hesaplanmalıdır. (Tasarım masrafları, işletme ve bakım masrafları vs.)
- Enerji tasarrufu potansiyeli tahmin edilmelidir.
- Maliyet ve duyarlılık analizleri yapılmalı ve raporlanmalıdır [11,12].

BÖLÜM 3

TEKSTİL SEKTÖRÜ

Bu bölümde tekstil sektörünün genel durumu Dünya ve Türkiye ölçeğinde incelenmiş ve sektördeki enerji yoğunluk değerleri ile verimlilik olasılıkları irdelenmeye çalışılmıştır.

3.1. TEKSTİL SEKTÖRÜNE GENEL BAKIŞ

Tekstil ve Hazır Giyim/Konfeksiyon sanayi sağladığı istihdam imkânı, üretim sürecinde yarattığı katma değer ve uluslararası ticaretteki ağırlığı nedeniyle ekonomik kalkınma sürecinde ülkemiz için önemli rol oynayan bir sanayi dalıdır. Gelişmiş ülkelerin 18. yüzyılda gerçekleştirdikleri sanayileşme sürecine damgasını vuran tekstil ve daha sonra hazır giyim sanayi, günümüzde de gelişmekte olan ülkelerin kalkınmalarında benzer bir rol oynamaktadır. Tekstil, gelişmiş pazar ekonomilerinde yaratılan katma değer sıralamalarında da, bu ülkelerin yüksek teknoloji sektörlerinin ağırlığına rağmen, ilk sıralarda yer almaktadır.

Tekstil ve hazır giyim ticareti, uluslararası ticaretteki global kısıtlamalara rağmen, üretimin önünde gelişmektedir. Dünya tekstil üretimi 1980–1999 döneminde yaklaşık % 15 artarken, ticareti % 150'nin üzerinde artış göstermiştir [13]. 2005 ve sonrasında DTÖ (Dünya Ticaret Örgütü) düzenlemelerinin hayata geçmesiyle, dünya tekstil ticareti de artmıştır. Bloklar içi (AB, NAFTA, Uzakdoğu) tercihli ticaret giderek daha fazla ağırlık kazanmakta, bu da bloklar arası ticaret ve özellikle bloklar dışında kalan ekonomiler için yeni ve büyük boyutlu bir rekabet engeli yaratmaktadır.

Diğer bir önemli husus, işgücü maliyetlerinin düşük olduğu gelişmekte olan ülkelerin, tekstil ve hazır giyim üretim ve ticaretindeki paylarını, gelişmiş ülkelere oranla giderek artırmalarıdır. 1980–2000 yılları arasında tekstil üretimi Asya kıtasında yaklaşık % 100, Amerika kıtasında % 75 kadar artmış, Avrupa’da ise % 33 kadar gerilemiştir. 1980’de tekstil üretiminin yaklaşık yarısını gerçekleştiren Avrupa’nın payı bugün % 30 dolaylarına düşmüş, aynı dönemde Asya ülkelerinin payı ise % 25’ten % 35–40 seviyelerine yükselmiştir. Amerika kıtası, dünya tekstil üretimindeki payını son çeyrek yüzyılda % 20’lerden % 25–30 dolaylarına yükseltmeyi başarmıştır [14]. Önümüzdeki yıllarda Çin dahil Asya ülkelerinin paylarının diğer bölgeler aleyhine artmaya devam edeceği beklenmektedir.

3.2. TÜRKİYE’DE TEKSTİL SEKTÖRÜNÜN DURUMU

Ülkemizdeki sanayi kuruluşları arasında Türkiye ile en fazla özdeşleşen sektör tekstil sektörüdür. Bunun en büyük nedeni, bu sektörde kullanılan hammadde konusunda ülkemizin yeterince kaynağa sahip olmasıdır. Türk Tekstil Sektörü teknoloji düzeyi, ekonomik etkinliği ve sosyal etkileşimi itibariyle ülkenin önde gelen sosyoekonomik faaliyet alanlarından biridir. Sektörün bu konumunu önümüzdeki yıllar boyunca koruması, hatta geliştirmesi beklenmektedir. Tekstil sektörümüzün ürün kalitesi ve üretim teknolojisi çağdaş dünya standartlarındadır.

Türkiye’de tekstil 1950’den bu yana istihdamın, 1970’den sonra da ihracatın lokomotif konumuna gelmiştir. Son yıllarda tekstil sektörü, Çin ve Hindistan olguları ve artan enerji maliyetleri yüzünden sıkıntı yaşamaktadır. Türkiye’de tekstil sektöründe yapılan yanlışlar ve talebin çok üstündeki yatırımlar, 1993 sonrasına rastlamaktadır [15]. 1980’li yıllarda yapılan büyük tekstil yatırımları sonucu dünyada ciddi bir kapasite fazlalığı ortaya çıkınca, 1990’lı yıllarda yatırımlarda büyük bir azalma görülmüştür. Krizlerin patlama dönemi ise 1998 yılından sonraki süreçte gerçekleşmiştir. 1990’lı yıllarda arz fazlası oluşması ve talepte önemli bir daralma yaşanması, Türk Tekstil Sanayini ciddi bir krizle karşı karşıya bırakmıştır. Günümüzde tekstil sektörü halen istihdam, ihracat ve ciro açısından ülkemizin lokomotif görevini üstlenen alanlardır. Dış ticaretteki payı, toplam üretim hacmi, Türk ekonomisine kattığı değer göz önüne alındığında tekstilin, ülke için ne derece

önemli bir yere sahip olduğu daha iyi anlaşılabilir. Sektör hâlihazırda dünya pazarlarında ihtiyacın yaklaşık % 4'ünü tek başına karşılamakta ve net ihracatçı konumunu sürdürmektedir [15]. Öte yandan, Türk tekstil ve konfeksiyon sektörü, Türkiye ekonomisi içerisinde mevcut önemini korumakla birlikte, yıllar itibariyle özellikle dış ticaretteki payının azaldığı ve sektörün yeni rekabet ortamından çok büyük bir hasar almadan çıkmak için çabaladığı görülmektedir. Buradan hareketle, önceleri hammadde ve emeğe dayalı temeller üzerine oturtulan tekstil sektörü; teknolojideki hızlı gelişme, küreselleşme ve artan rekabet ortamıyla gelen dönüşüm süreci ile beraber yeni temellerini; tasarım, marka, teknoloji üzerine oturtmaya çalışmaktadır. Örneğin son yıllarda tekstil sektörü ihracatı miktar endeksinin, üretici fiyat endeksi gerisinde kalmış olmasında bu olumlu sürecin etkisi vardır. Gerçekten de yapılan yenilikçi yatırımlara paralel olarak organik kumaşlar, nano teknoloji yöntemi ile üretilen leke tutmayan, ütü istemeyen, selülit önleyen, koku yayan giysiler sektörde pay sahibi olmaya başlamıştır. Bunun yanında AB'ye girme sürecinde olan Türkiye, Avrupa standartlarında ve çevreye zararsız “ekolojik tekstil” malı üretimi çalışmalarına hız vermektedir. Bu amaçla üretilmeye başlanan organik tekstil ürünlerinin, katma değeri yüksek ve son zamanlarda moda dünyasında da çokça tercih ediliyor olması Türkiye'nin dünyada kaybetmiş olduğu pazar payını tekrar elde edip, hatta katlayıp rekabet gücünü arttırmasına imkân sağlayabilir.

Tekstil sektörü yıllar içinde dünyada ve Türkiye'de farklı eğilimler izlemiştir ve günümüzde bu sektörde ileri teknoloji sayesinde çok çeşitli kumaşlar ve ürünler üretilmektedir. Tekstil üretiminin yaklaşık % 75'i on yasından daha genç makine ve teçhizatla gerçekleştirilmektedir. Üretim kapasitesi açısından Türkiye, kurulu kapasite iş sayısı itibariyle Dünya'da altıncı, rotor sayısında ise dördüncü sıradadır ve iş sayısında dünya kapasitesinin % 3,4'üne, rotor sayısında ise % 5,5'ine sahiptir [15]. Avrupa Birliği (AB)'nde kurulu pamuk tipi kısa elyaf kapasitesinin yaklaşık yarısı Türkiye'dedir; yani, Türkiye'de kurulu kapasite tek başına AB kurulu kapasitesine denktir. Dokuma ve örgü kumaş üretiminde, yaşlı mekikli tezgahlar dikkate alınmasa dahi, kurulu dokuma kapasitesi AB toplamının % 25'i kadardır ve Avrupa'daki en büyük yuvarlak örme kapasitesine sahiptir [15]. Kumaş işleme (terbiye) kapasitesi, kurulu ham bez üretim kapasitesini (dokuma + örgü) rahatlıkla işleyecek seviyededir. Terbiye (boya, baskı, apre) sanayimiz gerek boyutu ve

teknoloji düzeyi, gerekse ürün kalitesi açısından AB kurulu kapasitesine en azından denk düzeydedir. Ayrıca Türkiye'nin organik pamuk üretiminde % 40'lık bir Pazar payına sahip olması, bu alanda rekabet gücüne katkı sağlayan faktörlerin başında gelmektedir [16]. Türkiye'nin senelerdir özlemini çektiği yurt dışında bir marka yaratma arzusunu da bu fırsatlardan maksimum derecede faydalanarak gidermesi mümkündür. Ayrıca bu sektörün gelişmesi, hammadde ihtiyacını da arttıracığı için, tarım sektörünü de doğrudan etkileyerek ülke ekonomisine olumlu katkıda bulunacaktır.

Bu arada Türkiye'nin 2023 yılındaki 500 milyar dolarlık ihracat hedefinden, tekstil sektörünün 20 milyar dolar, hazır giyimin ise 63 milyar dolar pay alacağı öngörülüyor. Sektör oyuncularına göre bu hedefe ulaşmak içinse her yıl yüzde 10 oranında büyüme yakalanması ya da yatırımların enerji maliyetlerinden teknik ve ekipman iyileştirmelerine harcanması gerekmektedir. Hem enerji hem de emek yoğun bir sektör olan tekstilde gün geçtikçe kayıt dışı çalışan personel sayısı azalırken işletmelerin bir diğer önemli kalem olan enerji maliyetlerinde de tasarrufa gitmesi gerekmektedir [17].

Türkiye için tekstil vazgeçilemez bir sanayi sektörüdür. Bunun gerekçeleri aşağıda sıralanmıştır.

- Tekstil sektörü, Türkiye'nin ihracatta öncü ve en büyük paya sahip sektörüdür.
- Tekstil aynı zamanda ülke coğrafyasında tarımdan nakliyeye kadar en yaygın, en çok işçi istihdam eden, kadınlara ve vasıfsız işçilere en çok iş yaratan, yerli sermaye oranı en yüksek sektördür.
- İşvereni ve işçisi ile ülke ekonomisine en çok katkıda bulunan sektördür.
- Tarım toplumundan sanayi toplumuna geçmemizde basamak olmuştur.
- Türk iş dünyasının uluslararası pazarlarda yer alabilmesini sağlayan sektördür.
- Türkiye'nin tanıtımına katkısı olmaktadır.

Türkiye, dünyadaki en büyük tekstil ithalatçılarından olan AB ülkelerine coğrafi olarak en yakın tekstil tedarikçisi ülkelerden birisidir. Coğrafi yakınlık, nakliye sürelerinin kısa oluşu, çabuk teslimat ve hızın en önemli belirleyicilerden birisi

olduğu yoğun rekabet ortamında, Türkiye'ye önemli avantajlar sağlamaktadır. Türkiye iyi eğitilmiş ve genç nüfusu ile sektörün işgücü ihtiyacını kolaylıkla karşılayacak insan kapasitesine de sahiptir. Mesleki eğitim veren çok sayıda okul bulunmakta olup, mesleki eğitim devlet ve sivil toplum örgütleri tarafından düzenlenen mesleki seminer ve kurslarla da takviye edilmektedir. Tekstil sanayinin sahip olduğu en önemli üstünlüklerden birisi de Türkiye'de oldukça gelişmiş bir tekstil terbiye sanayinin olmasıdır. Çoğu özel sektör tarafından işletilen tekstil terbiye işletmeleri son teknolojiyi kullanmakta ve teknolojiye önemli yatırımlar yapmaktadır. Çevre ve insan sağlığına verilen önem ve işçilerin çalışma koşullarının iyileştirilmesi yönünde dünya genelinde artan bilince paralel olarak, tekstil sektöründe faaliyet gösteren Türk firmaları da bu konuda gerekli hassasiyeti göstermektedirler. Türkiye 1996 yılı basından itibaren AB ile gümrük birliği uygulamasına geçmiş olup, bunun yanında pek çok ülke ile serbest ticaret anlaşması imzalamıştır. Şu anda EFTA (Avrupa Serbest Ticaret Birliği) ülkeleri, İsrail, Romanya, Makedonya, Hırvatistan, Bosna Hersek, Fas, Filistin, Suriye ve Tunus ile Türkiye arasında serbest ticaret anlaşması mevcuttur.

Çizelge 3.1. Türkiye'nin tekstil ve hammadde dış ticaretinin yıllık değişimi.

<i>Birim:</i> A.B.D \$				
		YILLIK		YILLIK
YILLAR	İHRACAT	DEĞİŞİM %	İTHALAT	DEĞİŞİM %
2007	6 363 917 840		8 039 756 467	
2008	6 640 492 320	4,3 %	7 301 405 106	-9,2 %
2009	5 374 056 670	-19,1 %	6 301 202 314	-13,7 %
2010	6 352 784 994	18,2 %	9 079 066 534	44,1 %
2011	7 709 384 326	21,4 %	10 386 750 480	14,4 %
2012	7 753 533 790	0,6 %	8 674 606 811	-16,5 %
2012 Ocak- Haziran	3 813 633 150		4 422 428 879	
2013 Ocak- Haziran	4 151 220 073	8,9 %	4 778 774 182	8,1 %

2015 Ocak-Mart döneminde Türkiye'nin genel ihracatı % 6,8 oranında gerileyerek 35,8 milyar dolara inmiştir. Bu dönemde aynı şekilde sanayi ürünleri ihracatı da %13 oranında gerilemiş ve 26,4 milyar dolar değerinde gerçekleşmiştir [18].

Çizelge 3.2. Türkiye'nin genel ihracat performansı içinde tekstil ve hammaddeleri ihracatının payı.

<i>Birim: 1 000 \$</i>	<i>2014 Ocak- Mart</i>	<i>2015 Ocak- Mart</i>	<i>Değişim %</i>
Türkiye Genel İhracatı	38 426 901	35 816 409	-6,81 %
Tekstil ve Hammaddeleri İhracatı	2 253 933	1 939 773	-13,9 %
Teks. ve Hammaddeleri İhracatının Payı %	5,9 %	5,4 %	
Sanayi İhracatı	30 309 510	26 378 349	-13,0 %
Teks. ve Hammaddeleri İhracatının Sanayi İhracatındaki Payı %	7,4 %	7,4 %	

2015 Ocak-Mart döneminde, Türkiye tekstil ve hammaddeleri ihracatında öne çıkan ülkeler değerlendirildiğinde, en önemli ihracat pazarının % 10,1 oranında pay ile İtalya olduğu görülmektedir. İtalya'ya bu dönemde % 21,9 oranında gerileme ile 197 milyon değerinde tekstil ve hammaddeleri ihracatı gerçekleştirilmiştir [19].

Çizelge 3.3. Türkiye tekstil ve hammaddeleri ihracatında ilk on ülke.

<i>Birim: 1.000 \$</i>	<i>2014 Ocak- Mart</i>	<i>Pay</i>	<i>2015 Ocak- Mart</i>	<i>Pay</i>	<i>Değişim</i>
İTALYA	252 130	11,2 %	196 829	10,1 %	-21,9 %
RUSYA FEDARASYONU	201 699	8,9 %	115 010	5,9 %	-43,0 %
İRAN	64 679	2,9 %	107 131	5,5 %	65,6 %
ALMANYA	115 451	5,1 %	96 091	5,0 %	-16,8 %
A.B.D	75 378	3,3 %	84 672	4,4 %	12,3 %
ROMANYA	93 443	4,1 %	75 667	3,9 %	-19,0 %
BULGARİSTAN	72 700	3,2 %	75 632	3,9 %	4,0 %
İNGİLTERE	92 055	4,1 %	74 740	3,9 %	-18,8 %
POLANYA	74 463	3,3 %	63 509	3,3 %	-14,7 %
MISIR	73 920	3,3 %	60 634	3,1 %	-18,0 %
İlk On Ülke Toplamı	1 115 917	49,5 %	949 915	49,0 %	-14,9 %
AB (28) Toplamı	1 081 774	48 %	904 901	46,6 %	-16,4 %
Toplam Tekstil ve Hammaddeleri İhracatı	2 253 933	100 %	1 939 773	100 %	-13,9 %

3.3. TEKSTİL SEKTÖRÜNÜN TOPLAM ENERJİ TÜKETİMİNDEKİ PAYI

Türk ekonomisinde önemli bir sektör olan tekstilde uluslararası rekabet edilebilir koşulların yakalanmasında maliyetlerin düşürülmesi önemli bir etkidir. Türkiye'deki endüstride tüketilen enerjinin alt sektörlere göre dağılımına bakılırsa, tekstil sektörü toplam tüketilen enerjinin % 6-7'lik kısmını oluşturmaktadır. Buna göre tekstil sektörü demir/çelik (% 35) ve çimento sektöründen (% 20) sonra üçüncü sırayı almaktadır [20]. Ülkemizde enerji kaynaklarının büyük bir kısmı ithal olarak sağlandığı için, enerji maliyetlerinin düşürülmesi daha fazla önem arz etmektedir.

Ülkemizde tekstil sektöründe toplam maliyet içerisinde enerjinin payı % 7-14 arasında değişirken, 500 TEP ve üzeri sanayi sektörlerinin toplam tüketimi içerisindeki enerjinin payı 1995 yılı için % 7,2 civarındadır [21]. 2001 yılında ise sanayi dallarının toplam enerji tüketimi yaklaşık 15 MTEP olarak gerçekleşmiş, bu değer 1,165 MTEP'i tekstil-konfeksiyon ve deri sanayi tarafından tüketilmiştir. Tekstil-konfeksiyon ve deri sektörü; metal sanayi, tas ve toprağa dayalı sanayi, kimya, petrol, kömür, kauçuk ve plastik ürünleri sanayisinden sonra en fazla enerji tüketen dördüncü sanayi dalıdır [22]. 2001 yılındaki elektrik tüketimi esas alındığında ise; tekstil konfeksiyon ve deri sanayi en fazla elektrik enerjisi tüketen üçüncü sanayi dalıdır. Tüketilen toplam enerji miktarında en büyük payı % 31 ile metal sanayi alırken, tekstil-konfeksiyon ve deri sanayi bu değerlendirmede % 8 oranında pay almaktadır. Yakıt kullanımında da en büyük pay beklediği gibi; metal ana sanayindedir. Tekstil-konfeksiyon ve deri sanayi ise, 2001 yılı için sanayide meydana gelen 13,22 MTEP toplam yakıt tüketiminden % 6 oranında paya sahip olmuştur. Aynı yıl Türk sanayisinin toplam elektrik enerjisi kullanımı 1,8853 MTEP olmuş, tekstil konfeksiyon ve deri sanayi, bu tüketimde % 18 pay ile en çok elektrik tüketen üçüncü sanayi alt sektörü olmuştur [22]. Türkiye'de tekstil ve konfeksiyon sanayi; diğer alt sektörler ile birlikte değerlendirildiğinde orta düzeyde enerji tüketen bir sektör olmasına rağmen; ülkemizdeki enerji birim fiyatlarının yüksek olması, bu sanayi dalı için mamul maliyetinde enerji tüketiminin payını arttırmaktadır. Diğer ülkelerle rekabet edebilmek için maliyetleri düşürme açısından tekstil ve konfeksiyon sanayisinde, enerji tüketimini azaltıcı önlemler alınması, bu önlemlerin belirlenebilmesi için de enerji kullanım alışkanlıklarının arz edilmesi gerekmektedir.

3.4. TEKSTİL SEKTÖRÜNDE KULLANILAN ENERJİ ÇEŞİTLERİ

Genel olarak tekstil sektöründe elektrik enerjisi; makinaların çalıştırılmasında, ısıtma ve soğutma sistemlerinde, aydınlatmada, büro makinalarında kullanılır. Buhar üretiminde doğalgaz yakıt olarak kullanılmaktadır.

3.5. TEKSTİL SEKTÖRÜNDE ENERJİ YÖNETİMİNİN ÖNEMİ

Tekstil sektörü üretim prosesinde önemli miktarda enerji tüketilmektedir. Yoğun enerji tüketimi olması işletmeleri ve resmi makamları enerjiiyi verimli kullanmaya zorlamaktadır. Enerji kayıplarını azaltmak ve geri kazanım sağlamak önem arz etmektedir. Isı enerjisi kullanan bir çok proses atık enerji oluşturmaktadır. Bu atık enerjiiyi üretimde kullanarak tekrar değerlendirmek mümkündür.

3.6. ELEKTRİĞİN KULLANILMASI

Tekstil sanayisinde elektrik; üretim, aydınlatma, ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme gibi ünitelerde kullanılır.

3.6.1. Elektriğin Üretimde Kullanılması

Üretimde, çoğu düşük güçte olmak üzere çok farklı tipte elektrik motoru kullanılır. Eski teknoloji makinalar tek bir motor ile çalıştırılırken, yeni makinaların çoğunda her motorun hareketini ayrı ayrı kontrol eden elektronik panelli çoklu motorlar bulunmaktadır. Elektrik motorları % 50 ila % 100 arasındaki güçte çalışmaya tasarlanmaktadır. Motorların maksimum verimi % 75'e kadar çıkabilmektedir. Uygulamada ise motorların kullanımına bakıldığında genel olarak verim maalesef % 50'nin altında kalmaktadır. Fazla yükte çalıştırılan motorlar ısınarak verim kaybına uğrar. Bu nedenle tekstil sanayisinde değişik yük şartlarına göre çalışabilen hız sürücülü iki zamanlı motorlar kullanmak gerekmektedir. Motorları üretici firmanın talimatlarına göre kullanmak verim açısından faydalı olacaktır. Genelde fabrikalarda motorlar gereğinden daha fazla büyüklükte seçildiğinden % 50'nin altında yüklerde çalışmak zorunda kalmaktadırlar. Bu nedenle iyi verim için motorlar

uygun büyüklükte seçilmelidir. Tesis içinde inceleme yapılırken transformatörlerin, elektrik panolarının, anahtar kutularının, kablo tesisatının incelenerek enerji verimliliğini arttırıcı önlemlerin alınması gerekmektedir. Tesisteki mevcut kompanzasyon sisteminin iyileştirilmesi için yapılacak çalışmalar da elektrik tasarrufu için yürütülen faaliyetler arasındadır.

3.6.2. Fabrikalarda Aydınlatma

İşletmelerde aydınlatma için kullanılan elektrik sarfiyatı fazladır. Endüstride tüketilen elektrik enerjisinin içinde aydınlatmanın payı değişmekle beraber % 10 civarındadır. Ancak bu değerler sektörlere göre değişmektedir. Tekstil sektöründe bu değer % 5–10 arasında olduğu düşünülmektedir [23]. Dünya genelinde bu oran % 5 ile % 25 arasında değiştiği bilinmektedir [24]. Floresan lamba kullanımına geçirilerek önemli miktarda elektrik tasarrufu yapılabilmektedir. Tekstil fabrikalarında genelde floresan lambanın kullanıldığı görülmüştür. Ancak elektrik tasarrufu açısından aydınlatma şiddetinin ölçülerek gereksiz sarfiyat azaltılabilir. Aydınlatma için harcanan elektriğin diğer bir tasarruf yolu da doğal aydınlatmadan faydalanmaktır.

3.6.3. Isıtma Havalandırma ve İklimlendirmede (HVAC) Elektrik Kullanımı

Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme (HVAC) sistemleri fabrikalardaki üretim proseslerinde ihtiyaç duyulan hava ortamını sağlar. Üretim için ihtiyaç duyulan hava sıcaklığı, nem, havalandırma ve temiz hava bu sistemlerle sağlanır. Örneğin tekstil sektöründeki dokuma prosesinde ortam sıcaklığı 30 °C ve nem oranı % 60-70 olmalıdır. Isıtma, havalandırma ve iklimlendirme sistemleri çok elektrik tüketirler. Enerji açısından bu sistemlerin bilgisayar kontrollü olmasında fayda vardır. Optimum koşullarda çalışmanın sağlanması gerekmektedir. Gereğinden fazla havanın ısıtılıp soğutulmasından ve transferinden kaçınılmalıdır [25].

3.7. ENERJİ KAYIPLARININ BELİRLENMESİ

Bu bölümde tekstil fabrikalarında yapılabilecek bazı enerji verimliliği konularına dikkat çekilecektir.

3.7.1. Sıcak Su ve Isı Geri Kazanım Sistemlerinde Enerji Kayıpları

Tekstil sektöründe ısı geri kazanım sistemlerinin kullanımı, sıcak su ve buhar sistemlerine olan ihtiyacın azaltılması bakımından enerji verimliliğine katkıda bulunur. Bu nedenle enerji kayıplarının düşürülmesi ve kaybedilen enerjinin geri kazanılması çok önemlidir. Tekstil sektöründe bilindiği gibi ısıtma prosesi ciddi bir atık enerji oluşmasına neden olur, ısı enerjisi atık sıcak su sistemlerinde bir ısı değiştiricisi kullanılarak elde edilebilir. Sonuç olarak atık ısı geri kazanım cihazları enerji tüketiminin azaltılmasına yardımcı olabilir ve bu enerjinin başka proseslerde kullanılması ile verimlilik artırılabilir.

Buhar kondens borularından sıcak ve temiz su buharları geçer. Bu akış boyler sistemlerinde giriş suyu veya boyama prosesinde boya havuzlarında hazırlık için kullanılabilir. Bu potansiyel yöntemler su tüketimini azaltırken, aynı zamanda atık su miktarını da azaltırlar ve bu şekilde enerji tasarrufu sağlanır. Kurutma prosesi tekstil sektöründe genellikle en çok enerji tüketen prosestir. Kurutma prosesinde kullanılan çeşitli kurutucular büyük oranlarda sıcak ve nemli hava üflerler.

Isı geri kazanım sistemlerinde minimum % 5 buhar oranı olan kazanlar bu tip uygulamalar için uygundur [25]. Daha yüksek enerji tasarrufu için yüksek basınçlı kazanlar kullanılmalıdır. Genellikle atık ısı sistemlerinde sıcaklıklar 60–70°C civarındadır.

3.7.2. Kaçaklar ve Eksik Bakım Sonucu Enerji Kayıpları

Birçok tekstil firmasında genellikle boru hatları ve donanımların yerleşimi düzgün olmadığından, buhar ve sıcak su sistemlerinde kaçaklar oluşmaktadır. Kaçak miktarının ve bunun sonucunda gerçekleşen kaçak maliyetini belirlemek zor da olsa,

kesin olan bir şey varsa o da sıcak su ve buhar kaçaqları sonucunda ciddi bir enerji kaybı gerçekleşmektedir. Borulama sistemleri ve yalıtım genellikle standart ile açıklanmış olmasa da, bu tip sorunların en büyük nedeni proses sırasında makinelerin durdurulmaması gerektiğinden gerekli bakımın yapılamamasıdır.

Genellikle tekstil fabrikalarında buhar ihtiyacı tam olarak hesaplanmadığından, fabrika genişletilme süresince daha fazla buhar ihtiyacı varsa ilk işlem yeni kazanların ve boylerlerin eklenmesidir. Oysa bunun yerine buhar ihtiyacının iyi belirlenmesi gerekir. Fazla ve gereksiz buhar kullanımının en önemli sebebi gerekli sıcaklığa ulaşıldıktan sonra banyolara hala buhar basılmasıdır. Genellikle fabrikalardaki buhar kapanları tam olarak çalışmadığından, yoğunlaşma sonucunda buhar dışarı rahatlıkla çıkabilmektedir. Bilindiği gibi buhar borulama sistemi içerisinde yüksek basınçla hareket eder, bu nedenle zarar görmüş vanalar ve borular kaçaqlar için elverişli yerlerdir. Yukarıda bahsedilen tüm sorunlar buhar ve sıcak su kaçaqlarına sebep olmaktadır ve bunların engellenmesi tesislere önemli enerji tasarrufu olarak geri dönecektir.

3.7.3. Makinelerde ve Borularda Yalıtım Sorunları

Tekstil sektöründe daha önceden de bahsedildiği gibi buhar ihtiyacı ve kullanımı diğer sektörlerle göre oldukça yüksek olup, oldukça önemlidir. Isı yayılımı sonucunda buhar taşıma sistemlerinden ve basınç düşümlerinden kaynaklanan buhar kayıpları tesislerde ciddi sorun oluşturur. Kazanların duvarları, yakma hücreleri ve borular yalıtım malzemeleri ile yalıtılmalıdır. Uzun mesafeli buhar iletiminde borulama sistemlerinde yüksek basınçlı ve küçük çaplı sistemler yerine, düşük basınçlı ve daha geniş çaplı sistemler tercih edilmelidir. Bununla birlikte boruların kıvrımlarında basınç kayıpları yüksek olduğundan, kıvrımların veya dönemeçlerin çaplarının genişletilmesi bu kayıpları azaltmaktadır. Özellikle Türkiye'deki tekstil tesislerine bakıldığında, buhar ve sıcak su sistemlerindeki yalıtım seviyelerinin düzgün olmadığı görülür, bunun en önemli nedeni yırtılan yalıtım malzemelerinin bakım yetersizliği veya yanlış bakımıdır.

Çevreye ısı kaybı genellikle makinelerden dışarıya ısı iletimi ile olur. Yıkama ve kurutma prosesinde ve özellikle haşıl sökme işleminde, ağartma, jigler makineleri genellikle yeterli yalıtılmadığından ısı kayıpları yüksektir. Bilindiği üzere ısı yayılımının miktarı makinenin içindeki sıcak yüzey ile dışarıdaki soğuk yüzey arasındaki farkın fonksiyonudur. Düzgün seçilmiş ve uygulanmış yalıtım ısı transferini engelleyerek ısıtma prosesinde daha az buhar ve yakıt kullanılmasını sağlar.

3.7.4. Kazan Yalıtımı ve Kontrol Sistemi

Kazanların ısı yalıtımı güvenlik, enerji tasarrufu ve performans kriterleri açısından önemlidir. Bir kazanın yalıtımı için seçilecek malzeme, kazanın yaşına ve tasarımına göre farklılıklar gösterecektir. Kazan üstündeki yalıtım zamanla yüksek sıcaklığa ve aşınmaya maruz kalacağından periyodik bakımı ve tamiri çok önemlidir. Kazan kontrol sistemleri kazanı korumalı ve düzgün çalışmasını sağlamalıdır. Bu sistemler yakma kontrol sistemlerini, alev güvenlik sistemini, su seviye ve yakıt kontrol proseslerini içermeli ve enerjinin daha verimli kullanılmasını denetlemelidir. Buhar akışını gösteren cihazlar kazanın veriminin ve performansının hesaplanmasında faydalı olabilir, ayrıca sistem tarafından talep edilen buharın ölçülmesinde bu cihazlar kullanılabilir.

3.7.5. Yakma Kontrol Sistemleri

Kazanın yakma işleminde optimum hava ile beslenmesi ısı kayıplarının önüne geçilmesi ve yakma veriminin artırılması açısından çok önemlidir. Endüstriyel kazanlarda belirli bir yakıt miktarı için yeterli havanın sağlanması fanlarla sağlanır. Damperler, giriş vanaları veya ilerleyen teknoloji ile birlikte hız kontrol cihazları havanın kontrolünde sıklıkla kullanılır. Hava yakıt karışımının sağlanması için yakma kontrol sistemleri kullanılarak, güvenli ve verimli yakma sağlanır. Yakma sıcaklığı ve baca gazı oksijen (veya karbondioksit) konsantrasyonu yakma verimini gösteren ilk verilerdir. Pratikte yakma koşulları mükemmel değildir ve ilave hava katkısı yakıtın yakılması için gereklidir. Bu nedenle doğru karışımın bulunması için baca gazı ve karbondioksit seviyelerinin yoğunluğunun incelenmesi gerekir.

3.7.6. Bacadan ve Sıcak Havadan Enerji Kaybı

Tekstil sektörünün her prosesinde hava ve sıvıların ısıtılmasına ve soğutulmasına ihtiyaç duyulur. Bunun için farklı akışkanlar arasında eşanjörlerin kullanılmasına ihtiyaç vardır. Kirlenmiş akışkan ile kirlenmemiş akışkanın birbirine karışmasını önlemek için akışkanların doğrudan temasından kaçınılarak karşıt akışlı eşanjörler kullanmak gerekir. Amaca göre uygun eşanjör kullanmak gerekmektedir. Kazanların baca gazında önemli miktarda ısı enerjisi bulunmaktadır. Bu ısıdan ekonomizer ile faydalanılarak kazan besisi suyunun ısıtılmasında kullanılabilir. Ancak maalesef birçok tekstil fabrikasında bu uygulanmamaktadır.

3.7.7. Boyama ve Kurutma Prosesinin Verimli Kullanılması

Tekstil sektöründeki boyama ve kurutma prosesinde kullanılan gerekli ısının elde edilmesi için yoğun enerji kullanımı gerekir. Boyama prosesinde 80 °C civarında sıcak su kullanılır. Kurutma prosesinde ıslak malın kurutulması için buhar kullanılır. Kurutma prosesinde ıslak mamul, içi buharla ısıtılmış silindirlerin üzerinden geçirilerek kurutulur. Yıkama bölümü fabrikanın en çok sıcak su tüketen bölümüdür. Burada yapılan yıkama işlemi neticesinde bol miktarda atık sıcak su ve nemli hava ortaya çıkarak enerji kaybı oluşur. Tekstil sanayisinde enerji veriminin artırılması için bu prosesler yakından incelenmelidir.

Tekstil sektöründeki kurutma işlemi zaman ve enerji harcayan maliyetli bir işlemdir. Kurutma, bir önceki procesten sonra ürünün üzerinde kalmış suyun veya uçucu bileşiklerin termal enerji kullanarak atılmasıdır. Kurutma işlemi sırasında sıcak hava açığa çıkmaktadır. Bu sıcak hava değerlendirilerek kurutucularda tekrar kullanılabilir. Ancak bu procesten çıkan sıcak havanın nemli olması, toz, elyaf ve kimyasal maddelerle kirlenmiş olması gibi sebeplerden dolayı kullanımı zordur. Kurutma sırasında taze ve temiz hava sirkülasyon edilmelidir. Sistemde istenilen sıcaklığın temini için, atık sıcak sudan ve kazan bacasından geri kazanım yoluyla faydalanılmalıdır.

Fabrikada tüketilecek toplam enerjinin hesap edilebilmesi için birim ürün başına tüketilen enerjinin bilinmesi çok önemlidir. Tekstil piyasasında varlığını sürdürebilmek ve kalıcı olmak için her fabrikanın enerji yönetimi uygulayarak enerji tüketimini azaltmaları zorunlu bir hale gelmiştir. Türkiye'nin enerji tüketimi ekonomik büyümeye ve imalat sanayisinin enerji yoğunluğuna dayanmaktadır.

3.8. ÖLÇÜM YÖNTEMLERİ

Fabrikalarda enerji giderleri içinde en önemlileri elektrik ve yakıt gideridir. Fabrikada kullanılacak uygun yakıtın belirlenmesi ve kullanılan yakıtın verimli kullanılıp kullanılmadığının tespiti ancak yapılacak olan analizlerle mümkündür. Bu nedenle inceleme yapılan fabrikalarda baca gazı analizleri yapılması ve kazanların yanma verimlerinin değerlendirilmesine ihtiyaç duyulmuştur. Bunun için fabrikalarda baca gazı analiz cihazı ile ölçümler gerçekleştirilmiştir.

3.8.1. Etüt Çalışmasında Kullanılan Cihazlar ve Alınan Ölçümler

Enerji etüdü çalışmalarında, akredite olmuş ulusal veya uluslararası kuruluşlar tarafından kalibrasyonu yapılmış ve etiketlenmiş cihazlar kullanılmıştır. Enerji etütlerinde kullanılan cihazların kalibrasyon durumları ile ilgili akredite olmuş ulusal veya uluslararası kuruluşlardan alınmış belgeler, rapor eki olarak en az aşağıdaki formatta yer alan bilgileri içerecek şekilde verilmiştir. Çalışma süresince yapılan ölçümlerin çeşitleri ve amaçları aşağıda belirtilmiştir.

Çizelge 3.4. Ölçüm cihazları verileri.

Cihaz Adı	Seri No	Kalibrasyon Bilgileri			Etüt Sırasında Kullanıldığı Yerler
		Tarih	Geçerlilik Süresi	Yapan Kurum/Kuruluş	
Baca Gazı Ölçüm. Cihazı.	20112093	11.05.2012	11.05.2015	MESSER	Kazan Bacası
Termal Kamera	T197121	12.08.2012	12.08.2015	11-10106 METKAL	Buhar Kazanı, Buhar Hatları

Çizelge 3.4. (devam ediyor).

Enerji Analizörü	458999955	2014	-----	----- -	Kompresör Sirkülasyon Pompası
Ultasonik Debimetre	GE-PT878 06050	2012	-----	Tübitak UME	Sirkülasyon Pompası
IR Termometre,	785625	2013	-----	----- -	Kazan
Anemometre	2568555	2013	-----	----- -	Kompresör Egzozu

BÖLÜM 4

İŞLETME GENEL BULGULARI

Bu bölümde bir tekstil sektöründeki 2012, 2013 ve 2014 yıllarında enerji tüketimi, enerji maliyetleri ve enerji kullanımı ile tekstil üretimi arasındaki ilişki incelenecektir. Bir tekstil işleminin üretim tesislerinde ve yardımcı işletmelerde enerji etütleri yapılarak mevcut durumlar tespit edilecektir ve enerji verimliliği kapsamında enerjinin daha verimli kullanılabilmesi için çalışmalar yapılacaktır.

Enerji Verimliliği Kanunu'na göre; 1 000 TEP ve üzerinde enerji tüketimi olan endüstriyel işletmeler, çalışanları arasından enerji yöneticisi görevlendirmekle yükümlüdür. Organize sanayi bölgelerinde, 1 000 TEP 'ten daha az enerji tüketimi bulunan endüstriyel işletmelere hizmet vermek üzere enerji yönetim birimi kurulması da Kanun'da belirtilmiştir. Buna ek olarak Kanun kapsamında, kamu kesimi dışında kalan ve yıllık toplam enerji tüketimleri 50 000 TEP ve üzeri olan endüstriyel işletmelerde, enerji yöneticisinin sorumluluğunda enerji yönetim birimi kurulması öngörülmüştür. Ayrıca, uygulamalarda kolaylık sağlamak açısından, organizasyonlarında kalite yönetim birimi bulunan endüstriyel işletmeler, bu birimlerini enerji yönetim birimi olarak da görevlendirebilmektedir [26].

Firmada gerek enerji yöneticisinin ve gerekse firma anlayışından dolayı enerji tüketimleri ve üretim bilgileri düzenli olarak kayıt altına alınmakta ve kontrol edilmektedir. Bu veriler ışığında bir tekstil fabrikasındaki enerji tüketimleri ve üretim maliyetlerini gösteren tablolar ve grafikler oluşturulmuştur.

Bir tekstil işletmesinde gerekli bulguların sağlama amacı ile şu sistemler incelenmiş ve gerekli ölçümleri alınmıştır:

A. Buhar Kazanı;

- Baca Emisyon Ölçülmesi
- Yakıt Sarfiyatının Ölçülmesi
- Kazan ve Besisuyunun İletkenliklerinin Ölçülmesi
- Kazan ve Besisuyunun Sıcaklığının Ölçülmesi
- Blöf Miktarının Belirlenmesi
- Kazan Yüzey Sıcaklıklarının Ölçülmesi
- Kazan Sıcaklıklarının Termal Kamera İle Kontrolü
- Mevsim İtibari İle Kazan Dairesinin Ortam Sıcaklığının Ölçülmesi

B. Buhar Hatlarının ve Kondens Tankının İncelenmesi;

- Buhar Hatlarının İzolasyon Durumunun Kontrolü (İzolasyonu olmayan veya yalıtım sistemi deforme olan yüzeylerin tespiti)
- Buhar Hatlarının Termal Kamera İle İncelenmesi
- Kondens Tankı İzolasyonunun İncelenmesi
- Degazör Tankının İzolasyonunun İncelenmesi

C. Basınçlı Hava Sistemi;

- Kompresör Dairesinin İncelenmesi
- Kompresör Enerji Tüketiminin İncelenmesi
- Egzoz Havası Ölçümlerinin Yapılması

D. Mevcut Elektrik Tarifesinin İncelenmesi;

- Mevcut Elektrik Tarifesinin Uygulaması
- Diğer Tarifelerle Karşılaştırılması

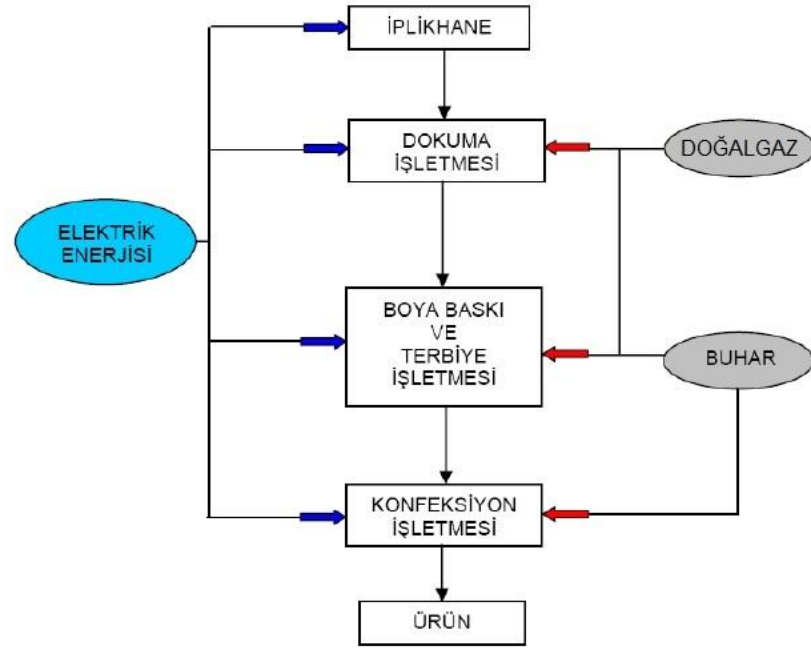
4.1. ENDÜSTRİYEL İŞLETME BİLGİLERİ

BURSA Organize Sanayi de faaliyet gösteren bir tekstil işletmesi 2014 yılında günde ortalama 1250 kg penye örme kumaş üretimine, kumaş işlemesine ve dikim imkânlarına sahiptir. İşletme dışarıdan penye örme kumaş için iplik hammaddesi, boyama için boya kimyasalları, kumaş terbiyesi için çeşitli kimyasal maddeler almaktadır. Üretimin önemli bir girdisi olan su, organize sanayi bölgesinden işlenmiş atık suyu kullanmaktadır.

İşletme 1985 yılında kurulmuştur. Fabrika üç vardiya, 360 gün, 600 personel ile faaliyetini sürdürmektedir. İşletmede doğalgaz ve elektrik enerjisi tüketilmektedir. Tesis kullandığı enerjilerin tamamını dışarıdan temin etmektedir. Acil durumlar için işletmede 100 kW dizel ile çalışan alternatör jeneratör bulunmaktadır.

4.2. TESİS DETAYLARI VE ENERJİ TÜKETİM KARAKTERİSTİĞİ

İşletmede dışarıdan alınan hammadde (iplik, vs.) yarı mamul alınarak, çeşitli birimlerde işlenmek suretiyle, örme penye kumaş, üretilen kumaşları boyama ve dikimini yapmaktadır. İşletmede yoğun enerji kullanımı kumaş boyama ünitesinde görülmüştür. Boyama ünitesinde elektrik enerjisinin yanı sıra, buhar enerjisinin de ağırlıklı olarak kullanıldığı tespit edilmiştir.

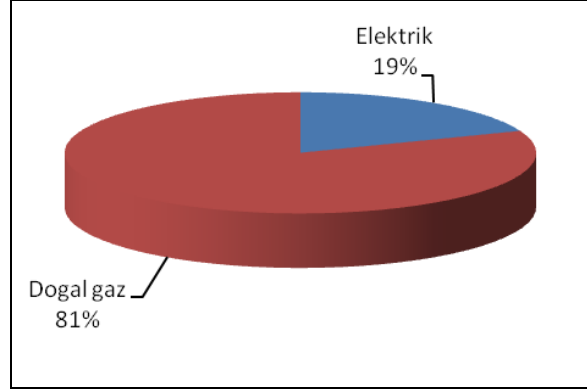


Şekil 4.1. Tekstil sektörünün üretim basamaklarında kullanılan enerji türleri.

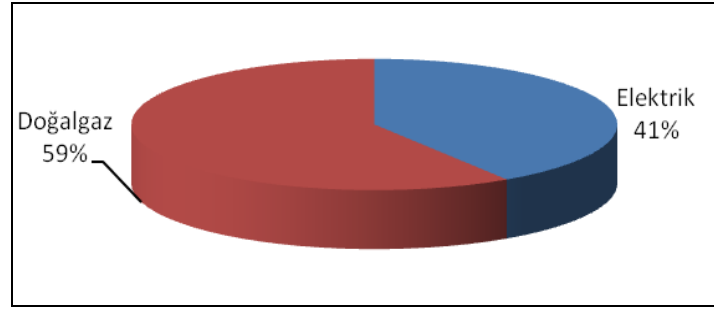
4.2.1. 2012 Yılı Enerji Tüketim Bilgileri ve Maliyetleri

Çizelge 4.1. 2012 yılı enerji tüketim ve maliyet bilgileri.

Enerji Türü	Tüketim				Maliyet		Birim Maliyet
	Miktar	Birim	TEP	% Toplam	TL	% Toplam	TL/TEP
Elektrik (Alınan)	5 764 442	kWh	495,74	% 19	900 388	% 41	1 816,25
Doğalgaz	2 542 485	Sm ³	2 097,55	% 81	1 407 451	% 59	671
Toplam			2 593,29		2 307 839		



Şekil 4.2. Bir tekstil fabrikasının 2012 yılı enerji türlerinin toplam enerji tüketimi içindeki payları.

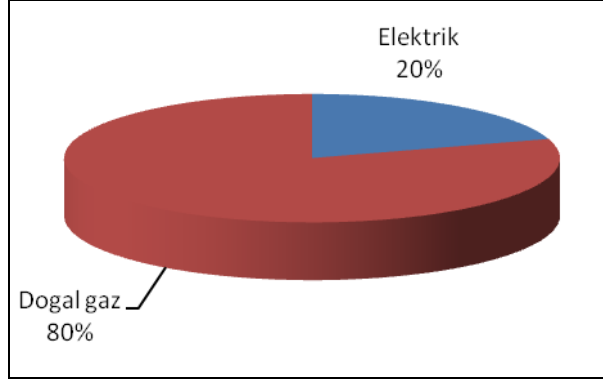


Şekil 4.3. Bir tekstil fabrikasının 2012 yılı enerji türlerinin toplam enerji maliyeti içindeki payları.

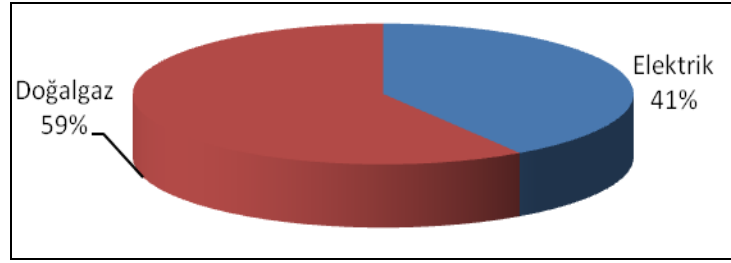
4.2.2. 2013 Yılı Enerji Tüketim Bilgileri ve Maliyetleri

Çizelge 4.2. 2013 yılı enerji tüketim ve maliyet bilgileri.

Enerji Türü	Tüketim				Maliyet		Birim Maliyet
	Miktar	Birim	TEP	%Toplam	TL	% Toplam	TL/TEP
Elektrik (Alınan)	6 608 216	kWh	568,31	% 20	968 608,70	% 41	1 704,3
Doğal Gaz	2 723 184	Sm ³	2 246,63	% 80	1 407 451	% 59	626,47
Toplam			2 814,94		2 376 059,7		



Şekil 4.4. Bir tekstil fabrikasının 2013 yılı enerji türlerinin toplam enerji tüketimi içindeki payları.

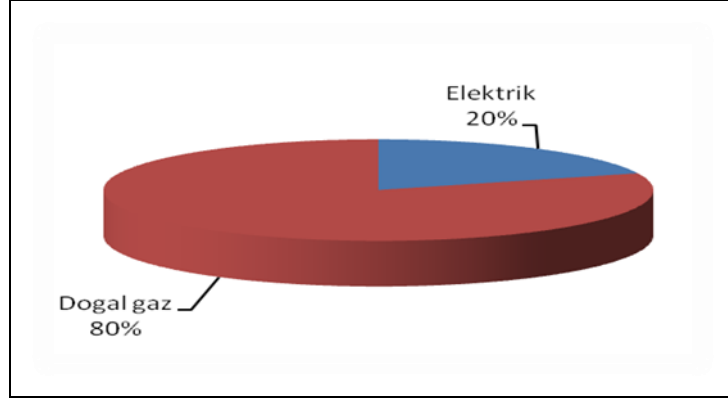


Şekil 4.5. Bir tekstil fabrikasının 2013 yılı enerji türlerinin toplam enerji maliyeti içindeki payları.

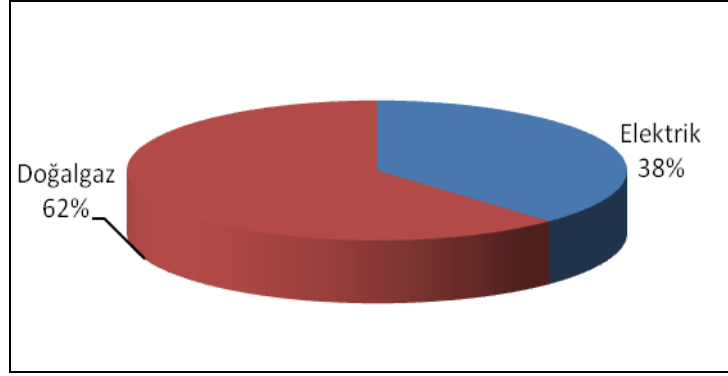
4.2.3. 2014 Yılı Enerji Tüketim Bilgileri ve Maliyetleri

Çizelge 4.3. 2014 yılı enerji tüketim ve maliyet bilgileri.

Enerji Türü	Tüketim				Maliyet		Birim Maliyet
	Miktar	Birim	TEP	% Toplam	TL	% Toplam	TL/TEP
Elektrik (Alınan)	7 321 708	kWh	629,67	% 20	1 028 018	% 38	1 632,63
Doğal Gaz	3 117 117	Sm ³	2 571,62	% 80	1 682 671	% 62	654,32
Toplam			3 201,29		2 710 689		



Şekil 4.6. Bir tekstil fabrikasının 2014 yılı enerji türlerinin toplam enerji tüketimi içindeki payları.



Şekil 4.7. Bir tekstil fabrikasının 2014 yılı enerji türlerinin toplam enerji maliyeti içindeki payları.

Bir tekstil işleminin üretim tesislerinde 2012, 2013 ve 2014 yıllarına ait enerji tüketimleri ve bu tüketimlere bağlı maliyetler incelendiğinde; her yıl için enerji tüketim paylarında doğalgazın daha yüksek orana sahip olduğu görülüyor. İşletme doğalgaz tüketiminde 20250 kg/h kapasitede bir buhar kazanına sahiptir. Mevcut kazan sisteminde yapılan incelemelerde buhar kazanı sisteminde bir ekonomizer görülmektedir. Ayrıca buhar hatlarında yalıtımsız boru, vana ve flanşlar tespit edilmiştir. Tesiste buhar daha çok penye örgü kumaşın terbiye edilmesinde ve boyamasında kullanılmaktadır. Bu nedenle buhar tüketim noktaları da incelenmeli ve gerekirse makinelerde revizyona gidilmelidir. Böylece enerji tüketim sarfiyatında azalma sağlanacaktır.

Buhar kazanına yapılacak önemli bir iyileştirmede bacaya yerleştirilecek O₂/CO TRIM ile yanma havası kontrol altına alınır ve baca gazı sürekli ölçülebilir hale gelebilir. Bacadan fazla O₂ çıkmayacağı gibi yarım yanmış gazın da oluşumu önlenmiş olur. Brülör gaz hattının modülasyonu ve brülör servo hava fanının frekans invertörlü olması yakıtın kontrol edilerek yanmasını sağlayacaktır. Yakıtın kontrollü yanması önemli bir tasarruf edilmesi demektir.

Diğer önemli enerji tüketim çeşidi de alınan elektriktir. Elektrik enerjisinin kullanım payı daha düşüktür. Buna rağmen önemli bir paya da sahiptir. Özellikle daha verimli motor kullanılması, pompalar da frekans invertörlü motorlar kullanılması, elektrikte de önemli bir tasarruf sağlayacağı açıkça görülmektedir.

İşletme son üç yılda, kullanılan enerjide elektrik ve doğal gaz kullanım oranlarında fazla bir oynama görülmemektedir. Bunun nedeni işletme sabit ve çeşitli olarak bir birine yakın ürün çıkarmaktadır.

4.3. ENDÜSTRİYEL İŞLETMENİN ÜRETİM VE ENERJİ TÜKETİMİNİN İNCELENMESİ

Bu bölümde endüstriyel işletmede kullanılan yakıtların tüketimleri ve üretimler aylık olarak ve ayrı ayrı tablolar ve grafikler halinde verilecek, detaylı analizleri yapılacaktır. Bu veriler tesiste son üç yılda elde edilen verilerdir.

4.3.1. 2012 Yılı Üretim ve Enerji Tüketiminin İncelenmesi

Çizelge 4.4. 2012 yılı aylara göre elektrik enerjisi tüketim ve maliyet bilgileri.

Elektrik							
Aylar	Tüketim				Maliyet (TL)		
	Satın Alınan		Üretilen		Satın Alınan	Üretilen	Toplam
	kWh	TEP	kWh	TEP			
Ocak	555 340	47,76	-	0	84 958	-	84 958
Şubat	442 276	38,04	-	0	67 661	-	67 661
Mart	517 086	44,7	-	0	79 105	-	79 105
Nisan	559 148	48,09	-	0	85 540	-	85 540
Mayıs	562 626	48,39	-	0	86 072	-	86 072
Haziran	478 584	41,16	-	0	73 215	-	73 215
Temmuz	387 297	33,31	-	0	59 250	-	59 250
Ağustos	379 431	32,63	-	0	58 046	-	58 046
Eylül	402 822	34,64	-	0	61 625	-	61 625
Ekim	508 971	43,77	-	0	84 539	-	84 539
Kasım	439 410	37,79	-	0	72 154	-	72 154
Aralık	531 451	45,7	-	0	88 173	-	88 173
Toplam	5 764 442	495,74	0	0	900 338	0	900 338

Çizelge 4.5. 2012 yılı doğalgaz tüketim ve maliyet bilgileri.

Yakıtlar (Doğal Gaz)							
Aylar	Tüketim				Maliyet (TL)		
	Satın Alınan		Üretilen		Satın Alınan	Üretilen	Toplam
	Sm ³	TEP	kWh	TEP			
Ocak	272 813,42	225,07	-	-	139 134,84	-	139 134,84
Şubat	223 640,19	184,50	-	-	114 056,50	-	114 056,50
Mart	268 388,31	221,42	-	-	136 878,04	-	136 878,04
Nisan	279 008,44	230,18	-	-	142 294,30	-	142 294,30
Mayıs	255 167,14	210,51	-	-	131 399,00	-	131 399,00
Haziran	168 582,17	139,08	-	-	86 387,00	-	86 387,00
Temmuz	107 495,85	88,68	-	-	55 370,00	-	55 370,00
Ağustos	118 714,25	97,94	-	-	61 174,00	-	61 174,00
Eylül	155 119,09	127,97	-	-	79 908,00	-	79 908,00
Ekim	209 944,16	173,20	-	-	108 171,00	-	108 171,00
Kasım	213 856,38	176,43	-	-	110 217,00	-	110 217,00
Aralık	269 755,63	222,55	-	-	139 043,00	-	139 043,00
Toplam	2 542 485,03	2 097,55	0,0	0,0	1 304 032,68	0,0	1 304 032,68

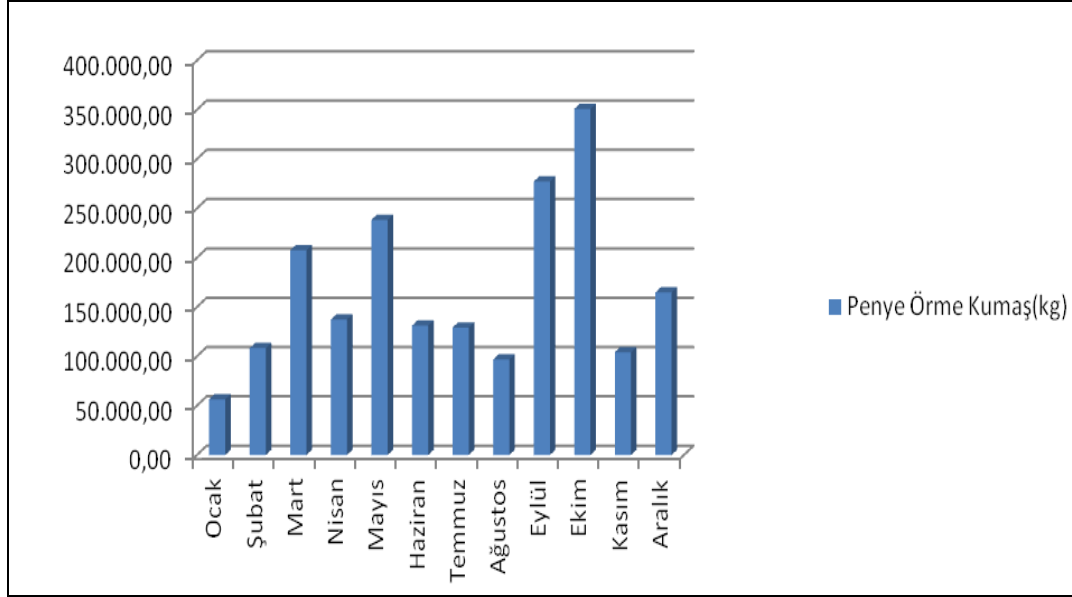
Çizelge 4.6. 2012 yılı toplam enerji tüketim ve maliyet bilgileri.

Aylar	Elektrik		Sıvı Yakıtlar	Buhar Yakıtlar	Doğal Gaz Yakıtlar	Toplam	Toplam Maliyet
	Alınan	Üretilen					
	TEP	TEP					
Ocak	47,76	-	-	-	225,07	272,83	224 092,84
Şubat	38,04	-	-	-	184,50	222,54	181 717,50
Mart	44,47	-	-	-	221,42	265,89	215 983,04
Nisan	48,09	-	-	-	230,18	278,27	227 834,30
Mayıs	48,39	-	-	-	210,51	258,90	217 471,00
Haziran	41,16	-	-	-	139,08	180,24	159 602,00
Temmuz	33,31	-	-	-	88,68	121,99	114 620,00
Ağustos	32,63	-	-	-	97,94	130,57	119 220,00
Eylül	34,64	-	-	-	127,97	162,62	141 533,00
Ekim	43,77	-	-	-	173,20	216,98	192 710,00
Kasım	37,79	-	-	-	176,43	214,22	182 371,00
Aralık	45,70	-	-	-	222,55	268,25	227 216,00
Toplam	495,74	0,00	0,00	0,00	2 097,55	2 593,29	2 204 370,68

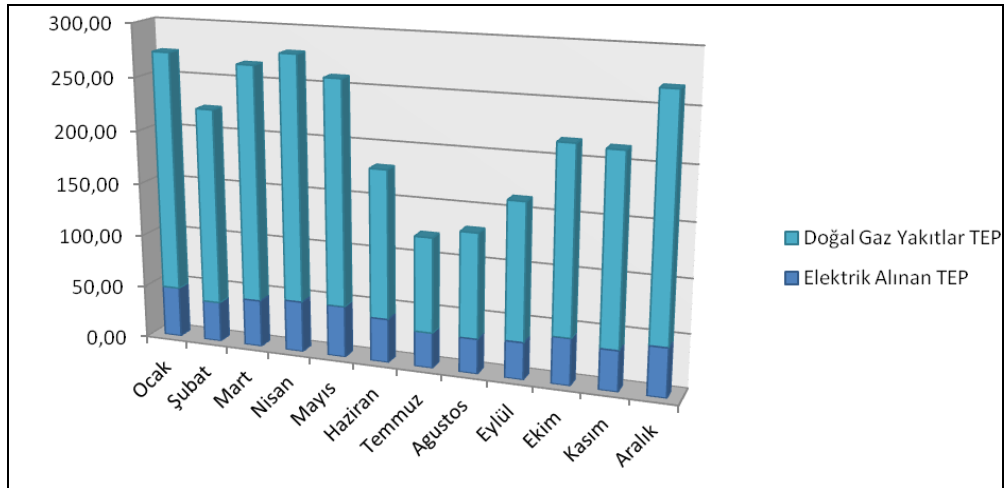
Çizelge 4.7. 2012 yılı işlenen tekstil ürünleri bilgileri.

Aylar	Penye Örne Kumaş		
	Toplam Hammadde	Penye Örne Kumaş	
	(kg)	(kg)	(kg)
Ocak	56 485,00	56 485,00	-
Şubat	108 295,00	108 295,00	-
Mart	207 620,00	207 620,00	-
Nisan	137 270,00	137 270,00	-
Mayıs	238 403,00	238 403,00	-
Haziran	131 088,00	131 088,00	-
Temmuz	129 179,00	129 179,00	-
Ağustos	96 718,00	96 718,00	-
Eylül	277 220,00	277 220,00	-
Ekim	350 802,00	350 802,00	-
Kasım	104 171,00	104 171,00	-
Aralık	164 734,00	164 734,00	-
Toplam	2 001 985,00	2 001 985,00	0,00

Çizelge 4.6’da en fazla toplam tüketilen enerji Aralık ayında, toplam tüketilen enerjinin en az olduğu ay Temmuz’dur. Çizelge 4.7’de de görüldüğü gibi aylara göre sabit bir üretim miktarı olmayıp farklılıklar göstermektedir. Toplam üretime bakıldığında Ekim ayının en fazla üretim yapılan ay olduğu görülmektedir. Üretimin en az olduğu ay ise Ocak’tır.



Şekil 4.8. Bir tekstil işletmesinde 2012 yılındaki üretimin aylara göre dağılımı.



Şekil 4.9. Bir tekstil işletmesinde 2012 yılındaki toplam enerji tüketiminin aylara göre dağılımı.

4.3.2. 2013 Yılı Üretim ve Enerji Tüketiminin İncelenmesi

Çizelge 4.8. 2013 yılı aylara göre elektrik enerjisi tüketim ve maliyet bilgileri.

Elektrik							
Aylar	Tüketim				Maliyet (TL)		
	Satın Alınan		Üretilen		Satın Alınan	Üretilen	Toplam
	kWh	TEP	kWh	TEP			
Ocak	424 846,00	36,54	-	0,00	63 726,90	-	63 726,90
Şubat	478 915,00	41,19	-	0,00	71 837,25	-	71 837,25
Mart	564 157,00	48,52	-	0,00	84 623,55	-	84 623,55
Nisan	476 182,00	40,95	-	0,00	69 332,00	-	69 332,00
Mayıs	569 043,00	48,94	-	0,00	82 852,00	-	82 852,00
Haziran	603 349,00	51,89	-	0,00	87 847,00	-	87 847,00
Temmuz	617 884,00	53,14	-	0,00	89 964,00	-	89 964,00
Ağustos	520 729,00	44,78	-	0,00	75 818,00	-	75 818,00
Eylül	596 946,00	51,34	-	0,00	86 915,00	-	86 915,00
Ekim	669 520,00	57,58	-	0,00	97 482,00	-	97 482,00
Kasım	499 573,00	42,96	-	0,00	72 737,00	-	72 737,00
Aralık	587 052,00	50,49	-	0,00	85 474,00	-	85 474,00
Toplam	6 608 196,00	568,31	0,00	0,00	968 608,7	0,00	968 608,7

Çizelge 4.9. 2013 yılı doğalgaz tüketim ve maliyet bilgileri.

Yakıtlar (Doğalgaz)							
Aylar	Tüketim				Maliyet (TL)		
	Satın Alınan		Üretilen		Satın Alınan	Üretilen	Toplam
	Sm ³	TEP	kWh	TEP			
Ocak	201 509,56	166,25		0,00	103 926,00	-	103 926,00
Şubat	227 774,23	187,91		0,00	117 507,00	-	117 507,00
Mart	275 114,33	226,97		0,00	141 967,00	-	141 967,00
Nisan	229 848,23	189,62		0,00	118 698,00	-	118 698,00
Mayıs	232 148,11	191,52		0,00	119 944,00	-	119 944,00

Çizelge 4.9. (devam ediyor).

Haziran	223 269,59	184,20		0,00	115 532,00	-	115 532,00
Temmuz	197 749,99	163,14		0,00	102 271,00	-	102 271,00
Ağustos	156 643,98	129,23		0,00	80 992,00	-	80 992,00
Eylül	233 141,99	192,34		0,00	120 536,00	-	120 536,00
Ekim	288 868,57	238,32		0,00	149 429,00	-	149 429,00
Kasım	191 644,42	158,11		0,00	99 160,00	-	99 160,00
Aralık	265 471,01	219,01		0,00	137 439,00	-	137 439,00
Toplam	2 723 184,01	2 246,63	0,00	0,00	1 407 401,00	0,00	1 407 401,00

Çizelge 4.10. 2013 yılı toplam enerji tüketim ve maliyet bilgileri.

Aylar	Elektrik		Sıvı Yakıtlar	Buhar Yakıtlar	Doğal Gaz Yakıtlar	Toplam	Toplam Maliyet
	Alınan	Üretilen					
	TEP	TEP					
Ocak	36,54	-	-	-	166,25	202,78	167 652,90
Şubat	41,19	-	-	-	187,91	229,10	189 344,25
Mart	48,52	-	-	-	226,97	275,49	226 590,55
Nisan	40,95	-	-	-	189,62	230,58	188 030,00
Mayıs	48,94	-	-	-	191,52	240,46	202 796,00
Haziran	51,89	-	-	-	184,20	236,09	203 379,00
Temmuz	53,14	-	-	-	163,14	216,28	192 235,00
Ağustos	44,78	-	-	-	129,23	174,02	156 810,00
Eylül	51,34	-	-	-	192,34	243,68	207 451,00
Ekim	57,58	-	-	-	238,32	295,90	246 911,00
Kasım	42,96	-	-	-	158,11	201,07	171 897,00
Aralık	50,49	-	-	-	219,01	269,50	222 913,00
Toplam	568,31	0,00	0,00	0,00	2 246,63	2 814,93	2 376 009,70

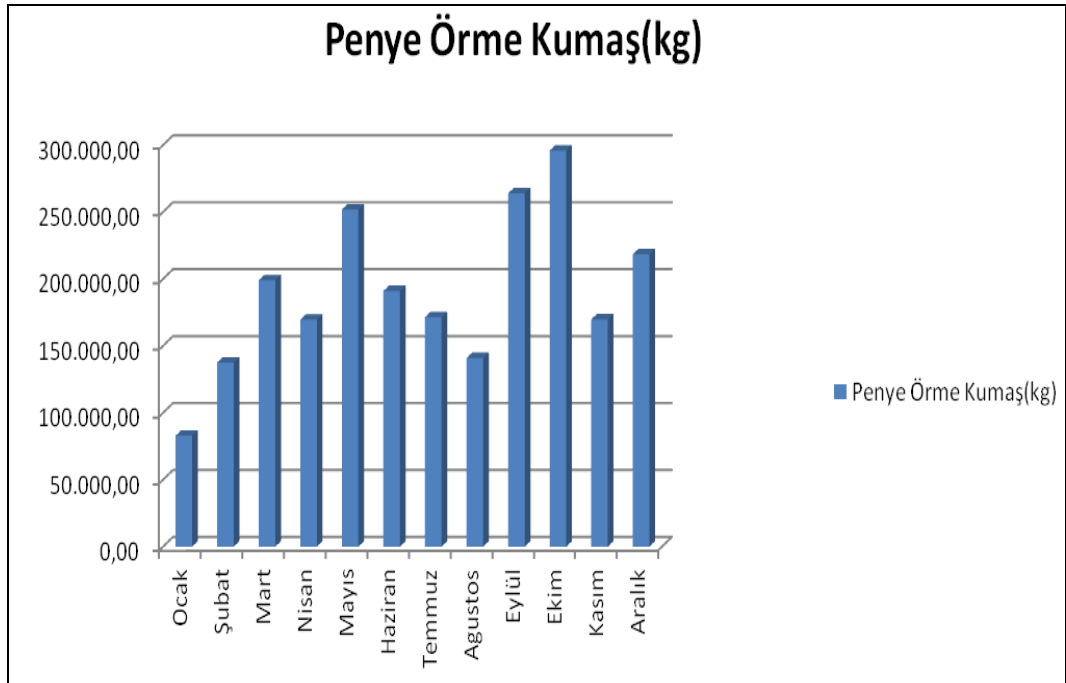
Çizelge 4.11. 2013 yılı işlenen tekstil ürünleri bilgileri.

Aylar	Penye Örme Kumaş		
	Toplam Hammadde	Penye Örme Kumaş	
	(kg)	(kg)	(kg)
Ocak	82 796,00	82 796,00	-
Şubat	137 426,00	137 426,00	-

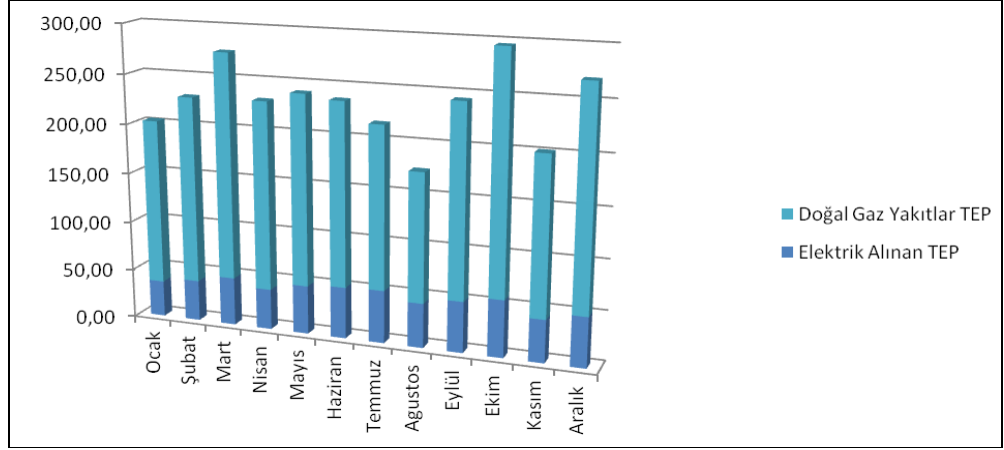
Çizelge 4.11. (devam ediyor).

Mart	198 934,00	198 934,00	-
Nisan	169 529,00	169 529,00	-
Mayıs	251 754,00	251 754,00	-
Haziran	190 903,00	190 903,00	-
Temmuz	171 364,00	171 364,00	-
Ağustos	140 821,00	140 821,00	-
Eylül	263 870,00	263 870,00	-
Ekim	295 848,00	295 848,00	-
Kasım	169 723,00	169 723,00	-
Aralık	218 437,00	218 437,00	-
Toplam	2 291 405,00	2 291 405,00	0,00

Çizelge 4.10’da en fazla toplam tüketilen enerji Ekim ayında, toplam tüketilen enerjinin en az olduğu ay Ağustos’tur. Çizelge 4.11’de de görüldüğü gibi aylara göre sabit bir üretim miktarı olmayıp farklılıklar göstermektedir. Toplam üretime bakıldığında Ekim ayının en fazla üretim yapılan ay olduğu görülmektedir. Üretimin en az olduğu ay ise Ocak’tır.



Şekil 4.10. Bir tekstil işletmesinde 2013 yılındaki üretimin aylara göre dağılımı.



Şekil 4.11. Bir tekstil işletmesinde 2013 yılındaki toplam enerji tüketiminin aylara göre dağılımı.

4.3.3. 2014 Yılı Üretim ve Enerji Tüketiminin İncelenmesi

Çizelge 4.12. 2014 yılı aylara göre elektrik enerjisi tüketim ve maliyet bilgileri.

Elektrik							
Aylar	Tüketim				Maliyet (TL)		
	Satın Alınan		Üretilen		Satın Alınan	Üretilen	Toplam
	kWh	TEP	kWh	TEP			
Ocak	533 190,00	45,85	-	0,00	77 632,00	-	77 632,00
Şubat	581 463,00	50,01	-	0,00	81 404,00	-	81 404,00
Mart	551 199,00	47,40	-	0,00	77 167,00	-	77 167,00
Nisan	557 409,00	47,94	-	0,00	78 037,00	-	78 037,00
Mayıs	625 222,00	53,77	-	0,00	87 531,00	-	87 531,00
Haziran	630 190,00	54,20	-	0,00	88 226,00	-	88 226,00
Temmuz	724 127,00	62,27	-	0,00	101 377,00	-	101 377,00
Ağustos	614 417,00	52,84	-	0,00	86 018,00	-	86 018,00
Eylül	602 204,00	51,79	-	0,00	84 308,00	-	84 308,00
Ekim	625 471,00	53,79	-	0,00	87 565,00	-	87 565,00
Kasım	597 484,00	51,38	-	0,00	83 647,00	-	83 647,00
Aralık	679 332,00	58,42	-	0,00	95 106,00	-	95 106,00
Toplam	7 321 708,00	629,67	0,00	0,00	1 028 018,00	0,00	1 028 018,00

Çizelge 4.13. 2014 yılı doğalgaz tüketim ve maliyet bilgileri.

Gaz Yakıtlar Doğal Gaz							
Aylar	Tüketim				Maliyet (TL)		
	Satın Alınan		Üretilen		Satın Alınan	Üretilen	Toplam
	Sm ³	TEP	kWh	TEP			
Ocak	201 509,56	166,25	-	0,00	103 926,00	-	103 926,00
Şubat	227 774,23	187,91	-	0,00	117 507,00	-	117 507,00
Mart	275 114,33	226,97	-	0,00	141 967,00	-	141 967,00
Nisan	229 848,23	189,62	-	0,00	118 698,00	-	118 698,00
Mayıs	232 148,11	191,52	-	0,00	119 994,00	-	119 994,00
Haziran	223 269,59	184,20	-	0,00	115 532,00	-	115 532,00
Temmuz	197 749,99	163,14	-	0,00	102 271,00	-	102 271,00
Ağustos	156 643,98	129,23	-	0,00	80 992,00	-	80 992,00
Eylül	233 141,99	192,34	-	0,00	120 536,00	-	120 536,00
Ekim	288 868,57	238,32	-	0,00	149 429,00	-	149 429,00
Kasım	191 644,42	158,11	-	0,00	99 160,00	-	99 160,00
Aralık	265 471,01	219,01	-	0,00	137 439,00	-	137 439,00
Toplam	2 723 184,01	2246,63	0,00	0,00	1 407 451,00	0,00	1 407 451,00

Çizelge 4.14. 2014 yılı toplam enerji tüketim ve maliyet bilgileri.

Aylar	Elektrik		Sıvı Yakıtlar	Buhar Yakıtlar	Doğal Gaz Yakıtlar	Toplam	Toplam Maliyet
	Alınan	Üretilen					
	TEP	TEP	TEP	TEP	TEP	TEP	TL
Ocak	45,85	-	-	-	166,25	212,10	181 558,00
Şubat	50,01	-	-	-	187,91	237,92	198 911,00
Mart	47,40	-	-	-	226,97	274,37	219 134,00
Nisan	47,94	-	-	-	189,62	237,56	196 735,00
Mayıs	53,77	-	-	-	191,52	245,29	207 525,00
Haziran	54,20	-	-	-	184,20	238,39	203 758,00
Temmuz	62,27	-	-	-	163,14	225,42	203 648,00
Ağustos	52,84	-	-	-	129,23	182,07	167 010,00

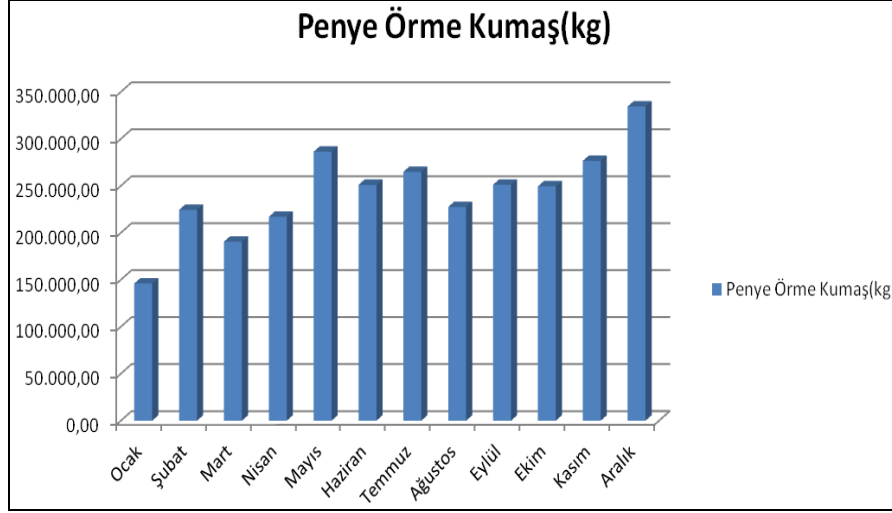
Çizelge 4.14. (devam ediyor).

Eylül	51,79	-	-	-	192,34	244,13	204 844,00
Ekim	53,79	-	-	-	238,32	292,11	236 994,00
Kasım	51,38	-	-	-	158,11	209,49	182 807,00
Aralık	58,42	-	-	-	219,01	277,44	232 545,00
Toplam	629,67	0,00	0,00	0,00	2 246,63	2 876,29	2 435 469,00

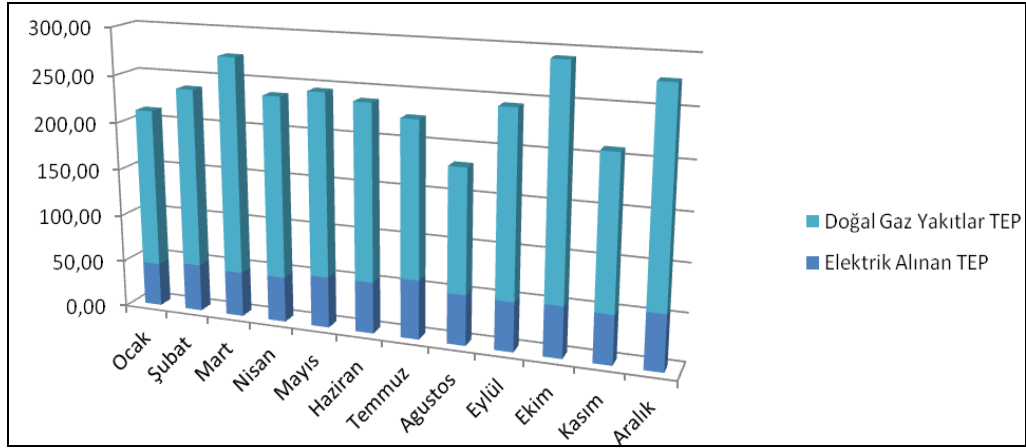
Çizelge 4.15. 2014 yılı işlenen tekstil ürünleri bilgileri.

Aylar	Penye Örme Kumaş		
	Toplam Hammadde	Penye Örme Kumaş	
	(kg)	(kg)	(kg)
Ocak	146 051,00	146 051,00	-
Şubat	224 427,00	224 427,00	-
Mart	190 611,00	190 611,00	-
Nisan	217 011,00	217 011,00	-
Mayıs	286 363,00	286 363,00	-
Haziran	251 090,00	251 090,00	-
Temmuz	264 880,00	264 880,00	-
Ağustos	227 505,00	227 505,00	-
Eylül	251 162,00	251 162,00	-
Ekim	249 503,00	249 503,00	-
Kasım	276 525,00	276 525,00	-
Aralık	334 452,00	334 452,00	-
Toplam	2 919 580,00	2 919 580,00	0,00

Çizelge 4.14’de en fazla toplam tüketilen enerji Ekim ayında, toplam tüketilen enerjinin en az olduğu ay Ağustos’tur. Çizelge 4.15’de de görüldüğü gibi aylara göre sabit bir üretim miktarı olmayıp farklılıklar göstermektedir. Toplam üretime bakıldığında Aralık ayının en fazla üretim yapılan ay olduğu görülmektedir. Üretimin en az olduğu ay ise Ocak’tır.



Şekil 4.12. Bir tekstil işletmesinde 2014 yılındaki üretimin aylara göre dağılımı.



Şekil 4.13. Bir tekstil işletmesinde 2014 yılındaki toplam enerji tüketiminin aylara göre dağılımı.

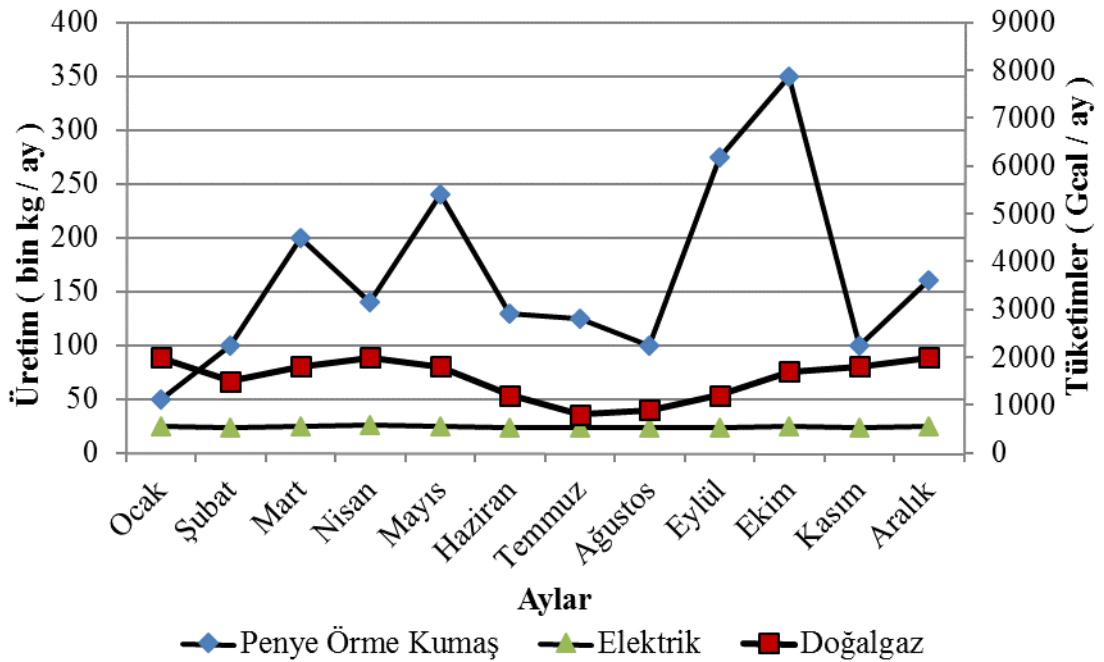
4.4. ÜRETİM VE ENERJİ TÜKETİM DEĞERLERİNİN GRAFİĞE AKTARILMASI

Sanayide kullanılan en kullanışlı ve basit analizlerden birincisi tekstil üretim çıktı değeri ile enerji tüketim değeri arasındaki ilişkinin bir grafik üstünde incelenmesidir [27]. Birçok tekstil işlemi veya sanayideki çoğu uygulama aşağıdaki grafiklerde görüldüğü gibi lineer bir eğiliminde olacaktır. Burada son üç yılın toplam enerji tüketim ve üretim analizleri incelenecektir. Penye örme kumaş tesisinin aylık toplam elektrik ve doğalgaz tüketim değerleri Gcal cinsinden, aylık tekstil üretim değerleri

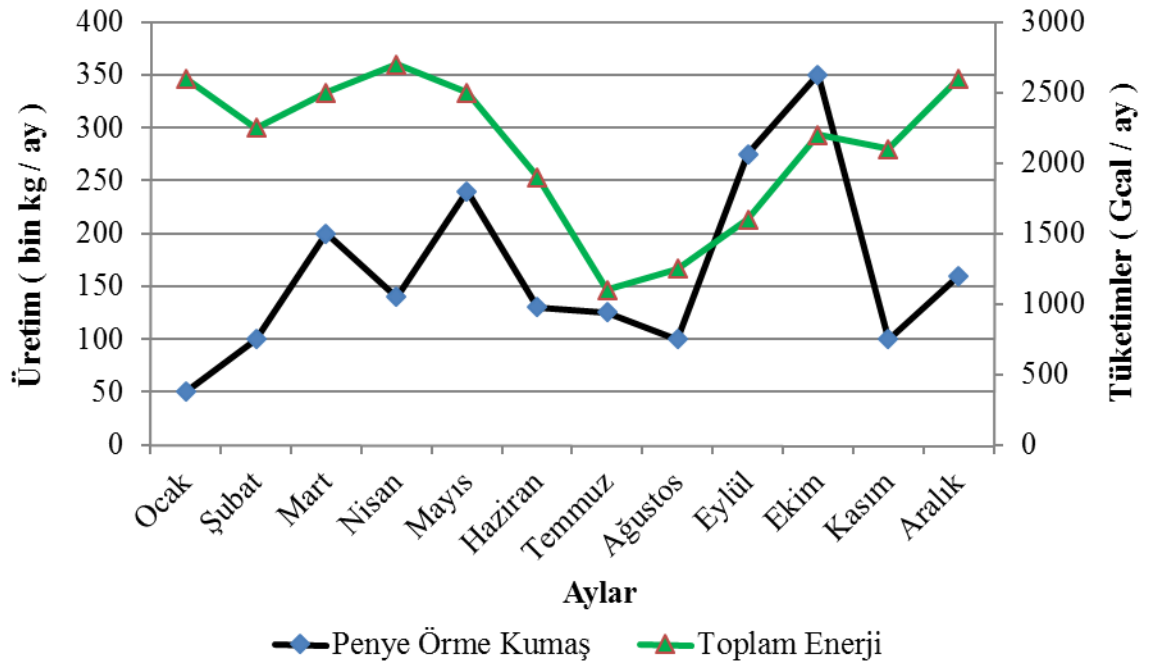
kg cinsinden alınarak grafik çizdirilmiştir. Hesaplama sonucunda çizdirilen lineer doğru yardımıyla, penye kumaş tesisleri ile ilgili bazı bilgilere ulaşılabilir.

Şekil 4.16'da verilen grafikte $y = mx+c$ denkleminde y: enerji eksenini, x: üretim eksenini, m: çizginin eğimini ve c: başlangıç değerini vermektedir.

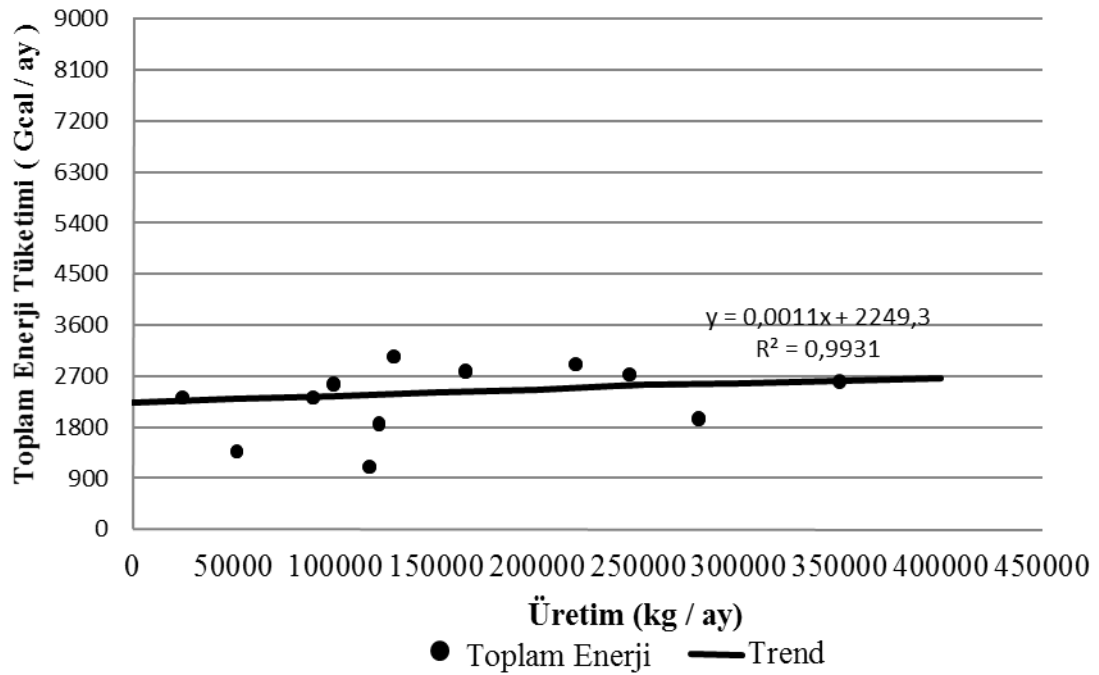
Buna göre bu tesiste aylık toplam enerji tüketimlerine bakılarak, lineer bir doğru ile uyumlu oldukları söylenebilir. Böylece üretim tipleri bu tekstil firmasında aylık kg olarak üretim kapasitelerine göre, yaklaşık olarak toplam enerji tüketimlerinin tahmin edilebileceği görülür. Buna göre tesislerin yıllık üretimleri az da olsa çok da olsa, toplam enerji tüketimlerinin belirli sınırlar içinde olacağı görülür. Bu bölümde de bahsedildiği gibi, üretim ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiler incelenerek tesislerin geneli ile ilgili bazı sonuçlara ulaşılabilmesi mümkündür. Buna göre aylık veya yıllık üretimi bilinen bir tekstil dokuma tesisindeki toplam enerji tüketimi yaklaşık olarak tahmin edilebilir.



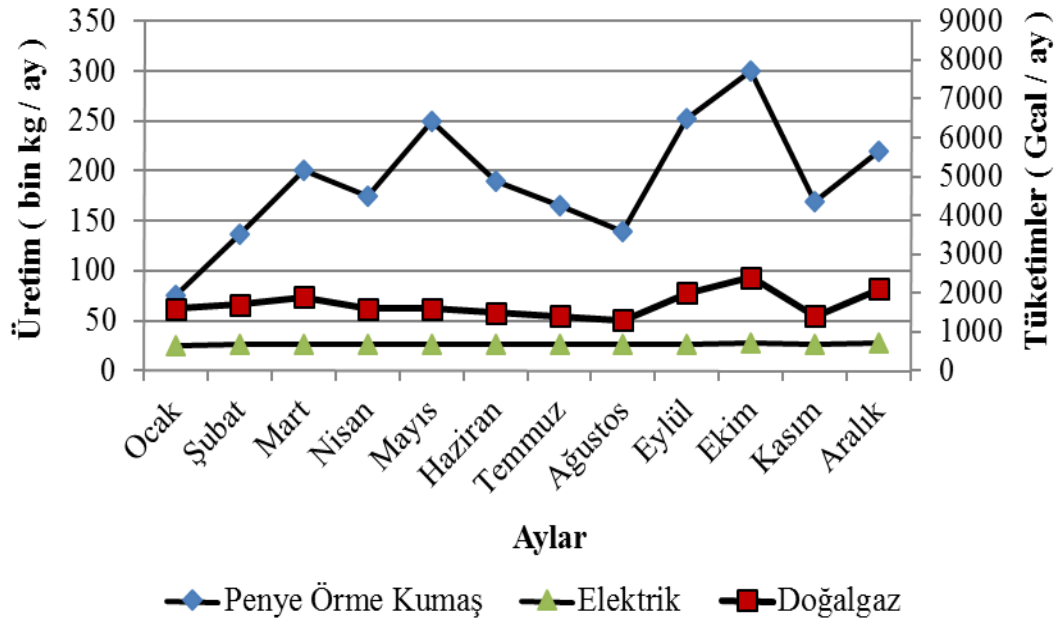
Şekil 4.14. Bir tekstil işletmesinde 2012 yılı üretim ve enerji tüketimlerinin aylara göre dağılımı.



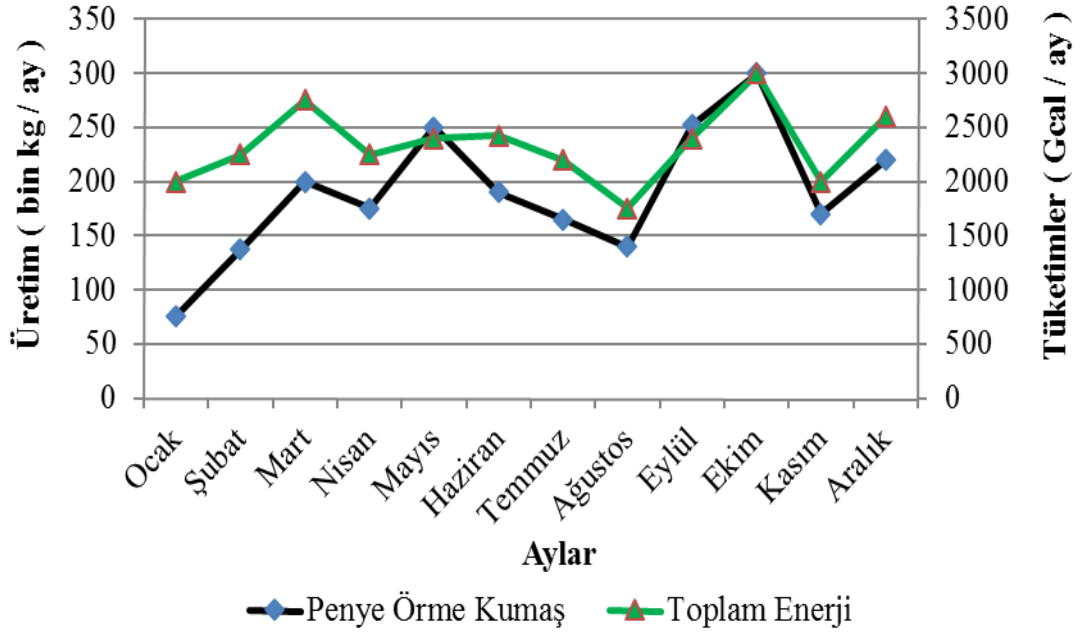
Şekil 4.15. Bir tekstil işletmesinde 2012 yılı üretim ve toplam enerji tüketimlerinin aylara göre dağılımı.



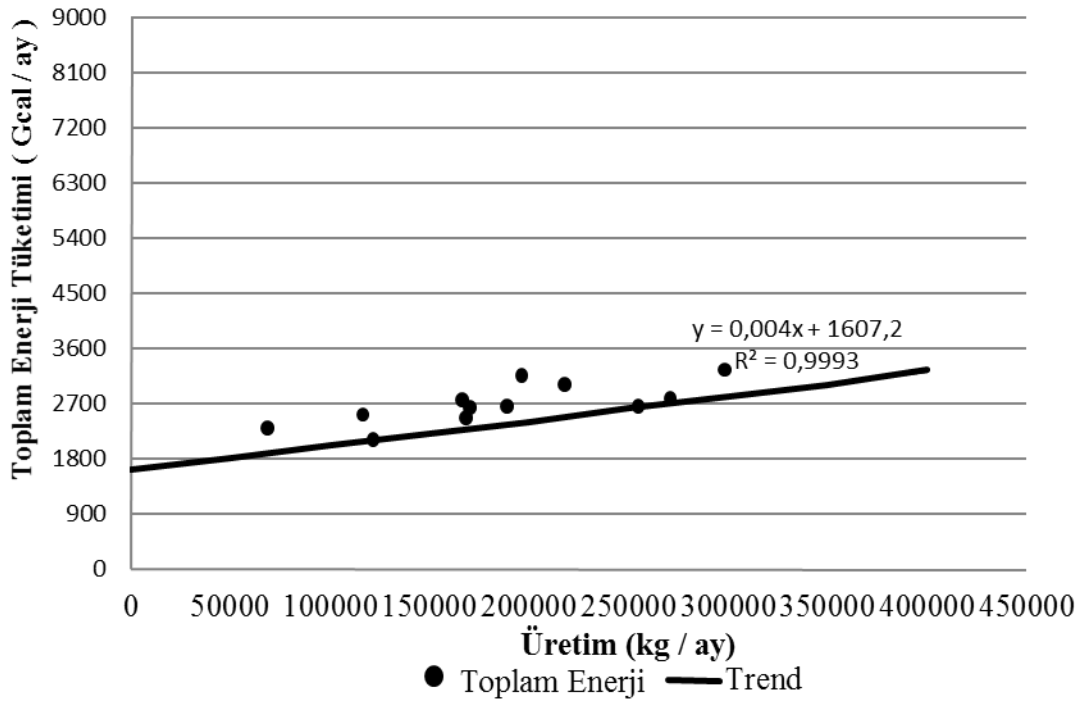
Şekil 4.16. Bir tekstil işletmesinde 2012 yılı üretim ve toplam enerji tüketimlerinin grafiği.



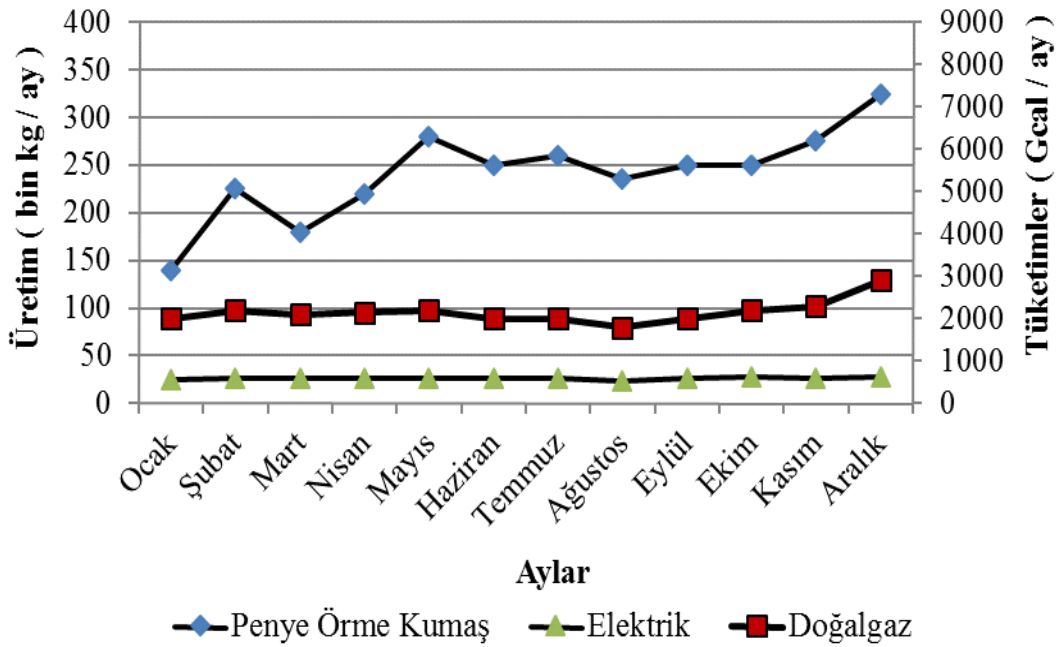
Şekil 4.17. Bir tekstil işletmesinde 2013 yılı üretim ve enerji tüketimlerinin aylara göre dağılımı.



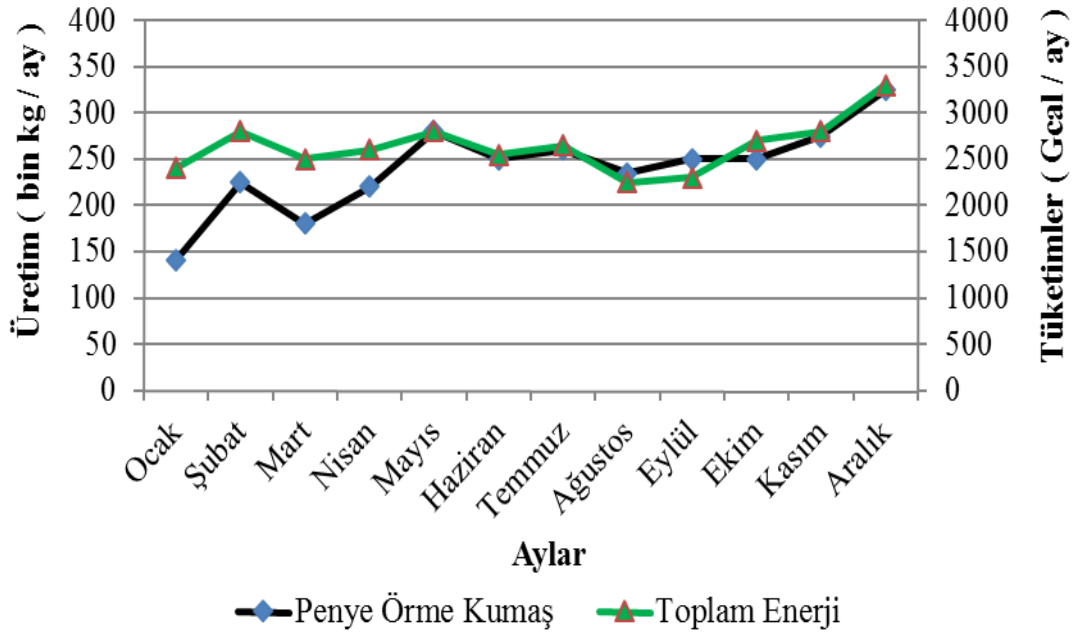
Şekil 4.18. Bir tekstil işletmesinde 2013 yılı üretim ve toplam enerji tüketimlerinin aylara göre dağılımı.



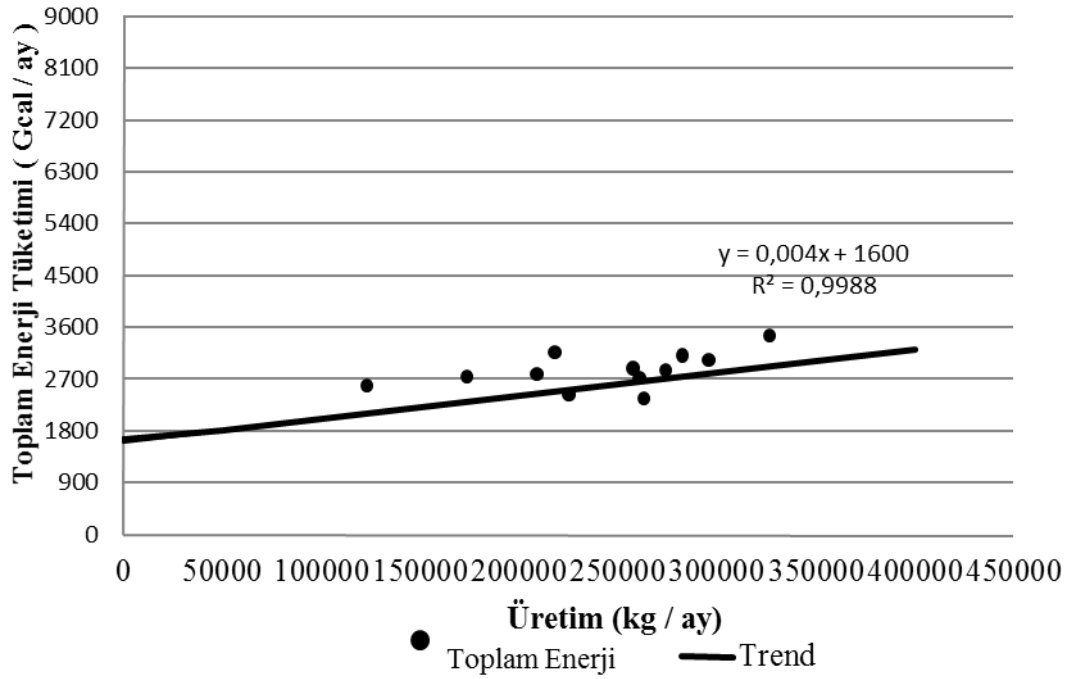
Şekil 4.19. Bir tekstil işletmesinde 2013 yılı üretim ve toplam enerji tüketimlerinin grafiği.



Şekil 4.20. Bir tekstil işletmesinde 2014 yılı üretim ve enerji tüketimlerinin aylara göre dağılımı.



Şekil 4.21. Bir tekstil işletmesinde 2014 yılı üretim ve toplam enerji tüketimlerinin aylara göre dağılımı.

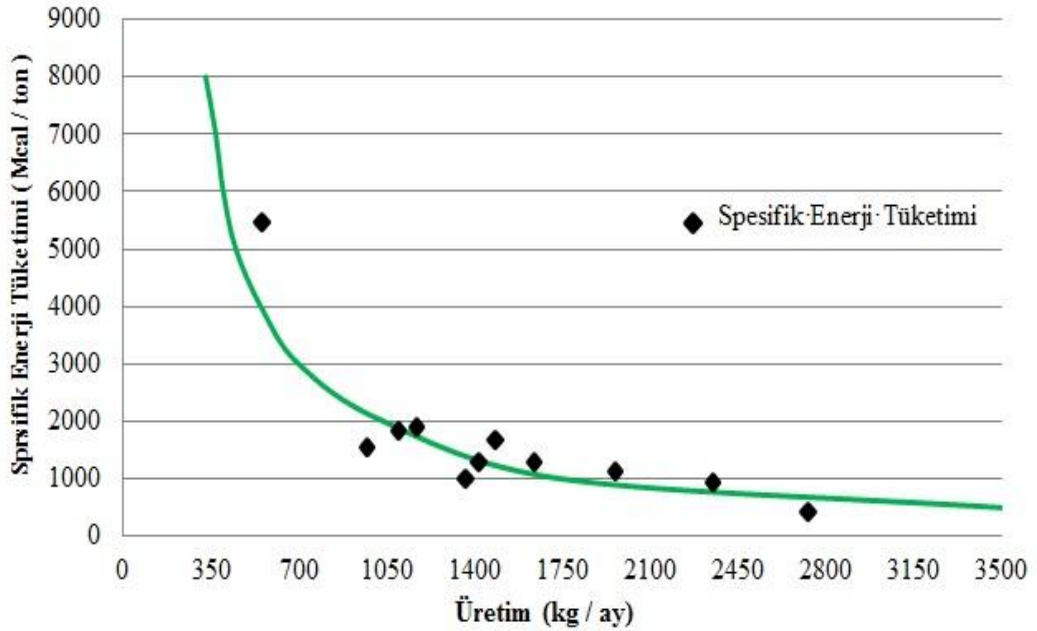


Şekil 4.22. Bir tekstil işletmesinde 2014 yılı üretim ve toplam enerji tüketimlerinin grafiği.

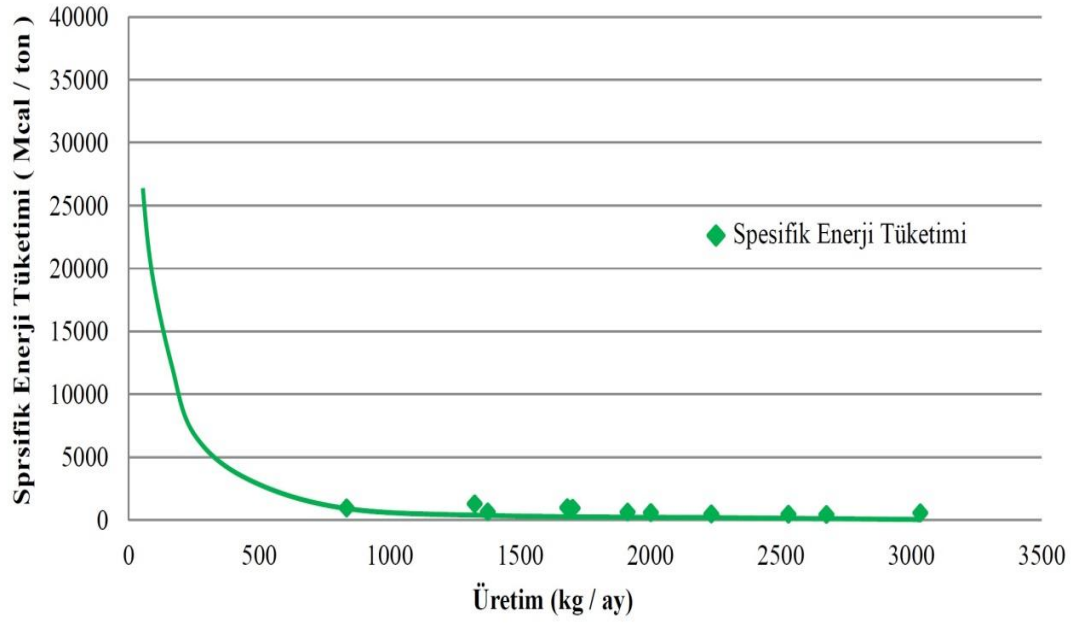
4.5. SPESİFİK ENERJİ TÜKETİMİ

Spesifik enerji tüketimi birim ürün başına kullanılan enerjidir. Beklenen enerji kullanımı ile gerçek enerji tüketim değerlerinin düzenli olarak karşılaştırılarak performans değerlendirilmesi yapılır. Bunun için SET değeri kullanılabilir. SET değerinin büyük çıkması kötü performansı ve enerjinin gereksiz yere arttığını gösterir.

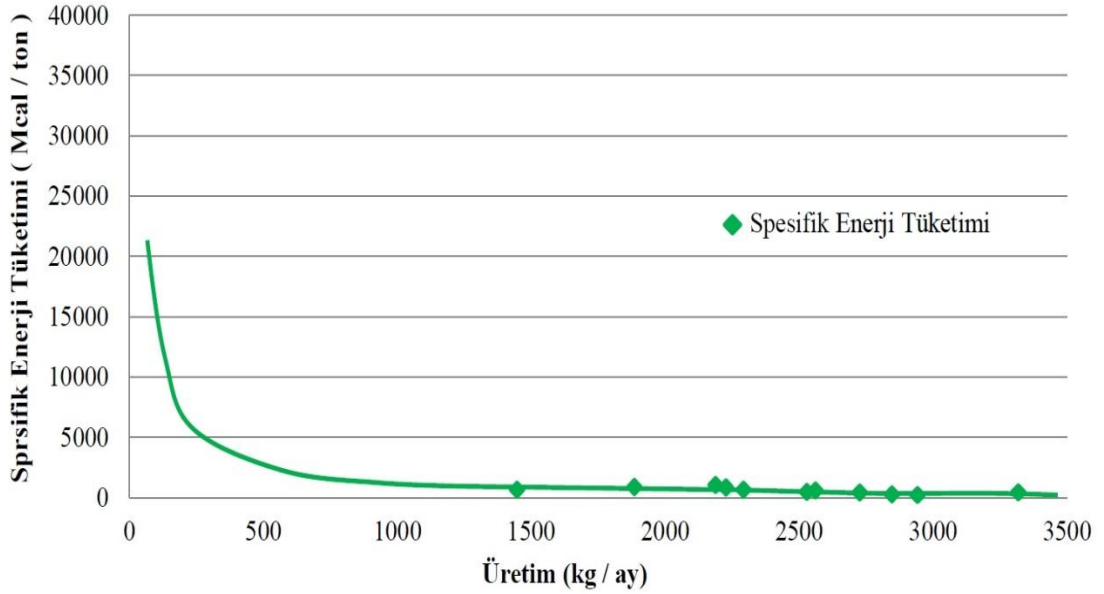
Spesifik enerji tüketimi ile üretim arasındaki ilişki bu bölümde tanıtılacak yöntem ile incelenecektir. Spesifik enerji tüketimi bu bölümde bahsedilen enerji tüketim (Mcal) değerlerinin, üretim (ton) değerlerine bölünmesiyle elde edilir. Genellikle elde edilen eğri ilk yöntem gibi lineer bir doğru olmayıp, daha çok azalan bir eğri şeklindedir [27]. Bu eğriden, üretim arttığı zaman üretilen birim çıktı için harcanan enerjinin de azalacağı anlaşılmaktadır. Son üç yılın bir tekstil fabrikası için spesifik enerji tüketimi aylık olarak toplam enerjisi için Mcal / ton cinsinden verilmiştir.



Şekil 4.23. Bir tekstil işletmesinde 2012 yılı spesifik enerji grafiği.



Şekil 4.24. Bir tekstil işletmesinde 2013 yılı spesifik enerji grafiği.



Şekil 4.25. Bir tekstil işletmesinde 2014 yılı spesifik enerji grafiği.

Bir tekstil işletmesinde üretim tesislerinde ve üretim tesislerine ait yardımcı işletmelerde 2012, 2013, 2014 yıllarında tüketilen ve bu tüketiminin karşılığında üretilen mamulün kayıtları incelenmiştir. Elde edilen verilerle grafikler oluşturulmuştur. Spesifik Enerji Tüketimi ve Üretim-Toplam Enerji Tüketiminin grafikleri yıllara göre incelendiğinde ise büyük oranda sapma olmadığı, enerji

tüketimindeki dalgalanmaların üretim kapasitesine göre değiştiği ve üretim dışı enerji tüketiminin fazla olmadığı görölmektedir.

Grafikler aylık bazda incelendiğinde sapmaların sebebi ise üretilen dokuma penyenin mevsime ve ürünün modaya bağlı olarak koyu veya açık renkte olması, üretim sonunda özellikle koyu renklerde renk tonunun istenilen kalitede olmaması neticesinde boyama işleminin yenilenmesi etki etmektedir. Koyu renklerde enerji tüketimi açık renklere göre daha fazla olmaktadır.

BÖLÜM 5

TEKSTİL FİRMASINDA VERİMLİLİK ARTIRICI PROJELER

5627 sayı ve 18.04.2007 tarihinde yürürlüğe giren “Enerji Verimliliği Kanunu” ve 28097 sayılı, 27.10.2011 tarihli “Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Artırılmasına Dair Yönetmelik” kapsamında Endüstriyel İşletmelerde Verimlilik Artırıcı Projelerin (VAP) uygulanmasına yönelik yapılan destekler yer almaktadır.

Endüstriyel işletmelerde; enerji etüt çalışması ile belirlenen önlemlerin uygulanması ve enerji tasarruf potansiyelinin geri kazanılması için hazırlanan Projeler Verimlilik Artırıcı Proje (VAP) olarak ifade edilmektedir. VAP endüstriyel işletmelerde enerji atıklarının, kayıpların ve verimsizliklerin giderilmesi için gerekli önlemlerin uygulanması amacıyla hazırlanır. Verimlilik Artırıcı Proje destekleri işletmelerin enerji verimliliğine yönelik olarak işletmelerinde uygulayacakları projelerin desteklenmesini öngörmektedir [28].

İşletmenin 2012, 2013 ve 2014 yıllarına ait enerji tüketimleri ve işlenen üretimlerin verileri toplanmış, üretim-tüketimi ilişkileri incelenmiştir. 25.10.2008 tarih ve 27035 sayılı resmi gazetede yayınlanan enerji kaynaklarının ve enerji kullanımında verimliliğin arttırılmasına dair yönetmeliğin 9. maddesi gereği firmanın enerji tüketim değerleri incelenmiştir.

Bu bölümde tekstil işletmesi için enerji verimliliği kanunu doğrultusunda enerjinin etkin kullanımı ve enerji tasarrufu yapmak için projeler üretmek ve daha verimli enerji kullanımının sağlanması amacıyla yeni sistemlerin kurulması hedeflenmektedir.

Örneğin, buhar hatlarına yapılabilecek iyileştirmeler kapsamında, buhar kazanına ekonomizer koyulmak suretiyle kazan besisi suyunun daha yüksek sıcaklıkta geri kazana göndererek buhar elde edilmesinde daha az yakıt kullanılmasıyla enerji tasarrufu sağlanması olabilecek imkânlardan biridir. Enerji tasarrufu kapsamında buhar transferi için boru, vana ve fittingslerin eksik veya deforme olan yalıtım sistemlerinin yeniden yapılması tasarruf açısından imkân sağlayacaktır.

Buhar kazanının brülörünün yanma havası bacaya koyulacak oksijen trim cihazıyla, brülör havası kontrol edilebilir duruma getirilerek brülör hava fanında frekans invertörü debi ayarlayıcısı koyulması suretiyle ve brülörün gaz hattının modülasyonlu sisteme çevrilmesiyle brülörün yanması kontrol altına alınarak, enerji tasarrufu sağlanabilir.

Elektrik motorlarının bir endüstriyel tesisteki tüketilen elektrik enerjisinin % 75'ini tükettiği bilinmektedir [29]. Bu sistemlerde yapılacak her türlü enerji verimliliğinin önemi büyüktür. Motorlarda yapılabilecek tasarrufun enerji potansiyelindeki payı büyük olacaktır.

Enerji kaynaklarının ve enerjinin verimli kullanılmasını sağlamak üzere bir tekstil işletmesinde enerji tüketen ekipmanların verimliliklerinin, işletmenin özgül enerji tüketiminin ve enerji yoğunluğunun izlenmesi, ayrıca enerji ihtiyaçlarının ve verimlilik artırıcı uygulamaların plânlanması; enerji etütlerinin ve VAP'ların hazırlanması ve uygulanması; tüketim alışkanlıklarının iyileştirilmesi ve israfın önlenmesi ile ilgili önlemlerin ve prosedürlerin belirlenmesi gibi uygulama faaliyetleri hakkında açıklamalar bu bölümde yapılacaktır.

5.1. BACA GAZI ANALİZLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışma kapsamında tekstil sektöründeki altı adet fabrikanın kazan dairelerinde ve yakıt kullanarak çalışan makinalarda baca gazı analizleri gerçekleştirilmiştir. Ölçülen bütün parametrelerin değerleri bu bölümde verilecektir ve ölçüm sonuçları değerlendirilerek, daha uygun çalışma koşullarının sağlanması halinde beklenen enerji tasarruf imkânları ve bu tasarruflardan doğacak mali kazançlar hesaplanmıştır.

Tüm kazanlarda baca gazı kompozisyonu düzenli şekilde incelenmeli özellikle yanma kontrolü için O₂, CO₂ ve baca gazı sıcaklığı ölçülmelidir. Tam yanmanın sağlanması şartıyla fazla havanın minimum seviyede tutulması için gerekli kontrolün ve ayarlamaların sürekli yapılması gereklidir. Fazla hava miktarı gereğinden çok olursa, baca gazı miktarını artırır ve artan bu miktardaki hava baca gazı sıcaklığına kadar ısınıp enerji alacağından daha fazla ısının bacadan dışarı atılmasına neden olur. Ayrıca baca gazı miktarının artması gaz debisinin dolayısıyla hızının artmasına ve ısı transferinin düşmesine neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı fazla hava miktarının mümkün olan en düşük seviyede tutulması gerekmektedir. Bunu sağlamak için hava ayarı yapılarak oksijen miktarı en düşük seviyeye getirilmelidir. Bu durumda bacada duman oluşmaya başlarsa yakma elemanlarında gerekli bakım yapılmalıdır [30].

5.1.1. Doğalgaz Yakıtlı Kazanların Kontrolü ve Verimlerinin İyileştirilmesi

İşletmenin enerji tüketimi olarak doğalgaz ve elektrik olduğu görülmektedir. Alınan enerjide miktar olarak doğal gazın daha fazla olduğu görülmektedir. Doğal gaz tüketimini fazla olma nedeni ise proseste buhar tüketiminin fazla olmasıdır. Buhar üretim tesisatında izolasyonların kazan dairesinde iyi durumda olduğu, üretim bölümdeki tesisatlarda ise vana, flanş ve boruların bir kısmında zayıf olduğu görülmektedir.

Enerji tasarrufu bakımından buhar kazanına ekonomizer uygulanmasının ve analizlerinin yapılması istenmektedir. Kazan ile ilgili verim artırıcı önlem olarak baca gazı ölçümleri yapılarak brülör ayarları yenilenerek ekonomizer koyulması suretiyle kazan verimi ve masraf-kazanç oranına bakılacaktır.

Buradaki genel amaç atık ısıdan yararlanmaktır. Enerjiden tasarruf sağlamak için, buhar kazanını bacasından atılan ısının geri kazanılması. Brülör ayarlarının yenilenmesi ve blöf miktarının optimizasyonu ile elde edilen ısı ile de besi suyunun sıcaklığının yükseltilmesi nedeniyle kazan veriminin artırılması hedeflenmektedir.

5.1.2. Kazanda VAP Analizleri Uygulama Öncesi ve Sonrası Durumu

İşletmede kumaş terbiye, kumaş boyama ve dikilen kumaşların ütülenmesinde buhar kullanılmaktadır. Buhar kazanında yakıt olarak doğal gaz kullanılmaktadır. Mevcut durum değerlendirilmesi için kazan üzerinde termal kamera çekimleri, kazan yüzey sıcaklık ölçümleri, baca gazı analizleri yapılmıştır ve işletmenin kazana ait olan doğalgaz sayacından kayıtlar tutulmuştur. Besi suyu ve kazan suyu iletkenlik ölçümleri ile yıllara göre enerji tüketimlerine ait belgeler incelendi. Kazan donanımına ve ölçümlerine ait bilgiler çizelge 5.2’de sunulmuştur.

Çizelge 5.1. Tekstil işletmesindeki son üç yıldaki doğalgaz tüketimi.

Yıl	Enerji Türü	Tüketim			
		Miktar	Birim	TEP	% Toplam
2012	Doğalgaz	2 542 485,00	Sm ³	209 755,01	% 81
2013	Doğalgaz	2 723 184,00	Sm ³	224 662,68	% 80
2014	Doğalgaz	3 117 117,00	Sm ³	257 162,16	% 80



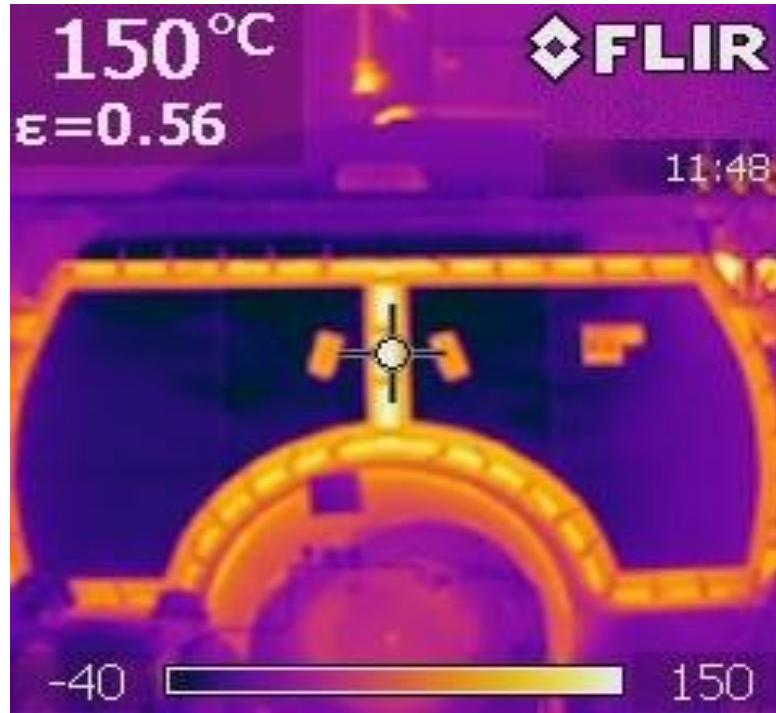
Şekil 5.1. Tekstil işletmesindeki mevcut buhar kazanı.

Çizelge 5.2. Tekstil işletmesindeki ana buhar kazanı verileri.

ANA KAZAN		BRÜLÖR	
KAZAN		BRÜLÖR	
Marka :	SELNİKEL	Marka :	RAYSEL
Tip :	OYB/A	Tip :	1250
Model :	TRD 02/143	Model :	
S.No :	120	Seri No :	3001
Isıtma Kapasite :	11 340 000kcal/h	Kapasite :	2 326-14 535 KW
Buhar Kapasitesi:	20 250 kg/h	Gaz Basıncı :	50-300mbar
İşletme Basıncı :	10 atü		
Konstrüksiyon Basıncı :	11 bar		
Test Basıncı :	16,5 bar		
Kullanma Basıncı:	4,5 bar		
İmalat Test Tarihi:	01.08.2008		
İmalat Yılı :	2008		
Ölçümler :			
Doğalgaz Tüketimi :	1.775 Sm ³ /h		
Baca Gazı Sıcaklığı :	185,5 °C		
Kazan Suyu İletkenliği :	4 430 ppm		
Kazan Besi Suyu İletkenliği :	70 ppm		
Blöf Miktarı :	% 10		
O ₂ Miktarı :	% 10,08		
CO Miktarı :	% 0,036		

- Kazanda yapılabilecek iyileştirmeler;
 - Ekonomizer uygulaması ile baca gazı atık ısıdan yararlanarak besi suyu sıcaklığının yükseltilmesi (185,5 °C baca gazının 100 °C'ye düşürülmesi) ile kazan verimi artırılabilir.
 - Yanma havasında yapılacak ayarlamalar ile baca gazındaki O₂ miktarı % 5 çekilerek verim artışı sağlanabilir.
 - Otomatik yüzey blöf sistemleri ile işletme tarafından yapılan % 10'luk blöfün, kazan suyu iletkenlik değerine uygun miktarda yapılması sağlanabilir.

- Tesisteki buhar kaçaklarının asgariye indirilmesi,
- Kazan besi suyunun daha da iyileştirilmesi ile blöf kayıplarının azaltılması,
- Kazan dairesinde yakıt tüketimlerinin düzenli olarak takip edilmesi ve kazan kayıt defterinin tutulması,
- Kazanların verimli çalıştırılmalarına yönelik ölçümlerin ve değerlendirmelerin yapılması ve herhangi bir aksaklığın söze çarpması halinde, anında gerekli müdahalenin yapılarak iyileştirmenin sağlanması,
- Kazan verimlerinin kontrol edilebilmesi amacıyla mümkün olduğu takdirde baca gazında O₂, CO bileşenlerinin ve baca gazı sıcaklığını ölçme özelliklerine sahip bir baca gazı analiz cihazının satın alınması;
- Kazan besi suyu kalitesinin ve kazan suyunda toplam çözülmüş madde miktarının belirlenmesi ve buna uygun olarak blöf yapılmasını sağlamak amacıyla mümkün olduğu takdirde bir iletkenlik ölçer satın alınması ve kazan besi suyu ve kazan sularının belirlenecek bir program dahilinde muntazam olarak kontrol edilmesi gerekmektedir.



Şekil 5.2. Tekstil işletmesindeki mevcut buhar kazanının termal görüntüsü.

Mevcut durumdaki kazan kayıpları;

Çizelge 5.3. Tekstil işletmesindeki mevcut durumdaki kazan kayıpları.

1.	Kuru Baca Gazı Isı Kaybı (L_{KBG})	7,58%
2.	Baca Gazı Nem Nedeni İle Olan Isı Kaybı (L_{NBG})	2,31%
3.	Baca gazındaki Yanmamış Karbonmonoksit Nedeniyle Olan Isı Kaybı(L_{COBG})	0,01%
4.	Kazan Yüzeyinden Radyasyonla Ve Konveksiyonla Olan Isı Kaybı (L_{RK})	17,10%
5.	Isı Kayıpları Toplamı (L)	27,00%
6.	Blöf Nedeni İle Olan Isı Kaybı(L_B)	0,15%
7.	Toplam Isı Kaybı(L_{Toplam})	27,15%
8.	Kazan Verimi ($100-L_{Toplam}$)	72,85%
9.	Fazla Hava Oranı	52,06%

Kazanda yapılan iyileştirmeler sonucunda;

Buhar kazanı 4,5 bar basınçta çalışmaktadır. Baca gazı sıcaklığı 185,5 ° C de dışarı atılmaktadır. Bu sıcaklıkta atılan baca gazının sıcaklığının 100 °C ye düşürülmesi için bir ekonomizer sisteminin kazan ile baca arasına yerleştirilmesi enerji verimliği açısından daha uygun olacağı tasarlanmıştır. Ekonomizerin sisteme dahili sonucunda hesaplanan değerler aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.4. Tekstil işletmesindeki iyileştirmeler neticesindeki kazan kayıpları.

1.	Kuru Baca Gazı Isı Kaybı (L_{KBG})	3,22%
2.	Baca Gazı Nem Nedeni İle Olan Isı Kaybı (L_{NBG})	1,53%
3.	Baca gazındaki Yanmamış Karbonmonoksit Nedeniyle Olan Isı Kaybı(L_{COBG})	0,01%
4.	Kazan Yüzeyinden Radyasyonla Ve Konveksiyonla Olan Isı Kaybı (L_{RK})	17,10%
5.	Isı Kayıpları Toplamı (L)	21,86%
6.	Blöf Nedeni İle Olan Isı Kaybı(L_B)	0,16%
7.	Toplam Isı Kaybı(L_{Toplam})	22,02%
8.	Kazan Verimi ($100-L_{Toplam}$)	77,98%
9.	Fazla Hava Oranı	30,43%

Buhar Kazanındaki iyileştirmeler sonucundaki verim artış oranı = (Yeni Verim-Eski Verim)/Yeni Verim x 100

Buhar Kazanındaki iyileştirmeler sonucundaki verimin yüzde artış oranı = $(77,98 - 72,84) / 77,98 \times 100 = 6,6$ olarak gerçekleşmektedir.

$$1\ 375\ \text{Sm}^3/\text{h} \times 360\ \text{gün/yıl} \times 10\ \text{saat/gün} = 4\ 950\ 000\ \text{Sm}^3/\text{yıl}$$

$$1\ 375\ \text{Sm}^3/\text{h} \times (6,6/100) \times 360\ \text{gün/yıl} \times 10\ \text{saat/gün} = 326\ 700\ \text{Sm}^3/\text{Yıl tasarruf sağlar.}$$

$$\text{Tasarruf edilen yakıt maliyeti} = 326\ 700\ \text{Sm}^3/\text{yıl} \times 0,52\ \text{TL}/\text{Sm}^3 = 169\ 884\ \text{TL}/\text{Yıl}$$

$$\text{Yatırım Maliyeti} = 78\ 750\ \text{TL}$$

$$\text{Geri Ödeme Süresi} = \text{Yatırım}/\text{Kazanç}$$

$$\text{Geri Ödeme Süresi} = 78\ 750\ \text{TL} / 169\ 884\ \text{TL}/\text{Yıl} = 0,5\ \text{Yıl}$$

Çizelge 5.5. Tekstil işletmesindeki VAP neticesindeki tasarruf miktarları.

VAP Bileşenleri	Enerji Türü	Yıllık Tasarruf Miktarı			Harcama Tutarı	Geri Ödeme Süresi
		Orijinal Birim	TEP/YIL	TL/YIL	TL	YIL
Buhar Kazanı Verim İyileştirilmesi	Doğalgaz	Sm ³	269,53	169 884,00	78 750,00	0,46

1 Sm³ doğalgazın yanması için gerekli hava miktarı 9,462 Sm³ hava gerekmektedir. Brülör ayarı ile Baca gazındaki O₂ yüzdesini % 5'e çekerek fazla hava oranını %30,43 diğer bir deyişle $\lambda=1,30$ olacak şekilde ayarlanmalıdır.

1 588 Sm³/h Yakıt tüketimi ile;

Baca gazı Miktarı = Yanma için gerekli hava x Saatte tüketilen yakıt x Hava fazlalık katsayısı

$$\begin{aligned} &= 9,462\ \text{Sm}^3 \times 1\ 588\ \text{Sm}^3/\text{h} \times 1,3043 \\ &= 19\ 597,98\ \text{m}^3/\text{h}\ \text{baca gazı oluşacaktır.} \end{aligned}$$

Baca gazı için aynı sıcaklıktaki havanın özellikleri kabul edilerek hesaplara devam edilecektir.

185,5 °C hava yoğunluğu:0,770 kg/m³

185,5 °C havanın özgül ısısı: 1,023 kJ/kg K olarak bulunmuştur.

$$Q = m \times C \times \Delta T$$

$$Q = 19\,597,98 \text{ m}^3/\text{h} \times 0,770 \text{ kg/m}^3 \times 1,023 \text{ kJ/kg K} \times (185,5-100)$$

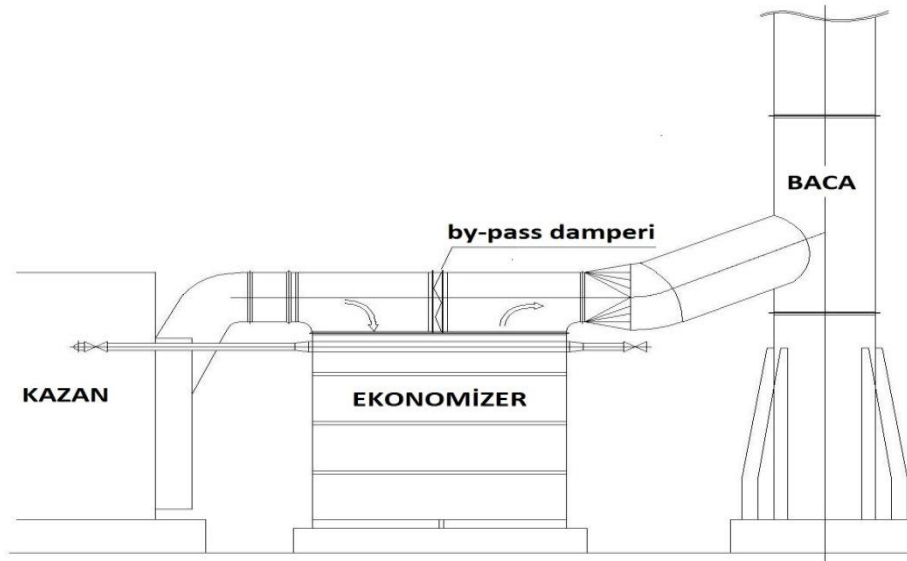
$$Q = 1\,319\,909,72 \text{ kJ/h}$$

$$Q = 315\,767,87 \text{ kcal/h}$$

Ekonomizerden 20,25 m³/h su geçirildiğinde ekonomizer çıkış suyu sıcaklığı;

$$315\,767,87 = 20,25 \times 1000 \times (T_2-102)$$

T₂ = 117,59 °C olarak elde edilecektir.



Şekil 5.3. Tekstil işletmesine uygulanan ekonomizerin şematik gösterimi.

Böylece kondens tankından çıkan 26 °C su degazörde 102 °C ısıtılan sıcak su ekonomizerden geçirilmesi ile besi suyu sıcaklığı 117,59 °C'a çıkarılacaktır.

Buhar Kazanına ekonomizer uygulamasının, tesisin diğer bileşenlerine olumsuz bir etkisi bulunmamaktadır. Üretilen buhar kalitesinde bir düşüş olmadığı gibi kazan atık ısısında faydalanılmaktadır. Doğal gaz kullanımında ciddi bir düşüş olmaktadır. Ekonomizerin sisteme koyulması kazanın toplam verimini artırdığı gibi yıllık CO₂ salınımında 898,35 ton/yıl azalma sağlayacağı hesaplanmıştır.

5.2. BUHAR HATLARININ, KONDENS VE DEGAZÖR TANKININ İNCELENMESİ

5.2.1. Eksik İzolasyonlu Boru, Vana ve Flanşların Değerlendirilmesi

İşletmede büyük ölçüde buhar hatlarına, kazan dairesindeki vana ve flanşlara izolasyon yapılmıştır. Üretim bölümüne girildiğinde vana ve flanşlarda da izolasyon olmadığı görülmektedir. Buhar boru hatlarında ise kısmen izolasyon olmadığı veya izolasyonun bozulduğu gözlenmemiştir. Bunun üzerine buhar hattının çaplarına göre vana, izolasyonsuz flanş ve boruların metrajı çıkarılmıştır.



Şekil 5.4. Tekstil işletmesindeki tesisatta izolasyonun durumu.

Buhar tesisatı boru, vana ve flanşlar termal kamera ile incelenmiştir.



Şekil 5.5. Tekstil işletmesindeki tesisatın termal görünümü.

Bu işletmede buhar kazanı yılda 3 600 saat çalışmaktadır.

Çizelge 5.6. Eksik izolasyonlu veya izolasyonsuz vana, flanş ve boru metrajları.

NO	Boru Çapı	Vana Sayısı	Flanş Sayısı	İzolasyonsuz Boru Uzunluğu
	m	Adet	Adet	m
1	0,2	9	18	25
2	0,15	8	16	10
3	0,1	20	40	50
4	0,08	120	250	285

Eksik izolasyonlu veya izolasyonsuz vana, flanş ve borulardan kaynaklanan enerji kayıpları ile doğalgaz kWh birim fiyatı ile yapılan hesaplamalar sonucu tablolar oluşturulmuştur.

Çizelge 5.7. Vana, flanş ve boruların metrajlarına bağlı enerji ve maliyet kayıpları.

Boru Çapı	Vana Sayısı	Flanş Sayısı	İzolasyonsuz Boru Uzunluğu	İzolasyonsuz Kayıp	İzolasyonsuz Kayıp	İzolasyonlu Kayıp	İzolasyonlu Kayıp
m	Adet	Adet	m	kW/Yıl	TL	kW/Yıl	TL
0,2	9	18	25	270 620,07	15 154,72	139 924,01	7 835,74
0,15	8	16	10	103 259,36	5 782,52	78 363,45	4 388,35
0,1	20	40	50	178 952,56	10 021,34	159 432,96	8 928,25
0,08	120	250	285	889 010,13	49 784,57	825 068,04	46 203,81
			Toplam	1 441 842,13	80 743,16	1 202 788,46	67 356,15

İzolasyonsuz durum ile izolasyon sonrası durum için farklara bakıldığında;

$$\begin{aligned} \text{Enerji kaybı} &= 1\,441\,842,13 - 1\,202\,788,46 \\ &= 239\,053,68 \text{ kw/Yıl} \end{aligned}$$

$$(239\,053,69 \times 860) / 8250 = 24\,919,53 \text{ Sm}^3/\text{Yıl}$$

Maliyet tasarrufuna bakılacak olunursa;

$$80\,743,13 - 67\,356,15 = 13\,387 \text{ TL/Yıl tasarruf sağlanır.}$$

$$\text{Elde edilecek kazanç oranı } 239\,053,68 / 1\,441\,842,13 = 0,1987$$

Düzen seçilmiş ve uygulanmış yalıtım ısı transferini engelleyerek ısıtma prosesinde daha az buhar ve yakıt kullanılmasını sağlar Burada gerekli yerlerin izolasyonu sağlanarak yaklaşık % 20 olarak enerji tasarruf potansiyeli mevcut durumdadır.

Aşağıdaki tabloda izolasyon yapılması durumunda tekstil şirketinin yalıtım için ödenen yatırım maliyeti incelendiğinde;

Çizelge 5.8. Vana, flanş ve boruların metrajlarına bağlı maliyet hesaplamaları.

Boru Çapı	Vana Sayısı	Flanş Sayısı	İzolasyonsuz Boru Uzunluğu	Vana Ceket Fiyatı	Flanş İzolasyon Fiyatı	Boru İzolasyon Fiyatı	Toplam Maliyet
m	Adet	Adet	m	TL/Adet	TL/Ad	TL/m	TL
0,2	9	18	25	225,00	165,00	9,00	5 220,00
0,15	8	16	10	185,00	165,00	9,00	4 210,00
0,1	20	40	50	90,00	50,00	6,00	4 100,00
0,08	120	250	285	75,00	50,00	6,00	23 210,00
						Toplam	36 740,00

$$\begin{aligned}\text{Geri ödeme süresi} &= \text{Yatırım} / \text{Kazanç} \\ &= 36\,740,00 / 13\,387,00 \\ &= 2,7 \text{ yıl olarak hesaplanır.}\end{aligned}$$

5.2.2. Kondens Tankı ve Buhar Degazörün İncelenmesi

Kondens tankı ve buhar degazör tankı izolasyonlu ve izolasyonların bakımı ve kontrolü sürekli yapılmaktadır. Kazan yüzey blöfünden flaş buhar elde edilerek buhar degazörünün ısıtılması sağlanarak enerji tasarrufu sağlanabilir. Kazan üzerinde yüzey blöfü manuel olarak yapılmaktadır.

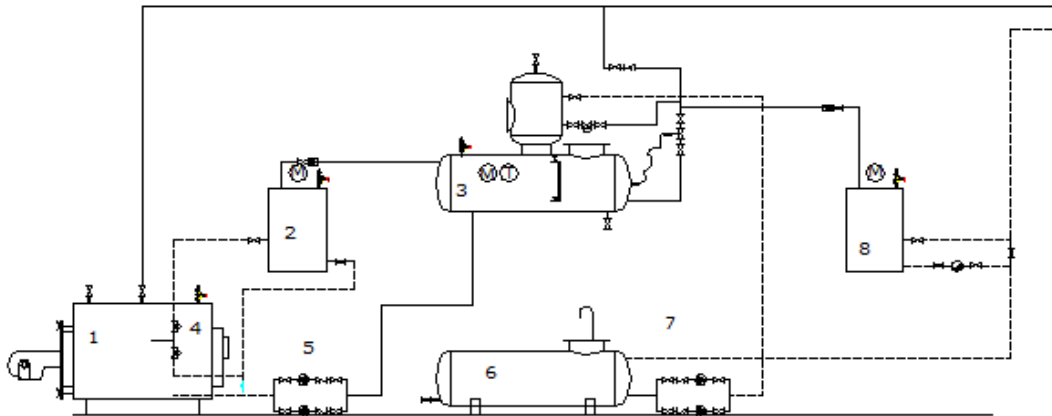


Şekil 5.6. Tekstil işletmesindeki kondens tankı ve buhar degazörü.

Çizelge 5.9. Kondens tankı ve buhar degazörü verileri.

Kondens Tankı			
Marka	: SELNİKEL	Tank Boyu	:6 m
Seri No	: -----	Tank Çapı	:2,5m
Kapasite	: 30m ³	Tank Yüzeyi	
		Ort Sıcaklığı	:27
İmal Yılı	: 2008	Çalışma Süresi	:3.600
saat/Yıl			
Buhar Degazörü			
Marka	: SELNİKEL	Tank Boyu	:6 m
Seri No	: -----	Tank Çapı	:2,5m
Kapasite	: 30m ³	Tank Yüzeyi	
		Ort Sıcaklığı	:27
İmal Yılı	: 2008	Çalışma Süresi	:3600
saat/Yıl			

Otomatik blöf ve elde edilen flaşlar degazörün ısıtılması için yapılan tasarım aşağıdaki şekilde verilmiştir. Yapılan tasarımda elde edilen flaş buharın degazörün ısıtılmasına tamamen yetmeyeceği fakat degazörün ısıtılmasında enerji tasarrufu sağlayacağı aşikârdır. Degazörün asıl ısıtılması gene buhar kazanından alınan buharla yapılmaktadır. Flaş buhar yalnızca ana buhar kazanından çekilen buharın daha az olmasını sağlayacaktır.



Şekil 5.7. Tekstil işletmesindeki otomatik blöf ve flaş buhar uygulama şeması.

Yukarıdaki şekilde numaralandırmalarda sırasıyla;

- Buhar kazanı
- Blöf suyu flaş buhar tankı
- Degazör tankı
- Otomatik blöf vanası
- Kazan besisi suyu pompası
- Kondes tankı
- Degazör besisi suyu pompası
- Flaş buhar tankını ifade etmektedir.

Otomatik blöf ile elde edilecek flaş buhar degazörün ısıtılmasının da kullanılması durumunda. Kazanlar;

Yüzey blöf miktarının tayini;

Besisi suyu iletkenliği $F = 450$ ppm

Kazan buhar kapasitesi $S = 20\ 250$ kg/h

Kazan suyu iletkenliği $B = 4\ 450$ ppm

Blöf miktarı = $(F \times S) / (B - F) = (450 \times 20\ 250) / (4\ 450 - 450) = 2\ 278$ kg/h

Flaş buhar miktarı yüzey blöf miktarının % 9 kadardır.

Flaş buhar miktarı = $(\text{Blöf Miktarı} \times 9) / 100 = (2\ 278 \text{ kg/h} \times 9) / 100 = 205$ kg/h

Flaş buharın tasarruf ettiği ısı miktarı = $205 \text{ kg/h} \times 500 \text{ kcal} = 102\ 500$ kcal/h

Yıllık tasarruf edilen doğalgaz miktarı = $(102500 \text{ kcal/h} \times 3600) / 8250 = 44\ 727$ $\text{Sm}^3/\text{Yıl}$

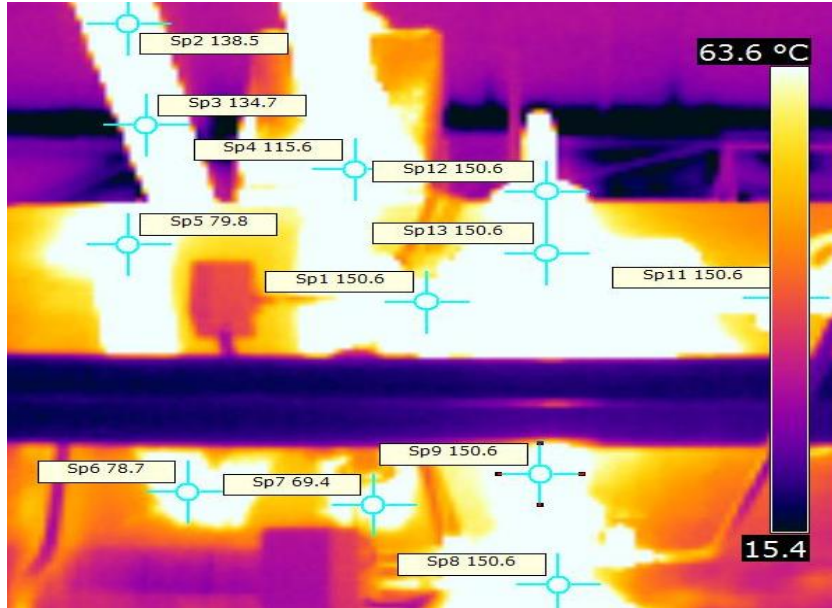
Elde edilen kazanç = $44\ 727 \text{ Sm}^3/\text{Yıl} \times 0,52 \text{ TL} / \text{Sm}^3 = 23\ 253 \text{ TL}/\text{Yıl}$

Bu sistemdeki toplam masraf maliyet = 19 950 TL

Geri ödeme süresi= Masraf / Kazanç = 19 950 TL / 23 253TL = 0,86 yıl, yani 10 aydır.



Şekil 5.8. Tekstil işletmesindeki mevcut yüzey blöf.



Şekil 5.9. Tekstil işletmesindeki mevcut yüzey blöfün termal görünümü.

Otomatik yüzey blöf sistemi ile blöf edilen kazan suyu iletkenliği optimum seviyede tutmak, yüzey miktarını azaltarak, kazanı ısı kaybını azaltmak ve kazan verimini yükseltmek yüzey blöfü flaş buhar tankından elde edilen flaş buharından 102 500 kcal/h enerji tasarrufu sağlamıştır.

Buhar kazanına otomatik blöf uygulaması ve flaş buharla degazörün ısıtılmasında diğer bileşenlere olumsuz bir etkisi bulunmamaktadır. Üretilen buhar kalitesinde bir düşüş olmadığı gibi yüzey blöfünden elde edilecek flaş buharın enerjisinden de yararlanılmış olacaktır. Doğalgaz kullanımında azalma olacağı gibi, kazan veriminde de artış olacaktır. Doğalgaz tüketiminde azalma olması, salınan CO₂ miktarında azalma anlamına gelmektedir. Bu sistem ile CO₂ azalması 122,99 Ton/Yıl olacaktır.

5.3. TEKSTİL İŞLETMESİNDE ELEKTRİK TASARRUFUNUN İNCELENMESİ

Gelişen teknoloji ve nüfusun artımı ile gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de elektrik enerjisi tüketimi önemli bir oranda artmaktadır. Teknoloji ve nüfusun gelişimi, yaşam standartlarını da yükseltmiş ve insanların daha rahat yaşamaları için konforlu ortamların oluşmasını sağlamıştır. Bu durumun sağlanmasının ana kaynağı sanayi sektörümüzdür. Gelişen teknolojinin ihtiyaçlarına sanayi sektörü cevap vermeye çalışmaktadır. Sanayi sektörünün gelişimi ve üretimin artması en büyük maliyet kalemlerinden olan elektrik enerjisi maliyetinin artmasına neden olmuştur. Gelişen ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de elektrik enerjisi tüketiminde en büyük pay sahibi sanayi sektörü olmaktadır.

Türkiye’de yıllık elektrik enerjisi tüketimi artışı % 4–5 oranları ile açıklanmaktadır. Bu değerler, dünya ortalamasının yaklaşık iki katıdır. Buna karşılık, Türkiye’de tüketilen enerjinin dörtte üçü ithal edilmektedir. Ülkemizde her birey için yıllık yaklaşık 500 dolarlık enerji ithalatı yapıldığı birçok kaynakta ifade edilmektedir [30]. Ülkemizin enerjide önemli miktarda dışa bağımlı olması sanayinin de dışa bağımlı olmasına neden olmaktadır. Bu durum, üretim ve tüketimde de maalesef dışa bağımlılığı getirmektedir. Türk sanayinin dış pazarlarda rekabet gücünü artırmak için gerekli olan maliyet azalmalarının, sadece verimli enerji kullanımıyla bile belli oranlara kadar mümkün olacağı da halen yeterince iyi anlaşılabilmiş değildir. Özellikle enerjinin çok temel bir girdi olduğu bazı sanayi kollarında, enerjinin verimli kullanımıyla sağlanabilecek faydalar şaşırtıcı ölçüde fazladır. Gelişmiş ülkelerde enerjinin verimli kullanılması için çok çeşitli çalışmalar yapılmakta; enerji verimli teknolojilerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması için önemli teşvik programları uygulanmaktadır [31].

Enerji tüketiminde büyük paya sahip olan sanayi, elektrik enerjisi tüketimi miktarı 68 000 GWh olarak tespit edilmiştir. Enerjide önemli oranda dışa bağımlı olduğumuz göz önünde bulundurulduğunda sanayide enerji tasarrufunun ne denli önemli olduğu aşikârdır ve en önemlisi büyük miktardaki bu tüketimin ortalama 48 000 GWh'si elektrik motorları üzerinde harcanmıştır. Bu durum endüstride kullanılan elektrik motorlarının enerji tüketimi, sanayide tüketilen enerjinin % 60–70 civarlarına tekabül etmektedir. Bu bağlamda asenkron motorlarda yapılabilecek çok az miktarlardaki enerji tasarrufunun büyük öneme sahip olduğu anlaşılabilmektedir.

Yapılan bir araştırmaya göre İngiltere'de üretilen elektrik enerjisinin % 40'ı elektrik motorları tarafından tüketilmektedir. Artan enerji fiyatları ve karbon emisyonlarını düşürmeye dönük konulan hedefler, özellikle Avrupa'da yüksek verimli ürünlerin kullanılmasına gerekli hale getirmiştir [32].

Diğer bir yandan yapılan tespitler sonucunda enerji verimliliğinin artırılması ile tasarruf edilen enerji en ucuz kaynak ise elektrik motor sistemlerinde verimliliğin artırılması ile elde edilecek kaynak iki Keban santrali üretimine eşdeğer olabileceği saptanmıştır. Sanayide kullanılan elektrik motorlarının ortalama % 90'ının asenkron motorlar olduğu bilindiğinde göre asenkron motorlarda enerji tasarrufu sağlayabilmek büyük önem arz etmektedir.

Standart bir asenkron motorun çalışma süresi boyunca oluşturduğu toplam masrafların % 97'sini enerji giderleri oluşturur. Geri kalan % 3' lük pay ise satın alma, montaj ve bakım masraflarıdır [33]. Asenkron motorlarda enerji verimliliği sağlanabilecek kısımlar genel olarak aşağıdaki şekilde belirlenebilir.

- Endüstriyel tesislerde elektrik motorlarının verim sınıflarının değiştirilmesi ile % 2-8
- Uygun motor seçimi ile % 1-3
- Değişken hızlı motorlar ile % 10-50
- Sistemlerde değişiklik ile % 2-10
- Kaliteli enerji besleme ile % 0,2-3 civarlarında enerji tasarrufu sağlanabileceği öngörülmektedir [34].

Belirtilen oranlar prosesin durumu ve motorun çalışma koşullarına göre oldukça değişkenlik gösterebilir.

5.3.1. Motorlarda Enerji Verimlilik Sınıfları ve Tasarruf Yöntemleri

Gelişen teknoloji ile birlikte üretilen elektrik motorlarında da yıllar geçtikçe teknolojik gelişmeler sağlanmıştır. Gelişen teknoloji ile elektrik motorlarının mevcutlarına göre daha az enerji tüketmesi ve çevre dostu olması sağlanmaya çalışılmıştır. Bu bağlamda elektrik motorlarının yapısında birtakım teknolojik yenilikler yapılmıştır. Bu değişiklikler genel olarak; sargıda % 20–60 daha fazla bakır, gövdede % 35 daha fazla çelik, daha ince çelik laminentler, yüksek kalitede elektrikselsel çelik, daha verimli rotor tasarımı, düşürülmüş sargı ve sürtünme kayıpları ve ek kayıplar, daha uzun gövdeden dolayı düşürülmüş direnç (I^2R) kayıpları, rotor ve stator arasında optimum hava boşluğu, daha az mekanik tolerans şeklinde sıralanabilir. Bu gibi teknolojik yenilikler, mevcut motorların enerji verimli olmasında önemli bir etken olmuştur. Bir motorun verimliliği, mekanik çıkış gücünün elektrikselsel giriş gücüne oranı olarak tanımlanır. Genel bir ifadeyle kayıp güçlerin azaltılması ile motordan alınabilecek mekanik güç artırılmış olabilecektir.

Motor kayıplarını azaltabilmek için yapısal kısım olarak sırasıyla motor sargı dirençlerinin, motor manyetik devre (demir) kayıpları ile sürtünme kayıplarının düşürülmesi şarttır. Bu iyileştirmeler de ancak daha kaliteli malzemelerin kullanılması ile gerçekleştirilir. Örneğin sürtünme kayıplarının azaltılmasına somut örnek olarak daha kaliteli rulman ve yatak malzemelerinin kullanılmasını gösterebilir. Yüksek verimli motorlarda tüm bu malzeme kalitesi artırılarak motor kayıpları minimize edilmiştir.

Gelişmiş ülkeler, yüksek enerji maliyetleri ve zorlu rekabet gücünü göz önünde bulundurarak elektrik motorlarda enerji sınıfı kriterleri getirmiştir. Elektrik motorları genel olarak üç temel verimlilik sınıfında üretilmekte ve çalıştırılmaktadır.

- EFF1 sınıfı = Yüksek verimli
- EFF2 sınıfı = Verimi artırılmış

➤ EFF3 sınıfı = Düşük verimli

Çizelge 5.10. CEMEP'e göre motor verim sınıfları.

Çıkış Gücü (kW)	2 Kutuplu Motorlar %			4 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	>= 85,0	>= 78,5	< 78,5
2,2	> = 85,6	>= 81,0	< 81,0	>= 86,4	>= 81,0	< 81,0
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	>= 87,0	< 87,0	>= 90,1	>= 87,0	< 87,0
11	> = 90,5	>= 88,4	< 88,4	>= 91,0	>= 88,4	< 88,4
15	> = 91,3	>= 89,4	< 89,4	>= 91,8	>= 89,4	< 89,4
18,5	> = 91,8	>= 90,0	< 90,0	>= 92,2	>= 90,0	< 90,0
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	>= 92,0	< 92,0	>= 93,6	>= 92,0	< 92,0
45	> = 93,7	>= 92,5	< 92,5	>= 93,9	>= 92,5	< 92,5
55	> = 94,0	>= 93,0	< 93,0	>= 94,2	>= 93,0	< 93,0
75	> = 94,6	>= 93,6	< 93,6	>= 94,7	>= 93,6	< 93,6
90	> = 95,0	>= 93,9	< 93,9	>= 95,0	>= 93,9	< 93,9

Verimliliğin bu şekilde sınıflandırılması; işletmelerdeki teknik sorumlular için motor seçiminde büyük kolaylık sağlamaktadır. Enerji tasarrufu analizlerinde elektrik motorlarının enerji kimliklerinin oluşturulması gerçekleştirilebilmektedir. Gelişmiş birçok ülkede EFF3 verim sınıfına sahip elektrik motorlarının kullanımları yasaklanmış ve EFF1 verim sınıfına sahip elektrik motorlarının kullanımı yaygınlaştırılmaya çalışılırken ülkemizde birçok endüstriyel tesiste EFF3 verim sınıfına sahip elektrik motorları yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun nedeninin daha çok ilk satın alma maliyetlerinin göz önünde bulundurulmasından kaynaklandığı öngörülmektedir. Fakat elektrik enerjisinde sağlanan önemli miktardaki enerji tasarrufu ilk satın alma maliyetini kısa süreli işletme süresinde elimine edebilmektedir. Bu durumu örnek bir

uygulama ile tespit edebiliriz. Aynı güç ve devirlere sahip farklı verimlilik sınıflarına sahip iki motor ele alınabilir [35].

75 kW-1500 d/k.-EFF 1 verim= % 94,7

75 kW-1500 d/k.-EFF 3 verim= % 93,5

Motorların haftada 5 gün ve günde 24 saat çalıştığı varsayılırsa ki çoğunlukla daha fazla çalışmaktadır, bu da yaklaşık olarak 6 bin saat eder. Motorların genel olarak % 75 yük faktörü ile çalıştığı kabul edilebilir. Yıllık elektrik enerjisi tasarrufu;

Motor Gücü (kW) x Yük Faktörü x İşletme Saati x [(1 /EFF3) - (1/EFF1)]

75 kW x 0,75 x 6 000 x [(1/0,935)-(1/0,947)] = 4 574 MWh/yıl

CEMEP üyesi ülkelerde en fazla EFF2 sınıfı motorlar kullanılırken, ülkemizde ise en yaygın kullanımı EFF3 sınıfı motorlar oluşturmaktadır. Buradan da anlaşılacağı üzere ciddi anlamda enerjiyi israf etmekteyiz.

Bir yılda sadece enerji verimlilik sınıfından kazanılan elektrik enerjisinin tüketimi baz alındığında önemli bir miktara sahip olduğu görülmektedir. Bu bağlamda düşük enerji verim sınıfına sahip elektrik motorlarının yüksek enerji verimli motorlar ile değiştirilerek önemli miktarda enerji tasarrufu sağlanabileceği muhakkaktır.

5.3.2. Asenkron Motor Kontrol Sistemleri İle Enerji Tasarrufunun Sağlanması ve Verimlilikteki Rolü

Asenkron motorlarda, yüke göre alternatif akımın frekansını ve dolayısıyla motorun dönüş hızını ve elektriksel gücünü kontrol ederek motoru uygun devirde tutan değişken hız sürücüleri ile enerji tasarrufu sağlanabilmektedir. Değişken hız sürücülerinin en verimli kullanıldığı alanlar değişken yük uygulamalarıdır.

Bu sürücüler doğrultucu, filtre, inverter ve denetim birimlerinden oluşmaktadır. Gerilim ve frekans birlikte ayarlanabildiğinden motoru her konumda optimum

şekilde çalıştırmak mümkün olmaktadır. Bu sürücüler, hızın yükü çok değiştiği arıtma sistemleri, tekstil makineleri, HVAC vb. birçok sistemlerde kullanılması enerji optimizasyonu açısından zorunludur [36].

Alternatif akımın frekansı ve dolayısı ile dönüş hızını değiştirerek motorun gereğinden fazla yük çekmesi motor sürücüleri ile önlenebilir. Bu da aynı işin çok daha az enerji kullanılarak yapılmasını sağlar. Motorlara sürücü sistemi ilavesi ile % 50'ye varan enerji tasarrufları mümkün olabilmektedir. Yani, aynı iş için motorun tükettiği elektrik enerjisi yarı yarıya azaltılabilmektedir. Alternatif akımla beslenen motorların hız ve torklarının oranı yakın olarak çalıştırıldığında yüksek verimli elektrik makineleri olduğu gözlemlenebilmektedir [37].

5.3.3. Enerji Verimliliği İçin Asenkron Motor Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Kriterler

Endüstriyel tesislerin kurulum aşaması başta olmak üzere proses için daha sonradan motor seçimi büyük önem arz etmektedir. Motor seçimi yapılırken ihtiyaç ve proses iyi analiz edilmelidir. Gereğinden fazla büyük güçlü motor seçimi, işletmeler için hem ilk maliyet hem de motorların düşük verim ile çalışmasından dolayı enerji tüketimi açısından ekstra bir külfet meydana getirebilmektedir. Ayrıca düşük verimli çalışma, motorlarda gereksiz bir aşırı ısınmaya yol açarak motor ömrünün azalmasına da neden olabilmektedir.

Motor seçimi yapılırken dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Yük momentinin sabit, değişken ve çok değişken olma durumları,
- Aşırı yüklenme durumlarına göre uygun emniyet (servis) faktörü,
- Motorun yapısına bağlı olarak uygun yol verici düzeneği,
- Çalışma süresinin sürekliliği,
- Mekanik yükün tip ve özelliklerini tespit edilmesi,
- Tespite dilen mekanik yük tip ve özelliklerine göre motor şaft gücünün belirlenmesi,
- Motor sınıfının ve karakteristiğinin seçiminin yapılması,

- Seçilen motorların ekonomik analizinin yapılması.

Uygun motor seçimi için yükün işletme aralığını bilmek gerekir; değişimin hangi devirler ve momentler aralığında olduğu belirlenmelidir. En fazla yüklenme değerinin ne olduğu ve ne kadar sürdüğüne özel önem verilmelidir [38]. Özellikle mekanik güç ihtiyacının yüksek olduğu işletme bölümlerinde prosesin yük eğrisi çıkartılarak uygun motor ve donanım seçimi yapılmasına özen gösterilmelidir. Böylece ilk satın alma maliyeti ve işletme maliyetinde enerji kazancı sağlanmış olacaktır.

Pratik bir yaklaşım ile 10°C daha soğuk bir ortamda çalıştırılan motorun ömrünün iki kat daha uzadığı söylenilebilir. Bu ifade konunun önemini açıkça belirtmektedir. Maksimum mekanik yük değerinde seçilmiş motor, kesikli çalışma altında kısa sürede yanar. Pratik olarak yaklaşmak gerekirse, kesikli çalışma şartlarında standart güçler arasında bir motor seçimi daha uygun olacaktır [39]. Bu durum proses şartlarının motor seçiminde önemli bir rol oynadığının göstergesidir.

5.3.4. İşletmedeki Kumaş Terbiye ve Boyama Örne ve Dikme Makinelerinin Elektrik Motorlarının Verimlilik Sınıflarının İncelenmesi

İşletmede elektrik sarfiyatı düşürmek amacıyla elektrik motorları incelenmiş, eski olan EFF3 enerji sınıfı olan motorlar EFF1 enerji sınıfı motorlarla değiştirilmesine tasarruf açısından karar verilmiştir.

İşletmede enerji kayıtları düzgün tutulmuştur ve kullanılan enerji hesabı yapılmıştır. Enerji kayıtlarından EFF1 motorlarının kullanılması durumunda kullanılan enerji farkı da açık ve net bir şekilde ortaya çıkacaktır.

Çizelge 5.11. Tekstil işletmesindeki VAP neticesindeki tasarruf miktarları.

Yıl	Enerji Türü	Tüketim			
		Miktar	Birim	TEP	%Toplam
2012	Elektrik	5 764 442,00	kW	495,74	19
2013	Elektrik	6 608 216,00	kW	568,31	20
2014	Elektrik	7 321 708,00	kW	629,67	20

Tekstil işletmesinde mevcut durumdaki EFF3 elektrik motorlarında harcanan elektrik gideri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çizelge 5.12. Tekstil işletmesindeki değişim yapılabilecek elektrik motorları.

Motor Adedi	Motor Gücü	Güç Faktörü	Çalışma Süresi	EFF3 Motor Verimi	Yıllık Enerji Tüketimi kW/Yıl
	kW	cos φ	Saat/Yıl		
85	1,1	0,75	7 200	0,67	753 582,089
130	1,5	0,75	7 200	0,73	1 442 465,753
50	2,2	0,75	7 200	0,75	792 000
60	3	0,75	7 200	0,746	1 302 949,062
30	4	0,75	7 200	0,79	820 253,164
12	5,5	0,75	7 200	0,827	430 955,26
6	7,5	0,75	7 200	0,81	300 000
Toplam Tüketilen Elektrik Enerjisi					5 842 205,329

Tekstil firmasında mevcut durumdaki EFF3 motorlarının bir yılda harcadığı toplam enerji 5 842 205,329 kW'tır.

Tekstil işletmesinde mevcut durumdaki EFF3 motorlarının yerine EFF1 motorlarının kullanılması durumunda harcanan elektrik gideri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çizelge 5.13. Tekstil işletmesindeki değişim için ön görülen elektrik motorları.

Motor Adedi	Motor Gücü	Güç Faktörü	Çalışma Süresi	EFF3 Motor Verimi	Yıllık Enerji Tüketimi kW/Yıl
	kW	cos φ	Saat/Yıl		
85	1,1	0,75	7 200	0,828	609 782,61
130	1,5	0,75	7 200	0,841	1 252 080,86
50	2,2	0,75	7 200	0,856	693 925,23
60	3	0,75	7 200	0,867	1 121 107,27
30	4	0,75	7 200	0,876	739 726,03
12	5,5	0,75	7 200	0,886	402 257,34
6	7,5	0,75	7 200	0,895	271 508,38
Toplam Tüketilen Elektrik Enerjisi					5 090 387,71

EFF1 elektrik motorlarının kullanılması durumunda bir yılda harcadığı toplam enerji 5 090 387,709 kW olacaktır.

Bu durumda toplam tüketim farklarına bakıldığında;

$5\ 842\ 205\ 329 - 5\ 090\ 387,709 = 751\ 817,62$ kW/Yıl elektrik tüketiminde azalma olur.

Elektrik birim fiyatı 0,14 Kuruş / kWh

Elektrik kazancından elde edilen kazanç = $0,14 \times 751\ 817,68 = 105\ 254,47$ TL/Yıl olacaktır. EFF1 elektrik motor maliyetine bakıldığında;

Çizelge 5.14. Tekstil işletmesindeki EFF1 elektrik motorlarının toplam maliyeti.

Motor Adedi	Motor Gücü	EFF1 Motor Maliyeti	EFF1 Motor Maliyeti
	kW	TL/Adet	TL
85	1,1	158,00	13 430,00
130	1,5	179,00	23 270,00
50	2,2	188,00	9 400,00
60	3	239,00	14 340,00
30	4	358,00	10 740,00
12	5,5	450,00	5 400,00
6	7,5	650,00	3 900,00
Toplam Motor Maliyeti			80 480,00

Tekstil işletmesinde EFF1 motorlarının toplam maliyeti 80 480 TL olacaktır.

Geri ödeme süresine bakıldığında;

Geri ödeme süresi = Masraf/Kazanç

$$= 80\ 480\ 000 / 105\ 254,47 = 0,764 \text{ yıl}$$

Yaklaşık 9 ay gibi sürede yatırımın kendisini geri ödeyeceği görülmektedir.

İşletmedeki motorların EFF1 yüksek verimli motorların kullanılması, elektrik enerjisinin daha verimli kullanılmasını sağlayacaktır.

EFF3 elektrik motorları yerine daha verimli EFF1 elektrik motoru ile değiştirilmesi sonucu elektrik tasarrufu sağlayacağı gibi motor bakım masrafların da düşüş sağlanacaktır. Türkiye’de her bir kWh elektrik üretiminde ortalama 0,65 kg CO₂ salınmaktadır. Bu nedenle yüksek verimli elektrik motorların düşük verimli elektrik motorlarıyla değişmesi durumunda CO₂ salınımında ki azalma miktarı 375,78 Ton/Yıl olacaktır.

Ayrıca enerji tasarrufuna ve çevre katkısına ek olarak yüksek verimli motorlar daha az arızalanıp üretim kaybına daha az sebep olmaları ve daha düşük bakım masrafları ile de işletme maliyetini düşürürler.



Şekil 5.10. Tekstil işletmesindeki mevcut elektrik motorlar.



Şekil 5.11. Tekstil işletmesindeki mevcut elektrik motorlarının bağlantı sistemleri.

5.3.5. Mevcut Elektrik Tarifesinin İncelenmesi

İşletmeye ait elektrik gideri incelendiğinde işletmemin tek terimli normal tarife üzerinden faturalandırıldığı ve elektrik tüketiminin % 30 gündüz,% 35 puant ve % 35 gece saatlerinde tükettiği görülmüştür.2012 yılı elektrik tüketimi tablosunda 2012 yılı tüketimleri bu dilimler için hesaplanmıştır. Ayrıca tarife analizi için 3.200 kW /ay bir tüketim öngörülmüştür.

Çizelge 5.15. Tekstil işletmesindeki 2012 yılı elektrik tüketimi tablosu.

Aylar	Satın Alınan Elektrik	Gündüz	Puant	Gece	Sözleşme Gücü
	kW	kW	kW	kW	kW/h
Ocak	533 190,00	159 957,00	186 616,50	186 616,50	3 200
Şubat	581 463,00	174 438,90	203 512,05	203 512,05	3 200
Mart	551 199,00	165 359,70	192 919,65	192 919,65	3 200
Nisan	557 409,00	167 222,70	195 093,15	195 093,15	3 200
Mayıs	625 222,00	187 566,60	218 827,70	218 827,70	3 200
Haziran	630 190,00	189 057,00	220 566,50	220 566,50	3 200
Temmuz	724 127,00	217 238,10	253 444,45	253 444,45	3 200
Ağustos	614 417,00	184 325,10	215 045,95	215 045,95	3 200
Eylül	602 204,00	180 661,20	210 771,40	210 771,40	3 200
Ekim	625 471,00	187 641,30	218 914,85	218 914,85	3 200
Kasım	597 484,00	179 245,20	209 119,40	209 119,40	3 200
Aralık	679 332,00	203 799,60	237 766,20	237 766,20	3 200
Toplam	7 321 708,00	2 196 512,40	2 562 597,80	2 562 597,80	-
Günlük Kullanım Oranı	-	30%	35%	35%	

Çizelge 5.16. 2012 yılı tarifeli elektrik birim fiyatları.

2012 Elektrik Birim Fiyatı					
	Normal	Gündüz	Puant	Gece	Demant
Tek Terim	0,14	0,139	0,222	0,08	-----
Çift Terim	0,1177	0,117	0,199	0,058	2,25

Yukarıdaki tüketim değerlerinden hareketle 2012 yılı elektrik fiyatları referans alınarak her biri için tarife tüketim maliyetleri hesaplanmıştır.

Çizelge 5.17. Tekstil işletmesindeki 2012 yılı elektrik tarifelerine göre mali hesap.

Aylar	Tek Terimli Normal	Tek Terimli Puant	Çift Terimli Normal	Çift Terimli Puant
	TL	TL	TL	TL
Ocak	77 632,00	78 592,21	166 536,88	170 700,31
Şubat	81 404,00	85 707,65	181 614,50	186 154,86
Mart	77 167,00	81 246,73	172 161,83	176 465,87
Nisan	78 037,00	82 162,09	174 101,46	178 454,00
Mayıs	87 531,00	92 157,72	195 282,21	200 164,27
Haziran	88 226,00	92 890,01	196 833,92	201 754,77
Temmuz	101 377,00	106 736,32	226 174,26	231 828,62
Ağustos	86 018,00	90 565,07	191 907,37	196 705,06
Eylül	84 308,00	88.764,87	188.092,76	192.795,08
Ekim	87 565,00	92.194,43	195.359,99	200.243,99
Kasım	83 647,00	88.069,14	186.618,51	191.283,97
Aralık	95 106,00	100.133,54	212.182,96	217.487,54
Toplam	1 028 018,00	1 079 219,76	2 286 866,67	2 344 038,34

Tablodan anlaşılacağı üzere işletme için bu çalışma şartlarında en uygun tarifenin tek terimli normal tarife olacağı görülmektedir. İşletme için bir tarife değişikliğine gerek yoktur.

5.4. BASINÇLI HAVA SİSTEMİ

Basınçlı hava hazırlama sistemi ana kompresör değişken hızlı, yedek kompresör pistonlu olmak üzere iki adet bulunmaktadır. Basınçlı hava sistemi değişken debi ihtiyaçlarına sabit basınçta (7 Bar) cevap verecek şekilde tasarlanmıştır. Hava tesisatında nem alıcı ve yağ alıcı filtre ile rezerv tankı bulunmaktadır.

Basınçlı hava üretiminde kullanılan kompresörlerin teknik özellikleri şunlardır:

Çizelge 5.18. Tekstil işletmesindeki ana kompresörün teknik özellikleri.

Kompresör No 1: Ana Kompresör

Basınçlı hava üretiminde kullanılan kompresörün teknik özellikleri		
Marka	ATLAS COPCO	
Tip	GA 56	
Model	2007	
Seri No	AII 476132	
Kapasite	160 l/s - 9,6 m ³ /h	
P max	8 Bar	
Motor Gücü	55 kW	
Motor Devri	3 000 d/dk	
Ağırlık	1 500 kg	



Şekil 5.12. Tekstil işletmesindeki mevcut kompresör sistemi.

Kompresör odası işletmede özel yerdedir. Basınçlı hava odası havadar olmakla birlikte emiş dışarıdan ve kuzey yöndedir. İşletmede basınçlı hava kaçağı sürekli yapılmaktadır. Kompresörün yıllık çalışma süresi 1 600 saattir. İşletmede ısıtılan mahallerin ve sıcak su ihtiyacının az olması nedeniyle detaylı inceleme yapılmamıştır.

Çizelge 5.19. Tekstil işletmesindeki yedek kompresörün teknik özellikleri.

Kompresör No 2 Yedek Kompresör

Basınçlı Hava Üretiminde kullanılan Kompresörün Teknik Özellikleri		
Marka	GÜZEL KOMPRESÖR	
Tip		
Model		
Seri No	95377572	
Kapasite	112 l/s - 6,7 m ³ /h	
P max	7,5 Bar	
Motor Gücü	37 kW	
Motor Devri	3 000 d/dk	
Ağırlık	1 500 kg	

BÖLÜM 6

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Gelişmekte olan ülkelerdeki hızlı nüfus artışı ve sanayileşme enerjiye olan talebin hızla artmasına sebep olmaktadır. Enerji, üretimde zorunlu bir üretim faktörü olup bir ülkenin ekonomik ve sosyal kalkınma potansiyelini yansıtmakta olan temel göstergelerden biridir. Enerji tüketimiyle sosyal kalkınma arasında doğrusal bir ilişki olup, ekonomik gelişme ve refah artışıyla enerji tüketiminin de arttığı görülmektedir. Tükenme tehlikesiyle karşı karşıya olan enerji kaynaklarının planlı bir şekilde kullanımını sağlamak ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını düzenleyebilmek amacıyla dünyadaki ve ülkemizdeki enerji kaynakları için bir durum tespiti yapılması gerekmektedir.

Enerji kaynaklarına ulaşmanın giderek zorlaştığı dünyada, gelişmiş ülkeler enerjinin verimli kullanılmasının önemini anlamışlar ve bu kapsamda enerji verimliliği çalışmaları yapmaya başlamışlardır. Bundan dolayı tüketime arz edilen enerjinin verimli kullanılması ve genel enerji tüketiminin konforu ve üretimde kaliteyi etkilemeden düşürülmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda hazırlanan yönetmelikler ile ve EİE/UETM'nin yürüttüğü, eğitim, yayın, enerji tasarrufu etütleri gibi faaliyetleri ile devlet, sanayi sektörümüzü enerji tasarrufu konusunda yönlendirmek ve desteklemek üzere çok önemli çabalar sarf etmekte, girişimlerde bulunmaktadır.

Yapılan çalışmalar ülkemizde sanayi sektörünün için enerji tasarrufu potansiyelinin yüksek olduğunu açıkça göstermektedir. Bu önemli potansiyelin ekonomiye bir artı değer olarak kazandırılması ülkemize kalkınma bakımından yararlı olacaktır. Bilindiği gibi ülkemizde enerji kullanımı sanayi, binalar (ticari ve konut) ve ulaştırma olmak üzere üç ana grupta gerçekleştirilmektedir.

Bunlardan sanayi sektörü, ülkemizdeki nihai enerji tüketimi içindeki yaklaşık % 36 ve elektrik tüketimindeki % 55 düzeyindeki payı ile önemli bir yere sahiptir. Sanayi sektörü, gerek yüksek enerji tasarruf potansiyeline sahip olması, gerekse de sanayide tüketilen enerjinin çoğunlukla ticari enerji olması nedeniyle enerji tasarrufu çalışmalarında öncelikle ele alınması gereken bir sektördür. Bu çerçevede hazırlanmış olduğumuz bu çalışmada, genel olarak enerji verimliliği kavramına değinilerek özelde sanayide enerji verimliliği konusu incelenmiştir. Verimlilik artırıcı projelerde gereken tedbirler alınarak tasarruf miktarları hesaplanmıştır.

Tekstil sanayisinde yoğun olarak kullanılan enerji türleri ısı ve elektrik enerjisidir. Bu nedenle tekstil sanayisinde ana tasarruf olanakları, ısı ve elektriğin üretim ve tüketim prosesleri olarak sayılabilir. Enerji tasarruf çalışmaları bu iki ana kısımdan başlatılmalıdır. Enerji tasarrufunun üretim maliyetlerini azaltması yanında çevre kirliliğinin önlenmesi, kalite ve konforu sunması gibi başka diğer faydaları da bulunmaktadır. Enerji yönetimi kavramının yaygınlaştırılarak uygulamada daha çok hayat bulması, ülkemiz ve insanlarımızın geleceği açısından büyük önem arz etmektedir. Bu konuda yapılan çalışmaların sürekliliğinin sağlanması ve konuyla ilgili yasa ve yönetmeliklerin uygulanması büyük kolaylıklar sağlayacaktır. Tasarruf edilecek enerji türü ve miktarı, öngörülen harcama tutarı, geri ödeme süreleri, CO₂ azaltma miktarları, öngörülen uygulama planı gibi bilgileri içerecek şekilde tablo halinde özet olarak verilmiştir.

Çizelge 6.1. Harcanan yakıtların 2014 yılı maliyeti ve tasarruf oranı.

Yakıtlar	Tasarruf Miktarı				Enerji Tasarruf Oranı
	Miktar	Birim	Enerji	Maliyet	
	2014		TEP/Yıl	TL/Yıl	
Doğalgaz	396 346,5	Sm ³ /Yıl	453,03	206 524,00	11,1
Elektrik	751 817,62	kW/Yıl	64,65	105 254,47	2
Toplam			517,68	311 778,47	

Ayrıca tüm önlem önerileri hakkında gerekli açıklamalar metin halinde ayrıca bu tez çalışmasında verilmiştir ve yapılan çalışmalar özet olarak tablo halinde aşağıda verilmiştir.

Çizelge 6.2. Verimlilik artırılması için yapılan çalışmaların tasarruf miktarları ve geri ödeme süreleri.

Önlemler	Enerji Türü	Tasarruf Miktarı				CO ₂ Azalma Miktarı	Yatırım Maliyeti	Geri Ödeme Süresi	Uygulama Planı
		Miktar	Orijinal Birim	TEP/ Yıl	TL/Yıl	Ton/ Yıl	TL/Yıl	Yıl	Vade
Kazan Veriminin Artırılması	Doğalgaz	326 700	Sm ³ / Yıl	309,54	169 884	898,35	78 750	0,5	K.V.
Buhar Hatları İzolasyon Kayıplarının Önlenmesi	Doğalgaz	24 919,5	Sm ³ / Yıl	20,5	13 387	68,52	36 740	2,74	U.V
Otomatik Blöf Flaş Buhar ile Degazör Isıtması	Doğalgaz	44 727	Sm ³ / Yıl	122,99	23 253	122,99	19 950	0,86	K.V.
Elektrik Motorların Değişimi	Elektrik	751 817	kW/ Yıl	64,65	105 254	375,78	80 480	0,76	K.V.
Toplam				517,68	311 778	1 465,63	215 920		

Sonuç olarak, ülkemizde öncelikli olarak sanayide, ama beraberinde konutlarda ve ticari binalarda da enerji verimliliğinden bahsedildiğinde herkese görev düşmektedir. Sanayi kuruluşlarının üretimde enerji verimliliği ilkelerini daima göz önünde tutmasını, yeni ürünleri üreterek piyasaya verirken, seçilen dizaynın enerjiyi en verimli kullanan olması gerekmektedir. Ülkemizin geleceği açısından enerji verimliliğinin payı büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Turgut Ç., “Enerji yönetimi”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, 10-30 (2008).
2. İnternet: Bursa Çevre Merkezi, “Sanayide Enerji Verimliliği İyileştirme Yöntemleri”, <http://www.bcm.org.tr/sanayide%20enerjiverimliliği> (2006).
3. Anadolu Üniversitesi, “Enerji Yönetimi ve Politikaları”, *AÜ Yayın No:2787*, Eskişehir, 6-20 (2013).
4. İnternet: Enerji Gazetesi, “Enerji Yönetimi ve Verimliliği Köşe Yazısı”, <http://www.enerjigazetesi.com> (2014).
5. İnternet: İstanbul Teknik Üniversitesi, “Enerji Verimliliği”, <http://www.energy.itu.edu.tr/duyuru/enerjiverimliliği.ppt> (2015).
6. İnternet: Kubilay, K., “Dünya’da ve Türkiye’de Enerji Verimliliği ve Türk Sanayisinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi”, [hptt://www.ekutup.dpt.gov.tr/sanayi/verimlilik/kavakk/enerji](http://www.ekutup.dpt.gov.tr/sanayi/verimlilik/kavakk/enerji) (2015).
7. İnternet: Kongre Merkezi, “Enerji Yönetiminin Faydaları” <http://www.kongre.org/makina/teskon97/025/> (2015).
8. İnternet: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, “Enerji Tasarruf Çalışmaları”, http://www.eie.gov.tr/en_tasarrufu/uetm/hakkimizda.html (2014).
9. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, “Sanayide Enerji Yönetimi Esasları” *YEGM Yayınları*, Cilt: 4, Ankara, 30-111 (2014).
10. İnternet: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, “Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğin Artırılması İçin Alacakları Önlemler Hakkında Yönetmelik”, <http://www.eie.gov.tr> (2008).
11. İnternet: Yıldız Teknik Üniversitesi “Enerji Yönetimi”, <http://yildiz.edu.tr> (2015).
12. Hepbaşlı A., ve Günerhan H., “Enerji Denkliği ve Enerji Tasarrufu Etüdü”, *V. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Sergisi*, İzmir, 187-225 (2001).
13. İnternet: TÜBİTAK, “Tekstil Paneli”, <http://www.tubitak.gov.tr> (2015).

14. İnternet: Rieter, “Textile Systems Web Site”, <http://www.rieter.com/textile> (2015).
15. İnternet: İktisadi Girişim ve İş Ahlakı Derneği, “Tekstil Sektörü Değerlendirme Raporu”, <http://www.igiad.com> (2009).
16. Eraslan, H., Bakan, İ., ve Kuyucu, A., “Türk tekstil ve hazır giyim sektörünün uluslar arası rekabetçilik düzeyinin analizi”, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, İstanbul, 49-66 (2008).
17. Akgün M., Özçelik Ç., ve Özturkut Ü., “Denizli ili sanayide enerji verimliliği potansiyeli taraması proje sonuç raporu”, *MÜSİAD*, Denizli, 1-30 (2014).
18. İnternet: İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçı Birlikleri, “Türkiye’nin Tekstil ve Hammadde Dış Ticaretinin Yıllık Değişimi”, <http://www.itkib.org.tr/default.asp?CID= RAPORLAR> (2013).
19. İnternet: İstanbul Tekstil ve Konfeksiyon İhracatçı Birlikleri, “Yıllık Raporlar ve İstatiksel Veriler”, <http://www.itkib.org.tr/default.asp?CID= RAPORLAR> (2013).
20. Devlet Planlama Teşkilatı, “Dünyada ve Türkiye’de Enerji Verimliliği ve Türk Sanayinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi”, *DPT Yayın No:2689*, 20-30 (2005).
21. İnternet: TÜBİTAK, “Bilim Teknoloji Sanayi Tartışmaları Enerji Teknolojileri Politikası 1.Alt Grubu Enerjinin Etkin Kullanımı ve Enerji Tasarrufu Çalışma Taslağı”, www.emo.org.tr/ekler/ee70b7987a735c0_ek.doc?tipi=38 (1997).
22. Kaplan, E., ve Koç, E., “Türk tekstil sanayinde enerji kullanımının genel değerlendirmesi”, *Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü*, Adana, 20-40 (2004).
23. Öztürk, H. K., “Energy usage and cost in textile industry: A case study for Turkey”, *Energy*, 30 (13): 2424–2446 (2005).
24. Capehart, L. and Turner, C., “Guide to Energy Management, 7th ed.”, *The Fairmont Press*, United State of America, 170-230 (2004).
25. İnternet: E-Textile Toolbox, “European Commissions Europe Aid programs”, <http://www.textiletoolbox.com> (2014).
26. İnternet: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, “Sanayi Kuruluşlarının Enerji Tüketiminde Verimliliğin Artırılması İçin Alacakları Önlemler Hakkında Yönetmelik”, <http://www.eie.gov.tr> (2008).
27. İnternet: EMS Textile Energy Manegement Manuel, “Intelligent Energy Europe”, <http://www.ems-textile.net> (2006).

28. İnternet: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, “Verimlilik Artırıcı Projeler (VAP)”, http://www.eie.gov.tr/verimlilik/d_VAP.aspx (2014).
29. İnternet: Natural Resources Canada, “Energy Efficient Motor Systems”, http://www.oee.nrcan.gc.ca/cipec/ieep/newscentre/motor_system (2001).
30. Onaygil, S. “Enerji verimliliği kanunu’nda elektrik mühendisliğinin yeri”, 3. *Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu*, Kocaeli, 25-32 (2009).
31. Kavak, K. “Dünyada ve Türkiye’de enerji verimliliği ve türk sanayinde enerji verimliliğinin incelenmesi”, *T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü Yayın No: DPT: 2689*, 2-8 (2005).
32. Tuncay, E., “Mart 20” , *Tesisat Dergisi*, 171 (10): 50-52 (2010).
33. İnternet: Siemens, “Sanayide İşletme Masrafları ve Yüksek Verimli Motorlar”, <http://www.siemens.com.tr/agmotor#toc-p3> (2015).
34. Ünal C, Ocak 26 “Elektrik motorlarında enerji verimliliği”, *Elektrik Mühendisleri Odası Dergisi*, 182 (15): 32-35 (2009).
35. İnternet: Eskişehir Sanayi Odası Organize Sanayi Bölgesi, “Yüksek Verimli Motorlar” <http://www.eosb.org.tr/assets/yukverimlimotorlar> (2015).
36. Saraçoğlu, B., Meşe, E., Özdemir, E., ve Duru, T., “Asenkron motorların optimal enerji denetimi”, *Elektrik, Elektronik, Bilgisayar Mühendisliği 9.Ulusal Kongresi*, İzmit, 5–8 (2001).
37. Thanga, R., Srivastava, S., and Agarwal, P., “April 13”, *International Journal of Computer and Electrical Engineering*, 121: 22-28 (2009).
38. Özdemir H. A., “Elektrik motorlarında enerji tasarruf yöntemleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, 60-70 (2006).
39. Evren Ö., “Tekstil sanayisinde enerji verimliliği ve enerji verimli motor sistemleri”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü*, İstanbul, Haziran, 30-42 (2008).

EK AÇIKLAMALAR A.

**ENDÜSTRİYEL İŞLETME BİLGİLERİ VE CİHAZLARIN BÜTÇE
TABLOLARI**

Çizelge EK A.1. Endüstriyel işletme bilgileri.

ENDÜSTRİYEL İŞLETME BİLGİLERİ		
1. Sanayi Sicil Belge No		
2. İşletme Adı/Unvanı		
3. İşletmeye Alındığı Tarih		
4. Ana Sektör	TEKSTİL, ÖRME KUMAŞ, BOYAMA, DİKİM	
5. Çalışan Sayısı		
6. İşletme Yöneticisi		
6.1. Posta Adresi		
6.2. Telefon No		
6.3. Faks No		
6.4. Elektronik Posta Adresi		
7. Görevlendirilen Enerji Yöneticisi		
7.1. Sertifika No		
7.2. Telefon No (İş/Gsm)		
7.3. Faks No		
7.4. Elektronik Posta Adresi		
8. Varsa Diğer Sertifikalı Enerji Yöneticileri		
Adı Soyadı	Sertifika No	
8.1.		
8.2.		
8.3.		
9 Enerji Yönetim Birimi		
Adı Soyadı	Mesleği	Sertifika No
9.1.		
9.2.		
9.3.		
10. Yıllık Toplam Enerji Tüketimi		(Tep)
Yıllar	Tüketimler (Tep)	
2012	2 593,29	
2013	2 814,93	
2014	3 201,29	

Çizelge EK A.2. EFF3 Elektrik motorlarının yerine EFF 1 elektrik motorlarının koyulması bütçe tablosu.

Gider Tablosu	TL
Sistemin ilk satın alma maliyeti	69 750,00
Sistemin montaj ve işletmeye alma maliyeti	10 730,00
Tüm sistemin toplam bakım maliyeti (Bakım maliyeti x Yıl)	33 750,00
Toplam	114 230,00

Gelir Tablosu	TL
Dönem sonunda sistemin kazancı	1 570 567,05
Dönem sonunda hurda değeri	377,53
Toplam	1 570 944,58

Kar/Zarar Tablosu	TL
Toplam Gelir-Toplam Gider	1 456 714,58

Çizelge EK A.3. Boru, vana ve flanş izolasyonunun yapılması ve izolasyonların onarımı bütçe tablosu.

Gider Tablosu	TL
Sistemin ilk satın alma maliyeti	30 250,00
Sistemin montaj ve işletmeye alma maliyeti	6 490,00
Tüm sistemin toplam bakım maliyeti (Bakım maliyeti x Yıl)	5 250,00
Toplam	41 990,00

Gelir Tablosu	TL
Dönem sonunda sistemin kazancı	195 555,00
Dönem sonunda hurda değeri	0,00
Toplam	195 555,00

Kar/Zarar Tablosu	TL
Toplam Gelir-Toplam Gider	153 565,00

Çizelge EK A.4. Ekonomizer sisteminin kurulum bütçe tablosu.

Gider Tablosu	TL
Sistemin ilk satın alma maliyeti	59 650,00
Sistemin montaj ve işletmeye alma maliyeti	19 100,00
Tüm sistemin toplam bakım maliyeti (Bakım maliyeti x Yıl)	33 750,00
Toplam	112 500,00

Gelir Tablosu	TL
Dönem sonunda sistemin kazancı	2 514 510,00
Dönem sonunda hurda değeri	416,93
Toplam	2 514 926,93

Kar/Zarar Tablosu	TL
Toplam Gelir-Toplam Gider	2 402 426,93

Çizelge EK A.5. Kazana otomatik blöf koyulması ve flaş buhar ile degazörün ısıtılması sistemi bütçe tablosu.

Gider Tablosu	TL
Sistemin ilk satın alma maliyeti	14 750,00
Sistemin montaj ve işletmeye alma maliyeti	5 200,00
Tüm sistemin toplam bakım maliyeti (Bakım maliyeti x Yıl)	33 750,00
Toplam	53 700,00

Gelir Tablosu	TL
Dönem sonunda sistemin kazancı	315 045,00
Dönem sonunda hurda değeri	96,76
Toplam	315 141,76

Kar/Zarar Tablosu	TL
Toplam Gelir-Toplam Gider	261 441,76

EK AÇIKLAMALAR B.

**EKONOMİZER VE DİĞER VERİMLİLİK ARTIRICI PROJELERİN İŞ
AKIŞ ŞEMALARI**

Çizelge EK B.1. Ekonomizer için yapılacak projenin iş akış şeması.

Proje Bileşenleri/ Yapılacak İşler	Toplam Süre (Ay)	Aylar																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1. Ekonomizer																										
1.1. Teklif Toplaması		■																								
1.2. Tekliflerin Değerlendirilmesi		■																								
1.3. Projelerin istenmesi		■																								
1.4. Projelerin Değerlendirilmesi			■																							
1.5. Ekonomizer İmalatı				■	■																					
1.6. İmalatın Yerinde Kontrolü				■																						
1.7. Baca Tadili İçin Teklif Toplanması				■																						
1.8. Baca Tadilatını Yapılması				■	■																					
1.9. Ekonomizer Montajı						■																				

Çizelge EK B.2. Diğer verimlilik artırıcı projelerin iş akış şeması.

Proje Bileşenleri/ Yapılacak İşler	Toplam Süre (Ay)	Aylar									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	24
1. Otomatik Blöf Sistemi Kurulması Flaş Buharı ile Degazörün Isıtılması		■									
1.1. Projenin Hazırlanması		■									
1.2. Proje Esas Alınarak Yerde Malzeme Listesinin Çıkarılması		■									
1.3. Malzeme ve İşçilik Tekliflerinin Alınması			■								
1.4. Tekliflerin Değerlendirilmesi			■								
1.5. Buhar Kazanında Gerekli Değişikliğin Yapılması				■							
1.6. Malzemenin Temini ve Montajın Yapılması				■							
1.7. Yeni Kurulan Sistemin Testlerinin Yapılması ve Devreye Alınması				■							
2. Boru, Vana ve Flanşların İzolasyonlarının Yapımı ve Tamiri											
2.1. İzolasyonsuz Boru, Vana ve Flanşların Tespitinin Yapılması		■									
2.2. Malzeme Teklifinin Alınması		■									
2.3. İşçilik Teklifinin Alınması		■									
2.4. Tekliflerin Değerlendirilmesi			■								
2.5. İzolasyonun Yapılması			■								
3. EFF3 Enerji Sınıfı Elektrik Motorlarını EFF1 Enerji Sınıfı Motorlarla Değiştirilmesi											
3.1. Değiştirilecek Motorların Tespiti ve Listelenmesi		■									
3.2. Motor Tekliflerinin Alınması		■									
3.3. Tekliflerin Değerlendirilmesi		■									
3.4. Yeni Motor Yerlerinin Düzenlenmesi			■								
3.5. Yeni Motorların Montajı			■	■							

ÖZGEÇMİŞ

Furkan YALÇINKAYA 1990'da Ankara'da doğdu; ilk ve orta öğrenimini aynı şehirde tamamladı; Başkent Anadolu Lisesinden mezun olduktan sonra 2007 yılında Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü'ne girdi; 2011'de "iyi" derece ile mezun olduktan sonra Ankara'da bir Ar-Ge, Teknoloji ve Enerji Danışmalığı şirketinde AR-Ge mühendisi olarak göreve başladı. Şirkette çalışırken Yüksek Lisans Karabük Üniversitesi Makine Mühendisliği bölümünde yapmaya hak kazanmıştır. İngilizce iyi seviyede olup halen AR-GE mühendisliği yapmaktadır.

ADRES BİLGİLERİ

Adres: Gazi Üniversitesi Gölbaşı Yerleşkesi
Teknoplaza Binası, No. 27,
Ankara/Türkiye

Tel: (0312) 320 20 45

Faks: (0312) 484 79 34

E-posta: furkanykaya0691@gmail.com